

INTEGRÁLT SZEMLÉLETŰ TERMÉSZETTUDOMÁNYOS TEHETSÉGGONDOZÓ KERETTANTERVEK

Készült: A TÁMOP 4.1.2-08/1/B projekt keretében
a NymE Regionális Pedagógiai Szolgáltató és Kutató Központ kutató,
fejlesztő csoportjában
Alkotó közreműködők:
Horányi Gábor
dr. Várnagy Katalin
Veres Gábor

BEVEZETŐ

I. A tehetséggondozó kerettanterv általános jellemzői

1. Célok és feladatok

Tantervi rendszer kialakítása

A tehetséggondozó kerettanterv magába foglalja a Nemzeti alaptanterv (NAT) Ember a természetben műveltségterület 7-12. évfolyamok számára előírt fejlesztési feladatait. Alkalmazásával olyan helyi tantervek készíthetők, amelyekben megvalósulhat a NAT-ban szereplő közös értékek nevelésben történő érvényesítése, a kulcskompetenciák fejlesztése, a kiemelt fejlesztési feladatoknak az oktatás folyamatába való beépítése, különös tekintettel a tehetséggondozásra. A kerettanterv a fejlesztési feladatokat olyan struktúrába szervezi, amely a természettudományos tantárgyak önállóságának megőrzése mellett a tanulási tartalmak, a pedagógiai elvek és a módszerek magas fokú összehangoltságát valósítja meg. A fizika, kémia és biológia tantervek mind önmagukban, mind egymással való kapcsolódásukban rendszert képeznek, egységes integrált szemléletet tükröznek.

A kerettanterv a középfokú oktatás-nevelés 9-12. évfolyamain tantárgyanként 1-1 tantervet tartalmaz, amelyek magasabb óraszámot igényelnek, és elsősorban a reál érdeklődésű tanulói csoportok számára készültek a tehetséggondozás kiemelt szerepével. A rendszer jelleg abban is megnyilvánul, hogy a 3 tantárgy tantervei építenek egymásra, közös tartalmakon alapulnak, de a fejlesztési céloknak megfelelően bővülnek, elmélyülnek. A tantárgyak közötti kapcsolódások kiemelt pedagógiai szempontként, a tanterv lényegi elemeként jelennek meg.

Növekvő siker a tanulásban

A kerettanterv legfontosabb célja a természettudományok tanulásának hatékonyabbá tétele, a tanulók sikerességének növelése. Ehhez az oktatás-nevelés elméletében és gyakorlatában is **paradigmaváltásra** van szükség. A korábbi évtizedekben sikeres, alapvetően a szaktudományok felépítését, ismeretrendszerét az iskolai tantárgyakban is megjelenítő pedagógiai gyakorlat nem képes kielégítő választ adni a 21. század kihívásaira. A természettudományok új eredményei, a technikai haladás és a neveléstudomány fejlődése is hozzájárultak az új szemléletmód szükségszerű kialakulásához. Ez a kerettanterv, mint szabályozó eszköz a tanulás céljában, tartalmában és módszereiben is újat kíván nyújtani.

A tanulási célok változása azt jelenti, hogy a kerettantervi rendszer jobban igazodik a tanulók és a tanulócsoporthoz, sokféleségéhez, lehetővé téve a **differenciált fejlesztést**. Ennek érdekében a tehetséggondozó típusú tantervek felbontják a műveltségtől a szaktudásig vezető tanulási folyamatot, alkalmazkodnak a tanulói érdeklődés, a fontosabb képességek, kompetenciák, a tanulási stílus és stratégiák eltéréseihez, az egyéni fejlődés sajátosságaiban mutatkozó különbségekhez. A tantervek a tanulási folyamat szabályozásában is igyekeznek a tanulók eltérő fejlődési üteméhez alkalmazkodni. A rögzített követelmények teljesítéséhez rugalmas időkereteket szabva elősegítik a tanulók eltérő fejlődési ütemének figyelembe vételét.

A kerettanterv a tanulás tartalmi tervezésében szakítani kíván a szigorúan előíró, egyoldalúan ismeretközpontú szabályozással. A **probléma alapú tantervi**

témakörök többoldalúan vizsgálható, életközeli problémákra, élethelyzetekre épülnek.

A tehetséggondozó típusú tantervekben szereplő célok, tartalom és követelmények erősebben érvényesítik a tudományosság, a tudományos tevékenység és gondolkodásmód értékeit, a felépítés igazodik a természettudományi diszciplínák tudásrendszerének szerveződéséhez, de ezekben a tantervekben is gazdag kapcsolódási lehetőségek kínálkoznak a mindennapi élet, illetve más műveltségterületek irányába. A kerettanterv szerzőinek határozott szándéka és célja, hogy e kerettantervi rendszerben a tudományosság általános értéke maximálisan érvényesüljön (egyébként a nem emelt óraszámú tantervek sem térnek el ettől az általános alapelvtől).

A kerettanterv a tananyagot, a követelményeket és az ajánlott tevékenységeket olyan általános problémakörök köré szervezi, mint például a fenntartható fejlődés, a globális környezeti problémák, az energia biztosítása és felhasználása a társadalomban, a modern technológiák és technikai eszközök, az egészségvédelem, a természettudomány szerepe a társadalom fejlődésében. Ezekből a – diákok döntő többségét érdeklő, a diákok motivációját erősítő – problémakörökből kiindulva halad tovább az alapvető természettudományos szakmai ismeretek oktatása, a természettudományos szakmai kompetenciák kialakítása irányában. Az **integrált szemléletet** tükrözi, hogy ezek a problémakörök szinte az összes természettudományos tantárgyat érintik. Tanulásuk tervezése során különös figyelmet fordítunk az egyes tantárgyak összehangolására, a tantárgyi koncentráció megvalósítására. A kerettantervi egységekben megtervezett és jelzett a többi tantárgy, így a matematika, földrajz, technika vagy a történelem kapcsolódása is. A vizsgált kérdések jellegétől függően érvényesülhet a visszavezetés elve, amikor a kémiai és biológiai problémák mögötti fizikai elveket keresik a tanulók. Utóbbiak tanulását színesíthetik az anyagok vagy az élőlények világából vett példák. Az integrált szemlélet alkalmazása lehetőséget kínál az alapszinten megszerzett tudás más összefüggésekben való alkalmazására, ezzel növeli a tanulás eredményességét. Ez részben a szaktárgyakon belüli témakörök nagyobb átjárhatóságában, részben a közöttük lévő kapcsolódások nyitottabb bemutatásában nyilvánulhat meg.

A kerettantervi rendszer fontos részét képezik a tanulási környezetre tett ajánlások. A tanulók tevékenységét, együttműködését igénylő tanulási módszerek révén hatékonyan valósulhat meg a **tanulói kompetenciák fejlesztése**. A tervezés során ehhez a Nemzeti alaptantervben leírt kulcskompetencia rendszert és a kiemelt fejlesztési feladatok bővebb értelmezését vettük figyelembe. A fejlesztési célok kitűzését a melléklet társított tanulási helyzetek, eszközök és módszerek hitelesítik. Ezek háttérében olyan tanuláselmélet áll, amely szerint a tudás létrehozásában maguknak a tanulóknak van kulcsszerepük. Kiemelt jelentőségűek a kooperatív tanulási helyzetek és a projekt jellegű tevékenységek. A tantervek alkalmazása során messzemenően figyelembe kell venni a helyi adottságokat, a tanulócsoport és a tanár lehetőségeit.

A tanulás sikerességének növekedéséhez a tanár szerepfelfogásának megváltozása is szükséges. Irányító szerepének elsősorban a tanulók önszabályozó tanulása segítségével kell megnyilvánulni. Bátorítással, kellő segítség adásával, megfelelő tanulási környezet teremtésével, pedagógiai tudásának aktív alkalmazásával igyekezzen a tanár biztosítani a sikeres tanulás külső feltételeit, és egyben megóvni a diákokat a tévutaktól, a zavarossá váló tanulási helyzetektől.

A kerettanterv integrált szemlélete, fejlesztési céljai és módszerei jelentős

mértékben megegyeznek az **integrált** tanulásszervezést megvalósító, hasonló szerkezetű kerettantervekben szereplőkkel. Így szorosan kapcsolódnak a TÁMOP 4.1.2 projekt kompetencia alapú céljaihoz, a közoktatásban a TÁMOP 3.1.4-es projekthez és más hasonló tantervekkel párhuzamosan alkalmazható a tehetségfejlesztő kerettanterv. Az utóbbiban foglalt tudás és képességterületek szorosan kapcsolódnak egy-egy természettudomány területéhez, így a modulok akár tantárgyi keretben is taníthatók. A kerettanterv témakörei és moduljai viszont integrált szemléletük révén alkalmasak lehetnek akár egységes tantárgyként való tanulásszervezésre is. Ez a hasonlóság a fejlesztendő taneszköz rendszerre is igaz, a problémaleírások, kutatási feladatok, rugalmas keretrendszerben sokoldalúan használható tananyagelemek és információk segédletek a probléma alapú tanulás hatékony eszközei lehetnek. Mindkét tanterv, illetve tanulásszervezési mód alkalmazása esetén nélkülözhetetlen a természettudományos szaktárgyakat tanító tanárok szoros együttműködése.

2. A kerettanterv és a Nemzeti alaptanterv

A kerettanterv rendszer a Nemzeti alaptanterv Ember a természetben műveltségterületének a 9-12. évfolyamokra megfogalmazott oktatási-nevelési céljait egymással szoros kapcsolatban lévő tantárgyakra és azokon belüli típusokra felosztva szabályozza. A kerettanterv felhasználható a középfokú iskolák (gimnáziumok, szakközépiskolák és szakiskolák) helyi tanterveinek elkészítésében. A kerettanterv illeszkedik az Alkotmány, a Közoktatási Törvény, a Nemzeti alaptanterv és egyéb vonatkozó rendeletek alkotta szabályozási környezetbe.

Az alábbiakban a NAT „Az iskolai nevelés-oktatás közös értékei”, „A kulcskompetenciák fejlődése” és „A kiemelt fejlesztési feladatok” című fejezeteihez kapcsolódó, a kerettanterv alkalmazása során érvényesítendő célokat, fejlesztési feladatokat foglalmazzuk meg.

Értékek képviselése

A kerettanterv a típusválaszték, a tartalmi újszerűség és a képviselt módszertani szemlélet révén lehetővé teszi az **iskolai nevelés-oktatás közös értékeinek** hatékony képviselését.

Középpontba állítja a tanulói személyiséget, figyelembe veszi annak sokféleségét és e sokféleséghez igazítja a fejlesztést. A tanulást személyes és társas viszonyrendszerben zajló tevékenységként képzelel el, amelyben diák és tanár partneri viszonyban lehet. Az életkorhoz, fejlődési állapothoz igazodóan nyitott tanulási folyamat tiszteli az egyén szabadságát, de megadja számára a mindenkor szükséges mértékű segítséget és irányítást. A tevékenységeket változatos közösségi keretek között szervezi, az egyéni tanulás mellett módot ad a pármunkára, együttműködő csoportok alakítására, az osztályszintű, vagy akár az évfolyamok közötti együttműködésre. Az információs és kommunikációs technológiák alkalmazásával ezek a tanulói közösségek akár a virtuális térben, szabadabb időkeretek között is működhetnek. A differenciált tananyag és tevékenységrendszer teret enged az eltérő szociokulturális adottságok érvényesülésére, a tanulók saját kultúrája elemeinek a tanulási folyamatba való beillesztésére is, ezzel hozzájárul a tolerancia fejlődéséhez és az esélyegyenlőtlenségek csökkentéséhez. A természettudományos oktatás egyik kiaknázható előnye lehet, hogy a természet megismerésével kapcsolatban a tanulók sajátos kulturális háttérüknek megfelelő, a természet tudományos megismerését változatos módon befolyásoló, de minden

esetben a tanulás kiindulópontját jelentő előzetes tudással, elképzelésekkel rendelkeznek. E kerettanterv a tanulók előzetes tudásának, sajátos tapasztalatainak felhasználására erősen épít, tehát az így készülő tantervek segítségével a tanárok megfelelően igazodhatnak a tanulók kulturális sajátosságaihoz, hatékonyan szoríthatják háttérbe azokat a folyamatokat, amelyek diszkriminációt, a tanulás szempontjából hátrányos megkülönböztetést jelentenek. A humán értékek képviselésében és erősítésében meghatározó a tanár szerepe és felelőssége. Az új paradigmára épülő pedagógiai gyakorlat ezt értékelés segítő, fejlesztő szemléletével is igyekszik támogatni.

A természettudományos tantárgyak jellegüknél fogva szorosan kapcsolódnak a műszaki, gazdasági környezethez. A nemzeti identitás, hazafias nevelés egyik sarokköve a gazdasági versenyben való helytállásra való felkészítés. A tantervek felvállalják az állampolgárok széles rétegeinek az új technológiák befogadására, alkalmazására való felkészítését, a tehetséggondozó tanterv ennél továbbmenve a leendő szakemberek pályairányultságát is erősítik és megalapozzák szaktudásukat. A technológiai fejlődéshez való viszony kérdéseiben a kerettanterv felelősebb, a társadalom valódi érdekeit előtérbe állító szemléletet képvisel. Ez jelenti egyfelől a vitatható kérdések, eltérő nézőpontok megjelenítését, másfelől a fenntartható fejlődés elvének maradéktalan érvényesítését. A kerettanterv a természettudományos nevelés egyetemes értékeinek képviselése mellett a híres magyar természettudósok, a hazai tudományos műhelyek munkásságát is igyekszik bemutatni.

A középfokú természettudományos nevelésnek jelentős feladata, hogy a mainál sokkal nagyobb számban juttasson el tanulókat a természettudományi, műszaki, orvosi, agrár jellegű felsőfokú képzésbe, ennek alapjaként sokkal hatékonyabb legyen a természettudományok megszerettetésében, az ilyen pályák iránti vonzódás kialakításában. A kerettanterv e cél elérését kívánja segíteni. Megvalósítható és fenntartható pedagógiai fejlődést tűz célul, amely tekintettel van a tanulóközösség, az intézmény, a helyi társadalom felkészültségére, nem átlépni, hanem előrébb vinni szándékozik azt. A kompetencia alapú oktatásra való áttérésben, az élethosszig tartó tanulás kompetenciáinak fejlesztésében ez a kerettanterv számol olyan eszközrendszerek megjelenésével, amelyek a tanuló és a tanár számára jól használhatók és nem igényelnek tőlük vállalhatatlan erőfeszítéseket.

A kulcskompetenciák fejlesztése

A Nemzeti alaptanterv az iskolai nevelés-oktatás alapvető céljaként határozza meg a kulcskompetenciák fejlesztését. Az Európai Unió értelmezését és felosztását átvéve kilenc területet különít el, amelyekre fejlesztési feladatokat határoz meg. A műveltségterületek és tantárgyak részletes szabályozásában egyes kulcskompetenciák középpontba kerülnek, mások ezekhez kapcsolódva fejleszthetők. A természettudományos tantárgyak kerettantervi rendszerének fókuszában a természettudományos terület áll, de kisebb-nagyobb mértékben valamennyi kulcskompetencia fejlesztésére lehetőség nyílik.

Természettudományos kulcskompetencia:

Fejlesztésének tervezése a kerettanterv alapvető feladata. Ezen belül a korábbi megoldásoktól eltérő hangsúlyokat alakít ki. A kompetencia *ismeret – készség, képesség – attitűd* összetevői között igyekszik egyensúlyt teremteni, a szokásos megoldásokhoz képest a célokat átrendezi az alkalmazhatóság,

alkalmazkodóképesség javára. Az egyes tanterv-típusokban ez eltérő arányban valósul meg, a hasonló tantervekben kisebb, a tehetséggondozó tantervekben nagyobb az **ismeretek** mennyisége és jellegükben is a műveltségtől a szaktudás felé való haladás figyelhető meg. A kerettanterv tanulásfelfogása a természettudományos tudásrendszer építésében kulcsszerepet tulajdonít a közös alapfogalmak mély és sokoldalú megértésének. Számos esetben ezek köré épülnek a részletes tantervi témakörök. Más ismereti elemek a fenntartható fejlődéshez kapcsolódnak, ilyen például az emberi tevékenység természetére gyakorolt hatásának ismerete, a tudományos elméletek társadalmi folyamatokban játszott szerepének megértése. A természettudományos kulcskompetencia részeként a tudás mindennapi alkalmazását lehetővé tevő **készségek és képességek** kialakítása is szükséges. Ezért a kerettanterv arra ösztönzi az alkalmazókat, hogy készítsék fel a tanulókat a természettudományos és műszaki műveltség problémamegoldásban való alkalmazására, az ilyen műveltséget igénylő döntések meghozatalára. Nyitottá teszi a tanulókat új technológiák megismerésére, tudatos fogyasztóként való megválasztásukra, biztonságos alkalmazásukra.

Az oktatás-nevelés tervezése során nagy hangsúlyt kap az **attitűdök** formálása is. A tartalom és a tanulási tevékenység változatossága, újszerűsége kíváncsiságot igyekszik kelteni a tanulóknak a természet, a technika, a tudomány világa iránt. Érzékenységet ébreszt az etikai kérdések átgondolására, átélésére. Szándékot és képességet formál a fenntarthatóság érdekében való cselekvésre az egyéni élettől a családon, helyi közösségen és a nemzeten át egészen a globális felelősségvállalásig. A természettudományok tanulásával kapcsolatos pozitív attitűd kialakítása a tantervek lényeges eleme.

Mindezek megalapozása érdekében a természettudományos kulcskompetencia fejlesztése során – függetlenül attól, hogy éppen melyik típusú tantervről van szó – kiemelt figyelmet fordít a kerettanterv a következő készségek, képességek és attitűdök fejlesztésére:

A kognitív kompetenciákkal összefüggésben: probléma-felismerés, problémamegoldás, rendszerszemlélet, alkotóképesség, modellalkotás, alternatívaállítás, oksági gondolkodás, kritikus gondolkodás, valószínűségi szemlélet, történetiség követése, analógiás gondolkodás, kapcsolatba hozás, összehasonlítás, osztályozás, rendszerezés, lényeg kiemelése, megfigyelés, kísérletezés, mérés, stratégia tervezése, szóbeliség, írásbeli munka, képi információ feldolgozás, információkezelés, forráskezelés, IKT alkalmazás, kommunikáció, értékelés.

A szociális kompetenciákkal összefüggésben: környezettudatosság, társadalmi érzékenység, etikai érzék, felelősségérzet, szervezőképesség, döntésképesség, együttműködési készség,

A személyes kompetenciákkal összefüggésben: önértékelés, önfejlesztés, nyitottság, empátia, társas aktivitás, vállalkozó készség, pozitív gondolkodás, egészségtudatosság.

Anyanyelvi kommunikáció:

A kerettanterv – tanulásfelfogásának megfelelően – a források sokféleségét biztosító tanulási környezetet feltételez. Az ajánlásokban szereplő, tanulói

aktivitáson, csoportmunkán alapuló tevékenységek részben a szöveges tananyagelemek sokfélesége, részben a kommunikációs helyzetek gyakorisága miatt fejlesztik az anyanyelvi kommunikáció kulcskompetenciáját. A kerettantervekhez illeszkedő tananyagelemek nyelviileg közérthetőek, de nem leegyszerűsítőek, stílusukban ismeretterjesztő jellegűek lehetnek. A tehetséggondozó tantervnel fontos, hogy nyelvi elemei fokozatosan közelítsenek a szaknyelvi stílushoz. A differenciált követelmények minden típus esetében lehetőséget adnak a tanulók szövegértési szintjéhez való alkalmazkodásra, annak megfelelő fejlesztésre. A kooperatív csoportmunka, a projekt jellegű tevékenységek rendszeres alkalmazása során a tanulók spontán és strukturált kommunikációs helyzetekbe kerülnek, megismerhetnek másokat és figyelemmel kísérhetik saját kommunikációjukat. A kerettanterv témaköreiben gyakran vetődnek fel etikai vagy környezeti problémákhoz kapcsolódó, vitára alkalmat adó kérdések. A különféle nézőpontok megjelenítése, az érvelés és mások helyzetébe való beleélés szintén fejleszti az anyanyelvi kommunikációs készségeket.

Szociális és állampolgári kompetencia:

A természettudományos oktatás-nevelés paradigmaváltásának egyik legjellemzőbb eleme ennek a kulcskompetencia területnek a felértékelődése. Számos területen, főként a fenntarthatóság pedagógiájához kapcsolódóan a tudás alkalmazása csak akkor lehetséges, ha a műveltséget az aktív állampolgárság igényével párosítjuk. Utóbbi feltételezi a személyes és társas készségek megfelelő szinten való kiépítését is. Ennek érdekében olyan témák és tanulási helyzetek szerepelnek a tantervben, amelyek segítenek a különböző nézőpontok figyelembe vételében és megértésében, az előítéletek leküzdésében, a kompromisszumra való törekvésben. Az egészséget vagy a környezetet veszélyeztető kérdésekben fontos, hogy a tanulók ismerjék fel az emberi kapcsolatok és különféle szintű közösségek jelentőségét, rendelkezzenek a közösségi összetartozást megalapozó értéktudattal és legyenek nyitottak a részvételre a demokratikus döntéshozatal valamennyi szintjén. A tanulási folyamat és környezet javasolt nyitottsága elősegíti az iskolán kívüli tanulási helyszínek felkeresését és együttműködések kialakítását például civil szervezetekkel, helyi vállalkozásokkal, művelődési intézményekkel és tudományos műhelyekkel. Mindezek révén differenciálódhat a tanulók társadalomképe, fejlődhet az együttműködési képességük és jártasakká válhatnak a társadalmi hálózatok építésében.

A kerettantervben leírt természettudományos nevelés tehát azzal járul hozzá a szociális és állampolgári kompetencia fejlesztéséhez, hogy a természettudományos műveltség társadalmi folyamatokban, egyéni és közösségi döntésekben, problémamegoldásokban való felhasználására készít fel. A természettudományos tudást társadalmi kontextusban, a használhatóságot, az alkalmazást előtérbe helyezve értelmezi.

Matematikai kulcskompetencia:

A természettudományok a matematika alkalmazása nélkül nem fejlődhetek volna a mai szintre. A mennyiségi adatok, összefüggések ismerete az iskolai természettudományos oktatásban sem nélkülözhető. A kerettantervi rendszer megteremti a lehetőséget a tanulók matematikai képességeihez, tudásszintjéhez és tanulási céljaihoz való alkalmazkodásra. A tehetséggondozó tantervekben jelentős a törvényszerűségek matematikai reprezentációja és követelmény a megfelelő számítási készség. A matematikai kompetencia fejlesztését a kísérletek során

elvégzett mérésekből származó adatok elemzése, ábrázolása is segíti.

A kerettanterv azzal is segíti a matematikai kulcskompetencia fejlesztését, hogy a matematikai modellalkotás számára teremt érdekes, izgalmas lehetőségeket. A természeti jelenségek modellezésével kapcsolatos feladatok akár a matematika tantárgyban, akár a kerettanterv alkalmazása során megszervezett természettudományos tantárgyak tanítása során is felhasználhatók.

Digitális kulcskompetencia:

Fejlesztése részben kapcsolódik az anyanyelvi kommunikációhoz, részben a matematikai kulcskompetenciához. A tanulás során felhasznált információforrások növekvő mértékben származnak a világhálóról vagy egyéb elektronikus médiából. Az információk célszerű és hatékony keresése, a megbízhatóság megítélése olyan képesség, amely az erre alapozott tanulással kölcsönhatásban fejlődik. A tantervben javasolt tevékenységek gyakran tartalmazznak ilyen jellegű feladatokat. A csoportmunkán, együttműködésen alapuló tanulásszervezés is támogatja a digitális kompetencia fejlesztését, elsősorban a számítógéppel segített kollaboratív tanulás, illetve hálózati tanulási formák segítségével. A jól megtervezett tanulási környezetben egyensúly alakul ki a valós és virtuális kapcsolatok, közösségek között. Utóbbiak egyre nagyobb teret nyernek a hétköznapi kapcsolatokban, az ügyintézésben, sőt a munkavégzésben is. A gyermeki személyiség fejlődésének, az éppen adott fejlődési szükségleteknek megfelelően növekedhet a virtuális csoportokban való tanulás szerepe. Helyes alkalmazás esetén ezek a lehetőségek erősíthetik a helyi közösségben, a nemzeten belül vagy nemzetközi szinten folyó kapcsolatépítést, összehasonlíthatóvá teszik az eltérő térségi adottságokat, problémákat. Az információk és tanulási eredmények megosztásában is a digitális eszközök játsszák a főszerepet. A projektbemutatók készítése során a tanulók gyakorolhatják ezek alkalmazását, ezzel felkészülhetnek a felnőtt életben várható munkahelyi feladatokra. A tehetséggondozó tantervekben ajánlott tevékenységek között ezt a célt szolgálják az adatbázis kezelő, ábrázoló és számítási feladatok.

Hatékony önálló tanulás:

A természettudományok tanulásában érzékelhető problémákat gyakran okozzák az e területen meglévő pedagógiai hiányosságok. A tanulói érdeklődés felkeltése, fenntartása sok tanárnak, a figyelem összpontosítása sok diáknak okoz nehézséget. A tehetséggondozó tantervek természettudományos érdeklődésű tanulókat feltételeznek. Ezek sem szakadnak el a mindennapi élet valóságától, de a tudományos modellek bonyolultsága, absztrakciós szintje magasabb lehet. Mindegyik tantervi típus célja, hogy a tanulók értékként kezeljék a tanulást, az évek során tegyenek szert az önszabályozó tanulás képességére. Ennek elérése érdekében a tanári szerep fokozatos átmenetet kell, hogy mutasson a szorosabb vezetés felől a nyitott, fejlesztő típusú módszerek felé. Az értékelési módok és eszközök választéka is e célt szolgálja, a részletes követelmények ismertetésével, diagnosztikus és személyközpontú fejlesztő értékelés rendszeres alkalmazásával.

Kezdeményezőképeség és vállalkozói kompetencia:

A természettudományos műveltség olyan készségeket, képességeket is magába foglal, amelyek jól használhatók a gazdaság, a vállalkozások világában is. Ilyen a rendszerben való gondolkodás, a változások és folyamatok elemzésében való jártasság vagy a megalapozott előrejelzésekre támaszkodó stratégiaépítés. A kerettanterv ajánlott tevékenységei más tartalmi területen, de kiemelten fejlesztik

ezeket a kompetencia elemeket. A tanulásszervezés csoportmunkán, együttműködésen alapuló, de irányítást is feltételező formái a munkakultúra erősítését szolgálják. A technológiai és társadalmi összefüggésekre kiterjedő témakörök bevezethetik a tanulókat a műszaki, orvosi és agrár jellegű életpályák világába. Ebben segíthet az életet átfogó tanulási mód is, amely támogatja az iskolán kívüli helyszíneken történő tanulást, például üzemek, infrastruktúra elemek vagy kutató intézetek meglátogatásával. A tehetséggondozó tantervek bővebb bepillantást engednek a tudományos kutatás és technológiai innováció világába, elősegítve a diákok ilyen irányú pályaválasztását.

Esztétikai-művészeti tudatosság és kifejezőképesség:

A gyermeki személyiség harmonikus fejlődéséhez szükség van az értelmi és érzelmi hatások összhangjára. A természettudományos nevelés paradigmaváltása ki kell, hogy terjedjen ennek a megbomlott egyensúlynak a helyreállítására is. Különösen a humán típusú kerettantervben szereplő tartalmak és ajánlott tevékenységek esetében figyelhető meg ez a törekvés, de a többi kerettanterv sem mellőzi az esztétikai-érzelmi nevelési elemeket. A természet esztétikumának megragadásra az egyik lehetőség az érzékelhető szépség és tökéletesség bemutatása. A tanulók a vizsgálatok, kísérletek során kipróbálhatják szinte valamennyi érzékszervüket, megfigyelhetik a környezetükben előforduló élettelen és élő természet objektumait, jelenségeit. A tantervi témakörökben szereplő technikai kapcsolódások lehetőséget adnak a mesterséges, épített környezet esztétikai elemzésére is. Az integrált szemlélet egyik lehetséges előnye, hogy a tanulók jobban egymás mellé illeszthetik a természetről tanult részismereteket, így felfedezhetik magában az anyagi világ szintről szintre való építkezésében rejlő harmóniát, szépséget is. Az életkori sajátosságoknak és a tantervi típusnak megfelelően ajánlott művészi jellegű tevékenységek a rajzoló feladatok, a táblászerkesztések, gyűjteménykészítések és kiállítás rendezések. A digitális kompetenciához kapcsolódóan a tanulók által készített dokumentumok, előadások esztétikus megjelenítése is fejleszti kifejezőképességüket.

Idegen nyelvi kommunikáció:

A természettudomány nemzetközi műveltségterület, a világon mindenhol azonosak a fizika törvényei vagy a kémiai anyagok választéka. Ezt színezi a táj vagy az élővilág sokfélesége, de ebben is azonos rendszer fedezhető fel. Ma számos természettudományos és műszaki jellegű aktuális téma jelenik meg a nemzetközi médiában. Ezek a lehetőségek jól hasznosíthatók, ha a tanulók idegen nyelv tudását figyelembe- és igénybevevő feladatokat is a tantervbe illesztünk. A környezettel, az emberi testtel, az egészséggel kapcsolatos idegen nyelvű kulcsszavak a természettudományos órákon is elhangozhatnak. Ez a tartalom alapú nyelvoktatással együttműködve fejleszti a tanulók nyelvhasználattal kapcsolatos attitűdjeit, nem szűkül le számukra a nyelvtanulás az idegen nyelvi tanórákra, átéli a megszerzett tudás használhatóságát. A sok multimédiás tartalommal, viszonylag kevesebb szöveggel szerkesztett, főleg angol nyelvű természettudományos és műszaki jellegű, ismeretterjesztő és oktató honlapok népszerűek lehetnek a még nem folyamatosan kommunikáló tanulók körében is. Magasabb évfolyamokon a már megszerzett nyelvtudás birtokában jóval tágabb lehetőségek nyílnak például egy-egy témában való kutatásra, internetes keresésre. Egyre több lehetőség van természettudományos vonatkozású nemzetközi projekteken való részvételre is, rövidebb távú virtuális csoportmunkák vagy akár több éves együttműködések,

kölcsönös látogatások is szervezhetők.

Kiemelt fejlesztési feladatok

A természettudományos kerettanterv rendszer tartalmi követelményei és módszertani ajánlásai messzemenően figyelembe veszik a Nemzeti alaptantervben meghatározott kiemelt fejlesztési feladatokat. A kerettanterv a tanulók **énképének és önismeretének** fejlesztését olyan tartalmi témakörök kialakításával segítheti, amelyek reflektálnak a gyermeki fejlődés jellemzőire, foglalkoznak az adott fejlődési igényekkel rendelkező tanulók sajátos testi és lelki problémáival. Ezek a kérdések a biológia kerettantervekben következetesen megjelennek. A tanulás során rendszeresen alkalmazott fejlesztő szemléletű ön- és csoportértékelések szintén ezt a célt szolgálják. A természettudományos nevelés során kiemelt jelentősége van az énkép és önismeret fejlesztésének a természettudományokhoz, a természettudományos műveltséget igénylő pályákhoz való viszony formálása szempontjából.

A tantervek erősítik a **hon- és népismeretet**, megjelennek bennük a magyar tudomány történetének kiemelkedő alakjai és a tanulók bepillantást kaphatnak a jelenleg folyó legfontosabb kutatásokba is. A biológia tantervek a hazai élő természeti értékek bemutatásával is hozzájárulnak e kiemelt fejlesztési feladat megvalósulásához.

Szélesebb kontextusban a hasonló kitekintések erősítik az **európai azonosság tudatot**, az egyetemes kultúra természettudományi és technikai eredményeinek megismerését.

Környezet- és természetvédelmi, egészségmegőrzési kérdésekben olyan tanulási tevékenységeket ajánl a tanterv, amelyek **aktív állampolgárságra**, demokratikus szerepvállalásra készítene fel. Ilyenek például a viták, szimulációk, a döntéshozatallal kapcsolatos feladatok vagy a helyi közösség működésére, az iskolai környezetre ható projektek.

A természettudomány és a technológia kapcsolódása több témakörben is bemutatásra kerül, alkalmat adva a **gazdasági neveléssel** összefüggő elemzésekre. A tehetséggondozó kerettanterv a műszaki, gazdasági pályákra való felkészítést is megalapozza. Ezt erősíti a természettudományos gondolkodás fejlesztésének fókuszba állítása, ami tények elemzését, rendszerszemléletet, előrejelzések figyelembe vételét követeli meg a tanulóktól. A kerettantervi rendszert a társadalomközpontúság jellemzi, ennek részeként kiemelt figyelmet fordít a tudományos eredmények és műszaki fejlesztések felhasználására.

Így kerülnek vizsgálat alá az emberi tevékenység környezeti hatásai is, erősítve a **környezettudatosságra nevelést**. Minden tantervi típus biztosítja az ehhez szükséges alapvető tények ismeretét, ezeken túl törekszik a fenntarthatóságot elősegítő cselekvési szándék és képesség kialakítására is. Ez minden tantervben fontos élményszerű és játékos formában, a tehetséggondozó típusúakban mélyebb szakmaisággal történik.

A tantervek tanulásról alkotott felfogása, az ennek megfelelő, ajánlott tanulói tevékenységek és értékelési módszerek a **tanulás tanítását** is szolgálják. A változatos tanulási helyzetek segítik a motiváció fenntartását, az egyéni és csoportmunka módszerek bővítik a tanulás eszközkészletét, amit az információforrások használatára módot adó tanulási környezet is támogat. A tehetséggondozó tantervek nagyobb ismeretanyagot foglalnak magukba, ezek részben más módszerekkel tanulhatók, amiket szakszerű tanári segítséggel metakognitív stratégiákká lehet fejleszteni (pl. komplex problémamegoldási eljárások,

memóriafejlesztés, kutatás alapú tanulás, felfedezéssel tanulás).

A biológia tantervek központi eleme a **testi és lelki egészség** megőrzésére való figyelemfelhívás, attitűdformálás. Az életkori sajátosságoknak megfelelő tartalmak és módszerek figyelembe veszik a serdülés, a kamaszkor, a fiatal felnőtt életszakasz sajátos problémáit, igyekeznek megnyitni a tanulókat saját belső világuk tudatos megismerése és kontrollálása felé. A teljes kompetencia rendszer fejlesztésére irányuló ajánlott tevékenységekkel (például külső partnerek bevonása, életmód tanácsadás, kortárssegítés, drámapedagógia) nemcsak az egészségmegőrzési ismeretek bővíthetők, hanem az életmód megfelelő készségei és attitűdjei is formálódnak.

Részben ezek a tanulási formák is szolgálják a **felnőtt lét szerepeire való felkészítést**, így az önismeret lépcsőjén át a fiatalok a párkapcsolatokra, később a családi életre készülhetnek fel. Felnőttként a munka világába is be kell lépniük, ebben segíthetnek azok a tanulási formák, amelyek a csoportban való együttműködést, a munkaformák és munkamegosztási szerepek váltakozását gyakoroltatják a diákokkal.

A NAT-ban lefektetett célok megjelenése a kerettantervben

A kerettanterv alapvető célja, hogy a fentiekben részletesen kifejtett, a Nemzeti alaptantervben megfogalmazott célok, tartalmak és követelmények, így az iskolai nevelés-oktatás közös értékei, a kulcskompetenciák követelményei és a kiemelt fejlesztési feladatok egyértelműen jelenjenek meg benne. Ezeket a következőkben részletesen felsoroljuk és szögletes zárójelbe írt számokkal jelöljük. A kerettantervi táblázatok „Követelmények, fejlesztendő kompetenciák” címmel ellátott oszlopában ezekkel jelöljük, hogy az adott témakör, fejezet vagy lecke tanulása során, mely értékek erősítésére, kompetenciák és kiemelt feladatok fejlesztésére van lehetőség. Ezek az utalások segíthetik a tanárokat a kerettantervben képviselt tartalmi és módszertani paradigmaváltásban, a kompetencia alapú oktatásra való átállásban.

A következő jelölési rendszert használjuk:

Az iskolai nevelés-oktatás közös értékei:

1. Demokratikus értékek: [1].
2. A gazdasági fejlődés szükségleteivel összefüggő értékek: [2].
3. A nemzeti és az európai kultúra értékei: [3].
4. A fenntartható fejlődéssel, a globális válságok leküzdésével kapcsolatos értékek [4].
5. Az egész életen át tartó, az alkalmazkodást szolgáló tudást eredményező tanulás értéke [5].

A kulcskompetenciák fejlesztése:

1. Természettudományos kompetencia: ez az a kulcskompetencia, amely esetében részletesebben is jelöljük, hogy milyen kompetenciák fejlesztésére vállalkozik a tanterv, felhasználva a korábban felsorolt, a kognitív, szociális és személyes kompetenciák fejlesztését szolgáló készségek, képességek és attitűdök tantárgyakon átívelő fejlesztésében elért eredményeket. Ezek listája a következő:

A tudományos elméletek társadalmi folyamatokban játszott szerepének ismerete, megértése: [6].

A technológiák előnyeinek, korlátainak és társadalmi kockázatainak

ismerete: [7].
Az emberi tevékenység természetére gyakorolt hatásának ismerete: [8].
Természettudományos és műszaki műveltség alkalmazása a problémamegoldásban: [9].
Természettudományos és műszaki műveltséget igénylő döntések meghozatala: [10].
Új technológiák, berendezések megismerésének és működtetésének képessége: [11].
Áltudományos, egyoldalúan tudomány- és technikaellenes megnyilvánulások kritikája: [12].
Szándék és képesség a fenntartható fejlődés érdekében lokálisan és globális vonatkozásban való cselekvésre: [13].
Etikai kérdések iránti érdeklődés: [14].

2. Anyanyelvi kommunikáció: [15]. Minden tanterv számtalan formában, ponton és lehetőséggel fejleszti az anyanyelvi kompetenciát, így szinte minden tantervi elem mellé el kellene helyeznünk. Ezt azonban nem tesszük, csakis olyan pontokon jelezzük, amelyekben az anyanyelvi kompetencia fejlesztésének kiemelt a jelentősége.
3. Szociális és állampolgári kompetencia: [16].
4. Matematikai kulcskompetencia: [17].
5. Digitális kulcskompetencia: [18]. Szerepe hasonló az anyanyelvi kommunikáció fejlesztéséhez, csak akkor jelöljük, ha különös jelentősége van.
6. Hatékony, önálló tanulás: [19]. A tanterv egésze szolgálja a fejlesztését, ezért csak a kiemelt szerep esetén jelöljük.
7. Kezdeményezőképeség és vállalkozói kompetencia: [20].
8. Esztétikai-művészeti tudatosság és kifejezőképeség: [21].
9. Idegen nyelvi kommunikáció: [22].

Kiemelt fejlesztési feladatok:

1. Énkép, önismeret: [23].
2. Hon- és népismeret: [24].
3. Európai azonosságtudat – egyetemes kultúra: [25].
4. Aktív állampolgárságra, demokráciára való nevelés: [26].
5. Gazdasági nevelés: [27].
6. Környezettudatosságra nevelés: [28].
7. A tanulás tanítása: [29].
8. Testi és lelki egészség: [30].
9. Felkészülés a felnőttlét szerepeire: [31].

Pedagógiai szakaszok

A természettudományos tantárgyak tehetséggondozó kerettantervi rendszere a Nemzeti alaptantervnek a 9-12. évfolyamokat magába foglaló szakaszára készült. A közoktatási törvény ezeket az általános műveltséget megszilárdító (9-10) és az azt elmélyítő, pályaválasztási (11-12) szakaszokra különíti el. A megelőző nyolc évfolyam funkciója a személyiség harmonikus fejlesztése, a tanuláshoz szükséges készségek, képességek megalapozása. Az iskolarendszerbe azonban több évnek megfelelő fejlődési különbségekkel lépnek be a tanulók, és az alapkészségek vonatkozásában ezek a különbségek később sem tűnnek el, sőt számos esetben

növekszenek.

A kerettanterv rendszer az **általános műveltséget megszilárdító szakaszban** a tanulási típusoknak és céloknak megfelelő általános kerettantervek mellett tehetséggondozó típusokat kínál a tanterv. Ezek alkalmazása az intézmény és a tanulócsoporthoz adottságai szerint egyik vagy másik tanterv választását, de akár a különféle típusok elemeinek valamiféle kombinálását is jelentheti. Utóbbi megoldás előnye lehet, hogy így akár egy tanulócsoporthoz is kezelhetők a tanulók közötti kompetencia és motivációs eltérések. A más típusú tantervek ebben a szakaszban a természettudományos műveltség és az ezzel összefüggő kompetenciarendszer fejlesztésére helyezik a hangsúlyt, míg a tehetséggondozó tantervek inkább a szakirányú pályaválasztás előkészítését tartják szem előtt.

Az **általános műveltséget elmélyítő, pályaválasztási szakasz** a természettudományos tantárgyak esetében a fejlődés igényeihez igazodó további fejlesztést valósít meg, de az érettségi vizsgára való felkészítést is magába foglalhatja. A más típusú tantervek szerint haladó tanulók további időt kapnak az alapfogalmak és elméletek elsajátítására, más összefüggésekben való vizsgálatára. Lehetőség van az eltérő fejlődési ütemek figyelembe vételére is. A szakasz végére a mindennapi életben is alkalmazható gyakorlati ismeretekre és a természettudományos gondolkodás alapkészségeire tehetnek szert. A tehetséggondozó típusú tantervekben tovább növekszik a szaktárgyi ismeretek aránya, új témakörök lépnek be és a későbbi tudományos vagy műszaki pályákhoz szükséges alapkészségeket fejlesztő tanulási tevékenységek, például kísérletek, mérések, számítások folynak. A tanulmányok lezárásaként a diákok **közép vagy emelt szintű érettségi** vizsgát tehetnek. A más típusú tantervek ennek az alapozását vállalják fel, a középszintű érettségi követelményeinek való megfeleléshez további választható tanórák szükségesek. A mindenki által megszerezhető természettudományos műveltséget foglalják magukba, ami koncepcionálisan, tartalmában és fejlesztési céljaiban is különbözik a középszintű tantárgyi érettségik követelményétől. Életközelsége és probléma alapú szemlélete révén azonban jó alapot adnak az érdeklődő tanulók számára, akik a szabadon választható órakeretben felkészülhetnek valamely tantárgy vagy az egységes természettudomány középszintű érettségi vizsgájára. Az általános típusú tantervek alkalmasak rá, hogy a tanulásuk során a tanulók felkészüljenek a mai középszintű érettségi követelményeinek teljesítésére. Ha általános tanterv szerint tanul egy tanuló, azonban emelt szintű érettségit szeretne tenni, akkor további, fakultációs órákon való részvételre is szüksége lehet. A tehetséggondozó tantervek magukban foglalják az emelt szintű érettségi követelményeit is, tehát biztonsággal felkészítik a tanulókat a középszintű tantárgyi érettségi vizsgákra, de mind az ismeretek, mind a fejlesztett kompetenciák terén túl is lépnek azokon. Figyelembe véve az emelt szintű csoportokban is meglévő eltérő tanulási képességeket, ajánlható kiegészítő fakultáció szervezése is, amellyel mindenki számára biztossá válik az emelt szintű érettségi sikeres letétele is.

Műveltségterületek kapcsolódása

Földünk és környezetünk

A kerettanterv rendszer mellett, hogy teljes körűen lefedi az Ember a természetben műveltségterület fejlesztési feladatait, kapcsolódásokat alakít ki más területekkel is. A természettudományos tantárgyak „természetes szövetségese” ez a műveltségterület, illetve a földrajz tantárgy. Utóbbi önmagában is komplex tantárgy, amelyben önálló karaktert alkotva ötvöződik a természettudományi és a társadalomtudományi jelleg. Az integrált szemléletű, probléma alapú természettudományos kerettantervek nem csorbítják a földrajz önállóságát, ugyanakkor nem is nélkülözhetik azt, mint tapasztalati kiindulópontot, illetve alkalmazási területet. A természeti környezet rendszerei és jelenségei vizsgálati objektumai mindkét tudásterületnek (pl. a Föld környezeti rendszerei, kozmikus környezetünk, a természeti táj, települések, kőzetek). A természettudományos tantárgyak feladata a fizikai alapmechanizmusok (pl. energiaáramlás és következményei), a jellemző kémiai folyamatok (pl. anyagok körforgása, ásványok) és az élőlények, illetve életközösségeik alkalmazkodásának, evolúciójának vizsgálatára terjed ki. Ezeknek a témaköröknek a tanulmányozása olyan megfigyeléseket is magába foglalhat, amelyeket a tanulók akár mindennapi környezetükben is megtehetnek, és az eredményeket egyeztetethetik a természetre vonatkozó, már meglévő belső elképzeléseikkel, meglévő tudásrendszerük elemeivel. A kutatás alapú tanulás jobban felkeltheti az érdeklődést, de sikeréhez szükség van arra, hogy a tanulók elsajátítsák, hogy a természeti jelenségek megfigyelése során miképpen alkalmazzák már meglévő ismereteiket, és hogyan állítsák szembe tapasztalataikat ezzel az előzetes tudással. A természettudományos tantárgyakban megszilárdított alapfogalmak és elméletek alapján a tanulók jobban megérthetik a konkrét földrajzi jelenséget is.

Jellemző kapcsolódási területek: a természet- és társadalomtudományi gondolkodásmód együttes alkalmazása komplex környezeti, technológia alkalmazási problémák vizsgálatában; a földrajzi környezet megfigyelése, jelenségek értelmezése; folyamatok modellezése; komplex terepi vizsgálati módszerek alkalmazása; az egyén és a társadalmi közösségek szerepe, felelőssége környezeti kérdésekben; a kozmikus környezet hierarchiája, objektumai, folyamatai; a Föld felszínformáló erői, mechanizmusai; tájékozódás a méretek és nagyságrendek világában; térképhasználat; a Nap és a bolygók fizikai, kémiai jellemzése, földön kívüli élet kutatása; nyersanyagok és erőforrások a környezetünkben; élő és élettelen anyagok, levegő, víz, kőzetek, talaj; földtörténet és evolúció; energiaforrások és hordozók, az emberiség energiaigénye; fenntartható fejlődés; környezetszennyező anyagok, tevékenységek, természeti, társadalmi és gazdasági tényezők kölcsönhatása; geoszférák kölcsönhatása, anyag és energiaáramlás; Magyarország és a Kárpát-medence természeti értékei; helyi, regionális és globális szemléletmód összekapcsolása, az egyén életmódja és a környezet állapota közötti összefüggések; felelősségvállalás, döntéshozatalra felkészítés.

Életvitel és gyakorlati ismeretek

A modern társadalom polgárai sokkal több időt töltenek mesterséges környezetben, mint a természetben, ezért tapasztalataik is főként innen származnak.

Az épített környezet, a járművek, a háztartási gépek, az információs társadalom technológiái, vagy akár az élelmiszerek és gyógyszerek kiindulópontjai és alkalmazási területei is lehetnek a természettudományos ismereteknek. A probléma alapú tanterv, a kutatásra épülő tanulás több lehetőséget kínál a mindennapi környezet és életmód elemzésére. Ezzel növekedhet a tanulás iránti érdeklődés, javulhat a tudás valós élethelyzetekben való alkalmazhatósága. A tanulók a változatos iskolai és iskolán kívüli tanulási tevékenységek során kapcsolatba kerülhetnek a gazdasággal, a munka világával is. Megismerhetik a termelés és fogyasztás összefüggéseit, tudatosabbá tehetik életmódjukat. A technikai és a természeti környezet elemzésében mindkét műveltségterületen jól alkalmazható a rendszerszemlélet, ami kiterjed a rendszer és környezet kapcsolatra, hibakutatásra is. Az anyagok használata, a tárgykészítés, modellezés a természettudományos nevelés során is jól fejleszti a tanulók kez ügyességét, pszichomotoros készségeit. A mindennapi technikai környezetben értelmezve jobban érthetővé válnak az olyan természettudományos alapfogalmak is, mint például az anyag, energia, információ, rendszer, környezet, állapot, változás és folyamat.

Jellemző kapcsolódási területek: mesterséges környezet fogalma; tudományos kutatás és technológiai fejlesztés összefüggése, tudomány- és technikatörténeti korszakok, kiemelkedő egyéniségek; a fenntartható fejlődés értelmezése a technikai környezetre; a tárgyi és épített környezet esztétikája; egészségmegőrzés a technikai környezetben; megfigyelés és probléma felismerés a mesterséges környezetben; a technikai probléma és a lehetséges természettudományos okok, magyarázatok összekapcsolása; munkavégzés műveleti utasítások alapján (pl. kísérletezés); szerkezeti elemzés, tervekészítés; anyaghasználati szempontok; anyagmegmunkálási eljárások; rendszerelemzés; hibakutatás, hibaelhárítás; rendszer és környezete kapcsolatának elemzése; környezettudatos fogyasztói magatartás; biztonságos munkavégzés; egészséges életvitel; fogyasztóvédelem fogalma, lehetőségei; az emberi szükségletek és a technikai lehetőségek közötti különbség megismerése;

Matematika

A természettudományos tantárgyak közül a fizika alkalmazza legnagyobb mértékben a matematikai eszközöket. Ennek esetenkénti túlzott mértéke, a differenciálás hiánya is okolható a tantárgy tanulási nehézségeiért. A kerettanterv rendszer továbbra is támaszkodik a matematikai modellekre, reprezentációkra és eszközök használatára, összhangban az évfolyamok matematika tantárgyban végzett kompetenciafejlesztésével. Nemcsak a fizika, hanem a kémia és a biológia tantárgy is figyelmet fordít a térbeli és időbeli tájékozódásra, a mennyiségi viszonyok kezelésére, a matematikai gondolkodásmód alkalmazására. A tanulók közötti jelentős fejlődésbeli és tudásszint eltéréseket a tantervek részben belső, részben a típusok közötti differenciálással kezelik. A középfokú szakaszban alkalmazható más típusú tantervek csak a legalapvetőbb matematikai készségeket feltételezik, még a fizika tantárgyban sem jellemző a képletek és számítások használata. Az általános típusú tanterveken belül valósul meg a legszélesebben a differenciálás, így a tanulók közötti nagyobb különbségek is kezelhetők, a követelmények és javasolt tevékenységek időt adnak a lassabb haladásra, de a tehetségesek előrelépését is segítik. A tehetséggondozó tantervekben a legteljesebb a matematikai eszközök alkalmazása, a fizikában és kémiában nemcsak az összefüggések megismertetése, hanem a gyakorlás és alkalmazás is megfelelő időkeretben és mélységben történhet. Különös jelentőséggel bír a matematikai modellek alkotása. Ebben a tanulási

folyamatban a matematika és a természettudományos tantárgyak egymást erősíthetik, felkészítve a diákokat az emeltszintű érettségire és a szakirányú továbbtanulásra.

Jellemző kapcsolódási területek: koordináta rendszerek, vektorok; térbeliség ábrázolása két dimenzióban, síkmetszetek; térképek, alaprajzok; időfogalom, ciklusok; időtartam mérése, időérzék fejlesztése; hosszúság, távolság mérése; szögmérés; modellezés; halmazok; változás felismerése, változók megállapítása; adatok jegyzése, rendezése, ábrázolása; számok, műveletek, matematikai szimbólumok használata; problémamegoldási stratégia; képzelet és emlékezés fejlesztése; állítások összevetése és megítélése; oksági kapcsolatok megértése; deduktív, induktív gondolkodás; analógiák felismerése; alternatívaállítás; statisztikus szemlélet; rendszerbe illesztés, rendszeralkotás; gondolkodás a saját gondolkodásról (metakogníció).

Ember és társadalom

A természettudományos nevelés paradigmaváltásának lényeges eleme a társadalmi problémák felé fordulás, a tudomány, technológia és társadalom viszonyrendszerének elemzése. A középfokú szakaszban főleg a más típusú tantervek szánnak több időt a természeti, technológiai és társadalmi nézőpontok összekapcsolására. A kapcsolódó tanulási tevékenységek a társadalmi szerepvállaláshoz szükséges attitűdök formálását szolgálják. Az általános típusú tantervek ezeket a komplex kérdéseket növekvő természettudományos szakszerűséggel elemzik. A tehetséggondozó tantervek sem mellőzik pl. a környezeti problémák társadalmi hátterének bemutatását, de ezekben a fő szempont inkább a szakszerű természettudományos elemzés, problémamegoldás. A társadalomközpontú szemléletmód biztosítja az Ember és társadalom műveltségterület mindhárom aspektusával való kapcsolatot. A történelem alakulásában szerepet játszó természeti és technológiai tényezők (pl. anyaghasználat fejlődése, mezőgazdaság kialakulása, környezeti katasztrófák, járványok) természettudományos szempontból vizsgálva is érdekesek. Az emberismeret megalapozásában fontos szerepe van a biológiai adottságok ismeretének. A tanterv kiemelt figyelmet fordít a tanulók énképének és önismeretének fejlesztésére, így például az adott életkort jellemző lelki, magatartásbeli változások biológiai és pszichológiai hátterének bemutatására. A környezeti és egészségnevelési kérdésekben is fontos az antropológiai szemlélet, valamint az etikai kérdések megbeszélése. A jelenben zajló társadalmi folyamatokat is növekvő mértékben befolyásolja a természeti környezet állapota és a technológiák helyes vagy helytelen alkalmazása. A fenntartható fejlődést biztosító döntések demokratikus meghozatala, a társadalmi részvétel növelése, vagy a fogyasztói magatartás befolyásolása a természettudományos nevelés feladata és felelőssége is. A tananyaghoz kapcsolódóan komplex projektek szervezése is lehetséges, ezekben a két műveltségterület tanárai együttműködhetnek, gazdagíthatják saját tudásukat is.

Jellemző kapcsolódási területek: szöveges források, nyomtatott és elektronikus médiák használata az információszerzésben; statisztikai táblázatok, grafikonok elemzése; múzeumlátogatások; tematikus térképek használata, az ismeretek

problémaközpontú elrendezése; társadalmi problémák felismerése, ezekhez természeti, technológiai szempontok társítása, az információk kritikus kezelése, az elfogultság felismerése; múlt, jelenre és a jövőre is kiterjedő időszemlélet, időkezelés a problémamegoldásban; időrendbe állítás; a lakóhely természeti értékei, veszélyeztetettségük, a megóvás lehetőségei; adott témakör történeti szempontú elemzési képessége, az ökológiai válság és az információs forradalom tudományos, technikai és társadalmi nézőpontú elemzése; a tudományos eredmények alkalmazásával összefüggő etikai kérdések; konfliktusok háttere, kezelési technikák; közösségi szintek, színterek, szerepvállalási lehetőségek és felelősségek; különböző nézőpontok összehangolása, kompromisszumok keresése.

II. A kerettanterv pedagógiai jellemzői

1. A tudás

Tudástípusok

A kerettanterv rendszer alapvető célja a természettudományos nevelés hatékonyságának növelése. Ezt szolgálja a megszerezhető tudásnak a tanulói, illetve társadalmi igényekhez való igazítása. Ennek érdekében a hazai tantervkészítési gyakorlatban általában érvényesülőkhöz képest átfogóbb és differenciáltabb tudásképet kellett a tervezés alapjául állítani. Középpontba került a tudás megszerezhetősége, illetve alkalmazhatósága. Szükséges volt a **deklaratív** és a **procedurális** tudástípusok közötti összhang újraértelmezése, az arányoknak az utóbbi felé való elmozdítása. A tanterv a tanulást is ebben a folyamatban értelmezi, amikor a tanulók által megszerzendő ismereteket a készségek és attitűdök fejlesztési szempontjaihoz igazítja. Ez a **kompetencia** alapú szemlélet következetesen érvényesül mind a tervezett tartalmak, mind az ajánlott tevékenységek körében.

A tanulók eltérő adottságai és tanulási céljai szükségessé teszik a mindenki által megszerezhető **műveltség** és a speciális **szaktudás** megkülönböztetését és összhangba hozását is. A természettudományos nevelés új értelmezése a műveltségkép pontosabb meghatározását és ennek hatékonyabb fejlesztését is jelenti. Az utóbbi években kialakult a világban a **természettudományos műveltség** fogalma, ami két pilléren nyugszik: a *természettudományos ismereteken* és a *természettudományos gondolkodásmód* mindennapi életben való alkalmazásán. Ennek megfelelően a tanterv témaköreinek kiindulópontjaiban természettudományosan vizsgálható problémák állnak, ezek felismerése, strukturálása, magyarázása, illetve megoldása a tanulói tevékenységek lényegi jellemzője. A tanterv olyan kérdéseket igyekszik felvetni, amelyek számot tarthatnak a tanulók érdeklődésére, ezáltal ők maguk is érdemesnek, érdekesnek tartják a velük való foglalkozást. A mindennapi élethelyzetek és környezetek tantervi megjelenése azonban nem jelent elhatárolódást a szaktudományos tudástól, a tanulók előrehaladásuk közben egyre rutinosabban kutathatnak, mélyedhetnek el a számukra is érdekes problémák vizsgálatában. Megfelelő tanári segítséggel eljuthatnak a tudományos fogalmak és modellek pontosabb értelmezéséig is.

A kerettanterv éppen rendszerszerűsége miatt képes a tudástípusok vegyítésére, a tanulók életkorához, érdeklődéséhez és tehetségéhez való alkalmazkodásra. A **középfokú szakaszban** többfajta kerettanterv szolgálja a hatékonyabb tudásépítést. A **más** típusú tantervek jellemzője a kulcskompetenciáknak a tanulásban való széleskörű felhasználása és fejlesztése, ami eszközül is szolgál a természettudományos műveltség megszerzéséhez. Ezekben a tantervekben a legszorosabb a kapcsolat a tantervi témakörök és a mindennapi élet között, így az iskolában megszerzett tudás valós problémákra is átvihető. Az alapkövetelmények nem haladják meg a természettudományok iránt különösebben nem érdeklődő, átlagos képességekkel rendelkező tanulók által elérhető tudásszintet. Ezen belül azonban szilárdan megalapozottak azok a kulcsfogalmak, amelyekhez a további ismeretek lehorgonyozhatók. A tanulók képesek felismerni a természettudományos tudásrendszer hierarchikus felépítését, bár tudásuk inkább laza hálózat jellegű. A fejlesztett készségek, képességek és attitűdök a környezeti fenntarthatóságot, az egyéni életmóddal összefüggő egészségmegőrzést és a tudatos fogyasztói magatartást szolgálják. Az általános típusú tantervek is a műveltség megszerzését tekintik fő célnak, de azt igyekeznek

közelíteni a természettudományokhoz. Az ismeretek rendszerezése, a fogalmak kapcsolatba hozása és a modellek összetettsége általában véve magasabb szintű. A kognitív képességek fejlesztése révén a tanulók képessé válnak a tények értelmezésén és a bizonyítás, illetve cáfolat lehetőségén alapuló látásmód mindennapi életben való alkalmazására. Felismerik a természeti, a társadalmi és a technikai környezet rendszerszerűségét, egymással való kölcsönhatását. Környezetükkel és egészségükkel kapcsolatos attitűdjeik alapvetően tudatosak, érveken, meggyőződésen nyugszanak. A **tehetséggondozó** típusú tantervek kielégítik a természettudományos műveltség fent leírt kritériumait, de alapvető céljuk a természettudományok iránti elkötelezettség felébresztése, illetve az ennek megfelelő pályaválasztás megalapozása. Ebben a tudástípusban lényegesen több az ismereti elem, ezek között gazdag hálózat alakul ki, amelyben a kulcsfogalmak és elméletek játsszák a szervező szerepet. A tantervi témakörök között megjelennek a kifejezetten szaktárgyi problémák, ezek struktúrája is követi a tudományos leírás követelményeit. A megszerzett készségek és képességek alkalmassá teszik a tanulókat a megfigyelések, kísérletek és mérések fegyelmezett és szakszerű elvégzésére. A laikus tudást felváltja a szaktudás és annak folyamatos bővítésére való motiváltság és képesség.

A kerettantervi rendszer támogatja a tudástípusok integrálását is, azaz olyan tanulásszervezést is elképzelhetőnek tart, amelyben a heterogén csoporton belüli differenciálás ötvözi a más típusú és a tehetséggondozó elemeket. Ebben az esetben a természettudományos műveltség alapjai jelentik az általános követelményeket, az intézményes tehetséggondozás felé való nyitottság pedig teret engedhet akár a tehetséggondozó jellegű tudáselemek megjelenésének is. Ilyen, személyre szabott követelmények akkor alakíthatók ki, ha ezt mind a taneszközök és tanulásszervezési módok választéka, mind a tanár felkészültsége és munkabírása lehetővé teszi.

Kiemelt tudásterületek

A fenntarthatóság pedagógiája, globális nevelés

Az iskola, az oktatás és nevelés társadalmi intézményrendszere kiemelt felelősséget hordoz a jövő alakításában. A múlt század közepétől egyre több jel utal arra, hogy az emberiségnek a természeti környezettel kialakított kapcsolata válságba került, a jelenlegi gazdálkodás és életvitel hosszú távon és globális léptékben nem fenntartható. A problémák globális dimenziójuk és átfogják az emberi társadalom és a kultúra alapjait és felépítményét. Ebben a helyzetben újszerű gondolkodásmódra, az emberi közösségek megerősítésére van szükség. Az iskola, mint tanuló és értékteremtő közösség, sokat tehet a fenntartható jövő érdekében. Az oktatás-nevelés egész rendszerében meg kell jelenítenie a kritikai szemléletet, rá kell mutatnia a legégetőbb problémákra és a tanulókat be kell vonnia ezek megoldásába. A természettudományos tantárgyak sem kivételek, sőt rájuk fokozottan hárul a környezeti fenntarthatósággal kapcsolatos tudásépítés feladata. Csupán ismeretek, praktikus életmód tanácsok adásával nem lehet ennek eleget tenni. A tanulóknak képessé kell válniuk a rendszerben való gondolkodásra, tárgítaniuk kell időszemléletüket, kritikusan kell szemlélniük saját életmódjukat valamint a társadalom fenntarthatóságot veszélyeztető folyamatait és késztetésekkel rendelkezniük az aktív közösségi szerepvállalásra. A fiataloknak szükségük van pozitív jövőképre és mintákra is, a katasztrófa forgatókönyvek súlykolása helyett. Ilyen mintákkal, jövőt formáló alternatívákkal valamennyi tantervi típusban

találkozhatnak a diákok. A tanulási helyzetek az érzelmi nevelést is szolgálják, kapcsolódnak a társadalomtudományokhoz és a művészetekhez. A más típusú tantervek ebben a tekintetben mintául is szolgálnak az egyéb típusok számára. Olyan problémák jelennek meg bennük, mint az *energiahasználat, a településfejlesztés, a vízgazdálkodás, a termőföldek megőrzése, vagy a biodiverzitás és az életközösségek védelme*. Hangsúlyozzák azokat a globális eseményeket, amelyek befolyásolják vagy befolyásolhatják mindennapjainkat. Az egyedi, egyéni, lokális és globális jelenségeket, illetve problémákat összefüggéseikben mutatják be; toleráns szemléletet közvetítenek, toleranciára sarkallnak, a világ sokszínűségét láttatják, az előítéleteket tompítják és relativizálják. A tehetséggondozó típusú tantervek mélyebb és szakszerűbb tudást nyújtanak a természettudományos és műszaki alternatívák megismeréséhez. Formálják a jövő tudósainak és mérnökeinek látásmódját, de igyekeznek kivédeni az egyoldalúan technokrata szemlélet kialakulását. Az általános típusú tantervek a heterogén tanulócsoportokban alkalmazva egyesíthetik az értelmi és érzelmi nevelés értékeit, komplex látásmódot adnak és mozgósítanak a cselekvésre.

Egészségnevelés

A globalizált világban kevés dolog mutat olyan szélsőségeket, mint az egészségmegőrzéshez való hozzáférés. Nem csupán az egészségügyi rendszerek színvonala, hanem az életkörülmények és az életmód is ellenpontja egymásnak a világgazdaság centrumában és a periferiáján lévő régiókban. A globális nevelés szempontjait alkalmazó tantervekben ezek a különbségek is megjelennek. A gyerekek tudatában ki kell alakítani az egészség értékének képzetét. Tudatosítani kell, hogy a mai modern társadalmakban az egészség megőrzése az egyén és a közösség együttes felelősségvállalásával lehetséges. Az egyéni életmód szokáselemei, a táplálkozás, a tisztálkodás, a szenvedélyek és függőségek vagy a sport már kisgyermekkorától megalapozzák vagy aláássák egészségünket. A biológia tantárgy feladata olyan komplex kép kialakítása, amelyben a test és a lélek összhangja biztosítja az egészség hosszú távú megőrzését. A fizika és a kémia tantárgyak bizonyos tudáselemei (pl. sugárzások, fizikai környezet, egészségvédő és károsító kémiai anyagok) beépülnek ezekbe a témakörökbe, integrált szemléletet alakítanak ki a tanulóknál. A más típusú tantervekben megjelenő életmód tanácsok rámutatnak a leggyakoribb egészségügyi problémákra, ezek megelőzési és gyógyítási lehetőségeire. Az életkorhoz igazodva bemutatják a serdülés és a kamaszkor speciális testi és lelki jelenségeit, fejlesztik a tanulók önismeretét és énképét, társas viselkedési készségeit. Az ajánlott tanulási tevékenységek igyekeznek tágítani a gyerekek időszemléletét, összekapcsolják a jelen és a jövő dimenzióit. Az általános típusú tantervek mindezek mellett nagyobb háttértudást igyekeznek kiépíteni. A tehetséggondozó típusú tantervek részletesen foglalkoznak az emberi test szervrendszereinek működésével és a gyakoribb betegségek okaival, élettani magyarázatával. Ezek alapján nőhet a tanulók érdeklődése a biológia tanulása iránt, felkészülhetnek a szakirányú továbbtanulásra.

Tudatos fogyasztói nevelés

A természettudományos és műszaki kompetencia egyik lényeges területe a fogyasztói létre való felkészítés. Az uralkodó gazdasági modell, a globális kapitalizmus a fogyasztásra épül, de a társadalom felelőssége a megfelelő keretek és normák kialakítása. Ehhez az alapot a tudatos egyéni magatartás és fogyasztói

szokásrend kialakítása jelentheti. Nemcsak arról van szó, hogy önmagunkat védjük a nem megfelelő minőség vagy árak ellen, hanem hogy képesnek kell lennünk sok szempontú, mások és a közösség érdekeit figyelembe vevő gondolkodásra. Ennek részeként át kell gondolnunk például saját ökológiai lábnyomunkat, ami jelenleg szinte minden esetben meghaladná a Föld egy főre jutó eltartó képességét. Nyilvánvaló, hogy a világ szegényebb régióiban mélyen e szint alatt élnek emberek. A fogyasztás csökkentése mellett fontos lenne a vásárolt áruk kosarának átgondolása is. A tanulóknak képesnek kell lenniük alternatívákat állítani például a távoli országokból származó vagy a termelőktől fillérekért megvett élelmiszerek, trópusi faanyagok vagy gyermekmunkával készült tárgyakkal szemben. Értékelniük kell az alacsonyabb üvegházhatású gázok kibocsátását eredményező energiatermelés és anyaghasználat technológiáit. A fogyasztás kimeneti oldalával kapcsolatban rendelkezniük kell a hulladékcsökkentés és az újrahasznosítás értékszemléletével, konkrét módszereivel. Mindezek mellett fontos, hogy megismerjék a fogyasztóvédelmi és minőségbiztosítási rendszer felépítését és működését, képesek legyenek fogyasztói problémáikra megoldást találni. Az egyéb típusú tantervekben ilyen készségek kialakítása áll a fejlesztés középpontjában. Az általános típusú tantervek bővebben foglalkoznak az okok és összefüggések feltárásával. A tehetséggondozó típusú tantervek a fogyasztói és áruismereteket a természettudományos tudás alkalmazási kontextusának is tekintik.

2. A tanulás

A tanulás folyamata

A természettudományos oktatás-nevelés hatékonysága akkor növekedhet, ha a tanulás tartalmi céljai mellett fokozott figyelmet fordítunk a tanulás folyamatára. A kerettanterv kiemelten támogatja azokat a tematikai és didaktikai megoldásokat, amelyek a tanulás lényegét nem a tudás átvitelében, hanem annak a tanuló általi *személyes építésében* látják. Nem kizárva más tanulási modellek és módszerek létjogosultságát, a tantervek alapvetően ennek a szemléletnek megfelelő tanulási folyamatot írnak le, igazodva a tantárgyi sajátosságokhoz és a tudástípusok jellemzőihez.

A tanulás a tanuló aktív részvételén alapszik, ehhez személyiségének *kognitív és affektív* komponenseit egyaránt mozgósítani kell. A tudásépítés során figyelembe kell venni a tanulók előzetes tudáskonstrukcióit, hiedelmeit és magatartásformáit. Ez a személyes belső világ kerül kapcsolatba a környezettel, annak természeti, technikai és szociális oldalaival. Fontos, hogy a tanulók váljanak érdekelté a folyamatban, ezért a célokat és a siker kritériumait velük megbeszélve, elfogadtatva kell kitűzni, figyelembe véve az adott kereteket és lehetőségeket. Az együttműködést a tevékenységek tervezése során és az ellenőrzésben is fenn kell tartani. A kerettantervi rendszer mindezt differenciált módon szabályozza, alkalmazkodva az életkori sajátosságokhoz, a nemek közötti különbségekhez, a tantárgy jellegéhez és az építendő tudástípushoz. Hangsúlyozza a fokozatosság elvét, kezdetben nagyobb figyelmet fordítva a közös értékek megalapozására, a szabályok kialakítására. Ebben az időszakban a közvetlen tanári irányítás dominál, később fokozatosan teret engedve a tanulói felelősségvállalásnak, *önszabályozó tanulásnak*. A tanári munkában előtérbe kerül a személyközpontú, diagnosztikus szemlélet és a tanulási helyzetekhez, szükségletekhez igazodó segítségadás. Ez biztosíthatja a kirekesztődés és lemaradás elkerülését, a tanulási módokhoz és szükségletekhez

való alkalmazkodást. A feladatok, lehetőségek, eszközök és a környezet a metakogníció erősítését, az önellenőrzést, önszabályozást, önvizsgálatot és tudatosítást szolgálják.

A tanulás környezete

A tudás építése személyes összefüggésekben, de **közösségi környezetben** megy végbe. A társas kapcsolatokra alapozott tanulási helyzetekben felszínre kerülhetnek a tanulók előzetes elképzelései, érzelmi beállítódásai és attitűdjei. A korszerű tanulási környezet kialakítása során két szempont összehangolását kell megvalósítani. A munkaszervezés, az eszközök és módszerek választéka által lehetővé kell tenni a személyre szabott tanulást, amelynek illeszkedni kell az iskola napi életébe, a csoportos tanulás kereteibe. Az uniformizált tananyag és a frontális osztálymunka nagyrészt felváltandó a differenciált feladatokkal és a változatos, rugalmasan szervezett és szerveződő csoportmunkával. A kitűzött célok elérését a leghatékonyabban segítő megoldásokat a helyi sajátosságokhoz igazodva kell kialakítani. Figyelve az egyéni tanulási szükségletekre és módokra, a tanulást pármunkában, néhány fős elemi csoportokban, ezekből álló tanulóközösségekben, illetve még magasabb szintű metacsoportokban szervezhetjük. Ebben a rendszerben a tanulók közötti kapcsolat erősebb és gyengébb formái is megtalálhatók, amit részben a feladatokban való egymásrataltság, részben az együtt töltött idő és az interakciók rendszeressége, mélysége alakít ki. A társas viszonyok alapvető jellemzője a rendszeresség és átláthatóság, de megszokott az időnkénti átszerveződés, új feladathoz való alkalmazkodás is. Előfordulhat a teljes rendszer felborulása is, amikor rövidebb időre valamilyen rendhagyó módon alakul az iskola élete. Ez a nem hierarchikus („hálózati”) tanulásszervezés lehetővé teszi a kooperatív csoportmunkát, az osztályszintű projekteket, de akár az osztályokat, évfolyamokat vagy iskolákat összekapcsoló tanulóközösségek kialakítását is. A tehetséggondozó típusú tantervek tanítása során nagyobb hangsúlyt kap az egyéni tanulás, illetve a tanulócsoport megerősítése, de a tehetségek támogatásában mindenképpen szükséges a hálózatokban való részvétel, a külső együttműködés, a megméretés és a verseny.

Az egyre fejlettebb **információs és kommunikációs technológiák** a tanulás egész rendszerére nagy hatással vannak. A könnyen hozzáférhető multimédiás tartalmak megszüntetik a nyomtatott tankönyv dominanciáját. A hosszabb szövegek és az állóképek mellett egyre nagyobb teret kapnak a rövidebb szövegelemek, az animált képsorok és mozgóképek. Ezek használata elősegítheti az egész életen át tartó tanulásra motiválást és az alapkészségek fejlődését. A változatosság és a váltások gyakorisága „felgyorsítja a tanulás idődimenzióját”, vagyis „pergőbbé” teszi a tanulási folyamatot, ami elősegítheti az érdeklődés fenntartását, de ügyelni kell az elmélyülést engedő, nyugodtabb, hosszabb időtávú tevékenységek biztosítására is. A számítógéppel segített tanulás új kommunikációs csatornákat is megnyit, ezek használatával feloldódhat a tanórák idő és térbeli zártsága. A gyerekek olyan virtuális térben mozognak, amiben a magánéletükben már járatosak, az ott megszerzett érdeklődést és jártasságot kamatoztathatják a tanulásban. A személyes együttlétet jól kiegészíthetik a kollaboratív tanulási alkalmak, a web-kommunikáció eszközei, legújabban a mobil technológiák és a web-2 használata. Ezek erősíthetik a tanulók közötti együttműködést, jó közegévé válhatnak a tanulási folyamat szervezésének és személyesebbé tehetik a tanár segítő, értékelő munkáját is.

Az iskola zártabb és mesterséges világából nem csak a virtuális térbe, hanem a valódi életbe is kiléphetünk. Az **élet teljességét átfogó tanulás** (life-wide learning)

kiaknázza az iskola környezetében lévő kapcsolati lehetőségeket, kiviszi a tanulókat a gazdasági és társadalmi élet számos helyszínére. Az üzemek és intézmények, kormányzati és civil szervezetek bevonásával a tanulás életszerű környezetben folyhat, a valós problémákat az érdekeltek segítségével kutathatják a tanulók. A természettudományos műveltség építése nehezen képzelhető el például a nemzeti parkok, múzeumok és gyűjtemények, tudományos játszóházak látogatása nélkül. Nemzetközi együttműködés is kialakítható, virtuális csoportmunka vagy csereprogramok szervezésével, ezek résztvevői nagyobb kitekintést kaphatnak a környezeti fenntarthatóság, az életmód vagy a technológiahasználat kérdésében. Az életközeli, tapasztalatokon alapuló tanulás hozzásegíti a tanulókat a tantermieknél összetettebb tanulási célok vállalásához, segíti a tanulók személyiségfejlődését és növeli az élethosszig tartó tanulás képességét. Alkalmazása esetén növekedhet a tanulási motiváció, hatékonyabb lehet a tanulás. A tanulók növekvő felelősségérzete segítheti az önszabályozó tanulás kialakulását. Az iskolai kötöttségektől elszakadó projektek javítják a tanár–diák viszonyt és a tanárok jobban megismerik tanítványaikat. A rendszeres programokkal javul a tanulási kultúra, könnyebben válik az iskola tanuló közösséggé. A helyi közösséggel kialakuló szorosabb kapcsolatban növekszik a szociális tőke és bizalom, ezzel csökkenhetnek a hátrányok, fejlődhet az élethosszig tartó tanulás kultúrája, elősegítve a tanuló társadalom kialakulását.

Az iskola tanulóközösségként való működése, a sokféle tanulási cél és módszer alkalmazása szükségessé teszi a **tanulásra fordított idő** rugalmasabb, változatosabb tervezését is. Ahogyan az osztályokon belül vagy azokon kívül hosszabb-rövidebb időre csoportok alakulhatnak, ahogyan az iskola sokoldalú tanulási környezetében vagy azon kívül a való életben tanulnak a diákok, úgy ennek megfelelően foglalkoznak több-kevesebb ideig, huzamosan vagy megszakításokkal az adott tanulási feladattal. A természettudományos megismerésben nem nélkülözhető kísérletek, terepmunkák elvégzéséhez általában egy tanóránál hosszabb időre van szükség. Ennek rendszeressége biztosítható két vagy több órarendi óra összekapcsolásával, de alkalmanként témanapok, témahetek, hosszabb projekt időszakok is szervezhetők. A tanulási tevékenységek gondosabb időbeli tervezésének az óratervekben is meg kell jelenni. A tanításban jól használható oktatási-nevelési programok, programcsomagok erre részletes ajánlásokat tesznek, de a tevékenység jellegétől függően a tanárnak mindig át kell gondolnia az időgazdálkodást. Szorosabban instruált helyzetekben a rövidebb időtávok megtervezése a célravezető, probléma alapú tanulás során viszont szabadabban lehet alakítani a kereteket, feltéve, hogy ez nem rontja a tanulási folyamat hatékonyságát. A korszerű elektronikus kommunikációs technológiák alkalmazásával az idővel való gazdálkodás is megváltozott, egy-egy tanulási feladat akár otthon, tanítási időn kívül is folytatható. Az információkeresés, a tudás megosztása vagy az értékelés a számítógéppel segítve folyamatosan végezhető, kevésbé kötődik a megszokott iskolai helyzetekhez, így a tanulók szívesebben és többet foglalkozhatnak a tanulással. Mindez része az egész életen át tartó tanulásra való felkészülésüknek is.

A személyközpontú, fejlesztő szemléletű tanítás **új szerkezetű taneszköz rendszert** is igényel. Ennek tervezése során figyelembe kell venni az aktív és együttműködő tanulás jellegzetességeit, a differenciálás szempontjait, beleértve a tanulási típusok eltéréseit, a tanulási motiváció megragadását és fenntartásának igényét, a médiák lehetőségeinek kihasználását, a tanárnak nyújtott szolgáltatások és a szabadság arányát. A kerettantervek megvalósítását olyan taneszközök szolgálhatják hatékonyan, amelyek eleget tesznek a fenti kívánalmaknak és ezen

felül számolnak a tudás aktualizálásának igényével is. A rendszer igényekhez igazított, hatékony kialakítását az elemekből és modulokból álló szerkezet teszi lehetővé. Tananyagelem lehet rövidebb-hosszabb szöveg, ábra, fotó, hang, film, animáció, feladat vagy teszt is. Ezeket rugalmasan kezelő digitális eszközök is rendelkezésre állnak, közvetlen számítógéppel segített tanulás során alkalmazva vagy igény szerint nyomtatott formában megjelenítve. Az elemekből összeállított modulok taníthatók az ajánlott formában, de a tanár könnyen módosíthatja is ezeket. Maguk a tanulók is előállíthatnak tananyagokat, például a projektmunka termékeként, akár együttműködve más tanulócsoporthal is. Ezzel nagymértékben nőhet a tanulás, a megszerzett ismeretek relevanciája, fejlődhet az egész életen át tartó tanulás készsége. A tanulási célok is szabadabban tervezhetők, azok elérésére többféle út áll a tanulók előtt. A nyitott tanulási környezet célszerű használatára azonban fel kell készíteni a tanulókat, akár személyre szabott módon segítve őket egy-egy problémakörben való eligazodásban

A tanulás módszerei

A természettudományos tantárgyak tanulásának sikeressége érdekében bővíteni kell a módszerek választékát is. A kerettanterv sokféle módszerrel tanítható, de legjobban azokat támogatja, amelyek figyelembe veszik a tanulás folyamatával, a tudás típusaival és a kompetenciák fejlesztésével kapcsolatos szemléletmódját. Ezek alkalmazása beépülhet a kialakult tanári eszköztárba, kiegészítheti vagy fel is válthatja a meglévő tanítási-tanulási módszereket. Fontos azonban a kritikai nézőpont is, a helyi alkalmazás sikerességének értékelése, a gyakorlat ennek megfelelő módosítása.

Probléma (kutatás) alapú tanulás

A kerettanterv szemléletmódja alapvetően probléma központú, jellemzően nem a szaktárgyi szemlélet, hanem a mindennapi élettel való kapcsolódás irányítja a tartalom és a tevékenységek tervezését. Ez a szemléletmód meghatározó az alapfokú szakaszban és a középfokú oktatás-nevelés egyéb típusú tanterveiben, de jelen van az általános és kisebb mértékben a tehetséggondozó típusú tantervekben is. Jellemzője, hogy egy témakör feldolgozását olyan alapprobléma felvázolásával indítja, amelyből további kutatási szálak indíthatók, további kérdések fogalmazhatók meg. A probléma leírásának érdekessé kell tennie a témát a tanulók számára, lehetőleg olyan módon, hogy érdekelté váljanak a további kutatásban, tanulásban. Az élethelyzetekhez kapcsolódó problémák gyakran interdiszciplinárisak, ezek tanulmányozása az integrált tantárgyi szemlélet által lehetséges. A témakör tanulásának kezdetén szükség van a tanulók meglévő tudásának feltérképezésére, a továbbhaladáshoz szükséges tudás behatárolására, a használható információforrások számbavételére. A probléma feltárása és strukturálása során a tanulók között kialakul a hatékony munkamegosztás, megszerveződnek a csoportok. Ezek a feladattól és a tanulási céltól függően dolgozhatnak ugyanazon az alapproblémán vagy annak valamilyen részletén. A tanulás eredménye részben a probléma valamilyen megoldása, részben maga a kialakult folyamat, az abban való aktív részvétel által fejlesztett tanulói kompetenciák.

A probléma alapú tanterv alapesetben nem ír elő részletes tartalmi követelményrendszert. A tehetséggondozó tantervekben azonban megjelennek ilyen elemek, azzal a céllal, hogy segítsék az alkalmazó tanárt a helyi tanterv és az óratervek elkészítésében. A témakörökben megjelölt fogalmak és elméletek részben a tudásépítést irányíthatják, megalapozzák és rendszerezik a tudást, részben a

mélyebb megértés felé haladva a differenciálást szolgálják. A tanulói tevékenységek tervezésében figyelembe kell venni azt is, hogy a nyitott tanulásszervezés csak fokozatosan, a tanulók fejlődési szintjéhez igazodva valósítható meg. Az alapfokú szakaszban főként a tanulók motiválásában van szerepe, de ekkor még szükséges a részletekbe menő tanári irányítás. A középfokú szakaszban már kialakíthatók az önálló munkavégzés, az önszabályozó tanulás készségei, ekkor a tanári segítségadás inkább a keretek kialakítását és a hatékony munkavégzést szolgálja.

Projekt módszer

A projekt, illetve a projekt alapú tanulás jól ismert, de mindeddig széles körben nem alkalmazott tanítási módszer. Lényege a tanulási célok és azok teljesülése közötti útvonal nyitottsága, magának a folyamatnak a középpontba állítása. Projektet általában komplex tartalommal, gyakran interdiszciplináris probléma vizsgálatára szervezünk. Módszertani gazdagsága révén a tanulási folyamat jól alkalmazkodhat a résztvevők érdeklődéséhez, képességeihez, tanulási módjaihoz. Érvényesülhet benne a személyes tudásépítés igénye, de egyúttal változatos közösségi interakciókra, a különbözőségeken alapuló munkamegosztásra is lehetőséget ad. A tanulók kommunikálhatnak és meghallgathatják egymást, közreadhatják előzetes ismereteiket. A módszert a probléma alapú tanulás során alkalmazva különféle kérdések feltevésére és megválaszolására kerülhet sor. Az élet teljességét átfogó tanulás ebben a formában sokféle helyszínen és együttműködő partnerrel valósítható meg, eközben növekszik a tanulók tantárgyi tudása és társadalmilag tájékozottabbá válnak. A projektek során a diákok ismereteket szereznek saját tanulásukról is, ezáltal növekedhet az egész életen át tartó tanulásra való alkalmasságuk. A tanárok szempontjából a projekt szervezése az együttműködés növelését jelenti, erősödhet a különféle műveltségterületek és tantárgyak kapcsolódása. A helyszínek, az eszközök, az időkeretek és feladattípusok projektfolyamatba szervezésének igényei meghaladják egy-egy tanár teljesítőképeségét és felkészültségét, ezért a siker általában csapatmunka által lehetséges.

A kerettanterv moduljainak, illetve témaköreinek tanítása során is lehetőség van a módszer alkalmazására. A tanulási projektek a helyszín, az időtartam és a termék szerint sokféle változatban szervezhetők. Leggyakrabban a tanórákon, a megszokott csoportkeretben van erre mód, de alkalmanként egy évfolyam vagy az egész iskola is részt vehet bennük. Lehetőség van nemzetközi együttműködések kialakítására is, amikor egy-egy projektben virtuális tanulócsoporthoz alakulhatnak vagy akár diákcserére is sor kerülhet. A ráfordított idő is változatos lehet, néhány órarendi tanórától, egy vagy több egybefüggő témanapon, témahéten át akár a több éves projektidőszakig terjedhet. Probléma alapú tanulás során a projekt eredménye lehet a megoldás, a felmerült kérdések megválaszolása, ennek bemutatása. Más projektekben tárgyi termékek, művészeti alkotások készülhetnek. A természettudományok tanulásának segítségét és a fenntarthatóság pedagógiáját is jól szolgálhatják az ilyen, érzelmi nevelést is jelentő projektek.

Kooperatív tanulás

A kerettanterv a kooperatív tanulást kevésbé formalizált módon értelmezi, nem kívánja meg feltétlenül a különféle technikák (Kagan) ismeretét, de ajánlja a kiscsoportos tanulási formák gyakori alkalmazását, ennek során olyan helyzetek és eszközök biztosítását, amelyek nélkülözhetetlenné teszik a tanulók közötti

együttműködést, kommunikációt és tudásmegosztást. Ebben a tanulási formában jellemző az ön-, a társ- és a csoportértékelés.

A módszer kidolgozott eszközökkel segíti a tanulást, lényegében függetlenül annak tartalmától és jellegétől. Középpontjában az együttműködésen, egyéni felelősségvállaláson alapuló csoportmunka áll. A csoportok munkája akkor hatékony, ha mindenkinek van olyan önálló feladata, melyet csak ő tud megoldani, így kölcsönös függőség alakul ki a résztvevők körében. A páros interakciók során mindenki lehetőséget kap a megszólalásra, illetve odafigyelhet másokra. A csapatok összeteljesítményében az egyéni értékelésnek döntő fontossága van, így a felelősség is egyéni lehet. A módszer előnye a tanulásban való részvétel növelése, az aktív tanulás elősegítése. Alkalmazása esetén kevesebb a fegyelmi probléma és egyenletesebb a tanulók fejlődése. A tanulók a rendszeresen előforduló kooperatív technikákat megismerik, megszokják és gyakorlattan alkalmazzák. A kooperatív munkaformák típusaira és kivitelezésük részleteire vonatkozóan ma már a pedagógusok továbbképzéseken, illetve bőséges szakirodalomból tájékozódhatnak. A kooperatív technikák egy része inkább a tudás rögzítését, más részük a tudásépítést is támogatja. Utóbbiak alkalmazása jobban illeszkedhet a kerettanterv tanulásfelfogásához. A tanári előkészítő munka és a tanulás közbeni irányítás azonban ebben az esetben is jellemzője marad a módszernek.

A kooperatív tanulási módszerek már az alapfokú oktatás-nevelés szakaszában is jól alkalmazhatók. Segítségükkel egy-egy tanóra vagy annak egy része is megszervezhető. Egyes technikák jól beilleszthetők a projekt alapú tanulási folyamatokba is. A középfokú szakaszban főleg az általános típusú tantervekben jelenik meg ez az eszköztár, a tehetséggondozó típusok kevésbé alkalmazzák, mivel feltételezik a meglévő tanulási motivációt és más az időgazdálkodásuk is.

A tanár szerepe

Az iskola világában meghatározó a tanár egyénisége, felkészültsége, a tanulási folyamatban játszott szerepe. A korszerű pedagógiai rendszerekben azonban már nem ő a tudás egyedüli forrása, inkább vezetőként, megfigyelőként, csapatkapitányként, szakértő konzultánsként és lelkesítőként kell működnie. Demokratikus meggyőződéssel és attitűdökkel kell rendelkeznie, önmaga helyett a másokra figyelés, az empátia kell, hogy jellemezze. Képesnek kell lennie a tanulási folyamat, a személyes tanulás diagnosztizálására, a tanulókkal való egyenrangú, segítő kommunikációra. Mindennapi munkája során döntéseket kell hoznia a beavatkozás és a szabadság megadása kérdésében, a csoportban megtartva az irányítást, de nem igényelve a kizárólagosságot. Rendelkeznie kell a folyamatos önképzés igényével és képességével, törekednie kell a korszerű pedagógiai elvek és módszerek felkutatására, befogadására és alkalmazására. Meg kell oldania a magasabb szintű tantervek és programok helyi alkalmazásával összefüggő problémákat, képesnek kell lennie a csoport és személyes szintű tanulási programok kreatív összeállítására. Munkáját egyre inkább tanári csoportban kell végeznie, ezért fejlesztenie kell együttműködési és tudásmegosztási képességeit. Nagyobb személyes felelősséget kell viselnie a tanítás eredményessége iránt, ezért képesnek kell lennie az önértékelésre, a kritikus önreflexióra és a kritika elfogadására. A feladatok vállalásában ügyelnie kell saját terhelésére, igényelve és elfogadva a szakszerű segítséget.

3. Az értékelés

Célok

A kerettantervben kifejeződő paradigmaváltás csak abban az esetben érvényesülhet fenntartható módon az iskolák oktatási-nevelési gyakorlatában, ha hozzárendelődnek a pedagógiai értékelés korszerű eszközei és módszerei is. A tudásról alkotott új elképzelések, a kompetencia alapú tanulás előtérbe kerülése megkívánja, hogy a pedagógiai rendszer minden szereplője ismerje és elfogadja a teljesítmény összetevőket és azok indikátorait. A tanulókat meg kell ismertetni a tőlük elvárt és értékelt kompetencia területekkel, ismerniük kell az előttük álló, elérhető fejlődési perspektívát. A tanári visszajelzéseknek ezekhez igazodva, kritériumok alapján és személyre szabottan kell történni. Figyelembe kell venni a tanulók önismereti szintjét, fejleszteni kell önértékelési képességüket, énképüket. A szülőket is tájékoztatni kell a megváltozott értékelési gyakorlatról, el kell fogadniuk az osztályzatok mellett (vagy helyett) adott szöveges értékelést is. A kerettanterv megvalósítása során alkalmazandó pedagógiai értékelés alapvető funkciója az eredményesség, hatékonyság növelése. Ennek érdekében nemcsak a nevelés-oktatás végén megjelenő tevékenységként kell értelmezni, hanem magában a tanítási folyamatban kell elhelyezni sok apró értékelő mozzanatot, valamint az önértékelés lehetőségét.

A tanulói teljesítmény

A kompetencia alapú tanulásra való áttérés megváltoztatta a tanulói teljesítményről alkotott elképzeléseket is. Az ismeretek, készségek és képességek, valamint az attitűdök hármására épülő kompetenciaértelmezéshez igazodva nem lehet csak az ismeretekre szűkíteni a tanulókkal szembeni elvárásokat. A fejlesztő szemléletű pedagógiában az a fontos, hogy a tanulási folyamatban minden tanuló a számára személyesen elérhető legnagyobb fejlődést érje el. Ismerni kell a gyermeki személyiség alapvető jellemzőit, a fejlesztést segítő, illetve hátráltató tényezőket. Az egységes kritériumrendszer mellett a fejlődési fokozatok és ütemek figyelembe vétele is szükséges. A tanulói teljesítményt nem a tanulásra fordított időben, hanem az elérhető szintekben kell rögzíteni és értékelni. Ehhez a kerettanterv rendszer differenciálási lehetőségei megfelelő segítséget adnak. Az értékelés abban is változik, hogy a hibázást a tanulás természetes velejárójának tartja, amely lehetőséget ad a tanuló előzetes tudásába való bepillantásra. A hibák, a sajátos, sokszor az elvárásokkal nem megegyező elképzelések nem rontják a tanulói teljesítményt, de törekedni kell kijavításukra, a modellek finomítására. A tanulói teljesítmény értelmezése többszempontú lehet, így például:

- a tanulási követelményekhez viszonyított követelmény alapú,
- az adott diákcsoport jellemzőihez igazított normaorientált,
- a tanulóhoz önmagához viszonyított személyközpontú.

A kerettanterv helyi alkalmazása során a pedagógusnak ezek leghatékonyabb kombinációját kell alkalmazni.

Eszközök és módszerek

A kerettanterv alkalmazását hatékonyan segítheti a tanulási folyamatba ágyazott, rendszeres *diagnosztikus, fejlesztő és szummatív értékelés*.

A diagnosztikus értékelés feladata a tanulók előzetes tudásának, személyiség összetevőinek, tanulási szükségleteinek felmérése, amely nélkül nem végezhető hatékony tanári munka. A probléma alapú tanterv, a témakörökre tagolt tartalmi

szerkezet jól összekapcsolható a belépéskor és a kimenetkor alkalmazott diagnosztikus mérésekkel. Ezek formailag lehetnek hagyományos tesztfeladatok, vagy nyílt végű feladatok esetleg esszék, amelyek többet elárulhatnak a tanulók előzetes elképzeléseiről, meglévő tudásáról.

A fejlesztő értékelés feladata a tanulási folyamat irányítása, a személyre szabott fejlesztés, a tanulók munkájának visszajelzésekkel való segítése. Így a tanuló tisztában lehet azzal, hogy hol tart, mit tud már, és milyen további tudásra kell szert tennie. Ez az értékelési mód közvetlenül a tanulási tevékenységhez kapcsolódik, azt igyekszik hatékonyabbá tenni. A hangsúly a pozitív értékelésen van, de a tanulási hibák és nehézségek differenciált feltárásával is segíti a tanuló önértékelését. Fontos, hogy a diákok legyenek tisztában az elvárásokkal, az általuk elérhető fejlesztési célokkal. Meg kell ismerniük azokat a teljesítmény-összetevőket, kompetenciaelemeket, amelyek viszonylag jól elkülöníthetők és értékelhetők.

A fejlesztő értékelés eszközei lehetnek a portfóliók, tanulói naplók, tesztek, röpdolgozatok, megbeszélések, tanulói önértékelés, társak értékelése, csoportmegbeszélés. Az értékelésben is hatékony eszköz lehet a számítógéppel segített kollaboratív tanulási platform vagy más, például web-2 alkalmazás. A tanórai munkában azonban nem nélkülözhető a szóbeli, személyes és csoportszintű tanári értékelés. Ezeknek a módszereknek alkalmazása bővíthető játékos módszerekkel is (az egyik legegyszerűbb ilyen például a hőmérő-módszer), melyekkel a tanulók ugyan felelősséggel, mégis kötetlenebb formában értékelhetik saját teljesítményüket, illetve társaik munkáját. Ezek különösen jól alkalmazhatók a szóbeli kimenetet feltételező (prezentáció, akvárium-gyakorlat, szimulációs feladat) folyamatorientált, közbenső értékelési állomásaként is. Ez nemcsak a résztvevőknek ad segítő támogatást, hanem a folyamat ellenőrzését, facilitálását is eredményesebbé teszi.

A szummatív értékelés feladata és szerepe az új módszerek hangsúlyosabbá válása mellett sem csökkent. Alapvetően a minősítést szolgálja, formái a témazáró dolgozatoktól a különféle vizsgákig terjednek. Nem csak numerikus, azaz osztályzatban kifejeződő lehet, fontosak lehetnek az olyan szöveges értékelések, amelyek például a félévi vagy az évvégi teljesítmény kompetencia alapú minősítését teszik lehetővé. A két forma együttes alkalmazása révén a diák és a szülő is árnyaltan tájékozódhat az adott időszakban nyújtott teljesítményről.

A pedagógiai értékelés konkrét, tantárgyfüggő módszereire az egyes tantervek térnek ki, továbbá a kerettanterv alkalmazására épülő későbbi oktatási programcsomagok adnak majd eligazítást e pedagógiai feladatot illetően.

III. A kerettanterv alkalmazásának lehetőségei

1. Az alkalmazás módja – adaptivitás

A tehetséggondozó kerettanterv rendszer alkalmas a különféle tanulói igények, tanulási szükségletek és célok kielégítésére más tantervekkel együtt. A tehetséggondozó tanterv tehát bármelyik más természettudományos tantervvel együtt alkalmazható, feltételezve azt, hogy a természettudományból átlagos képességű tanulók az általános tantervek szerint tanulnak, a természettudományok iránt jobban érdeklődők pedig a tehetséggondozó tanterv alapján. A tehetséggondozó tanterv is igyekszik felkelteni és fenntartani a természettudományok tanulása iránti érdeklődést, a tanulmányok során mindvégig lehetőséget adva az eltérő előismerettel, képességekkel és kulturális háttérrel rendelkező tanulóknak az együtt, de nem egyformán való haladásra. Ennek érdekében minden korábbinál szélesebbre nyitott a tartalmak és a tanulási módok választéka, felkínálva a természettudományos műveltség alapjaitól a szaktudás megszerzése felé való haladás lehetőségét. Az általános és tehetséggondozó tantervi típus átfogja, de nem szegregálja mereven ezt a sáv szélességet. Lehetővé teszi, hogy minden tanuló az életkori sajátosságainak megfelelően, egyéni céljaihoz, érdeklődéséhez, képességeihez a lehető legjobban illeszkedő tartalommal és módszerekkel, a számára leghatékonyabb, legeredményesebb módon tanulhassa a természettudományos tantárgyakat. Mindenképpen elkerülendő viszont, hogy egy adott tantervtípus választása a tanuló későbbi pályaválasztását hátrányosan befolyásolja, ezért lehetőséget ad a tanulóknak a szintek közötti átjárásra, illetve a fakultatív foglalkozások igénybevételére.

A **középfokú szakaszban** a két típusban történő helyi tervezés gazdagítja a helyi tantervek készítésének eszköztárát. Az egyéb típusú kerettantervben az általános kompetenciák fejlesztése, az általános természettudományi műveltség kialakítása, általános fogalmak (anyag, energia, információ, tér, idő, kölcsönhatás, mozgás, egyensúly), alapelvek (megmaradási törvények, evolúció) és módszerek (megfigyelés, mérés, modellek és elméletek kidolgozása, ellenőrzése), a természettudományos gondolkodásmód kifejlesztése a fő cél. A mindennapi élethez kapcsolódó témakörök a kísérletezésre, kutatásra alapozott tanulói tevékenységekkel párosulva hatékonyabbá és vonzóbbá tehetik a természettudományok tanulását. A tehetséggondozó kerettantervekben az előzőekben felsorolt célokon túl fokozatosan növekszik a szerepe a konkrét szakmai ismeretek tanításának, a szakmai ismeretek alkalmazásának képessége, a szakmai kompetenciák kialakítása kerülnek előtérbe. A *tehetséggondozó* típusú tantervek szemléletmódja jobban igazodik a szaktudományos ismeretrendszerekhez, több és részletezőbb a tanulási tartalom, maga a tanulási folyamat is feszebbre tervezett. Megjelennek bennük új, a másik két tantervtípusban nem szereplő, a tudományosság kritériumait kielégítő új témakörök is.

2. Tantárgyi rendszerek és óraszámok

A tantervek megvalósításához a gimnáziumok számára ajánlott időkereteket az alábbi táblázatok mutatják be. Ezekről a helyi sajátosságok figyelembe vételével el lehet térni.

A tehetséggondozó típusú tantárgyi rendszer és a tanév óraszámai a gimnáziumok számára (ajánlás):

A tehetséggondozó típusú tanterv a tantárgyak tanévekre való elosztását nem változtatja meg az általános típusú tantervben ajánlotthoz képest, de emeli a biológia, fizika, kémia tantárgyak óraszámait a humán tantárgyak rovására, a humán tantárgyak óraszámát az OKM emelt szintű kerettanterveinek (biológia, fizika, kémia tagozat) megfelelően csökkentve. A szabadon tervezhető órák száma itt is magas, azért, hogy a tanulóknak lehetősége legyen további specializálódásra, eredményes emelt szintű érettségi letételére az adott tantárgyakból vagy sikeres érettségire bármely más tantárgyból.

Tantárgy	Éves óraszámok évfolyamonként			
	9.	10.	11.	12.
Magyar nyelv és irodalom	111	111	111	96
Történelem	55,5	55,5	74	96
Emberismeret és etika			37	
1. Idegen nyelv	92,5	92,5	111	96
2. Idegen nyelv	74	74	111	96
Matematika	111	111	111	128
Informatika	55,5	55,5	37	48
Bevezetés a filozófiába				32
Fizika	111	92,5	92,5	
Biológia és egészségtan		55,5	92,5	96
Kémia	92,5	74	55,5	
Földrajz	74	55,5		
Ének-zene	37	37		
Rajz és vizuális kultúra	37	37		
Testnevelés és sport	92,5	92,5	92,5	80
Osztályfőnöki	37	37	37	32
Társadalomismeret	18,5	18,5	18,5	16
Tánc és dráma	18,5	18,5		
Mozgóképkultúra és médiaismeret			18,5	16
Művészetek (a konkrét tartalmat az iskola helyi tanterve határozhatja meg)			37	32
Szabadon tervezhető			74	96
Kötelező óraszám a törvény alapján	1017,5	1110	960	

IV. A kerettanterv szerkezete

A kerettanterv rendszer egységes szerkezetbe foglalja a tantárgyak tanításának–tanulásának legfontosabb jellemzőit. A fizika, kémia és biológia *tantárgyak* minden típusa önálló bevezetővel mutatja be az adott tanterv legfontosabb szerkesztési és módszertani jellemzőit, a paradigmaváltás megvalósulását és azt, hogy a kerettanterv miben különbözik a korábbiaktól. Az *évfolyamok* részletes tantervei előtt olvasható a témakörök és fejezetek felosztása. A megvalósításukra ajánlott óraszámokkal az adott tartalom megtanítható. A témakörök előtti bevezetőkben részletesebben is bemutatásra kerülnek a tartalom kulcselemei és a fejlesztendő kompetenciák közül a kiemelhetők.

A tantervek részletes leírása táblázatos formában történik. Az egyes témakörök, mint önálló tanulási modulok, különálló táblázatokban szerepelnek. A témakörök táblázatainak függőleges oszlopaiban olvashatók a tanítási egységek tervezéséhez szükséges szempontok, leírások. A négy oszlop felvázolja a tanítási folyamat spektrumát a tartalomtól a követelményeken és tanulási tevékenységeken át a kapcsolatok jelzéséig. A táblázat vízszintes sorai a folyamat időbeli szinkronizálását szolgálják, egy-egy sorban az adott időben megvalósítandó lépések olvashatók.

1. oszlop: Témák, problémák, fogalmak

Ebben az oszlopban kerül részletesebb kidolgozásra a témakör tartalma. A témakörök számozott *fejezetekre* vannak bontva, ezeket logikailag egymáshoz kapcsolódó tanulási egységek alkotják. Egy egység nagyjából megfelel egy, vagy néhány tanóra anyagának, ami ebben az ajánlott időkeretben elvégezhető. Ez a tankönyvszerű szerkesztési elv lehetővé teszi a program későbbi továbbfejlesztését. Az oszlopban címszavak és kérdések is olvashatók, de mindig meghatározó a tanulás kiindulópontjaként állított probléma, kutatási feladat pontos behatárolása. A nyílt végű kérdések felkeltik a tanulói érdeklődést és további kérdések megfogalmazására vezethetik őket. A tartalom itt szereplő címszavai segítséget adnak a tanár számára a tanulás tervezéséhez, eligazítanak a probléma strukturálásában és a feladatok tervezésében. A helyi tantervben történő alkalmazás során ez a tartalom rugalmasan kezelhető, abból kiválaszthatóak a konkrét tanulási folyamatban szükséges elemek.

2. oszlop: Követelmények, fejlesztendő kompetenciák

Az itt felsorolt követelmények a tartalomba ágyazott kompetenciafejlesztést szolgálják. A téma feldolgozása, a probléma kutatása során a tanulóknak szükségük van a meglévő tudásuk mozgósítására és új tudás építésére. Ez egyénenként eltérő módon és arányban valósulhat meg, ezért az adott tanulási egységben szereplő követelmények fő célja a fejlesztés segítése, a továbblépés lehetőségének jelzése. Ez az „útvonalterv” kirajzolódhat az oszlopban lefelé haladva nehezedő követelményszerkezetből is. A differenciálás és a fejlesztő értékelés eszközeivel el kell érni, hogy minden tanuló a számára optimális követelményszintet teljesítse, de ehhez elegendő (akár egyénenként eltérő) időt is kell adni számára.

A fejlesztendő kompetenciákra a korábban részletezett, **zárójelbe írt számokkal jelzett rendszert** alkalmazva utalunk. Így jelennek meg a

kerettantervben a kulcskompetenciák, a kiemelt fejlesztési feladatok és a közös értékek is. Ezek mellett ebben az oszlopban tüntettük fel a szaktárgy megfelelő elsajátítását jelző ismereteket, készségeket, képességeket is. Fontos elem az attitűdök követelményként való megjelenése is, különösen az egészségmegőrzéssel és a fenntarthatóság pedagógiájával összefüggésben. Az egyes tantervek a szaktárgy és a típus jellegzetessége miatt eltérhetnek egymástól, például az ismereti jellegű követelmények részletezésében. Az alkalmazás során a tartalmi követelményeket ajánlásként lehet kezelni, szem előtt tartva a témakör legfontosabb fogalmaira és elméleteire alapozott tudásépítést.

3. oszlop: Javasolt tevékenységek

A tanegységeken belül többféle, a differenciálást segítő tanulási tevékenységre is javaslatot tesz a tanterv. Ebben eltérő jellegzetességeket mutatnak az évfolyamok és a tantervi típusok. Az alapfokú szakaszban jellemzőbb a tanári irányítással megvalósított kooperatív tanulás, a csoportmunka, a középiskolában fokozatosan megteremtődik a lehetőség az önálló ismeretszerzésre, önszabályozó tanulásra. Megjelenik a probléma alapú, kutatásra épülő munkaszervezés. Kiemelt jelentőségűek a tantervben javasolt kísérletek, amelyek nem csak az érdeklődés fenntartását, hanem a természettudományos gondolkodásmód elsajátítását is szolgálják. A tanulást a korszerű IKT eszközökkel ellátott környezetben tervezi a tanterv, erre vonatkozó javaslatokat is megfogalmaz. Ebben az oszlopban utalások szerepelnek a várható tévképzetekre, naiv elméletekre, amelyeket figyelembe kell venni a tanulási folyamat tervezése során.

4. oszlop: Kapcsolatok

A kerettanterv fő jellemzője az integrált szemlélet, amely az egyes tantárgyak szoros kapcsolódásában, összehangoltságában nyilvánul meg. A részletes táblázatok 4. oszlopában részben a kerettanterv adott tantárgyának, illetve többi tantárgyának, valamint más műveltségterületeknek, tantárgyaknak a kapcsolódásai vannak feltüntetve. Az utalások vonatkozhatnak konkrét fogalmakra, leckékre, de akár általános, nagyobb témakörökre is. Előfordulnak időben visszautaló, már tanult tartalmakra vonatkozó jelzések, ezek szerepe a tanulók már meglévő ismereteihez való kapcsolódás. Az időben előreutaló, későbbiekben tárgyalandó témákra vonatkozó utalások célja a tanárok figyelmének felhívása, a kapcsolódó téma megfelelő előkészítésének biztosítása. A kapcsolatok között helyenként szerepelnek tantervekben esetleg nem szereplő, kitekintést nyújtó utalások is. Ezek célja, hogy lehetőséget adjon a differenciált fejlesztésre, a tehetséggondozásra, egy-egy témán keresztüli motivációra, továbbá ötleteket adjon önálló (segített) tanulói munkák készítésére, amelyek akár érettségi projektként vagy pályázatokra is készülhetnek. Ezek a lehetőségek jól alkalmazhatók témanapok, projekt- vagy témahetek, tehetségnapok vagy más, a helyi tantervben megfogalmazott, tudománynpszerűsítő közösségi események elemeként is. A kapcsolódások hálójának bemutatása segítheti az adott csoportot tanító tanárok együttműködését, ami a kerettanterven alapuló oktatás eredményességének fontos feltétele.

KÖZÉPISKOLAI FIZIKA TEHETSÉGGONDOZÓ TANTERV

A tehetséggondozó fizika tantervet alapvetően a középiskolák 9., 10. és 11. osztályai számára készítettük, ami a 9. osztályban heti 3 órával, míg a 10. és 11. osztályban heti 2,5–2,5 órával számolva összesen $111+92,5+92,5=296$ tanítási órát jelent. Az iskolák helyi tantervei alapján ettől mind a korosztályokat, mind az óraszámokat illetően lehetséges eltérni.

A tananyagot egy bevezető részt követően összesen tizenöt témakörre bontottuk, melyek az egyes tanévekben a következő sorrendben kerülnek feldolgozásra:

9. osztály: Bevezetés: Mivel és hogyan foglalkozik a fizika? (5 óra)

1. témakör: Mozgások, erőhatások (25 óra)
2. témakör: Mozgások, munka, energia (25 óra)
3. témakör: Folyadékok és gázok (10 óra)
4. témakör: Hőtan (30 óra)
5. témakör: Rezgések és hullámok (16 óra)

10. osztály: 6. témakör: Elektromosság (30 óra)

7. témakör: Mágnesesség (15 óra)
8. témakör: Elektromágneses indukció (20 óra)
9. témakör: Fénytan (27 óra)

11. osztály: 10. témakör: Kommunikáció, információ (12 óra)

11. témakör: Új utak a fizikában: relativitás és kvantumelmélet (25 óra)
12. témakör: Magfizika (20 óra)
13. témakör: Energia és környezet (10 óra)
14. témakör: Csillagászat (15 óra)
15. témakör: Mivel foglalkoznak korunk fizikusai? (10 óra)

Minden témakört számozott fejezetekre bontottunk, az egyes fejezeteket alfejezetekre, melyeket tanítási egységeknek (ezeket már nem számoztuk külön) nevezünk. Egy tanítási egység jelenthet egy tanítási órát, de a tanulóktól, illetve a tanár elképzelésétől, lehetőségeitől függően egy tanítási egységet két-három órában is meg lehet valósítani. A tantervre jellemző, hogy a tanítási egységek logikus sorrendet alkotnak, közöttük alapvető egymásra épülés van, ezért egyes tanítási egységeket csak kivételes esetekben hagyhatunk el, azonban a humán és az általános tantervből más alfejezeteket átvehetünk, és a reál tantervbe beépíthetünk.

Célok és feladatok

A tanterv célja, hogy a tanulókat a fizikával kapcsolatos továbbtanulásukra felkészítse, vagyis igen mély, alapos fizika tudást adjon számukra. Ez lehetővé teszi, hogy a tanulók akár a 11. tanév végén középszintű fizika érettségi vizsgát tegyenek, illetve amennyiben az utolsó középiskolai évükben emelt szintű felkészítésen vesznek részt, tanulmányaikat sikeres emelt szintű fizika érettségi vizsgával zárják. Fizikából kiemelkedően tehetséges diákok akár már a 11. osztály után is sikeresen letelhetik az emelt szintű fizika érettségit.

A tehetséggondozó tanterv is megőrzi azokat az új témaköröket, amelyek az egyéb típusú tantervek igazi paradigmaváltását adják (energia, környezeti fizika, kommunikáció, információ stb.) [4] [13], azonban ezek a témakörök a tehetséggondozó tantervben a magasabb szintű megértéshez szükséges tartalmak tárgyalása utánra kerülnek, így a tehetséggondozó tanterv szerint tanulók ezeket a témaköröket sokkal tudatosabban dolgozhatják fel. A tantervben nemcsak a fizika legújabb eredményeit, felhasználási lehetőségeit tárgyaljuk népszerűsítő szinten, hanem az utolsó fejezetben részletesen ismertetjük, hogy mivel foglalkoznak mai világunk fizikusai. Ezzel is szeretnénk a tanulók számára vonzóbbá tenni a fizikusi, fejlesztőmérnöki pályát.

A diákok többségében 15–18 éves korban felébred az igény, hogy összefüggéseiben lássák és értsék a természeti környezet jelenségeit, törvényeit. Ezt az érdeklődést felhasználva ismertetjük meg diákjainkkal a modellszerű gondolkodást. A modellalkotással a természet megismerésében döntő lényeglátás képességét fejlesztjük. A modellalkotást a humán és gazdasági tudományok is egyre elterjedtebben alkalmazzák, a módszer lényege a fizika tanítása során hatékonyan bemutatható. A tanulók spontán motivációját felhasználva sikeresen bízhatjuk meg őket önálló vagy csoportos munkával, alkalmazhatjuk a projektmódszert, a szabad témaválasztásban rejlő lehetőségeket.

A diákok érdeklődése a természeti jelenségek megértése iránt nem öncélú, igénylik és elvárják a fizikatanártól, hogy az „elméleti” ismeretek gyakorlati alkalmazását is megmutassa, eligazítson a modern technika világában [7] [9] [10] [11]. A fizika tanítása során kiemelt figyelmet kell szentelni a többi természettudományos tantárggyal, a matematikával és a technikai ismeretekkel való kapcsolatra [17]. A tehetséggondozó tanterv alapvetően integrált szemléletű.

A tehetséggondozó fizika tanterv alapján való tanítás célja részben az általánosan megfogalmazott célokkal esik egybe, részben ezeken túl az alábbi célok fogalmazhatók meg:

- A fizika egyes fejezeteinek a többi tanterv lehetőségeihez képest aprólékosabb, szakmailag igényesebb feldolgozása.
- Több lehetőség és idő áll rendelkezésre a hatékonyabb problémamegoldó képesség fejlesztésére.
- A gyakorlati, technikai alkalmazások szélesebb körének megismertetése.
- Lehetőség nyílik tanulói kísérletek és mérések rendszeres elvégzésére.
- A tehetséggondozás biztosítása, egyúttal szilárd alap nyújtása a felsőfokú továbbtanuláshoz.
- A tanórán kívüli szakirányú önművelődés iránti fokozottabb igény, érdeklődés felkeltése és az ehhez szükséges alapok biztosítása [19].

A kompetencia alapú oktatás velejárója olyan megváltozott oktatási szerkezet, amelyben az egyéni és csoportos tanulásnak, a projekteknek, a kooperatív technikáknak, a tevékenységközpontú oktatási módszereknek egyaránt helye van. A bővülő eszközrendszerből következik, hogy az értékelés lehetőségei is nagymértékben kitágulnak. A hagyományos értékelési módok (dolgozat, felelet) mellett megjelenik a szöveges értékelés, a csoport tanár általi értékelése és önértékelése. Az órán, illetve otthon önállóan végzett munka értékelésén túl

lehetőség van a megszerzett készségek és képességek értékelésére. Mindehhez megfelelő méréseket kell kidolgozni (pl.: önálló kísérlet, projekt bemutatása, témához csatlakozó újságcikk értelmezése, önálló kutatómunka eredményének bemutatása, együttműködés közös feladatban). Az értékelés során olyan általános kompetenciák jelennek meg, mint előadókészség, lényeglátás, lényegkiemelés, szövegértés, forráshasználat, prezentáció készítése, együttműködési készség stb. Az értékelés másik sajátossága a jegyek háttérbe szorulása. Mivel az érettségi rendszer is alapvetően százalékokkal operál, így ezt az árnyaltabb skálázást javasoljuk, kiegészítve a személyre szabott, célirányosan fejlesztő szöveges értékeléssel. A tehetséggondozó tanterv alkalmazását hatékonyan segítheti a rendszeres diagnosztikus, fejlesztő és szummatív értékelés is.

9. osztály

A 9. osztály tananyaga a bevezető rész („Mivel és hogyan foglalkozik a fizika?”) után öt témakörre oszlik („Mozgások, erőhatások”, „Mozgások, munka, energia”, „Folyadékok és gázok”, „Hőtan” és „Rezgések és hullámok”), amelyek tárgyalását az alábbi fejezetek szerinti bontásban javasoljuk. A feldolgozott tartalmak összefoglalását és a főbb kompetenciafejlesztési célokat az egyes témakörök előtt adjuk meg részletesen.

Bevezetés: Mivel és hogyan foglalkozik a fizika? (5 óra)

1. témakör: Mozgások, erőhatások (25 óra)

1. fejezet: A mozgás leírása
2. fejezet: Newton mozgástörvényei

2. témakör: Mozgások, munka, energia (25 óra)

1. fejezet: Munka, energia
2. fejezet: Pontrendszerek dinamikája
3. fejezet: Körmozgás, tömegvonzás
4. fejezet: A merev test egyensúlya
5. fejezet: A forgómozgás leírása

3. témakör: Folyadékok és gázok (10 óra)

1. fejezet: Nyugvó folyadékok és gázok
2. fejezet: Mozdó folyadékok és gázok
3. fejezet: Molekuláris erők folyadékokban

4. témakör: Hőtan (30 óra)

1. fejezet: Hőtani alapjelenségek
2. fejezet: Hőterjedés
3. fejezet: Termodinamika

5. témakör: Regzések és hullámok (16 óra)

1. fejezet: Rugalmasságtan és rezgések
2. fejezet: Hullámok, hangtan

Bevezetés: Mivel és hogyan foglalkozik a fizika? (5 óra)

A bevezető részben a tanulók megismerik a fizika tárgyát, valamint a fizika kutatási módszereit. A középiskolában döntően a tudományos ismeretszerzés induktív módszerével ismerkednek meg a tanulók, amely a 20. század elejéig meghatározó volt a természettudományokban. Ennek lépései: megfigyelés, kérdésfeltevés, hipotézisalkotás, kísérlet, mérés, törvény.

A tanulók tudásának és absztrakciós képességének fejlődésével azonban mód nyílik a természettudományos ismeretszerzés másik módszerének, a dedukciónak a megismertetésére is. Az ismert törvényekből kiindulva, következtetésekkel (a fizikában általában matematikai, gyakran számítógépes módszerekkel) jutunk új ismeretekhez, amelyeket azután, ha szükséges, kísérletileg is igazolunk.

A bevezetőben foglaljuk össze a mechanikában használatos fizikai alapmennyiségeket, több származtatott mennyiséget, valamint az előtétszavakat. A továbbhaladáshoz szükséges matematikai alapok elsajátítására is lehetőség nyílik, ami a matematikai kompetencia fejlesztését jelenti.

Témák, problémák, fogalmak	Követelmények, fejlesztendő kompetenciák	Javasolt tevékenységek	Kapcsolatok
A fizikáról Mivel és hogyan foglalkozik a fizika? Kutatási módszerek. Fizikai mennyiségek: alapmennyiségek, származtatott mennyiségek.	Ismerje a fizika, mint tudomány tárgyát, kutatási módszereit: megfigyelés, kérdésfeltevés, hipotézisalkotás, kísérlet, mérés, elmélet. Tudja, hogy a természet leírására mérhető fizikai mennyiségeket vezetünk be. Ismerje az SI alapmennyiségeket és az előtétszavakat, valamint a származtatott mértékegységek előállítását. Legyen képes mértékegységek átváltására.	Ismeretterjesztő DVD megtekintése, amiben fizikusok mesélnek munkájukról. Projektmunka: egy magas pohárba öntsünk szódavizet, majd ejtsünk bele egy friss szőlőszemet (csokidarabot, mazsolát). Írjuk le, mit látunk, és próbáljuk megmagyarázni a tapasztaltakat. A már korábbról ismert mértékegységek és előtétszavak	Kémia: miért különleges a kémia? Fizika: általános iskolai fizikai ismeretek, fizikai mennyiségek, mértékegységek. Matematika: a tíz hatványai, normálalak, mértékegységek átváltása.

		átváltásának gyakorlása.	
A fizika és a matematika viszonya A szükséges matematikai ismeretek összefoglalása, illetve elsajátítása.	Tudja, hogy a matematika a fizikának nélkülözhetetlen segédeszköze. Legyen tájékozott a következő matematikai területeken: műveletek vektorokkal, koordináta-rendszer, szögfüggvények derékszögű háromszögben, elsőfokú egyenlet, illetve egyenletrendszer megoldása, másodfokú egyenlet megoldása, első- és másodfokú függvények ábrázolása [17].	Az új matematikai ismeretek frontális, praktikus ismertetése. A gyakorlás során a matematikai feladatok, ha lehetséges, valamilyen fizikai jelenségről szóljanak.	Matematika: A fizika tanulásához szükséges matematikai ismeretek összefoglalása, illetve elsajátítása.

1. témakör: Mozgások, erőhatások (25 óra)

A témakörben feldolgozott ismeretek, jelenségek lefedik a mechanika: tömegpont kinematikája és dinamikája területeket. A mechanika segít az oksági gondolkodás kialakításában és megerősítésében. Ez a fejezet alapozza meg a jelenségek időbeli lefolyásának függvényekkel való leírását [17]. A mindennapjainkban előforduló jelenségek (közlekedés, sport stb.) vizsgálatából kiindulva vezetjük be a fizikai fogalmakat, fogalmazzuk meg a törvényeket.

A mindennapi életünkből vett modern technikai eszközök (ABS, GPS stb.) megismerése is segíti a helyes fizikai világkép kialakulását [11]. A bevezetett fizikai fogalmak, leírt természeti jelenségek, megismert törvényszerűségek, megértett alkalmazások is hozzájárulnak a természettudományos kompetencia fejlesztéséhez. A javasolt tevékenységek között kiemelt helyen van az internet, ami a digitális kompetenciák fejlődését segítik [18].

A világhálón tanári útmutatás alapján a legkülönbözőbb problémákhoz keresnek a diákok leírásokat, adatokat [18]. Az adat- és információkeresés több területet céloz meg: fizika, technika, sport, biológia stb. Munka közben a diákok kritikai képességei fejlődnek [19], a projektmunkák elkészítése során az anyanyelvi kompetenciájuk erősödik [15]. A csoportmunkák során fejlődhet a diákok vitakultúrája, empátiája [16]. A közlekedéssel kapcsolatos problémák felvetése alternatív megoldások megismerését teszi lehetővé, egyéni álláspontok kialakítására ösztönöz [23]. A sok, élethez közeli kérdésfelvetés a tanulókat közelebb viszi a technikai eszközökhöz [11]. A környezettudatos, a természet épségét óvó magatartás kialakítása a cél [4] [13].

A feldolgozás módja segíti a diákokat abban, hogy a modern technológiákat a környezet lehetőségeivel összhangban használhassák, és így a gazdasági élet tudatosabb szereplőivé váljanak [2] [4] [13] [27].

A tananyag elsajátítása során komoly hangsúlyt fektetünk a mechanikai feladatok számított eredményének kísérleti ellenőrzésére, a tanult fizikai törvények szabatos szóbeli kifejtésére, kísérleti tapasztalatokkal történő alátámasztására. A témakör feldolgozása során megtanult fizikai törvényeket hétköznapi jelenségek magyarázatára használjuk (pl.: közlekedésben, sportban stb.), ami többek között az anyanyelvi kompetencia fejlesztéséhez is hozzájárul [15].

A tanult fizikai fogalmakat, törvényeket alkalmazzuk egyszerű, összetett és bonyolult problémák kvalitatív értelmezésekor és kvantitatív megoldása során. A tananyagban található számolási feladatok, valamint adatgyűjtéssel és elemzéssel kapcsolatos feladatok fejlesztik az elemző és kritikus gondolkodásmódot, támogatják a matematikai kompetenciák fejlődését [17].

Témák, problémák, fogalmak	Követelmények, fejlesztendő kompetenciák	Javasolt tevékenységek	Kapcsolatok
1. fejezet: A mozgás leírása	A tanulók e fejezetben megismerik a kinematikai alapfogalmakat, törvényeket! Cél, hogy jártasakká váljanak a vizsgálódás szempontjából lényeges és lényegtelen jellemzők, tényezők megkülönböztetésében, tudják a megfigyelések, mérések, kísérletek során nyert tapasztalatokat rendezni, áttekinteni.		
A mozgást leíró fogalmak A mozgásról általában. A tömegpont modell. Vonatkoztatási rendszerek, helyvektor, pálya, út, elmozdulás, sebesség, átlagsebesség, pillanatnyi sebesség. A sebesség, mint vektormennyiség. A gyorsulás, mint vektormennyiség.	Ismerje, mikor használható egy test jellemzésére a tömegpont modell. Legyen képes a Descartes-féle koordináta-rendszert használni [17]. Tudja, hogy a mozgás leírása vonatkoztatási rendszert igényel. Ismerje a kinematikai fogalmakat, és ezeket különböző mozgások esetében legyen képes használni.	Érdekes sebesség és gyorsulás adatok gyűjtése az interneten. Sebességek kiszámítása: autók, focilabda, teniszlabda, jégkorong, sportolók. Gyűjtőmunka: érdekes sebességek az állatvilágban.	Matematika: függvény fogalma, grafikus ábrázolás, egyenletrendezés. Internet: gyűjtőmunka. Technikai eszközök: járművek legnagyobb sebességei. Testnevelés, sport: érdekes sebességadatok. Biológia: élőlények mozgása, sebességei.

			Fizika: az általános iskolában megismert kinematikai fogalmak.
Egyenes vonalú mozgások Az egyenes vonalú, egyenletes és az egyenes vonalú, egyenletesen változó mozgás kísérleti és matematikai leírása. A négyzetes úttörvény. A szabadesés.	Ismerje a vizsgált mozgásokat leíró összefüggéseket, valamint tudja azokat feladatmegoldásokban használni [17]. Legyen jártas a mozgásgrafikonok készítésében, elemzésében [17]. Tudja, hogy a megtett út a sebesség-idő grafikon alatti terület számértékével egyenlő. Ismerje a nehézségi gyorsulás nagyságát meghatározó tényezőket.	Mérés Mikola csővel. Megfigyelés: ejtőzsinór, Galilei-lejtő. Út- idő és sebesség-idő grafikonok készítése, elemzése. A féktávolság nagyságának tanulmányozása a kezdősebesség függvényében. Tudománytörténeti kutatómunka: Galilei munkásságának megismerése. Számítási feladatok megoldása. Videofilm: acélgolyó és tollpihe esése vákuumcsőben, illetve a Holdon. Tanulói mérés: ejtési kísérlet. Mérjük meg társunk reakcióidejét egy vonalzóval!	Matematika: függvény fogalma, grafikus ábrázolás, egyenletrendezés. Internet, könyvtár: tudománytörténeti kutatás. Biológia: reakcióidő. Földrajz: a Föld forgástengelye, a hosszúsági és szélességi körök rendszere.
Mozgások szuperpozíciója Függőleges és vízszintes hajítás.	Legyen képes a vizsgált összetett mozgásokat összetevőire bontani.	Számítási feladatok megoldása. Mozgásgrafikonok	Matematika: függvény fogalma, grafikus ábrázolás,

	Ismerje a vizsgált mozgásokat leíró összefüggéseket, valamint tudja azokat feladatmegoldásokban használni [17].	készítése, elemzése.	egyenletrendezés.
2. fejezet: Newton mozgástörvényei	A cél a megismert kinematikai fogalmak mélyítése, valamint a dinamika alapfogalmainak, törvényeinek megismerése. A természettudományos világkép fejlesztését az oksági, valamint a kölcsönhatásban való gondolkodással folytatjuk.		
A tehetetlenség törvénye A mozgásállapot fogalma. Newton első törvényéhez vezető történeti háttér áttekintése. Az inerciarendszer fogalma. A Galilei-féle relativitási elv.	Ismerjen a testek tehetetlenségére utaló kísérleteket és azok magyarázatait. Tudja, hogy a tehetetlenség törvénye alapvető a dinamikában. Tudjon példát és ellenpéldát mondani inerciarendszerre.	Kísérletek, gondolkísérletek, jelenségek elemzése. Például: Hogyan mozog az asztalon, jégpályán, „ideális” pályán ellökött tárgy? Hogyan mozognak a fékező vagy az induló járműben azok a tárgyak, amelyek rögzítve vannak és amelyek nem? Tudománytörténeti kutatómunka: Newton élete, munkássága.	Fizika: kinematikai ismeretek. Internet, könyvtár: tudománytörténeti kutatás.
Newton II. törvénye A mozgásállapot-változás és a kölcsönhatás	Tudja, hogy az erőnek mozgásállapot- és alakváltoztató hatása	Mérési feladat: a rugóban ébredő erő függése a rugó	Fizika: kinematikai ismeretek.

vizsgálata. Az erő fogalma és mérése. Newton II. törvénye. A tehetetlen tömeg értelmezése és mértékegysége. A dinamikai tömegmérés elve.	van. Legyen képes rugós erőmérő készítésére. Tudja használni Newton II. törvényét számításos feladatok megoldásában [17]. Tudja használni a homogén test sűrűsége, tömege és térfogata közötti összefüggést.	feszítettségétől. Számításos feladatok megoldása.	Matematika: egyenes arányosság, lineáris függvény ábrázolása, jellemzése, elemi műveletek.
A hatás-ellenhatás törvénye A kölcsönhatásban fellépő erők vizsgálata. Newton III. törvénye.	Példákon keresztül el tudja magyarázni Newton III. törvényét.	A hatás-ellenhatás keresése hétköznapi példákban. Kísérletek csoportmunkában: rugós erőmérőkkel, görkorcsolyával, vizes Segner-kerék stb.	Fizika: kinematikai és dinamikai ismeretek.
Erők együttes hatása Az erőhatások függetlensége. Az erők vektoriális összegzése. A dinamika alapegyenlete.	Tudjon eredő erőt szerkeszteni, számolni [17]. Tudja használni a dinamika alapegyenletét számításos feladatok megoldásában [17].	Erővektorok összegzése szerkesztéssel, számolással. Egyszerű tanulói kísérletek erők összegzésére. Számításos feladatok megoldása.	Fizika: kinematikai és dinamikai ismeretek. Matematika: vektorok, művetek vektorokkal, elemi szerkesztések, egyenletrendezés.
Erőtörvények Nehézségi erő. Gravitációs erő. Kényszererők. Rugóerő. Súlyerő, sztatikai tömegmérés elve. Súrlódás, közegellenállás.	Ismerje fel a kölcsönhatásokban fellépő erőket. Tudja jellemezni, értelmezni a jellegzetes erőhatásokat. Ismerje a nehézségi, a gravitációs, valamint a	Egyszerű kísérletek elvégzése a súlytalansággal kapcsolatban. Tanulói kísérletek a súrlódás vizsgálatára.	Fizika: kinematikai és dinamikai ismeretek. Matematika: vektorok, művetek vektorokkal, elemi szerkesztések,

	súlyerő közötti különbséget. El tudja magyarázni a csúszási súrlódás, a tapadási súrlódás és a gördülési ellenállás közötti különbséget. Ismerje a közegellenállási erőt befolyásoló tényezőket.	Gyűjtőmunka: a súrlódási és a közegellenállási erő növelése és csökkentése a gyakorlatban. Számításos feladatok megoldása.	egyenletrendezés. Technika: súrlódó, mozgó gépalkatrészek, járművek.
A lendület A lendület fogalma. Newton II. törvényének megfogalmazása a lendület segítségével. Impulzustétel. Lendület-megmaradás elve párkölcsönhatásnál. A rakéta mozgása.	Tudja, hogy párkölcsönhatás során a lendületek vektori összege nem változik. Ismerje Newton II. eredeti megfogalmazását. Ismerje a rakéták működési elvét és alkalmazási területeit!	Ismeretterjesztő film megtekintése a rakétákról. Gyakorlati feladat: vizes rakéta készítése és kilövése a szabadban. Rakéta készítése kólából, teafilterből, szódapatronból stb. A rakétahatás elemzése konkrét példákon keresztül. A medúza úszása. Számításos feladatok megoldása.	Technika: technikai eszközök: rakéták, harcászati rakéták alkalmazása. Biológia: állatok mozgásának elemzése (pl.: medúza). Űrkutatás: az űrhajózás célja. Matematika: egyenletrendezés.

2. témakör: Mozgások, munka, energia (25 óra)

A témakörben feldolgozott ismeretek, jelenségek lefedik a mechanika munka-energia, pontrendszerek, körmozgás-tömegvonzás, merev test egyensúlya témaköreit. A mechanika törvényeinek felhasználásával számos alkalmazáson keresztül az oksági gondolkodás megerősítése a cél.

A munka és energia fogalmak kialakítása lehetőséget ad bonyolultabb jelenségek vizsgálatára, valamint segít eligazodni technikai környezetünkben is. Ezek az ismeretek a későbbi tanulmányaink során is munkaeszközként szolgálnak majd. A pontrendszerek dinamikájának megismerése tárgyja a pontosan leírható jelenségek körét, fejleszti a diák absztrakciós képességét. Szerencsés a körmozgás és a tömegvonzás témákat egymás után elsajátítani, hisz így az elmélet és alkalmazás szinte egyidejűleg jelenik meg. A témakör végén a merev test egyensúlyának vizsgálatával ismét rengeteg gyakorlati példa elemzésére adódik lehetőség, valamint folytatjuk a korábban megkezdett (tömegpont, pontrendszer) absztrakciós folyamatot.

A bevezetett fizikai fogalmak, leírt természeti jelenségek, megismert törvényszerűségek, megértett alkalmazások is hozzájárulnak a természettudományos kompetencia fejlesztéséhez. A javasolt tevékenységek között kiemelt helyen van az internet, ami a digitális kompetenciák fejlődését segíti [18].

A világhálón tanári útmutatás alapján a legkülönbözőbb problémákhoz keresnek a diákok leírásokat, adatokat [18]. Az adat- és információkeresés több területet céloz meg: fizika, technika, sport stb. Munka közben a diákok kritikai képességei fejlődnek [19], a projekt munkák elkészítése során az anyanyelvi kompetenciájuk erősödik [15].

A tananyag elsajátítása során komoly hangsúlyt fektetünk a mechanikai feladatok számított eredményének kísérleti ellenőrzésére, a tanult fizikai törvények szabatos szóbeli kifejtésére, kísérleti tapasztalatokkal történő alátámasztására. A tanult fizikai törvényeket hétköznapi jelenségek (pl.: közlekedés, sport stb.) magyarázatára használjuk (anyanyelvi kompetencia) [15].

A tanult fizikai fogalmakat, törvényeket alkalmazzuk egyszerű, összetett és bonyolult problémák kvalitatív értelmezésekor és kvantitatív megoldása során. A tananyagban található számolási feladatok, valamint adatgyűjtéssel és elemzéssel kapcsolatos feladatok fejlesztik az elemző és kritikus gondolkodásmódot, támogatják a matematikai kompetenciák fejlődését [17].

Témák, problémák, fogalmak	Követelmények, fejlesztendő kompetenciák	Javasolt tevékenységek	Kapcsolatok
1. fejezet: Munka, energia	Az energia fogalmának mélyítése a természet-tudományos kompetenciát erősíti, valamint segít eligazodni technikai környezetünkben. A fejezet tanítása során hasznosak lesznek a mindennapokból vett példák, amelyekben mechanikai energiák jelennek meg (autó, megfeszített íj, vízierőmű, lendkerekes játékautó stb.).		
A munka értelmezése A munka kiszámítása különböző esetekben: állandó erő és irányába mutató elmozdulás, állandó erő és szöget bezáró elmozdulás, lineárisan változó erő munkája. Speciális erők munkái: emelési, nyújtási, súrlódási. Az eredő erő munkája. Munkatétel.	Tudja, hogy a munka fogalma más a mindennapokban, mint a fizikában! Ismerje a fizikai munka kiszámítását különböző esetekben. Ismerje a munka egységét! Tudja a speciális erők munkáit számolni [17]. Ismerje a munkatételt.	Erő-elmozdulás grafikon felvétele, elemzése. Számításos feladatok megoldása.	Fizika: Az erő és elmozdulás fogalmainak felidézése, elmélyítése, kinematikai és dinamikai ismeretek. Matematika: szögfüggvények, alpműveletek, egyenletrendezés. Technika: járművek, gépek, technikai eszközök.
Mechanikai energiafajták Mozgási energia,	Ismerje a mechanikai	Gyűjtőmunka:	Matematika:

helyzeti energia, rugalmas energia. A munkatétel alkalmazásai.	energia lehetséges formáit, kiszámítási módjait! Legyen jártas a munkatétel használatában, a felhasználását igénylő fizikai problémák megoldásában [17].	A hétköznapi életben mechanikai energiák megjelenése (autó, rugós játékpisztoly, lendkerekes játékautó, a magasugró stb.) Számítási feladatok megoldása.	alapműveletek, egyenletrendezés. Technikai eszközök.
Mechanikai energia-megmaradás törvénye Konzervatív és nem konzervatív erő fogalma. A mechanikai energia megmaradásának törvénye és érvényességi köre. A mechanikai energia-megmaradás törvényének alkalmazása.	El tudja dönteni, hogy egy erő konzervatív vagy nem. Ismerje fel azokat a jelenségeket, amikor igaz a mechanikai energia-megmaradás tétele. Tudja alkalmazni a mechanikai energia-megmaradás tételét számításos feladatokban [17].	Elemézzék néhány egyszerű példán keresztül a mechanikai energiák átalakulásait: feldobott labda, ugróbéka stb. Számításos feladatok megoldása.	Matematika: alapműveletek, egyenletrendezés. Technikai eszközök.
A teljesítmény és hatások A teljesítmény és hatások fogalma, kiszámítása.	Ismerje a teljesítmény fogalmát, illetve egységeit, mértékegységeinek átváltását. Tudja a hatások jelentését. Legyen jártas olyan mechanikai számításos feladatok megoldásában, amelyekben a teljesítmény és a hatások fogalmak szerepelnek [17].	Gyűjtőmunka: Hasonlítsuk össze különböző járművek, élőlények, sportolók teljesítményét! Mérési feladat: lépcsőn felfutó ember teljesítményének meghatározása mérési adatok alapján. Számításos feladatok	Matematika: alapműveletek, egyenletrendezés. Technikai eszközök: autók adatai. Biológia: élőlények mozgása, teljesítménye. Testnevelés, sport: sportolók teljesítménye.

		megoldása.	Internet: adatgyűjtés.
2. fejezet: Pontrendszerek dinamikája	A pontrendszerek dinamikájának megismerése tágítja a pontosan leírható jelenségek körét, fejleszti a diák absztrakciós képességét.		
Pontrendszer leírása Pontrendszer fogalma. Belső erők, külső erők. Zárt rendszer. A pontrendszer dinamikai leírásának alapelvei.	El tudja dönteni, hogy a pontrendszer tagjaira ható erők közül melyik belső, illetve külső erő. Legyen képes konkrét példákban alkalmazni a pontrendszer dinamikai leírásának alapelveit.	Vita: Laplace márki determinisztikus világképe. Számítási feladatok megoldása.	Fizika: kinematikai és dinamikai ismeretek alkalmazása, mélyítése. Filozófia. Matematika: alapműveletek, egyenletrendszer megoldása.
Ütközések Ütközések jellemzése. A tökéletesen rugalmatlan ütközés. A tökéletesen rugalmas ütközés.	Tudja jellemezni az (egyenes, centrális) ütközéseket a mechanikai energia megmaradása szempontjából. Ismerje fel a tökéletesen rugalmatlan, illetve tökéletesen rugalmas ütközéseket. Legyen jártas ilyen jellegű számításos feladatok megoldásában [17].	Kiskocsis ütközéses kísérletek rugalmas és rugalmatlan ütközésekre különböző tömegek esetében. „Newton bölcsőjének” vizsgálata. Film: autós ütközések, balesetek elemzése. Számítási feladatok.	Kémia: ütközések. Fizika: kinematikai és dinamikai ismeretek alkalmazása, mélyítése. Matematika: alapműveletek, egyenletrendszer megoldása. Közlekedési szabályok.

Tömegközéppont Tömegközéppont meghatározása két tömegpont, több tömegpont és kiterjedt test esetén. Tömegközéppont mozgásának tétele. Pontrendszerre vonatkozó lendület- és munkatétel.	Legyen képes meghatározni kettő, illetve több tömegpont és kiterjedt test tömegközéppontját. Ismerje a pontrendszerre vonatkozó törvényeket.	Kísérletelemzés: kettőskúp mozgása a felemás lejtőn. Számítási feladatok megoldása.	Fizika: kinematikai és dinamikai ismeretek alkalmazása, mélyítése. Matematika: alpműveletek, egyenletrendszer megoldása.
3. fejezet: Körmozgás, tömegvonzás	A körmozgás és a tömegvonzási törvény megismerése tovább bővíti a megismerhető jelenségek körét, mélyíti az oksági gondolkodást, fejleszti a természet-tudományos kompetenciát. A bolygómozgás megismerése tágabb környezetünk világába enged bepillantani.		
Körmozgás Az anyagi pont egyenletes és egyenletesen változó körmozgásának kísérleti vizsgálata és matematikai leírása.	Ismerje az egyenletes és egyenletesen változó körmozgást leíró kinematikai jellemzőket és a köztük lévő összefüggéseket [17].	Körmozgással kapcsolatos problémák elemzése. Számítási feladatok megoldása.	Fizika: kinematikai ismeretek. Matematika: szögmérés ívmértékben, elemi műveletek.
A körmozgás dinamikája A dinamika alapegyenletének alkalmazása egyenletes és egyenletesen	Ismerje fel a centripetális és a tangenciális gyorsulást okozó erőket problémákban.	Csoportmunka: A tapadás és a kanyar sugarának birtokában tegyünk ajánlást az autó	Fizika: körmozgás kinematikája, dinamika.

változó körmozgásra.	Legyen képes a dinamika alapegyenletét alkalmazni a körmozgásra.	legnagyobb, még biztonságos sebességére! Milyen lehetőségek vannak a sebesség növelésére? Miért döntik meg az úttesteket kanyarban? Számítási feladatok megoldása.	Matematika: szögmérés ívmértékben, elemi műveletek, egyenletrendezés. Technika: autózás, közlekedés-biztonság.
A bolygómozgás dinamikája Az ellipszis matematikai leírása. A bolygómozgás Kepler-féle törvényei.	Ismerje az ellipszis fogalmát, jellemzőit [17]. Ismerje a bolygómozgást értelmező legfontosabb modelleket: Geocentrikus világkép (Ptolemaiosz modellje), Heliocentrikus világkép (Kopernikusz), (Tycho de Brahe), Kepler modellje [3] [25]. Tudja megfogalmazni és értelmezni a bolygómozgás Kepler-féle törvényeit.	Tudománytörténeti kutatómunka: Kik és miben járultak hozzá a mai földközéppontú világkép létrejöttéhez? Kutatómunka: Milyen típusú műholdak könnyítik meg életünket? A Nap körüli bolygómozgás modellezése gumilepedővel. Egyszerű égbolt készítése gömblobbik segítségével. Számítási feladatok megoldása.	Fizika: körmozgás kinematikája, dinamikája. Matematika: elemi műveletek, egyenletrendezés, az ellipszis jellemzői. Csillagászat: a Naprendszer szerkezete, égitestek mozgása. Földrajz: a Föld forgása. Technikai eszközök: távcső, műholdak, űrhajózás.
A bolygómozgás dinamikai és energetikai leírása Newton egyetemes gravitációs törvénye.	Ismerje a két test között ható Newton-féle tömegvonzási	Tudománytörténeti kutatómunka: Eötvös Loránd	Fizika: a bolygómozgás dinamikája, munka,

Gravitációs térerősség. A gravitációs és a nehézségi erő kapcsolata. A gravitációs tér munkája, gravitációs potenciális energia. Szökési sebesség.	törvényt! Tudjon konkrét esetekben műhold keringési időt, átlagos pályamagasságot számolni [17]. Ismerje a gravitációs és a nehézségi erő közötti kapcsolatot. Legyen képes adott bolygóhoz 1., és 2. kozmikus sebesség kiszámolására.	tevékenysége. Kutatómunka: - Milyen távol található a műholdak a Földtől, és ennek mi az oka? - Milyen jellegű „űrmissziók” voltak eddig az emberiség történetében? Számítási feladatok megoldása.	energia. Matematika: elemi műveletek, egyenlet-rendezés. Csillagászat: a Naprendszer szerkezete, égitestek mozgása. Földrajz: a Föld forgása. Technikai eszközök: műholdak, űrhajózás.
4. fejezet: Merev test egyensúlya	A pontszerű és merev test egyensúlyának vizsgálata a természettudományos kompetencia mellett a kritikai és elemzőképességet is erősíti.		
Pontszerű és merev test egyensúlya Merev test fogalma. Merev testre ható erők eredője. Súlyvonal, súlypont. Tengellyel rögzített merev test egyensúlyának feltétele. Forgatónyomaték. Merev test egyensúlyának feltétele. Egyensúlyi helyzetek.	Legyen képes a tömegpont, illetve a merev test modell alkalmazására a probléma jellegének megfelelően. Tudja értelmezni dinamikai szempontból a testek egyensúlyi állapotát. Ismerje az egyensúly és a nyugalom közötti különbséget, feltételeit. Ismerje a	Kísérlet: Az azonos hosszúságú fonalak egy-egy végét rögzítsük egy 1-2 kg-os testhez. A fonalak másik végét, azonos magasságban, lassan távolítsuk egymástól. A forgatónyomaték kísérleti vizsgálata egyszerű	Fizika: az erő fogalma, az erővektor. Matematika: alpműveletek, műveletek vektorokkal, egyenletrendezés.

	forogatónyomaték fogalmát. Ismerje a súlyvonal, súlypont fogalmakat. Tudja az egyensúlyi helyzetek közötti különbségeket (stabil, labilis, indifferens, metastabil helyzet).	eszközökkel: pl.: az ablakok és ajtók nyitása kilinccsel vagy tapadókorongos erőmérővel. Tanulói kísérletezés: - Egyensúly létrehozása vonalzón gyufásdobozok segítségével. - Különböző egyensúlyi helyzetek szemléltetése gyufásdobozzal, ceruzával, keljfeljancsival, labdával, pohárral. Számítási feladatok megoldása.	
Egyszerű gépek Egyoldalú és kétoldalú emelő, álló és mozgócsiga, csigasorok, hengerkerék, a lejtő, a csavar és az ék.	Tudja, hogy az egyszerű gépek használatával kedvezőbbé tehető a munkavégzés. Tudjon minél több példát mondani a hétköznapiakból az egyszerű gépek használatára (háztartás, építkezés a történelem folyamán, sport stb.) Értelmezze a különböző egyszerű gépek működését.	Gyűjtőmunka: keressenek példákat az egyszerű gépek alkalmazására a hétköznapiakban. Kutatómunka: milyen egyszerű gépeket készített Arkhimédész. Tanulói kísérletek a különböző egyszerű gépek szemléltetésére. Számítási feladatok megoldása.	Fizika: az erővektor és a forogatónyomaték fogalmának, valamint a statika törvényeinek mélyítése. Matematika: alpműveletek, egyenletrendezés. Sport: kondicionáló gépek. Technikai eszközök: erőátviteli eszközök.

5. fejezet: A forgómozgás leírása A merev test forgási mozgási energiája. A tehetetlenségi nyomaték, Steiner-tétel. A perdület fogalma, perdülettétel. A tisztán gördülés fogalma és feltétele. Analógia a haladó és a forgómozgás között. Merev test síkmozgása.	Tudja, hogy a merev test a forgásában is képes energiát tárolni. Ismerje a tehetetlenségi nyomatékot, mint a merev test egy fontos jellemzőjét. Ismerjen olyan jelenségeket, amelynek háttérében a perdület-megmaradás törvénye húzódik meg. Ismerje a tisztán gördülés fogalmát, feltételét. Találjon analógiát a haladó és a forgómozgás fogalmai és törvényei között. Ismerje a merev test síkmozgásának dinamikai törvényeit.	Kísérlet: ugyanazon a lejtőn gurul le golyó, henger, abroncs. Melyik ér le hamarabb? Miért? A jójó mozgásának elméleti és kísérleti vizsgálata. Kísérletek a perdület-megmaradás törvényre (főtt, nyers tojás, vizes Segner-kerék stb.) Keressünk példákat a hétköznapi életből a perdület-megmaradás törvényre: piruettező jégtáncos, tornász, „lábára eső” macska stb. Számítási feladatok megoldása.	Fizika: erővektor, forgatónyomaték, körmozgás kinematikája. Matematika: alpműveletek, egyenletrendezés. Sport: jégtánc, torna.
---	--	--	---

3. témakör: Folyadékok és gázok (10 óra)

A témakörben feldolgozott ismeretek, jelenségek az anyag háromféle halmazállapotának jellemzésével és molekuláris alapon történő értelmezésével kapcsolatosak. Foglalkozunk a nyugvó és a gyorsuló folyadék belsejében uralkodó nyomás leírásával. Megvizsgáljuk a belső súrlódás nélküli és viszkozus folyadékok és gázok lamináris, valamint turbulens áramlási viszonyait is. Megadjuk végül a folyadék szabad felszíne és a felületén ható erő közötti kapcsolatot.

Ennek a témakörnek minden egyes része erősen kapcsolódik a gyakorlati alkalmazásokhoz, a környezetünkben megfigyelhető jelenségekhez. Ez egyrészt módot ad arra, hogy élővé, érdekessé tegyük a fizikaórákat, másrészt bemutathassuk, hogy a fizika milyen sok területen hasznos. Ezzel a tanulók életviteli és természettudományos kompetenciáit is fejlesztjük. A folyadékok és gázok témaköre nagyon sok esetben teret enged tanuló kísérletek végzésére. A látványos, érdekes kísérletek a tanulók szemlélete mellett a kézügyességüket is fejlesztik.

A témakör a fizika tudományában nagyon régi múltra tekint vissza, ami lehetőséget teremt arra is, hogy számos tudománytörténeti felfedezéssel, érdekes ténnyel ismerkedjenek meg a tanulók. Arkhimédész és Héron, Torricelli és Pascal munkásságát mutathatjuk be többek között.

A tananyagban található számolási feladatok, valamint adatgyűjtéssel és elemzéssel kapcsolatos kérdésfelvetések fejlesztik az elemző és kritikus gondolkodásmódot, támogatják a matematikai kompetenciák fejlődését.

Ennek a témakörnek a különleges sajátossága, hogy rámutat arra, hogy a jelenségek nagymértékben függnék attól, hogy bizonyos tulajdonságok elhanyagolhatóak-e vagy éppen ellenkezőleg, meghatározóvá válnak. Így gyökeresen más az örvényes és az örvénymentes áramlás, a súrlódásmentes és a belső súrlódásos áramlás. A tanulók itt a természettudományos gondolkodás modellalkotását gyakorolhatják, hiszen nagyon bonyolult jelenségek között kell egyszerűsített modellek segítségével eligazodniuk.

Témák, problémák, fogalmak	Követelmények, fejlesztendő kompetenciák	Javasolt tevékenységek	Kapcsolatok
1. fejezet: Nyugvó folyadékok és gázok	A tanulók a fejezet anyagát feldolgozva megértik a hidrosztatikai nyomás fogalmát, és ennek segítségével tudják értelmezni a légnyomást, a felhajtóerőt, valamint Arkhimédész törvényét. Sok játékos kísérlettel, tanulói mérésekkel tehetjük érthetőbbé, kézzelfoghatóbbá ezt a témát.		
Halmazállapotok A kémiai anyagok háromféle halmazállapotának (szilárd, folyadék, gáz) tulajdonságai molekuláris felépítettségük alapján. A plazma-halmazállapot kvalitatív leírása.	A tanulók értsék a különböző halmazállapotok különbségeit és ezek okát. Legyen elképzelésük a teljesen rendezetlen állapotról, a rövidtávú, illetve a hosszú távú rend fogalmáról.	Tanulókísérletek elvégzésével és animációk megtekintésével, kipróbálásával szerezzenek mélyebb anyagszerkezeti ismereteket a különböző halmazállapotok tulajdonságairól.	Kémia: halmazállapotok. Fizika: a folyadékokról és a gázokról az általános iskolában megismert fogalmak.
Hidrosztatikai nyomás A nyomás fogalma. Pascal-törvény. Nyugvó folyadék szabad felszíne. A hidrosztatikai nyomás. Közlekedőedények vizsgálata. A hidrosztatikai	A tanulók értsék a nyomás, különösen a hidrosztatikai nyomás fogalmát, ismerjék és tudják alkalmazni Pascal törvényét. Ismerjék a hidrosztatikai paradoxont, valamint a	Fizikatörténeti kiselőadás: Pascal munkássága. Tanulókísérletek: hidrosztatikai paradoxon, Cartesius-bűvár stb.	Kémia: egy különleges anyag, a víz. Fizika: A nyomás fogalma (általános iskolai anyag).

paradoxon értelmezése.	közlekedőedények működését.		
A légnyomás A légnyomás mérése. Barométerek.	A tanuló ismerje a légnyomás fogalmát, tudja, hogyan lehet megmérni, és a gyakorlatban milyen mértékegységei vannak.	Torricelli-kísérlet megtekintése higannyal, elvégzése vízzel vagy vörösborral.	Kémia: gázmodell. Történelem, filozófia: „horror vacui”; Galilei és Torricelli kora, munkásságuk.
Arkhimédész törvénye Felhajtóerő folyadékokban és gázokban. Testek úszása, lebegése, elmerülése folyadékokban és gázokban. Szilárd testek és folyadékok sűrűségének meghatározása Arkhimédész törvénye alapján. Nyomáskülönbségen alapuló eszközök.	A tanuló értse a felhajtóerő fogalmát és Arkhimédész törvényét. Ismerjen nyomáskülönbségen, illetve a nyomás kiegyenlítődésén alapuló eszközöket (például pipetta, lopó, víztorony stb.). A tanuló tudjon elvégezni számolási feladatokat a felhajtóerővel, Arkhimédész törvényével, valamint egyes anyagok sűrűségének kiszámításával kapcsolatban [17].	Tanulókísérletek Arkhimédész törvényének igazolására, egyes anyagok sűrűségének meghatározására. Számítási feladatok elvégzése a témakörrel kapcsolatban. Projektmunka: például Héron-kút építése.	Történelem: Arkhimédész és Siracusa.
2. fejezet: Mozgó folyadékok és gázok	A tanulók megérthetik a fejezet tanulása során, hogy a mozgó folyadékok és gázok viselkedése gyökeresen különbözik a nyugvó rendszerekétől, és ez feltehetően		

	gondolkodási, logikai kompetenciájukat fejleszti a természettudományos területen.		
Gyorsuló folyadékok			
Gyorsuló folyadék szabad felszíne. Felhajtóerő gyorsuló folyadékokban.	A tanulók értsék, mi határozza meg a gyorsuló folyadékok felszínét, és egyszerűbb esetekben tudják meghatározni a felszínt. A tanulók tudják értelmezni a felhajtóerőt gyorsuló folyadékokban.	Tanulókísérletek. Animációk. Számolási feladatok.	Fizika: statika és dinamika.
Folyadékok és gázok áramlása			
Folyadékok és gázok stacionárius áramlásának leírása: sebességtér, áramvonalak. A folytonosság törvénye.	A tanulók értsék az áramlási alapfogalmakat. Tudják a folytonosság törvényét (kontinuitási egyenlet) számolási feladatokban használni [17].	DVD filmek, melyek áramlásokat mutatnak be. Animációk, melyek jól mutatják a sebességteret, az áramvonalakat.	Fizika: sebesség fogalom, anyag-megmaradás.
A Bernoulli-törvény			
A Bernoulli-törvény és annak gyakorlati alkalmazásai. A belső súrlódás (viszkozitás) áramló folyadékokban és gázokban. A Magnus-hatás.	A tanuló értse a Bernoulli-törvényt, és ismerjen néhány alkalmazást. A tanuló ismerje a mozgó folyadékokban és gázokban fellépő belső súrlódás (viszkozitás) fogalmát. A tanuló ismerjen jelenségeket a Magnus-hatásra, és értse a jelenségek magyarázatát.	Tanulókísérletek elvégzése. Különböző sportokban a Magnus-hatás bemutatása. A Bernoulli-törvény gyakorlati alkalmazásainak bemutatása a valóságban, filmekben és animációkon.	Fizika: statika és dinamika.

Viszkozitás A közegellenállás lamináris, illetve turbulens áramlás esetén. Aerodinamikai emelőerő. A repülés fizikai alapelvei.	A tanulók értsék, hogy a közegellenállás törvényei eltérőek lamináris és turbulens áramlások esetén. A tanulók ismerjék az aerodinamikai emelőerő fogalmát, valamint a repülés fizikai alapelveit.	Iskolai kísérletek, DVD filmek. Tanulókísérletek elvégzése papírkúpokkal, amiből a közegellenállási erő tulajdonságai kiolvashatók.	Technika, biológia: a repülés, repülő élőlények.
3. fejezet: Molekuláris erők folyadékokban	A tanulók a fejezet tanulása során elsősorban azt az összefüggést ismerhetik meg, hogy a folyadékok felszíne másként viselkedik, mint a folyadékok belseje.		
A kohézió és az adhézió jelensége Egymással érintkező semleges atomok és molekulák kölcsönhatása.	A tanulók értsék a kohéziós és az adhéziós erők jelentését, ezek eredetét, és legyenek képesek ezek összehasonlítására.	Tanulókísérletek, DVD-filmek, animációk.	Kémia: kohézió és adhézió, semleges atomok és molekulák kölcsönhatása.
A felületi feszültség A folyadék felszínének viselkedése. A felületi feszültség, felületi energia. A felületi jelenségek molekuláris értelmezése. A görbületi nyomás és értéke gömbfelület esetén.	A tanulók értsék a felületi feszültség jelentését erőként is, energiaként is. A tanuló ismerje a görbületi nyomás fogalmát, tudja a kiszámításának módját [17].	Folyadékhatárok kísérleti megfigyelése, mérése. Minimálfelületek létrehozása kereteken. Kísérletek a görbületi nyomásra	Kémia: folyadékfelületek kémiai viselkedése. Orvostudomány: tüdőhörgők és a görbületi nyomás.

		szappan- buborékokkal.	
Hajszálcsövesség			
Kapilláris jelenségek	A tanuló értse a kapillaritás és a felületi feszültség kapcsolatát. Tudja kiszámítani a folyadékszint emelkedését (vagy süllyedését) hajszálcsövekben [17].	Tanulókísérletek hajszálcsövekkel. Számolási feladatok a kapillaritás témaköréből.	Biológia, mezőgazdaság: a hajszálcsövek szerepe a vízháztartásban.

4. témakör: Hőtan (30 óra)

A témakörben feldolgozott ismeretek, megalapozott fogalmak széleskörűen járnak körül a hőtani alapjelenségekkel és a termodinamika alapjaival kapcsolatos problémákat. A hőtani alapjelenségekből a hőmérséklet fogalmát, a hőtágulást, a kalorimetriát, a fázisátalakulásokat, valamint a hőterjedés lehetséges módozatait tanítjuk. A termodinamikán belül a gáztörvényekkel, az ideális gáz fogalmával, a hőtan mindhárom főtételével, valamint a körfolyamatokkal foglalkozunk.

Ezek a témák számos, a mindennapi életben fontos terület kompetenciafejlesztésével járnak együtt, hiszen kitérünk a mai, korszerű házak építési módjaira, az öltözködésre, a fűtés, hűtés, hajtás, sütés, főzés helyes megoldásaira [4] [13]. Az energia-munka átalakítás gyakorlati kérdéseinek tárgyalása elősegíti az energia-megmaradás törvényének elmélyítését, vagyis alapvetően fejleszti a természettudományos kompetenciát. Ennek a témakörnek a végén a termodinamika második főtételének tárgyalása, a természeti folyamatok irányának megmutatása, a folyamatokban, jelenségekben mindig jelenlévő irreverzibilitás kimutatása szintén nagymértékben fejleszti a természettudományos gondolkodásmódot.

A tananyagban található számolási feladatok, valamint adatgyűjtéssel és elemzéssel kapcsolatos feladatok fejlesztik az elemző és kritikus gondolkodásmódot [19], támogatják a matematikai kompetenciák fejlődését [17]. Ezekre a területekre nemcsak az érdeklődés, hanem a megfelelő hosszúságú idő is rendelkezésre áll.

Témák, problémák, fogalmak	Követelmények, fejlesztendő kompetenciák	Javasolt tevékenységek	Kapcsolatok
1. fejezet: Hőtani alapjelenségek	A hőtani alapjelenségek ismerete alapozza meg a természettudományi kompetenciák fejlesztését a hőtan egész területén.		
A hőmérséklet A hőmérséklet fogalma, mérése. Hőmérsékleti skálák és összehasonlításuk.	A tanuló ismerje a hőmérséklet fogalmát. A tanuló ismerje a különböző fontos hőmérsékleti skálákat, és tudja átszámítani a hőmérséklet értékét ezekre a skálákra [17].	Kiselőadás, projektmunka, fizikatörténeti búvárkodás: a régi hőmérsékleti skálák kialakulásának története.	Kémia: lehűl vagy felmelegszik? Technikatörténet: a hőmérséklet mérése régen.
Hőtágulás Szilárd testek hőtágulása: vonalmenti (lineáris), felületi, térfogati. Folyadékok hőtágulása. A víz hőtágulásának „rendellenes” viselkedése.	A tanuló ismerje a lineáris, a felületi és a térfogati hőtágulás törvényeit. Tudjon hőtágulási számítási feladatokat végezni [17]. Ismerje a víz különleges hőtágulási viselkedését.	Mérési és számítási feladatok elvégzése. Demonstrációs és tanulói kísérletek.	Kémia: a víz tulajdonságai.
Kalorimetria A hőmennyiség fogalma. Szilárd testek és folyadékok	A tanuló ismerje a hő, a hőkapacitás, a fajhő és a mólhő fogalmát. Tudjon elvégezni	Kalorimetriás mérési és számítási feladatok.	Kémia: a hő fogalma a termokémiában.

hőkapacitása, fajhője, mólhője. Termikus kölcsönhatások vizsgálata (halmazállapot-változás nélkül).	kalorimetriás méréseket és számításokat [17].	Fizikatörténet: A hő fogalmának kialakulása, a kalória története.	
Fázisátalakulások Halmazállapotok és szilárd testek fázisainak megváltozása. A fázisátalakulási hőmérséklet és fázisátalakulási hők értelmezése. Olvadás–fagyás, forrás/párolgás–lecsapódás, szublimáció jellemzése. Fázisátalakulások energetikai vizsgálata, olvadáshő, párolgáshő. A túlhűtés és túlhevítés jelensége. Telített és telítetlen gőzök. A forrás értelmezése. A kritikus állapot.	A tanuló ismerje a különböző halmazállapotokat. Tudjon fázisátalakulások számítási feladatokat elvégezni [17]. Ismerje a túlhűtés és a túlhevítés jelenségét. Tudjon arról, hogy a természetben, a csapadékok kialakulásakor milyen egyensúlyi és nem egyensúlyi halmazállapot-változások játszódnak le. Ismerje a forrás jelenségét. Tudjon arról, mit jelent a kritikus állapot.	Kiselőadás, projektmunka: csapadékok kialakulása és tulajdonságai. Mérési és számítási feladatok elvégzése. Tanári kísérletek a fázisátalakulások témaköréből.	Földrajz: különböző csapadékok a Föld légkörében. Kémia: különböző halmazállapotok.
2. fejezet: Hőterjedés	A tanulók a fejezettel foglalkozva képessé válnak a hőterjedés gyakorlati alkalmazásainak ismeretében arra, hogy felismerjék a környezetükben		

	megvalósítható energiatakarékosság lehetőségeit [4] [13].		
Hővezetés			
A hővezetés jelensége. Jó hővezető és jó hőszigetelő anyagok. A hővezetési egyenlet.	A tanuló ismerje a hővezetés jelenségét, ismerjenek jó hővezető és jó hőszigetelő anyagokat. Egyszerű esetekben tudja alkalmazni a hővezetési egyenletet [17].	Tanári és tanulói kísérletek elvégzése, számítási feladatok a hővezetés témaköréből.	Anyagtudomány: jó hővezető és jó hőszigetelő anyagok.
Hőáramlás			
A hőáramlás jelensége. Természetes és mesterséges hőáramlás. Gyakorlati alkalmazások és természeti példák a hőáramlásra.	A tanuló ismerje a hőáramlás jelenségét, tudja a természetes és a mesterséges hőáramlásokat megkülönböztetni.	Egyszerűbb tanulói kísérletek és demonstrációk elvégzése a hőáramlás témaköréből.	Földrajz: lemeztektonika, napfoltok.
Hősugárzás			
A hőszugárzás jelensége. A kisugárzási és elnyelődési képesség arányossága. A Stefán–Boltzmann-törvény. A Nap hőszugárzása. A napenergia felhasználása.	A tanuló ismerje a hőszugárzás jelenségét, valamint az anyagok kisugárzási és elnyelődési képességének arányosságát. Ismerje a Stefán–Boltzmann-törvényt. Tudja a Nap hőszugárzásából származó energia-áram mértékét, ismerje a napenergia felhasználásának lehetőségeit [4] [13].	Kísérletek, számítási feladatok a hőszugárzás témaköréből. Projektmunka: a Nap bemutatása.	Földrajz, biológia: a Nap hőszugárzása.
3. fejezet: Termodinamika			
	A hőtan első főtétele		

	az energia-megmaradás törvényének egyfajta mélyebb megfogalmazása, a második főtétel pedig a termodinamikai folyamatok irányát mutatja meg, ezért ez a témakör alapvetően fejleszti a természettudományos gondolkodásmódot.		
Gázok állapotváltozásai Állapotjelzők (hőmérséklet, térfogat, nyomás, anyagmennyiség). Boyle–Mariotte és Gay–Lussac törvények. A Kelvin-féle hőmérsékleti skála. Az ideális gáz fogalma. Az egyesített gáztörvény, az ideális gáz állapotegyenlete. Speciális állapotváltozások értelmezése és ábrázolása p - V , p - T , V - T állapotsíkon.	A tanuló ismerje a legfontosabb termodinamikai állapotjelzőket, valamint az állandó hőmérsékletre, nyomásra, illetve térfogatra vonatkozó gáztörvényeket. Ismerje az ideális gáz fogalmát és az abszolút hőmérsékleti skálát. A tanuló ismerje az egyesített gáztörvényt és az ideális gáz állapotegyenletét. Tudja értelmezni és ábrázolni a speciális állapotváltozásokat a különféle állapotsíkokon [17].	Tanulói kísérletek Melde-csővel. Számítási feladatok elvégzése a gáztörvények alapján. Fizikatörténeti barangolás: Boyle, Mariotte, Gay-Lussac és a többiek munkássága. A speciális állapotváltozások grafikus ábrázolása az állapotsíkokon.	Kémia: gáztörvények.
A molekuláris hőelmélet alapjai Az anyag molekuláris szerkezetének bizonyítékai: állandó súlyviszonyok törvénye, Avogadro-törvény. Az atomok és molekulák mérete.	A tanulók ismerjék azokat a tapasztalatokat, amelyek az anyag atomos, illetve molekuláris felépítésének felismerésére	Tanulókísérlet a molekulaméret meghatározására. Csoportmunka: a makroszkopikus és a mikroszkopikus mennyiségek	Kémia: atomok és molekulák mérete, Avogadro-törvény, állandó súlyviszonyok törvénye.

Az „ideális gáz” és modellje. A makroszkopikus termodinamikai mennyiségek (nyomás, hőmérséklet) és speciális állapotváltozások értelmezése a részecskemodell alapján.	vezettek. Ismerjék az ideális gázmodellt. Tudják értelmezni a legfontosabb makroszkopikus mennyiségeket mikroszkopikus alapon.	közötti kapcsolat feltérképezése, megbeszélése.	
A hőtán I. főtétele A belső energia fogalmának általánosítása. A belső energia meghatározása, néhány ekvivalens összefüggés megadása. A szabadsági fok fogalma, ekvipartíció-tétel. A belső energia megváltoztatása munkavégzéssel, melegítéssel. Az energia-megmaradás törvényének általános megfogalmazása – I. főtétel. Gázok állapotváltozásainak (izobár, izoterm, izochor és adiabatikus folyamat) kvantitatív vizsgálata az I. főtétel alapján. A gázok fajhői és mólhői. A Robert-Mayer egyenlet.	A tanuló ismerje a belső energia, a szabadsági fok fogalmát, tudja az ekvipartíció-tételt. A tanuló ismerje a termodinamika első főtételét. Tudja alkalmazni a hőtán első főtételét speciális állapotváltozások esetén. Ismerje az egyatomos és kétatomos gázok mólhő értékeit, tudja, hogyan kell ezekből kiszámítani a gázok fajhő adatait [17]. Ismerje a Robert-Mayer egyenletet.	Számítási feladatok elvégzése az első főtétel témaköréből. A munkavégzés kiszámítása a p-V diagram alapján.	Kémia: termokémia. Fizika: energia-megmaradás.

Körfolyamatok A hőtan első főtételének alkalmazása körfolyamatokra. Hőerőgépek hatásfoka. A Carnot-féle körfolyamat. Hűtőgép, hőszivattyú, és azok jósági tényezője.	A tanuló ismerje a termodinamikai körfolyamat fogalmát. Ismerje a Carnot-féle körfolyamatot. Tudja, hogyan kell a hőgépek hatásfokát, illetve jósági tényezőjét kiszámítani [17].	Egyszerű számítási feladatok elvégzése körfolyamatokra. Stirling-motor modell bemutatása. DVD film megtekintése különböző hőerőgépekről, hűtőgépekről, hőszivattyúkról, légkondicionáló berendezésekről.	Fizika: Az örökmozgó lehetetlensége.
A hőtan II. és III. főtétele A természeti folyamatok iránya. Megfordítható és nem megfordítható folyamatok. Hőmérséklet-változások vizsgálata spontán hőtani folyamatok során. A II. főtétel néhány ekvivalens megfogalmazása. A hőtan III. főtétele.	A tanuló ismerje a hőtan második és harmadik főtételét. Tudja a megfordítható és a nem megfordítható folyamatok jelentését. Ismerje a rend és a rendezetlenség fogalmát, spontán folyamatokban lássa meg a lejátszódási irányt.	Néhány egyszerű kísérlet elvégzése nem megfordítható folyamatra.	Biológia: az élet, mint termodinamikai folyamat.

5. témakör: Rezgések és hullámok (15 óra)

A témakörben feldolgozott ismeretek, jelenségek lefedik a mechanika: rugalmasságtan, rezgések, hullámok, hangtan területeket. A mechanika törvényeinek felhasználásával számos alkalmazáson keresztül az oksági gondolkodás további erősítését folytatjuk.

A rugalmasságtani ismeretek a diákoknak különösen a műszaki kíváncsiságát elégíti ki, valamint a korábban megkezdett (tömegpont, pontrendszerek, merev test) absztrakciós folyamatot egészíti ki. A mechanikai rezgések megismerése tovább fejleszti a természettudományos kompetenciákat, valamint alapot ad a későbbi fejezetekben megjelenő alkalmazásokhoz. A rezgési állapot kiterjesztéseként megismerjük a mechanikai hullámok világát, majd a hangtan alapjaiba nyerünk bepillantást. Ezáltal a természet egységét kifejező elképzelést is erősítjük.

A javasolt tevékenységek között kiemelt helyen van továbbra is az internet, ami a digitális kompetenciák fejlődését segíti [18].

A tananyag elsajátítása során komoly hangsúlyt fektetünk a mechanikai kísérletek bemutatására, elvégeztetésére, valamint a fizikai mérésekre. Továbbra is fontos a tanult fizikai törvények szabatos szóbeli kifejtésére, kísérleti tapasztalatokkal történő alátámasztására szánt idő. A tanult fizikai törvényeket hétköznapi jelenségek magyarázatára használjuk (anyanyelvi kompetencia) [15].

A tanult fizikai fogalmakat, törvényeket alkalmazzuk egyszerű, összetett és bonyolult problémák kvalitatív értelmezésekor és kvantitatív megoldása során. A tananyagban található számolási feladatok, valamint adatgyűjtéssel és elemzéssel kapcsolatos feladatok fejlesztik az elemző és kritikus gondolkodásmódot, támogatják a matematikai kompetenciák fejlődését [17].

Témák, problémák, fogalmak	Követelmények, fejlesztendő kompetenciák	Javasolt tevékenységek	Kapcsolatok
1. fejezet: Rugalmasságtan és rezgések	A rugalmasságtan és a mechanikai rezgések megismerése tovább fejleszti a természettudományos kompetenciákat, valamint alapot ad a későbbi fejezetekben megjelenő alkalmazásokhoz.		
Szilárd testek alakváltozásai A rugalmas megnyúlás leírása, nyújtási diagram. Húzó-nyomó erők, Hooke törvény. A rugalmas megnyúlás molekuláris értelmezése. További rugalmas alakváltozások: hajlítás, lehajlás, nyírás, csavarás. A rugalmas energia. Képlékeny alakváltozások, szakítódiaagram értelmezése.	Értse a rugalmas alakváltozás jelentését, jellemzőit. Tudja értelmezni a nyújtási diagramot. Ismerje Hooke törvényét, és problémák megoldásában tudja alkalmazni. Ismerje a jelenség atomfizikai magyarázatát. Tudja, hogy a nyújtóerő munkája belső energiaként tárolódik. Tudja jellemezni a többi rugalmas alakváltozást.	Szilárd testek kicsi deformációjának kimutatása egyszerű eszközökkel (gombostű, mint görgő). Nyújtási diagram felvétele és elemzése. Rugalmassági modulus meghatározás megnyúlásból, illetve lehajlásból. Gyűjtőmunka: Keressünk minél több példát a mindennapi életből, ahol rugalmas alakváltozással lehet találkozni! Számításos feladatok.	Fizika: erő, változó erő munkája, energia. Matematika: alpműveletek, egyenes arányosság, függvény-vizsgálat, egyenletrendezés. Technikai eszközök.

Mechanikai rezgés A harmonikus rezgőmozgás kísérleti vizsgálata. A rezgést jellemző mennyiségek. Newton II. törvényének alkalmazása a rugón lévő testre. Harmonikus rezgőmozgás származtatása egyenletes körmozgásból vetületi mozgásként. A kitérés, sebesség és gyorsulás időfüggvényei. A rezgésidő kiszámítása. A rezgés energiája, energia-megmaradás. A matematikai inga kísérleti és elméleti vizsgálata. A rezgést befolyásoló külső hatások következményei (csillapodás, kényszerrezgések, rezonancia, csatolt rezgések kísérleti vizsgálata). Rezgések összetétele, szuperpozíció-elv. Lebegés.	Tudja, hogy harmonikus rezgőmozgást harmonikus erő hoz létre. Ismerje a rezgést leíró fogalmakat. Értse a harmonikus rezgőmozgás és az egyenletes körmozgás kapcsolatát. Ismerje a mozgást leíró kinematikai függvényeket. Legyen képes a rezgésidő és a lengésidő mérésére, illetve kiszámolására a szükséges adatok birtokában. Tudja a rezgőmozgást energetikailag jellemezni. Ismerje a rezgést befolyásoló külső hatások következményeit. Tudja alkalmazni a szuperpozíció-elvet rezgések összetételére. Tudjon értelmezni rezonancia-jelenségeket.	Keressünk minél több példát a mindennapi életből, ahol rezgésekkel lehet találkozni! Mérési feladat: Különböző tömegű testeket helyezünk különböző rugókra, majd hozzuk rezgésbe. Mérjük a rezgésidőt! Hogyan függ a rezgésidő a test tömegétől, a rugótól? Mérjük meg különböző hosszúságú fonálingák lengésidőjét! Hogyan függ a mért lengésidő a fonál hosszától? Csillapodó rezgés megfigyelése. Projektmunka: Milyen a modern autó lengéscsillapítója? Rezonancia-görbe elemzése. Fizikatörténeti kutatómunka: Christian Huygens munkássága. Film: A Tacoma-híd katasztrófája. Számítási feladatok megoldása.	Fizika: egyenletes körmozgás kinematikája, dinamikája. Matematika: alpműveletek, egyenletrendezés, táblázat és grafikon készítése. Technikai eszközök: időmérő szerkezetek, hidak, mozgó alkatrészek stb. Internet, könyvtár: fizikatörténeti kutatómunka.
2. fejezet:			

Hullámok, hangtan	A rezgési állapot kiterjesztéseként megismerjük a mechanikai hullámok világát, majd a hangtan alapjaiba nyerünk bepillantást. Ezáltal a természet egységét kifejező elképzelést is erősítjük.		
Mechanikai hullámok leírása A hullám, mint a közegben terjedő rezgésállapot. Mechanikai hullámok típusai a hordozó közeg dimenziószáma alapján. A hullámot jellemző mennyiségek: hullámhossz, periódusidő, terjedési sebesség. A harmonikus hullám.	Ismerje a mechanikai hullám fogalmát, létrejöttének feltételeit. Tudjon felsorolni többfajta mechanikai hullámot! Ismerje a hullámhossz fogalmát, a hullámhossz, a frekvencia és a terjedési sebesség közötti kapcsolatot. Tudja, mit nevezünk harmonikus hullámnak.	Kísérletek vizes káddal, kötéllal, nagy rugóval. Gyűjtőmunka: Keressünk minél több példát a mindennapi életből, ahol hullámokkal lehet találkozni! Keressünk az interneten olyan filmet, amin stadionban kialakuló mexikói hullám látható! Végezzünk becslést a hullám terjedési sebességére! Számításos feladatok megoldása.	Fizika: mechanikai rezgések. Matematika: alpműveletek, egyenletrendezés.
Hullámjelenségek			
Longitudinális és transzverzális hullám, polarizáció. Hullámjelenségek kísérleti vizsgálata gumikötelen és hullámkádban.	Meg tudja különböztetni a hosszanti (longitudinális) és keresztirányú (transzverzális) hullámokat!	Tanulói kísérlet: Hozzunk létre slinky-vel hosszanti és keresztirányú hullámokat! Kísérletek vizes	Fizika: hullámtani ismeretek elmélyítése. Matematika: alpműveletek,

Hullámok találkozása, visszaverődése. Felületi hullámok visszaverődésének és törésének kísérleti vizsgálata és értelmezése a hullámterjedés Huygens-féle elve alapján. Snellius-Descartes törési törvény. Interferencia, elhajlás, a hullámterjedés Huygens-Fresnel-féle elve. Állóhullámok kialakulása kötél, a hullámhossz és kötékhossz kapcsolata. A hullámcsomag.	Le tudja írni a jellegzetes hullámjelenségeket, mint törés, visszaverődés, polarizáció, elhajlás, interferencia, állóhullámok. Tudjon példákat mondani hullámjelenségekre a hétköznapi életből. Ismerje a hullámterjedés Huygens-féle, illetve Huygens-Fresnel-féle elvét.	káddal, kötéllel, nagy rugóval. Projektmunka: Hogyan mozognak a vízcseppek a víz hullámában? (Körkörös mozgás) Járjunk utána, hogyan függ a víz hullám terjedési sebessége a vízmélységtől! Esetleg végezzünk méréseket! Gyűjtőmunka: hullámjelenségek a hétköznapi életből. Számítási feladatok megoldása.	egyenletrendezés. Internet: gyűjtőmunka a projektmunkákhoz. Földrajz: földrengések.
A hang hullámtulajdonságai A hang keletkezése, terjedése közegben. A hétköznapi hangtani fogalmak fizikai értelmezése: hangmagasság, hangerősség, alaphang, felhangok, hangszín, hangsor, hangköz. Az emberi fül felépítése. Hangtani állóhullám, a hangsebesség mérése. A hang energetikai jellemzése, a decibelskála. Doppler-jelenség és alkalmazásai, fejhullám. Infrahang, ultrahang és alkalmazásai.	Tudja, hogy a hang is hullám. Tudja a hang jellemzőinek fizikai értelmezését. Ismerje az emberi fül legfontosabb részeit, azok működésének fizikai mechanizmusát. Legyen tisztában a fokozott hangerő egészségkárosító hatásával, a hatást csökkentő biztonsági intézkedésekkel [4] [13] [30]. Ismerje a decibel skála sajátosságait. Legyen tisztában az emberi fül hallástartományával, azzal, hogy nem minden hang	Kutatómunka: Mit nevezünk zajszennyezésnek? Ez miért veszélyes? Mit lehet ellene tenni? Mérési feladat: a hang sebességének mérése egyszerű eszközökkel. Egyszerű kísérletek: hanginterferencia, hanglebegés, hangvisszaverődés, Doppler-jelenség. Zsinórtelefon készítése műanyag pohár és madzag segítségével.	Fizika: hullámtani ismeretek mélyítése. Matematika: alpműveletek, logaritmus fogalma, azonosságai, egyenletrendezés. Biológia: a fül felépítése, egészségvédelem. Ének-zene: hangszerek, hangsorok, hangzás. Internet: gyűjtőmunka a projektmunkákhoz.

	érzékelhető a fül számára. Ismerje az ultrahang (infrahang) felhasználásának lehetőségeit (pl.: az orvosi alkalmazásokat, az ultrahangos felvétel készítésének elvét) [30]. Tudjon példát mondani a Doppler-jelenség alkalmazására.	Hangszer készítése, azon valamilyen dallam eljátszása (pl.: poharak hangolása). Hangok számítógépes elemzése, frekvencia analízis a hangszín, a hangmagasság értelmezésére. Önálló munkák: - Hogyan tájékozódunk a denevérek? - A hangszerek története. - A hangsorok története. - Mikor mondjuk azt, hogy egy hang hamis? - Mi az abszolút hallás? - Mi a hifi minőség, milyen eszközök rendelkeznek ezzel? Egyszerű számításos feladatok megoldása.	
--	--	--	--

A továbbhaladás feltételei a 9. osztályban

Legyen képes fizikai jelenségek megfigyelésére, és az ennek során szerzett tapasztalatok elmondására. Tárja fel a megfigyelt jelenség ok-okozati hátterét.

Tudja helyesen használni a tanult mechanikai alapfogalmakat (tehetetlenség, sebesség, gyorsulás, tömeg, erő, erőtvörvények, lendület, munka, energia, teljesítmény, hatásfok, tömegközéppont, forgatónyomaték, perdület). Értse a mechanika alaptörvényeit, és tudja felhasználni azokat mozgásokkal kapcsolatos problémák és más összetett események magyarázatára és megoldására. Értse és tudja felhasználni a megmaradási törvényeket. Legyen képes egyszerű, összetett és bonyolult mechanikai feladatok megoldására a tanult alapvető összefüggések segítségével. Ismerje és használja a tanult fizikai mennyiségek mértékegységeit.

Ismerjen olyan kísérleti eredményeket, tapasztalati tényeket, amelyekből arra következtethetünk, hogy az anyag atomos szerkezetű. Ismerje a folyadékok belsejében és felületén érvényes igaz törvényeket. Tudja értelmezni a nyomáskülönbségen alapuló eszközök működését

Ismerje fel, hogy a termodinamika általános törvényeit – az energia-megmaradás általánosítása (I. főtétele), a spontán természeti folyamatok irreverzibilitása (II. főtétele), az abszolút zérus fok elérhetetlensége (III. főtétele) – a többi természettudomány is alkalmazza, és ezt tudja egyszerű példákkal illusztrálni.

A kinetikus gázmodell segítségével tudja értelmezni a gázok fizikai tulajdonságait, értse a makroszkopikus rendszer és a mikroszkopikus modell kapcsolatát. Ismerje fel a mindennapi életben a tanult hőtani jelenségeket és legyen képes azokat értelmezni.

Ismerje a rezgések és a hullámok fizikai jellemzőit. Ezeket tudja alkalmazni hangtani jelenségek értelmezésére.

Legyen képes egyszerű, összetett és bonyolult mechanikai és hőtani feladatok megoldására a tanult alapvető összefüggések segítségével.

Tudjon példákat mondani a tanult jelenségekre, a tanult legfontosabb törvényszerűségek érvényesülésére a természetben, a technikai eszközök esetében. Tudja a tanult mértékegységeket a mindennapi életben is használt mennyiségek esetében használni. Legyen képes a tanult összefüggéseket, fizikai állandókat a képlet- és táblázatgyűjteményből kiválasztani, a formulákat értelmezni. Legyen képes a számítógépes világhálón a témához kapcsolódó érdekes és hasznos adatokat, információkat gyűjteni.

10. osztály

A 10. osztály tananyaga négy témakörre oszlik („Elektromosság”, „Mágnesség”, „Elektromágneses indukció”, „Fénytan”), amelyek tárgyalását az alábbi fejezetek szerinti bontásban javasoljuk. A feldolgozott tartalmak összefoglalását és a főbb kompetenciafejlesztési célokat az egyes témakörök előtt adjuk meg részletesen.

6. témakör: Elektromosság (30 óra)

1. fejezet: Elektrosztatika
2. fejezet: Egyenáramok

7. témakör: Mágnesség (15 óra)

1. fejezet: Mágneses erők és mezők
2. fejezet: A mágneses erőter forrása

8. témakör: Elektromágneses indukció (20 óra)

1. fejezet: Indukciós jelenségek
2. fejezet: Váltakozó áramú áramkörök
3. fejezet: Elektromágneses hullámok

9. témakör: Fénytan (27 óra)

1. fejezet: Fénysugarak
2. fejezet: Fényhullámok

6. témakör: Elektromosság (30 óra)

A témakörben feldolgozott ismeretek, jelenségek lefedik az elektrosztatika, elektromos egyenáram, illetve az elektrokémia területeket. Rengeteg elektromos készülék vesz körül minket. Működésük megismerése nemcsak intellektuális igényünket elégíti ki, hanem segíti a helyes fizikai világgép kialakulását is.

A bevezetett fizikai fogalmak, leírt természeti jelenségek, megismert törvényszerűségek, megértett alkalmazások is hozzájárulnak a természettudományos kompetencia fejlesztéséhez.

A javasolt tevékenységek között kiemelt helyen van az internet használata, ami a digitális kompetenciák fejlődését segíti. A világhálón tanári útmutatás alapján a legkülönbözőbb problémákhoz kereshetnek a diákok leírásokat, adatokat [18]. A munka közben a diákok kritikai képességei fejlődnek, a projektmunkák elkészítése során az anyanyelvi kompetenciájuk is erősödik [15].

A csoportmunkák során a diákok vitakultúrája, empátiája nőhet [16]. A sok életközeli kérdésfelvetés a tanulókat közelebb viszi a technikai eszközökhöz [11]. A környezettudatos, a természet épségét óvó magatartás kialakítása a cél [4] [13]. A feldolgozás módja segíti a diákokat abban, hogy a modern technológiákat a környezet lehetőségeivel összhangban használhassák, és így a gazdasági élet tudatosabb szereplőivé váljanak [2] [4] [13] [27].

A tananyagban található számolási feladatok, valamint adatgyűjtéssel és elemzéssel kapcsolatos feladatok fejlesztik az elemző és kritikus gondolkodásmódot, támogatják a matematikai kompetenciák fejlődését [17].

A hétköznapijainkban megjelenő technikai eszközök működésén túl olyan természeti jelenségeket is megismernek a diákok, amelyek várhatóan nagy érdeklődést keltenek. Ez az önálló tanulást is motiválja [19].

Témák, problémák, fogalmak	Követelmények, fejlesztendő kompetenciák	Javasolt tevékenységek	Kapcsolatok
1. fejezet: Elektrosztatika	Az elektrosztatika az elvont matematikai gondolkodás fejlesztésének terepe [17]. Számítógépes szimulációkkal tehetjük szemléletesebbé a különböző elektrosztatikus elrendezéseket [18].		
Elektrosztatikus erők és mezők Az elektromos töltés fogalma. Elektromos vezetők és szigetelők. Az elektromos megosztás jelensége. Coulomb-törvény. Az elektromos mező fogalma, elektromos térerősség. Elektromos erővonalak. Ponttöltés mozgása elektromos mezőben.	A tanulók ismerjék az elektrosztatikus alapjelenségeket. Tudják számításokban használni a Coulomb-törvényt [17]. Ismerjék az elektromos mező szemléltetését erővonalakkal. Alakuljon ki bennük elképzelés az elektromos mezőt jellemző térerősségről. Egyszerűbb esetekben tudják kiszámítani az elektromos mezőben lévő töltések mozgását [17].	Elektrosztatikus alapjelenségek kísérleti demonstrációja. Számolási feladatok elvégzése az elektrosztatika köréből.	Matematika: vektorműveletek, grafikus ábrázolás.
Elektromos potenciál és feszültség Az elektromos potenciális energia. Az elektromos potenciál fogalma. Elektromos feszültség. Összefüggés az	A tanuló ismerje az elektromos potenciál, a potenciális energia, valamint a feszültség fogalmát. Értse a kapcsolatot az elektromos térerősség	Mérések elektrosztatikus műszerekkel. Számolási feladatok a potenciállal	Földrajz: szintfelületek.

elektromos térerősség és a potenciál között. Az energia- megmaradás törvényének alkalmazása mozgó töltésekre. Ekvipotenciális felületek.	és a potenciál között. Ismerjék az ekvipotenciális felületek megrajzolásának módszerét [17] [18]. Tudja alkalmazni az energia-megmaradás törvényét mozgó töltésekre. Ismerje az elektronvolt fogalmát.	kapcsolatban. Számítógépes szimulációk használata az ekvipotenciális felületek megrajzolására.	
Elektrosztatikus jelenségek Vezetők elektrosztatikus egyensúlyban (csúcshatás, Faraday-kalitka, árnyékolás). Villámhárítók.	A tanuló ismerje a következő elektrosztatikus jelenségeket: csúcshatás, Faraday- kalitka, árnyékolás. Ismerje a villámhárítók típusait és működési elvéket.	Demonstrációs kísérletek az elektrosztatikus jelenségek témaköréből.	Biológia: villámok élettani hatása.
Kondenzátorok A kapacitás fogalma. Síkkondenzátor kapacitása. Kondenzátorok kapcsolása. Szigetelők (dielektrikumok) szerepe. A polarizáció jelensége. Kondenzátorokban tárolt energia. Az elektromos mező energiasűrűsége.	A tanuló ismerje a kapacitás fogalmát, a kondenzátorok működési elvét. Tudja kiszámítani a síkkondenzátor kapacitását [17]. Ismerj a polarizáció jelenségét, valamint a dielektrikumok szerepét a kondenzátorok kapacitásának növelésében. Tudja meghatározni a kondenzátorokban tárolt energiát, ismerje az elektromos mező energiasűrűségének kiszámítási módját [17].	Számítási és mérési feladatok kondenzátorokkal. Számítási feladatok elvégzése a kondenzátorokban tárolt energiával kapcsolatban.	Kémia: poláros anyagok.

2. fejezet: Egyenáramok	Az elektromos áram teljesen átszövi a mindennapi életünket. Az alapjelenségek megértése nemcsak a természettudományos kompetenciát fejleszti, hanem jól mutatja a szoros kapcsolatot a tudomány és a gyakorlati felhasználás között.		
Az elektromos áram és az ellenállás Az elektromos áram fogalma. Az elektromotoros erő fogalma. Az elektromos ellenállás és az elektromos vezetőképesség fogalma. Ohm-törvény. Fémek elektromos vezetésének szabadelektron-modellje. Az elektromos ellenállás hőmérséklet függése. Az áramsűrűség, a fajlagos ellenállás és a fajlagos vezetőképesség fogalma.	A tanuló ismerje az elektromos áram, valamint az elektromotoros erő fogalmát. A tanuló ismerje az elektromos ellenállás és az elektromos vezetőképesség, valamint a fajlagos ellenállás és a fajlagos vezetőképesség fogalmát. A tanuló ismerje az Ohm-törvényt, és tudja használni számítási feladatokban [17]. A tanuló ismerje a fémek vezetésének Drude-modelljét. Tudjon az elektromos ellenállás hőmérsékletfüggéséről.	Az elektromos árammal és az Ohm-törvénnyel kapcsolatos mérések és számítási feladatok elvégzése. Izzólámpa elektromos ellenállásának mérése különböző terhelő áramok (vagyis különböző hőmérsékletek) mellett.	Kémia: fémes kötés.
Az elektromos teljesítmény Joule-hő. Az elektromos teljesítmény. Fogyasztók teljesítményének kiszámítása.	A tanuló tudja az elektromos teljesítmény és a Joule-hő kiszámításának módját [17].	Számítási feladatok az elektromos teljesítménnyel és a Joule-hővel.	Közgazdaságtan: miért kerül annyiba az áram, amennyibe kerül.

Mennyibe kerül az elektromos energia? Mit mutat a villanyszámla? Hol kellene takarékoskodni?	Ismerje a fogyasztók teljesítmény adatainak jelentését, az adatokból levonható következtetéseket. Tudja, hogyan lehet takarékoskodni az elektromos energiával.	A villanyszámla adatainak elemzése.	
Egyenáramú áramkörök Sorosan és párhuzamosan kapcsolt ellenállások. Kirchhoff-törvények. A huroktörvény és a csomóponti törvény alkalmazása áramkörökben. A szuperpozíció elvének alkalmazása áramkörökben. Ellenállásokat és kondenzátorokat tartalmazó áramkörök vizsgálata. Árammérő és feszültségmérő műszerek kapcsolása, a műszerek méréshatárának kiterjesztése. Milyen a hálózat a lakásokban? Érintésvédelem, az elektromos áram élettani hatása.	A tanuló ismerje a soros és a párhuzamos kapcsolásokat. Tudja Kirchhoff törvényeit. Tudja alkalmazni a hurok- és a csomóponti törvényt [17]. Ismerje az elektromos mérőműszerek használatának szabályait, méréshatáruk kiterjesztésének módját. Ismerje a lakásokban található elektromos hálózatok felépítésének alapelveit. Ismerjék a legfontosabb érintésvédelmi szabályokat [30].	Különböző áramkörökkel és mérőműszerekkel végzett mérési és számítási feladatok. DVD film megtekintése az érintésvédelmi szabályokról, az elektromos áramütés veszélyeiről.	Orvostudomány: az áramütések élettani hatása. Biológia: az elektromos áram élettani hatása.
Elektrokémia Az elemi töltés fogalma. Millikan-kísérlet. Az elektrolízis alapjelenségei. Az elektrolízis Faraday-törvényei. Az elektrokémiai	A tanuló ismerje az elemi töltés fogalmát, tudják, hogyan mérte meg Millikan az elemi töltést. A tanuló ismerje az elektrolízis alapjelenségeit, a	Mérési és számítási feladatok az elektrokémia témaköreiből. Mérési és számítási feladatok telepek	Kémia: elektrokémiai ismeretek. Az elektromos áram kémiai hatása.

egyenérték. Galvánelemek és akkumulátorok. Újratölthető elemek. Telepek elektromotoros ereje és belső ellenállása. Belső ellenállással rendelkező telepeket tartalmazó áramkörök vizsgálata. Telepek hatásfokának számítása.	Faraday-törvényt, valamint az elektrokémiai egyenérték fogalmát. A tanuló ismerje a galvánelemek és az akkumulátorok működésének alapelveit. Tudjon számítási feladatokat végezni belső ellenállással rendelkező telepekkel [17].	elektromotoros erejével és belső ellenállásával kapcsolatban, telepek hatásfokával kapcsolatban.	
---	--	---	--

7. témakör: Mágnesség (15 óra)

A témakör célja a mágnességgel kapcsolatos ismeretek feldolgozása, az elektromos áram és a mágnesesség kapcsolatának megismerésével az integrált természettudományos szemlélet kialakulásának támogatása. A bevezetett fizikai fogalmak, leírt természeti jelenségek, megismert törvényszerűségek hozzájárulnak a természettudományos kompetencia fejlesztéséhez.

A pontosan és szabatosan bevezetett fizikai fogalmak segítségével matematikai formába öntött törvények feltárásán és logikus alkalmazásán keresztül vezet az út a hétköznapi életben fontos alkalmazások, jelenségek megértése felé. A számításos feladatok megoldása fejleszti a logikus gondolkodást és későbbi szakmájuk kreatív művelésére teszi alkalmassá a diákokat [17]. A javasolt tevékenységek között található vitatkozásra serkentő feladatok egyrészt a természettudományos kompetencia kíváncsiságot, kritikai hozzáállást megfogalmazó attitűdjét erősítik, másrészt fejlesztik az anyanyelvi kompetenciát [15] [19]. A praktikus kérdésfelvetések a tanulókat a gazdasági élet tudatosabb szereplőivé teszi, a megfelelő ismeretek átadásával segítve őket abban, hogy a technikai eszközöket és modern technológiákat a környezet lehetőségeivel összhangban használhassák [2] [4] [13] [27].

Témák, problémák, fogalmak	Követelmények, fejlesztendő kompetenciák	Javasolt tevékenységek	Kapcsolatok
1. fejezet: Mágneses erők és mezők	A tanulók megismerik a mágneses jelenségeket, lényegi és matematikai leírásukat, ismereteiket alkalmazzák számolások során is. Sokféle mágneses jelenséget figyelhetnek meg, olyan eszközöket, amelyek használják a mágnességet. (mágneses daru, fémalkatrészek válogatása)		
A mágnesség Mágneses alapjelenségek állandó mágnesekkel. A mágneses mező fogalma. Mágneses erővonalak. A Föld mágnessége.	Mutassa be a mágneses alapjelenségeket állandó mágnesekkel, és magyarázza azokat a mágneses mező fogalmával.	Vizsgálják meg interaktív szimuláció segítségével a természetes mágnesek és a Föld körüli mágneses mezőt!	Földrajz: Északi fény, Van Allen övek. Biológia: Hogyan tájékozódnak a költöző-madarak?
A mágneses erő Áramjárta egyenes vezetőre ható erő mágneses térben. Mozgó ponttöltésre ható mágneses erő (Lorentz-erő). A mágneses indukcióvektor fogalma. A mágneses tér	Tudja kiszámolni a homogén mágneses mezőben mozgó ponttöltésre ható mágneses erőt [17]. Ennek ismeretében mutassa meg, hogyan mozoghatnak a töltött részecskék mágneses térben.	Vizsgálják meg az elektronok mozgását mágneses térben elektroncső segítségével vagy videón.	

kísérleti vizsgálata magnetométerrel.			
Mágnesség a gyakorlatban Elektromosan töltött részecskék általános mozgása homogén mágneses térben. Mágneses dipólusok. Galvanométerek. Hall-effektus. A mágneses fluxus fogalma. Kísérletek katódsugarakkal, a fajlagos töltés fogalma. Tömegspektroszkóp. Mágneses anyagok.	Egyszerűbb esetekben számolja ki a mágneses mező fluxusát [17]. Ismertesse a tömegspektroszkóp működési elvét. Csoportosítsa az anyagokat mágneses tulajdonságaik szerint, adjon magyarázatot az eltérő mágneses tulajdonságokra.	Projektfeladat: Milyen hatásmechanizmusa lehet az erős mágnesekkel való gyógyításnak? Érvék, ellenérvék.	
2. fejezet: A mágneses erőter forrása	E fejezetben a diákok megtanulják, hogy a mágneses tér forrásai mozgó töltések. A vizsgált esetekben meghatározzák a keltett tér jellemzőit, ismereteiket használják a fontos gyakorlati alkalmazások működésének értelmezésében és egyszerű számolások végzése közben.		
Az áram keltette mágneses mező Árammal átjárt vezetők (hosszú egyenes vezető, köráram, szolenoid, toroid) mágneses tere. Az Ampère-féle gerjesztési törvény. Árammal átjárt	Alkalmazza az Ampère-féle gerjesztési törvényt a hosszú egyenes vezető körüli mágneses mező indukciójának meghatározásához.	Végezzenek kísérletet az áram által létrehozott mágneses mező kimutatására. Nézzenek meg egy DVD-t a lebegő	

vezetők kölcsönhatása.	Ismerje a köráram, szolenoid, toroid mágneses mezőjét jellemző mennyiségeket és a mező szerkezetét. Számítással is határozza meg a hosszú, párhuzamos, árammal átjárt vezetékek közötti mágneses erő nagyságát és irányát [17].	mágnesvasutakról, ennek alapján tekintsék át az elektromágneses jelenségeket.	
Elektromos motorok Az abszolút amper fogalma. Elektromágneses mértékegységek. Az egyenáramú motor működésének elve A vasmag szerepe elektromágneses tekercsekben, mágneses hiszterézis.	Magyarázza el, hogyan működik az elektromos motor (A HUB motor is), ismertesse az elektromágnes főbb alkalmazásait [11].	Vizsgálják meg az elektromos motor működését egy modellvasút mozdonyának szétszedésével. Projektmunka: Felváltja-e a benzines autót az elektromos? (kérdések közös megfogalmazása, adatgyűjtés, véleményformálás, érvelés a tanár irányításával)	

8. témakör: Elektromágneses indukció (20 óra)

A témakör célja az elektromágneses indukció jelenségével kapcsolatos ismeretek feldolgozása. A témakör elengedhetetlen a modern társadalomban használt infokommunikációs technológiák megértéséhez [18]. A bevezetett fizikai fogalmak, leírt természeti jelenségek, megismert törvényszerűségek hozzájárulnak a természettudományos kompetencia fejlesztéséhez.

A pontosan és szabatosan bevezetett fizikai fogalmak segítségével matematikai formába öntött törvények feltárásán és logikus alkalmazásán keresztül vezet az út a hétköznapi életben fontos alkalmazások, jelenségek megértése felé. A számítási feladatok megoldása fejleszti a logikus gondolkodást, és későbbi szakmájuk kreatív művelésére teszi alkalmassá a diákokat [17]. A javasolt tevékenységek között található vitatkozásra serkentő feladatok egyrészt a természettudományos kompetencia kíváncsiságot, kritikai hozzáállást megfogalmazó attitűdjét erősítik, másrészt fejlesztik az anyanyelvi kompetenciát [15] [19].

A tananyagban található adatgyűjtéssel és elemzéssel kapcsolatos feladatok fejlesztik az elemző és kritikus gondolkodásmódot, támogatják a matematikai kompetenciák fejlődését [17]. A sok technikai eszköz működésével kapcsolatos ismeretek megfelelő módszertani hozzáállással az önálló tanulás fejlesztésére nyújtanak jó lehetőséget, hiszen a vizsgált eszközök mindennapi környezetünk részeként könnyen, önállóan tanulmányozhatóak [19]. A sok praktikus kérdésfelvetés a tanulókat a gazdasági élet tudatosabb szereplőivé teszi, a megfelelő ismeretek átadásával segítve őket abban, hogy a technikai eszközöket és modern technológiákat a környezet lehetőségeivel összhangban használhassák [2] [4] [13] [27].

Témák, problémák, fogalmak	Követelmények, fejlesztendő kompetenciák	Javaolt tevékenységek	Kapcsolatok
1. fejezet: Indukciós jelenségek	A tanulók megismerik az indukció jelenségét, a vizsgált esetekben ki tudják számolni az indukált feszültséget. Szemléletes kép formálódhat bennük a mágneses mezőről, a felület mágneses fluxusáról. Megismerik a nagyon fontos gyakorlati alkalmazásokat is.		
A mozgási indukció A mozgási indukció jelensége. Az indukált feszültség. Elektromos generátorok.	Ismertesse a mozgási indukció jelenségét, egyszerű esetekben számolja ki az indukált feszültséget [17]. Tudja, hogyan lehet áramot létrehozni generátorok segítségével [11].	Hasonlítsák össze a különböző erőművek működését, felépítését. Kísérletekkel mutassák be az indukció jelenségét.	Fizika: energetika.
A nyugalmi indukció A nyugalmi indukció jelensége. Faraday-törvény. Lenz-törvény. Örvényáramok.	A Faraday törvény és a Lenz törvény ismeretében határozza meg egyszerű esetekben a nyugalmi indukció során kialakult áram erősségét és irányát [17].	Nézzenek utána, hogyan működik az elektromágneses ágyú!	
A transzformátor A transzformátor működésének elve. A transzformátorok gyakorlati alkalmazásai. A kölcsönös indukció jelensége. Az önindukció jelensége.	Ismerje, hogy mire és hogyan használják a transzformátorokat. Az önindukciós együttható és a kölcsönös indukciós együttható ismeretében számolja ki a tekercs	Végezzenek mérőkísérletet annak feltárására, hogy milyen tényezők befolyásolják a két tekercs közötti induktív csatolás	Fizika: energetika, az áram szállítása.

	végei között indukálódott feszültséget egyszerű esetekben [17].	erősségét.	
Elektromágnesség Az önindukciós tekercs energiája, a mágneses mező energiasűrűsége. Faraday és az indukció	Ismertesse Faraday életét, elképzeléseit az elektromágnességgel, a fénnel kapcsolatban, helyét korának társadalmában.		Történelem: Faraday és kora.
2. fejezet: Váltakozó áramú áramkörök	A tanulók megismerik a váltakozó áramot jellemző mennyiségeket, ismereteik felhasználásával megmagyarázhatják néhány fontos gyakorlati alkalmazás működését. Fontos szerephez jutnak a számolások feladatok.		
A váltakozó áram Váltakozó feszültség kísérleti előállítása, váltófeszültség, váltóáram fogalma és jellemzése. Effektív feszültség, effektív áramerősség fogalma és mérése.	Értse, hogy a frekvencia, amplitúdó, az effektív áramerősség és feszültség milyen szempontból jellemzi a váltóáramot. Oldjon meg egyszerű feladatokat a váltóáram pillanatnyi áramerősségét és feszültségét megadó függvényekkel és az effektív jellemzőkkel [17].	A kerékpár dinamójának vizsgálata: hogyan működik? Fizikatörténet: Ismerje meg Edison munkásságát! Vizsgáljanak váltakozó áramú köröket áramkör modellező programmal, majd építsék meg a valóságos áramkört.	
Hogyan működik néhány egyszerű elektromos berendezés?			

Egyszerű váltakozó áramú körök. Egyenirányítók. Szűrők.	Tudja, hogyan viselkedik a kondenzátor és a tekercs váltóáramú áramkörben (impedancia, fázistolás). Ismerje a dióda karakterisztikáját és néhány frekvenciafüggő feszültségosztó működését	Soros RL, RC, RLC körök, párhuzamos LC tag kísérleti vizsgálata.	
3. fejezet: Elektromágneses hullámok	Az elektromágneses hullámok jellemző mennyiségei, kvantitatív és kvalitatív leírásuk, néhány jellemző jelenség megismerése. Mindezekkel kapcsolatos számolások, becslések.		
Elektromágneses sugárzás Gyorsuló töltések által keltett elektromágneses hullámok. Antennák.	Magyarázza meg, hogyan sugároznak az antennák.	Problémamegoldás csoportban: Miért recseg a tévé, rádió, ha felkapcsoljuk a villanyt? Az elektromágneses hullámok szemléltetése szimulációkkal, modellekkel.	
Mi hullámoz az elektromágneses hullámban? Az elektromágneses színek. Az elektromágneses hullámok sebessége vákuumban és anyagi közegekben. A vákuumban terjedő	Ismerje az elektromágneses színek tartományait, jellemző hullámhosszukat, terjedési sebességüket, a hullámhossz, a	Színképek vizsgálata. Az elektromágneses hullámban terjedő energia kimutatása egyszerű kísérlettel.	

elektromágneses hullámok jellemzői. Az elektromágneses hullámban terjedő energia.	frekvencia és a terjedési sebesség kapcsolatát. Magyarázza meg, hogyan rezegnek a vákuumbeli síkhullámban az indukció és a térerősség vektorok, hogyan határozzák meg az energiaterjedés irányát, a szállított energia nagyságát.		
Polarizáció és Doppler- eltolódás Polarizáció. Elektromágneses hullámok Doppler-eltolódása.	Tudja, mit jelent, hogyan valósítható meg az elektromágneses hullámok polarizációja, és miben nyilvánul meg a Doppler- eltolódás?		Csillagászat: a táguló Világegyetem.

9. témakör: Fénytan (27 óra)

A témakör célja a körülöttünk található optikai eszközökkel kapcsolatos alapvető ismeretek átadása. A geometriai optika törvényeinek alkalmazása fejleszti a logikus gondolkodást [5] és számolási készséget [17], a hullámoptikai ismeretek a fény természetének mélyebb megértését teszik lehetővé. A témakör elengedhetetlen a modern társadalomban használt infokommunikációs technológiák megértéséhez [18].

A javasolt tevékenységek között található vitatkozásra serkentő feladatok egyrészt a természettudományos kompetencia kíváncsiságot, kritikai hozzáállást megfogalmazó attitűdjét erősítik, másrészt fejlesztik az anyanyelvi kompetenciát [15].

A tananyagban található adatgyűjtéssel és elemzéssel kapcsolatos feladatok fejlesztik az elemző és kritikus gondolkodásmódot [19], támogatják a matematikai kompetenciák fejlődését [17].

A sok technikai eszköz működésével kapcsolatos ismeretek megfelelő módszertani hozzáállással az önálló tanulás fejlesztésére nyújtanak jó lehetőséget, hiszen a vizsgált eszközök mindennapi környezetünk részeiként könnyen, önállóan tanulmányozhatóak [19].

Témák, problémák, fogalmak	Követelmények, fejlesztendő kompetenciák	Javasolt tevékenységek	Kapcsolatok
1. fejezet: Fénysugarak	A fejezet anyagát feldolgozva a tanuló megtudhatják, hogy miért lehet a fény viselkedését fénysugarakkal leírni, és hogyan vezet ez a leírás hasznos gyakorlati ismeretekhez.	Egyszerű, számításos feladatokat oldanak meg a tanult fogalmakkal és törvényekkel kapcsolatban. A fénysugár tulajdonságainak megismerése érdekében lehetőleg sok kísérletet végezzenek optikai készlettel vagy saját maguk által épített berendezéssel, ezekben használjanak új fényforrásokat (lézer, LED, gázkisülésű cső) is a hagyományos izzószál és gyertyaláng mellett.	
A fény törése, visszaverődése Hullámfrontok, fénysugarak. Huygens-elv. A fény visszaverődése. A fény törése. Snellius-Descartes-törvény. Fermat-elv. Teljes visszaverődés.	Vezesse le a Snellius-Descartes törvényt a Huygens-elv és a Fermat- elv segítségével is. Ismerje a teljes visszaverődést, a teljes visszaverődés határszögét.	Hullámkád segítségével vizsgálják meg a fény törésének és visszaverődésének törvényeit.	Matematika: szinusz, koszinusz, tükrözés.
Képalkotás fénysugarakkal A képalkotás fogalma (valódi és látszólagos képek). Síktükrök képalkotása.	A nevezetes fénysugarak segítségével magyarázza meg, hogyan alkotnak	Építsenek camera obscurát! Használjanak interaktív szimulációt	Matematika: egyenes rajzolása, metszéspont.

Gömbtükrök képalkotása. A nagyítás fogalma. Fénytörés gömbfelületen. Vékony lencsék képalkotása. A dioptria fogalma.	valódi és látszólagos képet az egyszerű optikai eszközök. Ismerje a leképezési törvényt, számolja ki egyszerű esetekben a nagyítást [17], tudja, mi a dioptria.	az egyszerű optikai eszközök működésének megismerésére! Vizsgálják meg egyszerű optikai pad segítségével a leképezési törvény érvényességét!	
Optikai eszközök Lencserendszerek működési elve, képalkotásuk. Fényképezőgépek. Az emberi szem működése. Az egyszerű nagyító. Fénymikroszkóp modellje. Távcsövek. Tükrök és lencsék képalkotási hibái.	Tudja megrajzolni lencserendszerek nevezetes sugármeneteit. Ennek segítségével értse meg a legfontosabb optikai eszközök működését, legfontosabb jellemzőiket, az előforduló képalkotási hibákat.	Hozzanak be az iskolába otthon használt optikai eszközöket és vizsgálják meg azokat!	Fizika: csillagászati eszközök. Kémia, biológia: mikroszkóp.
Felfedezések távcsövekkel Hogyan változtatták meg a távcsöves megfigyelések a világot?	Ismerje az első távcsöves megfigyelők (Galilei) tevékenységét, néhány megfigyelésüket, ezek társadalmi hatásait [3].	Projektmunka: hogyan használta a távcsövet Galilei, mit figyelt meg és miért kellett visszavonnia tanait?	
2. fejezet: Fényhullámok	A tanulók elsajátítják a fény hullámtermészetével kapcsolatos tudnivalókat. A bevezetett fogalmakat és törvényeket egyszerű számításos feladatokban is alkalmazzák. Ez fejleszti a matematikai kompetenciát [17].	Érdekes lézerrel végezni interferencia kísérleteket vagy a fény kettős természetével kapcsolatos ismeretterjesztő filmet megnézni. Érdekes, kutatásra alkalmas kérdés: megjelennek-e az interferencia mintázatok a	

		képzőművészetben?	
Elektromágneses hullámjelenségek Az interferencia fogalma (erősítés, gyengítés feltételei). Kétréses interferencia. Többréses interferencia. Interferencia vékony rétegeken. A Michelson-féle interferométer. A fényelhajlás jelensége. Huygens-Fresnel-elv. Elhajlás optikai rácson. Röntgen-diffrakció. Holográfia. Polarizáció visszaverődés következtében.	Tudja, hogyan alakul ki interferencia mintázat koherens hullámok találkozásakor. Fogalmazza meg matematikai formában az erősítés, gyengítés feltételeit. Ez alapján elméletileg is írja le a kétréses, többréses, valamint vékony rétegeken bekövetkező interferencia jelenséget [17]. Magyarázza az elhajlási jelenségeket a Huygens-Fresnel elv segítségével. Ismerje a röntgen diffrakció felhasználási módját, valamint a hologramok felvételének és előhívásának módját. Ismerje a polarizáció jelenségét visszaverődés közben.	Fényképezzenek le hétköznapi életben megfigyelhető interferencia mintázatokat. (szappanhártyák, olajfolt) Vizsgáljanak lézermutatós tollal és gézzel létrehozott interferencia képeket!	Fizika: elektromágneses hullámok.
Mi is valójában a fény? Newton, Huygens és Maxwell elképzelései a fényről.	Tudja, hogyan próbálta Huygens, Newton és Maxwell megmagyarázni a fénnel kapcsolatos – az adott történelmi korban ismert – tapasztalatokat.	Elemezzenek korabeli forrásokat, melyekben az említett tudósok vagy kortársaik kifejtik véleményüket.	Irodalom: forráselemzés.

A továbbhaladás feltételei a 10. osztályban

Ismerje az elektromos töltés fogalmát, az elektrosztatikus mező tulajdonságait, a töltések közötti kölcsönhatást. Ismerje az elektromos potenciál és feszültség fogalmát, értse a kondenzátorok töltéstároló képességének fizikai hátterét, ismerje fel, hogy energiát elektromos mező formájában is tárolhatunk.

Ismerje a kapcsolatot az áramvezető anyagok esetén a feszültség és az áramerősség között. Egyszerű modellek segítségével legyen képes leírni az áramvezetés mechanizmusát fémekben és félvezetőkben, illetve értse, hogy miért nem vezetik az áramot a szigetelők. Tudjon biztonságosan áramerősséget és feszültséget mérni, rajz alapján egyszerű áramkört összeállítani. Tudja, mi a rövidzárlat és mik a hatásai, különös tekintettel a háztartásban előforduló esetekre. Tudja meghatározni (számítási feladatokban és mérésekkel egyaránt) a belső ellenállással rendelkező telepek adatait.

Ismerje az állandó mágnesek tulajdonságait és kölcsönhatásait, beleértve a Föld mágneses viselkedését is. Ismerje fel az elektromágnesek előnyeit, ismerje a különböző áramalakzatok által létrejövő mágneses mezők tulajdonságait. Ismerje az elektromágneses indukció speciális eseteit, és az indukció általános törvényszerűségeit is. Értse a váltakozó áramok előállítását, és ismerje a váltóáramú áramkörök számítási módszereit.

Ismerje az elektromágneses hullámok tulajdonságait, és tudja megkülönböztetni az elektromágneses színek egyes részeit.

Ismerje a geometriai optika alapvető törvényszerűségeit, ezeket tudja alkalmazni különböző optikai eszközök működésének leírásakor. Értse a fény interferenciájának és elhajlásának tulajdonságait, ismerje a rés, a kettős rés és a rács elhajlási képét. Ismerje a látható fény különböző hullámtulajdonságait, értse, hogy ezeket a hullámtulajdonságokat milyen kísérletekkel, mérésekkel állapíthatjuk meg.

11. osztály

A 11. osztály tananyaga hat témakörre oszlik („Kommunikáció, információ”, „Új utak a fizikában: relativitás és kvantumelmélet”, „Magfizika”, „Energia és környezet”, „Csillagászat” és „Mivel foglalkoznak korunk fizikusai?”), amelyek tárgyalását az alábbi fejezetek szerinti bontásban javasoljuk. A feldolgozott tartalmak összefoglalását és a főbb kompetenciafejlesztési célokat az egyes témakörök előtt adjuk meg részletesen.

10. témakör: Kommunikáció, információ (12 óra)

1. fejezet: A világfalu
2. fejezet: Tökéletesített érzékszervek

11. témakör: Új utak a fizikában: relativitás és kvantumelmélet (25 óra)

1. fejezet: A speciális relativitáselmélet
2. fejezet: Részecske vagy hullám?

12. témakör: Magfizika (20 óra)

1. fejezet: Az atommag tulajdonságai
2. fejezet: A nukleáris energia felhasználása

13. témakör: Energia és környezet (10 óra)

1. fejezet: Az időjárás
2. fejezet: Kölcsönhatásban a környezetünkkel
3. fejezet: A Nap
4. fejezet: Energia-átalakító gépek
5. fejezet: Atomenergia

14. témakör: Csillagászat (15 óra)

1. fejezet: Kozmikus környezetünk
2. fejezet: Tájékozódás az éjszakai égbolton
3. fejezet: Az ősrobbanás elmélete
4. fejezet: Hogyan hódítja meg az ember a világűrt?

15. témakör: Mivel foglalkoznak korunk fizikusai? (10 óra)

1. fejezet: Pontosabb modellek – új jelenségek
2. fejezet: A technológiai fejlődés

10. témakör: Kommunikáció, információ (12 óra)

A témakör célja, hogy bemutassa az elektromágneses hullámok sokoldalú felhasználhatóságát. A témakör feldolgozása során a tanulók szembesülnek azzal, hogy a mindennapokban használt technikai eszközök a fizikai ismeretek célszerű alkalmazásának példái. Korábban tanult elméleti ismereteiket kapcsolatba tudják hozni a gyakorlati alkalmazásokkal. Mindez segít felismerni a tudomány társadalomban betöltött szerepét és hasznosságát [6].

Témák, problémák, fogalmak	Követelmények, fejlesztendő kompetenciák	Javasolt tevékenységek	Kapcsolatok
1. fejezet: A világfalu	A tanulók megismerik a világot átfogó kommunikációs rendszer néhány fő elemét, a legfontosabb működési elveket. Ez a természettudományos ismeretek mellett erősen fejleszti a digitális kompetenciát [18] és segíti a hatékony önálló tanulás képességének fejlődését [19]. Beszélgessünk a multimédiáról és a tanulók kommunikációs szokásairól. Átgondolták-e, hogyan valósulhat meg az MSN, You Tube, Facebook és a többi alkalmazás. A fejezet erősen kapcsolódik az informatika számítógép használatával, számítógép hálózatokkal kapcsolatos témaköreihez.		
Rádió és televízió			
Kamerák, antennák, vevőkészülékek.	Tudja, hogy a tévéképet antennák által	Projektmunka: Nézzenek utána,	Fizika: mechanikai

Moduláció. Az URH és a középhullámú rádiózás összehasonlítása. A rádió felfedezése. Az elektromágneses hullámok elhajlása, szóródása, visszaverődése az ionoszférából.	sugárzott, illetve kábelekkel vezetett elektromágneses hullámok közvetítik. Magyarázza meg, hogyan lehet egyetlen kábelben sok csatorna adását továbbítani, valamint kiválasztani a megfelelőt. Ismerje Hertz, Marconi és Tesla tevékenységét a rádió kifejlesztésével kapcsolatban. Ismerje fel a környezetében az URH antennákat alakjuk és méretük alapján [11].	hogyan lehet villámokat, meteorokat észlelni rádió segítségével.	rezgések.
Mobilmánia A mobiltelefon felépítése és működése. Bluetooth. USB.	Ismerje, hogy milyen frekvencián kommunikálnak a mobil telefonok. Ismerje a SIM kártya szerepét, továbbá hogyan biztosítják a cellák a lefedettséget [11]. Sorolja fel, hogy milyen feladatokat lát el egy korszerű telefon. Ismeresse, milyen frekvencián és hogyan történik a rövid hatótávolságú kommunikáció a Bluetooth eszközzel. Ismeresse az USB kommunikáció technikai alapjait és logikáját [11].	Projektmunka: Vita arról, hogy ártalmas-e a mobiltelefon használata az egészségre? Érvek és ellenérvek. Lehet-e objektív a mobiltelefon gyártók véleménye? Tanulói kísérlet: Egy régi telefon szétszedésével gyakorlatban is vizsgálják meg, milyen műszaki megoldást használnak a nyomógombok működtetésére.	Technika: kommunikációs eszközök.
A meggömbített fény Az üvegszál. Az optikai kábel. Az endoszkóp.	Magyarázza el, hogyan vezeti a fényt az üvegszál. Mondja el, hogyan lehet információt szállítani	Csoportos tanulói kísérletek: Vizsgáljanak meg az osztályban közösen vagy kézbe adva	Biológia, orvostudomány: korszerű diagnosztikai módszerek.

	fényimpulzusok segítségével [11] [18]. Ismertesse az endoszkóp felépítését, működését, ismerje az endoszkópos operáció és néhány diagnosztikai vizsgálat lényegét [30].	optikai szálakat, próbálgassák, hogyan vezeti a fényt.	Technika: információ-továbbítás üvegszálak kábelén.
Végtelen emlékezet A bináris kód, digitális jelek, impulzusok. Elektronikus memóriák. Mágneses memóriák. CD, DVD lemezek. A képek és hangok kódolása.	Ismerje néhány elektronikus memória áramkör működési elvét. Tudja, hogyan jegyzi meg a beleírt 0 vagy 1 értéket? Legyen elképzelése arról, hogyan épülnek fel a gigabájtos flash memória áramkörök. Ismertesse a mágneslemezen való információ tárolás elvét. Ismerje, hogy milyen elv alapján kódolják az információt a CD és DVD lemezen. Ismerje a karakterek, hangok, képek kódolásának alapgondolatait, tudja hogy mi az a tömörítés és ismerje néhány tömörítő algoritmus alapötletét [11] [18].	Tanulói kísérletek: Vizsgáljanak meg CD vagy DVD lemezt közről, bontson fényt és állítsanak elő spektrumot DVD vagy CD lemezzel, magyarázzák meg a tapasztaltakat. Projektmunka: Tényleg egész életre szól-e a CD-lemez vagy néhány év után elvesznek az információk? Vessék össze az elméleti és gyakorlati válaszokat, kérdezzék meg szakembereket is!	Technika: az információ tárolásának lehetőségei.
2. fejezet: Tökéletesített érzékszervek	A tanulók kapcsolatot teremthetnek az elektromágneses hullámokkal kapcsolatban tanultak és a fontos mindennapi gyakorlati alkalmazások között, megismerhetik és megérthetik azok		

	működését. Mindez hozzásegíti őket ahhoz, hogy gyakorlatias módon tudják a tudásukat alkalmazni új technológiák, berendezések megismerésében és működtetésében [5] [11].		
Különleges képek A digitális fényképezés alapjai. Integrált áramkörök. Hogyan készíts jó képet? Az elektronmikroszkóp. Az atomerő mikroszkóp. A röntgen-kép. Infrakamera.	Ismerje a digitális képrögzítés elvi lényegét és a CCD felépítését. Tudja, hogy mit jelentenek a fényképezőgép jellemző paraméterei: felbontás, optikai és digitális zoom. Magyarázza el az integrált áramkörök felépítését néhány keresztmetszeti ábra segítségével [11]. Ismerjen néhány mesterfogást, aminek segítségével jó fényképeket készíthet [21]. Tudja, hogy hogyan pásztázza végig az anyag felületét az atomerő mikroszkóp [11]. A mikroszkópok képein ismerje fel az anyag építőköveit: felületi rétegeket, határrétegeket, atomokat, szennyeződéseket.	Projektmunka: Gyűjtsenek adatokat a digitális kamerák felbontásának fejlődéséről és az árak változásáról. Adataikat ábrázolják, a grafikonokról következtessenek a trendekre! Hallgassanak meg visszaemlékezéseket az analóg fényképezésről, mikor lehet ennek még létjogosultsága. Töltsenek le az Internetről mikroszkópos felvételeket és elemezzék azokat. Tanulói kísérlet: Otthon vizsgáljanak sókristályokat kis optikai mikroszkóppal, próbálják lefotózni a képet, és mutassák be képeiket az iskolában is.	Atomfizika: a fényelettromos hatás szerepe a CCD működésében (Nobel-díj, 2009).
A hatodik érzék? Az infravörös sugárzás és	Ismerje az infravörös, az éjjellátó berendezések,	Projektmunka: Elemezzenek	Történelem: Hogyan

felhasználása: - a vezeték nélküli távirányítók, - a mikrohullámú sugárzás és felhasználása, - a mikrohullámú sütő, - a radar. A röntgensugárzás energiája, hullámhossza. A sugárzás áthatoló képessége: csont, lágy szövetek, fémek. Hogyan vizsgálják a repülőtéren a csomagokat?	a hőkamera, az infra diagnosztika és a távirányító berendezések működésének lényegét [11]. Tudja megindokolni, hogy miért infravörös sugárzást használnak. Ismertesse a mikrohullámú sütő működésének fizikai alapjait [11]. Tudja magyarázni, hogyan használják a radart a repülésben és a meteorológiában. Ismerte a röntgenintenzitás gyengülésének matematikai leírását. Tudja, hogyan rajzolódik ki a röntgenkép [30].	radarképeket és ismerjék fel a zivatargócokat! Vessék össze a radarképet a látható tartományban készült képekkel. Készítsenek ez alapján saját időjárás-előrejelzést! Tanulói kísérlet: Fényképezzék le digitális fényképezőgéppel a tévé távirányító infra-jelét! Mutassák be a képeket az órán és magyarázzák meg a jelenséget!	mentette meg Angliát a radar hadászati alkalmazása a második világháborúban a német repülőgépektől? (A vonatkozó háborús film megtekintése.) Technika: infra- és mikrohullámú eszközök. Földrajz, meteorológia: radarhasználat az időjárás-előrejelzésében. Biológia, orvostudomány: diagnosztikai képalkotó módszerek.
--	---	--	---

11. témakör: Új utak a fizikában: relativitás és kvantumelmélet (25 óra)

A relativitáselmélet és kvantummechanika fejezetek célja kettős. Részben ezek révén értelmezhetővé válnak a legújabb kutatási eredmények, az egyre bővülő gyakorlati alkalmazások, amelyek a média minden formájából folyamatosan visszaköszönnek, másrészt ezen fejezetek feszegetik legjobban az emberi megismerés, a világ értelmezésének határait. Ezáltal erősen fejlesztik a fantáziát, kreativitást, a logikai készséget, a gondolkodásbeli rugalmasságot [19].

Számos irodalmi és filozófiai vonatkozásuk révén segítik a kultúra egységének megértését [16] [21], a témák változatossága rendkívül motiváló hatású, amelyek révén megmutatható, hogy a modern természettudomány nemcsak jól használható technika kifejlesztését teszi lehetővé a mindennapokra, hanem alap kutatásai révén számos nyitott kérdést vet fel, melyek megoldása a jövő fizikus generációk feladat.

Témák, problémák, fogalmak	Követelmények, fejlesztendő kompetenciák	Javasolt tevékenységek	Kapcsolatok
1. fejezet: A speciális relativitáselmélet	A fejezet elsődleges fejlesztési célja a relativitás gondolatának megértése, a vonatkoztatási rendszerek invariáns és transzformálódó mennyiségeinek megismerése. Az Univerzum szerkezetével, méretviszonyaival, bejárhatóságával kapcsolatos kérdések is fontos szerephez jutnak.	A nagyon szép, de kétségtelenül nehezen megtanulható összefüggések megértését könnyíti, ha a tanuláshoz animációkat, filmrészleteket, DVD filmeket használunk. Egyes érdekesebb résztémáról, Einstein életéről, tudományos eredményeiről és társadalompolitikai szerepvállalásairól internetes adatgyűjtést követően posztterek, kiselőadások készítése is nagyon hasznos lehet. A fejezet anyaga elsősorban a fizika magfizika, részecskefizika,	

		(nagy energiájú ütközések), kozmológia területeihez kötődik.	
A fény sebességének mérése A fény sebességének mérése Römer módszerével. A fény sebességének mérése a fogaskerék módszerrel (Fizeau).	Legyen tisztában azzal, hogy a fény légüres térben mérhető sebessége nem végtelen. Ismerje e sebesség értékét, a fénysebességhez köthető mértékegységeket, a fénysebesség megmérésének Römer- és Fizeau (Foucault)-féle módszerét	Internettel támogatott feladatok: A mérések animációinak bemutatása, kultúrtörténeti bűvárkódások Römer, Fizeau koráról, életéről. A Galilei-holdak bemutatása.	Fizika: fénytan.
A relativitás elve Galilei-elv. Einstein relativitás-elve.	Ismerje az inercia-rendszer fogalmát, az inerciarendszerek vonatkozásában értelmezett Galilei-féle relativitási elvet, s annak einsteini általánosítását. Legyen tisztában az ezt igazoló Michelson-Morley kísérlet lényegével, az éter fogalmának elvetésével.	Önálló munka: a Michelson-Morley kísérlet pontos leírása. A relativitás fogalmának vizsgálata, beszélgetés, vita, kiselőadás: Pl.: - Mi mozog „igazából”? (A mozgás relativitása) - Mozoghatna-e egy tárgy egy tökéletesen üres világban? - Hogyan alapozza meg Newton I. törvénye a mozgás viszonylagosságának elvét? - Zénon munkássága (apóriái) a mozgás cáfolatára.	Fizika: mechanika, Newton törvényei, Galilei munkássága. Filozófia, tudománytörténet.

A fény vákuumbeli sebességének vonatkoztatási rendszertől való függetlensége A fény vákuumbeli sebességének vonatkoztatási rendszertől való függetlenségének következményei. A múlt, jelen és jövő értelmezése a relativitás-elméletben.	Tudja, hogy minden információ terjedéséhez idő kell, az információ legfeljebb a légüres térben mért fénysebességgel terjedhet. Értse meg ennek a ténynek következményeit, azt, hogy téridőben élünk (a térben távoli dolgokról csak időbeli késéssel szerezhetünk tudomást). Tudja értelmezni a múlt azon eseményeit, amelyek nem lehetnek hatással a jelenre, s a jelen azon eseményeit, amelyek nem befolyásolhatják a jövőt. Értse a téridő szerkezetének klasszikustól eltérő legfontosabb sajátosságait.	Történet írása: - Milyen lenne a világ, ha a fény sebessége 1 km/h lenne? - Mit árul el a „most”-ról a fény (s mit nem árul el). - Mit láthatnánk az Androméda-ködön, ha egy ottani csillagrendszerben egy, a Földdel szinkronban fejlődő bolygó lenne? Animációk, magyarázó ábrák keresése az interneten.	Csillagászat.
Az órák szinkronizálásának problémája Az egyidejűség relativitása.	Ismerjen egy hatékony óra szinkronizálási eljárást, s ennek révén legyen képes belátni, hogy az egyidejűség nem abszolút fogalom.	Animációk az interneten.	
Következmények Relativisztikus	Ismerje a klasszikus	Animációk az	Fizika:

sebesség összeadás, idő dilatáció, távolság kontrakció.	Galilei-féle sebesség összeadási elv mellett a relativisztikus sebesség összeadás szabályát. Tudja az összefüggést alkalmazni, az alkalmazásból következtetéseket levonni. Ismerje a távolság kontrakció és az idő-dilatáció együtthatóját a sebesség függvényében, értse e jelenségek okát az egyidejűség relativitásából kiindulva. (A Lorentz- transzformáció képlete felírható, de az értelmezés szempontjából nem feltétlen szükséges)	interneten. Önálló munka: egy-egy szokatlan relativisztikus jelenségről, pl.: neutrínó detektálás, az idő és a gravitáció kapcsolata (az idő és a fekete-lyukak).	mechanika, mozgások.
A speciális relativitáselmélet dinamikai következtetései A tömeg-energia fogalma. Antianyag. Elektron-pozitron megsemmisülés (pozitrónium). Párkeltés.	Ismerje a tömeg- energia fogalmát, tudja, mi a nyugalmi tömeg, s hogy vannak olyan részecskék, amelyeknek nulla a nyugalmi tömege. Tudja, hogy a gyorsításban, a gravitációs hatásokban nem a testek tömege, hanem a tömegenergiája a meghatározó. Tudja értelmezni a fogalom segítségével a fénysebesség átléphetetlenségének szabályát. Ismerje az antianyag	Irodalmi vonatkozások keresése. Science fiction az antianyagról. Kiselőadások, pl.: - A szimmetria szerepe a természetben. - Dirac magyar kapcsolatai (Wigner Jenő testvérét vette el). - Ahol az antianyag születik: részecskegyorsítók. - Az elgörbített fény, a relativitáselmélet bizonyítékai.	Fizika: dinamika, az általános tömegvonzás törvénye. Irodalom.

	fogalmát, értelmezze a párkeltés és pármegsemmisülés jelenségét a tömeg-energia egyenértékűség elve alapján. Ismerje az antianyag néhány megjelenési formáját, a Dirac-féle antianyag modellt.		
Néhány relativisztikus paradoxon	Ismerje az elmélet néhány híres paradoxonát, kiemelten az ikerparadoxont. Értse e paradoxon lényegét, a látszólagos ellentmondás feloldását. Legyen tisztában azzal, hogy az idő dilatació jelensége önmagában nem paradox, csak szokatlan. Értse meg, hogy a speciális relativitáselmélet szerint két esemény között a megfigyelők mozgásállapota függvényében más-más idő telhet el.	Tudománytörténeti kutatás: Einstein élete, személyisége, frappáns mondásai. Science fiction írása: Pl.: Hogyan használható ki az idő dilatació jelensége? Jövőkutatás: Eljuthat-e az ember egy másik galaxisba?	Tudománytörténet, történelem.
2. fejezet: Részecske vagy hullám?	A fejlesztés elsődleges célja a kvantummechanikai jelenségekre épülő kutatási eredmények, s kutatási irányok megértésén túl annak felismertetése, hogy a XX. század fizikája logikus, de nem szemléletes. Hogy a	A gyerekek tevékenységének fókuszában tudománytörténeti kutatások szerepelhetnek. A modern fizika jeles személyiségei korban közel állnak hozzánk, így rengeteg érdekes	

	szemléletesség nem szükséges velejárója a minket környező világ összefüggéseinek, s a megszokott dolgokat gyakran érezzük annak ellenére szemléletesnek, hogy nem logikusak. A fejezet fontos célja annak bemutatása, hogy hogyan változott meg az emberi megismerés jellege a modern természettudomány korában, s ebből milyen következtetéseket vonhatunk le a valóság az igazság fogalmáról. Mindezek a gondolatok miközben nagymértékben fejlesztik a természettudományos gondolkodást, kreativitást, fantáziát, lehetőséget nyújtanak az áltudományokkal szembeni védekezésre azáltal, hogy rögzítik a természettudományos megismerés módszertanát [12].	anekdota, történet színesítheti a velük való foglalkozást. Számos érdekes ismeretterjesztő könyv, s internetes forrás áll rendelkezésre. Elképzelhető ismeretelméleti tartalmú vagy filozófiai jellegű szövegek elemzése is, egy-egy nagy tudós kvantummechanikához való viszonyának bemutatása (Pl.: Einstein – „Isten nem kockázik” vagy Neumann János gondolatai). Ismertethető a kvantummechanika értelmezése, a megismerés jellege körül kialakult vita egy-egy fejezete, „Schrödinger macskája”, „Wheeler-féle barkochba”, Bohr és Einstein vitája.	
A fény természetével kapcsolatos elképzelések áttekintése Descartes korától a XIX. század végéig	Ismerje a fény részecske és hullámmodelljének alakulását, a fényről alkotott legfontosabb	Kiselőadások, posztterek, prezentációk: Tudománytörténeti	Fizika: optika, elektromágnesség elmélete.

	elképzeléseket, különös tekintettel Newton, Huygens, Fresnel, Young, Maxwell és Hertz eredményeire. Legyen tisztában azzal, hogy a részecskemodell és a hullámkép párhuzamosan fejlődött, s hol az egyik, hol a másik elképzelés volt a népszerűbb [3].	bemutatók, a fénnel kapcsolatos elméleteket megfogalmazó tudósok életének, pályájának bemutatása.	
A sugárzás elmélete: a fekete test fogalma, Stefan–Boltzmann-törvény, Wien törvény	Ismerje az abszolút fekete test fogalmát, a hőmérsékleti sugárzás törvényeit, legyen tisztában azokkal a tényezőkkel, amelyek a klasszikus fizika korszakának lezárulásához vezettek.	Függvényábrázolás, függvényrajzoló programmal.	Fizika: optika, színek.
A Planck-féle fotonelmélet	Ismerje a foton fogalmát, a fotonelmélet Planck-féle változatát, az összefüggés szerepét a sugárzási törvények értelmezésében. Tudja, hogy egy fényforrás teljesítményét a fotonok energiája és száma egyaránt meghatározza. Legyen képes a fotonok számára, a fény hullámhosszára, frekvenciájára, a	Planck élete – érdemes-e fizikusnak lenni a XIX. század végén? Filozófiai gondolatok: Pl.: Kvantált és folytonos mennyiségek a fizikában, a világ leírásában. Utolérné-e Achilleus a teknősbékát, ha az idő kvantált lenne?	Fizika: energia. Filozófia.

	kibocsátott energia mennyiségére vonatkozó számításokat végezni [17]. Ismerje a Planck-állandó számértékét. Tudja a szín és a frekvencia kapcsolatát, a fény közeghatáron való áthaladásakor változó és nem változó mennyiségeket. Meg tudja számítani egy adott teljesítményű, ismert frekvenciájú fényforrásból időegység alatt kilépő fotonok számát [17].		
A fényelektromos jelenség (Lénárd) és értelmezése a fotonelmélettel (Einstein) A fotoeffektus alapegyenlete, használata. Compton-szórás.	Legyen tisztában a fényelektromos jelenséggel, ismerje az erre vonatkozó alapegyenletet, Einstein elrendezését a jelenség mérésére. Tudja értelmezni a jelenséget a fényelektromos jelenség alapegyenlete segítségével, legyen képes feladatokat megoldani a témakörben. Ismerje a fotocella gyakorlati alkalmazásának területeit, a fényelektromos jelenség egyéb felhasználásait, a napelem felhasználási területeit, a használat	Szimulációk az Interneten a fényelektromos jelenségre. Tudománytörténet: Lénárd Fülöp munkássága.	Történelem: Hogyan politizálódik át a tudomány, hogy lett Lénárd Fülöp a hitleri 3. Birodalom vezető fizikusa, s tudománypolitikai ideológusa. A tudomány és társadalom összefonódása.

	környezetre gyakorolt hatását		
A fény kettős természete, a kettős természet filozófiai sajátosságai	Értse, hogy mit jelent hogy a fénynek kettős természete van. Legyen tisztában azzal, hogy a részecskeszerű viselkedés és a hullámkép egymásnak ellentmond, kísérleti úton elválasztható. Értse meg, hogy a kettősségben rejlő ellentmondás a szemléletességre törekvő leírásunkból fakad, de az anyag (fény) léte szempontjából nem jelent ellentmondást.	Kiselőadások: - A kettős természetet kifejező modellek. - Az evolúció szerepe az emberi észlelésben, az észlelés szerepe a fogalomalkotásban (mi határozza meg természettudományos fogalmaink jellegét). - A dialektika szerepe az emberi megismerésben a klasszikus görög világtól napjainkig.	Filozófia.
Az elektron felfedezése			
Röntgen-sugárzás létrehozása.	Ismerje a katódsugárcső működését, használati területeit, szerepét az elektron felfedezésében. Tudja értelmezni egy elektromosan töltött részecske eltérülését elektromos és mágneses térben, ismerje a tömegspektrográfia elvét, Faraday elektrolízisre vonatkozó munkásságát, a Millikan-kísérletet. Tudja, hogyan fedezték fel a	Önálló munkák: - Thompson és Röntgen munkássága. - Röntgen az első Nobel-díjas. - Anyagszerkezeti vizsgálatok tömegspektrográfiával. - Faraday, Millikan munkásságának bemutatása. A fénycsövek világa: látványos bemutatók katódsugárcsővel. Kísérleti vizsgálatok katódsugárcsővel, a	Kémia: Elektrolízis.

	röntgensugárzást, s mire használják napjainkban [30].	hagyományos televízió képalkotása.	
Atommodellek Thompson (Lénárd), Rutherford modellje. Gázok színe, vonalas színe. A hidrogén Bohr-féle atommodellje.	Ismerje a Thompson-féle statikus és a Rutherford-féle dinamikus atommodellt; a modellek erőit és hiányosságait, az atommag fogalmát és felfedezését. Ismerje azokat a jelenségeket, amelyeket a klasszikus atommodellek nem tudtak értelmezni. Ismerje a színe fogalmát, a kibocsátási és elnyelési színeket, a hidrogén Bohr-modelljének sajátosságait, a legfontosabb színe vonal sorozatokat, a színe létrejöttének értelmezését, a vonalakhoz tartozó frekvenciák számítás módját az atomi energiaszintekből. Tudjon megoldani számítási feladatokat [17].	Tudománytörténeti érdekességek feldolgozása és bemutatása: - Rutherford és Bohr személyisége. - Az atommodellek fejlődése az ókortól napjainkig. Önálló kísérletezés: színe vizsgálat. Lángfestés és színe. Számolási feladatok.	Kémia: anyagelmélet. Csillagászat: csillagok anyagának azonosítása fényük színeiből.
Az elektron hullámtermészete de Broglie: az elektron hullámtermészetének modellje. Az elektroninterferencia jelensége,	Ismerje a Bohr-pályák értelmezésére megalkotott de Broglie-hullám hullámhosszát, a hullámközelítés jelentőségét, az	Kiselőadások, pl.: de Broglie pályaképe. Elektronmikroszkóppal készített felvételek gyűjtése az internetről.	

elektronmikroszkóp.	elektron hullámszerű viselkedését igazoló interferencia-kísérleteket, az elektronmikroszkóp működését, jelentőségét, használati területeit.	Elektronmikroszkóp használata a gyakorlatban (látogatás egy tudományos kutatóhelyen).	
Az anyag kettős természete Komplementaritási elv.	Tudja, hogy a fénynél megismert kettős természet az elektronra is érvényes, s az anyag egyéb elemi megjelenési formáira általánosítható. Értse, hogy az anyag különböző megjelenési formái mögött egységesen leírható anyag modellje rejlik. Ismerje fel, hogy a természetben (a logikában) az egymásnak ellentmondó, egymást kiegészítő, s egymással egy magasabb szinten egybeolvadó tulajdonságok rendszere nem ritka, a komplementaritás a természet alapvető sajátossága.	Projekt, poszter: Az anyag kettős természetének bemutatása. Önálló munka, előadás: Komplementaritás megjelenése az emberi gondolkodás és megismerés különböző területein.	Filozófia.
Az elektron kettős természetének vizsgálata a kétréses kísérlet segítségével	Ismerje a kétréses kísérletet, a kétréses kísérlet néhány különböző elrendezésben történő	A kétréses kísérlet szimulációja. Internetes animációk.	Filozófia.

	megvalósítását elektronok esetében, s az elrendezés, valamint a kísérlet menetének függvényében az elektron megnyilvánulását (részecskeszerű vagy hullámszerű viselkedését). Legyen tisztában azzal, hogy a kétréses kísérlet eredménye megjósolható egyszerű logikai elvek alapján akkor is, ha maga a következtetés nem értelmezhető szemléletesen (minden olyan esetben hullámszerűen viselkednek az elektronok, amikor elvileg nem állapítható meg, hogy melyik részen mentek keresztül).		
Az értelmezés lehetőségei, furcsaságai, nehézségei, a megfigyelő szerepe	Ismerje néhány sajátos értelmezését a kétréses kísérlet lehetséges eredményeinek, legyen tisztában a megfigyelő szerepével a jelenség lefolyásában.	Önálló vizsgálódások az Internetről szerezhető információk alapján: - A kvantum-mechanika értelmezési kísérletei. - A rejtett paraméter keresése. - Sok világ elmélet. - Kvantum-teleportáció, - Kvantum-számítógép. - Neumann János,	Filozófia.

		Wigner Jenő, a magyar „marslakók” véleménye a kvantummechanika értelmezésről.	
A hullámfüggvény A Ψ -függvény sajátosságai, hely- és lendület-bizonytalanság, határozatlansági reláció.	Főbb vonalakban ismerje a Ψ -függvény szerkezetét, tudja, hogy egy részecske helyére és lendületére vonatkozó információkat kódol. Hogy mind a hely, mind a lendület bizonytalan. Legyen tisztában azzal, hogy mit jelent, s milyen következményekkel jár ez a bizonytalanság. Ismerje az alagút-effektust, a Heisenberg-féle határozatlansági relációt. Tudja, hogy a hely bizonytalansága nem azt jelenti, hogy egy elmosódott tartományban bizonytalan, hogy hol van éppen a részecske, hanem azt, hogy a helybizonytalanság mértékéig lehet csak egy részecske helyét értelmezni, azaz a tér egy pontjában lévő részecske absztrakciója a kvantummechanikában értelmetlen.	Internetes animációk, a Ψ -függvény egyszerű matematikai modellje. Tudománytörténeti témák: Gamow és az alagúteffektus. Heisenberg és a koppenhágai Iskola. Modern fizika témakörei internetes adatgyűjtéssel: Pl.: A hamis vákuum fogalma, s szerepe például az Ősrobbanás elméletében. A határozatlanság bizonyítéka az alacsony hőmérsékletek fizikájában.	Fizika: magfizika, radioaktivitás. Filozófia: Mit jelent az elmosódottság? Hol van a kvantumvilág és a makroszkopikus világ határa?
A periódusos rendszer felépítésének elvei	Ismerje a Ψ -függvényt	Periódusos	Kémia.

	jellemző kvantumszámokat, a Pauli-elvet, a periódusos rendszer felépítését meghatározó szabályokat.	rendszerek keresése az interneten. Elektronállapotok energiaszintjeit leíró táblázatok elemzése, az elméleti és gyakorlati értékek összehasonlítása.	
Sávszerkezet			
A rácsrendszerek sávszerkezete, vezetés, szigetelés. Félvezetők, egyenirányítók, tranzistorok. Lézerek és alkalmazásaik.	Tudja általánosítani az atomi elektronállapotokkal kapcsolatos ismereteit kollektív elektronállapotokra rácsok, molekulaláncok esetében, ismerje a sávszerkezet fogalmát, a jellegzetes sávtípusokat, a sávszerkezet és a szín, vezetési tulajdonság összefüggéseit, a hőmérsékleti és szennyezéses félvezetők, az egyenirányító diódát, s a tranzistorok működési elvét; a számítógép felépítését, a tranzistorok felhasználását a logikai áramkörök készítésében [11]. Legyen tisztában a számítástechnikai ipar fejlődésének legfontosabb sajátásaival, az ilyen irányú legújabb fejlesztések némelyikével [2] [6] [27]. Ismerje a lézerek működési elvét,	Kiselőadások, adatgyűjtés az interneten: - Az anyagtudományok újabb eredményei. - A tranzistorok működése. - A számítógépek fejlődése, a fejlődés jellemző sajátosságai. - A Szilícium-völgy, avagy a számítógépek előállításának technológiája. A miniatürizálás újabb eredményei. A Boole-algebra, a logikai áramkörök. A lézerek története jellegzetes felhasználási területei: pl.: tudomány, anyagmegmunkálás, gyógyászat, hadászat stb. Kísérleti vizsgálatok: kísérletek lézerrel.	Fizika: optika. Orvostudomány. Biológia.

	falhasználásuk területeit [11].		
--	------------------------------------	--	--

12. témakör: Magfizika (20 óra)

A témakörben feldolgozott ismeretek, jelenségek lefedik az atommag fizikájával, a radioaktivitással, az atomenergia felhasználhatóságával kapcsolatos területeket. A fizikának ezek a részei különösen alkalmasak a modellalkotás megismertetésére, a fizikai és természettudományos gondolkodásmód fejlesztésére.

A radioaktivitással és az atomenergia felhasználásával kapcsolatos kérdések magukban hordozzák az észszerű kockázatvállalás problematikáját, ezért ez a terület rendkívüli módon alkalmas a felelős döntéshozatalra való nevelésre [10]. Ugyancsak erőteljesen jelenik meg az integrált szemléletű oktatás is itt, mert a kockázatok jelentős része környezeti, biológiai kockázat [4] [13]. Az energiaprobléma pedig a közgazdaságtan felé viszi el a gondolkodó elméket [2] [27].

A javasolt tevékenységek között kiemelt helyen van továbbra is az internet, ami a digitális kompetenciák fejlődését segítik [18].

A tanult fizikai fogalmakat, törvényeket alkalmazzuk egyszerű, összetett és bonyolult problémák kvalitatív értelmezésekor és kvantitatív megoldása során is. A tananyagban található számolási feladatok, valamint adatgyűjtéssel és elemzéssel kapcsolatos feladatok fejlesztik az elemző és kritikus gondolkodásmódot, támogatják a matematikai kompetenciák fejlődését [17].

Témák, problémák, fogalmak	Követelmények, fejlesztendő kompetenciák	Javasolt tevékenységek	Kapcsolatok
1. fejezet: Az atommag tulajdonságai	Az atommagok fizikai tulajdonságainak még nem teljesen lezárt leírása módot nyújt a fizikai gondolkozásmódra igen jellemző modellalkotás fejlesztésére. Animációk, filmrészletek, DVD filmek segíthetnek a megértésben.		
Az atommag szerkezete Az atommagok összetétele. Rutherford-szórás, az atommagok mérete.	A tanuló ismerje az atommagok összetételét. Ismerje a Rutherford-szórásos kísérletet. Tudja, hogy az atommagok mérete milyen nagyságrendbe esik.	Fizikatörténeti vizsgálódás: Rutherford munkássága. Táblázatok és formulák használata, melyek megadják az atommagok összetételét és méretét.	Kémia: magkémia, az atommag összetétele és az összetétel megváltoztathatósága.
Tömeghiány Az atommag tömege és kötési energiája. A tömegdefektus jelensége. A nukleáris kölcsönhatás jellemzése. Az atommag cseppmodellje. Az atommag héjmodellje.	A tanuló ismerje a kötési energia és a tömegdefektus fogalmát. Legyen képes megfelelő tömegadatokból kiszámítani az atommagok kötési energiáját. A tanulók ismerjék a nukleáris kölcsönhatást,	Animációk és DVD filmek megtekintése az atommag kötési energiájáról, a nukleáris kölcsönhatásról, valamint az atommag cseppmodelljéről és héjmodelljéről. Az atommagok kötési energiájával kapcsolatos számítási	Kémia: magkémia.

	valamint az atommag cseppmodelljét és héjmodelljét.	feladatok elvégzése egyéni és csoportmunkában.	
A radioaktivitás Radioaktív bomlás és felezési idő. A radioaktív bomlás fajtái: az alfa-, béta- és gammabomlás jellemzése. Az aktivitás fogalma, időbeli változása. Radioaktív sugárzás környezetünkben, a sugárvédelem alapjai. A természetes és mesterséges radioaktivitás gyakorlati alkalmazásai.	A tanulók ismerjék a radioaktív bomlás, az aktivitás és a felezési idő fogalmát. Ismerjék az alfa-, béta- és gammabomlás tulajdonságait. A tanulók legyenek tisztában a sugárvédelem alapjaival [30]. A tanulók ismerjék a radioaktivitás gyakorlati alkalmazásának néhány fontos lehetőségét [2] [6] [27].	Animációk és DVD filmek használata, melyek bemutatják a radioaktivitás jelenségét, hasznosíthatóságát és veszélyeit. Radioaktív bomlás modellezése dobókockákkal (csoportmunka). A felezési idővel és az aktivitással kapcsolatos számítási feladatok elvégzése.	Kémia: elemek átalakulása radioaktív bomlások közben. Biológia, orvostudomány: radiológia. Tudomány-történet: a radioaktivitás felfedezése.
2. fejezet: A nukleáris energia felhasználása	Az atommagok energiájának felhasználása az egész világ energiával kapcsolatos gondjainak egyik kulcskérdése, tehát ez a téma messze túlmutat a természettudományos kompetenciák fejlesztésén, érinti az emberek életvitelét, a közgazdaságtan energetika fejezetét, orvosi és biológiai kérdéseket [2] [27] [30].	Ajánlott csoportos vita szervezése a téma feldolgozása előtt és után, így felmérhető a tanulók véleményének esetleges átalakulása a tények megismerésének hatására.	

Maghasadás A maghasadás jelensége, láncreakció, sokszorozási tényező. Az atombomba és az atomreaktorok működésének alapelvei. Atombomba, atomerőmű, az atomenergia felhasználásának előnyei és kockázatai. Magreakciók.	A tanuló ismerje a maghasadás jelenségét, valamint a láncreakció és a sokszorozási tényező fogalmát. A tanuló ismerje az atombomba és az atomreaktorok működésének alapelveit, valamint tudjon az atomenergia felhasználásának előnyeiről és kockázatáról [2] [4] [6] [7] [10] [11] [27] [30]. A tanuló ismerjen néhány fontosabb magreakciót.	Számítógépes modellek, animációk, melyekkel megismerhető az atomreaktorok működése. Verseny: ki termel több energiát az atomerőmű szimulátorral? Kiselőadások, projektmunkák például az atombomba történetéről, az atomreaktorok egyre tökéletesebb generációinak kifejlesztéséről.	Kémia: kémiai folyamatok az atomreaktorok működése közben, magreakciók. Közgazdaság: energetika.
Magfúzió A magfúzió jelensége. A csillagok energiatermelése. A hidrogénbomba. A fúziós reaktor építésének nehézségei. Mi várható a jövőben az atomenergia terén?	A tanuló ismerje a magfúzió jelenségét, tudjon arról, hogy a csillagok energiatermelése, valamint a hidrogénbomba működése is a magfúzió alapszik [2] [27].	Animációk, DVD filmek a magfúzióról, a fúziós reaktorról. Számítási feladatok a magfúzióval kapcsolatban. Projektmunka: a különböző csillagtípusok energiatermelésének összehasonlítása. A tanulók halljanak a fúziós reaktorok megépítésének nehézségeiről.	Csillagászat: a csillagok energia-termelése. Történelem: a hidrogén-bomba és a hidegháború.

13. témakör: Energia és környezet (10 óra)

A témakörben feldolgozott ismeretek, megalapozott fogalmak mindegyike közvetlen környezetünkhöz kapcsolódik. Ezek az ismeretek gyakorlatilag a fizika határterületeit érintik, s rendkívül alkalmasak integrált szemléletű oktatási programok, projektek, önálló munkák, témanapok kialakítására. A vetélkedők, de az önálló adatgyűjtésen alapuló prezentációk is jellemző velejárói lehetnek a közös munkának. A témakör társadalmi vonatkozásai izgalmas vitákra, „disputa” szervezésére sarkalnak [16].

A feldolgozott tartalmak, az energia és a környezetvédelem témaköre nagymértékben kötődnek mindennapjainkhoz, így azokhoz a társadalmi döntéshelyzetekhez, melyekkel tanulóink felnőtt korukban találkozni fognak [4] [6] [13]. A kompetenciafejlesztés szempontjából kiemelt iránynak tekintendő a szociális kompetenciák fejlesztése [16], a sokszínű s egymással ellentétes információk elemzése, a felelős, tudatos döntésekre való felkészülés [10]. Mindezeket többek között a természettudományos kompetenciák fejlesztése alapozza meg.

Témák problémák, fogalmak	Követelmények, fejlesztendő kompetenciák	Javasolt tevékenységek	Kapcsolatok
1. fejezet: Az időjárás	A témakör a széleskörű fizikai ismeretek alkalmazását igényli. Ezáltal jól fejleszti a természettudományos kompetenciákat. Az időjárás és társadalom kölcsönhatása, a környezeti hatások kihatásai az emberi létre vagy akár az időjárás és a média kapcsolata a tudományok társadalmi beágyazottságát mutatja be [6]. Az időjárás, mint kaotikus folyamat fontos ismeretelméleti kérdésekre irányítja a figyelmet. A témakör feldolgozását rengeteg adat, térképek, historikus események, katasztrófák és rendkívüli jelenségek		

	felvételei, számítógépes animációk, jóslatok, modellek segítik. A tanulóknak számos alkalma nyílhat önálló munkára, akár történeti, akár tudományos elemzésre, de irodalmi vonatkozások, képzőművészeti alkotások egyaránt színesítik a témakört [21]. A tudomány és művészet, a reál- és humán kultúra majd minden ága felé nyitható a témakör.		
A csapadékformák Harmat, dér, zúzmara, hó, jégeső, ónos eső páratartalom, telített állapot, relatív páratartalom, egyensúlyi gőznyomás, gőzsűrűség.	Legyen tisztában a csapadékok legfontosabb típusaival, ismerje azok kialakulásának mikéntjét, a kialakulást befolyásoló fizikai viszonyokat. Ismerje a relatív páratartalom és a telített gőztér fogalmát, ismerje az egyensúlyi gőznyomás (tenzió) és egyensúlyi gőzsűrűség fogalmát. Ismerje a harmatképződés mechanizmusát, hogy mely napszakban keletkezik, s hogyan függ össze a hőmérséklet változásával. Tudjon táblázati adatokból, egyensúlyi gőznyomás és gőzsűrűség görbéből harmatmennyiséget számolni.	Tudománytörténeti kutatás: a meteorok és a meteorológia kapcsolata. Önálló feladatok: - Időjárási megfigyelések otthon. - Nyomás- és hőmérsékletmérések, adatok ábrázolása, értelmezése. - Csapadékmérés, a csapadék mennyiségének számítása. - Extrém csapadékos és száraz környezet, időszak keresése. Időjárási táblázatok használata (Esett-e az eső Pesten, 1848. március 15-én?). - Az időjárási események statisztikus vizsgálata (60% az esélye, hogy holnap ugyanolyan lesz az idő, mint ma).	Földrajz: a csapadékformák és felszínformáló hatásuk. A víz körforgása, a tengerek és óceánok földrajza. A földrajzi övezetek és az élővilág kapcsolat, a szárazsághoz alkalmazkodás „trükkjei” az élővilágban.

	Tudja értelmezni és grafikusán ábrázolni a folyadék-gőz egyensúlyi rendszerek nyomásviszonyait állandó hőmérsékleten a térfogat függvényében [17]. Ismerje a víz körforgását jelentő ciklus fizikai sajátosságait, az ezt mozgató légáramokat, az ezeket befolyásoló fizikai tényezőket.	Időjárás-előrejelzés időjárási térképek segítségével. - A hó víztartalmának mérése (10 cm hó mennyi esőnek felel meg). - Halmazállapot-változásra épített kísérletek: víz lecsapataása vízgőzből hűtéssel, mesterséges harmat.	
A szelek, ciklonok, viharok, szupercellák, forgószelek titkai A szélenergia felhasználása. Tengeráramlások, azok energiaszállítása, apály-dagály jelenség. Extrém hullámjelenségek, cunami.	Tudja értelmezni a légnyomás tengerszint feletti magasságtól való függését, ennek következményeit a légáramlások irányát befolyásoló hatását. Ismerje a légáramok és a Föld forgása (Coriolis-erő) összefüggését, a nagy földi légkörzést meghatározó fizikai tényezőket. Legyen tisztában a forgószelek, tornádók létrejöttének elsődleges feltételeivel, a bennük és a környezetükben uralkodó fizikai viszonyokkal, pusztításuk mechanizmusával és mértékével. Legyen tisztában a környezetszennyezés lehetséges meteorológiai hatásaival [4] [13].	Önálló munkák: - Adatok elemzése. - Nagy viharokról, forgószelekről való beszámolók gyűjtése, filmrészletek gyűjtése. - Extrém tengeri viharok történelmi következményei. - Tornádómodell készítése. - Az időjárás változásának és környezet kapcsolata. Mennyiben vagyunk felelősek a viharokért, áradásokért, azok pusztító hatásáért. - Milyen a jó időjárás-jelentés? - Kaotikus folyamatok a természetben. - A káosz irodalmi feldolgozása. Pl.: Bradbury: Mennydörgő robaj. - Villámlásról készült fényképek gyűjtése.	Természeti- és gazdaságföldrajz. Történelem. Fizika: gravitáció, körmozgás, tömegközéppont, elektrosztatika, csúcs hatás. Környezetvédelem. Irodalom.

	Ismerje az időjárási frontok jellemző nyomásviszonyait, a ciklonok és anticiklonok időjárásalakító hatását, a velük járó légkörfizikai tényezőket. Tudja, hogy az időjárás nehezen jósolható pontosan, soktényezős „kaotikus” folyamat. Tudja, hogy mit jelent egy folyamat kaotikus jellege. Ismerje a „pillangó effektust”. Ismerje a viharokat kísérő hangjelenségek okát, a villámlás alapvető mechanizmusát. Ismerje a szélben rejlő energia felhasználásának módját, lehetőségeit, elterjedését, a szélenergia, mint megújuló energia felhasználásának lehetőségét [4] [13]. Ismerje a legfontosabb tengeráramlásokat, legyen tisztában azok energiaszállító képességével, azokkal a környezeti tényezőkkel, amelyek az áramlásokat befolyásolhatják, s ezek extrém megnyilvánulásaival. Pl.: „El Nino” jelenség. Ismerje a tengerjárás (apály-dagály jelenség) okát, a mértékét és a periódusát befolyásoló tényezőket, a vakár és szökőár fogalmát, energiáját,	- Villámok előállítása generátorral, a villámok megfigyelése. - A szélenergia felhasználásnak módjai, hatásfoka, környezeti hatásai, összevetése más megújuló és nem megújuló energiaformákkal. - Projektek, poszterek, önálló munkák: - A tengeráramlások leírása, azokat befolyásoló tényezők. - A tengeráramlások időjárásra gyakorolt hatása. - Filmek, animációk, felvételek gyűjtése. - A tengerjárás mértékének vizsgálata. Hol, mekkora? Hogyan befolyásolja a szárazföldek elhelyezkedése, a Nap és Hold kölcsönös helyzete. - Modell, animáció keresése a létrejöttének mechanizmusáról. - Miért napi két dagály van? - Nagy cunamik a történelemben. A védekezés módja. - Milyen emberi tényezők erősítik hatásukat.	
--	---	---	--

	környezetalakító hatását: torkolattípusok, apály-dagály erőművek. Ismerje a cunami létrejöttének feltételeit, a földrengésekkel való kapcsolatát, pusztításának mechanizmusát, az ellenük való védekezés rendszerét.		
2. fejezet: Kölcsönhatásban a környezetünkkel	A fejezet kiemelt feladata a szociális kompetenciák fejlesztése [16]. A témakör számos olyan kérdést vet fel, amelyre nem lehet kizárólagos választ adni, az érvek és ellenérvek keresése, a kompromisszumra való hajlandóság, szociális érzék együttesen vezethet az optimális megoldások megtalálására.	Együttműködés, vita (információk elemzése, disputa) lehetnek a legjobb módszerek.	
Mekkora az ökológiai lábnyomunk? Az ökológiai lábnyomot meghatározó tényezők: táplálkozás, lakás, közlekedés, szemetelés.	Ismerje az ökológiai lábnyom fogalmát. Legyen képes megfelelő segédletek felhasználásával megbecsülni saját ökológiai lábnyomát. Legyen tisztában azzal, hogy a Föld eltartó képessége mekkora. Tudja, hogy csökkenthető az ökológiai lábnyom, legyenek konkrét tervei	A saját ökológiai lábnyom meghatározása internetes tesztek segítségével, megfelelő WEB-lapok keresése. Csoportmunka, pl.: más országok népeinek vizsgálata az ökológiai lábnyomuk alapján. Összehasonlítás.	Biológia: az ökológia fogalma. Gazdaság-földrajzi ismeretek. Környezetvédelem. Gazdaság-földrajz: a népesség és

	arra, hogy saját ökológiai lábnyomát csökkentse (szociális kompetencia fejlesztése, környezettudatos fogyasztói szemlélet) [2] [4] [7] [8] [13] [16] [26] [27].	Tabló készítése. Vita arról, hogyan segíthetünk másokon, milyen racionális cselekvéssel védhetjük környezetünket. Beszélgetés arról, hogyan válik a környezetvédelem üzletté és politikává.	gazdasági fejlettség összefüggései, népsűrűség és a föld eltartó képességének viszonya. Történelem: történelmi konfliktusok gazdasági összefüggései, állampolgári ismeretek.
Mi okozza a globális felmelegedést? A sugárzás (elektromágneses hullám) kölcsönhatása egy kiterjedt testtel. Az üvegházhatás jelensége, magyarázata. Az üvegházgázok fogalma. Az emberi tevékenység szerepe az üvegházhatás erősítésében. Üvegházhatás a természetben.	Legyen tisztában az elnyelés, a visszaverődés fogalmával. Tudja, hogy minden test sugároz. Ismerje a fekete-test fogalmát. Értse, hogy a különböző típusú elektromágneses hullámok, mely tulajdonságaikban térnek el egymástól. Legyen tisztában az anyagok frekvenciafüggő sugárzás áteresztő képességével. Ismerjen példákat az üvegházhatásra. Legyen kialakult véleménye a globális felmelegedés mibenlétéről, s arról, hogy a jelenséget mennyiben okozhatja emberi tevékenység. Ismerje azokat az intézkedéseket, melyek a kormányok a globális felmelegedés	Újsághírek elemzése: Milyen tényezők határozzák meg az egyes országok mozgásterét a globális felmelegedés kapcsán. Vita (disputa): Mi jelent nagyobb veszélyt, fosszilis vagy a nukleáris energia kinyerése. Kísérlet: Kísérletek a sugárzás vizsgálatára (pl.: a sötét felületek jobban felmelegsznek, feketére festett szabadtéri zuhanytartály)	Fizika: a hő terjedése, Wien-törvény, Stefan-Boltzmann-törvény; maghasadás. Gazdasági ismeretek. Földrajz: a megújuló és nem megújuló energia fogalma.

	hatásainak enyhítésére hoztak. Ismerje a széndioxid-kvóta fogalmát, s az azzal kapcsolatos politikai alkuk mibenlétét [2] [4] [13] [26] [27].		
A környezet-szennyezés egyéb formái			
A zaj fogalma. Mit jelent a zaj- és fényszennyezés? Milyen gondot okoznak ezek a jelenségek? A zajterhelés mérése, a decibel fogalma.	Ismerje a fényszennyezés fogalmát. Legyen tisztában a fokozott hangerő egészségkárosító hatásával, a hatást csökkentő biztonsági intézkedésekkel [4] [13].	Fényszennyezésmérés a csillagok észlelhetőségének vizsgálatával. Zajszennyezés mérése. Internetes keresés: az egészségügyi határértékek meghatározása. Olyan eljárások keresése, amelyek a fokozott zajterhelésben dolgozókat védik.	Környezet-védelem. Biológia, orvostudomány.
Mennyit együnk?			
Miért kell ennünk? Mire fordítjuk az elfogyasztott élelmiszerekben lévő energiát? A hőközlés és az égéshő fogalma. Milyen mértékegységei vannak az energiának? Mit nevezünk kalóriának? A fajhő fogalma. Az élelmiszerek energiatartalma. Mitől híznak, mitől fogynak?	A táplálkozással kapcsolatos energiafajták felismerése, ezek átalakulási folyamatainak ismerete [30]. Az energia fogalmának kvantitatív ismerete. Mértékegységek átváltása. Ismerje a hőközlés, az égéshő és a fajhő fogalmát.	Beszélgetés kis csoportokban, majd a hallottak közös megbeszélése. Adatgyűjtés az élelmiszerek csomagolásán található információk alapján, internetes adatgyűjtés. DVD megtekintése az egészséges táplálkozásról. A fajhő mérése: termoszban tárolt meleg víz és jég közös	Fizika: a mechanikai és elektromos energia. Kémia: kémiai energiák, a táplálék megemésztése kémiai folyamatokon keresztül történik. Biológia: a táplálkozás alapvető biológiai folyamat.

		hőmérsékletének kiszámítása, az eredmény összevetése a mérési tapasztalattal.	
Mi hajtja a járműveinket? Milyen energiaforrásokat használnak a járművek? Mekkora a járművek teljesítménye? Mekkora a járművek hatásfoka? A hatásfok fogalma. Benzin vagy dízel? Mi az a kerozin? Mi mennyibe kerül? Mennyi az adótartalma?	Az energiaátalakulás folyamatainak mélyebb ismerete. A teljesítmény és a hatásfok fogalmának kvantitatív ismerete [2] [4] [13] [27].	Járműveket bemutató DVD megtekintése. Internetes adatgyűjtés a járművek „leg”-jeiről. Kiscsoportos beszélgetés arról, ki milyen autót szeretne magának (ár, fenntartási költségek). Látogatás a Közlekedési Múzeumban.	Fizika: a mechanikai energia fogalom korábbról ismert. Kémia: az üzemanyagok energiája kémiai eredetű.
Különleges meghajtású járművek Elektromos autó. Mi az a hibrid hajtás? Hidrogén meghajtás. Mit jelent a tüzelőanyag-cellás meghajtás? Napelemes autó és repülőgép.	Új jármű meghajtási megoldások ismerete [4] [6] [11] [13].	Egyéni projekt munka: a különböző alternatív jármű meghajtási módszerek bemutatása.	Kémia: elektrolízis.
3. fejezet: A Nap	A Nap, mint a legfontosabb energiaforrásunk		

	megismerése nemcsak a természettudományos ismereteinket gyarapítja, hanem erősíti a környezettudatos életvitel elsajátítását is [4] [13].		
Legfontosabb energiaforrásunk a Nap Mi a kapcsolat a különböző energiaforrások és a Nap között? Hogyan áramlik az energia a Napból a Föld felé? A hősugárzás jellemzői. Mit jelent a napállandó?	A hősugárzás ismerete. A napállandó jelentésének ismerete. A napenergia felhasználási lehetőségeinek környezettudatos ismerete [4] [13].	Napenergiáról szóló DVD film megtekintése. Csoportmunka: az egyes csoportok feldolgozzák az egyes energiaforrások kapcsolatát a Nappal, majd közösen megbeszélik a tapasztalatokat. Tanulói kísérlet: napfény fókuszálása papírlapra gyűjtőlencsével.	Biológia: az „éltető Nap” nélkül nincs élet a Földön. Irodalom, történelem, művészet-történet: a Nap kitüntetett szerepe a mitológiában és a művészetekben.
A napenergia felhasználása Hogyan és mire tudjuk használni a napenergiát? Napkollektor, napelem, napkohó, napkémény, naptó. A hősugárzás és hőelnyelődés törvényszerűségei. Az üvegházhatás.	Energia átalakítási folyamatok ismerete napenergia esetén. A hősugárzás és hőelnyelődés törvényeinek kvalitatív ismerete. Az üvegházhatás jelenségének ismerete [4] [13].	Projektmunka: a tanulók mutassák be posztereken a napkollektor, napelem, napkohó, napkémény, naptó működését. Frontális tanári munka: a hősugárzás, hőelnyelődés törvényeinek megtanítása. Tanulói kísérletek a hőkisugárzás és a	Technikai, technológiai, anyagtudományi ismeretek. Fizika: sugárzások.

		hőelnyelődés témakörében.	
4. fejezet: Energia-átalakító gépek	A tanulók e fejezet anyagának tanulmányozása során felismerhetik, hogy a társadalmi-gazdasági fejlődés mai fokán milyen sok energia-átalakító gép szolgálja a kényelmünket [11]. Ennek a témának a tárgyalása fejleszti a környezettudatos életvitelhez szükséges gondolkodásmódot [4] [13].		
Fűtés, hűtés, hajtás Fűtő és hűtő rendszerek. Talajszonda, talajkollektor, hőszivattyú. Hőerőgépek a gyakorlatban (Stirling-gép, robbanómotorok). A hőtan első főtétele. Hőerőgépek története.	Az energia-munka átalakítás alapvető törvényszerűségeinek, a hőtan első főtételének, a hasznosítható energia fogalmának ismerete.	Kiselőadások a különféle fűtő, hűtő és meghajtó gépekről. Internetes animációk használata és értelmezése. Működő Stirling-gép modell bemutatása.	Fizika: az energia-megmaradás tétele. Közgazdaság-tan: megtérülési idő.
Sütő- és főzőkészülékek a konyhában Hogyan sütöttek és hogyan főztek a régi korokban? Hogyan működnek a mai konyhák sütő- és főzőkészülékei?	A gáztűzhely és a villanytűzhely ismerete. A mikrohullámú sütő működésének ismerete. Az indukciós tűzhely	Kirándulás alkalmával főzés tábortűzön, bográcsban, „háromláb” és „bogrács ház” segítségével (a két módszer	Biológia: táplálkozás. Kémia: élelmiszerkémia.

Milyen változások várhatók a „konyha-technikában” a közeljövőben?	működési elvének ismerete [11].	összehasonlító elemzése).	
Megújuló energiák Vízi energia, szélenergia, árapály energia, bioenergia hasznosítása: vízi erőművek, szélkerekek, víz alatti „szélkerekek”, biodízel, biomassa, biogáz.	Az energia-munka átalakítás alapvető törvényszerűségeinek további elmélyítése. Környezeti-energetikai kérdésekben történő eligazodási képességek javítása [4] [13].	Csoportmunka: a különböző megújuló energiafajták sajátosságainak, előnyeinek, hátrányainak megismerése kisebb csoportokban, amit közös megbeszélés követ.	Fizika: az energia-megmaradás tétele. Közgazdaságtan: beruházás megtérülése. Biológia: ökológiai problémák.
5. fejezet: Atomenergia	E fejezetben fontos szerephez jut a tudósi, politikusi felelősség jelentőségének ismerete. A környezettudatos gondolkodásmód fejlesztése is célja a fejezet tanításának.		
Az atommag energiája A nukleáris energia felhasználásának kérdései. Hogyan számítható ki az atommag átalakulásokkor felszabaduló energia nagysága? A tömeghiány fogalma. Az atomfegyverek típusai,	A tömeghiány fogalmának ismerete. A tömeg-energia egyenértékűségének ismerete.	DVD filmek megtekintése az atomfegyverekről. Számítási feladatok elvégzése szaktanári segítséggel.	Biológia: sugárzások biológiai hatásai, ökológiai problémák. Történelem: a Hirosimára és Nagaszakira ledobott két atombomba története, politikai háttere,

kipróbálásuk, az atomcsönd egyezmény.			későbbi következményei. Fizika: sugárzások.
Az atomenergia békés felhasználása Az atomreaktorok típusai, fejlődésük. Mi jellemzi a legújabb atomreaktor generációt? Épüljön-e Magyarországon új reaktor blokk? Radioaktív hulladékok elhelyezésének problémái.	A biztonság és a kockázat józan megítélésének elsajátítása [7].	Döntéshozók, társadalmi szervezetek vitájának modellezése a diákok részvételével. Atomreaktor működését bemutató számítógépes animáció használata.	Gazdaság-földrajz: energiaforrások. Biológia: ökológiai problémák. Történelem, politológia, közgazdaságtan: az atomenergia felhasználása békés és katonai célokra.
Energiagondok Mennyi energiára van szüksége az emberiségnek? Hogyan oszlik meg az energia felhasználása az egyes földrészeken, illetve különböző országokban? Milyen módon állítható elő hasznosítható energia? Hasonlítsuk össze a megújuló és a nem-megújuló energiákat! Milyen erőművek épüljenek a közeljövőben Magyarországon?	Az energia globális jelentőségének felismerése [2] [4] [13] [27]. A nagy számokkal, prefixumokkal történő számítási műveletek elsajátításának fejlesztése [17].	DVD filmek megtekintése, internetes anyagok feldolgozása egyéni projektmunka keretében. Döntéshozók, társadalmi szervezetek vitájának modellezése a diákok részvételével.	Fizika: az energia-megmaradás tétele. Gazdaság-földrajz: a Föld energiaforrásai. Biológia: ökológiai problémák.

14. témakör: Csillagászat (15 óra)

A témakörben feldolgozott ismeretek, megalapozott fogalmak a csillagászat témakörébe engednek betekintést. A tanulók találkozhatnak azokkal a megfigyelésekkel, jelenségekkel, fogalmakkal, amelyek a tudományos hírekből gyakorta visszaköszönnek. A tudományos ismereteken túl a csillagászat a filozófiával, irodalommal, képzőművészettel is szoros kapcsolatban áll, s az emberi lét általános kérdéseire irányítja a figyelmet [21]. A tudományok társadalmi relevanciája a csillagászatban belül a legnyilvánvalóbb módon jelenik meg a tudománytörténet tanulságai és az emberi faj jövőre vonatkozó kérdései kapcsán [6]. A témakörből izgalmas, jól motiváló, minden irányba nyitott tananyag építhető fel, illetve tevékenység szervezhető.

A csillagászati tartalmak sajátossága, hogy lehetőséget nyújtanak mind a fizikai, mind a komplex természettudományos ismeretek szintézisére egy-egy konkrét jelenség kapcsán. Mód nyílik a természettudományos kompetencia fejlesztésére, az ok-okozati összefüggések értelmezésére konkrét problémák kapcsán. A témakör számos nyitott kérdést is megfogalmaz a jövőről. A kérdések kapcsán rendezett viták fejlesztik a vitakészséget, ennek révén az anyanyelvi kompetenciákat, tudatos állampolgárrá nevelnek [15] [16] [26]. A csillagászat számos irodalmi és művészeti vonatkozásának felhasználásával fejleszthetjük a diákjaink esztétikai érzését [21]. A közös és egyéni munka során végzett anyaggyűjtés, az önálló prezentációk készítése a digitális kompetenciát fejleszti [18]. Az űrkutatás fejlődését tanulmányozva tanítványaink a tudomány gazdasági vonatkozásaival is megismerkedhetnek, döntést hozhatnak az űrkutatás hasznosságáról [10].

A témák aktualitása, s mindenki számára nyitott programjai (pl.: amatőr csillagászat, Seti-program) az életkornak megfelelő szinten a közvetlen bekapcsolódás lehetőségét adja a természettudományos kutatás egyes formáiba.

Témák, problémák, fogalmak	Követelmények, fejlesztendő kompetenciák	Javasolt tevékenységek	Kapcsolatok
1. fejezet: Kozmikus környezetünk	A témakör a számos színes „világ”, s izgalmas, szokatlan jelenség bemutatása révén a természettudományos ismeretek komplex alkalmazását teszi lehetővé, fejlesztve a természettudományos kompetenciát. A kozmikus környezetünk bemutatását mind esztétikai, mind irodalmi aspektusok, s általános társadalmi vonatkozások is jellemzik [21].	A témakör számos táblázat, rajz, filmrészlet, fényképfelvétel, animáció, szimuláció révén talán az Internettel legjobban megtámogatott fejezetek közé tartozik, ezzel lényegében végtelen önálló keresési/kutatási lehetőséget nyújtva a diákoknak, s demonstrációs lehetőséget a tanároknak.	
A Naprendszer szerkezete, legfontosabb objektumai Ekliptika síkja. A bolygók keringésének és forgásának sajátosságai. A Naprendszer keletkezése.	Ismerje a Naprendszer szerkezetét, bolygók főbb típusait, a mozgásuk jellegzetességeit. Legyen tisztában a Naprendszer arányaival, a bolygók egymáshoz viszonyított méretével, a Naprendszer keletkezésének legfontosabb elméleteivel. A Naprendszer	Önálló munka: Internetes anyaggyűjtés, képgaléria készítése, HST felvételeinek, vagy például a NASA honlapjának felhasználásával. Poszter készítése, vetélkedő összeállítása stb. Számítógépes modellek keresése az interneten (mikor, hol találhatóak a bolygók).	Fizika: Kepler-törvények. Földrajz: csillagászat.

	keletkezését leíró modell fizikai háttere, a modellt igazoló, s annak ellentmondó tapasztalatok.	Tudománytörténeti adatgyűjtés, pl.: Laplace élete.	
A Föld, mint bolygó A Föld alakja és a gravitációs erő kapcsolata. A geoid alak sajátosságai. A Föld mozgásai. A Föld tengelyének helyzete, ennek következményei, a tengely billegő mozgása (precesszió), s ennek következményei. A Föld felszínének fizikai viszonyai, az ezeket befolyásoló tényezők. A felszínt alakító erők fizikai értelmezése. A Föld kora.	Ismerje a Földet, mint égitestet, az űrből nyújtott látványt, annak okát, a légkör sajátosságait, a felszíni viszonyokat, s az azt befolyásoló tényezőket, ezek kapcsolatát a légkör jellemzőivel és a hőmérsékleti viszonyokkal, a Föld mozgásainak periódusait; a periódusok legérdekesebb változásait az időben (pl.: évmilliókkal ezelőtt egy év több napig tartott, mint most). Ismerje a Föld tengelyének sajátos „billegését”, ennek hatását az évszakok alakulására. Ismerje a Föld korát az erre vezető megfontolásokat	A Föld látványa az űrből – képgyűjtés. A Föld, mint bolygó jellemző adatainak összegyűjtése – Internet. A sarki lapultság okának modellezése. A Föld tengelybillegésének modellezése (búgócsiga). A Föld korára vonatkozó megállapítások gyűjtése, az alkalmazott számítási módszer elemzése.	Földrajz: A Föld forgása és keringése. A Föld forgásának következményei (nyugati szelek öve), a Föld belső szerkezete. Biológia: a táplálkozás alapvető biológiai folyamat. A radioaktív kormeghatározás elve. A Föld gravitációs és mágneses tere
A Hold A Hold jellemző adatai, távolság keringési idő, forgási periódus, hőmérséklet, légkör hiánya, felszín, anyag, a Hold formakincse. A Hold fázisai, a	Legyen tisztában a Hold méretével és távolságával, látszó méretének a Nappal közel azonos voltával (ennek következményeivel, pl.: gyűrűs napfogyatkozás).	Önálló munka, projekt: - Első ember a Holdon. - A Hold magyar hírességekről elnevezett kráterei (a hírességek életrajza.). A Hold távcsöves	Földrajz: Az apály-dagály jelenség hatása a tengerpartokra. Biológia: A Hold és az ember biológiai

fázisok magyarázata. A hold- és napfogyatkozás. A Hold kora.	Értelmezni tudja a Hold fázisait, legyen tisztában a fázisváltozások irányával, tudja értelmezni a fogyatkozásokat, s el tudja különíteni a fázisoktól. Össze tudja kapcsolni a fogyatkozásokat és a fázisokat. Legyen tisztában a Hold fizikai viszonyai és a felszíni alakzatok közötti összefüggésekkel. Tudja értelmezni a kráterborítottságot, a Hold felszínét alakító folyamatokat. Tudja magyarázni, hogy a Hold miért mutatja mindig ugyanazt az oldalát a Föld felé. Ismerje a Hold és a Föld kölcsönhatásait, a Hold kutatásának legfontosabb állomásait.	vizsgálata, látogatás távcsöves bemutatóhelyre. A holdfázisok és fogyatkozások vizsgálata animációkon keresztül.	ciklusai. Történelem: A napfogyatkozások szerepe az emberi kultúrában. Kultúrtörténet: A Hold "képének" értelmezése a múltban.
A Naprendszer bolygói Merkúr, Vénusz és Mars jellegzetességei. A légkör hiányának és a légkör jelenlétének következményei. A hőmérsékleti viszonyok, érdekességek a bolygókon. Pl.: A Merkúr elnyúlt pályája, a Vénusz különlegesen sűrű légköre, a Mars és jégsapkái. A kisbolygók övének	Tudja összehasonlítani táblázat segítségével a két égitest sajátosságait, felszíni viszonyait, értelmezze az eltérések okait, s azok következményeit. Ismerje fel az ok-okozati kapcsolatot a bolygó felszínének sajátosságai és a bolygón uralkodó fizikai viszonyok	Fényképgyűjtemény, diashow készítése. Képzelt lény tervezése a bolygó fizikai viszonyait figyelembe véve. Magyar vonatkozású kisbolygók. Távcsöves megfigyelés, a HST képei. Önálló munka:	Biológia: az élet fizikai feltételei. Fizika: A Kepler-törvények alkalmazása a bolygók pályájának és keringési idejének összehasonlításakor. Az üvegházhatás a

elhelyezkedése, egyes objektumai. Jupiter, Szaturnusz. Uránusz, Neptunusz jellegzetességei. Az óriásbolygók anyaga. Gyűrűk és holdak az óriásbolygók körül. A Vörös-folt a Jupiteren. A Szaturnusz gyűrűjének sajátosságai.	között. Ismerje a Mars sajátosságait, a Mars-kutatás legfontosabb eredményeit. Ismerje a kisbolygó fogalmát, a Mars és Jupiter között elhelyezkedő kisbolygóövet. Legyen tisztában az óriásbolygók legfontosabb fizikai jellemzőivel, az óriásbolygókon megjelenő többféle halmazállapotú anyaggal, a legnagyobb holdak és a gyűrűk sajátosságaival. Fel tudja ismerni képről a Naprendszer óriásbolygóit, jellegzetességeiről. Legyen tisztában azzal, hogyan határozza meg a hőmérséklet és a nyomás együtt az anyag halmazállapotát.	- A Merkúr, Vénusz és Mars megismerésének története. - Ember gyártotta eszközök a bolygókon. - Az óriásbolygók a HST fényképein. - Az óriásbolygók felfedezésének tudománytörténeti vonatkozásainak feldolgozása (Pl.: Galilei, Huygens, Cassini). - A nyomás, hőmérséklet. - A Jupiter és Szaturnusz megfigyelése szabad szemmel és távcsővel. A bolygók kelésének és nyugvásának, valamint elhelyezkedésének megkeresése az interneten (pl.: A Magyar Csillagászati Egyesület honlapja). A Jupiter holdjainak (Galilei-holdak) megfigyelése.	Vénuszon. Azonos anyag többféle halmazállapotban. Kémia: Kémiai folyamatok a Vénuszon, a bolygók légköre, anyaga. Tudománytörténet, történelem, gazdaság: Galilei munkássága. Irodalom: bolygók említése a költészetben.
A Naprendszer külső vidékei Kuiper-öv és a Plútó, meteorok, meteoritek, üstökösök és szerkezetük a meteorhullások és az üstökösök kapcsolata. A Földet fenyegető kozmikus katasztrófa esélye felé?	Legyen ismerete a külső kisbolygóöv létezéséről, a Plútó „státuszának” változásáról. Ismerje a meteorok és meteoritek közötti különbséget, a meteorok típusai, a meteoritek felszíninformáló hatása. Ismerje az üstökösök	Kutatómunka: a legfontosabb meteorrajok, ezek megfigyelésének története (Pl.: Humboldt expedíció). Meteorkráter sajátosságainak megfigyelése, a meteor becsapódás modellezése. A meteorok	Földrajz, biológia: Kepler-törvények - az üstökösök elnyúlt ellipszis pályája. Földtörténeti katasztrófák. Kráter-becsapódás keltette felszíni alakzatok

	mibenlétét, a Nappal való kölcsönhatásuk következményeit. Ismerjen néhány fontosabb üstökös, melyek a tudományos kutatás homlokterébe kerültek.	pusztításának mértékére vonatkozó becslések készítése. A témát feldolgozó filmek kritikai vizsgálata. A Halley-üstökös felfedezésének története Üstökös-becsapódás a Jupiterbe. Kozmikus katasztrófa ábrázolása a filmekben – mennyiben reális, hol hibás? Kozmikus katasztrófa animációkon (internet).	keresése térképeken, műholdfelvételeken.
A Nap, a hozzánk legközelebbi csillag A Nap jellemzői, hőmérsékleti viszonyai, energiatermelése. A Nap hatása a Földre, napkitörés, napszél, napfolt. A Nap Földre sugárzott energiája, a Napállandó.	Ismerje a Nap szerkezetét, legfontosabb fizikai jellemzőit, a Nap hatását a Földre és a kozmikus környezetére. Ismerje a napfoltokat, azok ciklusait (pillangó diagram), mágnességgel való kapcsolatukat. Legyen tisztában a Nap energiatermelésének elvével. Ismerje a sarki fény jelenségét, mint a Nap és a Föld mágneses terének kölcsönhatását, legyen tisztában a Föld felületegységére jutó sugárzott	Napfoltészlelés távcsővel – kivetítés, vagy napszűrő. A napfoltok helyzetváltozásának nyomon követése. (Interneten is lehetséges). A korábbi napfogyatkozások felvételei vagy más interneten megtalálható felvételek alapján a napkitörések megfigyelése. Önálló feladatok: - A napaktivitás hatása a műszaki eszközeinkre – kutatómunka.	Földrajz: Évszakok változása. A nappal hosszának változása. Fizika, földrajz: A fény elnyelése, üvegházhatás. Történelem, művészet-történet, filozófia: napkultusz az antik kultúrákban.

	napenergia és az évszakok változása közötti kapcsolattal.	- Besugárzás-becslések eltérő napszakokban, évszakokban a napsugárzás hajlásszögéből, s a napkelte és napnyugta közötti időből. - Elnyelési kísérletek télen: pl.: földdel (falevéllal) behintett hó olvadásának megfigyelése. - Vannak-e évszakok más bolygókon? - A Nap és a földi légkör kölcsönhatásainak vizsgálata naplemente környékén készített felvételek segítségével.	
A csillagok élete A csillagok definíciója, jellemzői. A csillagok lehetséges fejlődési folyamatai, annak jellemzői, Hertzsprung-Russel diagram. A Nap várható jövője. Néhány különleges égi objektum.	Ismerje a csillagok jellemzőit, az energiatermelésüket biztosító magfúzió folyamatát. Legyen tisztában azzal, hogy a csillagok élete ciklikus, a csillagok születnek és elpusztulnak. Ismerje a csillagfejlődés legfontosabb állomásait. Tudja értelmezni a csillag mérete és a fejlődési út összefüggéseit a H-R diagram segítségével. Ismerje a csillagfény elemzésének módszerét, a csillag anyagára utaló színeképet. Alkalmazza ezen ismereteit	Projektek, önálló munkák, posztterek internetes háttérrel, pl.: - Mik azok a fekete-lyukak? - A vörös óriások és fehér törpék.	Atomfizika: A csillagok energiatermelése, magfúzió; a csillagok anyagáról árulkodik fényük – színeképelemzés. Filozófia: Az anyagelvű világnézet alapjai. Irodalom, képzőművészet: A csillagos ég alatt. Irodalmi, filozófiai esszé: Csillagok porából vagyunk valamennyien.

	csillagunkra, a Napra. Tudja a kapcsolatot a földi anyag és a csillagkeletkezés folyamat között: „Csillagok porából vagyunk valamennyien.” Ismerjen néhány különleges kozmikus objektumot, pl.: fekete-lyuk, szupernóva, pulzár, kvazár, s ezek sajátosságait, felismerésük módját.		Tudomány-történet: Hogyan rengették meg az arisztotelészi világméket (az égbolt változatlan) a csillagászati megfigyelések. (Pl. Tycho de Brahe szupernóva megfigyelése)
A galaxisok A galaxisok fogalma, jellemzői, típusai, mozgásai. A Tejútrendszer jellemzése, mérete, szerkezete. Az Androméda-köd.	Ismerje a galaxis fogalmát, a galaxisok típusait, a Tejútrendszer legfontosabb jellemzőit; a haló és a gömbhalmazok fogalmát, a Naprendszer helyét a Tejútrendszerben. Az Androméda-köd, mint „ikergalaxisunk”. Tudja, hogy mit jelent ez a távolság a galaxisunkról szerezhető ismeretek vonatkozásában. Legyen tisztában azzal, hogy a világegyetemben galaxisok milliárdjait találjuk.	A Tejútrendszer szabad szemmel történő megfigyelése. Az Androméda-köd távcsöves megfigyelése. Képek gyűjtése (galéria készítése) galaxisokról. (PowerPoint bemutató.)	Fizika: Relativitás-elmélet – a téridő fizikája.
2. fejezet: Tájékozódás az éjszakai égbolton	A fejezet a megfigyelések, tapasztalatok és a tudományos modell		

	létrehozható összhangját mutatja be, elsődlegesen a közvetlen tapasztalatszerzés lehetőségét nyújtja. Távcsoves, és szabad szemmel végzett megfigyelések is jól szolgálhatják a tanulást.		
Mit látsz, ha felnézel? A csillagok a Nap és a Hold mozgása az égbolton. Az ekliptika és az égi egyenlítő az éggömbön. Csillagképek az éjszakai égbolton.	Ismerje a geocentrikus és heliocentrikus világképet. Legyen tisztában azzal, hogy a Föld napköri keringése, tengelyforgása, s tengelyének ferdesége hogyan határozza meg az éjszakai égbolt látványát. Tudja, hogyan mozog a Nap (látszólag) az évszakok függvényében a nappali égbolton. Ismerje az égi egyenlítő fogalmát, a sarkcsillag szerepét a csillagok látszó mozgásának leírásában, a legfontosabb hazánkban megfigyelhető csillagképeket, tudja azonosítani a könnyen megfigyelhető bolygókat.	Kultúrtörténeti vizsgálatok: A világ képe Ptolemaiosztól Keplerig. Csillagos ég animációk használata az interneten (pl.: Google Sky). Távcsoves megfigyelések. A "csillagjegy" fogalmának értelmezése (Miért van az, hogy az Iker jegyben születettek nyáriak, de az Iker csillagképet télen látjuk?).	Fizika: Kepler-törvények. Földrajz: Tájékozódás.
3. fejezet: Az ősrobbanás elmélete			

	A fejezet a tanulók kreativitását, absztrakciós készségét és általános nyitottságát fejleszti, teszi próbára. Jól használhatók az egyszerű modellek, animációk.		
A Nagy Bumm Az Univerzum tágulására utaló tapasztalatok, a galaxis-halmazok távolodása. A vörös-eltolódás jelensége. Hubble állandó. Az Univerzum fejlődése – Ősrobbanás elmélet.	Legyen tisztában a Doppler-jelenség lényegével, s tudja alkalmazni a galaxis-halmazok egymástól való tágulásának leírásában. Ismerje a Hubble-törvényt, az ősrobbanás elméletet, tudja azt, hogy közelítőleg mikor történt az ősrobbanás. Ismerje az Univerzum keletkezésének legfontosabb állomásait. Ismerje a térben véges, de határtalan táguló Univerzum modelljét. Legyen tisztában a tágulás inflációs szakaszával, annak kvantummechanikai vonatkozásaival.	Doppler-jelenség vizsgálata hangnál. Animációk az Interneten – vörös-eltolódás. Tudománytörténet: Hubble munkássága. Egyszerű modellek készítése – felfújt léggömbön lévő rácspontok kölcsönös helyzetének vizsgálata a léggömb tágulása során. Az ősrobbanás elmélet filozófia visszhangja (pl.: Teilhard Chardin), más elméletek (pl.: állandó állapot elmélet - Hoyle)	Filozófiai, irodalmi vonatkozások.
4. fejezet: Hogyan hódítja meg az ember a világűrt?	A világűr meghódítása nemcsak tudományos, hanem gazdasági, társadalmi kérdés. Hogyan él az	Számos historikus adat, feldolgozható elemzés, futurisztikus terv érhető el az interneten. Rengeteg űrexpedíció, fényképekkel,	

	emberiség a tudomány lehetőségeivel? Mire szán pénzt? Mi alapján dönt? El kell-e egyszer az emberiségnek hagynia a Földet? Képes lesz erre? A társadalom és tudomány kölcsönhatásai érhetők tetten ebben a fejezetben.	animációkkal, felderítő eszközök leírásával. Külön érdemes foglalkozni a magyar vonatkozású fejlesztésekkel.	
Az űrkutatás állomásai Az első ember az űrben. A Hold meghódítása. Magyarok az űrben. A modern űrkutatás célpontjai. A jövő tervei. Ember készítette objektumok az űrben: hordozórakéták, szállító eszközök. A világűr megfigyelése: távcsövek, távcsőrendszerek, parabolaantennák, antennarendszerek.	Legyen tisztában az űrkutatás fejlődésének legfontosabb állomásaival. Ismerje a magyar űrkutatás történetét, Farkas Bertalantól Simonyi Károlyig [3] [24]. Ismerje a Nap, a bolygók és holdak kutatásának néhány fontos programját. Legyen tisztában azzal, hogy a világútból fontos információkat nyerhetünk a Földről. Ismerje az emberes űrutazások nehézségeit, az ezzel kapcsolatos terveket. Ismerje azokat a legfontosabb eljárásokat, amelyekkel kozmikus környezetünket vizsgáljuk. Ismerje az űrbe jutás alapvető technikáit (rakéta, űrrepülő). Ismerje a	Projektek, önálló munkák, posztterek internetes háttérrel, pl.: - Első ember az űrben; - A Hold meghódítása; - Magyarok az űrben; - Magyar tudományos eredmények felhasználása az űrkutatás során. - A nemzetközi űrállomás története, eredményei, jövője, - A Hubble Űrteleszkóp (HST) története, eredményei. - Gigantikus forgó űrállomás (mesterséges gravitáció) tervek a világhálón.	Fizika: a rakéta elve, lendület-megmaradás. A mesterséges gravitáció - egyenletes körmozgás. A nagy-sebességű utazás és az idő – relativitás-elmélet. Földrajz, biológia: Felvételek az űrből. Egy más bolygó lakhatóvá tétele. A tartós súlytalanság hatása az emberi szervezetre. Környezetvédelem: a tönkretett Föld esetleges elhagyása.

	nagytávolságú emberes űrutazás nehézségeit, a mesterséges gravitáció megvalósításának lehetőségeit.		Pszichológia: a nagy távolságú emberes űrutazás pszichológiai korlátjai. Gazdaság- politika, politika, szociológia, pszichológia, jövőkutatás.
Egyedül vagyunk a világban? Az exobolygók keresése. Az élet feltételei, lehet-e másutt élet. Térbeli és időbeli korlátok. Az értelmes élet kutatása.	Legyen tisztában azzal, hogy milyen érvek szólnak amellett, hogy az ember az egyedüli értelmes lény az Univerzumban, s mik szólnak ellene. Ismerje az élet keresésének történetét, például a Marson. Legyen tisztában az élet létrejöttének biológiai feltételeivel, azzal, hogy másféle életformák is létezhetnek.	A Seti-program sajátosságai. Alkotómunka: milyenek lehetnek a földön kívüliek? A földön kívüliek megjelenése a filmekben - kritikai elemzés. Vita: Élet a Földön kívül?! Egy képzeletbeli – a miénktől alapvetően eltérő – életforma bemutatása. Képzelt jövőbeli lény tervezése: az élet fejlődésének jövőbeli iránya az evolúció törvénye alapján (szöveg, rajz stb.).	Biológia: az evolúció elveinek alkalmazása egy képzelt lényre. Irodalom: Képzelt lények. Találkozás más értelmes lényekkel – Film. Filozófia: Egyedül vagyunk a világban? Matematika, fizika: A találkozás esélyei.

15. témakör: Mivel foglalkoznak korunk fizikusai? (10 óra)

A fizikai megismerés módszerei sokat fejlődtek az elmúlt évtizedekben, új kutatási irányok alakultak ki, jelentős, a technikában már felhasznált eredmények születtek. A témakör célja, hogy a tanuló megismerkedjen az elmúlt évek néhány fontos eseményével, elsősorban szemléletformáló céllal.

Az első fejezet megmutatja, hogy a jól ismert egyszerű modellek hogyan finomíthatóak tovább, és feltárja az így kapható látványos és érdekes eredményeket. A fraktálokkal, a szinkronizációs folyamatokkal, az egzotikus tulajdonságú részecskékkel való megismerkedés szélesíti a tanuló látókörét.

A második fejezet a fizika fontos gyakorlati alkalmazásairól szól, amelyek megismerése szükséges ahhoz, hogy a tanuló természettudományos műveltségét használva legyen részese korunk társadalmi, gazdasági, technológiai változásainak [6].

Témák, problémák, fogalmak	Követelmények, fejlesztendő kompetenciák	Javasolt tevékenységek	Kapcsolatok
1. fejezet: Pontosabb modellek – új jelenségek	A fejezet konkrét példáin keresztül a tanulók megismerhetik az egyszerű modellek pontosításának lehetőségeit és láthatják, hogy egy kis pontosítás új típusú jelenségek megismerését teszi lehetővé. Megérthetik, hogy a fizikai eszközök alkalmasak összetett jelenségek vizsgálatára. A természettudományos kompetencia mellett a digitális kompetencia is fejlődik [19], hiszen a bonyolultabb modellek számítógéppel vizsgálhatók.	Ismeretterjesztő DVD-k megtekintése, a bonyolultabb modelleket szemléletesen bemutató weboldalak meglátogatása, Java appletek használata segítheti a tanulást.	

A részecskefizika története és jelenlegi állása A neutrínó, a pozitron felfedezése. A Standard modell, kvarkok. Hogyan épülnek fel és mire használják a nagy részecskegyorsítókat?	A tanuló ismerje néhány újabb elemi részecske (neutrínó, pozitron) felfedezésének történetét. Tudja, milyen főbb összetevőkből áll az anyag a Standard modell szerint. Ismerje a legnagyobb részecskegyorsító működési elvét, jellemző adatait. Ismerje, hogyan zajlik egy nagy energiájú ütközési kísérlet, a felkészülés, az adatok értékelése.	Érdekes kérdések feldolgozása csoportosan: - Hogyan vitatkozna Arisztotelész és Démokritosz az anyag oszthatóságáról, ha ma élnének, és fizikusok lennének? - Sikerült-e megtalálni a legkisebb építőkövet, az elemi részecskét?	Fizika: atommodellek.
Kaotikus jelenségek Mit jelent a kaotikus viselkedés? A lineáris és nemlineáris erőtvényű rugóhoz kapcsolt test kényszerrezgései. A mágneses inga kaotikus mozgása, attraktorai. A különös attraktor fraktáltulajdonsága. A fraktálok a természetben.	Ismerje a kaotikus viselkedés jellemzőit, használja a fázistér, trajektória, attraktor fogalmakat a kaotikus viselkedés leírása során. Ismerje a fraktálok jellemzőit, önhasznós tulajdonságukat, mutasson be a természetben megjelenő önhasznós tulajdonságú mintázatokat [17].	Vizsgáljanak kísérlettel vagy szimulációval kaotikusan viselkedő rendszereket. Projektmunka: Milyen természeti folyamatok mutatnak kaotikus viselkedést?	Fizika: kényszerrezgések. Biológia: páfránylevelek felépítése. Földrajz: a tagolt tengerpart, fjordok.
Szinkronizációs folyamatok Szinkronizációs folyamatok. Hogyan modellezhető egy olyan rendszer,	Mondjon példát természeti és fizikai rendszerekben lezajló szinkronizációs folyamatokra (vastags,	Csatolt metronómok vagy ingák segítségével figyeljék meg a lezajló szinkronizációs	Biológia: tűzlegyek, halrajok mozgásának szinkronizációja.

amely képes a szinkronizációra?	tűzlegek felvillanásai, metronómok). Ismertessen egy egyszerű modellt olyan rendszerre, amelyben várhatóan szinkronizációs folyamatok mennek végbe.	folyamatot.	
2. fejezet: A technológiai fejlődés	A tanulók átfogó képet szerezhettek a legújabb kor technológiai fejlődéséről (anyagtechnológia, energetika, környezeti fizika), a felmerülő globális problémákról és a megoldásukra tett tudományos erőfeszítésekről [4] [11] [13].		
Környezeti fizika A Föld légkörének modellezése. Szuper-számítógépek.	Ismerje, hogy milyen módon próbálják a fizikusok a légkört modellezni. Hogyan gyűjtik az adatokat, milyen tényezőket vesznek figyelembe, milyen számítógépeket használnak erre a célra, mennyire pontos a modell, mire használható? [18]	Kövessék figyelemmel az Interneten a legújabb szimulációk eredményeit. Projektmunka: Mennyibe kerül egy szuperszámítógép üzemeltetése és mire érdemes használni? Megéri-e a befektetés?	Fizika: környezeti fizika.
Energetika Az emberiség jelenlegi energiafelhasználás a, az energiafelhasználás változásai. Honnan lesz energiánk?	Jellemezze az emberiség energiafelhasználását, az energiafelhasználás alakulását az elmúlt száz évben, területi megoszlását, és az energia előállításának	Vita: Mi lehet a jövő energiaforrása? Helyes-e a hagyományos izzók felváltása neoncsövekkel?	Fizika: generátorok.

	főbb módjait. Elemesse az egyes energiatermelési módok előnyeit és kockázatait, támaszkodjon a tanult fizikai ismeretekre, végezzen becsléseket [2] [4] [13] [27].	Vita arról, hogy a technológiai fejlődés képes-e megoldani a modern életforma elterjedését kísérő problémákat.	
Nanofizika Mivel foglalkozik a nanofizika? Mire használhatóak a nanofizika eredményei (optika, napelemek, gyógyszerek)? Fullerének, szén nanocsövek, grafén.	Tudja, hogy mit jelent a nanofizika kifejezés, ismerjen néhány konkrét alkalmazást. Ismerje a nevezetes szén-nanovegyületek szerkezetét, felfedezésük történetét, lehetséges jövőjét.	Keressen az interneten nanovegyületekről, anyagokról készült képeket, ábrázolásokat.	Kémia: kötések.
Korunk nagy kísérletei A szinkrotronok és a szinkrotronsugárzás sal végezhető kísérletek (DESY, Grenoble). Az épülő Európai Röntgen Szabadelektron Lézer. Kísérlet a gravitációs hullámok kimutatására. Az LHC. Az Európai Spallációs Neutronforrás. Hogyan dolgoznak a fizikusok?	Ismerje néhány nagy nemzetközi kutatóközpont (CERN, DESY, stb.), felszereltségét, az ott folyó kutatásokat, néhány a közeljövőben megépülő berendezés terveit és a várható eredményeket. Ismerje meg az ott dolgozó fizikusok munkakörülményeit, a kutatási feladatok sokrétűségét, a publikációs lehetőségeket.	Gyűjtsenek anyagot néhány nagy kutatóközpontról, tervezett berendezésről, és tanári irányítással dolgozzák fel! Hívjanak meg aktívan dolgozó fizikust, hogy tartson fényképekkel illusztrált beszámolót!	

A továbbhaladás feltételei a 11. osztályban

A tanulók ismerjék a kommunikációs technikák alapvető fizikai hátterét (rádiózás, mobiltelefon, üvegszál, távközlés stb.). Legyenek tisztában a különböző típusú memóriák működésének fizikai alapjaival, és ismerjék az emberi idegrendszer viselkedésének lényeges elemeit.

A tanulók ismerjenek néhány fontos képalkotási módszert; ismerjék a (hagyományos filmes és digitális) fényképezés alapjait, a fény- és elektronmikroszkópia lényeges sajátosságait, az infra-diagnosztikát (hőkamerák működését), a radar és a röntgen leképezés alapjait, valamint ismerjék a legfontosabb orvosi képalkotási eljárások legfontosabb elveit.

Ismerje a speciális relativitáselmélet alap-posztulátumait. Tudja kiszámítani az idő-dilatációt és a hossz-kontrakciót, valamint ismerje a relativisztikus sebesség-összeadás módját. Ismerje a relativisztikus impulzus és a relativisztikus energia kiszámítási módját. Értse a tömeg-energia ekvivalencia elvét.

Ismerje a kvantumfizika megszületéséhez vezető kísérleti tapasztalatokat. Értse a fény kettős természetét igazoló jelenségeket, ismerje a foton alapvető tulajdonságait. Értse az elektron részecske-hullám kettős természetét, ismerje az elektron hullám alapvető tulajdonságait. Ismerje az atomelmélet fejlődésében fontos szerepet játszó fizikátörténeti kísérleteket. Legyen tisztában a fontosabb atommodellek főbb sajátosságaival.

Ismerje az atommag összetételét, alapvető fizikai tulajdonságait. Értse az atommag cseppmodellként, illetve héjmodellként történő leírását, ismerje ezeknek a modelleknek az igazságtartalmát, továbbá a hiányosságait is. Ismerje a radioaktív sugárzások fajtáit és ezek jellemzőit, a természetes és mesterséges radioaktivitás szerepét életünkben (veszélyek és hasznosítás). Ismerje a magátalakulások főbb típusait (hasadás, fúzió). Legyen tisztában ezek felhasználási lehetőségeivel. Tudja összehasonlítani az atomenergia felhasználásának előnyeit és hátrányait a többi energiatermelési móddal, különös tekintettel a környezeti hatásokra.

A tanulók ismerjék a környezeti fizika néhány fontos kérdésének alapjait. Tudják, hogy a víz milyen fontos szerepet tölt be életünkben, ismerjék a meteorológia alapvető fizikai vonatkozásait, legyenek képesek ismertetni a különböző csapadékok jellemzőit és kialakulási módjukat. Ismerjék a repüléssel kapcsolatos alapvető fizikai törvényeket. Tudják, hogyan számíthatjuk ki ökológiai lábnyomunk nagyságát. Legyenek tisztában a globális felmelegedés problematikájával. Legyenek tisztában azzal, hogy a táplálkozás, illetve a járművek mozgása közben energia-átalakulási folyamatok zajlanak. Tudjanak arról, hogy milyen sajátosságai vannak a napenergia, illetve a nukleáris energia felhasználhatóságának. Tudjanak arról, hogy milyen megújuló energiaforrásaink vannak, és milyen körülmények között célszerű ezeket felhasználni.

Legyenek ismeretei a csillagászat alapvető eredményeiről, legyen képes tájékozódni az éjszakai égbolton. Ismerje az Univerzum és a Naprendszer kialakulásának történetét, legyen tisztában a világmindenség szerkezetével. Ismerje az űrhajózás elméleti és gyakorlati jelentőségét. Ismerje az alapvető részecskéket és

kölcsönhatásokat leíró Standard Modellt, tudjon a jelenleg is folyó részecskefizikai kutatások irányáról.

A középiskola fizikát tanító utolsó osztályában a korábbi évek tananyagának és a modern fizika elemeinek szintetizálásával körvonalazódnia kell a diákokban egy korszerű természettudományos világnézetnek. Tudatosodnia kell a tanulóknak, hogy a természet egységes egész, szétválasztását rész tudományokra csak a jobb kezelhetőség, áttekinthetőség indokolja. A fizika legáltalánosabb törvényei a kémia, biológia, földtudományok és az alkalmazott műszaki tudományok területén is érvényesek.

KÖZÉPISKOLAI KÉMIA TEHETSÉGGONDOZÓ TANTERV

A tehetséggondozó típusú kémia tantervet alapvetően a középiskolák 9., 10. és 11. osztályai számára készítettük, az első évben heti 2,5 órás keretben, a másodikban pedig heti 2, a harmadikban heti 1,5 órás keretben, ami összesen $92,5 + 74 + 55,5 = 1222$ tanítási órát jelent. Az iskolák helyi tantervei alapján ettől mind a korosztályokat, mind az óraszámokat illetően lehetséges eltérni.

A tananyagot összesen 12 témakörre bontottuk: az első tanévben öt, a másodikban szintén öt, a harmadikban kettő témakör kerül feldolgozásra:

- 9. osztály:**
- 1. témakör: Miért érdekes a kémia? (11 óra)
 - 2. témakör: Tűz (26 óra)
 - 3. témakör: Levegő (19 óra)
 - 4. témakör: Föld (18 óra)
 - 5. témakör: Víz (18 óra)

- 10. osztály:**
- 6. témakör: Mi történik a konyhában? (17 óra)
 - 7. témakör: Gyógyszerek és mérgek (9 óra)
 - 8. témakör: Szépség és kémia (15 óra)
 - 9. témakör: A ház és a kert kémiája (18 óra)
 - 10. témakör: Árnyék és fény (15 óra)

- 11. osztály:**
- 11. témakör: Anyagok (25 óra)
 - 12. témakör: Fogalmak (30 óra)

Minden témakört számozott fejezetekre bontottunk, és az egyes fejezeteket alfejezetekre, melyeket nevezzünk tanítási egységeknek (ezeket már nem számoztuk külön). Egy tanítási egység jelenthet egy tanítási órát, de a tanulóktól, illetve a tanár elképzelésétől, lehetőségeitől függően egy tanítási egységet két-három órában is meg lehet valósítani. Egyes egységeknél (projektek kooperatív feladatok választásakor) különösen érdemes arra figyelni, hogy adott módszer időigénye nagyobb lehet. A tanterv lehetőséget ad arra, hogy ezeket a tanmenetbe építsük.

Célok és feladatok

A kémia tehetséggondozó típusú tanterv célja, hogy a tantárgy iránt érdeklődő tanulókkal egyszerűen megismerjék és akár önállóan is vizsgálható jelenségeken keresztül megismertesse a természettudományos gondolkodásmód és vizsgálódás jellemzőit. Cél, hogy a tanulók ismerjenek fel a környezetünkben, a hétköznapjaikban előforduló kémiai problémákat, váljanak motiválttá az ezeken való gondolkodásra, vizsgálódásra, és legyenek képesek eredményeik értékelésére, értelmezésére. Ezeken keresztül feladata a tudományos kutatás elvének alkalmaztatása, a tudományos ismeretekkel kapcsolatos információk értelmeztetése és az anyagokkal kapcsolatos problémákra való érzékenyítés. Emellett a mennyiségi gondolkodás fejlesztése is nagy szerepet kap. Feladatunknak tekintjük, hogy a

tanulók legyenek képesek egyszerű vizsgálatok önálló tervezésére, végrehajtására, eredményeik bemutatására, a kísérletek tapasztalatai alapján önálló érvelésre.

Ezeknek a tanulóknak a motiválásáról gyakran megfeledkezünk: adottnak és állandónak tekintjük érdeklődésüket, kevésbé figyelünk arra, hogy a motiváció fenntartása a természettudományokkal kapcsolatosan különösen fontos. Pedig ez azért is kulcskérdés, mivel a természettudományokkal való foglalkozás komoly munka: rengeteg energiát, önálló megfigyelésre való hajlandóságot, sok gyakorlást és ezért gyakran fokozott monotonitűrést igényel! Ennek elvárása pedig a motiváció folyamatos megőrzése, erősítése nélkül túlzott elvárás még az elkötelezett tanulókkal szemben is. A motiváció azonban összetettebb annál, hogy az egyszeri tantermi történések (mégoly varázslatos) erejében bízunk. A tanterv célja tehát tematikájával alkalmat teremteni a tantárgyat tanító tanárnak arra, hogy minél többféle motivációs eszközzel élhessen – akár az egyéni tapasztalás, rácsodálkozás, akár az integrált szemléletből adódó koncentrációs lehetőségek, akár a változatos tevékenységformák révén.

A 9. évfolyamon a tudományos gondolkodás, érvelés, a folyamatok és rendszerek értelmezésének alapozása történik. Kiemelt feladatnak tekintjük a kémia iránti pozitív attitűd kialakítását, erősítését. A 10. évfolyamon a mindennapi élet egy-egy szegmensén keresztül (a „régén és most” rendező elv mentén) az anyagismeret bővül. A tanterv újdonsága, hogy az első két évfolyamon nem válik élesen szét az általános, a szerves, illetve szervetlen kémia tanítása. A 11. évfolyam feladata a metafoglalmi tudatosság kialakítása, az addigi ismeretek elmélyítése, rendszerezése, más szempontok szerinti feldolgozása.

Az újszerű tevékenységekkel kapcsolatban érdemes a tanárnak a pedagógiai értékelés számos formáját kiaknázni (a fejlesztő értékelés esetében az egyszerű, jelekkel történő értékeléstől – ez a csoport tagjainak csoporton belüli gyors értékeléséhez igen hasznos lehet – az írásbeli vagy szóbeli tanári értékelésig, a portfólióig, illetve az egyéni értékelés más formáig). Külön szerepet kap a diagnosztikus értékelés, amely a differenciálás alapját képezheti. A kooperatív, illetve az inquiry based learning módszerek esetében a folyamat értékelése is lényeges elem: érdemes ezekhez a tanulócsoporthal közös hagyományokat kialakítani.

A tanterv számos tevékenységjavaslatot tartalmaz minden feldolgozott témához. Ezzel célja, hogy a tanár ezek közül válogatva úgy dolgozza fel a tananyagot, hogy az leginkább a tanulócsoporthoz illeszkedjen.

9. osztály:

A 9. osztály tananyaga öt témakörre oszlik („Miért érdekes a kémia?”, „Tűz”, „Levegő”, „Föld”, „Víz”). A feldolgozott tartalmak összefoglalását és a főbb kompetenciafejlesztési célokat az egyes témakörök előtt adjuk meg részletesen.

1. témakör: Miért érdekes a kémia? (11 óra)

1. fejezet: Miért különleges a kémia?
2. fejezet: Mit csinál egy kémikus?

2. témakör: Tűz (26 óra)

1. fejezet: Az elemek birodalma – a periódusos rendszer
2. fejezet: Ütközések
3. fejezet: Megfordíthatóság
4. fejezet: Mondd, te mit választanál?

3. témakör: Levegő (19 óra)

1. fejezet: Mitől gáz a gáz?
2. fejezet: Oxigén, oxidáció, redukció
3. fejezet: Merre tartunk?

4. témakör: Föld (18 óra)

1. fejezet: Szerkezetek és tulajdonságok
2. fejezet: Fémek bennünk és körülöttünk

5. témakör: Víz (18 óra)

1. fejezet: Egy különleges anyag
2. fejezet: Közös kincsünk
3. fejezet: Savak és bázisok
4. fejezet: Munkára fogott elektronok

1. témakör: Miért érdekes a kémia?

Ennek a témakörnek a célja arra rávilágítani, miben különbözik a tudományos megismerés az ösztönös tapasztalástól, mennyiben más a tudományos és a művészi leírás, tapasztalás, miben rejlik a fő különbség a tudományok és az áltudományok között. A természettudományos megismerésen belül a kémia sajátosságai, látásmódja természetesen kiemelt szerepet kap. Ennek kapcsán egyrészt a tudományos megismeréssel kapcsolatos motiváció megalapozása, egyes tévképzetek feltárása, másrészt a tudományos munkával, a technológiával és ezen belül a vegyiparral kapcsolatos attitűdök formálása a cél. A tudományos megismerés egyes lépéseinek és jellemzőinek alapvető áttekintése megalapozza a későbbi munkát, és mindhárom évfolyamon végigkíséri a tanterv felépítését. A tudományos megismerés konkrét (közvetett és közvetlen) hasznának, illetve jelentőségének felismertetése további fontos cél. Tudja, hogy a tudományos elméletek nem örökérvényűek, és az újabb felfedezések, mélyebb tapasztalatok, pontosabb megfigyelések arra vezetik a tudósokat, hogy felülvizsgálva elképzeléseiket újabb elméleteket alkossanak. Ugyanakkor számos régebbi elmélet bizonyos problémára jól alkalmazható. Az tehát, hogy egy elmélet elavult, nem feltétlenül jelenti azt, hogy teljesen érvényét veszítette, vagy hogy nem tartalmaz igazságot. További cél a kritikus gondolkodás fejlesztése, a kommunikációértékelés, a tudományos látásmód megalapozása. A témakör feldolgozása során a laboratóriumi munka és a balesetvédelmi előírások megismertetése is lényeges törekvés – ezek kapcsán a megfigyelés, mérés, stratégia tervezése kompetenciák fejlődnek leginkább.

A személyes és társas kompetenciák közül a csoportmunkában való részvétel révén a szervezőképesség, a kémia szerepének megismerésével, illetve a művészetekkel, más tudományterületekkel való összehasonlítása során a nyitottság, az empátia, az áltudományokkal való összevetés révén pedig a szocializáció, állampolgári és társas aktivitás, illetve az önértékelés, önismeret, önfejlesztés és a felelősségérzet fejleszthetők.

Témák, problémák, fogalmak	Követelmények és fejlesztendő kompetenciák	Javasolt tevékenységek	Kapcsolatok
1. fejezet: Miért különleges a kémia?	Ismerje meg a kémia látásmódját. Legyen képes kritikusan tekinteni az áltudományos és tudománytalan érvekre. Ismerje, miben más a kémia tudománya, mint más tudományterületek. Kapjon képet a kémia tudománytörténetének legfőbb állomásairól.		
Mit árul el a tapasztalat? Miért fontosak az érzékszervi tapasztalatok? Lehet-e pusztán érzékszervi tapasztalatok alapján tájékozódni?	A tanuló legyen képes elvégezni egyszerű kémiai kísérleteket leírások alapján és e közben az alapvető biztonsági szabályokat betartani. Ismerje fel, hogy az érzékszervi tapasztalat még nem maga a következtetés és fordítva. Értse a kísérlet leírásának elveit. A tanuló legyen képes szabatosan megfogalmazni érzékszervi tapasztalatait (színek, fényjelenségek, hangok, szagok, hőmérséklet) és ezek alapján következtetést levonni. Ismerjen alapvető kimutatási reakciókat. [15.] [23.]	Egyszerű tanulói kísérletek: a leggyakoribb kimutatási reakciók, próbák: szén-dioxid kimutatása meszes vízzel, oxigéngáz kimutatása parázsló gyújtópálcával, hidrogéngáz kimutatása, keményítő kimutatása jóddal. Tanulókísérletek és megfigyelések négyes csoportokban, ahol a csoport tagjai egy-egy érzékszervi tapasztalatra figyelnek, illetve jegyzetelnek.	Fizika: Halmazállapot-változások, Állapot-határozók. Hőtan: Hőérzet, az anyagok hőkapacitása. Hangtan: hangmagasság, hangerősség. Biológia: érzékelés, érzékszervek. Kémia: gázfejlődés, színváltozás.

Mit lát az alkimista? Az ókori és a középkori világkép megismerése, az anyagokról alkotott fogalmak, az őselemek leírása. Az alkímia és az asztrológia kapcsolata a kémiával. Az ókori és a középkori tudományos megismerés buktatói, tévútjai, illetve eredményei.	Értse, hogy a tudományos megismerés során kialakuló világképünk folyamatosan finomodik. Ismerje a négy ősprincípium elméletét illetve a kémia történetének főbb állomásait. [6.] Lássa, hogy a természet komplex rendszer, megismeréséhez szisztematikus vizsgálatokra van szükség. Figyelje meg, hogy egy-egy eredetileg természettudományos kifejezés megjelenhet köznap beszédünkben, művészetekben, megváltozott jelentéssel. [25.]	Szövegelemzés: középkori és mai kémiai értekezés összehasonlítása. Akvárium-gyakorlat: látogatás egy középkori orvosnál. Tudományos közlemény és szenzációhajhász hír megfogalmazása az előző órai megfigyelésről.	Nyelvtan: a tudományos stílus jellemzői, a szavak jelentésrétegei. Irodalom: Moliére drámáiban a korabeli orvoslás kritikájának megjelenése. Történelem: a tudomány fejlődése, az egyetem kialakulása, ókori államok és görög filozófusok, a vallás és a tudomány kapcsolata a középkorban.
Tudomány és áltudomány A természet-tudományos megismerés módszerei, fogalmai.	Legyen tudatában annak, hogy a tudományos szókincs független ezektől a jelentésárnyalatoktól és az egyértelműségre törekszik. Figyelje meg, miben más a tudományos és áltudományos bizonyítás, legyen kritikus az áltudományos gondolkodással és érveléssel kapcsolatosan. Értse a különbséget a	Szövegelemzés: középkori és mai kémiai értekezés összehasonlítása. Akvárium-gyakorlat: látogatás egy középkori orvosnál. Keressünk híres tudományos csalásokkal kapcsolatos információkat, például hidegfúzió, Jan Hendrik Schön	Nyelvtan: a tudományos stílus jellemzői, a szavak jelentésrétegei. Irodalom: Moliére drámáiban a korabeli orvoslás kritikájának megjelenése. Történelem: a tudomány fejlődése, az

	statisztikai illetve az oksági összefüggés között. [12.] [9.]	cikkei. A feladat tisztázza azt a tévképzetet, hogy az érv vagy a bizonyíték önmagában nem jelent tudományos alaposságot. Problémafeladatok statisztikai, illetve oksági összefüggések feltárására, például: Júniusban egyaránt nő a jégkrém fogyasztás mennyisége és az allergiás tünetek gyakorisága. Van-e oksági kapcsolat a két jelenség között? A feladat rávilágít arra a tévképzetre, hogy a statisztikai korreláció egyben oksági kapcsolatot is jelent.	egyetemek kialakulása, ókori államok és görög filozófusok, a vallás és a tudomány kapcsolata a középkorban.
Tudomány és művészet A jelenségek tudományos és művészi leírásának, értelmezésének szerepe, különbözősége.	Lássa, hogy a művészi érzékenység gyakran fontos jelenségekre világít rá és szélesíti látásmódunkat, ugyanakkor értsék a tudományos logika, a megismételhetőség és az empirikus alátámasztás szerepét. Az érzékenység és az esztétikai érzék fejlesztése. [20.] [21.] [23.]	Kooperatív feladat: egy-egy konkrét műalkotás elemzése különböző tudományok szemszögéből minta alapján (forrás: Nézz, láss, kérdezz sorozat, VIII. Henrik).	Zene: programzenék, Nielsen: 2. szimfónia (Four temperaments, Op.16). Művészet-történet.

2. fejezet: Mit csinál egy kémikus?	Értse a tudományos érvelés, bizonyítás, eljárások lényegét. Értse, hogyan kell kísérletet tervezni, értékelni, eredményeinket bemutatni. Legyen képe arról, mivel foglalkozik a kémikus tudós, lássa, milyen módon találkozunk a kémia vívmányaival hétköznapijainkban.		
Szülhet-e a véletlen nagy eredményt? Előre viheti-e a tudományt egy rossz elmélet? A kutatás és a megfigyelés szempontjai: fizikai és kémiai tulajdonságok. A kémikusok kutató munkája.	Lássa, hogy a pontatlan információ vagy megfigyelés tévképzetek forrása lehet. Ismerje föl, hogy politikai vagy egyéb szándékok is torzíthatják egy-egy eredmény értelmezését. Váljon motiválttá arra, hogy tudományos bizonyítékok alapján hozzon döntéseket. [12.] [26.] Javuljon a tudomány megbízhatóságával kapcsolatos attitűdje. Tudja, milyen munkát végez az, aki kémiával foglalkozik. Legyen tudatában annak, hogy a tudományos felfedezések, elképzelések nem a véletlen folytán következtek be, hanem szisztematikus	Készítsünk dokumentumfilm forgatókönyvet, képzelt interjút vagy képregényt Oláh György vagy Avram Hershko kémiai munkásságával vagy életútjával kapcsolatosan. Koncentráljunk arra, milyen út vezetett a Nobel-díjat hozó felfedezésig? Milyen munkát kellett végezni hozzá? Vita: Elemezzük Linus Pauling felfedezését a keratin szerkezetéről. Mennyiben volt a véletlen műve a felfedezés, milyen	Fizika: halmazállapot-változások. Nyelvtan: érvelés, szóközi beszéd. Biológia: placebó-hatás.

	kutatómunka eredményei. Értse, mit jelent a kritikus gondolkodás.	előismereteket igényelt? Akvárium-gyakorlat, vita: hat-e a Hold a növények növekedésére?	
Hogyan dolgozik egy kutató? A hipotézis, a kísérlet, a mérés és a vizsgálat. A kutatás és a megfigyelés szempontjai: fizikai és kémiai tulajdonságok. A kutatómunka lépései, tudományos vita és a bizonyíték. A kémikusok kutató munkája.	Értse, hogy a tudományos bizonyíték adja a kutatás hitelességét. Lássa, hogy a bizonyíték lehet relatív. Nem mindig egyértelmű, hogy elfogadható-e. Lássa, hogy miért fontos a tudományos vita, milyen érvekre támaszkodik, és hogy ezek mentesek a kutató személyes élményeitől, érzelmeitől. Ismerje fel, hogy a bizonytalanság kétkedéseket vet fel, és ez érinti az emberek tudományról alkotott nézeteit. Ismerje és legyen képes alkalmazni a tudományos kutatás elvét, lépéseit. Tudja, milyen munkát végez az, aki kémiával foglalkozik. [12.] [23.] [31.]	Tervezzünk és végezzünk kísérletet: 1. annak a hipotézisnek az igazolására, hogy a retek vagy zsáza magvak jobban csíráznak, ha szeretettel gondolunk rájuk! 2. annak a hipotézisnek az igazolására, hogy a mágneses karkötő vagy fülbevaló viselése testsúlycsökkentő hatással bír! Vitassuk meg eredményeinket!	Fizika: halmazállapot-változások. Nyelvtan: érvelés, szónoki beszéd. Biológia: placebo-hatás.
Hogyan mondjam el? Az anyagok elnevezése, homogén, heterogén rendszer, fázisok. A vegyjel és a	Legyen képes homogén és heterogén rendszereket megkülönböztetni. Ismerje az anyagok	Tanulókísérletek (gázfejlődéssel, csapadékképződéssel, színváltozással járó egyszerű reakciók)	Kémia: általános iskola. Történelem: középkori és újkori

képlet szerepe. Kötéstípusok és a molekulák jelölése.	főbb csoportjait (elem, vegyület, keverék), a kovalens, ionos és fémes kötés lényegét. Tudja, miért és hogyan alkalmaznak vegyjeleket, képleteket, ismerje ezek történetét. Törekedjen arra, hogy kémiai jelenségek leírásánál szabatosan használja a megismert fogalmakat. Értse, miért lényeges az egységes jelölés és nevezéktan. Legyen képes kísérleti tapasztalatok szabatos megfogalmazására. [23.] [25.]	megfigyeléseinek kommentálása (riporterként, művészként, tudósként). Segédanyagok (például táblázatok) segítségével középkeleti leírás megfogalmazása. Kísérlet jelölése saját módon, a jelölések összehasonlítása és megbeszélése.	tudománykép.
Honnan tudjuk, mit láttunk? Fogalmak: függő és független változók, kontroll kísérlet, pontosság, érzékenység, megbízhatóság, hitelesség, próba, hiba, zaj, anomália, minimum, maximum, átlag, arányosság. Az adatok kezelése és a grafikus ábrázolás.	Értse, mit jelent a függő és független változó a kísérletben, miért fontos a kontroll kísérlet, mit jelent a pontosság a gyakorlatban. Lásd, hogy az eredmények változhatnak, értse a hibák és a zaj értékelésének fontosságát. Értse, hogy egy-egy vizsgálathoz milyen szempontok alapján választanak műszereket, hogy miért fontos a kísérlet ismételése. Figyelje meg, hogy az adatok mennyiségétől és a változóktól függően más-más módon célszerű azokat feldolgozni, megjeleníteni. Értse az	Kísérlet: Hasonlítsuk össze, hogy különböző olajcseppek mennyi idő alatt csorognak végig egy csempelapon. A kísérletben figyeljük a megbízhatóságot, pontosságot. Változók értékelése. A tapasztalatok grafikus rögzítése. Közlemény megfogalmazása. Kísérlet tervezése a különbség okainak felderítésére. Kísérlet. a tej frissességének meghatározása	Matematika: átlag, egyenes arányosság, függvények. Informatika: adatbázis-kezelő programok, excel használata. Fizika: tömeg és súly fogalma. A tömeg meghatározásának módszerei. A gravitációs állandó és a fénysebesség meghatározása.

	ellenőrzés jelentőségét. Legyen motivált arra, hogy vizsgálódjon. Értékelje a tudományos bizonyítékok mögött rejlő munkát. [9.]	alizarin-oldat segítségével, az eredmények értékelése táblázat alapján. Vizsgálat: vizek szerves szennyezésének kimutatása metilénkék segítségével – az eredmények grafikus rögzítése és összevetése. Poszter készítése valamely előző projekt alapján.	
A kémia megváltoztatta a világot? A tudomány fejlődése a technológián keresztül megváltoztatja az emberi életminőséget, és komoly gazdasági, társadalmi változások elindítója lehet. Ugyanakkor a tudományos fejlődés etikai, szociális, gazdasági és környezetvédelmi kérdéseket is fölvet. A tudományos-technológiai fejlődés fontos, de önmagában nem képes az emberiség összes problémáját orvosolni.	Tudjon néhány példát arra, amikor egy-egy kémiai felfedezés komoly társadalmi változásokat indított el. Legyen érzékeny az emberi felelősség, a fenntartható fejlődés tudatos mindennapi alkalmazásával kapcsolatosan. Értse, hogy a fenntartható fejlődés egyéni és társadalmi felelősségvállalás együttes kérdése. Értse a szabadalmak lényegét. [6.] [7.]	Vita: 1. M. Curie nem védte le a rádium előállítás technológiáját. Vajon mi motiválhatta ebben? Megtörténhetne-e ez manapság? 2. Büszké lehetünk-e az első Nobel-díjasunkra Lénárd Fülöpre? 3. Ártott-e az emberiségnek a DDT felfedezője? Készítsünk rövid prezentációkat a fenti témák egyikében állításunk igazolására.	Történelem: az ipari forradalom, nagy földrajzi felfedezések. Földrajz: az ipar szerepe, Afrika. Biológia: malária, bioakkumuláció.

2. témakör: Tűz

A részecskék és az energiaváltozások megismerésén keresztül az elvont gondolkodás, a modellalkotás és a problémamegoldó képesség fejlesztése a témakör fő célja.

A témakörben a tanulók megismerkednek az atomok szerkezetével, a periódusos rendszerrel és képessé válnak ezek alapján a periodikus tulajdonságokat értelmezni, tetszőleges atom elektronszerkezetét felírni és értelmezni. A modellalkotás ebben a témában alapvető szerepet kap. Fontos, hogy megértsék a modellalkotás szerepét. Lássák, hogy a modellek magyarázó szereppel bírnak, és csak bizonyos szempontból felelnek meg a valóságnak, illetve a modellezni kívánt fogalomnak vagy jelenségnek – legyenek képesek modelleket alkotni és azokban gondolkodni. Lássák, hogy egy-egy felfedezés miként módosította az anyagok szerkezetéről alkotott elképzeléseket. Értsék, hogy a párhuzamosan létező modellek ugyanarra a fogalomra vonatkoznak, de a modellezettnak más tulajdonságát veszik figyelembe, más a részletgazdagságuk. A modellekkel való ismerkedés révén az időbeli tájékozódás kompetenciája is fejleszthető.

A radioaktivitás kapcsán a felelősségérzet, illetve a meghatározó tudósok munkásságával való ismerkedés során az európai, nemzeti és közösségi identitás is fejleszthető.

A témakör másik felében kémiai reakciókkal foglalkozunk. A kémiai reakciók ütközési elméletén keresztül értelmezik a reakciósebességet, a katalizátorok, inhibítorok jelentőségét. Ezeken túl a kémiai reakciók energiaviszonyait, a termokémia főtételét, reverzibilis folyamatokat vizsgálnak. Fontos, hogy belássák, miért tölt be az energia központi szerepet a természettudományos, így a kémiai gondolkodásban is. Értsék, hogy a közbeszéd másképpen használja az energia fogalmát, mint a tudomány. Kezdenek el jelenségeket az energiaátmenet, illetve az energiaváltozás szempontjából figyelni, értékelni, értelmezni. Alakuljon ki bennük felelősség az energiafelhasználással kapcsolatban. Lássák, hogy a jelenlegi társadalmak a hagyományos (fosszilis) energiaforrásoktól függenek. Fontos ezzel kapcsolatban a pozitív gondolkodás, a döntésképeség, az erkölcsi és etikai érzékenység, a felelősségérzet kompetenciák erősítése, fejlesztése.

Az utolsó fejezetben emellett megismerkednek az alkánokkal, azok felhasználási lehetőségeivel. Az energiafelhasználás problematikája jó alkalom projektfeladat vagy kooperatív munka választására is, melynek révén a társas kompetenciák (így a felelősségérzet, szervezőképesség, szocializáció, állampolgári és társas aktivitás, döntésképeség) erősödése mellett az IKT-alkalmazás is jól fejlődik.

A témakör tanítási tartalmai, problémák	Követelmények, kompetenciafejlesztési lehetőségek	Javasolt tevékenységek	Kapcsolatok
1. fejezet: Az elemek birodalma – a periódusos rendszer	Legyen tisztában az alábbiakkal: elemi részecskék, atommag, elektronfelhő, tömegszám, rendszám, izotópok, héj, telített és telítetlen szerkezet, reakciókészség, elektronegativitás, az atomi pályák felépülésének szabályai, atommodellek, periodikus tulajdonságok. A periódusos rendszer alapján következtessen egy elem tulajdonságaira.		Fizika: Elektrosztatika: Coulomb törvény. Modern fizika: radioaktivitás, sugárzásmérő műszerek, nukleáris kölcsönhatás, kötési energia kvantum, foton, elektron fogalma. Földrajz: a Világegyetem keletkezése. Irodalom: teremtés-történetek, eposzok, mitológia.
Hányféle atom van? Hogyan keletkeztek az elemek? Milyen részei vannak egy atomnak? Egyformák-e az atomok a Világegyetemben?	Értse, hogyan függ össze az elemek keletkezése és eloszlása. Tudja, milyen főbb részei vannak egy atomnak. Ismeri a nukleon, rendszám, tömegszám fogalmát, értse ezek kapcsolatát, ismerje az izotóp fogalmát. Képes az izotópok tömegszáma és	Projekt: teremtéstörténetek és tudományos megközelítés. Számítási feladatok megoldása.	Földrajz: a Világegyetem keletkezése. Irodalom: teremtés-történetek, eposzok, mitológia.

	megoszlása alapján a relatív atomtömeg kiszámítására és fordítva. [17.]		
A periódusos rendszer	Ismerje a periódusos rendszer történetét, felépítését. Értse, miért terjedt el használata. A periódusos rendszer alapján legyen képes leolvasni a rendszámát, állapítsa meg, telített-e az elektronhéja, adjon becslést arra, hogy az elemet milyen reakciókészség jellemzi. Ismerje a mol fogalmát, a relatív atomtömeg és a moláris tömeg kapcsolatát.	Megbeszélés: a különböző periódusos rendszerek összehasonlítása.	
Atommodellek	Ismerje a Thomson, a Rutherford- és a Bohr-féle atommodellek lényegét. Tudja értelmezni a lángfestés jelenségét. [25.]	Kísérlet: lángfestés, periodikus tulajdonságok. Projekt: a lángfestés analitikai alkalmazásáról (például élelmiszer-vizsgálatokban). Csoportmunka: 1. Miért enged le a gumiból készült lufi és miért enged le lassabban a fémbevonatú? Miért sárgul be a gázláng főzéskor, ha mellészórjuk a sót?	Fizika: elektrosztatika: Coulomb törvény modern fizika: radioaktivitás, sugárzásmérő műszerek, nukleáris kölcsönhatás, kötési energia kvantum, foton, elektron fogalma

Az atommag Veszélyesek-e az izotópok? Mire használnak radioaktív izotópokat?	Tudjon példát mondani radioaktív izotópok alkalmazására, értse az eljárás elvét. [7.] Ismeri Hevesy György munkásságát a radioaktív izotópokkal kapcsolatban. [3.] [24.] Tudatában van annak, hogy a radioaktív izotópok alkalmazásának vannak kockázatai, de számos előnye is, illetve hogy a kockázat mérsékelhető. [7.]	Fordított szakértői mozaik a radioaktív izotópok alkalmazásáról. Klip illetve diabemutató készítése a radioaktív izotópok alkalmazásáról	Fizika: Modern fizika: radioaktivitás, sugárzásmérő műszerek, nukleáris kölcsönhatás, kötési energia kvantum, foton, elektron fogalma. Biológia: modern képalkotó eljárások.
Az elektronfelhő Telített és telítetlen szerkezet, az atomi pályák beépülésének szabályai.	Érti az atomi pályák beépülési szabályait. Ismeri a fő, a mellék, a mágneses és a spinquantum szám fogalmát, fel tudja írni egyes atomok teljes és vegyértékszerkezetét, tud cellás ábrázolással elektronszerkezetet felírni és értelmezni. Ismeri a Pauli-elvet, az energiaminimum elvét, a Hund-szabályt, valamint a héj, az alhéj fogalmát, le tud olvasni cellás elektronszerkezeti ábrázolást. [17.]	Megbeszélés: a különböző periódusos rendszerek összehasonlítása tanulói kiselőadások meghallgatása után. Feladatok: elektronszerkezet felírása alapján következtetések levonása két atom tulajdonságairól. Kiselőadás: Mi történne, ha a kvantumállandó értéke 1 lenne? Milyen lenne az élet a kvantumvilágban?	Fizika: elektrosztatika: Coulomb törvény. modern fizika: radioaktivitás, sugárzásmérő műszerek, nukleáris kölcsönhatás, kötési energia kvantum, foton, elektron fogalma.
Periodikus tulajdonságok	Ismeri az ionizációs energia és az	Csoportmunka: elemek	

	elektronaffinitás fogalmát, periodikus változásait, értelmezi ezeket. Az elektronegativitás értékek alapján becslést ad az elem viselkedésére, reakciókészségére. Értelmezze egyes elemek tulajdonságait periódusos rendszerben betöltött szerepük alapján.	tulajdonságainak becslése, rejtvények atomokról. Csoportos kísérletek, illetve DVD megtekintése periodikus tulajdonságokról.	
Elsőrendű kötések	Ismerje az elsőrendű kötések. Hozza összefüggésbe a kötés kialakulását az atomok elektronszerkezetével illetve periódusos rendszerben elfoglalt helyével. Az elektronegativitás alapján értelmezze, milyen elsőrendű kötés alakulhat ki két atom között.	Csoportmunka: elemek tulajdonságainak becslése, rejtvények atomokról. Rétegmunka: elsőrendű kötések kialakulásának megállapítása atomok jellemzői alapján, illetve fordítva.	
2. fejezet: Ütközések	Értelmezzék kémiai reakciókat a reakciósebesség és energiaviszonyaik alapján. Ismerje a termokémia főtételeit. Értse, hogyan befolyásolható a reakciósebesség.		Fizika: Rezgőmozgás, rugó energiája, rezonancia. Rugalmas és rugalmatlan ütközések. Impulzus és energia megmaradás törvénye. Termodinamika: térfogati munka, izochor és izoterm állapotváltozás, energia, a termikus

			folyamatok iránya, termodinamika II. főtétele, hő, hőmennyiség fogalma, körfolyamatok, hatások. Biológia: anyagcsere, táplálkozás, enzimek.
Kémiai változások Miért lassabb, ha ugyanazok az anyagok szilárd fázisban reagálnak? A kémiai reakciók ütközési elmélete, a reakcióegyenlet felírása.	A kémiai reakciók ütközési elmélete alapján értse, milyen feltételei vannak a kémiai reakcióknak. Legyen képes a kísérletek alapján értelmezni a szilárd és folyadék halmazállapotú anyagok reakciói között a sebesség eltérését. Tudja, mit fejez ki a kémiai egyenlet. Legyen képes kémiai egyenletek felírására. [9.]	Kísérletek: szilárd és folyadék fázisú csapadékképzési reakciók. Mérés tervezése kémiai reakciók sebességének megállapítására.	Fizika: Rugalmas és rugalmatlan ütközések. Impulzus és energia megmaradás törvénye.
Robban? Nem robban? Miért robban fel egy elegy akkor, ha „recept” szerint, de nagyobb mennyiségeket keverünk be?	A kémiai reakciók ütközési elmélete alapján értelmezze a kémiai reakciók hőmérséklet- és koncentrációfüggését, és a sebességi egyenletet. Értse, miért fontos a kémiai reakciókkal kapcsolatban a mennyiségi leírások pontos betartása. Legyen képes	Kísérletek: kémiai reakciók sebességének koncentrációfüggése, reakciósebesség mérése (például: széndioxid fejlesztése kalcium-karbonát és sósav reakciójával), grafikus ábrázolás, az eredmények bemutatása. Mérés tervezése (kivitelezése) a	

	vizsgálatot végezni, eredményeit rögzíteni és értelmezni. [9.]	hőmérsékletfüggés vizsgálatára.	
Százezer év – egyetlen másodperc alatt??? Katalizátor, inhibítor.	Értelmezze az aktiválási energia változásának jelentőségét, ismerje a katalizátor és inhibítor fogalmát. Értse azt, hogy szervezetünkben egyes folyamatok sebessége miért tér el az élettelen környezetben tapasztalt reakciósebességtől.	A szervezetben lejátszódó katalitikus folyamatok egyes jellemzőinek értelmezése grafikonok vagy táblázatok alapján. Gyűjtőmunka: katalizátorok alkalmazása. Kísérlet: dihidrogén-peroxid katalitikus bomlása.	Biológia: anyagcsere, táplálkozás, enzimek.
Készíthetünk-e örökmozgót?	Ismerje az energia megmaradás törvényét. Tudja értelmezni a törvény gyakorlatban történő megvalósulását, hogy az energiafajták egymásba alakítása nem történhet veszteség nélkül. Képes legyen áramlásdiagramon ábrázolni egy energialáncot a kémiai energiától a kimeneti energiáig. Értse a belső energia fogalmát, értelmezze különbségét az égéshőtől. [12.]	Áramlásdiagramon mutassa be, milyen energia-átmenetek történnek, amíg az üzemanyagból és a hozzákevert levegőtől a belsőégésű motor elindul. Legyen tisztában a tanuló azzal, hogy az égéshő nem az „anyagban van”, hanem az anyag átalakulásának (égésének) kísérője.	Fizika: hő, hőmennyiség fogalma, körfolyamatok, hatásfok, impulzus- és energia-megmaradás törvénye.
Lehűl vagy melegszik?			

Az endo- és exoterm reakciók energia-diagramja.	Legyen képes energiadiagramot rajzolni. Fogalmazza meg, mit fejez ki és miben tér el az endo- és exoterm reakció energiadiagramja. Értse az aktiválási energia jelentőségét. Tudja, hogy kémiai reakciók több úton is végbemehetnek.	Kísérletek: Endo- és exoterm reakciók.	Fizika: Termodinamika: térfogati munka, izochor és izoterm állapotváltozás, energia. A termikus folyamatok iránya, termodinamika II. főtétele, hő, hőmennyiség fogalma, körfolyamatok, hatásfok.
Miért kell a meszet égetni? A Hess-tétel alkalmazása.	Legyen képes felírni és értelmezni termokémiai egyenletet. Ismerje és alkalmazza Hess tételét. Legyen képes reakcióhőt számítani képződéshők alapján.	Számítási feladatok megoldása a Hess-tétel alkalmazásával.	Fizika: hő, hőmennyiség fogalma, körfolyamatok, hatásfok.
Kalóriák Mit jelent, hogy 2 kalória van egy szem cukorkában? Körfolyamatok, energiamérleg az anyagcsere példáján.	Alkalmazza a Hess-tételt körfolyamatokra. Értelmezze az élelmiszerek energiatartalmáról tájékoztató feliratokat. Tudja, hogy a szervezetbe bevitt energia képes a szervezet működéseit segíteni, és hogy az energia felvétel és leadás viszonya befolyásolja a hízást, illetve fogyást. [30.] Érti, miért vannak az anyagcserében körfolyamatok, illetve, hogy a szervezet exoterm reakciók	Fogyókúra tervezése táblázatok alapján. Áramlásdiagram készítése arról, hogy egy átlagos hétköznapi során milyen energiaátalakítások történnek. Tervezzen mérést élelmiszer energiatartalmának megállapítására. Hasonlítsuk össze az eljárást a kalorimetriával.	Biológia: anyagcsere, táplálkozás, enzimek.

	energiájával fedezi endoterm folyamatok energiaigényét. [9.] [10.]		
Megfordíthatóság	A tanuló legyen képes reverzibilis reakciókat értelmezni, ismerje fel ezek jelentőségét élő rendszerekben. Értse, miben különbözik a dinamikus egyensúlyi állapot a statikus egyensúlytól. Tudatában van a fenntartható fejlődés jelentőségének, motivált arra, hogy ennek érdekében cselekedjen.		Biológia: fotoszintézis, légzési hányados, növényi légzés, abszolút életkritériumok, a hemoglobin működése. Fizika: Boyle-Mariotte törvény.
Dús vagy csendes? Szénsavas ásványvízzel végzett kísérletek alapján a reverzibilis reakciók értelmezése, Le Chatelier-elv.	Legyen képes vizsgálati eredményeit rögzíteni, azok alapján következtetéseket levonni. Értse a Le Chatelier-elvet. Tudja értelmezni a dinamikus egyensúlyi állapotot. [9.]	Kísérletek szénsavas ásványvízzel (indikátor alkalmazása mellett melegítés, hűtés, palack nyitása, felrázása). Az eredmények rögzítése, lehetséges magyarázatok megfogalmazása, indoklása.	
Hogyan gyártják az ammóniát? A Le Chatelier-elv alkalmazása a gyakorlatban.	Alkalmazza Le Chatelier elvét az ammóniaszintézis példáján és más reakciókon. Értse, miben különbözik a dinamikus egyensúlyi állapot a statikus egyensúlytól.	Számítási feladatok egyensúlyi rendszerekkel. Problémafeladatok egyensúlyi reakciókkal. Számítási feladatok megoldása a	

	Ismeri a tömeghatás törvényét, alkalmazza egyszerű példákon, számítási feladatokban. [17.]	tömeghatás törvényével.	
Dilemmák az iparban Hogyan állíthatjuk elő a lehető legtöbb terméket? Mi történik, ha elfogynak a nyersanyagok?	Alkalmazza Le Chatelier elvét tetszőleges reakciókon. [2.] [10.] [20.] [27.]	Mini projektek: Egy bizonyos XY képletű vegyület előállítására terveznek gyárat építeni. A reakcióegyenlet illetve a reakció hőmérsékletfüggésével kapcsolatos grafikonok alapján tervezze meg XY előállítási folyamatát. Indokolja számításokkal is ötleteit. Készítsen prezentációt a gyár vezetése részére megadott szempontok szerint! Az XY-t gyártó óriásvállalat válságba került, mert nyersanyagaik megfogyatkoztak. Számos ajánlatot kapott szakértőktől. Döntse el, hogyan oldaná meg a problémát. Döntését indokolja.	
Zöld kémia. Reverzibilis reakciók alkalmazása	Értelmezze a zöld kémia elveit a reverzibilis reakciók tükrében. [4.] [15.] [28.]	Fogalmi térkép készítése a zöld kémiával kapcsolatban. Ábra alapján magyarázza, hogyan segítik kémiai ismereteink azt, hogy a lehető leghatékonyabban, a lehető legkisebb környezetterheléssel	

		állítsunk elő adott terméket. Számítási feladat: kitermelés. Szövegelemzési feladat megoldása a zöld kémiával kapcsolatban.	
Reakciók az élő szervezetben A fotoszintézis és a növényi légzés vizsgálata alapján. A kapcsolt reverzibilis folyamatok és a dinamikus egyensúlyi állapot jelentőségének értelmezése élő szervezetekben.	Értse a Le Chatelier elvet. Lássa be a reverzibilis folyamatok jelentőségét az élő szervezetekben. Tudja értelmezni a dinamikus egyensúlyi állapotot élő rendszerek példáján.	A növényi légzés vizsgálata, fotoszintézis vizsgálata. Az eredmények rögzítése poszteren. Kísérlet: kék lombik (a metilénkék mint oxigénátvivő katalizátor), analógia keresése élő rendszerekkel.	Biológia: fotoszintézis, légzési hányados, növényi légzés, abszolút életkritériumok, a hemoglobin működése. Fizika: Boyle-Mariotte törvény.
4. fejezet: Mondd, te mit választanál?	Ismerje a szerves vegyületek sokféleségének okát, a szénhidrogének csoportosítását és tulajdonságaikat. Legyen tisztában a kőolaj és földgáz felhasználásának sokféle lehetőségével. Lássa az emberiség energiaigényének változását. Ismerjen energiaforrásokat. Legyen tudatában az energiaforrások felhasználásával kapcsolatos felelősségnek. Erősödjön környezet-tudatossága.		Földrajz: kőolaj, földgáz. Biológia: a szén biogeokémiai körforgása. Fizika: körfolyamatok, hűtés és fűtés hőerőgépekkel.
Egy különleges atom			

Miért képes a szén olyan sokféle vegyület létrehozására? Mit nevezünk szerves vegyületnek? Mi a különbség a szerves és szervetlen vegyületek között?	Ismerje a szénatom elektronszerkezetét, a hibridizáció jelenségét. Tudja, hogy a szerves vegyületek rendkívül nagy számban fordulnak elő. Ismerje és értelmezze a szerves vegyületek nagy számának okait, a heteroatom és a szénhidrogén fogalmát. Értse, mely vegyületeket sorolunk a szerves vegyületek csoportjába, mi ezeknek a közös jellemzője. Ismerje a szerves vegyületek csoportosításának elveit. Ismerje az izoméria és a konstitúció fogalmát.	Kísérletek: szerves vegyületek felépítő elemeinek kimutatása. Molekulamodellezés.	
Mi a közös a cipőben, a festékben és a focilabdában? A szénhidrogének fogalma, a benzin, a kőolaj és a földgáz kémiai összetétele.	Ismerje a szénhidrogének csoportosításának elveit, az alkán, alkén, alkin fogalmát. Ismerje a vákuum desztilláció lényegét, a kőolaj frakcionált desztillációjának, illetve kondenzációjának lényegét, a fontosabb frakciók (benzin, petróleum, kerozin, gázolaj) összetételét, felhasználását. [10.] [11.]	Demonstrációs kísérlet: desztilláció. DVD megtekintése a kőolaj és földgáz feldolgozásáról. Folyamatábra értelmezése a kőolaj feldolgozással kapcsolatosan. Gyűjtőmunka: a desztilláción és a forráspont nyomásfüggésén alapuló eljárások gyűjtése.	Földrajz: kőolaj, földgáz. Fizika: forrás és párolgás sebességét befolyásoló tényezők.

		Kísérlet: víz forrása forró vízzel töltött zárt edényben hűtés hatására.	
A lidércfény nyomában Hogyan keletkeznek a szénhidrogének? Hogyan csoportosíthatók az alkánok? Milyen jellemzőik vannak?	Ismerje az alkánok csoportosítását. Ismerje a szerves vegyületek elnevezésének alapelveit. Ismerje az alkánok első tíz tagjának nevét, az általános képletüket, a homológ sor fogalmát. Ismerje az alkánok összegképletét és legyen képes felírni a konstitúciós képletüket. Legyen képes izomereket felismerni és elnevezni. Értse az alkánok fizikai tulajdonságainak változását a szénatom szám növekedésével. Ismerje az alkánok kémiai tulajdonságait a metán példáján. Az égési egyenlet alapján legyen képes az alkán összegképletét megadni. Értse az oktánszám fogalmát.	Keresd a párját: képlet és név párok keresése. Molekulamodellezés. Metán előállítása rothasztással. Vizsgálat tervezése a folyamat megfigyelésére. Számítási feladatok: alkánok képletének meghatározása az égéstermék összetétele alapján, az alkán moláris tömege alapján, Alkán keverék összetételének meghatározása a keverék átlagos moláris tömege alapján.	
Miből készül a műanyag? A telítetlen szénhidrogének.	Ismerje a telítetlen szénhidrogén fogalmát. Értse a szigma és pi-kötés kialakulását. Ismerje az alkének és alkinek csoportjait,	Kísérlet: etiléngáz előállítása és vizsgálata brómos vízzel. Acetiléngáz előállítása. A reakciótípusok	Biológia: növényi hormonok.

	elnevezésük szabályait, hasonlítsa össze fizikai és kémiai tulajdonságaikat az etén és az etin példáján. Ismerje az etén és etin felhasználását. Ismerje az addíció és a szubsztitúció fogalmát, tudjon példát mondani mindkét reakciótípusra. Ismerje a polimerizáció fogalmát.	összehasonlítása. Molekulamodellek készítése az etán, etén és etin összehasonlítására.	
Gyűrűk a füstben, kátrányban Hogyan rendeződnek a szénhidrogének gyűrűs formába? Előnyösebb-e a gyűrűs szerkezet?	Ismerje a gyűrűs szénhidrogén fogalmát. Fejlődjön térlátása a gyűrűs szerkezetek modellezése során. Ismerje a delokalizált kötés fogalmát. Ismerje a benzol szerkezetét és fizikai tulajdonságait. [18.] [19.]	Molekulamodellezés: gyűrűs szénvegyületek készítése. Információk keresése, értelmezése és bemutatása ezen elkészített vegyületekről. Kiselőadás.	
Hogyan lehet tisztább az üzemanyag?	Ismerje a benzin összetételének jellemzőit. Tudja, mit jelent az oktánszám, az ólommentes benzin, a katalizátoros üzemanyag, a dízelolaj. Ismerjen alternatív üzemanyagokat (biodízel, alkohol). [4.] [9.][13.] [29.]	Fordított szakértői mozaik majd csoportos megbeszélés az üzemanyag használatról. Számításos becslés előzetes adatgyűjtés alapján arról, mennyi üzemanyagot használnak fel a diákok az iskolába járás kapcsán.	

		Projekt: – a benzinüzemű, a dízelüzemű és az alternatív üzemanyagú gépjárművek működésének és üzemeltetésének összehasonlítása; – a petróleum szerepe az emberiség történetében, – az olajszőkítés; – tankhajó-katasztrófák és kémiai eljárások a szennyezés csökkentésére.	
Mondd, te mit választanál? A megújuló és a meg nem újuló energia-hordozók, a fosszilis energiaforrások felhasználása.	A tanuló lássa, hogy az elmúlt kétszáz évben hogyan változott meg a különböző energiaforrások szerepe az emberiség történetében. Tudjon különbséget tenni hagyományos és alternatív energiaforrások között. Legyen tudatában az energiahordozó kifejezés helyes értelmezésének. Legyen tudatában annak, hogy a fosszilis energiahordozók egyúttal sokféleképpen felhasználható vegyipari alapanyagok. Értse,	Érvelés képek alapján: kőolajszármazékok egy átlagos családi házban és a kőolaj jelenlegi felhasználása. Webquest: mit kezdjünk ezzel az anyaggal? A kőolaj felhasználása. Gyűjtőmunka: sajtóhírek alternatív energiaforrásokkal kapcsolatban. Ezen hírek közös elemzése, értelmezése.	Biológia: a szén biogeokémiai körforgása. Kémia: általános iskola. Fizika: körfolyamatok, hűtés és fűtés hőerőgépekkel, hatásfok,

	hogy az emberiség közös felelőssége, hogy ezekkel a készletekkel bölcsen bánjon. Ismerjen alternatív energiahordozókat. legyen motivált abban, hogy az energia- hatékonyságot növelő megoldásokat keresse és válassza. Erősödjön a pozitív környezeti attitűdje. Legyen érzékeny a fenntartható fejlődés problematikája iránt. [2.] [4.] [7.] [13.]		
--	--	--	--

3. Témakör: Levegő

Ebben a témakörben a gázokkal és a redoxi folyamatokkal foglalkozunk. A légkör összetételének és változásának problematikáján és a kinetikus gázmodell értelmezésén keresztül a tanulók a gázokkal kapcsolatos számítási feladatokat oldanak meg, elsősorban Avogadro törvényének alkalmazásával. A fejezetben a modellalkotás, a rendszerszemlélet, a lényegkiemelő és problémamegoldó képesség fejlődik a gázmodellel való munka, illetve a számítási problémák megoldása során. A feladatok révén az alkánokról szerzett ismeretek bővíthetők, ismételhetők, értelmezhetők.

Az anyagszerkezeti ismereteket bővítve sor kerül a molekulák stabilitásának pontosabb értelmezésére is. A fejezetben egyes gázok fizikai-kémiai tulajdonságait is megismerik. Ebben a témakörben erősödnek az analógiák felismerése és keresése, a stratégiák tervezése, a problémamegoldás kompetenciák.

A redoxi-reakciók értelmezése mellett a korrózióról, az égés folyamatáról, az oxidatív folyamatok jelentőségéről tanulnak. Szó lesz a gyök fogalmáról, szerepéről egyes légköri katalitikus folyamatokban. Megismerik a szmog fogalmát, kialakulásának feltételeit, típusait. A légkör összetételének változása kapcsán a tájékozódás térben és időben, illetve a mérés és stratégia tervezése kompetenciák fejlesztésére nyílik jó lehetőség.

Ezen témákon keresztül a környezeti tudatosság növelése, az erkölcsi és etikai érzékenység, a problémamegoldó képesség és a felnőtt lét szerepeire való felkészülés kap különösen nagy súlyt. A fejezet alkalmas (például az esettanulmányok feldolgozása során) az információk értelmezésével, a forráskezeléssel és -feldolgozással, a képi információk kezelésével kapcsolatos kompetenciák fejlesztésére.

Az utolsó fejezetben a szocializáció, állampolgári és társas aktivitás, illetve a közösségi identitás, valamint a felelősségtudat is jól fejleszthető.

Témák, problémák, fogalmak	Követelmények és fejlesztendő kompetenciák	Javasolt tevékenységek	Kapcsolatok
1. fejezet: Mitől gáz a gáz?	Értse, miben különböznek az egyes halmazállapotok. Legyen képes a gázok tulajdonságait a kinetikus gázmodell alapján értelmezni. A gázok általános tulajdonságait megfigyeli és alkalmazza konkrét példákon is. Számításokat végez gázokkal Avogadro törvényének alkalmazásával.		Fizika: A kinetikus gázmodell, a gáztörvények, gázok állapotegyenlete, egyesített gáztörvény.
Mit nevezünk gáznak?? A légnemű anyagok csoportosítása: gáz, gázkeverék, füst, köd, ülepedő és szálló por.	A csoportosítás révén legyen képes megkülönböztetni a légnemű anyagokat, ezekre köznapi példákat hoz. Tudja, hogy a levegő keverék, érsei a heterogén és homogén rendszerek közötti különbséget.	Egyszerű tanulói kísérletek gázokkal: gázfejlődéssel járó reakciók. Szén-dioxid fejlesztése lépcsőkön, mécsessel.	
A gázmodell A modellalkotás segítségével a gázok tulajdonságainak értelmezése, állapotjelzők, állapotfüggvények, a relatív sűrűség fogalma.	Lássa a modellezés szerepét. A modell alapján legyen képes következtetéseket levonni a gázok tulajdonságaival kapcsolatban. Vonjon párhuzamot a modellezés tapasztalatai és érzékszervi	Mozgásos modellezés: ütközés fallal, ütközés részecskékkel, mozgási sebesség és térkitöltés. Problémafeladatok relatív sűrűséggel kapcsolatban.	Fizika: A kinetikus gázmodell, a gáztörvények, gázok állapotegyenlete, egyesített gáztörvény.

	megfigyelései között. Értse, hogy miért fontos a matematikai leírásmód a gázmodellben. [9.]	Kísérlet tervezése szénhidrogén összegképletének meghatározására.	
Mennyiségek Hogyan számítható ki egy gázkeverék összetétele az éréstermék alapján? Mennyiségi viszonyok: Avogadro törvénye, a térfogatszázalék	Ismerje és alkalmazza Avogadro törvényét. Az égéstermék ismeretében számítsa ki egy szénhidrogén összegképletét és egy gázkeverék összetételét. [17.]	Számítások szénhidrogénekekkel: Avogadro törvényének alkalmazása égési egyenletekben, gázkeverékek összetételének kiszámítása, szénhidrogén összetételének, képletének meghatározása az égéstermék összetétele, a tökéletes égéshez szükséges oxigén és levegőmennyiség, a keverék levegőre vonatkoztatott sűrűsége alapján, égetés levegőfeleslegben.	Fizika: A kinetikus gázmodell, a gáztörvények, gázok állapotegyenlete, egyesített gáztörvény.
Noblesse oblige? Mitől nemes a nemesgáz? A nemesgázok stabilitásának oka, ezeknek a gázoknak a fizikai tulajdonságai, felhasználásuk.	A tanuló értse a stabilitás és a szerkezet összefüggéseit. Ismerjen példát a nemesgázok felhasználására. [11.] [18.] [22.]	Táblázat-, illetve grafikonelemzés az egyes gázok fizikai tulajdonságainak, stabilitásának összehasonlítása és magyarázata szerkezetük alapján Egyes gázok felhasználásának, jelentőségének értelmezése a felhasználásukról, előállításukról szóló diagramok, adatsorok alapján	Nyelv: nemesgázok elnevezése, görög nyelv. Fizika: gázok belső energiája.

Miért dagad a csipszes zacskó? Miért használható a nitrogén védőgázként? A nitrogénmolekula stabilitásának oka, a fizikai tulajdonságai, felhasználása. A keszonbetegség.	A tanuló értse a stabilitás és a szerkezet összefüggéseit. Ismerjen nitrogénvegyületeket: ammónia, nitrogén-dioxid, dinitrogén-monoxid, nitrogén-monoxid. Ismerje ezek fizikai tulajdonságait, élettani hatását, felhasználását és előállítását. [20.] [29.]	Táblázat-, illetve grafikonelemzés az egyes gázok fizikai tulajdonságainak, stabilitásának összehasonlítása és magyarázata szerkezetük alapján. Egyes gázok felhasználásának, jelentőségének értelmezése a felhasználásukról, előállításukról szóló diagramok, adatsorok alapján. Problémafeladat: ammóniát gyártó vegyipari vállalat vezetőjeként az ammóniát felhasználó ágazatok közül melyik ágazatot erősítenéd és miért a vállalat bővítésekor. Molekulamodellezés.	Biológia: keszonbetegség. Fizika: gázok belső energiája.
Oxigén, oxidáció, redukció	A tanuló ismerjen fel és értelmezzen redoxi folyamatokat. A flogisztion elmélet kapcsán kapjon képet a tudományos gondolkodás fejlődéséről. Ismerje a redoxi reakciók alkalmazását. Ismerje az oxidációs szám fogalmát, alkalmazza vegyületeken.		Biológia: prokarióták anyagcsere-folyamatai, baktériumok, gombák, biológiai oxidáció.

Oxigén és oxidáció Az oxigén tulajdonságai és a láng szerkezete, a flogisztion elmélet.	Ismerje az oxigén fizikai és kémiai tulajdonságait. Értse, hogy egy-egy érzékszervi tapasztalat alapján különböző következtetéseket lehet levonni, és egy másképp tervezett kísérlet segíthet magyarázni a zavaró eredményeket. [9.] Megérti, hogy egy-egy alapvetően túlhaladott elméletnek is lehetnek olyan pontjai, amelyek mai tudásunk szerint helytálló következtetések. [25.]	Kísérletek gyertyával (láng tulajdonságai, az égés). Akvárium-gyakorlat: vita a flogisztion elméletről. Kiselőadás Lavoisier életéről és munkásságáról.	
Gyors és lassú égés A lebontó folyamatok és az oxidáció kapcsolata, az erjedés.	Tudja, hogy a lebontó folyamatok döntően oxidatív jellegűek, de az erjedés nem igényli oxigén jelenlétét. Ismerjen köznapi példákat erjedésre. Látja, hogy az erjedés végtermékei bonyolultabbak, mint a teljes oxidáció esetén. [25.] [9.]	Kísérletek erjesztéssel: vizsgálat tervezése a termékek meghatározására, a folyamat sebességének mérésére. Kiselőadás Louis Pasteur kémiai munkásságáról.	Biológia: prokarióták anyagcsere-folyamatai, baktériumok, gombák, biológiai oxidáció.
Hogyan rendezzünk egyenleteket? Az oxidációs szám és alkalmazása	Ismerje és alkalmazza az oxidációs számot egy-egy vegyületre. Legyen képes	Oxidációs számok felírása ismert majd ismeretlen vegyületekben (páros feladat).	Kémia: általános iskolai: Lavoisier, flogisztion elmélet

	megállapítani, hogy egy redoxi reakcióban melyik anyag oxidálódott illetve redukálódott. Tudjon egyenletet rendezni oxidációs számok alapján, illetve ionegyenletet felírni és rendezni.	Egyenletrendezés oxidációs számok alapján (frontális majd önálló munka).	Biológia: prokarióták anyagcsere-folyamatai, baktériumok, gombák, biológiai oxidáció.
Attila kardja Mi lehetett az értékes ötvözet összetétele?	Legyen képes redoxi reakciók kapcsán sztoichiometriai feladatok megoldására. [9.] [17.]	Nyomozásos feladat: a régészek újabb leletre bukkantak, melyet Attila kardjának tulajdonítanak. Vajon miben különbözik a leletek összetétele? Sztoichiometriai feladatok megoldása redoxi reakciókkal.	
Harc a rozsda ellen A korrózió, mint oxidatív folyamat. Hogyan tisztítsuk, hogyan védjük a fémeket?	Értelmezze a korróziót, mint oxidatív folyamatot. Értse a leggyakoribb korrózióvédelmi eljárások lényegét. [10.]	Projektmunka: fémtisztító praktikák gyűjtése és értékelése kémikus szemmel. Portfólió készítése szabadon választott fémről: ebben a témakörben a korrózióvédelem, később az előfordulás és előállítás alapján bővíthet az anyag.	
Milyen volt az őslégkör? A földi légkör evolúciója, a légkör változása, a Gaia-elmélet. A kémiai evolúció időparadoxona,	A tanuló értse, hogy a légkör összetétele nem változatlan, az egyensúlyi helyzettől távoli állapotban létezik és az	Kiselőadás: – Gaia-elmélet, – hogyan vizsgálták az őslégkör összetételét	Biológia: Gaia-elmélet, prebiotikus evolúció, ősidő élővilága.

más bolygók légköre.	élőlényekkel szerves egységben alakult ki. Legyen érzékeny arra, hogy az összetett rendszerekbe való beavatkozás beláthatatlan és nehezen becsülhető következményekkel járhat. [28.]	– hogyan vizsgálják más bolygók légkörének összetételét Ötletroham: hogyan következtethetünk a légkör összetételére egyes földtörténeti korokban? Mi okozhat változásokat?	Földrajz: más bolygók jellemzői.
3. fejezet: Merre tartunk?	A tanuló ismerjen levegőszennyező anyagokat, értse a szmog kialakulását, élettani hatását. Lássa a levegőszennyezés és a globális folyamatok összefüggéseit. Tudja, hogy életmódjával befolyásolja a környezet állapotát. [13.] [28.]		
Városi levegő A levegőszennyezés okai, főbb szennyező anyagok. Az inverzió jelensége, Los Angeles- és London-típusú szmog: esettanulmányok.	Ismerje a levegőszennyezés főbb fajtáit, grafikonok alapján vonjon összefüggést egyes gázok koncentrációinak növekedése és az egészségügyi kockázat között. [4.] [13.][20.]	DVD megtekintése vagy hírek felolvasása, érzékenyítés a téma iránt. Grafikonelemzés: halálesetek száma és gázkoncentrációk alakulása a londoni és a los angelesi szmog idején Ötletroham: hogyan javítható a levegőminőség az iskola környékén vagy	Fizika: elektrosztatika: sztatikai elven működő porleválasztók. Biológia: légzőszervek, érzékszervek.

		településünkön?	
Piszkos tizenkettő Esettanulmányok.	Értse a szmogriadó szerepét, jelentőségét. Legyen tudatában annak, hogy szokásaival nemcsak saját, de embertársainak életminőségét is befolyásolja. [9.] [28.]	Esettanulmányok elemzése a hazai „Piszkos tizenkettő” köréből.	
Miért sárgulnak idő előtt a városi fák levelei? Levegőszennyező gázok és modellkísérlet.	Ismerje a kén-dioxid, szén-dioxid gázokat, ezek fizikai tulajdonságait, élettani hatását, felhasználását és előállítását. Ismerje és értse a modellkísérlet fogalmát, szerepét. [9.]	Kísérlet: a kén-dioxid tulajdonságai, hatása zöld levelekre, modellkísérlet. Hasonló modellkísérlet tervezése más levegőszennyező anyagok hatásának vizsgálatára.	Biológia: növények, levegő.
Az ózonpajzs Az ózon szerkezete és tulajdonságai, a gyök fogalma, katalízis és láncreakció.	Értse, hogy a molekulák stabilitása és szerkezete összefügg. Tudjon példát mondani az ózon felhasználására, indokolja az alkalmazást. Lássa, miért veszélyes az ózon bomlását katalizáló vegyületek kibocsátása. Tudja, milyen lépései vannak a láncreakcióknak, miért veszélyesek a gyökök. [7.] [30.]	Gyűjtsenek példákat a médiából, reklámokból a gyökökkel kapcsolatban: mit sugallnak ezek az információk? Adatelemzés: az ózon mennyisége és a CFC vegyületek kibocsátása.	
Mitől függ a stabilitás és a			

polaritás? A molekulák alakja.	Ismerje egyszerűbb molekulák alakját. [19.]	Molekulamodellezés, molekulaalak és fizikai tulajdonságok összefüggése, grafikonelemzés (hasonló szerkezetű molekulák fizikai tulajdonságainak összehasonlítása, például olvadáspont, forráspont).	Matematika: térgeometria.
Üvegházban élünk? Az üvegházhatás, a globális felmelegedés potenciál (GWP) és a molekulaszerkezet összefüggése. Összefüggések más bolygók légköre és éghajlata között (Vénusz, Mars).	Tudja, mitől alakul ki üvegházhatás, és hogy ez hogyan változhat. Lássa, hogy az üvegházgázok stabilitása, szerkezete, GWP-értéke hogyan függ össze. Tudjon példát mondani ezen gázok forrásaira. [8.] Értse, hogy a légkör összetétele hogyan befolyásolja a bolygók éghajlatát.	Adatelemzés: GWP Poszter készítése az üvegházhatásról, a Föld, a Mars és a Vénusz légkörének és éghajlatának összehasonlításáról.	Földrajz: üvegházhatás. Fizika: csillagászat.
Mekkora a szénlábnyomunk? A szénkörforgalom példáján a biogeokémiai körforgás és az erre gyakorolt antropogén hatások megismerése, szén lábnyom (carbon footprint) számítás kapcsán.	Értse a körforgalom főbb lépéseit, tudatában van az emberi hatások jelentőségének. Ismerje fel, hogy az egyén életmódjával, fogyasztási szokásaival, igényeivel közvetlenül hat környezetére. Legyen motivált arra, hogy a szén lábnyom csökkentése érdekében	Saját szén lábnyom becslése. Adatgyűjtés és elemzés az iskolába járás szén lábnyom hozzájárulásáról. Az adatok értékelése, elemzése, bemutatása Projekt: kis szén lábnyomú iskolaépületek elemzése.	Matematika: átlag, függvények. Biológia: szénkörforgás, környezetvédelem. Földrajz: szénkörforgalom. Nyelvtan: érvelő szöveg,

	cselekedjen. Ismerje fel, hogy a természetben komplex, sokváltozós folyamatok mennek végbe, és az ezekbe való beavatkozás nehezen becsülhető következményekkel járhat. Pozitív példákon keresztül növekedjen a környezeti állapot iránti érzékenysége. [8.] [13.][26.] [28.]	Érvelés vagy szóközi beszéd a szén lábnyom csökkentésének fontosságáról. Tárgyalás: fogyasztói attitűd és a szén-dioxid légköri koncentrációjának emelkedése.	szóközi beszéd.
Merre tartunk? A tudományos eredmények felhasználásán alapuló politikai összefogás a Nemzetközi Éghajlatváltozási Keretegyezmény (IPCC) példáján.	Értse, hogy az éghajlatváltozás kérdése összetett probléma, amelyben a tudomány nehezen foglal állást. Ismerje fel egyéni felelősségét és legyen motivált abban, hogy felelősségének súlyát érezve cselekedjen. Értse, hogy a tudomány segíthet választ találni a globális kérdésekre, de kész megoldásokkal nem állhat elő. Ismerje egyszerűbb molekulák alakját. [31.] [26.] [21.]	Projekt: hogyan segíti az ENSZ az éghajlatváltozással kapcsolatos ismeretterjesztést, kutatást? Tárgyalás: valós veszély-e a világméretű felmelegedés illetve várható-e éghajlatváltozás? Szórólap, brosúra, plakát tervezése az éghajlatváltozással kapcsolatosan.	Történelem: az ENSZ szerepe, felépítése, működése.

4. témakör: Föld

A témakör fő feladata a szerkezet és a tulajdonság közötti kapcsolat értelmezése.

A szénlábnnyommal kapcsolatos feladatok a felelősségérzetet, a közösségi identitást, az empátiát és önértékelést fejlesztik, az érvelő vagy vitafeladatok pedig a szóbeli kifejezőkészséget erősítik.

Az ásványtani alapismeretek bővítése mellett az elsőrendű kémiai kötések és a kristályszerkezet összefüggéséről tanulnak. A rács típusok mellett az allotrópia értelmezésére, az átmeneti rács típusok és a grafit szerkezetének értelmezésére is kitérnek. Az ásványtannal való foglalkozásnak szerepe van az esztétikai érzék fejlesztésében is.

A fémek feldolgozásáról tanultak elsősorban a rendszerszemlélet kialakulását segítik, de a modellek készítése révén a tanulók alkotóképessége is fejlődik.

A kolloid fogalmának megismerésére is sor kerül –, ami a biológia tantárgyi koncentrációt segíti –, valamint a tanulók a nanotudomány világába is bepillantanak. Ez utóbbi azért is fontos, mivel a modern tudomány egyik olyan progresszív területéről van szó, amely az ismeretterjesztő médiában is hangsúlyos szerepet kap. Emellett hangsúlyos a hétköznapiakból ismert vagy gyakran használt fémekkel kapcsolatos ismeretek bővítése.

A témakör célja, hogy az anyagszerkezeti ismeretek alapján képes legyen következtetéseket levonni egy-egy anyag tulajdonságairól, illetve képes legyen magyarázni különböző anyagok fizikai tulajdonságainak különbözőségét. Ez elsősorban az oksági gondolkodást, az összehasonlítást, az osztályozást és rendszerezést, illetve a modellalkotás kompetenciáit fejleszti.

Az egyéni munka (projekt, portfólió feladatok) során az önismeret, önértékelés, szóbeli és írásbeli kifejezőkészség, IKT-alkalmazás fejleszthető.

A témakör tanítási tartalmai, problémák	Követelmények, kompetenciafejlesztési lehetőségek	Javasolt tevékenységek	Kapcsolatok
1. fejezet: Szerkezet és tulajdonság	Az ásványtani ismereteken keresztül a tanuló ismerje meg az elsőrendű kémiai kötések és a rácsszerkezet összefüggéseit. Legyen képes a rácstípus alapján csoportosítani anyagokat, következtetni azok tulajdonságaira. Ismerjen átmeneti rácstípust. Gondolkodjon a szerkezet és tulajdonság kapcsolatáról. Ismerjen kolloidokat. Ismerjen példákat a fémek előfordulására, felhasználására, előállítására.		Földrajz: Ásvány- és kőzettan, ásványkincsek. Biológia: kolloidok a szervezetben, prokarióták. Fizika: fénytán: fénytörés, törésmutató.
Bányavirágok	A tanuló értse, hogy az egyes kőzetek és ásványok kémiai összetételük alapján rendszerezhetők. Legyen képes a rendszerezés alkalmazására kémiai példákon. Értse, hogy az érc fogalma gazdasági hasznából ered. Tudjon példát hozni fém előállítására ércből. [27.] [2.]	Ásványok csoportosítása. Modellkészítés kristályokról (gyurmából vagy kész modellkészletek segítségével). Projekt: hogyan állítanak elő egy adott fémét.	Földrajz: Ásvány- és kőzettan.

Ásvány-határozás Az ásványok csoportosítása, egyes ásványok tulajdonságai, az ásványhatározó használata.	Legyen képes egyes ásványok meghatározására. Értse, hogy a határozásnak kémiai háttere van. [3.] [24.]	Ásványok határozása egyéni vagy csoportmunkában. Az ásványok csoportosítása kémiai összetétel alapján, kiállítás rendezése.	Földrajz: ásványtan. Fizika: fénytán: fénytörés, törésmutató.
Miért kemény a gyémánt? Miért porlik a só? Az elsőrendű kémiai kötések és a hozzájuk köthető rács típusok (ionkötés, ionrács, fémes kötés, fémrács, kovalens kötés, atomrács) fogalma, értelmezése, összevetése.	Legyen képes az egyes elsőrendű kötések alapján a rácsokról alkotott modell fogalom segítségével az egyes rács típusokba tartozó anyagok fizikai tulajdonságainak összevetésére, értelmezésére.	Kísérlet: „szürke porok” (jód, kálium-permanganát, grafit, vas) elkülönítése vízben, illetve benzinben való oldhatóság, híg savval való reakció alapján, csoportos megbeszélés. Rácsmodellek vizsgálata. Frontális munka. Problémafeladatok, tesztek egyéni, páros, illetve csoportos megoldása (rétegmunka).	Fénytán: fénytörés, törésmutató.
Átmenetek Miért más a grafit és a fullerén, mint a gyémánt?	A rácsszerkezetről tanultak alapján az allotrópia értelmezése. A grafit tulajdonságainak értelmezése. Értse, miért használható másképpen a szén háromféle allotróp	Kiselőadások a grafit, a gyémánt és a fullerén tulajdonságairól. Gyűjtőmunka: híres gyémántok, a gyémántbányászat, a gyémánt	Fizika: diffrakció, elektrondiffrakció grafitrácsra. Atomreaktor működése. Fénytán: fénytörés,

	módosulata. Tudja, hogy vannak átmeneti rácstípusok is. [14.] [19.]	feldolgozása, a gyémánt karátfokozata. Rácsmodellek készítése, illetve vizsgálata. Kísérlet: kén melegítése.	törésmutató.
Folyékony-e a fogkrém? A kolloidok tulajdonságai.	A tanuló értse a kolloidok részecskeméretének és néhány tulajdonságának (nagy fajlagos felület) összefüggését. Ismerje Zsigmondy Richárd felfedezésének lényegét. Példán keresztül magyarázza, hogyan használják ki a kolloidok felületi megkötő képességét a gyakorlatban. Tudjon példákat a kolloidok alkalmazására, előfordulására. [24.] [29.]	Kísérletek kolloidokkal, orvosi szén felületi megkötő képessége. Kolloidok csoportosítása, frontális magyarázat alapján kártyák elhelyezése közösen készített táblázatban vagy halmazábrában.	Biológia: kolloidok a szervezetben, a talaj, szikes talaj.
Mit vizsgál a nanotudomány? Hogyan kezelhető a szikes talaj? A nanotudomány és a kolloidokról alkotott ismeretek alkalmazása: a szikes talaj és kezelése (mésszel, polimerekkel).	Lássa, hogy a tudomány eredményeinek alkalmazása hasznára lehet az emberiségnek. Értse, milyen mérettartományban vizsgálódik a nanotudomány. [18.] [19.]	Kiselőadás: a szikesedés. Projekt: a talajjavítás módjai. Gyűjtőmunka: a kvantumpontok; hírek a nanotechnológia világából.	Biológia: a talaj, szikes talaj. Földrajz: talajtípusok, mezőgazdaság.
2. fejezet:			

Fémek bennünk és körülöttünk	Ismerje a fémek általános jellemzőit, előállítását és előfordulását. Ismerje a nemesfémek tulajdonságait és a félvezetőket. Legyen tisztában a nyomelem fogalmával.	Portfólió bővítése.	Biológia: prokarióták anyagcsere folyamatai, baktériumok, gombák, biológiai oxidáció. Fizika: Félvezetők működése.
Hogyan bányászik egy növény? A fémek előállítása redukcióval, a fitobányászat („bioérc”).	Értse a fémek előállításának elvét és a fitobányászat működését, jelentőségét. Legyen tudatában annak, hogy a fémek előállítása energiaigényes, környezetterhelést jelentő folyamat, ezért azok ésszerű felhasználása és újrahasznosítása közös érdekünk. [27.] [28.]	Folyamatábra értelmezése a fitobányászat példáján. Fémek előállításával kapcsolatos redoxi reakciók értelmezése. Számítási feladatok a fitobányászat hatékonyságának megállapítására.	
Nemesfémek Mit jelent, hogy az arany tárgy 24 karátos? A nemesfémek előfordulása, előállítása és tulajdonságai. A királyvíz, a választóvíz és a karát fogalma.	Értse, miért nem redukciós eljárással készül az arany. Tudja értelmezni, mit jelent, hogy egy tárgy például 24 karátos aranyból van, tudja, hogyan vizsgálták az aranytárgyakat. Ismerje a nemesfémek előfordulását, tudjon példát felhasználásukra. [27.] [25.] [14.]	DVD megtekintése a nemesfémekkel kapcsolatban. Közös megbeszélés előre megadott szempontok alapján. Gyűjtőmunka: - alkímisták és aranycsinálás - az arany előállítása és a környezet-szennyezés - nemesfémek a	

		kozmetikában és a gyógyításban.	
Fémek bennünk Fémek az élő szervezetekben: nyomelemek és mikroelemek, a klorofill és a hemoglobin példáján keresztül. Ezek jelentőségének bemutatása. Miért nem bírja a vámpír a fényt? A porfíria és vámpírlegendák.	Tudja, hogy míg egyes fémek mérgezőek, mások létfontosságúak bizonyos mennyiségben. A porfíria példáján értse, hogy a pontatlan magyarázatok hogyan vezetnek babonák, legendák születéséhez. [12.] [23.]	Szakértői mozaik: nyomelemek feladata a szervezetben. Kísérlet: hajfestés fémsókkal. Projekt: kísérlet tervezése annak bizonyítására, porfíriás-e egy vámpír.	
Félvezetők Félvezetők felhasználása, a tellúr és a hafnium felfedezése.	Példával tudja illusztrálni a félvezetők gyakorlati jelentőségét, ismerje felfedezésük magyar tudománytörténeti vonatkozásait. Tudjon a félvezetők anyagszerkezeti sajátosságai és fizikai tulajdonságai közötti ok-okozati összefüggést értelmezni. [3.] [21.] [24.]	Képregény készítése a tellúr vagy a hafnium felfedezéséről. Frontális munka, illetve DVD megtekintése és megbeszélése a félvezetőkről.	

5. Témakör: Víz

A témakör számos olyan résztémát érint, amely az általános iskolai anyagban is megjelenik, de alaposabb magyarázat igénye nélkül. Emellett több, a köznapi élet során felmerülő problémát is értelmez.

A víz fizikai tulajdonságainak értelmezése kapcsán a másodrendű kötésekről tanulnak. Ezzel kapcsolatban a megfigyelés, mérés, problémamegoldás, összehasonlítás, osztályozás és rendszerezés kompetenciák erősödhetnek.

Az oldódással kapcsolatban számos kísérlet értelmezésére, tervezésére nyílik mód és számítási feladatokat, valamint táblázatos, grafikus elemző feladatokat oldhatnak meg. Ezek az oksági gondolkodás, kapcsolat- és példakeresés, analógiák felismerése és keresése, stratégia tervezése kompetenciákat fejlesztik.

A vízszennyezés és -tisztítás feldolgozásakor a csoportos feladatok a társas kompetenciákat és a környezettudatosságot erősítik.

A sav-bázis folyamatok és a csapadékképződés tartalmainak elsajátítása sok lehetőséget ad önálló megfigyeltetésre, kísérleteztetésre, folyamatokban való gondolkodásra és számítások végeztetésére. Ezzel az önértékelés, önfejlesztés mellett a mérés, megfigyelés, rendszerszemlélet kompetenciák is erősödnek.

Az elektrokémia kapcsán vagy a fejezet végén célszerű a víz témakörhöz kapcsolódó nagyobb projekt végeztetése, amelyhez a tanév során tanult ismereteket fel kell használni.

Nagyszerűen keretezi az éves munkát az is, ha a tanév elején víz témakörben kapnak a tanulók portfólió-feladatot, amelyet az utolsó témakörben egészítenek ki, majd tanév végén prezentálnak.

Témák, problémák, fogalmak	Követelmények és fejlesztendő kompetenciák	Javasolt tevékenységek	Kapcsolatok
1. fejezet: Egy különleges anyag	A víz fizikai tulajdonságain keresztül ismerje meg a másodrendű kötések. Ismerje az oldódás folyamatát, az alapvető mennyiségi és energiaviszonyait. Értse az oldódással kapcsolatos ismeretek hétköznapi alkalmazásait.		Fizika: felületi feszültség, térfogati hőtágulás. Biológia: a víz szerepe az élőlényekben és az élővilágban.
Miért szaladgálhat a molnárka a víz felszínén? Miért vészeli túl az élőlények a fagyott Balatonban a telet? A vízmolekula szerkezete (kötéstípus, alak, polaritás), a víz különleges tulajdonságai és a másodrendű kötések összefüggései. A másodrendű kötések típusai. A molekulárcs.	Ismerje a másodrendű kötések jelentőségét, típusait, a kialakulás feltételeit, legyen képes az egyes típusainak összehasonlítására a kötés erőssége szerint. A másodrendű kötések alapján értelmezze rokon szerves vegyületek fizikai tulajdonságainak különbözőségét. Értelmezze a molekulárcs anyagok tulajdonságait. és annak kapcsolatát a másodrendű kötés erősségével.	Kísérlet: - drótmolnárkával - víz és szerves oldószerek forráspontjának összehasonlítása. Mérési módszerek tervezése: – mekkora a mosogatószivacs térfogata – mennyi vízzel oldható cukrot tartalmaz egy rágógumi – hány darab molekula van egy csepp vízben. A kísérletek elvégzése, az eredményekről poszter tervezése.	Fizika: felületi feszültség, térfogati hőtágulás. Biológia: a víz szerepe az élőlényekben és az élővilágban.
Mivel jön ki a			

felt? Az oldódás folyamata, az oldódás energia-viszonyai.	Értelmezze az oldódás folyamatát, energiadiagram segítségével olvassa le az exo és endoterm oldódásra jellemző energiaviszonyokat. Ismerje és értse a „hasonló a hasonlóban” elvet. [9.]	Kísérlet a „hasonló a hasonlóban” elv bemutatására kísérlet: endoterm és exoterm oldódás.	Biológia: oldatok a szervezetben, a sejtplazma.
Mennyiségek Az oldatok mennyiségi viszonyai (tömeg- és térfogatszázalék, mólos koncentráció), anyagmennyiség-százalék.	Legyen képes a tömeg- és térfogat százalékos összetétel értelmezésére, ismerje a mólos koncentráció fogalmát. Legyen képes a koncentrációk átváltására. Alkalmazza a sűrűség adatokat oldatokkal kapcsolatos számításokban. Ismerje a kristályvizes só fogalmát. [17.]	Vizsgálat: növények savtartalmának összehasonlító vizsgálata savas kálium-permanganát oldat segítségével. Kristályos réz-szulfát vizsgálata. Számítási feladatok megoldása: oldatok koncentrációinak átváltása, kristályvizes sók, oldatok keverése, oldatok készítése, oldatok reakciói, gáz oldása vízben.	Biológia: oldatok a szervezetben, a sejtplazma.
Hogyan készül a kandiscukor? A hígítás, a bepárlás és az átkristályosítás.	Tudja az oldatok hígításának, bepárlásának és az átkristályosításnak egy-egy gyakorlati alkalmazását. Ismerje az oldatok készítésével kapcsolatos balesetvédelmi előírásokat. Legyen képes oldatok hígításával, bepárlásával,	Kristályok készítése, kristályos vegyület előállítása. Kísérletek kobalt (II)- klorid oldattal. Számítási feladatok megoldása: kristályvizes sók, az oldhatóság hőmérséklet-függése, oldatok	Biológia: oldatok a szervezetben, a sejtplazma.

	keverésével kapcsolatos számítási feladatok megoldására. Oldjon meg oldatok készítésével, reakcióival, kristályosítással kapcsolatos számítási feladatokat. [9.]	hígítása, bepárlása, oldatok reakciói, gáz oldása vízben.	
Miről pletykál a Temze? Újsághír: a Temze vizébe kerülő szarmazékok alapján tudósok szerint naponta 150 ezer adag kokain kerül a folyóba.	Alkalmazza az oldatokról tanult ismereteit, a tanult számításokat konkrét esettanulmány kapcsán. Tervezzen hasonló elven vizsgálatot, adjon becslést a várt értékekre. [9.]	Projekt: hogyan határozható meg egy terület gyógyszerhasználati (drogfogyasztási) mennyisége a folyóból kimutatható maradék anyagok alapján, esettanulmány elemzése.	
2. fejezet: Közös kincsünk	Ismerje vízkeménység fogalmát. Értse a vízlágyítás és a víztisztítás lényegét. A tanulóknak érzékenység és felelősség alakul ki a vízkészletekkel kapcsolatos problémák iránt.		Földrajz: vízkészletek. Biológia: cianózis, nitrát-szennyezés.
Miért marad kemény a bab? Vízkeménység: az állandó és a változó keménység, a vízlágyítás.	Ismerje a vízkeménység fogalmát. Értse a vízkeménység okát, ismerje a keménységet okozó ionokat, ismerjen néhány vízlágyítási eljárást, ezeknek magyarázza meg a működését. Érti a desztillált és az ioncserélt víz közti különbséget, az ioncserélési eljárást.	Táblázat-, illetve grafikon-elemzés: Földünk vízkészletei. Vízlágyító készítmények reklámjainak gyűjtése, ezek kémiai tartalmának megbeszélése. Kísérlet:	

	[10.] [11.]	szappan habzása különböző keménységű, illetve vízlágyítóval kezelt vízben, az eredmények ábrázolása, összehasonítása.	
Mi történik a szennyvízzel? Vízkezelés: a tisztítómű, a közműolló. A vizek nitrát-szennyezése, cianózis.	Legyen tisztában a nitrát-szennyezés veszélyeivel, a közművesítés jelentőségével. Értse a víztisztító mű működési elvét. [27.] [28.] [20.] [13.]	Projekt: - az iskolai WC-k vízfogyasztása, használata, tisztítása - közművesítés és szennyvízkezelés lakóhelyünkön vagy iskolánk településén - az iskolánk vízfogyasztási szokásai.	Földrajz: vízkészletek. Biológia: cianózis, nitrát-szennyezés. Kémia: víz, közműolló, általános iskola.
Érdemes-e ásványvizet venni? A Föld vízkészletei, a vezetékes víz, a palackos víz és az ásványvíz összehasonlítása.	Legyen tisztában az édesvíz értékével. Értse, mi a különbség a vezetékes és az ásványvíz között. Legyen tudatában annak, hogy vízkészleteink iránt felelősek vagyunk. [31.]	Páros/csoportos érvelési feladat: vegyünk-e ásványvizet? Az ásványvizeken található tájékoztató feliratok közös elemzése. Kutatómunka: hogyan, kik és hol határozzák meg ezeket az adatokat?	Földrajz: vízkészletek. Biológia: cianózis, nitrát-szennyezés. Kémia: víz, közműolló, általános iskola.
3. fejezet: Savak és bázisok	smerje a sav és bázis fogalmát, értelmezze a kémhatást a pH-értékek alapján. Ismerje a közömbösítés és a sóképzés lényegét.		Biológia: savas esők, táplálkozás, a tápcsatorna, az emésztés.

	Legyen képes csapadékképzési reakciókat magyarázni. Értse az indikátorok működési elvét. Ismerje a kémhatás jelentőségét. Figyeljen fel az elsavasodással összefüggő kérdésekre, felelősség alakul ki benne környezete iránt. Legyen képes modellkísérletet, önálló vizsgálatokat végezni.		Földrajz: savas esők kialakulása.
Mit mutat a pH-skála? A sav, bázis fogalma (Bronsted), az erős és gyenge sav/bázis értelmezése. A pH fogalmának értelmezése, a pH skála értelmezése.	A sav-bázis fogalom segítségével magyarázza a víz amfoter jellegét. Értse, hogy a pH az oldatok kémhatására utaló függvény, olvassa le a pH-skáláról két oldat egymáshoz viszonyított savasságát/lúgosságát, hasonlítsa össze pH-értékük alapján köznapi életből ismert anyagokat. Értelmezze a pH-skála értékeit. [17.] Értse, hogyan kapható meg a pH számértéke. Értelmezze a gyomor és a vékonybél kémhatásának eltérését, az eltérés mértékét. Tudja, hogy szervezetünk sav-bázis egyensúlya fontos, törekedjen a tudatos életvezetésre, egészséges életmódra. [30.]	Fogalmi térkép készítése a savasságról. Táblázat-, illetve grafikonelemzés egyes anyagok koncentrációjának és kémhatásának összefüggéseiről.	
Mitől lesz piros a			

búzavirág? Az indikátorok működése, növényi indikátorok (antociánok, kurkuma).	Értelmezze az indikátorok működését, ismerje ezek jelentőségét.	Egyes anyagok kémhatásának vizsgálata keverék indikátor segítségével. Kísérletek: Antocián tartalmú növény, illetve kurkumapor vizsgálata különböző kémhatású oldatokban.	Biológia: növényi színyanyagok.
Miért jó a szódabikarbóna, ha ég a gyomrunk? Sóképzés, közömbösítés, semlegesítés. Sók hidrolízise.	Értelmezze a gyomor és a vékonybél kémhatásának eltérését, az eltérés mértékét. Tudja, hogy szervezetünk sav-bázis egyensúlya fontos, törekedjen a tudatos életvezetésre, egészséges életmódra. Ismerje a csapadék, sóképzés, a közömbösítés és a semlegesítés fogalmát. Ismerje a fontosabb vonatkozó balesetvédelmi szabályokat. [30.]	Kísérletek: közömbösítési kísérletek a háztartásban is előforduló anyagokkal, balesetvédelmi szabályok. Kísérlettervezés közömbösítési reakciókkal.	
Mennyire savanyú a káposzta? Titrlás.	Legyen képes közömbösítési reakciók tervezésére, számítási feladatok megoldására. Ismerje a titrlás elvét.	Titrlás: savanyúkáposzta-lé tejsavtartalmának meghatározása vagy üdítő foszforsav tartalmának	

		meghatározás.	
Miért jó a tej a kávéba? A csapadék fogalma.	Ismerje a csapadék fogalmát. Képes csapadék oldhatóságával kapcsolatos számítási feladatok megoldására. [17.]	Kísérletek: csapadékképzési reakciók. Táblázat, illetve grafikelemzés vegyületek oldhatóságáról. Projekt: a csapadékképzési reakciók szerepe a minőségi analízisben, ionvadászat tervezése csapadékképzési reakciók (táblázatok) alapján.	
Mitől tűnnek el a szobrok? Az elsavasodás és a savas esők okai és hatásai (modellkísérletek), az elsavasodás közvetlen és közvetett hatásai, védekezés az elsavasodással szemben.	Tudja, hogy mi okozza az elsavasodást és, hogy ez milyen következményekkel jár. Legyen tisztában azzal, hogy életmódjával maga is befolyásolja ezt a folyamatot. [4.] [28.]	Modellkísérlet: mészkő, kagylóhéj, szög, tojáshéj és ecet, vízkőoldó reakciója. Folyamatábra készítése az elsavasodásról.	Biológia: savas esők. Földrajz: savas esők kialakulása.
4. fejezet: Munkára fogott elektronok	Ismerje és értse a galvánelemek és az elektrolízis gyakorlati alkalmazásának alapelveit. Ezeket hozza összefüggésbe a redoxi reakciókról tanultakkal.		Fizika: töltés, elemi töltés, kondenzátor, áramkör, az elektromos áram, feszültség, galvánelem fogalma

			Üresjárási feszültség, elektromotoros erő, belső ellenállás.
A zenélő uborka A galvánelemek: a galvánelemek fogalma, alkalmazása.	Ismerje a katód és az anód fogalmát, tudja, hogy a katódon redukció, az anódon oxidáció zajlik. Értse, mitől függ a galvánelem segítségével kapható feszültség maximális értéke. Tudjon gyakorlati példákat hozni ezek alkalmazására. Ismerje az elektromotoros erő fogalmát. [11.] [25.]	Kiselőadás Luigi Galvaniról. Kísérletek zöldség és gyümölcsselemekkel. kísérlet: a zenélő kovászos uborka: zenélő képeslap, fémdrótok és kovászos uborka felhasználásával.	
Elektrolízis Az elektrolízis: az elektrolit, az elektród, elektrolízis a gyakorlatban.	Értse, hogy a galvánelemekben és az elektrolízis során zajló folyamat komplementer viszonyban van egymással, ismerje a katód és az anód fogalmát, tudja, hogy a katódon redukció, az anódon oxidáció zajlik. Értse, mitől függ az elektrolízis során keletkező anyagok. Tudjon gyakorlati példákat hozni ezek alkalmazására. Ismerje Faraday törvényeit. [10.] [25.]	Cink-jodid oldat elektrolízisének keresztül a folyamat frontális értelmezése. Problémafeladat: a víz, mint gépjármű üzemanyag. Projektmunka: elektrolízis a kozmetikában. Michael Faraday életével kapcsolatos kiselőadás. Számítási feladatok megoldása a Faraday-törvények alkalmazásával.	Fizika: elektromos áram, Faraday, galvánelem.

A továbbhaladás feltételei a 9. évfolyamon

Az évfolyam végére a tanuló legyen képes alapvető kémiai számításokat elvégezni, bővüljön az anyagismeretben való jártassága, legyen képes kísérleti tapasztalatok szabatos megfogalmazására, eredményeinek rögzítésére és értelmezésére. A tanulóknak alakuljon ki igény arra, hogy a hétköznapi problémákat kémiai szempontból is vizsgálják, értelmezzék. Ebben legyenek képesek az információforrások használatára, ezekkel szemben kritikus, és képes a lényeg kiemelésére.

A tanuló értse, hogyan épülnek fel a tudományos kutatások, ismerje a tudományos bizonyítási eljárást. Tudja magyarázni egy-egy régebbi hipotézis, illetve elmélet jelentőségét példán keresztül.

Készítsen kutatási tervet, illetve legyen képes tudománytalan, illetve áltudományos vélekedést tudományos érvek alapján cáfolni. Legyen képes kémiai folyamatokkal, anyagokkal kapcsolatos információk kritikus vizsgálatára.

Ismerje a kísérletek végzésével kapcsolatos alapvető biztonsági előírásokat.

Legyen képes anyagokat szerkezeti jellemzőik alapján leírni, illetve a felépítő atomok tulajdonságai alapján egy-egy anyag fizikai tulajdonságait jellemezni. A periódusos rendszer alapján következtessen egyes elemek előfordulására, fizikai és kémiai tulajdonságaira.

Ismerje az anyag halmazállapotainak jellemzőit és a főbb reakciótípusokat, legyen képes ezekről mennyiségi jellemzők alapján gondolkodni, illetve problémákat megoldani.

Értse, miért fontos kémiai folyamatokat energiaváltozások szemszögéből vizsgálni, legyen képes energiadiagramok készítésére és értelmezésére.

Alkalmazza a redukció, oxidáció, pH fogalmát.

Tudjon matematikai formulákat alkalmazni kémiai problémákra.

Legyen érzékeny a környezeti problémák iránt. Példákon keresztül magyarázza, hogyan segítette a tudományos és technológiai fejlődés az emberiség fejlődését, hogyan hatott a tudomány az emberi társadalmak változására. Értse, miért fontos az aktív állampolgári szerepvállalás ezekben a kérdésekben.

Alakuljon ki benne motiváltság az önálló vizsgálódásra és ismeretszerzésre, legyen pozitív attitűdje környezete és a tudomány szerepe iránt.

10. osztály:

A 10. osztály tananyaga öt témakörre oszlik („Mi történik a konyhában?”, „Gyógyszerek és mérgek”, „Szépség és kémia”, „A ház és a kert kémiája”, „Árnyék és fény”). A feldolgozott tartalmak összefoglalását és a főbb kompetenciafejlesztési célokat az egyes témakörök előtt adjuk meg részletesen.

1. témakör: Mi történik a konyhában? (17 óra)

1. fejezet: Mi kerül az asztalra?
2. fejezet: Mitől vonzóbb az étel?
3. fejezet: A sütés-főzés kémiája

2. témakör: Gyógyszerek és mérgek (9 óra)

1. fejezet: Molekulák akcióban
2. fejezet: Gyógyítás régen és most

3. témakör: Szépség és kémia (15 óra)

1. fejezet: Ruha teszi...?
2. fejezet: Tisztálkodás régen és most
3. fejezet: Hogyan hat a fertőtlenítő?
4. fejezet: Kenni vagy nem kenni?

4. témakör: A ház és a kert kémiája (18 óra)

1. fejezet: Földművelés régen és most
1. fejezet: Házépítés régen és most

5. témakör: Árnyék és fény (15 óra)

1. fejezet: Hadra fogott kémia
2. fejezet: Művészetek és kémia

1. témakör: Mi történik a konyhában?

A témakör az élő szervezeteket felépítő molekulákra és az ezekkel kapcsolatos alapvető folyamatokra helyezi a hangsúlyt.

A fejezet elején a szerves molekulák sokféleségéről (ennek okairól), jelölésükről, az izoméria jelenségeiről és típusairól lesz szó. Megismerkednek a funkciós csoportokkal és a szerves vegyületek csoportosításának főbb elveivel.

Ezután az erjedés folyamatának megismerésén keresztül az alkoholok, egyes szénhidrátok, aldehidek, karbonsavak és gyümölcsészterek kerülnek elő. Fontos elem az egészségtudatos táplálkozás erősítése és az alkoholizmus veszélyeivel kapcsolatos tudatosítás. Ugyanakkor lényeges az európai, illetve nemzeti azonosságtudat erősítése alapvető táplálékunk, a kenyér, illetve tradicionális etanol-tartalmú termékeink kapcsán.

A kolloidokról tanultak elmélyítése kapcsán fontos kompetenciák az analógiák felismerése és keresése, a kapcsolat- és példakeresés, melyre a konyhai folyamatok remek lehetőséget kínálnak.

A szerves vegyületek köréből az alkének, a karbonsavak és észterek egyes képviselőit és főbb fizikai-kémiai tulajdonságait ismerik meg a tanulók. Emellett az egészségtudatos táplálkozás, a fizikai és kémiai folyamatok felismerése, a természettudományos problémák érzékelésének fejlesztése kap kiemelt hangsúlyt a témakör során.

A C-vitamin kapcsán a nemzeti identitástudat fejleszthető, míg a folyamatok értelmezése révén a rendszerszemlélet, az összehasonlítás, osztályozás, rendszerezés kompetenciák fejlődnek.

A kísérletezés révén a megfigyelés, mérés, stratégia tervezése, a projektfeladatok kapcsán a tanulás, szervezőkészség és döntésképeség, míg a témakör alapvető problémafelvetése (táplálkozás) kapcsán az egészségtudatosság kompetenciák fejlesztése valósítható meg.

Témák, problémák, fogalmak	Követelmények és fejlesztendő kompetenciák	Javasolt tevékenységek	Kapcsolatok
1. fejezet: Mi kerül az asztalra?	A tanuló értse a tápanyag fogalmát, ismerje a szerves molekulák jelentőségét, jelölését, csoportosítását. Figyeljen táplálkozására, váljon egészségtudatosná. Egyes élelmiszerek példáján keresztül ismerje meg az alkoholok, a karbonsavak és a szénhidrátok vegyületcsoportjait, jellemezze ezeket. Ismerje a főbb előállítási folyamatokat (alkoholos és ecetes erjedés), legyen képes technológiákat értelmezni.		Biológia: táplálkozás, biogén elemek.
Tápanyag-e a táplálék? Mit jelent a tápanyag, miben különbözik a tápláléktól? Mit jelent a tápanyag-piramis, mit nevezünk makro-és mikro-tápanyagoknak?	Ismerje és alkalmazza a tápanyag fogalmát, értse a főbb tápanyagok (szénhidrátok, zsírok, fehérjék) kémiai különbözőségét. Tudjon élelmiszerek címkéje alapján annak tápanyagtartalmáról megállapításokat tenni. [30.]	Áramlásdiagram készítése a szervezetbe jutó táplálék sorsáról. Élelmiszer címkék elemzése során annak a tévképzetnek a tisztázása, hogy minden táplálék (élelmiszer) tartalmaz tápanyagokat.	Biológia: táplálkozás.

Hogyan jelöljük a szerves molekulákat?	Értelmezzen konstitúciós képletet, szerkezeti képletet. Kísérletek eredménye alapján tudjon szerves vegyületek összetételéről állításokat megfogalmazni, végezzen számításokat szerves vegyületek összetételéről, jelöljön képlettel konstitúciós izomereket. Értse a konstitúció, konformáció és konfiguráció fogalmát.	Kísérletek: szerves vegyületek összetételének kimutatása. Molekulamodellezés. Szerves vegyületek összetételével kapcsolatos számítási feladatok megoldása.	Biológia: táplálkozás.
Hogyan készül a sör és a bor?	Ismerje az alkoholos erjedés folyamatának lényegét, tudja, hogy a folyamat szén-dioxid keletkezésével jár, ismerje az etil-alkohol képletét és főbb tulajdonságait. Értse a másodrendű kötések és a fizikai tulajdonságok kapcsolatát. Ismerje a szerves vegyületek csoportosításának főbb elveit (összetétel, funkciós csoport alapján, nyílt láncú és gyűrűs vegyületek). Ismerje a funkciós csoport fogalmát. Ismerje az alkoholok csoportosítását, az alkoholok általános képletét és fizikai, illetve kémiai tulajdonságait. [9.]	Csoportos kísérletek: az alkoholok tulajdonságai: az egyes kísérletek összegzéséből a különböző értékű, illetve rendű alkoholok tulajdonságai. Számítási feladatok alkoholokkal.	Történelem: az alkoholos italok szerepe egyes kultúrákban. Kulturális örökségünk: borkultúra és hagyományok. Biológia: alkoholos erjedés élő szervezetekben, az alkoholok élettani hatásai.

Alkohol és kultúra Az etil-alkohol élettani hatása, veszélyei.	Tudja, hogy a nagyobb térfogatszázalékban etanolt tartalmazó italok (égetett szesz) addikciós hatása nagyobb. Ismerje az alkoholizmus fogalmát, veszélyeit. Ismerje a kulturált alkoholfogyasztás főbb szabályait. Tudja, hogy a magyar hagyományoknak fontos része a borkultúra. [3.] [24.] [25.] [23.] [30.]	Projektmunka: „alkoholtérkép” készítése: a világ mely táján milyen alkoholos italokat fogyasztanak. Kiselőadás a magyar borkultúráról. Kísérlet: alkoholszonda készítése.	Történelem: az alkoholos italok szerepe egyes kultúrákban. Biológia: az alkoholok élettani hatásai.
Hogyan készül a kenyér? Mi a szerepe a kovásznak és az élesztőnek?	Ismerje a keményítő fizikai tulajdonságait, tudja, hogy a keményítő monoszacharid egységekből épül fel, ismerje a poliszacharid fogalmát. Ismerje a monomer és a polimer fogalmát. Értse a keményítő szerkezete és tulajdonságai közötti összefüggést. Értse, miért tapasztalunk színváltozást a jódos keményítő-szuszpenzió melegítésekor.	Kísérlet: keményítő kimutatása jóddal különféle élelmiszerekből, keményítő vizsgálata mikroszkóp alatt.	Biológia: keményítő, mint raktározott tápanyag.
Hogyan készül az ecet? Mire használható az ecetsav a háztartásban?	Ismerje a karbonsavak csoportosítását, általános képletét. Ismerje a kis szénatom számú karbonsavak (hangyasav, ecetsav, vajsav, tejsav, almasav, citromsav, oxálsav, borkősav), fizikai tulajdonságaikat, főbb képviselőiket. Ismerje a	Kísérletek: az ecetsav tulajdonságai.	Biológia: az ecetes erjedés.

	funkciós csoport és a fizikai tulajdonságok közötti összefüggéseket. Ismerje a karbonsavak kémiai tulajdonságait, tudja, hogy mit jelent, hogy egy sav gyenge sav. Ismerje az ecetsav fizikai tulajdonságait, értse felhasználási lehetőségeit. Tudja, hogy rézedényben nem szabad ecetes ételt tárolni, ismerje ennek kémiai magyarázatát.		
Miben különböznek a növényi és állati zsiradékok? Miből áll a hidrogénezett növényi olaj?	Ismerje a nagy szénatom számú karbonsavak fizikai tulajdonságait. Ismerje a telített és telítetlen karbonsav fogalmát, értse a hidrogénezés lényegét. Ismerje az akrilsav szerepét, a vaj avasodásának folyamatát. [9.] [19.]	Karbonsavak képletének értelmezése. Kutatómunka: a margarin előállítási folyamata. Vizsgálat: margarinok összehasonlítása (víztartalom, összetétel, kenhetőség, dermedés alapján).	Biológia: lipidek.
2. fejezet: Mitől vonzóbb az étel?	A tanuló legyen képes élelmiszerek feliratának értelmezésére. Tudja, mi az adalékanyagok szerepe.		
Mit takarnak az E-számok?	Értse, mi az E-számok szerepe, legyen képes értelmezni élelmiszerek csomagolásán található	Projektmunka: élelmiszerfajták összetételének összehasonlítása	Biológia: egészség-tudatos táplálkozás.

	feliratokat. Értse az édesítőszeres és ízfokozók működési elvét, tudjon ezekre példát mondani (édesítőszeres: szacharin, ízfokozók: nátrium-glutamát). [30.]	(például egyes csokoládéfajták, gumicukrok, stb. összehasonlítása). Az E-számokat tartalmazó segédlet alapján annak a tévképzetnek a tisztázása, hogy minden E-szám mérgező anyagokat takar, minden vegyület/kemikália mérgező.	
Mi adja az étel savát-borsát?	Ismerje az alkének alapvető fizikai illetve kémiai tulajdonságait (oxidáció, addíció, polimerizáció), a terpénszármazékok szerepét, tudjon terpéneket felsorolni, értse a terpének szerkezete és tulajdonságai közötti összefüggést.	Kísérlet: szivárvány a paradicsomlében. Szerves kémiai reakciók, sztöchiometriai számítások.	Biológia: színyanyagok.
Mi adja az aromákat, ízeket?	Ismerje az aldehidek kémiai tulajdonságait. Ismerje az aldehidek és a gyümölcsészterek csoportjait néhány példavegyülettel. Ismerje az aldehidek és észterek funkciós csoportját, ennek alapján magyarázza fizikai tulajdonságaikat Ismerje az észterek csoportosítását, fizikai és kémiai tulajdonságaikat.	Kísérletek formaldehiddel: funkciós csoport kimutatása ezüsttükörpróbával, Fehling-reakcióval. Gyümölcsészterek előállítása.	Biológia: egészség-tudatos táplálkozás.

3. fejezet: A sütés-főzés kémiája	Ismerje a koaguláció fogalmát és jelentőségét. Ismerje a tartósítás folyamatát, a C-vitamin hatását, a C-vitamin felfedezésének és előállításának magyar tudománytörténeti vonatkozásait. A kolloidokról tanultak ismételése és az ismeretek bővítése segít a hétköznapi folyamatok mélyebb megértésében, és a biológiai tanulmányokat is alapozza.		
Miért remeg a kocsonya?	Értse, miben különböznek az asszociációs és a makromolekulás kolloidok, ismerje ezek nevét, példákkal. Csoportosítson kolloidokat. Tudja, mit jelent az emulzió és a szuszpenzió. [15.]	Csoportos kísérlet: kolloidok előállítása, emulzió és szuszpenzió készítése, vizsgálata, keményítő főzése. Köznapi kolloidok csoportosítása, elhelyezés táblázatban, halmazábrában.	
Mi történik főzés közben?	Példákon keresztül és általánosan ismerje meg a kolloidok keletkezését és megszüntetését, ismerje a diszpergálás és a koaguláció fogalmát. [15.]	Konyhai recept értelmezése és fordítása a kémia nyelvére. Gyűjtőmunka: kolloidok a konyhában.	Biológia: fehérjék, táplálkozás, vér.

Miért használunk sót, ecetet főzéskor? Mit jelent a fehérjék kicsapása?	Tudja, hogy a fehérjék kicsapása is koaguláció, tegyen különbséget a reverzibilis és az irreverzibilis koaguláció között. [9.]	Kísérletek: fehérjeoldatok vizsgálata.	Biológia: fehérjék, táplálkozás, vér.
Mi történik a sütőben? Hogyan hat a sütőpor? Miért lényeges a liszt sikértartalma?	Értse a sütőpor hatásának folyamatát. Látja, hogy a makromolekulás kolloid keletkezése más szerkezeti tulajdonságokkal jár, értse, hogy ezért fontos a sikértartalom. [15.] [19.]	Kísérlet: sütőpor és szalakáli melegítése, észterek hidrolízise Konyhai recept értelmezése és fordítása a kémia nyelvére. Gyűjtőmunka: karbonsavak és észterek a környezetünkben.	Biológia: lipidek.
Mitől áll el a befőtt?	Értelmezze a nátrium-benzoát és a szalicil felhasználását. Értelmezze a gőzölés, a szárzögöz szerepét. Tudjon egészségbarát befőzési technikát mondani. Ismerje a karbonsavak sóit, az elszappanosítás és a hidrolízis folyamatát. [30.]	Észter előállításának tervezése. Számítási feladatok: kémiai egyensúlyok észterképződési, illetve hidrolízis reakciókban.	Biológia: egészség-tudatos táplálkozás.
Tartósít-e a C-vitamin?	Ismerje Szent-Györgyi Albert C-vitaminnal kapcsolatos munkásságát. [3.] [21.] [24.]	A C-vitamin redukáló hatásának vizsgálata (titkosírás). Irodalmi összeállítás készítése Szent-	Biológia: a citromsav-ciklus, Szent-Györgyi Albert.

		Györgyi Albert írásai alapján a tudós pályájáról. Összeállítás készítése Szent-Györgyi Albert tudományos pályájáról.	
--	--	--	--

2. témakör: Gyógyszerek és mérgek

A témakör az élő szervezetekben aktív molekulákkal és hatásmechanizmusukkal kapcsolatos ismereteket bővíti. A fehérjék és nukleinsavak felépítésére, a szerkezet és működés kapcsolatának felismerésére összpontosít.

A tanulók megismerik a modern elválasztástechnikai és vizsgálati eljárások lényegét, alkalmazásuk lehetőségeit.

Fontos fejlesztési feladat a tudományos ismeretek alkalmazása egyéni döntések során, az információszerzés, -válogatás és -értelmezés. A témakör során a tanulók értelmezik a tudományos bizonyítás lényegét. A tanulók megértik, hogy egy-egy tudományos elmélet vagy filozófiai irányzat alapvető befolyással van a tudományos felfedezések értelmezésére, a tapasztalatokból következő ismeretek alkalmazására.

A tananyag feldolgozásának során a képi információk feldolgozása, a tanulás és a modellalkotás kompetenciái erősödnek.

Szintén lényeges elem a mentálhigiéné – a tudatos gyógyszerhasználat, annak vonatkozó szabályai és a drogprevenció. A mentálhigiénés munka során az önismeret, önértékelés, empátia fejlesztése mellett az erkölcsi és etikai érzék erősítése, illetve az egészségtudatos magatartásminták követése kap hangsúlyt.

Témák, problémák, fogalmak	Követelmények és fejlesztendő kompetenciák	Javasolt tevékenységek	Kapcsolatok
1. fejezet: Molekulák akcióban	A tanuló ismerje a fehérjék és nukleinsavak szerkezetének jellemzőit és értse, hogyan függ ez össze főbb tulajdonságaikkal, biológiai szerepükkel. Tudjon példát hozni ezen ismeretek alkalmazására és értse a szerkezetvizsgálatok elvét, jelentőségét.		Biológia: molekuláris biológia és sejttan.
Milyen feladatot látnak el a fehérjék a szervezetben?	Ismerje a fehérjék szerkezetének felépülését. Ismerje az aminosavak általános képletét, tulajdonságait, csoportosítását. Ismerje a peptidkötés kialakulását, tulajdonságait. Értelmezze, mit jelent a fehérjék aminosav-szekvenciája. Ismerje Sanger munkásságát a fehérjék szerkezetkutatásával kapcsolatban. [25.]	Kísérlet: glicin oldatának vizsgálata. Fehérjemodellek készítése. DVD megtekintése.	Biológia: fehérjék.

Hogyan segíti a fehérjéket különleges szerkezetük a feladatuk ellátásában?	Ismerje a fehérjék változatos szerkezetének és szerepének összefüggéseit. Tudja, miben különbözik a globuláris és fibrilláris fehérje. Értse, miért alkalmasak a fehérjék a szervezetben enzimekként, receptorokként működni. [9.]	Adott fehérjék szerkezetének értelmezése. Krimi clicker-case: nyomozás gyilkossági ügyben fehérjemaradványok alapján (a tanulók egy bűneset leírása és bizonyítékai alapján „nyomoznak”, szavazással illetve érveléssel haladnak a megfejtés felé).	Biológia: fehérjék.
Mitől vagyunk egyediek?	Tudja, hogy a nukleinsavak jelentik az örökítő-anyagot. Ismerje a DNS felépítésének elvét, a nukleotid fogalmát és a fontosabb nukleotidokat. Ismerje a főbb nitrogéntartalmú heterociklusos vegyületeket. Jelent a DNS ujjlenyomat. [9.] [18.]	DNS-modellek készítése, vizsgálata, DVD megtekintése. DNS adatbázisok közös „felderítése”.	Biológia: örökléstan, molekuláris genetika.

Miért kell ismernünk a DNS szerkezetét?	Értse a DNS szerkezetének felépülését. Tudja, mit jelent a DNS ujjlenyomat. Tudja, hogy a DNS egyedi felépítése alapján számos tulajdonság, betegség vizsgálatára, lehetséges terápiák megállapítására nyílik lehetőség. [14.] [30.]	Vitafeladat: Valóban adott uralkodó a maradványaira bukkantak a régészek (DNS-vizsgálatok lehetőségei)? Projektmunka: betegségek felderítése DNS-vizsgálattal	Biológia: örökléstan, molekuláris genetica.
Hogyan látjuk a molekulákat?	Ismerjen példát a szerkezetkutatás módszereire. Értse, miért fontos a DNS, illetve a fehérje-szekvencia meghatározása, ismerje Fischer, Sanger eredményeit. [25.] [29.]	DVD megtekintése. Interjú készítése szakértővel, laboratóriumi dolgozóval. Tanulói prezentációk a szerkezetkutatások újabb eredményeiről, módszereiről. Tudományos ismeretterjesztő előadás felvételének közös megtekintése, megbeszélése.	Biológia: molekuláris biológia.

2. fejezet: Gyógyítás régen és most	A tanuló nyerjen áttekintő képet arról, milyen elvek alapján, hogyan alkalmazzuk kémiai ismereteinket a gyógyításban. Legyen képes tájékozódni gyógyszer tájékoztató feliratokon, megkeresni és értelmezni ezzel kapcsolatos információkat. A drogok megismerésén keresztül tudatosan kerülje a drogok használatát. Legyen tisztában a szenvedélybetegségek kockázati tényezőivel.		
--	---	--	--

Hogyan dolgozott egy középkori gyógyító?	Kapjon áttekintést a gyógyszerek történetéről: áltudományos módszerek, fémek és sóik, arzénvegyületek. Ismerje a dietli-éter fizikai tulajdonságait, élettani hatását. Ismerje az éterkötést. [12.] [25.] [30.]	Projektmunka: gyógyítás régen szimpátia-elmélet (fegyverkenőcs), babonák (ráolvasás, ürülékgyógyászat), aranytartalmú gyógyszerek. Frontális munka illetve frontális kísérletek dietil-éterrel. Éterkötés, illetve tanult funkciós csoportok felismerése alkaloidokban. Gyűjtőmunka: fájdalomcsillapítási és stresszoldási technikák (régőbbi korokban, különböző kultúrákban).	Biológia: immunrendszer, homeosztázis, homeopátia.
Hogyan hat egy mai gyógyszer?	Legyen áttekintő képe a néhány ma is használatos történetéről, ismerje néhány modern gyógyszer típus működési elvét. [24.] [25.] Ismerje a gyógyszerek alkalmazásának alapvető szabályait. [23.] [21.] [30.] Ismerje a kiralitás fogalmát, ismerjen fel királis tárgyakat és vegyületeket.	Aszprin előállítás. Királis és akirális tárgyak csoportosítása. Képregény, kisfilm készítése az aszpirin történetéről.	Biológia: immunrendszer.

Mit csinál egy gyógyszer-kutató?	Értse, miért fontos a számítógépes szerkezetkutatás. Ismerje és értse a mono- és a diszacharidok szerkezetét és tulajdonságait.	Kísérletek cukrokkal (kimutatási reakciók). Molekulamodellezés. DVD megtekintése szerkezetkutatásról. Interjú készítése kutatóval.	Biológia: immun-rendszer.
Miért lehet rászokni a drogokra? Milyen drogokat ismerünk?	Ismerje a drog fogalmát, hatásmechanizmusát, a gyakran használt drogok csoportosítását és élettani hatását. Ismerje az alkaloid fogalmát. Tudjon példát mondani alkaloidokra. [23.] [30.] [26.] [29.]	Fordított szakértői mozaik: drogtípusok. Projektmunka: drogmegelőzési terv készítése az iskolában. Interjú szenvedélybeteggel, terapeutával. Kortárs drogprevalencia értékeket mutató grafikonok elemzése, majd csoportos megbeszélés.	Drog-prevenció, tudatos életvezetés.

3. témakör: Szépség és kémia

A témakör továbbra is az élő szervezetek működését meghatározó molekulákkal és folyamatokkal kapcsolatos ismereteket bővíti.

A témakör során a cellulóz felépítése, a makromolekulák (különösen az enzimek) kapcsán a szerkezet és működés kapcsolatának felismerése, az enzimműködés elvének értelmezése, a detergenssek működési elve kerül előtérbe. A tudatos vásárlás, a környezeti problémák iránti érzékenység erősítése, a napi döntések következményeinek figyelemmel kísérése, a felelősségérzet erősítése kap fontos hangsúlyt.

A fertőtlenítés elvén túl az előző témakör ismereteinek elmélyítésére, a kísérlettervezésre, a modellkísérlet szerepére és a tanulói autonómia erősítésére kerül hangsúly.

Semmelweis munkásságával kapcsolatban a nemzeti identitástudat erősíthető, rávilágíthatunk továbbá arra is, hogy egy-egy tudományos eredmény elfogadását számos társadalmi tényező is befolyásolhatja.

A témakör alkalmat kínál az oxigéntartalmú szerves vegyületekről tanultak összefoglalására is.

Témák, problémák, fogalmak	Követelmények és fejlesztendő kompetenciák	Javasolt tevékenységek	Kapcsolatok
1. fejezet: Ruha teszi...?	A tanuló legyen képes makromolekulák szerkezetének összehasonlítása, az anyagok ebből eredő tulajdonságainak magyarázatára, kapcsolja össze a mosás folyamatának értelmezését eddigi ismereteivel. Válgjon felelőssé a környezettudatos magatartással kapcsolatban.		
Hogyan készül a ruhaanyag? Makromolekulák szerkezete.	Ismerje a cellulóz szerkezetét és tulajdonságait, értse annak összefüggését. Tudjon a cellulóz felhasználásáról. [25.] Ismerje a gyapjú, a selyem szerkezetét, az α-hélix és β-redő fogalmát, a szerkezeti eltérés következményeit. Értse, miért térnek el a fehérje és cellulóz alapú textilek tulajdonságai. Lássá, miért fontos a cellulóz alapú lebomló műanyag (pl.: kávéspohár) alkalmazása. [28.]	Kísérlet: gyapjú, selyem és műselyem vizsgálata nátrium-hidroxid, kénsav és lakmuspapír segítségével. Molekulamodellek készítése. Projektmunka: kedvenc ruhadarabom „élettörténete”	Biológia: α-hélix és β-redő. Történelem: a gyapjú, gyapot és selyem szerepe, a textilgyártás.

Hogyan tisztítjuk a ruhát? Mitől piszkos a ruha? Hogyan hat a mosószer? Mit tartalmaz a mosószer?	Ismerje a detergensok és tenzidok fogalmát, értse működésük elvét. Ismerjen szervetlen sav-észtereket. Értelmezze a mosószerek összetételét. Értse a mosás és a vízkeménység összefüggéseit.	Vizsgálatok: mosószerek kémhatásának, perborát-tartalmának összehasonlítása. Egyes mosószerek összetevőinek indoklása táblázatok segítségével.	Biológia: detergensok élettani hatása, lipidek.
Intelligens molekulák	Ismerje az enzimek működési elvét. Tudjon modern textilvédő és tisztító eljárásokról, értse ezek működési elvét. [9.]	Enzimműködésekkel kapcsolatos grafikonok elemzése. Enzimgátlási kísérletek elemzése. Kísérlet tervezése fehérjebontó enzim tulajdonságainak vizsgálatára. Projektmunka: – lótuszlevél-effektus – nanotechnológia és tisztítás – impregnálás	Biológia: enzimek.

2. fejezet: Tisztálkodás régen és most	Legyen képes információhordozók segítségével a kozmetikai termékek összetevőinek értelmezésére. Vonjon összefüggést eddigi ismeretei és a tisztító-, tisztálkodószerek működése között. Fejlődjön a kritikus gondolkodása. Erősödjön környezettudatos magatartása.		Biológia: bőr, személyes higiéné.
Tisztálkodás régen	Adatbázis használatával értelmezze a hagyományos összetételét, értse, melyik alkotórésznek milyen szerepe van. Legyen képes a tanultak és az adatbázis információi alapján értelmezni az összetételt. [25.] [19.]	Projektmunka: milyen vegyületekkel tisztálkodtak régen (római fürdőkultúra, arab hagyományok, középkor)? Csoportmunka: tisztálkodó szerek és összetételének és eljárásoknak az értelmezése.	
Tisztálkodás most	Adatbázis használatával értelmezze a modern tisztálkodószerek összetételét, értse, melyik alkotórésznek milyen szerepe van. Legyen képes a tanultak és az adatbázis információi alapján értelmezni az összetételt. [19.] [30.]	Projektmunka: samponok kolloid védőhatásának vizsgálata vas(III)-klorid-szol segítségével – az eredmények összehasonlítása, grafikon, diagram készítése. Csoportmunka: tisztálkodó szerek összetételének értelmezése	

Kenni vagy nem kenni? Hogyan hatnak a hidratálószerre?	Ismerje a glicerín képletét, szerkezetét és tulajdonságait, felhasználását. Ismerje a higroszkópos anyag fogalmát, tudjon ilyen anyagokat megnevezni. Értelmezze adatbázis használatával egyes kozmetikumok összetevőit. [19.]	Projektmunka: hidratáló krémek hatásának összehasonlítása kobaltpapír segítségével. Hidratáló krémek összetételének értelmezése. Kísérletek glicerinnel.	Biológia: bőr, testápolás.
Mit tartalmaznak a dekor-kozmetikumok? Részösszefoglalás: oxigéntartalmú szerves vegyületek.	Ismerje az acetón képletét, szerkezetét és tulajdonságait, felhasználását. Csoportosítsa az oxigéntartalmú szerves vegyületeket, hasonlítsa össze tulajdonságaikat szerkezetük ismeretében. Ismerje az oxigéntartalmú szerves vegyületek fontosabb reakcióit, egymásba való átalakulásuk, előállításuk módját. Értelmezze adatbázis használatával egyes kozmetikumok összetevőit. [29.]	Projektmunka: mitől színes és hogyan „köt meg” a körömlakk? – hogyan készül a műköröm? – hogyan hat a szőrtelenítő krém? – mit tartalmaznak a smink-készítmények?	Biológia: bőr, testápolás.

Hogyan hat a fertőtlenítő?	Értse egyes oxidálószer hatását: nátrium-hipoklorit, kalcium-hipoklorit, dihidrogén-peroxid. Magyarázza, hogyan függ össze a gyökképződés a fertőtlenítőszer hatásával. [9.] Tudja, hogy az egyes fertőtlenítő és tisztítószereket miért nem szabad összekeverni. Ismerje Semmelweis Ignác munkásságát. [3.] [24.]	Kísérletek: a hidrogén-peroxid katalitikus bomlása. Tudományos poszter készítése Semmelweis felfedezéséről. Gyűjtőmunka: a gyökös bomlási reakciók kémiai alkalmazásai.	Biológia: anaerob szervezetek, baktériumok, mutáció.
Jóltáplált víz?	Ismerje a vízszennyezés illetve a foszfátszennyezés veszélyeit, a detergensek hatásait. [25.] [28.]	Kísérletek detergensekkel (felületi feszültség csökkentése). Projektmunka: a WC kultúrtörténete és a járványok.	Biológia: eutrofizáció.

4. témakör: A ház és a kert kémiája

A témakörben az önálló ismeretszerzés és -feldolgozás, csoportos feladatmegoldás kerül előtérbe. Fontos a környezeti, illetve természettudományi problémák felismerése, az ökológiai rendszerekbe való beavatkozás kockázatának felismerése, a felelősségérzet tudatosítása. Ezzel kapcsolatban lényeges fejlesztési feladat a szocializáció, állampolgári és közösségi kompetenciák fejlesztése – ez történhet kooperatív vagy projektmunkán keresztül.

Az erkölcsi és etikai érzékenység és a döntésképeség fejlesztésére igen alkalmas a peszticidekkel kapcsolatos vitafeladat. Ezzel kapcsolatban a környezettudatosság mellett az egészségtudatos életmódhoz kötődő kompetenciák is erősödnek.

Az építőanyagok kapcsán szervesen anyagokról, illetve műanyagokról szereznek ismereteket a tanulók. A folyamatokban való gondolkodás erősítése, az algoritmusok értelmezése jelenik meg fejlesztési feladatként, míg a környezettudatos gondolkodás és a komplex rendszerek értelmezése az előző témakörhöz hasonlóan itt is hangsúlyt kap.

A témakör során fejlődik az alternatívaállítás, az analógiák keresése, illetve a kapcsolat- és példakeresés kompetenciája.

A jelen-múlt párhuzamba állítása a térbeli és időbeli tájékozódást erősíti. A helyi műemléki értékkel bíró épületek elemzése olyan többlet lehetőség, amely a közösségi identitástudatot is erősítheti

Az összetett problémán való gondolkodás, nyílt végű problémafelvetésekre adható válaszok megbeszélése, értékelése a fenntartható fejlődésre való nevelést segíti.

A javasolt tevékenységek (folyamatábrák, grafikonok elemzése) segítik a lényegkiemelést, a rendszerszemlélet kialakulását, az összehasonlítás, osztályozás, rendszerezés képességének fejlesztését. A saját vizsgálatok az alkotóképességet, a kapcsolat- és példakeresést fejlesztik.

Témák, problémák, fogalmak	Követelmények és fejlesztendő kompetenciák	Javasolt tevékenységek	Kapcsolatok
1. fejezet: Földművelés régen és most	A tanuló legyen képes a talaj keletkezésének és összetételének értelmezésére, vizsgálatára. Ismerje a talajjavítás kémiai alapjait. Legyen képes véleményt formálni kémiai ismeretei alapján a modern mezőgazdaság által alkalmazott kemikáliákról, álláspontját tudományos érvekkel támogassa.		
Miből áll a talaj?	Értelmezze a talajt, mint kémiai rendszert (heterogén rendszer, kolloidok), ismerje a humusz és a komplex vegyület fogalmát, a szikesedést. Értse a talaj kialakulását, a mállás és bomlás fogalmát. [9.]	Vizsgálat tervezése táblázatok alapján (analitikai csoportreakciók) talaj ionjainak minőségi elemzésére. Grafikonkészítés, táblázatelemzés: talajminták összetétele.	Földrajz: talajtípusok. Biológia: a talaj kialakulása, ökoszisztémák.

Mitől „kövér” a föld?	Ismerje a nitrogén-körforgalom főbb lépéseit, értelmezze a nitrogén oxidációs számának változását, a nitrogénvegyületek biogekémiai körforgásában jelentős antropogén hatásokat. Összegezze, milyen nitrogéntartalmú szerves vegyületek, hol jelenhetnek meg a körfolyamatban. Ismerje a karbamid képletét, tulajdonságait, szerepét. [8.] [20.]	Folyamatábra, táblázatok és grafikonok értelmezése, elemzése a nitrogén körforgásáról. Ötletroham az antropogén hatások mérséklési lehetőségeiről.	Biológia: a nitrogén-körforgalom.
-------------------------------------	---	---	--

Milyen módszerekkel dolgozott a mezőgazdaság régen?	Ismerjen hagyományos és extenzív mezőgazdasági módszereket. Értse, miért szükséges a talajjavítás. Ismerje a műtrágya és a peszticid fogalmát. Tudjon példát mondani mindkettőre. [8.] [20.] [27.]	Táblázatelemzés: kísérleti erdő, illetve tarvágás nyomának csapadékvíz-elemzése: egyes ionok mennyiségének összevetése a két esetben. Projektfeladat: tervezzünk műtrágyát: milyen elemek fontosak és milyen arányban adott célra, adott növény számára, adott talajtípusban? Függ-e a csapadékmennyiségtől a műtrágya kiszórandó mennyisége? Milyen oldhatóságú sókat alkalmazzunk (Négyjegyű függvénytáblázatok használata) és ez hogyan befolyásolja a termék alkalmazását? Számítási feladatok: oldhatóság, rosszul oldódó sók, oldhatósági szorzat problémafeladat: mérgező-e a röntgenezéshez is használt bárium-pép? Milyen mennyiségben okozna halált?	Történelem: a mezőgazdaság fejlődése.
---	---	---	--

Biztonságosak-e a modern módszerek?			
Miért szükségesek?	Esettanulmányon keresztül értelmezze a peszticidek helytelen alkalmazásának következményeit. Ismerjen halogénezett szénhidrogén-származékokat, ismerje ezek fizikai és kémiai tulajdonságait! Ismerje az eliminációt. [14.] [16.]	Peszticidek, esettanulmányok elemzése (DDT, Agent Orange) Vita a DDT alkalmazásáról malária sújtotta területeken.	

Vissza a természethez? A talajszennyezés, problémák és megoldások.	Tudjon a talajszennyezés veszélyeiről. Ismerje a komposztálás előnyeit, az IPM (integrated pest management) alkalmazását. [27.] [4.]	Esettanulmányok (pl.: biomagnifikáció, bioakkumuláció) alapján vita az egyes módszerek alkalmazásáról. Fordított szakértői mozaik egyes módszerekről. Probléma feladatok: mit jelent a ppm mennyisége (számítások)? Hány ppm mérgező egyes anyagokból? Mitől függ ez az érték? Kooperatív feladat: alma/szójafarm működtetése: intenzív művelés, IPM (integrated pest management) vagy biogazdálkodás? (szereplők: nagyüzem, gazdálkodó, helyi lakosok, egészségügyi és környezetvédelmi szakértő)	Biológia: a mezőgazdaság szerepe. Földrajz: intenzív, extenzív gazdálkodás.
---	---	--	---

2. fejezet: Házépítés régen és most	Ismerjen természetes építőanyagokat. Ismerje a kalciumvegyületek szerepét az építőiparban. Ismerje az üveg és a kerámiák gyártásának főbb lépéseit, értelmezze szerkezetüket. Tudjon példákat a műanyagok egyes típusaira, ismerje ezek felhasználását. Értse az újrafelhasználás, a szelektív gyűjtés jelentőségét.		
Sárból tapasztva – agyag és vályog	Ismerje az agyag, a vályog összetételét, az ebből való építkezés és a téglagyártás kémiaiját. [25.]	Grafikonelemzés: egyes építőanyagok szerkezeti tulajdonságai.	Építészet és építőanyagok: néprajz, történelem, földrajz - ókori társadalmak, középkor építkezési szokásai, híres agyagtáblák.
Hagyományos építőanyagok - mész	Ismerje a fontosabb kalciumvegyületeket, a mészégetés, mészoltás, a mész megkötésének folyamatait. Értse, hogy a mészégetés endoterm folyamat.	Kísérletek: meszes víz tulajdonságai, mészoltás. Értelmezze a Hess-tétel alapján a kalciumvegyületek egymásba alakítását.	

Ajtó, ablak Milyen az üveg szerkezete? Miért rugalmas, mégis törékeny? Mitől lesz hőálló vagy színes?	Legyen átfogó képe az üveg szerkezetéről, gyártásának történetéről, ismerjen példát egyes üvegek kémiai összetételének különbségeire. [25.]	Üveghuta működésének magyarázata metszeti kép alapján. Kutatómunka és prezentációkészítés: „Üvegbe zárt kísérletek”: Mióta használnak üveget a kémikusok? Miért üveget használnak?	
Hogyan működnek a szigetelőanyagok?	Legyen képe egyes szigetelőanyagok szerkezetéről (PUR-hab, sziloplaszt - szag, felhasználás, azbeszt, vízüveg). [28.] [31.]	Csoportmunka: környezetbarát házépítés folyamatábrájának elkészítése. Kísérletek vízüveggel.	
Hogyan készül a kerámia?	Legyen képe a kerámiák szerkezetéről. Ismerjen és magyarázzon példákat a kerámiák felhasználásáról. [3.] [24.]	DVD megtekintése kerámiagyártásról. Kiselőadás magyar porcelán- és kerámiagyártókról.	

Milyen műanyagokat használunk?	Ismerje a műanyagok csoportosítását, példákkal (PET, PE, PP, teflon, polikarbonátok, kaucsuk és gumi), egyes műanyagok szerkezetét, tulajdonságait, felhasználását, előállítását. Ismerje a poliaddíció és polikondenzáció lényegét. Ismerje a lebomló műanyag elvét. [7.] [8.]	Vita: természetes anyagok vagy műanyagok alkalmazása. Kísérletek: műszál előállítása természetes anyagból (túróból); műanyagok tulajdonságainak vizsgálata. Számítási feladatok folyamatára alapján egyes műanyagok előállításához kapcsolódóan.	Biológia: környezetvédelem.
Miért gyűjtsük külön? Újrahasznosítás	Ismerje a hulladékok típusait, tudjon példát fémek, műanyagok, kombidoboz újrahasznosítására. [13.]	Projektmunka: kedvenc tárgyam újrahasznosulási lehetőségei, számításokkal alátámasztott becslések a közben keletkező környezetterhelésre.	Biológia, földrajz: környezetvédelem.

5. témakör: Árnyék és fény

A témakörben a tudomány felelőssége kerül előtérbe – ugyanakkor fontos, hogy a tanulók értsék, hogy nem maga a tudományos felfedezés gonosz vagy az emberiség számára veszélyes, hanem a felfedezés eredményének felhasználása, a tudás és technológia alkalmazása az, amelynek végzetes, etikailag vagy morálisan elítélendő formái és módjai lehetnek. Fontos az is, hogy a tanulók megértsék, hogy a hadiipar jelentős szerepet játszott a tudomány és a technika fejlődésében. A témakör érinti a művészetekben alkalmazott kémiai ismereteket is.

A kooperatív feladat mellett, hogy színesebbé teszi a tevékenységet, lehetőséget ad az anyanyelvi kompetenciák fejlesztésére, az európai azonosságtudat mellett az állampolgári és demokratikus kompetenciák fejlesztéséhez járul hozzá. A kiemelt fejlesztési feladatok közül ezenfelül köthető a tevékenység a felkészülés a felnőttélet szerepeire, illetve a kezdeményezőkézség és vállalkozói kompetencia fejlesztéséhez is. Bár a tevékenység időigényes, a csoport rengeteget tanulhat belőle, jól használható a történelem tantárgyi koncentrációval is.

A témaválasztásnál fontos szempont, hogy a feldolgozás során lehetőséget adjon az eddigi tanulmányok minél komplexebb bevonására, a jelenség, probléma minél sokrétűbb értelmezésére, a természettudományos gondolkodásmód alkalmazására. Záró fejezet lévén előnyös, ha a tanulói autonómia, az önálló munka kifejezetten hangsúlyossá válik.

Témák, problémák, fogalmak	Követelmények és fejlesztendő kompetenciák	Javasolt tevékenységek	Kapcsolatok
1. fejezet: Hadra fogott kémia	Ismerjen veszélyes anyagokat. Értse, hogy ezek békés célú felhasználása az emberiség közös felelőssége. Ismerje a veszélyes anyagokkal való foglalkozás alapvető munkavédelmi szabályait. Ismerje a gyufa felfedezésének történetét.		Történelem: hadtörténet. Irodalom.
Háborúk és kémia Történeti áttekintés	Legyen átfogó képe a kémiának a hadviselésben játszott szerepéről. Ismerje a füstös lőpor, a görögtűz és a tűzijáték főbb komponenseit, működési elvét. Magyarázza a reakciók sebességi egyenletének ismeretében, miért veszélyes a megadott mennyiségektől való eltérés kémiai kísérletekben. [6.]	Tanári demonstrációs kísérlet: lőpor működése, görögtűz, csillagszóró készítése, peroxi-aceton előállítása.	Történelem: fegyverek története. Irodalom: Egri csillagok.
Tűzgyújtás	Ismerje a gyufa feltalálásának a történetét, Irinyi János munkásságát, a biztonsági gyufa és az öngyújtó működési elvét. [24.] [21.]	Tanári kísérlet: a mártó és a dörzsgyufa működése. Poszter, vers, novella vagy képregény készítése Irinyi János munkásságáról.	

Vegyi fegyverek	Értse, miért veszélyes a vegyi fegyverek alkalmazása. Ismerjen néhány esetet, például a klórgáz, mustárgáz és egyes könnygázok alkalmazásáról. [14.] [15.]	Esettanulmány elemzése vegyi fegyver alkalmazásáról. Grafikonelemzés egyes vegyületek élettani hatásairól, szaglási küszöbértékéről, felszívódási és szervezetből való kiürülési értékéről. Számítási feladatok LD-értékekkel kapcsolatosan. Probléma-megoldás: hogyan bizonyítható be egy vegyületről, hogy mérgező?	Irodalom: A Thibault család, Sir Arthur Conan Doyle. Történelem: vegyi fegyverek alkalmazása (I. világháború, II. világháború, koreai és vietnami háború).
------------------------	---	--	--

Hogyan működnek a robbanóanyagok?	Ismerje a rakéta-hajtóanyagok és az atombomba működési elvét. Értse, miért van a robbanásnak romboló hatása Ismerje a dinamit történetét. [7.] [14.] [25.]	DVD megtekintése az atombombáról. Projektfeladat: Oppenheimer szerepe az atombomba készítésében magyar tudósok szerepe az atombomba készítésében. Vita: a rakéták békés célú felhasználásáról. Számítási feladatok: egyes fegyverek rombolóerejének, a keletkező termékek összetételének meghatározása. Kiselőadás Alfred Nobelről.	Történelem: hidegháború, az ENSZ felépítése, működése. Fizika: maghasadás, az atombomba működése.
---	--	--	---

TNT és társai	Ismerje a benzol szerkezetét, a telítetlen vegyületektől eltérő kémiai tulajdonságait, mérgező hatását. Tudja milyen jelentősége van a benzolszármazékoknak a vegyiparban, a gyógyszer és festékiparban. Ismerje a benzol szubsztitúciós reakcióit halogénnel, salétromsavval, ismerjen fel néhány szubsztituenst, ismerje azok jelentőségét, felhasználását. Tudja, hogy a szubsztituenseknek irányító hatása van. Ismerje a fenol, sztirol, toluol, TNT felhasználását. [26.] [25.] [8.]	Frontális munka: szerves kémiai reakciók összehasonlítása, csoportosítása. Kooperatív feladat: ENSZ-ülés a fegyverleszerelésről.	
2. fejezet: Művészetek és kémia	A tanuló alkalmazza kémiai ismereteit egy-egy művészetekkel kapcsolatos anyag vagy folyamat értelmezése során. Legyen fogékony a kémiai problémák felfedezésére, használjon információhordozókat ahhoz, hogy ezeket értelmezze.		

A papír	Ismerje a papír szerkezetét, tudjon előállításáról, az újrahasznosítás lehetőségeiről. Látssa, hogy a papír felfedezése hogyan járult hozzá az emberiség kulturális örökségének megőrzéséhez, gyarapításához. [25.] [20.] [13.]	Projektfeladat: újrahasznosítási lehetőségek az iskolában, új utak a papír (újra-) hasznosításában: bútorkészítés, épületek szigetelése. Projektfeladat: kísérlet tervezése egyes papírok tulajdonságainak és összetételének összehasonlítására. Projektmunka: milyen kémiai előismereteket igényelt Gutemberg felfedezése?	Művészet-történet, irodalom, történelem: a papír kultúrtörténete, az írott hagyományok, a nyomtatás.
Hogyan működnek a festékek? Hogyan készíthető festék?	Ismerjen példákat szerves és szervetlen festékekre, tudjon megnevezni festő növényeket. ismerje egyes falfestékek kémiájának lényegét, titán-dioxid tulajdonságait. Ismerje a szerves komplexképző vegyületek jelentőségét, egy-egy példán keresztül.	Kísérlet: növényi festékek előállítása, festő színreakciók, színes komplexek Kromatográfiás vizsgálat ételfestékekkel illetve növényi festékekkel (papír-, kréta- illetve vékonyréteg-kromatográfia)	Kémia: savak, bázisok, indikátorok.

Mitől más a „Stradivarius”? Mivel járult hozzá a kémia a zeneművészet fejlődéséhez?	Ismerje, hogy az egyes ötvözetek felfedezése hogyan járult hozzá a zene (például fafúvós és rézfúvós hangszerek, orgonasípok (ónsíp)) illetve a szobrászat fejlődéséhez. [25.]	Projektfeladat: – egyes hangszerek kémiája, – a Stradivari-hegedűk titka (pácolás, bórsav)	Ének-zene.
Régiből új? Munkában a restaurátor Milyen kémiai ismereteket használnak a restaurátori munkában?	Esettanulmányokon keresztül ismerje meg a restaurálás kémiájának, például a „mesterséges mészkő”, a Parlament problémáját, egyes festmények és kódexek restaurálását. [9.]	Projektfeladat: egy konkrét műalkotás, műemlék, lelet restaurálásának kémiája. Látogatás múzeumban, kutatóintézetben, restaurátor-műhelyben.	Történelem, művészet-történet.

A továbbhaladás feltételei a 10. évfolyamon

A tanuló ismerje a szerves és szervetlen anyagok főbb csoportjait. A szerkezet alapján magyarázza ezen csoportokba tartozó vegyületek főbb fizikai és kémiai tulajdonságait, reakcióképességét, adjon magyarázatot az eltérések okaira. Legyen képes a tanult anyagokkal kapcsolatos problémafeladatok megoldására, vizsgálat tervezése, illetve kísérlet tapasztalatainak szabatos leírására és magyarázatára.

Tudjon ismeretlen vegyületről információkat szerezni, az információk alapján legyen képes a vegyületet csoportba sorolni és a csoporttulajdonságok alapján a vegyület tulajdonságait magyarázni.

Legyen képes kémiai ismeretei alapján értelmezni, illetve magyarázni a szervezetünkben, illetve környezetünkben tapasztalható, illetve megfigyelhető legfontosabb folyamatokat. Értse, miért alkalmasak a tanult természetes és mesterséges anyagok adott területen való felhasználásra. Folyamatábra segítségével legyen képes egyes anyagok felhasználási lehetőségeit értelmezni, indokolni.

Értse a mindennapok során előforduló kémiai folyamatok lényegét és ezek alapján legyen képes ismeretlen folyamatokra analógiát keresni, azok lényegét modellkísérletek alapján értelmezni.

Legyen képes vizsgálatot, kísérletet tervezni egyes anyagok, illetve kémiai folyamatok, jelenséget vizsgálatára.

Legyen képes a megismert anyagokkal kapcsolatos mennyiségi gondolkodásra.

Alakuljon ki benne felelős magatartás egészségével, környezetével kapcsolatosan. Értse, hogy a tudomány és technológia művelése társadalmi felelősségvállalást is jelent.

11. osztály

A 11. osztály tananyaga két témakörre oszlik („Anyagok”, illetve „Fogalmak”). A feldolgozott tartalmak összefoglalását és a főbb kompetenciafejlesztési célokat az egyes témakörök előtt adjuk meg részletesen.

A 11. osztályos tanterv alapvető célja az eddigi ismeretek összegzése, rendszerezése, kibővítése, valamint a metafogalmi tudatosság kialakítása. Egy-egy egység feldolgozása – a körülményektől függően – 1-3 tanórán történik.

1. témakör: Anyagok (25 óra)

1. fejezet: Rakjunk rendet!
2. fejezet: Az anyagok háromszintű leírása
3. fejezet: Szerkezet és tulajdonság

2. témakör: Fogalmak (30 óra)

1. fejezet: Van fogalmad?
2. fejezet: A kémia néhány elméleti modellje

1. témakör: Anyagok

A témakör a korábban tanult anyag szintézise. Különösen nagy hangsúlyt fektet a szerkezet és tulajdonság kapcsolatának, a részecskemodell használhatóságának bemutatására, tudatosítására. Az egyes anyagrészekhez kapcsolódóan az érettségi sikeres letételéhez szükséges számítási feladatok is megjelennek.

Témák, problémák, fogalmak	Követelmények és fejlesztendő kompetenciák	Javasolt tevékenységek	Kapcsolatok
1. fejezet: Rakjunk rendet!	Ennek a fejezetnek a célja, hogy a korábban tanult anyagok (elemek és vegyületek) rendszerezése.		
Nemfémes elemek Helyük a periódusos rendszerben. Általános jellemzőik: - nagy elektronegativitás - egymással kovalens kötés - fémekkel ionos kötés - előfordulás molekulák, atomrácsos kristályok vagy atomok formájában - gyakori az allotrópia - különbség a 2. és a 3. periódusbeliek molekulaképzése között. A legfontosabb elemek, elemcsoportok általános jellemzése: - hidrogén - nemesgázok - halogének - oxigén és kén - nitrogén és foszfor - szén és szilícium.	Ismerje - a nemfémes elemek elhelyezkedését a periódusos rendszerben - a nemfémes elemek általános jellemzőit, valamint - a legfontosabb elemek, elemcsoportok atom- és molekulaszervezetét, halmazszerkezetét, fizikai és kémiai tulajdonságait, előállítását, előfordulását és felhasználását. [15.]	Projektmunka: - az egyes elemek, elemcsoportok tulajdonságainak feldolgozása - néhány kiválasztott elem felfedezése, története. „Kedvenc kísérletem”: - a tanulók nemfémes elemekkel kapcsolatos kedvenc kísérleteinek felelevenítése, megbeszélése, - lehetőség szerint bemutatása. Találd ki, mi vagyok! - nemfémes elemekkel kapcsolatos barkochba.	Fizika: halmazállapot-változások. Biológia: a nemfémes elemek biológiai jelentősége, az oxigén, kén, nitrogén, foszfor és szén körforgása a természetben.

		Probléma- megoldás: - elemek reakcióival kapcsolatos sztöchiometriai számítások - a meghatározó reagens problémakörével kapcsolatos sztöchiometriai számítások - elemkeverékek összetételével kapcsolatos számítások.	
A nemfémes elemek egymással képzett vegyületei A nemfémes elemek kapcsolódása egymással molekulákban, összetett ionokban, atomrácsos kristályokban. Általános jellemzés: - kovalens hidridek (példák, forráspont, molekulapolaritás, savbázis jelleg változása) - nemfém-oxidok (példák, rácstípusok, reakciójuk vízzel) - oxosavak (példák, értékűség, saverősség, oxidáló és nemoxidáló savak). A legfontosabb vegyületcsoportok összehasonlító elemzése: - kovalens hidridek (NH_3 , H_2O , H_2S , HCl); - nemfém-oxidok (SO_2 , SO_3 , N_2O , NO , NO_2 ,	Ismerje: - a nemfémes elemek egymással való kapcsolódásának eredményét - a legfontosabb vegyületcsoportokat - azok általános jellemzését - a vegyületcsoportok néhány jellegzetes képviselőjét - azok tulajdonságait. [15.] [21.] [6.]	Projektmunka: - az egyes vegyületcsoportok tulajdonságainak feldolgozása - néhány kiválasztott vegyület felfedezésének, történetének feldolgozása. „Kedvenc vegyületem”: - a tanulók nemfémes elemek egymással képzett kedvenc vegyületének bemutatása, jellemzése. Találd ki, mi vagyok! - a nemfémes elemek vegyületeivel kapcsolatos barkochba.	Biológia: CO , CO_2 , SO_2 , NO_2 , NH_3 , H_2S élettani hatása; a víz szerepe az életfolyamatokban

N_2O_5 , CO , CO_2 , SiO_2); - oxosavak (HClO , HClO_4 , H_2SO_3 , H_2SO_4 , HNO_2 , HNO_3 , H_3PO_4 , H_2CO_3).		Probléma- megoldás: - vegyületek összetételével kapcsolatos számítások - vegyületek képletének meghatározása összetétel alapján - vegyületek keverékeinek összetételével kapcsolatos számítások.	
Fémek Helyük a periódusos rendszerben. Általános jellemzőik: - kis elektronegativitás - fémes kötés - a fémrács és típusai - megmunkálhatóságuk - sűrűségük - lángfestésük - standardpotenciáljuk - előfordulásuk - előállítási módszereik - ötvözetek - korróziójuk - élettani hatásuk - oldódásuk vízben - nem oxidáló savakban - oxidáló savakban - lúgokban. A legfontosabb fémek, fémcsoportok általános jellemzése: - az s-mező fémei; - a p-mező fémei; - a d-mező fémei.	Ismerje: - a fémes elemek elhelyezkedését a periódusos rendszerben - a fémek általános jellemzőit, valamint - a legfontosabb fémek tulajdonságait, előfordulását, előállítását és felhasználását. [25.] [6.] [15.]	Projektmunka: - az s, d és p mezőkbe tartozó fémek tulajdonságainak feldolgozása - néhány kiválasztott fém felfedezése, története - fémek szerepe az emberiség történetében. „Kedvenc kísérletem”: - a tanulók fémes elemekkel kapcsolatos kedvenc kísérleteinek felelevenítése, megbeszélése, - lehetőség szerint bemutatása. Találd ki, mi vagyok! - fémes elemekkel kapcsolatos barkochba.	Biológia: fémvegyületek szerepe a biológiai rendszerekben, nyomelemek, enzimek. Fizika: sűrűség, elektromos vezetők, szilárd anyagok megmunkálhatósága

		Probléma- megoldás: - fémek reakcióival kapcsolatos sztoichiometriai számítások; - fémkeverékek összetételével kapcsolatos számítások.	
Fémvegyületek A fémvegyületek legfontosabb típusainak általános jellemzése: - fémhidridek (példák, reakció vízzel) - oxidok (ionos és kovalens, példák), peroxidok és szuperoxidok - hidroxidok (példák, erős és gyenge bázisok) - sók (példák, szabályos, savanyú, bázisos és kettős). A fémek vegyületeinek gyakorlati jelentősége: - a nátrium-hidroxid és gyártása - kalciumvegyületek az építőiparban - műtrágyák - vízkeménység, vízlágyítás.	Ismerje: - a fémvegyületek legfontosabb típusait, - képviselőit, - azok jellemző tulajdonságait - az oxidok, peroxidok és szuperoxidok közötti különbséget - a sók különböző típusait. [25.] [6.] [15.]	Projektmunka: - az egyes vegyületcsoportok tulajdonságainak feldolgozása - néhány kiválasztott vegyület felfedezésének, történetének feldolgozása. „Kedvenc vegyületem”: - a tanulók kedvenc fémvegyületének bemutatása, jellemzése. Találd ki, mi vagyok! - a fémes elemek vegyületeivel kapcsolatos barkochba. Probléma- megoldás: - fémvegyületek összetételével kapcsolatos számítások; - fémvegyületek képletének meghatározása összetétel alapján; - vízkeménység	Biológia: kalciumvegyület ek szerepe az élő szervezetekben (csont, fogak), a különböző élelmiszerek (savas üdítőitalok, kalcium-, magnézium- tartalmú ételek, étrendkiegészítők stb.) hatása a csontokra, fogakra, a növények tápanyagfelvétele.

		számítása.	
Szerves vegyületek A szerves vegyületek változatosságának, nagy számának alapja (a szénatom vegyületképzése, izoméria). Funkciós csoportok fogalma, a legfontosabb funkciós csoportok és a nekik megfelelő vegyületek: - alkánok, alkének, alkinek és aromás szénhidrogének (kötésrendszer, általános képlet, példák) - alkoholok és fenolok (funkciós csoport, példák) - karbonsavak (funkciós csoport, példák) - éterek (funkciós csoport, példák) - észterek (funkciós csoport, példák) - aldehidek és ketonok (funkciós csoport, példák) - aminok (funkciós csoport, példák) - amidok (funkciós csoport, példák) - aminosavak (funkciós csoportok, példák). A következő legfontosabb vegyületek jellemzése: - metán, etén, etin, benzol, - metanol, etanol, fenol, glicerín, - hangyasav, ecetsav, oxálsav, - dietil-éter,	Ismerje a szerves vegyületek nagy számának és változatosságának okát: - a legfontosabb vegyületcsoportok funkciós csoportját és képviselőt; - a felsorolt vegyületek legfontosabb tulajdonságait. [25.] [6.] [15.]	Projektmunka: - a vis vitalis elmélet - az egyes vegyületcsoportok tulajdonságainak feldolgozása - néhány kiválasztott vegyület felfedezésének, történetének feldolgozása. „Kedvenc vegyületem”: - a tanulók kedvenc szerves vegyületének bemutatása, jellemzése. Találd ki, mi vagyok! - a szerves vegyületekkel kapcsolatos barkochba. Probléma-megoldás: - szerves vegyületek képletének meghatározása összetétel alapján; - szerves vegyületek keverékeinek összetételével kapcsolatos számítások.	Biológia: a különböző funkciós csoportot tartalmazó vegyületek élettani szerepe, biológiai makromolekulák felépítése.

- etil-acetát, - formaldehid, aceton, - metil-amin, - acetamid, - glicin.			
2. fejezet: Az anyagok háromszintű leírása	Ennek az összegző-szintetizáló fejezetnek a célja, hogy egyrészt a tanulóknak tudatosuljon, hogy a kémia az anyagokat és jelenségeket három szinten: makroszinten, részecskeszinten és szimbólumszinten írja le, másrészt képesek legyenek a tanult anyagok és jelenségek háromszintű leírására.		
Makroszint Néhány anyag és jelenség makroszintű leírása.	Legyen képes az anyagok és jelenségek makroszintű leírására.	Különböző anyagok (pl.: víz, szén, kén, réz, alumínium, cukor, ammóniagáz) érzékelhető tulajdonságainak megállapítása. Néhány folyamat (pl.: jód szublimálása, víz párolgása, só oldása, KMnO_4 oldása, magnézium égése, vas reakciója réz (II)-szulfát-oldattal) makroszintű leírása.	Biológia: az érzékelés, az érzékszervek.
Részecskeszint			

Néhány anyag és jelenség részecskeszintű leírása.	Legyen képes az anyagok és jelenségek részecskeszintű leírására. Tudja, hogy mi a különbség ugyanazon anyag vagy jelenség makro és részecskeszintű leírása között.	Különböző anyagok (pl.: víz, szén, kén, réz, alumínium, cukor, ammóniagáz) részecskeszintű leírása. Néhány folyamat (pl.: jódszublimálása, vízpárolgása, sóoldása, KMnO_4 oldása, magnézium égése, vasreakciója réz(II)-szulfát-oldattal) részecskeszintű leírása.	
Szimbólumszint Néhány anyag és jelenség szimbólumszintű leírása.	Legyen képes az anyagok és jelenségek szimbólumszintű leírására. Tudja, hogy mi a különbség ugyanazon anyag vagy jelenség makro-, részecske és szimbólumszintű leírása között.	Különböző anyagok (pl.: víz, szén, kén, réz, alumínium, cukor, ammóniagáz) szimbólumszintű leírása. Néhány folyamat (pl.: jódszublimálása, vízpárolgása, sóoldása, KMnO_4 oldása, magnézium égése, vasreakciója réz(II)-szulfát-oldattal) szimbólumszintű leírása. Problémamegoldás: - a kémiai szimbólumok (vegyjelek, képletek)	

		mennyiségi jelentésével kapcsolatos számítási feladatok.	
3. fejezet: Szerkezet és tulajdonság	Ennek az összegző-szintetizáló fejezetnek a célja, hogy a tanulók hangsúlyozottan lássák a szerkezet és a tulajdonság kapcsolatát, valamint az anyag szerkezetének, tulajdonságainak leírásában a részecskemodell használhatóságát.		
A részecskemodell <i>Ismert fogalmak:</i> atom, molekula, ion, kémiai kötés, kötési energia, első- és másodrendű kémiai kötések, kovalens, ionos és fémes kötés, diszperziós, dipólus-dipólus kölcsönhatás és hidrogénkötés. Új fogalom: a gyök. Gyökös láncreakciók (klórdurranógáz-reakció, metán klórozása).	Tudjon olyan fizikai és kémiai folyamatokat mondani, amelyek alátámasztják a részecskemodell helyességét. Ismerje az alapvető kémiai részecskéket (atom, molekula, ion, gyök) és a közöttük működő kölcsönhatásokat (első- és másodrendű kémiai kötések). Értse, hogy mi különbség van a részecske és a részecskék halmaza tulajdonságaiban. Tudjon különbséget tenni a részecskékben az alkotó atomok között	Képlet alapján kémiai részecskék azonosítása, összetételük (elektronszám, protonszám) megállapítása. Képletek, vegyjelek részecskeszintű (iont, atomot vagy molekulát jelöl), valamint makroszintű (elemet vagy vegyületet jelöl) jelentésének megállapítása. Projektmunka: gyökök szerepe a kémiai és biokémiai folyamatokban.	Biológia: az élő anyagban fellépő első és másodrendű kémiai kötések; gyökök szerepe az élett folyamatokban.

	fellépő kötések és a részecskék között a halmazban fellépő kötések között. Értse és tudatosítsa magában, hogy a részecskemodell használata során a részecskék egyedi tulajdonságaik, valamint a köztük fellépő kölcsönhatások alapján értelmezzük az anyag tulajdonságait, és nem pedig az anyag tulajdonságait vetítjük le a részecskékre.	Kísérlet: klórdurranógáz fotokémiai robbanása.	
Szerkezet és fizikai tulajdonság <i>Ismert fogalmak:</i> fizikai tulajdonság, olvadás és forráspont, oldhatóság, hasonló a hasonlóban oldódik elv, kristályrács-típusok, gázok relatív sűrűsége, elektromos vezetés, megmunkálhatóság, legfontosabb funkciós csoportok, homológ sor, cellulóz és keményítő szerkezete. <i>Új fogalmak:</i> kromoforok, d-d elektronátmenet. <i>Problémák:</i> - Milyen kapcsolat van a fémek megmunkálhatósága és kristályszerkezete között? - Milyen kapcsolat van	Legyen tisztában azzal, hogy egyes fizikai tulajdonságokat (olvadás- és forráspont, oldhatóság, keménység, megmunkálhatóság, elektromos vezetés) alapvetően a részecskék közötti kölcsönhatások, másokat (szín) a részecskék egyedi tulajdonságai (elektronszerkezete) határozza meg. Ismerje, hogy a másodrendű kötések energiáját nemcsak a kötés minősége, hanem a molekulatömeg is nagymértékben befolyásolja.	Adatelemzés: a IV-VII. főcsoport elemei hidridjeinek forráspontváltozás a a molekulatömeggel. Közel azonos molekulatömegű szerves vegyületek (pl. szénhidrogének, éterek, oxovegyületek, alkoholok, karbonsavak) relatív forráspontjának megállapítása szerkezeti képletük ismeretében. Különböző szerves molekulák közötti	Fizika: a látható fény tulajdonságai, összetevői. Biológia: a cellulóz és a keményítő, zsírok és olajok, DNS és RNS.

a szén allotróp módosulatainak fizikai tulajdonságai és kristályszerkezete között? - Hogyan befolyásolja a cellulóz és a keményítő vízzoldhatóságát a molekulák szerkezete? - Hogyan befolyásolja az olvadás- és forráspontot a szénhidrogén-molekulák alakja (nyílt láncú és elágazó)? - Hogyan változnak az alapvető fizikai tulajdonságok a homológ sorban a szénatomszámmal? - Hogyan befolyásolja az átmenetifémek vegyületeinek színét a fémion elektronszerkezete?		kölcsönhatás megállapítása funkciós csoportjuk ismeretében. Probléma-megoldás: - Miért lehet forró olajban krumplit sütni? - Miért színesek a réz (II)vegyületek és miért színtelenek a réz (I) vegyületek? Kísérlet: - Kén melegítése, olvasztása. - Jód oldódásának vizsgálata vízben, alkoholban és benzinben. - Folyadékok (víz, alkohol, éter, benzin, glicerín) párolgásának vizsgálata csempén. - Vörös és fehér foszfor gyulladási hőmérsékletének vizsgálata.	
Szerkezet és kémiai tulajdonság <i>Ismert fogalmak:</i> kémiai tulajdonság, egyszeres és többszörös kovalens kötés, kötéspolaritás, molekulapolaritás, éghetőség, redoxipotenciál, redoxireakció, sav-bázis reakció, addíció, polimerizáció, szubsztitúció.	Értse a reakciókészség és a kötés erőssége, valamint a kötés polaritása közötti kapcsolatot. A redoxipotenciálok ismeretében tudja megállapítani, hogy melyik anyag a redukálószer, illetve melyik az oxidálószer.	Különböző anyagok reakciókészségének megítélése a kötés erőssége és a kötés polaritása alapján: - etán, etén és etin reakciója brómos vízzel; - etán, etin, metanal, metanol és hangyasav	Biológia: sav-bázis reakciók az élő szervezetben; redoxireakciók az élő szervezetben.

Új fogalmak: elektronszívó és elektronküldő szubsztituensek. Problémák: - Miért reakcióképesebb az etin, mint az etán? - Miért adja az ezüsttükör-próbát a formaldehid, és miért nem adja az acetón? - Miért lehet vízkőmentesíteni ecetsavval is? - Miért nem reakcióképes a nitrogén, noha kötésrendszere alapján telítetlen?	Ismerje az oxigéntartalmú szerves vegyületek oxidációs és redukciós átalakulásait. Szerkezeti képlet alapján tudja értelmezni a tanult vegyületek sav-bázis tulajdonságait. Ismerje és tudja alkalmazni, hogy egy vegyület savasságát az X-H kötés polaritásának befolyásolásával, bázikusságát a nemkötő elektronpár kötöttségének mértékével lehet változtatni. [9.]	reakciója nátriummal; - nitrogén és etin reakciója oxigénnel. Kísérletek: - vas reakciója réz(II)ionokkal, illetve réz reakciója vas(II)ionokkal; - klór reakciója jodidionokkal, illetve jóddal reakciója kloridionokkal; - cink és réz reakciója sósavval. Kísérletek: - metanol oxidációja CuO-dal; - formaldehid oxidációja ammóniás AgNO₃-oldattal; - hangyasav oxidációja kénsavas KMnO₄-oldattal; - etanol oxidációja kénsavas K₂Cr₂O₇-oldattal. Kísérletek: - etanol, fenol és ecetsav reakciója NaOH-dal és NaHCO₃-tal. Probléma-megoldás: - Miért lehet a nyomtatott áramkörök készítésekor a fölös rezet vas(III)-	
---	---	--	--

		kloridos oxidációval leoldani? - Hasonlítsa össze a piridin és a pirimidin báziserősségét! - Hasonlítsa össze az ecetsav és a monoklór-ecetsav savi erősségét! - Hasonlítsa össze a hipoklórossav és a perklórsav savi erősségét!	
--	--	--	--

2. témakör: Fogalmak

A témakör célja a legfontosabb kémiai fogalmak felelevenítése, elmélyítése, a kémiai fogalmakkal kapcsolatos metafogalmi tudatosság kialakítása. Fontos része a témakörnek a kémia legfontosabb elméleti modelljeinek áttekintése, különös tekintettel az egymás mellett használható többszörös elméleti modellekre.

*Megjegyzés: A *-gal jelölt témakörök elhagyhatók, feldolgozásuk csak akkor javasolt, ha az órakeret ezt lehetővé teszi.*

Témák, problémák, fogalmak	Követelmények és fejlesztendő kompetenciák	Javasolt tevékenységek	Kapcsolatok
1. fejezet: Van fogalmad?	Ennek az összegző-szintetizáló fejezetnek a legfontosabb célja, hogy a tanulók tisztában legyenek a kémiai fogalmak tulajdonságaival, az azokkal kapcsolatos tanulási-megértési problémákkal, és végül kialakuljon bennük a saját fogalmi rendszerük ismerete, azaz a fejezet végére megvalósuljon a metafogalmi tudatosság.		
Hétköznapi és tudományos jelentés <i>A tárgyalt fogalmak:</i> csapadék, kristályvíz, sűrű, olvad, forr, rács, vas, levegő, nejlon, üveg, szóda, só, víz, alkohol, gáz, hidrogénezés, elem, vegyül, redukció, reakció. A fenti fogalmak hétköznapi és tudományos jelentésének	Legyen tudatában annak, hogy számos kémiai fogalom mást jelent a hétköznapi nyelvhasználatban, és mást a tudományos nyelvben, a kémiaórán. Ismerje és tudja elkülöníteni a legfontosabb ilyen fogalmak hétköznapi és tudományos	Ötletbörze, fűrtábra készítése: - gyűjtsük össze, hogy mi mindent jelenthetnek a tárgyalt kémiai fogalmak!	Biológia: biológiai fogalmak hétköznapi és tudományos jelentése. Fizika: fizikai fogalmak hétköznapi és tudományos jelentése.

összehasonlítása, megbeszélése.	jelentését. [12.] [6.] [15.]		
Régi elnevezés – új jelentés A tárgyalt fogalmak: az elemek periódusos rendszere, redoxireakció, aromás vegyület, szénhidrát, sav, homogén és heterogén reakció, hidrolízis. A fenti fogalmak eredeti (makroszintű), az elnevezésből következő jelentésének és korszerű (részcscszintű) jelentésének összehasonlítása, megbeszélése.	Legyen tudatában annak, hogy a tudomány fejlődése során számos kémiai fogalomnak megváltozott a jelentése, de az eredeti jelentéshez kötődő elnevezése megmaradt. Ismerje a tárgyalt kémiai fogalmak eredeti és mai jelentését. [12.] [6.] [15.]	Ötletbörze, fűrtábra készítése: - gyűjtsük össze, hogy mi mindent jelenthetnek a tárgyalt kémiai fogalmak! Projektmunka: - a fogalmak jelentésének változása a tudománytörténet során.	Biológia: megváltozott jelentésű biológiai fogalmak. Fizika: megváltozott jelentésű fizikai fogalmak.
Szűkebb és tágabb értelmezés A tárgyalt fogalmak: koncentráció, polimerizáció, proton, víz, alkohol, fenol, só, éter, elektród. A fenti fogalmak szűkebb és tágabb (általános) értelmű jelentésének összehasonlítása, megbeszélése.	Legyen tudatában annak, hogy számos kémiai fogalomnak van szűkebb (konkrét) és tágabb (általános) értelmű jelentése. Ismerje a tárgyalt fogalmak szűkebb és tágabb értelmű jelentését. Tudja megfelelően elkülöníteni, illetve használni a tárgyalt fogalmakat szűkebb és tágabb értelmű jelentésükben.	Ötletbörze, fűrtábra készítése: - gyűjtsük össze, hogy mi mindent jelenthetnek a tárgyalt kémiai fogalmak!	Biológia: szűkebb és tágabb értelmezésű biológiai fogalmak. Fizika: szűkebb és tágabb értelmezésű fizikai fogalmak.
Azonos fogalom –			

eltérő jelentés <i>A tárgyalt fogalmak:</i> rendűség, elemmolekulák képlete, molekulák alakja, alfa- és béta- izomerek. A fenti fogalmak értelmezése különböző kontextusokban.	Legyen tudatában annak, hogy néhány kémiai fogalom a kontextustól függően mást jelenthet. Ismerje a tárgyalt fogalmak különböző kontextusban lehetséges jelentéseit. Tudja megfelelően elkülöníteni és használni a tárgyalt fogalmak kontextustól függő jelentéseit.	Ötletbörze, fürtábra készítése: - gyűjtsük össze, hogymi mindent jelenthetnek a tárgyalt kémiai fogalmak!	Biológia: kontextusfüggő biológiai fogalmak. Fizika: kontextusfüggő fizikai fogalmak.
2. fejezet: A kémia legfontosabb elméleti modelljei	Alapvetően összegző- szintetizáló fejezet, amelyben – a metafogalmi tudatosság további erősítéseként – a tanulók megismerkednek a kémia néhány elméleti modelljével, azok használatának lehetőségeivel és korlátaival. Ezek – többszörre – egymás mellett élő, egymást kiegészítő modellek. A fejezet célja, hogy a tanulókat eljuttassa arra a szintre, hogy képesek legyenek a céljuk leginkább megfelelő elméleti modell kiválasztására és használatára a jelenségek leírása, értelmezése során. A témakör feldolgozása során előtérbe kerül a		

	problémamegoldás, amely bőséges lehetőséget nyújt – az egyéni munka mellett – a kooperatív technikák alkalmazására is.		
Elméleti modellek Az elméleti modell fogalma, továbbfejlesztése az égés értelmezésének példáján. A modellalkotás folyamata: tapasztalat, hipotézis, teszt, elméleti modell. Probléma: hogyan értelmezhetjük az égést a négy őselem elméletéből kiindulva?	Legyen tisztában az elméleti modellalkotás lépéseivel. Ismerje az égés értelmezésének legfontosabb modelljeit.	Kísérletek: - a fa égése, - a gyertya égése, - a gyertya égése búra alatt, - a magnézium és vaspár levegőben égése, - a magnézium égése CO ₂ -ban; - gyertya égése N ₂ O-ban; - acetilén égése klórgázban víz alatt.	Biológia: biológiai oxidáció. Fizika: a tudományos megismerés.
Az anyag szerkezete Az anyag szerkezetére vonatkozó elméleti modellek fejlődése: - folytonos anyagmodell - az anyag legkisebb részecskéi a cseppek és szemcsék - kémiai részecskék folytonos közegben - részecskemodell.	Ismerje az anyag szerkezetére vonatkozó elméleti modellek fejlődését.	Probléma-megoldás: - Mi van a folyadékokban forráskor képződő buborékokban? - Mi található a gázrészecskék közötti térben? - Melyik a nehezebb: ugyanolyan állapotú és térfogatú nedves vagy száraz levegő?	
Atommodellek Az atom felépítésére, szerkezetére vonatkozó legfontosabb elméleti modellek tárgyalása:	Ismerje az atom szerkezetére vonatkozó legfontosabb elméleti modelleket (Dalton,	Probléma-megoldás: - Melyik atommodellt célszerű használni	Fizika: az atom szerkezete, elemi részecskék.

- Demokritosz elmélete - Dalton oszthatatlan atommodellje - az atom oszthatóságára utaló felfedezések (elektron, radioaktivitás, röntgensugárzás) - Thomson mazsolás puding modellje - Rutherford szórási kísérlete - Rutherford bolygómodellje - Bohr-modell - az elektron részecske- és hullámtermészete - bizonytalansági reláció - a kvantummechanikai atommodell.	Thomson, Rutherford, Bohr, kvantummechanikai), és az azok kialakulásához vezető kísérleti tapasztalatokat. Ismerje az egyes atommodellekhez kapcsolódó fontosabb fogalmakat: elektron, proton és neutron; alap- és gerjesztett állapot; elektronhéjak; alhéjak; atompályák; párosított és párosítatlan elektronok, atomtörzs és vegyértékelektronok, az elektronszerkezet kiépülésének törvényszerűségei, kvantumszámok (fő-, mellék-, mágneses- és mágneses spin-). Lássa be, hogy a kémiai változások elemi szintű leírásához és értelmezéséhez elegendő a daltoni és a Bohr-féle atommodell használata.	a gázok általános tulajdonságainak leírásához? - Melyik atommodellt célszerű használni az alkálifémek lángfestésének magyarázatához?	
A kémiai kötés modelljei Az atomok közötti kapcsolat kétféle modellje: - elektron átmeneti modell (ionos kötés) - elektron megosztási modell (kovalens kötés) - elektron delokalizációs modell	Ismerje a kémiai kötés legfontosabb elméleti modelljeit, valamint azok alkalmazását egyszerű és közismert anyagok szerkezetének leírásában.	Probléma-megoldás: Melyik modell alapján tudjuk értelmezni - a magnézium-oxidban - a metán-molekulában	

(fémes kötés). Az elektronegativitás és az oktett-szabály szerepe a modellválasztásban. Problémák: hogyan értelmezhető az atomok közötti kötés - a nátrium-kloridban - a vízmolekulában - a gyémántkristályban - a nátriumkristályban - a benzolmolekulában - a salétromsav-molekulában - az amidok molekuláiban?	Tudja, hogy az egyes modellek használhatóságát a kötést létesítő atomok elektro-negativitásának különbsége határozza meg.	- a nitrogén-molekulában; - a benzol-molekulában; - a salétromsav-molekulában lévő kötések? Hogyan tudjuk értelmezni azt a meglepő tapasztalatot, hogy - a buta-1,3-dién brómadíciójakor 1,4-addíció is történik - az acetamid vizes oldata semleges, és nem pedig lúgos kémhatású?	
A kémiai képlet, mint modell* A kémiai képlet fajtái: - sztöchiometriai (empirikus) képlet - összeg- (molekula-) képlet - szerkezeti (konstitúciós, félkonstitúciós, váz-) képlet. A kémiai képlet jelentései: - minőségi és mennyiségi - makroszintű és részecskeszintű. Vegyületek összetételének meghatározása képletük alapján („mól” módszerrel és hármasszabállyal). Vegyületek képletének meghatározása	Ismerje a kémiai képletek, mint elméleti modellek különböző típusait, azok alkalmazásának módjait. Értse, hogy mi különbség a sztöchiometriai és a molekulaképlet között. Legyen tisztában a kémiai képletek minőségi és mennyiségi, valamint makroszintű és részecskeszintű jelentésével. Tudja - a vegyületek összetételét meghatározni képletük alapján, illetve	Probléma-megoldás: - szerkezeti képlet szerkesztése molekulaképletből és viszont - a kémiai képlet minőségi és mennyiségi, valamint makro- és részecskeszintű jelentésével kapcsolatos problémák megoldása - ionvegyületek képletének szerkesztése az ionok töltésének ismeretében - molekulaképlet szerkesztése az alkotó atomok vegyértékének ismeretében	

összetételük alapján (tömegekből kiindulva és általános képlet alapján).	- a vegyületek képletét meghatározni összetételük alapján. Legyen tudatában annak, hogy a kémiai számítások elvégzésére alkalmas módszerek közül – a feladat jellegének megfelelően – hol az egyik, hol a másik módszert célszerű használni. [6.] [25.]	- vegyületek összetételének meghatározása képletük ismeretében - vegyületek képletének meghatározása összetételük alapján. Projektmunka: - a kémiai képletek írásának változása a kémia története során.	
A kémiai egyenlet, mint modell* A kémiai egyenlet fajtái: - szóegyenlet - sztöchiometriai egyenlet - ionegyenlet - átalakulási séma. A kémiai egyenletek olvasásának szabályai. A kémiai egyenletek jelentései: - minőségi és mennyiségi - makroszintű és részecskeszintű. A sztöchiometriai és ionegyenletek rendezésének alapjai: - az atomok megmaradásának elve - a töltésmegmaradás elve és módszerei: - láncszabály - oxidációs számok megváltozásának módszere - algebrai módszer.	Ismerje a kémiai egyenletek, mint elméleti modellek fajtáit, azok alkalmazhatóságának lehetőségeit és korlátait. Tudja helyesen olvasni a kémiai egyenleteket. Legyen tisztában a kémiai egyenletek minőségi és mennyiségi, valamint makroszintű és részecskeszintű jelentésével. Tudjon sztöchiometriai és ionegyenleteket rendezni a mindhárom tanult módszerrel. Tudjon sztöchiometriai számításokat végezni a rendezett kémiai egyenlet alapján egy, illetve több reagens mennyiségének ismeretében.	Probléma-megoldás: - a kémiai egyenletek minőségi és mennyiségi, valamint makro- és részecskeszintű jelentésével kapcsolatos problémák megoldása - sztöchiometriai és ionegyenletek rendezése - sztöchiometriai számítások a rendezett kémiai egyenlet alapján - a meghatározó reagens kiválasztásával kapcsolatos problémák megoldása. Projektmunka: - a kémiai egyenletek írásának változása	Fizika: Töltés, tömeg, anyag-megmaradás törvénye. Matematika: több ismeretlenes, elsőfokú egyenletrendszer megoldása.

Számítások a rendezett kémiai egyenlet alapján: - számolás egy reagens mennyiségének ismeretében (számolás a „mól”-módszerrel és a hármasszabállyal); - számolás több reagens mennyiségének ismeretében (meghatározó reagens fogalma, kiválasztása).	Legyen tisztában a meghatározó reagens fogalmával, és ismerje kiválasztásának legalább egyik módszerét. Legyen tudatában annak, hogy a kémiai számítások elvégzésére alkalmas módszerek közül – a feladat jellegének megfelelően – hol az egyik, hol a másik módszert célszerű használni. [17.]	a kémia története során. Korrigálandó tipikus hibák, tévképzetek: - a kémiai egyenlet azt jelenti, hogy a reagáló anyagok és a termékek egymástól térben elválasztva (baloldalon, illetve jobboldalon) helyezkednek el - a kémiai egyenletet úgy kell olvasni, mint egy matematikai egyenletet - a kémiai egyenletek rendezésekor sem írjuk ki az 1-es együtthatót, ezért ha a rendezés alatt álló kémiai egyenletben nincs valahol együttható, azt 1-nek vehetjük.	
Molekulák térszerkezetének értelmezése* A vegyérték-elektronpár-taszítási elmélet alkalmazása a molekulák térszerkezetének értelmezésére. Fontosabb fogalmak: - molekulaalak - kötésszög és kötéstávolság - központi atom és ligandum. A molekulák alakját meghatározó tényező:	Ismerje a molekulák térszerkezetével kapcsolatos legfontosabb fogalmakat. Tudja alkalmazni a vegyértékelektronpár-taszítási elméletet a molekulák térszerkezetének értelmezésére. Tudjon különbséget tenni a központi atomhoz kapcsolódó vegyértékelektron-párok és a	Probléma-megoldás: molekulák térszerkezetének és polaritásának megállapítása a BeCl_2, CO_2, BF_3, CH_4, CH_3OH, HCHO, NH_3, H_2O, SO_2, SO_3, SF_6, C_2H_2, C_2H_4 molekulák esetén. Modellezés: különböző molekulák	Fizika: töltés; dipólusmomentum. Matematika: térbeli alakzatok, szög.

- a központi atomhoz kapcsolódó szigma kötő- és nemkötő elektronpárok száma; az alakot befolyásoló tényezők: - pi kötő elektronpárok - a központi atom és a ligandumok mérete - a ligandumok nemkötő elektronpárjai. Különbségtétel a központi atomhoz kapcsolódó vegyértékelektronpárok és a ligandumok térbeli elhelyezkedésében. Molekulák polaritása: dipólus és apolárisa molekulák. A kötéspolaritás és a molekulapolaritás kapcsolata.	ligandumok térbeli elhelyezkedése között. Tudja megállapítani a molekula polaritását a molekula térszerkezete és a kötéspolaritások alapján. Tudjon különbséget tenni kötéspolaritás és molekulapolaritás között.	alapjának szemléltetése pálcikamodellel. Kísérlet: apoláris (pl. benzin) és dipólus molekulákból (pl. víz) álló folyadékok eltérítése megdörzsölt műanyag-vonalzóval vagy ebonitrúddal.	
A kémiai reakciók ütközési elmélete* Az ütközési elmélet legfontosabb elemei: elemi reakció, molekularitás, átmeneti komplex, aktiválási energia, ütközési szám, sebességi egyenlet, sebességi állandó, katalizátor és inhibitor. A reakciósebesség függése az anyagi minőségtől, a koncentrációtól és a hőmérséklettől.	Legyen tisztában azzal, hogy a kémiai reakciók többségét lehet értelmezni az ütközési elmélettel, de például az elektrokémiai folyamatokat nem. Ismerje a reakciósebességet befolyásoló legfontosabb tényezőket. Tudja azt, hogy csak elemi reakciók esetén lehet a kémiai egyenlet alapján felírni a reakció sebességi egyenletét.	Kísérletek: - a koncentráció, a hőmérséklet és a katalizátor hatásának vizsgálata a jodid-perszulfát reakcióban; - a reakció sebességi egyenletének megállapítása a jodid-perszulfát reakció esetén; - katalizátorok működésének vizsgálata a CoCl_2 – KNa-tartarát – H_2O_2 rendszer	Fizika: hőmérséklet. Biológia: enzimek.

	Tudjon különbséget tenni a hőmérsékletnek a reakciósebességre és a kémiai egyensúlyra gyakorolt hatásában.	esetén; - reakciózóna változása a glükóz – metilénkék – oxigén rendszerben. Korrigálandó tipikus hibák, tévképzetek: - A reakciók sebességi egyenletét fel lehet írni sztöchiometriai egyenletük ismeretében. - Exoterm reakciók sebessége csökken a hőmérséklet növelésével.	
Sav-bázis elméletek A sav-bázis reakciók értelmezésére szolgáló - Arrhenius féle és - Brönsted féle sav-bázis elmélet. Az Arrhenius-elmélet fontosabb fogalmai: - savak, bázisok és sók, mint az anyagi rendszerek három csoportja; - sav-bázis reakció csak vizes oldatban mehet végbe - a sav-bázis reakció közömbösítés, eredménye a só - sóoldatok kémhatását a só létrehozó sav és bázis erősségének viszonya szabja meg. A Brönsted-elmélet fontosabb fogalmai: - a sav és bázis az adott kémiai	Ismerje a sav-bázis reakciók értelmezésére szolgáló makroszintű (Arrhenius-féle) és részecskeszintű (Brönsted-féle) elméletet. Legyen tudatában annak, hogy mindkét elméletnek megvannak a maga alkalmazási területei és alkalmazásának korlátai. Tudja a sóoldatok kémhatását értelmezni mind az Arrhenius féle, mind a Brönsted féle elmélet alapján.	Probléma-megoldás: Hogyan tudjuk értelmezni a következő anyagok vizes oldataiban végbemenő folyamatokat - az Arrhenius-elmélet; - a Brönsted-elmélet alapján? HCl, NaOH, NH₃, NaCl, NaHCO₃, NH₄Cl, Al₂(SO₄)₃. Hogyan tudjuk értelmezni a következő anyagok között végbemenő folyamatokat - az Arrhenius-elmélet; - a Brönsted-elmélet alapján?	Biológia: a kémhatás szerepe a biológiai folyamatokban; a szervezetet savanyító és lúgosító anyagok és folyamatok

részecskének a sav-bázis reakcióban betöltött szerepére utal - a sav-bázis reakció két konjugált sav-bázis pár között játszódik le, eredménye újabb sav és bázis - a közömbösítési reakció lényege a hidrogénionok és a hidroxidionok közötti reakció, amelyben vízmolekula keletkezik - sóoldatok kémhatását a só disszociációjából származó ionok és a vízmolekulák közötti protolitikus reakcióval értelmezhetjük.		Sósav reakciója mészkővel; ammóniagáz reakciója HCl-gázzal. Kísérletek: - oldatok kémhatásának vizsgálata, a kémhatás értelmezése - ammóniagáz reakciója HCl-gázzal. Projektmunka: - a sav szó különböző jelentései - további sav-bázis elméletek. Probléma-megoldás: - sav-bázis titrálásokkal kapcsolatos feladatok megoldása - erős és gyenge savak, illetve bázisok vizes oldata pH-jának számítása. Korrigálandó tipikus hibák, tévképzetek: - a Brönsted-elmélet makroszintű elméletként kezelése („sav az az anyag, amely proton átadására képes...”) - kevert modell - a konjugált sav-bázis párok mindig	
--	--	---	--

		ellentétes töltésű ionok - minden hidrogénátadással járó reakció sav-bázis reakció (pl. $\text{HCOOH} + \text{Br}_2 = 2 \text{HBr} + \text{CO}_2$) - egy oldat kémhatását az szabja meg, hogy benne sav vagy bázis található.	
A redoxireakciók értelmezésének modelljei A redoxi reakció, mint - O/H-atom átmenet - elektronátmenet - oxidációs szám megváltozása. Speciális redoxi reakciók: diszproporcionálódás és szinproporcionálódás. Az oxidációs szám meghatározásának szabályai. Az oxidációs szám használata a redoxireakciók azonosításában és kémiai egyenletük rendezésében.	Ismerje a redoxi reakciók értelmezésére alkalmas elméleti modelleket (O/H-atom átmenet; elektronátmenet; oxidációs szám megváltozása), azok alkalmazási területeit. Legyen tudatában annak, hogy az oxidáció és a redukció egymástól függetlenül nem létezhet. Ismerje és alkalmazza az oxidációs szám meghatározásának szabályait.	Probléma-megoldás: - redoxi reakciók azonosítása - az oxidálószer és a redukálószer azonosítása a következő reakciókban: magnézium égése oxigénben; metán égése oxigénben; réz(II)-oxid reakciója hidrogénnel; vas reakciója réz (II)-szulfát-oldattal; nátrium reakciója klórral; metanol reakciója réz (II)-oxiddal; etanal reakciója ammóniás ezüst-nitrát oldattal; kálium-permanganát reakciója sósavval; kálium-klorát reakciója sósavval nátrium-tioszulfát reakciója jóddal - az oxidációs szám meghatározása.	Biológia: redoxi folyamatok biológiai rendszerekben.

		Kísérletek: - néhány látványos redoxi reakció vizsgálata és elemzése. Probléma-megoldás: - redoxi titrálásokkal kapcsolatos feladatok megoldása - fémek cserereakcióival kapcsolatos feladatok megoldása. Korrigálandó tipikus hibák, tévképzetek: - az oxidáció és a redukció egymástól függetlenül is létezhet - redoxi reakció csak oxigéntartalmú anyagok között mehet végbe - molekulák oxidációs száma nulla, összetett ionok oxidációs száma egyenlő az ion töltésével - ha egy összetett ion töltése megváltozik, akkor az ion oxidálódik vagy redukálódik - az atom oxidációs száma megegyezik egyszerű ionjának oxidációs számával.	
--	--	--	--

A továbbhaladás feltételei a 11. évfolyamon

Ismerje a nemfém elemek elhelyezkedését a periódusos rendszerben; a fém elemek elhelyezkedését a periódusos rendszerben; a fémek általános jellemzőit.

Tudjon példát mondani a nemfém elemek kapcsolódása révén létrejött molekulára, összetett ionra, atomrácsos kristályra; kovalens hidridre, nemfém-oxidra és oxosavra; fémhidridre, fémozidra, fém-hidroxidra és fémsóra.

Ismerje a szerves vegyületek nagy számának és változatosságának okát; a legfontosabb vegyületcsoportok funkciós csoportját és egy-egy képviselőjét.

Ismerje az anyagok és folyamatok leírásának három szintjét. Legyen képes a néhány tanult anyag és kémiai változás háromszintű leírására

Tudja megnevezni az alapvető kémiai részecskéket és a közöttük működő kölcsönhatásokat.

Értse, hogy mi különbség van a részecske és a részecskék halmaza tulajdonságai között.

Tudjon különbséget tenni a részecskékben az alkotó atomok között fellépő kötések és a részecskék között a halmazban fellépő kötések között; olyan fizikai és kémiai folyamatokat mondani, amelyek alátámasztják a részecskemodell helyességét.

Tudja az anyagok tulajdonságainak és átalakulásainak értelmezésére használni a részecskemodellt; egy-egy általa választott példán keresztül bemutatni a szerkezet és a fizikai tulajdonság, valamint a szerkezet és a kémiai tulajdonság kapcsolatát.

Ismerje, és tudja példával illusztrálni, hogy számos kémiai fogalom mást jelent a hétköznapi nyelvhasználatban, és mást a tudományos nyelvben, a kémiaórán; a tudomány fejlődése során számos kémiai fogalomnak megváltozott a jelentése, de az eredeti jelentéshez kötődő elnevezése megmaradt; számos kémiai fogalomnak van szűkebb (konkrét) és tágabb (általános) értelmű jelentése; néhány kémiai fogalom a kontextustól függően mást jelenthet.

Ismerje az elméleti modellalkotás lépéseit; az atom szerkezetére vonatkozó legfontosabb elméleti modelleket (Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr); a kémiai kötés legfontosabb elméleti modelljeit, valamint azok alkalmazását egyszerű és közismert anyagok szerkezetének leírásában; a sav-bázis reakciók értelmezésére szolgáló makroszintű (Arrhenius-féle) és részecskeszintű (Brönsted-féle) elméletet; a redoxireakciók értelmezésére alkalmas elméleti modelleket (O/H-atom átmenet; elektronátmenet, oxidációs szám megváltozása), azok alkalmazási területeit.

Tudja, hogy a kémiai kötés modelljeinek használhatóságát a kötést létesítő atomok elektronegativitásának különbsége határozza meg; vizes oldatok kémhatását értelmezni mind az Arrhenius-féle, mind a Brönsted-féle elmélet alapján; hogy az oxidáció és redukció egymást feltételező folyamatok.

KÖZÉPISKOLAI BIOLÓGIA TEHETSÉGGONDOZÓ TANTERV

A tehetséggondozó típusú biológia tantervet alapvetően a középiskolák 10., 11. és 12. évfolyamai számára készítettük, 55,5 valamint 92,5 és 96 éves óraszámban. Az iskolák helyi tanterveik alapján ettől mind a korosztályokat, mind az óraszámokat illetően eltérhetnek.

A tananyagot összesen témakörre bontottuk, a tizedik évfolyamban hat, a tizenegyedik évfolyamban kettő, a tizenharmadik évfolyamban hat témakör kerül feldolgozásra.

- 10. évfolyam:**
- 1. témakör: A tudomány működése (4 óra)
 - 2. témakör: Anyag és energiaforgalom (8 óra)
 - 3. témakör: Alkalmazkodás (10 óra)
 - 4. témakör: Felépítés és működés (15 óra)
 - 5. témakör: Rendszerezés (15 óra)
 - 6. témakör: Fenntarthatóság és fejlődés (3,5 óra)

- 11. évfolyam:**
- 7. témakör: Sejtbiológia (28,5 óra)
 - 8. témakör: Ember belső és külső környezete (64 óra)

- 12. évfolyam:**
- 9. témakör: Biológiai információ – a molekulák szintjén (16 óra)
 - 10. témakör: Öröklődés – az egyedek szintjén (20 óra)
 - 11. témakör: Az élet kialakulása és fejlődése (20 óra)
 - 12. témakör: Élővilág és környezet (22 óra)
 - 13. témakör: Ember a természetben (18 óra)

Minden témakört számozott fejezetekre bontottunk, ezeken belül további tematikai egységek találhatók, amelyek egy vagy néhány tanóra időtartamban taníthatók. Az egységekre fordítandó tanulási idő függ az alkalmazott módszerektől is, így például a projekt alapú tanulás hosszabb időt igényel.

Célok és feladatok:

Általános, pedagógiai célok: A kerettanterv elsődleges célja, hogy segítse a természettudományos nevelés megújítását, adjon választ azokra a problémákra, amelyek ma nehezítik az ismeretkör tantárgyainak elsajátítását, az eredményesebb tehetséggondozást. A kerettanterv másik alapvető célja a kulcskompetenciák fejlesztése. A hatékony, önálló tanulás erősítése érdekében a tanterv szakítani kíván a tartalom alapú, előíró szabályozással, de fenn kívánja tartani a biológiai tudásrendszer kulcselméleteinek teljes körű bemutatását, beágyazva a társtudományok, a fizika, kémia élettelen világról szóló ismereteibe. A matematikai kulcskompetencia fejlesztése érdekében az általános tantervben megjelennek az adatgyűjtés, értelmezés és feldolgozás, a grafikonok és táblázatok kezelése, a

szabályfelismerés és alkalmazás ajánlott tanulási tevékenységei. Az anyanyelvi kulcskompetenciát a szövegértést és elemzést igénylő feladatok segítik. A tantervben jelzett kapcsolódások az integrált szemlélet széles körét fogják át, kitérnek a matematika, a földrajz, a művészetek, a társadalomismeret, a technika, a gazdaság vonatkozásaira is. Mivel a biológia komplex rendszerekkel és problémákkal foglalkozik, gazdagon meríthetünk ezekből az összefüggésekből, ezzel szellemi kalandra, érdeklődésen alapuló kutatásra hívva tanulóinkat.

Az ajánlott tanulási tevékenységeket a tanterv céljaival és probléma alapú jellegével összhangban terveztük meg. Így lehetőség van a nyitott, önszabályozó tanulási módok alkalmazására is, ha erre az adott iskolában és tanulócsoportban megvannak a feltételek. A tanórákat szervezhetjük osztálytermi környezetben, iskolai laboratóriumban, vagy akár kinn a szabadban is. Jelentősen növeli a hatékonyságot, ha a tevékenységet alkalmanként több tanóra összekapcsolásával, hosszabb időre tudjuk tervezni, például hosszabb kísérletek, terepgyakorlat, vagy múzeumlátogatás esetében.

Sajátos, szaktárgyi célok:

A természettudományos kulcskompetencia fejlesztési céljai széleskörűen megjelennek a tantervben, részben a korábbi tanítási gyakorlatra építve, részben pedig a mindenkinek szóló természettudományos műveltség elvének megfelelően új célokat, hangsúlyokat megfogalmazva.

A korábbi tantervekhez hasonlóan cél, hogy a tanulók:

- megértsék a környezet- és természetvédelem fontosságát, a nemzetközi összefogások és a hazai törekvések jelentőségét,
- rendelkezzenek azzal a szemlélettel, hogy az ember a felelős az élővilág jövőjéért,
- saját maguk és mások egészségét tudatosan megóvják,
- vállaljanak aktív részvételt az egészséges környezet megőrzésében, a fenntartható fejlődésben,
- legyenek képesek ismereteik alkalmazására a gyakorlatban (pl. elsősegélynyújtását), életcéljuk legyen a testi- és lelki harmónia megteremtése,
- ismerjék fel és elutasítsák el az egészségkárosító hatásokat,
- legyenek képesek a biológiai tények és elvek felidézésére, problémamegoldásban való alkalmazására,
- legyenek képesek biológiai megfigyelések és egyszerű kísérletek elvégzésére és értelmezésére,
- vegyék észre az életmód, az életműködés és a testfelépítés közötti összefüggéseket,
- értsék meg, hogy az élővilág szelekciós tényezők eredményeként alakult ki és ez folyamat most is tart.

A biológia tanulásában megvalósítandó tartalmi és szemléletmódbeli hangsúlyeltolódás érdekében cél, hogy a tanulók:

- természettudományos szemlélete az *anyag, energia, felépítés és működés, rendszerek és kölcsönhatásaik, a fenntartható fejlődés és az állandóság és változékonyság* felosztásában és egységét tükrözze,
- legyenek képesek a biológiai folyamatok, problémák proximatív (közeli, jelen időben zajló) és az ultimatív (távoli, evolúciós) módon történő megközelítésére,
- rendelkezzenek a bioetika, az élővilág megőrzésével, a biodiverzitás fenntartásával, a biológiai kutatásokkal és az egészséggel kapcsolatos etikai, jogi és társadalmi ismeretekkel, olyan természettudományos műveltséggel, amely csökkentheti kiszolgáltatottságukat a mai társadalomban, növeli a felelősségüket a környezetük iránt,
- szerezzenek olyan ismereteket és tapasztalatokat az emberi pszichikumról, amelyek segítik őket az önismeretükben, felelősségtudatukban, tanulásukban és pályaválasztásukban,
- utasítsák el az áltudományos nézeteket,
- alapvető beállítódásuk és képességük legyen az elsősegélynyújtás szükség esetén való alkalmazása.

A tehetséggondozó tanterv előtérbe helyezi a tudomány közelítését a mindennapokhoz, de gondot fordít arra is, hogy elmélyítse a középiskolai tudást és biztos alapokat nyújtson a továbbtanuláshoz. A tantervben megjelenő viszonylag magas óraszám felhasználását egyrészt gyakorlatok, demonstrációk elvégzésére ajánljuk. Másrészt lehetőség adódik a problémamegoldó gondolkodás fejlesztésére, aminek a továbbtanulásban, a természettudományos felsőoktatásban kiemelt szerepe van. Ebben az időkeretben viszonylag több idő jut a tanórai kísérletek elvégzésére, bemutatására illetve a napjainkban egyre erőteljesebbé váló molekuláris biológiai folyamatok tárgyalására. Az önálló kísérletek elvégzésére, az érettségire való felkészülés időkeretében is adott a lehetőség.

A sajátos célrendszer és tartalmi, módszertani szerkezet indokolja, hogy problémák köré szerveződő, elsősorban a projekt módszerre épülő, önmagáért és környezetéért felelősséget, vállaló szemléletmódot és magatartást kialakító tanítás-tanulást valósítson meg. A tanulói tevékenységek szerkezete közelíti a tudományos megismerés gyakorlati módszereit, gyakran alkalmazza a megfigyelés, a mérés, a kísérletezés és a modellalkotás módszereit. A tanterv kiemelt eleme a matematikai kompetencia fejlesztésével is összefüggően az adatértés és -értelmezés, szabályfelismerés, grafikonok, táblázatok készítése, értelmezése. A helyi tantervbe illeszthető főbb projekt tartalmak:

- *lakóhelyem, közvetlen környezetem természetvédelmi értékeinek bemutatása,*
- *lakóhelyem, közvetlen környezetem környezetvédelmi problémáinak ismertetése,*
- *az élővilág fajgazdagsága, biodiverzitás,*
- *növény és állatismeret, összehasonlítás,*
- *egészségmegőrzés, veszélyek és megelőzési lehetőségek,*
- *vezető halálokok Magyarországon és a megelőzés lehetőségei, statisztikai elemzése,*
- *kutatás középiskolában.*

Értékelési célok, módszerek: A kerettanterv pedagógiai értékelési szemlélete elsősorban nem a tanulók minősítését, hanem a tanulási folyamat szabályozását tűzi célul. Ennek megfelelően az értékelés eszközeit és módszereit hozzá kell igazítani a tanulási formákhoz. A csoportmunkára alapozott, tudásépítő tevékenységek esetén fontos a diagnosztikus értékelés alkalmazása, mellyel felmérhető a tanulók előzetes tudása, illetve a fejlesztő értékelés, ami a tanulási folyamat elemi lépéseihez igazodva visszajelzésekkel segíti a tanulókat a továbbhaladásban.

A csoportok hatékony működésének feltétele a személyes felelősség vállalása is, ezt erősítheti a társak értékelése, illetve a tanulói önértékelés. A tehetséggondozó tanterv kiemelt jelentőséget tulajdonít az egyéni előrehaladás, a tanulási eredményekért visel egyéni felelősség visszajelzésének. Az aktív tanulás, projekt alapú tevékenység során elkészült termékek, a házi feladatok, egyéni kutatási naplók a tanulói portfólióba kerülhetnek, amelyre mélyebb szöveges értékelést és gyakori szummatív értékelést adhatunk. Javasolt az osztályozás gyakoribb alkalmazása, de beillesztve a folyamatos, fejlesztő szemléletű szöveges értékelés mellé.

Jelentősen növelheti a tanári munka hatékonyságát, ha mind a tanulásszervezésben, mind az értékelésben kihasználjuk a számítógéppel segített lehetőségeket, így például a kollaboratív tanulási felületeket, virtuális osztálytermeket, web2 alkalmazásokat, így is nagyobb kedvet adva tanulóinknak a tantárgy tanulásához.

10. évfolyam: 55,5 óra

A 10. osztály tananyagát hat témakörben és tizenkét fejezetben tárgyaljuk. A szemléletbeli háttér az, hogy az élőlények egységét a leírt és javasolt különböző megközelítési módok szintézisében láthassuk. A feldolgozott tartalmakat és kompetenciafejlesztési célokat az egyes témakörök előtt adjuk meg részletesen.

1. témakör: A tudomány műhelyében (4 óra)

1. fejezet: A tudomány működése

2. témakör: Anyag és energiaforgalom (8 óra)

1. fejezet: Az élővilág anyagai
2. fejezet: Éltető energiák

3. témakör: Alkalmazkodás (10 óra)

1. fejezet: Alkalmazkodás
2. fejezet: Szaporodás és szaporítás

4. témakör: Felépítés és működés (15 óra)

1. fejezet: Mikroba
2. fejezet: Növények
3. fejezet: Állatok

5. témakör: Rendszerezés (15 óra)

1. fejezet: Minek nevezzetek?
2. fejezet: Növényismeret
3. fejezet: Állatismeret

6. témakör: Fenntarthatóság és fejlődés (3,5 óra)

1. fejezet: Természetvédelem

Az témakör célja az természet változatosságának megismertetése, egyben az alapvető életjelenségek egységének felismertetése az élő rendszerekben. Ezeket az ismereteket az általános iskolai tényanyag részbeni ismételése, szintre hozása, **más szempontok szerinti feldolgozása** jelenti, másrészt egy minimális evolúciós ismeret kialakítása, az alapvető fogalmak tudatos alkalmazása.

Cél továbbá, hogy a tanulók természettudományos szemléletét az **anyag, energia, felépítés és működés, rendszerek és kölcsönhatásaik, a fenntartható fejlődés és az állandóság és változékonyság** felosztásában és egységében tárgyalja [8] [9], [10][12][28][29]. Ennek kapcsán egyrészt a tudományos megismeréssel kapcsolatos motiváció megalapozása, másrészt az **integrált szemlélet** kialakítása, formálása a

cél [6].

A tudomány működésének keretében a tanulók megismerhetnek a tudománytörténet szempontjából is kiemelkedő jelentőségű tudósokat és elméleteket, tudományos módszereket. Bemutatók, prezentációk keretében a tanulók átélhetik a különböző elméletek társadalomra gyakorolt hatását [6]. Az anyag szerveződési szintjeit megismerve belátják annak információtartalom változásával és az energiával kapcsolatos összefüggéseit, hogy a részek összege nem egyenlő az egésszel.

A rendszerszintű szemlélet elengedhetetlen a fenntarthatóság és az állandóság és változás, változékonyság megértésben. Az élőlényeket különböző szerveződési szinten vizsgáljuk, így belátható az egyedi szinten (homeosztatikus), a populációk szintjén (evolúciós) és az egész bioszféra szintjén az élőlények és környezetük egymásrataltsága és ebben az ember felelőssége [4] [28]. Az egyéb tantervhez képest megjelenő magasabb óraszám lehetőséget ad a tananyag elmélyítésére, konkrét vizsgálatok és gyakorlatok elvégzésére, határozókönyvek elvének gyakorlati alkalmazására, a problémamegoldó gondolkodás fejlesztésére. Mindezek megfelelő alapot adhatnak a középszintű és az emeltszintű biológia érettségi követelményeinek teljesítéséhez.

1. témakör: A tudomány műhelyében (4 óra)

A tanulók a középiskolai biológia tanulmányaik kezdetén foglalják össze, elevenítsék fel meglévő ismereteiket a tudományról, ezen belül a biológiáról. A természettudományos műveltségük részeként váljanak képessé a tudományos gondolkodásmód mindennapi életben való alkalmazására. Sajátítsák el a megfigyelés módszereit, váljanak képessé egyszerű kísérletek elvégzésére. Lássák, hogy a tudományos elméletek és előrejelzések mögött tények és adatok állnak, de a felállított modellek nem a végső igazságot, csupán a jelenlegi tudásunk szerinti elképzeléseket foglalják magukba.

Témák, problémák, fogalmak	Követelmények, fejlesztendő kompetenciák	Javasolt tevékenységek	Kapcsolatok
1. fejezet: A tudomány működése	A tanulók ismerjék meg a tudományos gondolkodásmódok történeti alakulását. A tudás megbízhatóságának, alkalmazhatóságának vizsgálata, a tudomány korlátainak érzékeltetése, az áltudományos csalások leleplezésének bemutatása elősegíti az alapvető természet-tudományos beállítódásuk kialakulását.	Legyen kutató diák, vegye fel a kapcsolatot a tehetséggondozó szervezetekkel, nézzen utána, hogyan készül egy tudományos dolgozat [15] [20].	
Te is lehetsz tudós Milyen hatása van a tudomány eredményeinek a világról, természetről, életről alkotott képünkre? Tudósok régen és ma-elméletek régen és ma.	Az élővilág csoportosításának, sokféleségének problémáján keresztül mutassa be hogyan változtak a tudomány története során a tudományos meggyőződések, elméletek, és a tudomány eredményeinek milyen hatása volt a világról, természetről, életről alkotott	Arisztotelész, Theophrasztosz, Linné, Kitaibel, Soó és Darwin tudománytörténeti munkásságának bemutatása kiselőadások formájában [6]. Egy-egy csoport képviseljen egy-egy tudóst és érvekkel támasszák alá elméletüket egy vitában [15] [1].	Történelem: ókori tudósok. Irodalom: érvelés. Kémia: kromatográfia, gél.

	képünkre. (Arisztotelész, Theophrasztosz, Linné, Kitaibel, Soó, Darwin) [6].		
Tanterem az egész világ Biológiai vizsgálati módszerek. A fénymikroszkóp használata. Hogyan vizsgálhatom?	Ismerjen biológiai vizsgálati módszereket (megfigyelés, adatgyűjtés, mérés, értékelés, kísérlet, modellalkotás, fénymikroszkóp) [11]. Tudja használni a fénymikroszkópot.	Vizsgáljon hagyma bőrszövetet, készítsenek rajzot a látottakról és vitassák meg az esetleges különbségeket [9] [21].	Biológia: növényi szövetek. Fizika: nagyítás, lencsék.
Álruhában Mitől igazi és mitől ál egy tudomány? Tudományos és áltudományos megközelítés. Melyek a legdivatosabb áltudományos, csalások, tudománytalan állítások? (asztrológia, aura, földsugárzás stb.)	Legyen képes kritikai álláspont megfogalmazására az ismert áltudományokkal szemben. Ismerje egy adott természeti jelenség tudományos és áltudományos megközelítésének jellemzőit, fogalmazza meg a különbségeket [12].	Javasolt: Darwin – A bajok eredete (Hraskó G.). Skeptical Inquirer sok hiteles cikket közöl a legkülönbözőbb áltudományos hiedelmek cáfolatára. Elemezzenek néhányat csoportokban [6] [12].	Fizika, kémia: természet-tudományos módszerek. Fizika, kémia: reprodukálható bizonyítékok, objektív elemek, bizonyítási kényszer, ellenőrizhetőség.

2. témakör: Anyag és energiaforgalom (8 óra)

Az élővilág valamennyi szerveződési szintjén megfigyelhető az anyagok és az energia életfolyamatokban játszott kulcsszerepe. Mint vizsgálati szempont, a tudományterületek közötti kapcsolódásoknak is alapja ez a megközelítés. Az elemek és vegyületek élő rendszerekben játszott szerepe a kémia tanulás felé, az energiaforgalom a fizika felé nyit kapukat. A tanulók korábbi tanulmányaik során szerzett meglévő tudásukat felszínre hozhatják, így egymástól is tanulva, a differenciált tanulási módokat kihasználva léphetnek tovább.

Témák, problémák, fogalmak	Követelmények, fejlesztendő kompetenciák	Javasolt tevékenységek	Kapcsolatok
1. fejezet: Az élővilág anyagai	Az élettelen anyagok élőlényekbe kerülése az anyagok szerveződésének magasabb szintre jutását jelenthetik.		
Porból lettünk? Hogyan lesz az élettelen anyagból élőlény? Hogyan alakul a kémiai anyagok szerkezete az egyszerűbbtől az összetettebbig? Atomok, molekulák, elemek, keverékek, vegyületek. Melyek az élővilág szerveződési szintjei, hogyan illeszkednek ezek az anyagszervező- dés más szintjeihez? Minimum-elv: mi a meghatározó? Az egyes anyagok sorsa: Hogyan lehet nyomon követni az egyes atomok útját?	Az anyag szerveződési szintjeit hozza összefüggésbe az élő és élettelen természetet leíró fogalmakkal [9]. Ismerje a növények alapvető tápanyagain. Tudja miért szükséges a növények öntözése és tápanyag utánpótlása. Értelmezze a minimum-elvet. Tudja nyomon követni a következő anyagok sorsát a növényekben: víz, oxigén, szén- dioxid, növényi hormonok. Értelmezzen az anyagszállítással, növényi ingermozgásokkal kapcsolatos kísérleteket. Fogalmazzon meg	Egy falevél példáján mutassa be hogy milyen fizikai (pl. fényelnyelés, vízszállítás), kémiai (pl. szerves anyag képződés) és biológiai jellegű (életkritériumok) jelenségek együttese jelenti a levél felépítését és működését. Végezzenek vízkultúrák kísérleteket, készítsenek jegyzőkönyveket. Magyarázzák a növények vízforgalma alapján: hervadó növény meglocsolása után visszanyeri tartását. Készítsen növekvő kristályokat fogalmazza meg miben hasonlít, és miben különbözik	Biológia: a sejt anyagai, vis vitalis elmélet cáfolata. Kémia: szervetlen, szerves anyagok. törzsoldat, oxigén, szén-dioxid, vízüvegoldat, réz- szulfát. Az anyag szerveződési fokai és az önálló tudományok (fizika, kémia, biológia) kérdései közötti különbségek.

Anyagszállítás. Ingermozgások. Melyek az élet alapvető jellemzői, kritériumai?	életkritériumokat. [15].	az élőtl. Vizsgáljon akváriumból vett mintában mikroszkopikus élőlényeket és életjelenségeket. Nézzenek utána a „vis vitalis” elmélet és cáfolata történetének.	
A szén és barátai A biogén elemek és vegyületeik Miért van fontos szerepe a szénnek és víznek az élőlényekben? Miért lehetnek „nagyok” egyes molekulák?	Tudja az élőlények főbb biogén elemeit, a szénnek és a víznek az élő szervezetekben betöltött alapvető szerepét. Tudja a főbb makromolekulák (lipidek, szénhidrátok, fehérjék, nukleinsavak) alapvető szerepét az élőlényekben [9].	Mutasson ki vizet, szőlőcukrot, keményítőt. Ismerjék a laboratóriumi balesetvédelmi előírásokat.	Kémia: atom, elem, ion, oldhatóság, oldat, koncentráció, C, O, N, H, szervetlen, szerves, vízkimutatás, vaskimutatás, szőlőcukor, keményítő kimutatás. Kémiai kötések. Kémia: apoláros, poláros, makromolekulák.
2. fejezet: Éltető energiák	A tanulók ismerjék, hogyan a Földön az összes szabad energia forrása majdnem kizárólag a Nap sugárzó energiája. A fényenergia kémiai energiává való átalakulása nagy részt növényekben (azok anyagcsere- folyamatain keresztül) megy végbe a természetben.		

Fény lények Mi az energiaforrás a szerves anyag képződéséhez? Mit jelent a trofikus kifejezés? Az élőlények csoportosítása az anyag - és energiaforrások szerint. Energiaigényes folyamatok. Melyik napszakban fotoszintetizálnak és folytatnak sejtlégzést a növények? Hogyan megy végbe a szén körforgása a természetben? Mi a szerepük az élőlényeknek a víz körforgásában?	Ismerje az autotróf és heterotróf szervezetek energiaforrásait, az élőlények és a folyamatok egymásra-utaltságának okát. Tudja, hogy az anyag magasabb szerveződési fokára lépése, az anyagszállítás-mozgás, molekulák aktiválása energiaigényes folyamatok [9]. Tudja a fotoszintézis és a biológiai oxidáció egyenletét. Tudja a folyamatokat napszakokhoz kötni.	Csoportosítás anyag- és energiaforrások szerint, szövegek, illetve filmrészletek alapján. Tematikus táblókészítése. Tervezzenek kísérletet a légzési gázok kimutatására [9]. Ábrák, filmek alapján posztterek rajzolása az anyagforgalmi ciklusokról.	Biológia: a növények nagy csoportjai, a fény, a víz, a talaj és a levegő, mint környezeti tényezők. Kémia: szénhidrátok, oxidáció, redukció, egyenletek.
---	--	--	--

3. témakör: Alkalmazkodás (10 óra)

Az élőlények és a környezet közötti kölcsönhatások folyamatosan alakítják az élőlényeket és az életközösségeket. A változások lehetnek rövidebb, vagy hosszabb távúak, az egyedek, vagy a faj fenntartását szolgálhatják. Mindegyik esetben szükség van az élőlény, illetve az életközösség alkalmazkodására, mert csak így tudják fenntartani állandó állapotukat. A tanulók vizsgálják az alkalmazkodás különféle külső és belső jeleit, folyamatait, hozzák összefüggésbe megfigyeléseiket a környezeti viszonyokkal. Tekintsék át az élővilág változatosságára vezető folyamatokat, értékeljék a sokféleség, az eltérő megoldások, alkalmazkodási stratégiák gazdagságát.

Témák, problémák, fogalmak	Követelmények, fejlesztendő kompetenciák	Javasolt tevékenységek	Kapcsolatok
1. fejezet: Alkalmazkodás A felépítés és működés kapcsolata	Az élőlények testfelépítése és működése a leghatékonyabban kell szolgálja a környezethez való alkalmazkodást, ezzel szelekciós előnyt jelentve az egyedeknek és közösségeiknek.		
Jó formában vagyok! Hogyan alkalmazkodnak az élőlények formájuk segítségével? Szimmetriatípusok. Nézz a tükörbe! Az emberi arc szimmetriája, aszimmetriája. A spirálítás lehetséges előnyei. Miért spirális a DNS és a csiga? Szerveződési formák. Hogyan változott egy-egy élőlénycsoport formája az evolúció során? Miért hasonlít egymásra a cápa	Ismerje az élőlényekben előforduló főbb szimmetriatípusokat (gömb, sugaras, kétoldali) és hozza összefüggésbe az élőlényeket érő főbb hatásokkal. Hozzon példákat spirális formájú élőlényekre és molekulákra, ismerje a spirálítás előnyét. Mutassa be az egysejtű, fonalas, teleptestű szerveződési formát a zöldmoszatok példáján [9] [17]. Tudja, hogy az élőlények formája az evolúció folyamatában, hosszabb idő, és átmeneti formák	Fényképek, mészvázak, termések, levelek, preparátumok vizsgálata. Megfigyelések mindennapi környezetben. Rajzok, tablók készítése. Összehasonlítások technikai tárgyakkal. Fejlődési sorok, evolúciós folyamatok tanulmányozása, képek, animációk, filmek alapján.	Biológia: az emberi test. Matematika: geometria, szimmetria aranymetszés, tengely. Kémia: kiralitás. Életvitel és gyakorlati ismeretek: formatervezés.

és a delfin?	során át alakult ki. Ismerje, hogy a forma hogyan segíti elő a vízi, szárazföldi, levegőbeli életmódot és hozza összefüggésbe a konvergencia, divergencia, homológ szerv, analóg szerv fogalmakkal.		
Élő színek Hogyan alkalmazkodnak az élőlények a szín segítségével? A növények színyanyagai. Milyen színű fénysugarakat nem hasznosítanak általában növényi levelek? Az állatok színyanyagai és alkalmazkodásuk közötti összefüggés.	Ismerje a növények főbb színyanyagait (karotin, xantofill, klorofill, antocián) és hogyan segítik elő a növények alkalmazkodását. Ismerje az állatok főbb színyanyagait (melanin, hem, rejtőszínek színyanyagai) és hogyan segítik elő az állatok alkalmazkodását.	Végezze el a levél színyanyagainak szétválasztását papír-kromatográfiával [9] [10]. Készítsenek rejtőszíneket bemutató képsorozatokat.	Fizika, kémia: kromatográfia. Fizika: színspektrum, hullámhossz, frekvencia gerjesztés, gerjesztett állapot. Kémia: kettős kötés. Fizika: UV sugárzás.
Bagoly mondja verébnek Hogyan alkalmazkodnak az élőlények a méret segítségével? Magasabb, szélesebb, nagyobb a fajlagos felülete. Miért él a császárpatingvin a	Ismerje, hogy a növények magasságbeli növekedését milyen alkalmazkodási folyamatok segítették elő. Ismertesse a levélfelület nagysága és az élőhely	Hasonlítsanak össze vízpartokon és réteken élő növényeket és mutassák be az élőhelyhez való alkalmazkodásból eredő különbségeket. Mérjenek levél-összfelületeket.	Matematika: felület. Fizika: párologtatás. Fizika: hőtermelés, hőleadás, hőkapacitás.

déli sark környékén?	kapcsolatát. Ismerje, hogy a testfelület és a testtömeg viszonya, a testfüggelékek hogyan befolyásolják az állatok alkalmazkodását [9].		
Kapd el a ritmust! Hogyan alkalmazkodnak az élőlények a biológiai ritmusaik segítségével? Évszakokhoz, napszakokhoz való alkalmazkodás. Hogyan befolyásolják a mi életünket a napi és éves ritmusok?	Tudja, hogyan alkalmazkodnak az élőlények az évszakok, napszakok változásaihoz. Tudja, hogy az ember biológiai működésében, egészségének megőrzésében is fontos szerepe van a ritmusoknak (pl. megfelelő alvásidő, rendszeres életmód).	Keressenek rövid- és hosszúnappalos növényeket, értelmezzék a ligetszépe virágának napszakos mozgásait. Ismertessék egy állatfajon hogyan alkalmazkodott az éjszakai életmódhoz.	Fizika: periodikus mozgások. Kémia: oszcilláló reakciók. Földrajz: évszakok, napszakok.
2. fejezet: Szaporodás és szaporítás	A szaporodás biológiai funkciója részben a népesség, az elterjedés, ezáltal a faj sikerességének növelése. Legalább ilyen fontos, hogy az ivaros szaporodással új tulajdonságú egyedek jöhetnek világra, ezzel adva újabb esélyt a környezethez való alkalmazkodásra.		

Ivartalan és ivaros szaporodás Milyen módon járul hozzá az alkalmazkodáshoz az ivaros szaporodás? Milyen gyakorlati jelentősége van az ivartalan szaporodásnak? Hogyan jutunk el a megporzástól a termésig? Miért nem jellemzi önmegtermékenyítés a hímnős állatokat? Miben előnyösebb a belső megtermékenyítés, mint a külső? Mi a különbség a váltivarúság és az ivari kétalakúság között? Milyen eltérések jellemzik az ivarsejteket?	Ismerje az ivaros és ivartalan szaporodás közötti különbséget. Értelmezze az ivarszervek felépítésének hasonlóságát. Legyen képes meghatározni a külső és belső megtermékenyítés előnyeit és hátrányait. Ismerje a növények megtermékenyítési folyamatait, a megporzás célját, módjait.	Vizsgáljon tojást, mondja el részeit, a részek funkcióit.	Biológia: a növények és az állatok teste, életműködései. Matematika: hasonlóság.
Növekedés és fejlődés Az egyedfejlődés folyamata, növények és állatok egyedfejlődésének összehasonlítása. A növekedés és a fejlődés különbsége.	Tegyen különbséget növekedés és fejlődés között. Ismerje az embrionális fejlődés meghatározó lépéseit. Tudjon	Mondja el a csírázás külső és belső feltételeit egy otthon elvégzett csírázási kísérlet ismertetésével [19]. Kísérlet:	

Milyen típusokra és szakaszokra tagolható az állatok egyedfejlődése? Miért más az embrió?	különbséget tenni kifejlés, átváltozás és teljes átalakulás között. Ismerje a biogenetikai törvényt, tudja, hogy az egyedfejlődés és az evolúció között milyen összefüggés van.	a bab csirázásának, víz és hőigénye, az almasav csirázásgátló hatásának vizsgálata. Terepi vizsgálat: egyedfejlődési szakaszok azonosítása. Szövegelemzés: Az állatok násza A csupasz majom Film (DVD): D. Attenborough sorozatai. Megfigyelés: lisztbogár egyedfejlődése a tojás részei kételtűek násza guppy szaporodása (elevenszülés).	
Mesterséges szaporítás A virág és a mag közötti kapcsolat, magterjesztési stratégiák.	Ismerje a vegetatív szaporítás fogalmát, a szobai és kiskerti növények szaporítási módjait (tőosztás, dugványozás, oltás). Tudjon kapcsolatot teremteni a virág és a termés részei között. Ismerjen magterjesztés stratégiákat. Értse a klón fogalmát. Alkosson véleményt	Ismertessen egy otthon elvégzett ivartalan szaporítási folyamatot. Vita: a génmódosított növények előnyei - hátrányai.	

	a klónok alkalmazásának előnyeiről, hátrányairól.		
--	---	--	--

4. témakör: Felépítés és működés (15 óra)

Az élőlények változatossága alapvetően a környezeti lehetőségek kihasználásra épül. A fajgazdagság azonban hosszú idő alatt alakult ki és voltak nagy kihalási időszakok is, amelyek után új formák kaptak lehetőséget. Így lépetek emlős őseink is az őshüllők nyomába. Az élőlényekben a felépítés és a működés sokféle módját hozta létre a természet. A tanulók vizsgálják, vegyék észre ezt a gazdagságot, hozzák összefüggésbe a törzsfajlódás folyamatával. Hasonlítsák össze az élővilág birodalmának országait a jellegzetes képviselőik vizsgálata, leírása alapján. A témakör célja a részletesebb rendszerezés képességét megalapozó szemléletmód kialakítása is.

Témák, problémák, fogalmak	Követelmények, fejlesztendő kompetenciák	Javasolt tevékenységek	Kapcsolatok
1. fejezet: Mikrobák	Az életről alkotott elképzeléseink a szabad szemmel megfigyelhető élővilágból származnak. A mikrobáknak csak a kedvező vagy kedvezőtlen hatásával találkozunk, de akkor sem írjuk számlájukra a bor, vagy a joghurt élvezhetőségét. Tudatosítanunk kell, hogy a mikrobák nélkül leállna az életközösségek anyagforgalma, megszűnne az élet a Földön.		
Legkisebb élettársaink Mekkorák a baktériumok? Milyen szerkezetű a baktériumsejt? Baktériumok mindenütt vannak? Baktériumok. Milyen ismertebb baktériumok okozta betegségek vannak? (torokgyík, tetanusz, szamárköhögés,	Legyen képes bemutatni egy baktériumsejt felépítését, indokolja, hogy miért ők a legegyszerűbb élőlények. Ismerje a baktériumok környezeti, technológiai, egészségügyi jelentőségét; lássa ezek kapcsolatát változatos anyagcseréjükkel [30].	Baktériumokat bemutató képek keresése az interneten. Összehasonlítás, leírás, rajzolás. Bakteriális eredetű emberi kórképek leírása. Egyszerű táptalaja baktériumok izolálása a környezetből, majd sterilizálás kuktában.	Matematika: nanométer, mikrométer. Kémia: sav, lúg, kémhatás.

tbc, szalmonella, Lyme-kór, szifilisz, kolera, tüdőgyulladás, pestis, fogszuvasodás) Hogyan védekezhetünk a baktériumok ellen?	Ismerjen baktérium által okozott emberi megbetegedéseket. Ismerje ezek megelőzését és az antibiotikumos védekezés lehetőségét. Ismerjen fertőtlenítési, sterilizálási eljárásokat. Ismerje a baktériumok igen gyors szaporodását, tudja ezt összekapcsolni a betegségek lefolyásával, az élelmiszerek, vízvirágzással [2] [6] [8] [27] [28] [30].		
Gomba módra Miért mások a gombák? Milyen a penészek és az élesztők testfelépítése és anyagcseréje? Milyen környezeti, technológiai és egészségügyi jelentősége van a gombáknak?	Tudja néhány testalkati és működési jellemző alapján megkülönböztetni a gombákat és az élővilág más csoportjait. Ismerje a gombák környezeti, technológiai, egészségügyi jelentőségét; lássa ezek kapcsolatát változatos anyagcseréjükkel. Ecsetpenész, sörélesztő [30].	Penészgomba telepek és élesztő sejttenyészetek megfigyelése mikroszkópban, vagy videófilmen. Kutatási feladat: a gombák hasznos környezeti és technológiai szerepe (cellulóz lebontók, antibiotikum források).	Biológia: az életközösségek anyagforgalma. Kémia: a cellulóz és a kitin szerkezete.
Belőlem élsz? Az ember, mint ökoszisztéma?	Tudja, hogy az emberi	Kutatási feladat: gyakoribb	Biológia: élettelen és élő

Miért kell ismerni a vírusok felépítését? A vírusok biológiai és egészségügyi jelentősége. Az emberi szervezetben előforduló vírusok, baktériumok és gombák.	szervezetben rengeteg vírus, baktérium és gomba található. Tudja ezek egészségügyi vonatkozásait. Rajzolt ábrán ismerje fel az influenza vírus részeit. Ismerje a vírusok, prionok biológiai, egészségügyi jelentőségét, a vírusok életmenetét, felépítését [30].	bakteriális megbetegedések. Javasolt forrás: http://www.termeszetvilaga.hu/szamosk/tv2009/tv0909/du da.html [18].	környezeti tényezők. Egészségtan: személyi higiéné.
2. fejezet: Növények	Vizsgálják a növények sejtjeinek sajátosságait, a szövetek fajtáit és a legfontosabb, a növények világán belül hasonló életműködéseket.		
Falak között - zöldben Növényi sejtek és szövetek Milyen sajátosságai vannak a növényi sejteknek? Színtestek, zárványok, sejtfal. Hogyan függ össze a szövetek felépítése és jellemző biológiai működésük?	Legyen képes bemutatni a növényi sejtek megkülönböztető sajátosságait, tudja kötni az egyes sejtalkotókat a biológiai funkcióikhoz. Ismerje a főbb növényi (osztódó, bőr, szállító, alap) szövettípusokat, magyarázza, hogy a felépítés hogyan segíti elő a funkciót.	Metszetkészítés, mikroszkópi megfigyelések: - zárványok, - bőrszövet, - edénynyalábok, - sejtosztódás. Képek vetítése az internetről [18]. Rajzos feladat: a növényi sejt ábrázolása és a működés bemutatása.	Biológia: állati szövetek, a növények életműködései. Fizika: Bernoulli-törvény.

A Föld és a Nap között A növények szervrendszerei, életműködései. Mekkora a növények? Milyen egységekre tagolható testük – szerveződési szintek. A növények tápanyagfelvétele, szállítása és táplálkozása. A növények légzése, párologtatás. Milyen életforma (egyedfejlődés) típusok alakultak ki a növények körében?	Ismerje a növények alapvető tápanyagain. Értelmezze az anyagszállítás és a párologtatás összefüggését. Ismerje a növények nappali és éjszakai légzésének jellemzőit. Értse az aktív és passzív, hely és helyzetváltoztató mozgás közötti különbséget. Tudjon bemutatni különféle növényi életforma típusokat. Soroljon fel növényi szervmódolásokat. Látssa be, hogy miért elengedhetetlenül fontosak a növények a bioszférában.	Fényképek, természetes példányok, preparátumok vizsgálata [9]. Kísérletek: -bab és búza Csiráztatása, -hagyma hajtatása. Növényélettani kísérletek: - légzési gázok kimutatása (szén-dioxid), - fotoszintézis oxigéntermelésének kimutatása, - növény vízfelvételének kimutatása, - gázcsere nyílások működésének vizsgálata. Terepi vizsgálat: szár és levélalakok és virágterméstípusok keresése. Alkalmazza a Növényismeret c. könyv határozókulcsát és ökológiai adatbázisát.	Biológia: élő és élettelen környezeti tényezők, az állatok teste és életműködései, a talaj. Földrajz: a talaj és a mezőgazdaság, növénytermesztés feltételei. Kémia: oxigén és szén-dioxid.
3. fejezet: Állatok	Vizsgálják az állatok sejtjeinek sajátosságait, a szövettípusokat, és a legfontosabb, az állatokra jellemző életműködéseket.		

A kemény, az erős és az ideges Állati sejtek és szövetek Milyen sejtalkotói vannak az állati sejteknek? Sejthártya, sejtplazma, mitokondriumok, ER, Golgi stb. Melyek az állati szövetek fő típusai? Hám, kötő és támasztó, izom, idegszövet. Hogyan függ össze a szövetek felépítése és jellemző biológiai működésük? Melyek az állatok szervrendszerei, milyen funkciókat látnak el, hogyan képesek összehangoltan működni? Miért magasabb szintű rendszer a szervezet, mint a szerv?	Legyen képes bemutatni az állati sejtek fő alkotórészeit, mutassa be vázlatosan ezek funkcióit. Ismerje az állati szövettípusokat, magyarázza, hogy a felépítés hogyan segíti elő a funkciót. Legyen képes felsorolni és funkciók alapján megkülönböztetni az állatok szervrendszereit. Tudja értelmezni a szervezet példáján, hogy egy rendszer több, mint részei összessége, mivel magasabb szintű működésre képes.	Fénymikroszkópos megfigyelések. Állati szövettípusok. Elektronmikroszkópos sejt- és szövettani fotók elemzése. Képek vetítése az internetről [18]. Rajzoljanak le egy baktérium, gomba, állati és növényi sejtet és ismerjék fel a hasonlóságokat, különbségeket [21]. Számolják ki, hogy a sejt térfogatának a növekedéséhez, hogyan aránylik a sejtfelület [17]. Vizsgáljon madártollakat, sorolja fel főbb típusait, a toll részeit. Hasonlítsa össze a kétéltű és az ember kültakarójának fénymikroszkópos képét, magyarázza a különbségeket [9].	Biológia: a növényi sejt. Matematika: gömbtérfogat, gömbfelszín. Kémia: makromolekulás kolloidok.
Ételek és életek Mi a táplálkozás feladata? Az állatok táplálkozási		Ismerjen fel koponya-preparátumon fogazattípusokat.	

szervrendszerei- nek összehasonlítása. Milyen módjai vannak a táplálékfelvételnek az állatok világában? Milyen alapfunkciói vannak a tápcsatornának?			
Levegőt vegyenek! Mi a feladata az állatok légzési szervrendszeré- nek? Miben tér el a növények és az állatok légzése? Milyen feltételei és alapvető megoldási módjai vannak a légcsere és a gázcsere folyamatainak?	Tudja, hogy mi a biológiai funkciója az állatok légzésének. Legyen képes bemutatni a légzés és az életmód, az aktuális terhelés összefüggéseit, az alkalmazkodás módjait. Tudja elkülöníteni a légcsere és a gázcsere folyamatait, biológiai feltételeit. Magyarázza a különböző állatcsoportoknál előforduló aktív belégzést illetve kilégzést a légzőszervben lévő gáz külső légköréhez viszonyított nyomásának függvényében.	Anatómiai ábrák, képek, animációk elemzése. Makettek tanulmányozása. Folyamatábrák szerkesztése. Diagramok, adattáblázatok, függvények elemzése.	Biológia: a növények teste és életműködései, a levél felépítése. Fizika: gázok nyomása, diffúziója. Matematika: függvények.
Ha dobban a szív Az állatok keringési szervrendszer	Tudja, hogy mi a biológiai funkciója az állatok	Anatómiai ábrák, képek, animációk elemzése	Biológia: hám és kötőszövetek

Mi az anyagszállítás feladata? Miben tér el a növények és állatok anyagszállítása? Miért tekinthető belső közegnek a testfolyadék? Miben hasonlít és miben tér el a gerincesek egyes osztályainak anyagszállítási rendszere?	anyagszállításának. Legyen képes összehasonlítani a növények és az állatok anyagszállító rendszereit. Tudja indokolni a testfolyadékok összetétele és biológiai funkciója közötti összefüggéseket.	Makettek tanulmányozása. Folyamatábrák szerkesztése. Magyarázza a tyúkvér és az emberi vérkenet mikroszkópos képének különbözőségét.	Földrajz: éghajlati övek adottságai. Fizika: hőmérséklet, nyomás, gáztörvények.
Mitől szervezet(t)? Szervek, szervrendszerek összehangolása, az életműködések szabályozása A szabályozás és az alkalmazkodás összefüggése. Az idegi és a hormonális szabályozás. Növényi hormonok. Forog-e napraforgó? Miért metszik meg a növényeket? Miért van a fejben az agy? Az idegrendszer főbb típusai.	Tudja, hogy a szabályozás hormonális és idegi úton valósulhat meg. Hozza összefüggésbe a növényi hormonok hatásával: az ablakba helyezett növényt forgatni kell, a lenyírt/lelegelt fű újból kinő, a sötétben tartott burgonya kihajt, a rothadó gyümölcs az egészséges gyümölcsök rothadását okozza, a gyümölcsfák terebélyesedését metszéssel befolyásoljuk [6]. Ismerje a diffúz idegrendszer, a dúc- és a csőidegrendszer	Keresse meg világhálón a szabályozás fogalmát. Készítsenek egy a hormonális és idegi szabályozást összehasonlító táblázatot. Tervezzen kísérletet, hogyan lehetne bebizonyítani az egyes növényi hormonok hatását.	Biológia: az emberi szervezet egyensúlya, idegrendszer, hormonrendszer, egészségtani ismeretek, pszichológia alapjai.

	fogalmát, a központosulás előnyét. Tudja ezt konkrét élőlényekhez, élőlénycsoportokhoz kapcsolni.		
Szemfüles állatok Hogyan csoportosíthatók a receptorok? Az állatok szemeinek főbb típusai. Hogyan keltik és érzékelik a hangot a rovarok, a madarak és az emlősök? Hogyan segítik az érzékszervek az állatok alkalmazkodását?	Ismerje az érzékszervek típusait, részletesebben a fényérzékelés lehetőségeit (fényérzékeny sejtek, csészeszem, mozaikszem, hólyagszem). Ismerje a legfontosabb hallószervtípusokat. Tudja összehasonlítani a fény és a hang hullámsajátosságait, hozza ezt összefüggésben a hangadás és hangfelfogás biológiai funkcióival. Indokolja az érzékelés és az alkalmazkodás összefüggését.	Kísérlet: pupilla, térdkalács reflex, bőr-receptorok vizsgálata földigiliszta fényérzékelése. Egy csoportban lévő 5 személy készítse el közös munkában a szemek felépítésének és működésének kapcsolatát, ismertessék a hasonlóságokat és különbségeket. Készítsenek lencsék segítségével szemmodelleket. Hasonlítsák össze a rovarszem teljesítményét az emberével [9] [10].	Fizikai: geometriai optika, lencsék, képalkotás, hullámok sajátosságai, hullámjelenségek. Informatika: képfeldolgozás. Ének-zene: fúvós, ütős hangszerek, zeneiség.
Szende és Morgó Az állatok viselkedése és az alkalmazkodás összefüggései. Öröklött és tanult viselkedésformák. Miért repülnek a rovarok a	Ismerje az öröklött és tanult magatartásformák alapvető formáit. Hozzon példát az önfenntartással, fajfenntartással kapcsolatos viselkedésekre, tudjon felsorolni	Szövegelemzés: Konrad Lorenz művei, Csányi Vilmos: Bukfenc és Jeromos. Kísérlet: feltétlen, feltételes reflex.	Biológia: érzékszervek, taxis, mozgás, elválasztás. Fizika: hatás – válasz, szabályozás – vezérlés, elektromosság,

lámpához? A társas viselkedés, fajfenntartás etológiai háttere.	öröklött és tanult viselkedésformákat és értse, hogy ez utóbbiak nem választhatók el élesen egymástól. Értse a társas viselkedés előnyeit, az ivadékgondozás és az agresszió biológiai funkcióit [6].	Projekt: szaporodási viselkedés kommunikáció.	töltés, vezetés, rezgés, fény.
Állati találmányok Mi a bionika? Milyen eddigi eredményei vannak? Melyik állatnak van golyóálló mellénye? Hogyan működik a tépőzár?	Ismerje, hogy a technológiai fejlesztések ötleteket meríthetnek a biológiai rendszerekben megvalósult evolúciós megoldásokból. Mutassa be hogyan használta, használja fel az ember a természet (természetes szelekció) által létrehozott élőlények adottságait technikai vívmányaiban (pl. repülőgép, radar, tengeralattjáró, tépőzár, golyóálló mellény stb.).	Kutató feladat: keressenek az élővilág és a technológiai eszközök, fejlesztések közötti kapcsolódásokat, ellesett ötleteket. Igyekezzenek aktuális fejlesztési folyamatokról tájékozódni.	Életvitel és gyakorlati ismeretek: a technológiai fejlesztés.

5. témakör: Rendszerezés (15 óra)

Az élővilág fajgazdagsága érték, de egyben feladat is annak, aki el akar igazodni közöttük. Bármely egyed szintű biológiai probléma valamiképp egy adott fajhoz kapcsolódik, ezt meg kell tudnunk nevezni, olyan módon, hogy azt más nyelveket beszélő tudósok is egyértelműen azonosítani tudják. Az életközösségek esetében sem mellékes a fajösszetétel, ehhez is szükségünk van a nevezéktanra. A törzsféjlődés folyamatában letűnő és megjelenő csoportok összehasonlításával képet kaphatunk magáról az evolúciós folyamatról is. A rendszertani ismeretek tanulása a TM kerettanterv esetében nem valamiféle névjegyzék, vagy leltár, sokkal inkább célja a tanulók eligazodásának elősegítése, eszköz biztosítása az élővilág fejlődésének és jelenlegi sokféleségének megismeréséhez.

Témák, problémák, fogalmak	Követelmények, fejlesztendő kompetenciák	Javasolt tevékenységek	Kapcsolatok
1. fejezet: Minek nevezzetek?	A fejlődéstörténeti rendszerezés elve, a rendszertani csoportok és a kettős nevezéktan ismerete.		
A rendszerezés alapjai Miért csoportosítjuk az élőlényeket? Mi az alapegység és melyek a magasabb kategóriák? Rendszertani kategóriák, kettős nevezéktan, a határozókulcsok használatának elve.	Tudja a főbb rendszertani kategóriákat (törzs, osztály, faj). Ismerje a faj fogalmát és annak jellemzőit. A kettős nevezéktan szerepét. Tegyen egyértelmű különbséget faj és fajta között. Tudja használni a Növényismeret és Állatismeret könyveket vagy ezekkel egyenértékű határozókat.	Vizsgáljanak különböző élőlényeket és tudjanak csoportokat alkotni megadott jellemzők alapján [17]. Képek, saját élmények alapján. Ismertessenek kutyafajtákat.	Matematika: halmazok, definíció, felosztás, a felosztás alapja. Magyar nyelv és irodalom: növénynevek és állatnevek az irodalomban és a népnyelvben.
Melyik csoporthoz tartozol? Domének az RNS adatok alapján. Országok a testszerveződés és az anyagcsere-folyamatok alapján.	Ismerje az élőlények 3 doménes csoportosítását. 6 országos rendszertan. Magyarázza, hogy a testszerveződés és az anyagcsere-folyamatok alapján miért alkotnak	Vizsgáljanak különböző élőlényeket és tudjanak csoportokat alkotni megadott jellemzők alapján [17]. Válasszon ki egy megfigyelhető	Matematika: halmazelméleti fogalmak Logika: definíció, felosztás, a felosztás alapja.

	külön országot az élőlények természetes rendszerében a baktériumok, az ősbaktériumok, az egysejtűek, a növények, a gombák és az állatok.	növény- vagy állatcsoportot közvetlen környezetéből és ismertesse, hogy az elmélet és a gyakorlat, hogyan találkozik az élőlény jellemzésekor [29].	
2. fejezet: Növényismeret	A növények legfontosabb csoportjainak elkülönítése, jellemzése, tipikus fajok ismerete.		
Kik lebegnek a vízben? – a moszatok törzsei A szárazföldre lépés nehézségei. A virág megjelenése. Együttműködve az állatokkal és a természet erőivel. A bolygó képének meghatározói – az esőerdőktől a tajgáig. Hazai erdőalkotó fafajok nevei. A fűvek birodalma A pázsitfűvek testfelépítése és szaporodásmódja, gazdasági jelentőségük. Gyakoribb fűfajok nevei.	Tudjon a moszatok ökológiai szerepéről. (élőhely, biomassza, környezetvédelem, természetvédelem). Értse meg a szárazföldi és a vízi életmód közötti alapvető különbséget. Ismerje meg a harasztok egyes osztályainak egy-egy jellegzetes képviselőjét. Magyarázza a nyitvatermők elterjedését és sikerességét. Értse a mag, a termés fogalmi különbözőségét. Ismerje meg a	Kísérlet: mohák vízállapotának változása. Akváriumi moszatok mikroszkópos vizsgálata. Kutató-alkotó feladat: növény- és virágfotók készítése, rendszerezése, kiállítás készítése. Virágok rajzolása, festése. Terepi megfigyelés: mohák, harasztok elhelyezkedése az erdőben. A virágos rét	Fizika: mértékegységek; a fénytörés, fényelnyelés. Kémia: atomok, molekulák méretei. Földrajz: szoláris éghajlati övek. Matematika: a hengeres testek sugara, átmérője és térfogata.

	zárwatermők fontosabb (társulásalkotó, gazdasági-, természetvédelmi jelentőségű) jellegzetes képviselőit. Ismerje a haszon-, gyom-, drog-, gyógy-, dísz- és fűszernövény fogalmakat.	fajgazdagsága. Film (DVD): D. Attenborough: A növények magánélete.	
3. fejezet: Állatismeret	Az állatok legfontosabb csoportjainak elkülönítése, jellemzése, tipikus fajok ismerete.		
A sejthalmaztól a szelvényig Milyen okok vezettek az állati test egyre összetettebb felépítéséhez? Milyen módon alkalmazkodtak a lágy testű állatok a biológiai környezet változásaihoz? Hogyan változott az ízeltlábúak testfelépítése a rákoktól a pókokig? Melyek az alkalmazkodás jellegzetes példái a rovarok egyes csoportjai között?	Ismerje az egyed alatti szerveződési szinteket és egymásra épülésük elvét. Ismerje fel az egyes törzseket, osztályokat jellegzetes (típus) képviselőjük alapján. Tudja értelmezni a élősködés, korhadékfogyasztás, növény-, állatevés és ragadozás fogalmát. Legyen képes az ízeltlábúak egyes osztályainak elkülönítésére, jellemzésére.	Készítsen poszttert: a szivacsokról és csalánozókról, védett rovarokról és élőhelyükről, a pókok életmódjáról. Megfigyelések laboratóriumban: földi giliszta, éti csiga, édesvízi hidra. Terepi vizsgálat: vízfolyás gerinctelen élőlényének vizsgálata Film: Mikrokozmosz, D. Attenborough sorozatai.	Biológia: rendszertani kategóriák, rendszerezés alapelvei, szerveződési szintek a növényvilágban. Földrajz: tengerek, álló és folyóvizek, a talaj, az éghajlat. Kémia: oldatok. Matematika: szimmetria.
Az állatvilág			

meghatározói: a gerincesek Milyen egységekre tagolható a gerincesek teste? Milyen jellegzetességek bizonyítják a vízi életmódot a halak körében? Hogyan léphettek a szárazföldre a gerincesek? Milyen szervek és tulajdonságok jelzik a hüllők teljes elszakadását a víztől? Miért lett sikeres újítás a tojás? Melyek a madarak repülést biztosító jellegzetességei? A dinoszauruszok helyébe lépett emlősök.	Ismerje fel a porcos és csontos halak osztályának különbségeit. Tegyen különbséget farkos és farkatlan kétéltű között. Tudjon a hazai kétéltűek és hüllők védelmének okairól. Ismerje a tojás részeit és azok biológiai szerepét. Értelmezze az őshüllők, madarak és emlősök hasonlóságainak okait. Legyen képes megkülönböztetni: rágcsáló – rovarévő párosujjú – páratlanujjú patás emlősöket. Ismerje a főemlősök legfontosabb fajait.	Kísérlet: akváriumot a halak életjelenségeinek megfigyeléséhez, édesvízi hal boncolása. Terepi vizsgálat, megfigyelés: kétéltűek szaporodása, vándorlása, madarak megfigyelése (vonulás, nász, fészkelés). Gyűjtsön madártollakat. Gyakorlat: madáretető készítése, az érkező madarak azonosítása (projektfeladat). Határozzon meg fajokat az Állatismeret c. könyv segítségével. Film (DVD): Vándormadarak D. Attenborough sorozatai National Geographic sorozatai. Poszter: vándorlás az állatvilágba visszatelepített hazai emlősök, őzönfajok a világon	Biológia: szerveződési szintek, rendszertani kategóriák. Földrajz: szoláris éghajlati övek. Fizika: hőmérséklet, hőleadás, nagyítás – mikroszkóp.
---	--	--	--

6. témakör: Fenntarthatóság és fejlődés (3,5 óra)

A rendszerezés jó eszköz a fajok sokféleségének bemutatására, de a biológiai érték felbecslése ennél összetettebb tudást igényel. Ebben a témakörben a tanulók vizsgálják az élőlények csoportjai, fajai és az ember közötti kapcsolatokat, megkülönböztetik a hasznosság és a károsság adott szempontú jellemzőit. Tudják, hogy ezek viszonylagos fogalmak, de a sokféleség megőrzése gyakran éppen a betolakodó idegenekkel szemben kíván fellépést. A tanulási tevékenységeknek az attitűdök, a felelős környezeti magatartás, a természet védelmére való késztetések erősítését kell szolgálniuk.

Témák, problémák, fogalmak	Követelmények, fejlesztendő kompetenciák	Javasolt tevékenységek	Kapcsolatok
1. fejezet: Természet- védelem	Annak bemutatása és megértetése, hogy a fenntartható fejlődés dinamikus fogalom, állandóan változik és szorosan összefügg a helyi környezettel, elvárásokkal és szükségletekkel. Fontos belátni, hogy az biológiai rendszerek önszabályozó képességének határai vannak, az emberi társadalom összes problémája egy rendszerben létezik és a fenntartható fejlődés nem azonos csak a környezetvédelemmel. A környezeti problémák nem kezelhetők elkülönülten a szociális és gazdasági problémáktól.	Projektmunka: lakóhelyem, közvetlen környezetem természetvédelmi értékeinek bemutatása. Lakóhelyem, közvetlen környezetem környezetvédelmi problémáinak ismertetése [4] [8].	Földrajz: térképhasználat.
Miért kell védeni a fajokat? Mi van a Vörös könyvben? Zuzmók, mint a levegő szennyezettsé-	Tudja, hogy miért védett egy faj vagy egy élőhely. Hozzon rá példát. Tudjon a Vörös Könyvekről [4].	Készítsen kiselőadást egy védett növény- vagy állatfajról. Keressenek fel	Földrajz: haszonnövények. Történelem: állattartás.

gének indikátorai. Mi mindenre használjuk az élőlényeket? Gyümölcsök, zöldség- és gabonanövények; takarmány- és ipari növények; gyógy-, fűszer- és élvezeti növények; kerti gyom- és szobanövények. Az emberi táplálkozásban szerepet játszó állatok, szervek, állati eredetű termékek. Gombák és az ember.	Tudja, hogy a zuzmók a levegő szennyezettségének indikátorai [7] [8]. Példafajokon keresztül mutassa be az ember–növény kölcsönhatás típusait: gyümölcsök, zöldség- és gabonanövények; takarmány- és ipari növények; gyógy-, fűszer- és élvezeti növények; kerti gyom- és szobanövények; veszélyes (allergén) növények [2] [27]. Soroljon fel növényeket, melyeknek gyökerét, szárát, levelét, virágát, magját vagy termését fogyasztjuk. Ismerje föl a hétköznapi életben legismertebb ehető, és a táplálkozásra sokszor alkalmatlan, mérgező kalapos gombákat [30].	lakóhelyük (iskolájuk) közelében természetközeli élőhelyet, készítsenek beszámolót a látottakról [24]. Elemezzen zuzmótérképet. Készítsen poszttert, mely bemutatja az ember és a növényvilág vagy az ember és az állatvilág kapcsolatát. Ismertesse az ember és egy hobbi/háziállat kapcsolatát, az ember felelősségét [28] [31].	Média: filmelemzés.
--	--	--	----------------------------

A továbbhaladás feltételei a 10. évfolyamban:

- a tanulók tudjanak érvelni a környezet- és természetvédelem fontossága mellett, értik a nemzetközi összefogások és a hazai törekvések jelentőségét,
- legyenek képesek a megadott témaköröket az *anyag, energia, felépítés és működés, rendszerek és kölcsönhatásaik, a fenntartható fejlődés és az állandóság és változékonyság* felosztásában és egységében értelmezni,
- ismerjék az élőlények főbb csoportjaira jellemző testszerveződési formákat,
- legyenek képesek a különféle élőlények életműködéseinek lényegét kiemelni és megfogalmazni,
- legyenek képesek megtervezni egy, a tananyaggal összefüggő projektmunkát,
- ismerjék a vírusok, baktériumok biológiai, egészségügyi vonatkozásait,
- a testszerveződés és az anyagcsere-folyamatok alapján legyenek képesek elkülöníteni az élővilág nagy országait,
- tudják ismertetni az ember és az élőlények egymásra utaltságát,
- tudják a határozókulcsok használatának elvét,
- tudjanak a Növényismeret könyv segítségével határozni, tudják az Állatismeret könyv élőlényeit megadott szempontok alapján jellemezni,
- értsék, hogy az élővilág szelekciós tényezők eredményeként alakult ki és ez folyamat most is tart,
- legyenek képesek egyszerű biológiai vizsgálatokat értelmezni.

11. évfolyam: 92,5 óra

A 11. osztály tananyaga két témakörre oszlik („Sejtbiológia” és „Ember belső és külső környezete”), amelyek tárgyalását hét illetve nyolc fejezetre osztva javasoljuk. A feldolgozott tartalmak összefoglalását és a főbb kompetenciafejlesztési célokat az egyes témakörök előtt adjuk meg részletesen.

7. témakör: Sejtbiológia (28,5 óra)

1. fejezet: A tudomány működése: Hogyan tanulmányozható a sejt
2. fejezet: A sejtek anyagai
3. fejezet: A sejtek energiaforrásai
4. fejezet: A sejtalkotók
5. fejezet: Rendszerek sejtszinten
6. fejezet: Fenntarthatóság és jövő a sejt szemszögéből
7. fejezet: A sejt állandósága és változékonysága

8. témakör: Ember belső és külső környezete (64 óra)

1. fejezet: Táplálkozás okai és következményei
2. fejezet: Sport és mozgás
3. fejezet: A dinamikus állandóság biztosítása
4. fejezet: Idegsejttől a gondolatig
5. fejezet: Pszichológia biológiai nézőpontból
6. fejezet: Immunológia
7. fejezet: Szaporodás
8. fejezet: Elsősegélynyújtás

7. témakör: Sejtbiológia (28,5 óra)

A témakör célja megértetni a sejtfelépítés és működés kapcsolatát, összefüggését az emberi, állati és növényi életműködésekkel. Olyan mindennapi kérdésekre keressük a választ, mint hogy miért iszunk naponta vizet vagy éppen cáfoljuk, hogy a koleszterin egyértelműen káros. A reál tanterv is előtérbe helyezi a tudomány közelítését a mindennapokhoz, de gondot fordít arra is, hogy **elmélyítse** a középiskolai tudást és **biztos alapokat** nyújtson a **továbbtanuláshoz**. Ebben a témakörben is - ahogyan az egész tantervben - paradigmaváltás a biológiai folyamatokat az *anyag, energia, felépítés és működés, rendszerek és kölcsönhatásaik, a fenntartható fejlődés és az állandóság és változás* felosztásában és egységében tárgyalni, de újszerű megközelítési mód a biológiai folyamatok, problémák proximatív (közele, jelen időben zajló) és az ultimatív (távoli, evolúciós) módon történő megközelítése. Mindezek elősegítik az integrált természettudományos szemléletet kialakulását és az áltudományos nézetek elutasítását [4] [6] [12]. Ebben az időkeretben viszonylag több idő jut a tanórai kísérletek elvégzésére, bemutatására illetve a napjainkban egyre erőteljesebbé váló molekuláris biológiai folyamatok tárgyalására [9]. Az önálló kísérletek elvégzésére, az érettségire való felkészülés időkeretében is adott a lehetőség.

Témák, problémák, fogalmak	Követelmények, fejlesztendő kompetenciák	Javasolt tevékenységek	Kapcsolatok
1. fejezet: A tudomány működése	A sejtek megismerésére irányuló tevékenység és ezen tevékenység során szerzett ismeretek összessége a sejttan. A tevékenységnek bárki által megismételhetőnek kell lennie és végeredményben azonos eredményre kell vezetnie ahhoz, hogy az eredményt tudományos eredménynek nevezhessük. A tevékenységek alatt tudományos módszerek alkalmazását értjük. A sejt felépítése tanulmányozható modern mikroszkópok segítségével, működésének vizsgálatára technikai eszközök széles tárháza áll rendelkezésünkre. Az élő rendszerek vizsgálatához integrált természettudományos ismeretek szükségesek. A kutatások eredményei tudományos közlemények		

	(folyóiratcikkek, konferenciakötetek, tudományos könyvek) formájában publikált ismeretek halmazaként jelenik meg.		
Hogyan tanulmányozható a sejt?			
Tudósok és tudományos módszerek régen és ma.	Ismerje a következő tudósok sejtannal összefüggő munkásságát: Leeuwenhoek, Hooke	Legyen kutató diák, vegye fel a kapcsolatot a tehetséggondozó szervezetekkel [20].	Angol: a biológia tudományának nyelve.
Leeuwenhoek, Hooke Schwann és Schleiden, Virchow, Watson és Crick szerepe a tudományokban.	Schwann és Schleiden, Virchow, Watson és Crick, Margulis. Tudja használni a fénymikroszkópot.	Egy szabadon választott tudós és eredményeinek tudománytörténeti bemutatása [21].	Fizika: lencserendszerek, gyorsító, elektron.
A mikroszkópok működési elve: fénymikroszkóp, elektronmikroszkóp, atomerő mikroszkóp.	Ismerje a fénymikroszkóp által elérhető nagyítás és felbontás mértékét. [6] [9] [11].	Kerekasztal-beszélgetésben ismertessék egy-egy tudós munkásságát megismerve a tudósokat [15][29].	Fizika: áramerősség, feszültség, ellenállás, kondenzátor.
A feszültségzár módszer értelmezése.	Tudja, hogy festési eljárásokkal növelhető a sejtek illetve sejtalkotók láthatósága.	Fordítsák le közösen magyarra Watson és Crick cikkét: Watson J.D. and Crick F.H.C. <i>Nature</i> 171, 737-738 (1953) [22].	Kémia: izotóp.
Az izotópok biológiai, orvosi felhasználása.	Magyarázzák a fénymikroszkóp feloldóképesség romlását a vizsgált mérettartomány csökkenésével összefüggésben. Tudja, hogy a fénymikroszkópnál nagyobb feloldóképességű mikroszkópok is vannak (elektronmikroszkóp, atomerő	Végezzenek sejtmag és/vagy sejtplazma festéseket. Egy fénymikroszkópos és elektronmikroszkópos képet tanulmányozva vonjanak le következtetéseket. Nézzenek meg	Kémia: nukleinsavak.

	mikroszkóp). Ismertesse az elektronmikroszkóp működésének elvét, hasonlítsa össze a felbontóképességét a fénymikroszkópéval. Adott elektrofiziológiai mérés bemutatásakor tudja értelmezni a „Feszültségzár” módszert. Tudjon példát mondani az izotópok biológiai, egészségügyi alkalmazására [6] [9] [11].	animációt a Voltage clamp módszerről. Nézzenek utána Hevesy György munkásságának.	
2. fejezet A sejtek anyagai	A biogén elemek megismerése, az anyag sejten belüli szerveződési szintjeinek és ezzel kapcsolatban megjelenő információtartalom- változásnak a bemutatása. A magasabb szerveződési szintek működései magukba foglalják az alacsonyabb szintűekét, de azokból nem vezethetők le (pl. a fizikai kémiai folyamatok az élelműködések részejelenségei).		
Miért vagyunk szénvázask?			
Miért iszunk mindennap vizet?	Korábbi biológiai és kémiai ismeretei	Mutassanak ki szén- és vizet különböző	Kémia: atom, elem, ion,

A főbb biogén elemek szerepe és előfordulása: szervezetünkben és környezetünkben. A víz és szén-dioxid szerepe az élővilágban. Porból lettünk, porrá leszünk? A hamu biokémiai vizsgálata. Négy biogén elem (C, H, O, N) magyarázata.	alapján legyen képes bemutatni a C, H, O, N, S, P, Ca, Mg, Na, K, Cl, Fe, I, F, Si szerepét az élő szervezetben, a mindennapi életben, környezetvédelemben (fertőtlenítőszer, ózonlyuk, szmog, savas eső, ivóvízszennyezés) [4] [28]. Értelmezze a víz és szén-dioxid szerepét az élővilágban Magyarázza a biogén elemek arányát (mol %) szervezetünkben. Tervezzon kísérletet: milyen elemeket lehet kimutatni növényi részek hevítése, égetése során, és a keletkezett hamuból. Magyarázni, hogy miért C, H, O, N fordul elő legnagyobb mennyiségben (mol %), az élőlényekben, hozza összefüggésbe az elemek kémiai jellemzőivel.	tápanyagokban. Nézzék meg az élelmiszerek csomagolását is felhasználva, hogy milyen elemeket és milyen arányban viszünk be testünkbe egy étkezéskor. Mutassanak ki hamuból klorid-iont, vas-iont.	halogénezett szénhidrogén, nehézfém, sav, lúg, redukció, oxidáció, mól. Kémia: klorid-ion, vas-ionok, hevítés, só. Kémia: sp-hibridpálya, kovalens kötés, datív kötés, H-híd, másodrendű kötés. Matematika: tetraéder. Fizika: párolgás, hőkapacitás, sűrűség, felületi feszültség. Kémia: víz, szén-dioxid.
A nagy molekulák A lipidek, szénhidrátok, fehérjék, nukleinsavak biológiai szerepe. Miért a glikogén a tartaléktápanyag az emberben? Miért alkalmasak	Korábbi tanulmányai és információgyűjtés alapján legyen képes bemutatni a lipidek, szénhidrátok, fehérjék (stresszfehérjék), nukleinsavak biológiai szerepét. Ismerje a	Hozzanak élelmiszereket és a nézzék meg a tápanyagtartalmukat és mondják el, hogy hogyan használhatja fel szervezetük, sejtjük a molekulákat [28]. Mutassák be a	Kémia: szerves, makromolekula, lipid, fehérje, nukleinsav, szénhidrátok, monomer, cukrok, aminosavak, glicerin, zsírsavak, nukleotidok, foszforsav,

egyres lipidek az elhatárolásra? Káros-e koleszterin? Miért lehet ennyiféle funkciója a fehérjéknek? Kísérletek: - fehérjék kicsapódása, - szénhidrátokra, fehérjékre jellemző kimutatási reakciók. Hogyan rejlik a DNS szerkezetében az információátvitel- és átadó szerep?	makromolekulák felépítését, monomerjeiket. Ismerje fel a ribóz, dezoxiribóz, glükóz, molekulájának vázát, az aminosavak általános képletét, a nukleotidok általános összetételét, az ATP szerkezetét, biológiai szerepét. Mutassanak ki cukrot, peptidkötést, aromás aminosavat, keményítőt. Mutassa be a fehérjék kicsapódását. Tudja, hogy a fehérjék és a nukleinsavak monomerjeik sorrendjében információt hordoznak.	fehérjék kicsapódását tojásfehérje-oldaton nehézfémekkel, hővel. Tejben mutassák ki a tejcukrot és a tejfehérjéket. Vonjanak analógiát a magyar abc betűi és a makromolekulák információhordozó szerepe között.	nehézfém. Kémia: Biuret-reakció, Fehling-reakció, xantoprotein reakció, Lugol-próba.
3. fejezet: A sejtek energiaforrásai	A sejtek működésükhöz nagyrészt kémiai kötésekben tárolt energiát használnak fel. A fényenergia kémiai energiává alakulása elsősorban a fotoszintézis folyamatában megy végbe, de más energiaforrást felhasználó élőlények és folyamatok is léteznek.		
Enzimek Az enzimműködés lényege, működésüket	Tudja az enzimműködés lényegét,	Vizsgálják meg saját nyálamilázuk működését	Kémia: keményítő, katalizátor,

befolyásoló tényezők. Hétköznapi példák az enzimek felhasználására.	tulajdonságaikat, működésüket befolyásoló anyagokat (inhibitorok, aktivátorok), csoportosításukat és hogy minden sejtünkben működnek. Ismerjen példát az enzimek hétköznapi felhasználására [6].	keményítőoldat segítségével [9].	aktiválási energia. Fizika: szabadenergia. Kémia: mosószeres.
Mi az energiaforrásod? Élőlények csoportosítása energiaforrásuk szempontjából. Energia felszabadító és felhasználó folyamatok, ezek kapcsolata. A fotoszintézis, biológiai oxidáció és az erjedés lényege. Hogyan készül a bor, a tejföl és a kenyér? A tejsav megvédi az izmot? Hogyan termel energiát a mitokondrium? Mitől mozognak a molekulák? A sejt transzport-folyamatainak összehasonlítása. A plazmolízis jelenségének vizsgálata.	Tudja, hogy energiaforrás szempontjából az élőlények fototrófok, kemotrófok és mixotrófok lehetnek. Értse, hogy a sejtekben az energia felszabadító és felhasználó folyamatok (közvetve) kapcsolatosak. Ismerje a fotoszintézis és a biológiai oxidáció szakaszainak lényegét. Mutassa ki a széndioxidot meszes vízzel. Tudja az erjedés lényegét, ismerje mindennapi felhasználását, szerepét az izomműködésünkben. Ismerje a kemiozmotikus elméletet. Ismerje és hasonlítsa össze a sejt transzportfolyamatait	Látogassanak meg egy borpincészetet és ismerjék meg a borkészítés folyamatát. Készítsenek közösen kenyeret [2] [6].	Kémia: meszes víz. Fizika: diffúzió, ozmózis, szabadenergia.

	(aktív, passzív) példákkal, energiaforrások megnevezésével. Tudja kiszámítani a legáltalánosabb élelmiszerek %-os szénhidrát-, zsír-, fehérje tartalmának ismeretében az adott mennyiségű élelmiszerből nyerhető energia tartalmát. Nézzen mikroszkópban hagymanyúzatot, végezze el a plazmolízis vizsgálatát.		
4. fejezet: A sejtalkotók	A sejtalkotók megismerésén keresztül a felépítés és működés oksági viszonyainak bemutatása.		
Miért van minden sejtnek sejthártyája?			
A sejtalkotók felépítése és működése. Hogyan ismeri fel immunrendszerünk a sajátot és az idegent? Miért nincs a vörösvértestekben mitokondrium? Miért van a májban sok mitokondrium? Miért kiterjedt az antitesttermelő sejt	Ismerje fel rajzolt ábrán a sejthártyát, sejtplazmát, sejtközpontot, ostort, csillót, endoplazmatikus hálózatot, riboszómát, Golgi- készüléket, lizoszómát, sejtmagot, mitokondriumot; sejtfalat, zöld színtestet, zárványt. Ismerje e sejtalkotók szerepét a sejt életében, vonjon párhuzamot a sejt és	Nézzenek interneten fénymikroszkópos képeket és hasonlítsák össze a rajzolt ábrákkal [18]. Cipőfűzővel vagy madzaggal mutassák be a spirálítás következményét.	Informatika: internethasználat. Rajz: sémajzok, egyszerűbb vázlatok készítése.

hálózata? Hogyan dönti el a sejt, hogy hová jusson az elkészült fehérje? Hogyan emészt egy sejtalkotó? Hogyan fér bele a sejtmagba több mint 1 méter hosszú DNS?	saját szervezete szervrendszereinek működése között [9]. Ismerje a szöveti differenciálódás fogalmát, ennek összefüggését a sejtszerkezet módosulásával. Példákkal bizonyítsa, mely sejtekben és miért fordul elő egy-egy sejtalkotó nagyobb számban [9].		
5. fejezet: Rendszerek sejtszinten	A sejtalkotók rendszere és a közöttük létrejövő kapcsolatok új, és más és más tulajdonsággal ruházhatja fel a sejteket (emergencia).		
Mi a szerepük a belső hártya-rendszereknek? Prokarióták és, eukarióták: egy baktériumsejt és egy emberi májsejt összehasonlítása. Eukarióták robbanásszerű fejlődésének okai. A belső membránok szerepe. Miért van a növényi sejteknek sejtfala? Növényi és állati sejtek összehasonlítása.	Ismerje a baktériumsejt és egy emberi sejt felépítésének és működésének hasonlóságát és különbözőségét. Tudja, hogy a felépítés, illetve a működés mely jellemzői tették lehetővé az eukarióták robbanásszerű fejlődését. Ismerjék a belső membránok szerepét. Hasonlítsa össze a	Beszéljenek arról, hogy miben lehetne párhuzamot vonni egy eukarióta sejt működése és város vagy falu felépítése és működése között. Hasonlítsanak össze egy baktériumsejtet és egy emberi májsejtet. Nézzen mikroszkópban hagymanyúzatot, végezze el a plazmolízis vizsgálatát.	Matematika: mikrométer. Fizika: áram. Kémia: koncentráció.

Sejtek kölcsönhatásai és kommunikációja: sejtkapcsoló struktúrák, közvetlen (elektromos) és közvetett (kémia anyag által közvetített) kommunikáció.	növényi és állati sejt szerveződését. Mondjon példát mechanikai sejtkapcsoló struktúrára szervezetében. Mondjon példát a sejtek közötti közvetlen (elektromos) és közvetett (kémia anyag által közvetített) kommunikációra.		
6. fejezet: Fenntarthatóság és jövő a sejt szemszögéből	A fenntarthatóság fogalma sejtszinten is kutatható és értelmezhető: a sejtet érő kár elhárítása rendkívül költséges, sokszor lehetetlen.		
Miért öregszik a sejt? Sejtek öregedése, ennek sejtbiológiai vonatkozása. Az őssejt és a klón fogalma.	Tudja, hogy az élet sejtszinten is a szabályozott állandó állapot fenntartását jelenti. Tudja, hogy az öregedés az élet része és szabályozott genetikai program, valamint a környezet által meghatározott módon zajlik. Ismerje az öregedés sejtbiológiai vonatkozásait (kromoszómavégek rövidülése, tumorszupressziós elmélet).	Készítsen kidolgozatot melyben minden szerveződési szinten jellemzi az emberi öregedés okait és következményeit [9] [18]. Ismertesse a dolgozatot társai előtt, akik mondják el a véleményüket.	Kémia: szabadgyök. Földrajz, társadalomismeret: öregedés.

	Ismerje a sejtöregedés és a táplálkozás kapcsolatát (szabadgyök-elmélet). Ismerje az összejt és a klón fogalmát.		
7. fejezet: A sejt állandósága és változékonysága	A mitotikus (szám tartó) osztódás folyamata az állandóság, míg a meiózis (számfelező) osztódás a változékonyság sejtszintű képviselői.		
Mik azok az ellenőrzési pontok?			
Osztódási fázisok és ellenőrző mechanizmusok hatása. Hogyan lehetnek állandóak és változóak sejtjeink? Ha ugyanaz a genetikai információ van sejtjeinkben, akkor miért lehetnek különbözőek? A jó és a rosszindulatú daganat fogalma.	Legyen képes a mitózist beilleszteni a sejtciklus egészébe. Tudja, hogy milyen tényezők szabályozzák a sejtciklust, és milyen következményekkel járhat a szabályozás hiánya. Tudja, hogy a sejtek működése és osztódása, az osztódási fázisok sorrendje a sejtekben lévő gének által szabályozottak. A sejtekben olyan ellenőrző mechanizmusok fejlődtek ki, amelyek meghatározott pontokon ellenőrzik a sejtciklust és ennek függvényében	Keressenek a világhálón daganatellenőrző fehérjéket, ismertessék a működésük hiányában kialakuló betegséget. Keressenek animációt a sejtosztódás fázisairól és annak felhasználásával ismertessék a folyamatokat [18]. Készítsenek metszetet hagyma gyökércsúcsból és festés után vizsgálják. Nézzenek utána mi a kapcsolat a fehérjeszintézis és az antibiotikumok hatása között.	Kémia: nukleinsavak, fehérjék.

	daganat, sejthalál vagy normál sejtosztódást következhet be. Tudja a számtartó és a számfelező osztódás biológiai jelentőségét és hogyan és miért lehetnek a biológiai változatosság forrásai. Értelmezze, hogy hogyan működik a kapcsolat a nukleinsavak, a fehérjék működése és a tulajdonságok között. Ismerje a jó- és a rosszindulatú daganat fogalmát [30].		
--	--	--	--

8. témakör: Az ember belső és külső környezete (64 óra)

A tehetséggondozó tantervben megjelenő viszonylag magas óraszám felhasználását egyrészt gyakorlatok, demonstrációk elvégzésére ajánljuk. Másrészt lehetőség adódik a **problémamegoldó gondolkodás** fejlesztésére, aminek a **továbbtanulásban**, a természettudományos felsősoktatásban kiemelt szerepe van.

Az ember belső és külső környezete cím utal koncepciónk egyik fontos alappilléreire, hogy az embert a környezetében vizsgálja, azzal kölcsönhatásban [28]. Az ember is az anyagkörforgás és az energiaáramlás része. Az anyagcsere folyamataiban megfelelő hatékonysággal felépülő és működő, sejtek, szövetek, szervek, szervrendszerek vesznek részt, melyeket egymással kommunikáló szabályozórendszerek felügyelnek, hangolnak össze. Az emberben nemcsak öfenntartó és szabályozó rendszerek működnek, hanem a szaporító szervrendszer is. Itt viszont kilépünk az egyedi szerveződési szintről, ugyanis az élő formák változásai a populációk, szaporodási közösségek genetikai összetételének megváltozásain keresztül érvényesülnek. Így van ez más fajok esetében is, ahogyan például a növény- vagy az állatvilágban illetve a mikroorganizmusok esetében is láthatjuk.

A fenntarthatóság problémájának megoldásában óriási szerep juthat annak a szervnek, amely az embert gondolkodóvá, problémamegoldóvá is tette: az agyunknak [4][13][23].

Önmagunk megismerése, felelősségünk környezetünkért és ennek tudatosulása a jövőnk egyik záloga, ezért tárgyaljuk külön fejezetben a **pszichológia** biológiai alapjait. Új fejezet az **elsősegélynyújtás**, mely eddig nem vagy kevés lehetőséget kapott a közoktatásban [9][16][26].

Témák, problémák, fogalmak	Követelmények, fejlesztendő kompetenciák	Javasolt tevékenységek	Kapcsolatok
1. fejezet: Táplálkozás okai és következményei, avagy mi az állandó testhőmérséklet ára	Annak megértése, hogy az élő szervezetek rendezettsége nagyfokú (entrópiája kicsi) ennek fenntartása állandó munkavégzést – energiabevitelt igényel. Ráadásul az emberi szervezet állandó testhőmérsékletű. Az ember ezért is jelentős időt tölt a táplálkozással. Az ember táplálkozásához kapcsolatan bemutatni a táplálkozás közvetlen és közvetett okait és következményeit, kapcsolat-rendszerét. A táplálék felvétele tudatos folyamat, ezért az okok és következmények más szervrendszerekkel való összefüggése belátható.		
Tudomány működése: Hétköznapi és tudományos megismerés			

Biológiai kísérleteknek és lépéseinek értelmezése. Fogalmak: megfigyelés, hipotézis, kísérlet, kísérleti változó, kontrollkísérlet, törvény, elmélet, hivatkozások. Mennyi egy hír tudományos tartalma? Forráskritika, idézés, hivatkozás fogalma. EKG vizsgálat célja. Vizsgálati módszerek és céljaik: CT, MR. Mi tehetek a betegségek kialakulásának a megelőzésében? Vérnyomásmérés, szűrővizsgálatok, molekuláris diagnosztika.	Értelmezzen emésztőenzimmel kapcsolatos kísérletet. Végezzenek kísérletet, hogy a táplálkozás napi eloszlása milyen hatással van a hízásra. Végezzék el az epe hatását bemutató kísérletet. Tudja a következő fogalmakat: megfigyelés, hipotézis, kísérlet, kísérleti változó, kontrollkísérlet, törvény, elmélet, hivatkozások. Tudja mi a forráskritika célja, mi a különbség az idézés és a hivatkozás között [6] [7] [10] [11] [18] [22] [30]. Tudja használni a fénymikroszkópot. Értelmezzen a táplálkozási magatartás zavaraival kapcsolatos modell kísérletet. Tudja mi az EKG vizsgálat célja. Tudjon értelmezni CT és MR vizsgálatokra vonatkozó tájékoztatókat. Tudjon vérnyomást mérni, az értékeket értelmezni. Tudja a vér- és vizelet-vizsgálatok és tüdőszűrés céljait.	Legyen kutató diák, vegye fel a kapcsolatot a tehetséggondozó szervezetekkel. Emésztőenzimmel kapcsolatos kísérletben változtassa a kísérleti változót. Készítsenek jegyzőkönyvet a kísérlettel kapcsolatban. Újságcikkekben vagy interneten keressen táplálkozással vagy keringési rendszerrel kapcsolatos cikkeket, hasonlítsa össze a cikkek hivatkozásait. Vizsgáljon keményítőszemcséket mikroszkópban. Nézzen utána: • hazai természet-tudományos folyóiratok, • Web of Science (WoS), • Science Direct, • Science Magazine, • Citációs index fogalma. Értelmezzenek vérképet segítséggel [30]. daganat.hu	Kémia: enzim, keményítő. Fizika: nagyítás, szemlencse, tárgylencse. Fizika: röntgensugárzás, dózis, detektor, proton, mágneses tér, rezonancia, hidrosztatikai nyomás. Kémia: hidrogén, víz.
--	--	--	--

	Tudjon a molekuláris diagnosztika lehetőségéről [7] [9] [30].	[18] [30]	
Szövettan Hasonló sejtek a szervekben. Miért nincs az embernek bőrszövege? • Hámszövet • Kötő- és támasztószövet • Vér • Izomszövet • Idegszövet Miért vehetnek tőlem szövetmintát? Szövetteni vizsgálatok diagnosztizáló jellegének a bemutatása. Szövetteni típusok rajzolása.	Ismerje a főbb szövettani típusokat, kösse hozzájuk a főbb funkciókat. (Fedőhám, mirigyhám, felszívóhám, pigmenthám, érzékhám, vér, zsír, alakos elemek, vérplazma, rostok, sejtközi állomány, csontszövet, porcszövet, simaizom, vázizom, szívizom, idegszövet) Tudja, hogy a szövettani vizsgálatok diagnosztizáló jellegűek is lehetnek. Rajzolt ábráról ismerje fel a főbb szövettani típusokat. Ismerje fel mikroszkópban a főbb szövettani típusokat, tudjon sematikus rajzot készíteni a látottakról, a nagyításokat tudja kiszámolni [11] 17].	Egy sematikus rajzolt ábrán nézzenek különbségeket a jó és rosszindulatú daganat jellemzőire. Elemezzenek közösen egy vérképet. Használják a szövettani internetes portálokat [18]. Vizsgáljanak fénymikroszkópban szövettani metszeteket [11].	Rajz: sematikus ábra készítése. Informatika: internet-használat. Fizika: nagyítás.
Mindennapi kenyerünk Biogén elemek, táplálék, tápanyag fogalma. Honnan származnak testünk	Legyenek tisztában a biogén elem, táplálék és (esszenciális) tápanyag fogalmával.	Készítse el egy napjának táplálék és tápanyaglistáját, hasonlítsa össze társával, magyarázzák a	Kémia: atom, elem, molekula, makromolekulák, oldódás, poláros,

anyagai? Tápanyagok táplálékforrásokhoz való kapcsolása. Tápanyagok szerepe a testfelépítésben. Mi mindent köszönhetünk Szent-Györgyi Albertnek? Vitaminok szerepe. Felelőtlenül a vitaminok sem szedhetők.	Tudjon tápanyagokat táplálékforrásokhoz kapcsolni. Ismerje a tápanyagok szerepét testfelépítésében és életműködéseiben [28] [30]. Ismerjen egy zsírban és vízben oldódó vitamint (forrás, szerep, betegség).	hasonlóságokat, különbségeket. Figyeljék meg az élelmiszerek csomagolásán feltüntetett összetevőket és magyarázzák a lehetséges kockázati tényezőket, táblázat segítségével [26] [30].	apoláros oldószerek.
Hidrogénmeg-hajtás Miért vagyunk evés után gyakran fáradtak? Tápcsatorna szakaszai, funkciói. Emésztőmirigyek. Lebontó folyamatok.		Megfelelő táblázat segítségével állítsa össze étrendjét a napi energiaszükségletnek megfelelően. Napi étrendje tápanyagtartalmát hasonlítsa össze a RDA és INBÉ (GDA) adatokkal, határozza meg testtömegindexét (BMI) [26] [30].	Kémia: hidrolízis, redoxi-reakciók.
250 m2-en minden életjelenség Az emésztőrendszer részei és működése. Hogyan lesz egyre kisebb méretű? Főbb emésztőmirigyek:	Ismerje fel ábrán az emésztőrendszer részeit, tudja biológiai funkcióit. Ismerje az emésztőmirigyek, (nagy nyálmirigyek, máj, hasnyálmirigy)		Matematika: fajlagos felület.

nyálmirigyek, máj, hasnyálmirigy.	funkcióit. Tudja az emésztés fogalmát.		
A tápanyagok sorsa és a hidrogénmeghajtás Miért vagyunk evés után gyakran fáradtak? A lebontó folyamatok és az energiaszükséglet kapcsolata. A táplálkozás légzéssel, keringéssel, kiválasztással való kapcsolata. A légzőrendszer részei, biológiai funkciói. A keringési rendszer részei, biológiai funkciói. A kiválasztórendszer részei, biológiai funkciói. Merre megy a vörösvértest? Mi lesz sorsa a felvett tápanyagoknak a testünkben? A biológiai oxidáció és a tejsavas erjedés kapcsolata az izomműködéssel. A Cori-kör	Magyarázza a táplálkozás légzéssel, keringéssel, kiválasztással való kapcsolatát. Ismerje fel ábrán az légzőrendszer részeit, tudja biológiai funkcióit. Ismerje fel ábrán az keringési rendszer részeit, tudja biológiai funkcióit. Ismerje fel ábrán a kiválasztórendszer részeit, tudja biológiai funkcióit. Tudja nyomon követni grafikonon a légzés alatti térfogat és nyomásváltozásokat. Grafikonon tudja nyomon követni a szívciklus alatti térfogat és nyomásváltozásokat. Grafikonon elemezze a vérnyomás változását, a véráramlás sebességét, az erek keresztmetszetének alakulását ábrázoló görbéket. Magyarázza, hogy a szív szakaszosan működik a véráramlás mégis	Készítsenek közösen Donders-modellt [9]. Mérjék meg egymás vérnyomását. Mérje meg egyszerű készülékkel a vitálkapacitását [10]. Elemezzenek egy vérképet, ha szükséges kérjék a szakember segítségét. Boncoljanak sertés tüdőt, szívet és vesét. Készítsenek jegyzőkönyvet. Rajzolják le a látottakat [9] [29]. Készítsen rövid esszét William Harvey munkásságáról. Megfelelő táblázat segítségével állítsa össze étrendjét a napi energiaszükségletnek megfelelően. Napi étrendje tápanyagtartalmát hasonlítsa össze a RDA és INBÉ	Fizika: gáztörvények, a folyadékok áramlását meghatározó tényezők (nyomás, súrlódás, sűrűség, örvények, Bernoulli törvény, Poiseuille törvény, térfogati áramlás, Ohm törvénye, parciális nyomás, ellenáramlás elve, diffúzió. Kémia: pH.

jelentősége.	folyamatos. Tudja milyen anatómia (erek átmérője, 3 szűrőrendszer) fizikai (effektív filtrációs nyomás) és kémiai (molekulák tulajdonságai) tényezők segítik a szűrletképződést? Értse, hogy mi a szerepe a Henle – kacsban bekövetkező koncentráció-növekedésnek illetve a Henle - kacs hosszának? Értse, mi a szerepe annak, hogy a velőállományban a szövetközötti folyadék ozmolalitása a kéregtől a vesemedence felé haladva többszörösére nő? Tudja, hogy mi a vese szerepe a víz, a pH, a nitrogén-egyensúly, a sóháztartás szabályozásában [9]. Ismerje a tápanyagok lebontásának útját a szervezetében és a sejtjeiben. Ismerje a Cori-kört.	(GDA) adatokkal, határozza meg testtömegindexét (BMI) [26] [30].	
Fogyasztó-szerepben: 10 kg káposzta 1 kg kecske Táplálkozási kapcsolatok elemzése.	Elemezzen egy táplálkozási hálót, táplálék és	Lakóhelyéhez legközelebbi nemzeti park	Matematika: ökológiai lábnyom

Hogyan van bennünk a Nap energiája? Anyagkörforgás és az emberi táplálkozás kapcsolata. Belegondoltunk-e, hogy lényegében ugyanazok a kémiai elemek építik fel az embert, mint a növényeket, állatokat, baktériumokat? Mikroorganizmusok a szervezetben. Takarékoskodás az erőforrásokkal. Mekkora az (ökológiai) lábnyomod? Ökológiai lábnyom nagyságának a kiszámítása. Globális problémák: népességrobbanás, éhínség, vízhiány. Hányféle módon táplálkoznak a Földön? Anyagcsere-típusok: autotrófok és heterotrófok. Tápláléklánc elemei: termelők, fogyasztók és a lebontók. Példák az	táplálkozási piramist. Kapcsolja táplálkozását a szén és víz körforgás folyamatához [2] [4] [13]. Hozzon példákat a mikroorganizmusok lehetséges szerepeire az emberi szervezetben (élősködés, szimbiózis). Tudja, hogy táplálkozási szokásaink döntően befolyásolják az ökológiai lábnyom nagyságát. Tudjon példát mondani a táplálkozással kapcsolatos globális problémákra: népességrobbanás, éhínség, vízhiány [2] [4] [13] [17] [26] [27] [28]. Értelmezze a önszabályozás fogalmát a vércukorszintre és az ökoszisztémák szintjén. Értsék az autotróf és heterotróf anyagcsere lényegét. Kapcsolja az embert a táplálkozási hálózatba, ismerje a termelők, fogyasztók, lebontók szerepét [8]. Hozzon példát az állatvilágból sejten belüli és sejten kívüli emésztésekre.	élővilágát használja fel táplálkozási háló készítéséhez. Adjanak tanácsokat, javaslatokat ahhoz, hogy az ökológiai lábnyomunk kisebb legyen. Készítsenek bemutatót: éhínség és a vízhiány szerepe történelmi eseményekben. Készítsen poszttert, mely bemutatja az összefüggést az ökoszisztémák romló állapota és az emelkedő élelmiszerigény között. Látogassanak meg egy biogazdálkodást, készítsenek riportot, tudják meg hogy mitől „bio” a biogazdálkodás. Készítsenek az iskolában termékbemutatót élelmiszerekből, ahol feltüntetik az egészségtani vonatkozásokat [28] [30]. Elemézzenek táplálkozási hálót.	számolása. Társadalom- ismeret: népességrobbanás. Kémia: vízszennyezés. Földrajz: közgazdaságtan alapjai. Rajz: Poszterkészítés.
---	--	--	---

állatvilágból: sejten belüli, sejten kívüli emésztések. A sokféleség (diverzitás) értelmezése különböző szinteken.	Értelmezze a sokféleséget (diverzitást) az ökoszisztéma szintjén (pl. a tápláléklánc szintjeinek száma).		
Életmód és táplálkozás Az egészség nem a betegség hiánya? A tápcsatorna megbetegedései, kockázati tényezők, a megelőzés lehetőségei: fogszuvasodás, gyomorfekély, sárgaság, alkoholos májkárosodás, cukorbetegség), vastagbélgyulladás, rák, aranyér. A légzőrendszer megbetegedései, kockázati tényezők, a megelőzés lehetőségei: nátha, influenza, tüdőgyulladás, asztma. A keringési rendszer megbetegedései, kockázati tényezők, a megelőzés lehetőségei: magas vérnyomás, erek betegségei, infarktusok. Megelőzés szerepe: a betegség nem az egészség hiánya.	Sorolja fel a tápcsatornát érintő leggyakoribb megbetegedéseket. Tápcsatorna megbetegedései, fogak (szuvasodás), gyomor (fekély), máj (sárgaság, alkoholos májkárosodás), hasnyálmirigy (cukorbetegség), vastagbél (gyulladás, rák), végbél (aranyér). Ismerje a kockázati tényezőket. Sorolja fel a légzőrendszert érintő leggyakoribb megbetegedéseket. Légzőrendszer megbetegedései: nátha, influenza, tüdőgyulladás, asztma. Ismerje a kockázati tényezőket. Sorolja fel a keringési rendszert érintő leggyakoribb megbetegedéseket. Keringési rendszer megbetegedései: vérnyomás (magas), erek betegségei (angina, ateroszklerózis,	Elemézzenek adatokat, amelyek az életmód és a tápcsatorna, keringési rendszer megbetegedései közötti kapcsolatokat tárják fel. Érveljen a mozgás (sport) mellett a táplálkozási és keringési megbetegedések megelőzése érdekében. Készítsenek tortadiagramot, tüntessék fel hazánk leggyakoribb tápcsatornát, keringési rendszert, légzőszerveket érintő megbetegedéseit. Keressenek a világhálón olyan cikkeket, amelyek Helicobacter pylori és a fekélybetegség kapcsolatát és/vagy a tápcsatorna	Matematika: tortadiagram, grafikonelemzés, oszlopdiagram, statisztikai elemzés. Informatika: szoftver-használat, internet-használat. Informatika, matematika: diagramok készítése, elemzése. Matematika: statisztika, grafikonelemzés. Informatika: szoftverkezelés.

Az alapfokú újraélesztés folyamata és gyakorlata.	aneurizma), infarktusok (és következményei). Ismerje a kockázati tényezőket. Ismerje az életmód szerepét a táplálkozási-, légző-, és keringési megbetegedések megelőzésében. Tudja kivitelezni az alapfokú újraélesztés folyamatát. (Basic Life Support, BLS) [6] [11] [16] [30].	tükrözés módszerét tárgyalják. Elemezzenek statisztikai adatokat a különböző légző- és keringési rendszeri megbetegedésekkel kapcsolatban. Projektmunka: Egészség nem a betegség hiánya. Vezető halálokok Magyarországon és a megelőzés lehetőségei, statisztikai elemzése. Készítsenek bemutatót, hogy milyen gépeket és protéziseket használ ma az orvostudomány a szív-és érsebészetben. Használják a BLS programot, szoftvert, elemezzék a grafikonokat [17] [18].	
2. fejezet: Sport	Annak megértetése, hogy a mozgás minden szervrendszerünk működésére kihat és a rendszeres mozgás az egészségmegőrzés fontos tényezője, hiszen a civilizált körülmények között		

	élő emberek mindennapos munkája gyakran nem jár annyi fizikai megterheléssel, amennyire az egészségük megőrzése érdekében szükségük volna.		
Tudomány működése A tudomány eredményeinek hasznosítása az edzéstervekben. • Bemelegítés • Edzéstípusok	Ismerje a bemelegítés, a testedzés jelentőségét, típusait (erőnléti, ügyességi, állóképességet fokozó), tudományos hátterét [30].	Készítsenek, illetve elemezzenek edzésterveket, szakemberrel ellenőrizték [10] [19]. Nézzenek utána Archibald Hill tévedésének [12].	Bemelegítés, erőnléti, ügyességi, állóképességet fokozó edzés, izomláz.
A csontok és az izmok szervetlen és szerves alkotói Hogyan lehet a csont szilárd és rugalmas is egyben? • Szervetlen alkotók • Szerves alkotók Az izmok anyagai. Tojásból izom lehet? • Izomfehérjék • Kalciumraktárak • Oxigéntárolók Az izomműködés molekuláris biológiai háttere.	Tudja, hogy csontjainak felépítésben fontos szerepet játszanak a kalcium-sók és egyes fehérjék. Ismerje a csont kémiai összetételét, (szerves és szervetlen alkotók), az összetevők arányát, funkcióját [30]. Ismerjen kísérletet a csontok szervetlen és szerves anyagainak kimutatására. Tudja, hogy izmai nagy részét víz és izomfehérjék teszik ki. Tudja, hogy izom-	Végezzenek el kísérletet a csont szerves és szervetlen anyagainak bemutatására. Vegyenek a hentesnél csövescsontot, vizsgálják meg a tanult részeket. Mutasson be kísérleteket melyben igazolja, hogy a tojás és a hús is fehérjéből áll [6].	Kémia: szerves és szervetlen. Fizika: csövek mechanikai tulajdonságai. Kémia: ion, fehérje, Biuret próba.

	összehúzódáshoz, kalciumion is szükséges. Ismerje az izom saját oxigéntároló és energiatároló molekuláinak szerepét. Tudja a kalciumion, a magnéziumion és az ATP szerepét az izom-összehúzódás folyamatában.		
Izom-energetika A szervezet fokozott energiaigénye és a mozgás kapcsolata. Miért vacogunk, ha fáunk? Energiaszolgáltatás az izomműködéshez. Mitől gyors vagy lassú egy vázizomrost? Az ATP regeneráció folyamata. A tejsav szerepe az izomműködésben.	Tudja, hogy az izomműködtetéshez felhasználódó energiának jelentős része hővé alakul. Tudjon felsorolni energiát szolgáltató folyamatokat az izomban. Az izmok ATP regeneráló mechanizmusait hozza összefüggésbe az izmokat ért terheléssel. Ismerje az izmok működése és a tejsav közti összefüggést (fáradt izom működésének segítése, üzemanyag, izomláz).	Nézzenek utána, hogyan változott a 100 méteres és a maratoni futók teljesítménye az elmúlt 100 évben. Hívjanak meg sportolót és edzőt tanórára, beszéljenek az edzésmód-szerekről. Nézzenek utána, hogyan táplálkoznak a különböző sportág képviselői és miért [6].	Fizika: sebesség, gyorsulás. Kémia: tejsav.
A mozgás passzív, aktív szervei Eiffel és a combcsont Folytonos változásban: a csontok funkciói Mi segíti a csontok teherbírását?	Tudja, hogy a csont élő, azaz folyamatos változásban (bontás, építés) lévő szervünk. Tudja a csontok	A csontvázon mutassa meg a tanult csontokat. Kérjenek fel egy régész-	Fizika: mechanikai energia.

A csontok szerkezete. Az emberi szervezet csontjai: agykoponya, arckoponya, végtagok csontjai, függesztő övek, gerincoszlop csontjai. A csontok összeköttetései: folytonos és megszakított. Egyes izmok elhelyezkedése és funkciója. Az izmok felépítése és működése az életkor és a nem függvényében. Az aktin és a miozin működése.	funkciót. Tudja, hogy a csont szerkezetét befolyásolja a csontok mechanikai igénybevétele is. Ismerje az agykoponya és a végtagok csontjait (függesztő övekkel). Ismerje a mellkas, a gerincoszlop csontjait, tájékait. Ismerje a csontok összeköttetéseit, az ízület felépítését. Tudja ismertetni egy lapos és egy csöves csont felépítését. Ismerje az arckoponya csontjait. Ismerje a vázizmok részeit. Tudja, hogyan változik az izomműködés, az izommenység az életkor és a nem függvényében. Tudja a helyét és funkcióit a következő izmoknak: gyűrű alakú záróizmok, gátizmok, mimikai izmok, bordaközi izmok, rekeszizom, végtagok hajlító- és fesztítő izmai. Ismerje az izomfehérjék működését, értse hogyan tárolódik a miozinban az ATP energiája?	antropológust, hogy ismertesse vizsgálati módszereiket. Vizsgáljon egy nyers csirkecombot, figyelje meg az izompólyát, az ízületet, ínt.	
Váz-izomrendszer és kapcsolataik A mozgás aktív és passzív szerveinek	Magyarázza a mozgás aktív és	Vizsgálja, mozgassa a	Fizika: súlypont,

kapcsolatai. Segítő élettani rendszerek: a légző- és a keringési rendszerrel való kapcsolat. Mozgás és a viselkedés kapcsolata. Szenzori-motoros rendszer. Az alkalmazkodás következményei. Kétlábonjárás, de hogyan? A kétlábonjárás anatómiai és biomechanikai feltételei.	passzív szerveinek egymás közötti kapcsolatát. Magyarázza a mozgás érzékszervekkel és idegrendszerrel való kapcsolatát. Tudja a légző és keringési rendszer alkalmazkodását az izommunkát kísérő változásokban. Magyarázza a mozgásnak a viselkedésben betöltött szerepét [1] [14] [15] [30] [31]. Ismerje az ember esetében a kétlábonjárás anatómiai és biomechanikai feltételeit.	húsboltban vásárolt csirke alsó végtag ízületeit, inait. Vizsgálják futás előtt és után a pulzusokat és a légzésfrekvenciát. Magyarázzák a különbségeket. Hasonlítsák össze egy aktív sportoló pulzusát és légzésfrekvenciáját egy nem sportolóéval. Csoportokba szerveződve mutassák be a tánc szerepét az ember életében. Hívjanak meg jeltolmácsot és egy süket-néma diákot, vegyék fel a kapcsolatot, próbáljanak kommunikálni. Hozzanak fel példákat tudatos, automatikus, indulati viselkedésre melyek ugyanazt a mozgást eredményezték.	súlyvonal, erő, erőkar, energia.
Fenntarthatóság, evolúció és a mozgás Közlekedés, de nem gyalog. A fenntarthatóság és a sport	Ismerje a fenntarthatóság és a közlekedés kapcsolatát. Ismerje a	Készítsenek posztert a következő címmel: Ökológiai utak, „tisztá” mozgás a	Kémia: szmog. Földrajz: közlekedés

kapcsolata. Hányféleképpen mozog? Mozgás és izomtípusok.	fenntarthatóság és a sport kapcsolatát [4] [13]. Ismerje, hogy az emberben előforduló mozgás és/vagy izomtípusok hol fordulnak elő az élővilág más képviselőiben.	lakóhelyemen. Gyűjtsenek példákat, megfigyeléseket az állat és a növényvilágban előforduló mozgástípusokra. Elemezzenek mozgásmintázatokat, mikor melyik lábát teszi le egy kutya illetve az ember, ha jár, ha fut [18].	szerepe.
A sport egészségтана A mozgásnak a keringésre, légzésre, anyagcserére gyakorolt hatása, az elhízás következményei. Az időskori csonttritkulás. Az izomnövelők hatásának káros következményei. A korai csípőszűrés jelentősége a csípőficam kialakulásának a megelőzésben. Sportsérülések és alapvető ellátási módjuk: rándulás, ficam, törés, elsősegélynyújtás.	Ismerje a mozgásnak a keringésre, légzésre, anyagcserére gyakorolt jótékony hatását az elhízás következményeit. Tudja, mi az oka, hogy az időskori csonttritkulás gyakoribb a nőknél. Tudja az izomnövelők hatásának káros következményeit. Tudja miért van csípőszűrés újszülött korban. Tudja mi a különbség a ficam és a rándulás között, melyek a sérültellátás módjai ezekben az esetekben. Tudja miért veszélyes a nyílt törés, melyek a teendők a káros következmények	Szervezzenek projektnapot „A sport több mint gyógyszer” címmel, vagy írjanak ki esszépályázatot ugyanilyen címmel. Elemezzék a Mindentudás Egyeteme sorozat sportegészséggel foglalkozó előadásait.	Informatika: internet-használat.

	megelőzése érdekében [23] [30].		
3. fejezet: A dinamikus állandóság biztosítása	Annak megértetése, hogy a hormonrendszer az idegrendszerrel és az immunrendszerrel együtt összehangolja, szabályozza a szervrendszerek működését.		
Mindenhol hormon Szinte valamennyi sejt képes előállítani hormont. Az inzulinadagolás problémája. A szénhidrát-anyagcserére ható hormonok: adrenalin, inzulin, kortizon. Az egyes hormonok hatásai: oxitocin, növekedési hormon, a tüszőserkentő hormon, a sárgatestserkentő hormon, a tejleválasztást serkentő hormon, tiroxin. Nemcsak egy biztosítás: a hormonrendszer és az idegrendszer működésének összehasonlítása. A homeosztázis	Értse annak jelentőségét, hogy hormon szerepet végző kémiai anyagok előállítására szinte valamennyi sejt képes. Magyarázza, hogy korábban és még napjainkban sem lehet szájon át szedni az inzulint a cukorbetegnek [6] [30]. Ismerje az oxitocin, a növekedési hormon, a tüszőserkentő hormon, a sárgatestserkentő hormon, a tejleválasztást serkentő hormon, a tiroxin, az inzulin, az adrenalin termelődési helyét, főbb hatásukat. Ismerje a szervezet só és vízháztartására ható hormonok	Nézzenek utána, hogy az 1958-as Nobel díj kinek a nevéhez fűződik, miért nagy jelentőségű a munkássága a hormonok kutatásában. Válasszanak ki egy hormont és gyűjtsék össze a hormonnal kapcsolatos betegségeket, kutatási eredményeket, problémákat. Csoportonként eltérő hormont válasszanak [19]. Nézzenek utána mi is az a GI (glikémiás index), hogyan alkalmazható a jobb egészség érdekében [18] [30].	Kémia: kalcium. Kémia: cukor.

biztosítása példákkal. Miért nem lenne jó, ha a kar behajlítása hormonális szabályozású folyamat lenne? Mi a különbség a szabályozás és a vezérlés között? A vércukorszint, vízháztartás, a kalciumszint és a tiroxintermelés hormonális szabályozása.	termelődési helyét és főbb hatásukat. Ismerje a szervezet kalciumháztartására ható hormonok termelődési helyét, főbb hatásukat. Magyarázza miért eltérő az adrenalin hatása a szívre és a vékonybélre. Tudja, hogy a belső környezet dinamikus állandóságát (homeosztázis), hormonrendszer is biztosítja. Hozzon erre példát. Hasonlítsa össze a hormonrendszer és az idegrendszer működését, fogalmazza meg a különbségeket, hasonlóságokat. Soroljon fel homeosztatikus funkciókat. Magyarázza, hogyan befolyásolják a hormonok a szervezet szénhidrát-anyagcseréjét (adrenalin, inzulin, kortizon). Ismerje a vércukorszint hormonális (inzulin, glukagon) szabályozását. Ismerje melyek a vércukorszintre ható vezérlő és szabályozó tényezők [6] [30]. Mutassa be a tiroxintermelés szabályozását.	Nézzenek utána jódtartalmú táplálékoknak (ételek, italok, ásványi anyagok), hasonlítsák össze az ember napi szükségletét és az elfogyasztott napi mennyiséget [19].	
--	--	--	--

Hormonok mindenütt Hormonhatású anyagok a környezetben. Fenntarthatóság és a hormonok. Hormonok emberben, állatban, növényben. A fajspecifikusság kérdése.	Magyarázza a hormonhatású anyagok (EDC) vizekbe kerülésének veszélyeit. Értse mi a kapcsolat a fenntarthatóság, a hormon és az antibiotikummentes állattartás között [4] [7] [14] [27]. Hozzon példát hormonális szabályozásra a növény vagy az állatvilágból. Magyarázza, hogy mire utal, hogy sok hormon nem fajspecifikus.	Vitassák meg a hormonok használatát az állattenyésztésben és állattartásban, nézzenek utána jelentéseknek. Nézzenek utána hogyan használtak régebben állatokat az emberi terhesség kimutatására.	Földrajz: fenntartható gazdálkodás.
Egészségtani vonatkozások Cukorbetegségek kialakulása, rizikótényezők, kezelhetőség. Stressz és a hormonok kapcsolata.	Tudja mi a cukorbetegség, észre lehet-e venni a cukorbetegség kialakulását, melyek azok a rizikótényezők, amelyek a cukorbetegség kialakulásában szerepet játszhatnak. Értse hogyan kezelhető a cukorbetegség. Ismerje a stressz és a tartós stressz hormonális hátterét, a termelő hormonok hatását, annak következményeit [6] [14] [30].	Beszélgessenek egy cukorbeteggel, beszéljék meg a napirendjét, táplálkozási szabályokat, nézzenek utána hazai és nemzetközi statisztikai adatoknak [6] [14] [26] [28]. Gyűjtsék össze, hogy milyen eredetű, hatású és időtartamú stressz éri családtagjaikat a mindennapokban [6] [14] [26] [28].	Matematika: statisztika.

4. fejezet: Idegsejttől a gondolatig	Annak megértetése, hogy az idegrendszer fő feladata a külső és belső környezet változásainak érzékelése, arra adandó válasz, valamint életfolyamatok szabályozása.		
Anyag nélkül nincs gondolat Hogyan jutalmaz az agy? • Az idegsejtek ionjai • Az idegsejtek jelátvivő anyagai • Pszichoaktív szerek (drogok) • Anyagok az agy vizsgálatában • Vizsgálati módszerek: MRI, PET, EEG és a CT vizsgálatok	Tudja, hogy a gondolkodás az idegsejtek, az agy működését jelenti. Működéséhez megfelelő anyagi feltételek: szerves anyagok (glükóz), ionok, oxigén stb. szükségesek. Tudja, hogy a pszichoaktív szerek (drogok) általában az idegsejtek közötti kommunikációt befolyásolják [6] [30]. Ismerje az MRI, PET, EEG és a CT vizsgálatok lehetséges céljait és főbb különbségeit [7].	Nézzenek meg egy kisfilmet az agyi vizsgálati módszerekről. Válasszanak ki egy-egy legális drogot, készítsenek csoportmunkában kiselőadást a drogfogyasztás megelőzése érdekében. Nézzenek utána mit jelent kortársképzés, ha tudnak vegyenek részt rajta [23][26].	Kémia: ion, glükóz, oxidáció. Fizika: MRI, PET, EEG, EKG, CT.
Idegsejt nyugalomban és akcióban A nyugalmi és az akciós potenciál fogalma. Milyen hajtóerők mozgatják az	Tudja a nyugalmi és az akciós potenciál fogalmát. Az anyagcsere-folyamatok során keletkező energia	Nézzenek meg szakember segítségével egy EEG és egy EKG felvételt [7].	Fizika: elektromos kettősréteg, elektromos potenciál. Analóg és

ionokat? A sejt ingerlékenységének feltételei. A helyi és a tovaterjedő potenciálok összehasonlítása.	nem az akciók potenciál generálásához, hanem a nyugalmi ioneloszlás fenntartásához szükséges, és ez feltétele a sejt ingerlékenységének. Hasonlítsa össze a helyi (lokális) és a tovaterjedő potenciált.		digitális jel.
Az emberi agy működési állapotainak száma annyi, mint az ismert világegyetemben található elemi részecskék száma Hogyan tanul az idegsejt? • Idegsejtek • Szinapszisok • Gliasejtek • Reflexívek • Idegrendszer anatómiája • Idegrendszer funkciója A szimpatikus és paraszimpatikus idegrendszer funkcióinak összehasonlítása. Ilyen mezőn még nem jártál: a Brodmann mezők.	Ismerje az idegsejtek funkcióit. Ismerje az idegsejt felépítését és funkcióit. Ismerje a kémiai szinapszisok felépítését, tudja, hogy a szinapszisok lehetnek serkentő és gátló jellegűek. Tudja a gliasejtek szerepét az ingerület terjedésének folyamatában. Hasonlítsa össze a reflexívet és a reflexkört a térdreflex példáján. Ismerje a következő fogalmakat: a központi idegrendszer, környéki idegrendszer, ideg, dúc, pályák, mag, kéreg, fehér- és	Mutassa be társával a térdreflexet. Nézzék meg a pupillák tágasságát különböző megvilágított-ságú helyeken. Készítsenek gyurmából emberi agyat [21].	Kémia: zsírsavak.

	szürkeállomány, a testi (szomatikus), vegetatív idegrendszer. Hasonlítsa össze a szimpatikus és paraszimpatikus idegrendszer funkcióit. Tudja az agytörzs (a köztiagy is), gerincvelő főbb funkcióit. Tudja a kisagy mozgásszerveződésben betöltött szerepét. Ismerje, milyen funkciók köthetők a piramis rendszerhez. Tudja milyen főbb működésekért felelősek a kéreg alatti magvak. Tudja, hogy Brodmann a kéreg 52 mezőjét különítette el a mikroszkópos alaktani sajátosságok alapján. Később derült ki, hogy a morfológiai sajátosságok alapján kategorizált kérgi mezők funkcionális egységeket is képeznek.		
Karmesterek Hogyan lehet összehangolni a rendszereket? • Rendszer-elmélet • Idegrendszeri szabályozás	Tudja, hogy az idegrendszer biztosítja a szervezet összehangolt működését, képes a környezetből érkező	Értelmezzék az analógiát: karmester (idegrendszer), zenészek (szervek) [29].	Fizika: hő és hőmérséklet.

Szabályozás és a vezérlés összehasonlítása. A táplálkozás, légzés, keringés, kiválasztás és a testhőmérséklet szabályozása. Az mozgás szabályozása.	hatások feldolgozására és a válaszreakció megszervezésére is. Hasonlítsa össze a szabályozást és a vezérlést Hozzon példát a közvetlen (sejt-sejt) és közvetett (ideg, testfolyadék) szabályozásra. Ismerje a táplálkozás, légzés, keringés, kiválasztás és a testhőmérséklet szabályozását. Ismerje az agykéreg, agytörzs, gerincvelő illetve a kisagy, kéreg alatti magvak szerepét a mozgások szervezésében, szabályozásában.		
Egyetlen sejtől a neokortexig Egy érdekes analógia. Gaia rajtunk keresztül önmagára ismer? Az idegrendszer evolúciója. Miért van a fejünkben az agyunk? Hármas agymodell: Hüllőagy is van a fejünkben?	Ismerje a Gaiai és az emberi test analógiáját [23] [28] [29]. Értelmezze: az idegrendszer törzsfelföldése a központosodás irányába mutat. Ismerje MaClean-féle hármas agymodelljét.	Értelmezzék: „Aki tudatosan átéli minden teremtet lényel való egységét, az úgy közelít hozzájuk, mint saját testének részeihez. Ha egy fát kívágnak, átéli annak szenvedését, s úgy érzi, a saját testéből vágtak ki egy darabot. A természet egészsége az ember saját egészsége”. http://www.sulinet.hu/eletestudomany/archiv/2000/0035/f	Informatika, média: a Mindentudás Egyeteme témával kapcsolatos előadásainak letöltése.

		oldanyank/foldanyank.html Próbálják meg összegyűjteni mi mindenben különbözik az emberi idegrendszer más élőlény idegrendszerétől [18]. Töltsenek le és hallgassák meg az idegrendszer működéséről szóló előadásokat, melyek a Mindentudás Egyeteme sorozatban elhangzott.	
Ép testben ép lélek Hol fáj a fejem? Az életmód szerepe az idegrendszeri betegségek kialakulásának megelőzésében. Egy idegrendszeri eredetű betegség bemutatása.	Ismerjék az életmód szerepét az idegrendszeri betegségek kialakulásának megelőzésében [30]. Ismerjen egy idegrendszeri eredetű betegséget az alábbiak közül: sclerosis multiplex, Alzheimer-kór, Parkinson- kór, stroke, epilepszia. Ismertessék a betegségek jellemzőit, a lehetőségeket a megelőzésben.	Válasszanak ki csoportmunkában egy idegrendszeri eredetű betegséget az alábbiak közül: sclerosis multiplex, Alzheimer-kór, Parkinson- kór, stroke, epilepszia. Ismertessék a betegségek jellemzőit, a lehetőségeket a megelőzésben.	Informatika, könyvtárhasználat: adatgyűjtés.
5. fejezet: Pszichológia biológiai nézőpontból	A tanulók		

	szerezzenek ismereteket és tapasztalatokat az emberi pszichikumról és ezek segítség az önismeretükben, felelősség-tudatukban, tanulásukban és pályaválasztásukban.		
Evolúciós pszichológia A darwini evolúciós elmélet hatása a lélektanra: viselkedés, mint adaptív funkció. Önzetlenség és együttműködés evolúciós pszichológiai megközelítése.	Tudja, hogy ezen elemélet szerint az emberi viselkedés számos formájára azért irányult pozitív szelekció, mert azok bizonyos funkciókat töltöttek be, amelyek előnyösek voltak a túlélésre és a szaporodásra nézve abban a környezetben, ahol az emberi faj kialakult [6]. Tudja az evolúciós pszichológia elméleti kereteit. Hozzon példákat egy-egy viselkedés közeli (proximatív) és távoli (ultimatív) okaira. Ismerje az önzetlenség és az együttműködés evolúciós pszichológiai megközelítését. [1] [26].	Keressenek szakkönyvekben kísérleteket, amelyek alátámasztották az evolúciós pszichológiai hipotéziseket. Ajánlott irodalom: Bereczkei Tamás: Evolúciós pszichológia.	
Fejlődéslélektan Az ember egyedfejlődése a gének és a	Tudja, hogy az ember egyedfejlődése a	Ajánlott irodalom: A. Gopnik – A. Meltzoff – P. Kuhl:	Informatika, könyvtár-használat:

környezet kölcsönhatásában zajlik. Az újszülött nem tabula rasa. • öröklődés • érzékelés alapjai Az újszülöttek kognitív képességei. Az érzelmi fejlődés hatása az értelmi fejlődésre. A család szocializációs funkciója. Szenzoros tapasztalatok szerepei.	gének és a környezet kölcsönhatásában is zajlik. Hozzon ezekre példát (születési sorrend, nem, temperamentum, kritikus szakaszok). Ismerje az újszülött kognitív képességeit. Ismerje az érzelmi fejlődés hatását az értelmi fejlődésre, hozza összefüggésbe a család szocializációs funkcióival [16] [23] [30] [31]. Ismerjen módszereket az öröklött és a környezeti hatások szétválasztására (ikervizsgálat, környezet-változtatás). Tudja, hogy a szenzoros tapasztalatok fontos szerepet töltenek be az agy fejlődésében és az egyensúlyozó rendszer ingerlésekor az egész agykérget stimulálja (a látási, a hallási modalitásokat is érinti).	Bölcsek a bölcsőben – Hogyan gondolkodnak a kisbabák? Typotex, 2005.	forráskutatás.
Érzékelés és észlelés Növekszik-e a felénk közeledő ember testmérete? • Látás és a szem • Hallás, egyensúlyozás és a fül	Ismerje, hogyan segíti elő a szem működését, a látás folyamatát a magatartásunk. Ismerje és ábrán ismerje föl a szem	Vizsgáljon vakfoltot. Próbáljanak ki színtévesztő tesztet. Boncoljanak marhaszemet.	Fizika: lencse-törvények, színek, hang, hangszín, zaj, Weber-Fechner törvény.

• Testérzékelés és a bőr • Szaglás és az orr • Kémiai érzékelés és a nyelv A szem alapvető részei és működésük. A fül alapvető részei és működésük. A bőr szövettani felépítése és a bőrfunkciók. Bőr, mint érzékszerv. Szaglószerv felépítése és a szaglás funkciói. Az ízlelés szerepe. Észlelés, érzékelés, figyelem funkciói.	alapvető részeit, magyarázza ezek működését. Magyarázza, hogy honnan tudjuk, hogy a látórendszer működése hierarchikus. Magyarázza az egyensúlyozás és a látás kapcsolatát. Értelmezze a szemet, mint optikai „berendezést”. Ismerje a kép- és színlátás, a fényerősség-érzékelés fizikai és élettani alapjait. Ismerje, hogyan segíti elő a fül működését, a hallás folyamatát a magatartásunk. Ismerje a fül alapvető részeit, ezek működését. Ismerje a látás, a hallás és az egyensúlyozás folyamatát. Ismerje, mutassa be a vakfolt vizsgálatát. Tudja, hogyan segíti elő a bőr működését a magatartásunk. Tudja a bőr szövettani felépítését és a bőrfunkciókat. Sorolja fel a bőr felületes és mély receptorait és hozza összefüggésbe a bőrfunkciókkal és az agykérgi reprezentációkkal. Tudja a szaglás funkcióit a	Készítsen szemmodellt. Nézzenek utána környezetük zajszenyező forrásainak. Mutassák be milyen szemtornával lehet javítani a látást. Vizsgáljanak hangvillával csontrezgéseket. Vegyék fel a kapcsolatot egy látás és egy hallássérülttel, próbáljanak minél többet megtudni az érzékelés hiánya miatt fellépő nehézségeikről. Végezzék el a kétpontküszöb vizsgálatot. Csipesszel befogott orral ízleljenek. Kérjék pedagógiai és/vagy pszichológiai intézet munkatársait megfelelő tesztek elvégzésére, amelyet pályaválasztáshoz is felhasználhat [31].	
--	---	--	--

	táplálkozásban, anya-gyermek kapcsolatban, szexualitásban. Tudja a humán feromonok viselkedésre gyakorolt hatásait. Tudja az ízek felismerésének a funkcióit. Tegyen különbséget az észlelés és az érzékelés folyamata között. Tudja a figyelem funkcióit [29].		
A képlékeny idegrendszer A tanulás biológiai funkciói. Nem a mennyiség, hanem a minőség: a tanulás biológiai funkciói. Tanulástípusok. Tanulás és a szinaptikus hatékonyság viszonya. Az emlékezés: a memória funkciói és típusai. Vizsgálati módszerek.	Ismerje a tanulás biológiai funkcióit [5] [29]. Ismerjen tanulási típusokat, példákból ismerje fel: Perceptuális tanulás, ingertársítás nélküli, ingertársításos, belátásos tanulás. Értelmezze a tanulás meghatározását: a környezettel való kölcsönhatás eredményeként létrejövő, tartós és adaptív változás. Tudja, hogy a tanulás és emlékezési folyamatokban a neuronok aktivitása és a szinapszisok hatékonysága változik az időben. Ismerjen módszereket a tanulási folyamatok vizsgálatára.	Hozzanak példákat a mindennapi életből az ismertetett tanulási típusokra. Végezzenek csoportmunkát: ugyanazt a szöveget/tartalmat próbálják különböző tanulási technikával elsajátíttatni. Mindegyik memóriatípusra hozzon egy-egy példát saját életéből [23].	Informatika: memóriatárak.

	Tudja a memória funkcióit [29]. Tudja a memória típusait (szenzoros, rövidtávú, hosszú távú, tényekre-eseményekre vonatkozó, érzelmi állapotokra, készségekre vonatkozó emlékezés-működés).		
Az érzelmek Fiziológiai alapok, érzelemkifejezés, agresszió biológiai alapjai, motiváció, stressz, példák. A motivált viselkedés szerepe a belső környezet állandóságának megőrzésében. Mennyi stressz ér az iskolában és az otthonodban? A stressz-betegségek kialakulásának feltételei. Az életmód szerepe az idegrendszeri betegségek kialakulásának megelőzésében. Miért zárom össze a karjaimat? A pozitív érzelmek a megközelítés, a negatív érzelmek az elkerülés motivációs hatásaival hozhatók	Hasonlítsa össze az érzelmeket (aktiválhatják és irányíthatják a viselkedést, kívülről irányítottak, ált. külső események váltják ki és ezek felé irányulnak, mindig aktiválják a vegetatív idegrendszert) és a motívumokat (belső aktiválódnak, belső események következményei, a környezet bizonyos tárgyai felé irányulnak, a vegetatív idegrendszert nem mindig aktiválják). Magyarázza a motivált viselkedés szerepét a belső környezet állandóságának megőrzésében [5] [20] [31]. Ismerje a stresszbetegségek kialakulásának feltételeit.	Nézzenek meg egy olyan filmet, amelyben a különböző érzelmeket, motívumokat kell felismerni a diákoknak. Gyűjtse össze az önmagát érő stressz tényezőket. Készítsenek olyan játékot, mellyel valamely tantárgy tanulhatóságát fejleszthetik [29]. Beszéljenek az iskolai agresszió lehetséges kiváltó okairól [23].	Pszichológia: érzelmek.

összefüggésbe.	Ismerje a stresszelmélettel összefüggő menekülő és támadó viselkedés biológiai, környezeti tényezőit (jelátvivők, félelem, agresszió, tanulás, akadályozó környezeti tényezők). Ismerje a krónikus stressz lehetséges következményeit. Ismerje az agresszió fogalmát és formáit. Ismerje az életmód szerepét az idegrendszeri betegségek kialakulásának megelőzésében [30]. Példákkal igazolja, hogy az érzelmi reakcióknak az idegrendszerrel (limbikus rendszer), a vegetatív idegrendszerrel, a hormonrendszerrel való kapcsolatát. Példákkal igazolja, hogy a pozitív érzelmek a megközelítés, a negatív érzelmek az elkerülés motivációs hatásaival hozhatók összefüggésbe [1] [16] [20]. Világítsa meg a tanulás és az érzelmek kapcsolatát (megközelítés-elkerülés, játék, kíváncsiság és unalom).		
----------------	--	--	--

Tudat és gondolkodás A tudat biológiai szerepe. A gondolkodás biológiai szerepe. Tudatmódosítók: a kémiai és a viselkedési függőségek közös jellegzetességei. A szülő, a család, a környezet felelőssége a drogfogyasztás megelőzésében. Gondolkodás, mint megismerő tevékenység. A drogok és szinapszisok működésének kapcsolata.	Tudja, hogy a tudat az agykéreg éber állapotához kötött és hogy a tudatos agyi események mögötti agyi aktiváció az aktivált idegsejtek számában különbözik a nem tudatosuló agyi események mögötti aktivációtól. Ismerje a tudat biológiai szerepét. Ismerje a gondolkodás biológiai szerepét. Tudja, hogy az álomalvás életszükséglet. Értelmezze az alvást, mint módosult tudatállapotot. Ismerjen elméleteket az alvás funkcióira. Drogok, mint tudatállapot módosítók: Ismerje a kémiai és a viselkedési függőségek közös jellegzetességeit. Ismerje a szülő, a család, a környezet felelősségét és lehetőségét a drogfogyasztás Megelőzésében. Értelmezze a gondolkodást, mint a megismerő tevékenység legmagasabb fokát. A drogok hatását hozza összefüggésbe a	Készítsenek posztert az alábbi témában és címmel: MONDJ NEMET A DROGOKRA, MONDJ IGENT AZ ÉLETRE!	Rajz: poszterkészítés.
--	---	--	-------------------------------

	szinapszisok működésével [6] [23] [30] [31].		
Nyelv és kommunikáció Hallom az anyag rezgését? Fogalmak: hang, hangforrás, rezgés, beszédhang, hangszín, zaj, zajszennyezés. A hangadó szerv felépítése. A beszédhang kialakulásának folyamata. Milyen és mennyi zaj ér egy nap? Kommunikációs rendszerek. A beszéd evolúciós jelentősége. Az állati és emberi kommunikáció különbsége.	Tudja, hogy a hallható hanghoz szükség van hangforrásra, a hanghullámot vezető közegre és egy hallószervre, ami érzékeli a rezgéseket. Ismerje a hangadó szerv felépítését. Tudja, hogy a hangforrás általában bármi lehet, amely mechanikai rezgést hoz létre a közegben. Tudja mi a hangképző rendszerünk energiaforrása. Különböztesse meg a fizikai és fiziológiai hangosságot. Ismerje hogyan lesz a levegőrezgésből emberi beszédhang? Mi színezi a hangot? Ismerje a beszédészlelés fogalmát, hozzon rá példát. Ismerje a fül felépítését, funkcióit. Ismerje a hallás folyamatát. Tudja, hogy a hang észlelése a hanghullámok három fizikai tulajdonságán alapul (amplitúdó, frekvencia,	Javasolt projekt munka. Kommunikáció minden szerveződési szinten.	Fizika: hang, rezgés, közeg, zaj, amplitúdó, frekvencia, hangspektrum. Magyar: beszédképzés. Informatika: internet-használat, forráskutatás. Magyar: beszéd.

	hangspektrum). Ismerje a beszédfeldolgozás agykérgi folyamatait. Ismerje a zajszennyezés fogalmát [4]. Magyarázza miért két külön képesség a beszéd és a kommunikáció. Ismerjen elméleteket, hogy miért volt döntő jelentőségű a nyelv megjelenése az ember evolúciójában. Példákon keresztül mutassa be az állatok és az ember kommunikációja közötti különbségeket, az emberi nyelv sajátosságait [15].		
6. fejezet: Immunológia	Annak megértetése, hogy az immunrendszer fő feladata, hogy megkülönböztesse a saját és nem saját, vagyis idegen anyagokat. Számos sejtféleség és különböző molekulák kölcsönhatása alakítja ki a megfelelő immunválaszt.		
Adj király katonát! Ki a barát és ki az ellenség? • Antigének allergének	Ismerje az antigén, az allergén és az antitest fogalmát. Tudja, hogy az	Készítsenek kiselőadást bármely kórokozónak az	Kémia: fehérjék, szénhidrátok, lipidek, fémek,

• Antitestek • Receptorok • Hisztamin Allergiás hajlamtól a tüdőgyulladásig: allergiás hajlam még nem jelent azonnal betegséget. Az tüdőgyulladást okozó baktérium (<i>Streptococcus pneumoniae</i>), az influenzát okozó vírus és a HIV (kémiai) felépítése. Antigén felismerő molekulák. Az immunrendszer kommunikátorai.	antigén szerves és szervetlen anyag egyaránt lehet. Tudja, hogy az antitestek különböző mérete miatt egyesek képesek átjutni a méhlepényen mások nem. Tudja, hogy a kórokozók antigén-szerkezete gyakran megváltozik, és ez alapja lehet újabb járványoknak. Tudja, hogy a kisgyermekekben kialakult allergiás hajlam még nem jelent azonnal betegséget, tudjon a megelőzés lehetőségéről, teendőkről. Tudjon a hisztamin tartalmú élelmiszerekről és az álallergiáról. Tudja, hogy a baktérium-antigének részben a baktériumsejt felületén, ill. magában baktériumsejtben található makromolekulák, részben a baktériumsejt termékei (exotoxin). Ismerje az tüdőgyulladást okozó baktérium (<i>Streptococcus pneumoniae</i>), az influenzát okozó vírus és a HIV (kémiai) felépítését. Tudja az antigén	emberiség történelmében betöltött szerepéről: Javasolt: influenzát okozó vírus, fekete himlőt okozó vírus, pestist okozó baktérium. Nézzenek meg filmet a filmadatbázisból: A halottak titkai: A fekete himlő átka [18].	DNS, RNS, izotóp.
---	---	---	--------------------------

	felismerő molekulákat. (Immunglobulinok, T és B sejt receptorok, MHC I és II). Tudja, hogy a citokinek fontos szerepet játszanak immunrendszer kommunikációjában és az immunválasz szabályozásában. Tudja a hisztamin szerepét az allergiás reakciókban [6] [30].		
Pszicho-neuroimmunológia Az immunválasz energiaigényes? A pszichés folyamatok, az immunreakciók és az idegrendszeri-hormonális folyamatok között összefüggések. Tartós stressz és a kórképző folyamatok kapcsolata.	Ismerje az immunválasz részeit (felismerés, mozgósítás, elimináció, lecsengés). Tudja, hogy a pszichés folyamatok, illetve az immunreakciók idegrendszeri-hormonális folyamatai között összefüggések vannak. Értelmezze, hogy egy kórokozó miért gyengíti a szervezetet. Tudja, hogy az immunválasz (szerzett) sejtszaporulattal és fehérjeszintézissel, tehát energiaigényes folyamatokkal jár. Ismerje a tartós stressz és a kórképző folyamatok közötti összefüggéseket	Keressen a világhálón a pszicho-szomatikus betegség típusait bemutató cikkeket, egyiknek ismertesse röviden a tartalmát [18].	Informatika: internet-használat, forráskutatás.

	biológiai alapjait [6] [30].		
Kétféle immunrendszer (veleszületett, szerzett) Honnan tudja az immunrendszer mi a saját és mi az idegen? • Fehérvérsejtek • Nyirokszervek • Az antigén felismerése és hatástalanítása • Immunválasz és a tolerancia egyensúlya • A láz szerepe • Immunmemória Specifikus és a nem specifikus immunitás folyamatai.	Tudja, hogy az immunválasz folyamatában fehérvérsejtek vesznek részt, ezért ezek száma fertőzéskor és gyulladáskor megemelkedik a vérben, nyirokszervekben. Sorolja fel a nyirokszerveket, elhelyezkedésüket, főbb feladataikat. Tudja, hogy a kórokozókkal való találkozás után nem minden esetben betegszünk meg (veleszületett immunitás). Ismerje a szerzett immunrendszer biológiai funkcióját. Ismerje a láz szerepét, a lázcsillapítás módjait. Ismerje az immunmemória fogalmát. Ismerje az immunmemória fogalmát. Ismerje az immunitás formáit (veleszületett, szerzett), a főbb különbségeket. Tudja, hogy a két rendszer egymásra épül.	Készítsenek játékot, hogyan hasonlítható az immunrendszer működése a rendőrség vagy középkori várvédők tevékenységéhez [29].	Történelem: lovagok, lovagvár.

	Ismerje a veleszületett és szerzett immunitás folyamatában a sejtes és humorális immunválasz főbb lépéseit (antigén felismerése, hatástalanítása). Értelmezze az immunológiai tolerancia fogalmát.		
Az immunrendszer betegségei • Gyulladás • Allergia • Védőoltások • Véradás • Immunterápia Születés utáni váltás és az allergia kialakulásának lehetséges kapcsolata. Az immunizálás különböző típusai, példákkal. A véradás jelentősége, immunológia háttere.	Tudja, hogy a gyulladás az immunrendszer válasza. Ismerje főbb jellemzőit (duzzanat, vöröses szín, fájdalom, melegség és az adott szerv funkciójának kiesése). Ismerje a védőoltások szerepét. Ismerje az immunizálás különböző típusait (aktív, passzív). Minden típusra mondjon példát. Ismerje a véradás jelentőségét, immunológia hátterét. Tudjon az immunterápia lehetőségéről. Ismerje az asztma és az allergia kialakulásának feltételezett okait. (pl. a születéskor meglévő Th2-jellegű immunválasz Th1-	Nézzenek utána milyen gyulladásgátló gyógyszerek kaphatóak a patikákban, ismertessék a kockázati tényezőket. Készítsék el lakóhelyük vagy lakóhelyük közvetlen környezetének pollennaptárát. Ellenőrizze vércsoportját. Szervezzenek véradást, érveljenek a véradás mellett.	Földrajz: naptár.

	jellegűvé történő átalakulásának elmaradása). Tudja a hisztamin szerepét az allergiás reakciókban [6] [14] [30].		
Ember, mint ökoszisztéma Az emberi sejtek sok egyéb faj sejtjeinek együttélése. Járványtani alapfogalmak: fertőzés, járvány, higiénia. Az antibiotikumok tündöklése és hanyatlása. Csordahatás, kritikus tömeg fogalma. Finomszabályozás: az immunrendszer működésének finomodását az állandó testhőmérséklet kialakulása illetve az anya-magzat kapcsolat is szükségessé tette. Védekezési mechanizmusok alakulása élővilágban.	Tudja, hogy az emberi sejtek sok egyéb faj sejtjeivel élnek együtt. Ismerje a bennünk élő baktériumok szerepét az egészségünk fenntartásában [23] [30]. Tudja, hogy az antibiotikumok kellő megfontolás és körültekintés nélküli alkalmazása rezisztens törzsek és így járványok, éhínség oka lehet. Ismerje a fertőzés, járvány, higiénia fogalmát. Tudjon a járványok törvényszerűségeiről: csordahatás, kritikus tömeg [4] [12] [14] [30]. Értse, hogy az immunrendszer működésének finomodását az állandó testhőmérséklet kialakulása illetve az anya-magzat kapcsolat is szükségessé tette.	Készítsenek táptalajt baktériumok számára. Hasonlítsanak össze egy „piszkos” és megmosott kéz lenyomatáról származó baktériumtenyészetet. Ismertessenek példákat, hogy egészségügyi és gazdasági problémákat okozhatnak antibiotikum rezisztens törzsek kialakulásai. Szervezzenek csoportokat és mindegyik csoport válasszon egy-egy osztályt az állatvilágból, majd nézzenek utána, hogyan működik az adott élőlénycsoport immunrendszere, miben hasonlít az emberére és miért [29].	Földrajz: gazdaságtan.
7. fejezet: Szaporodás	Legyenek tisztában		

	a nemi szervek jellemző sajátosságaival, a szaporító-szervrendszer egészségtanával, a tanultakat tudják felhasználni a család-tervezésükben.		
Nemi mirigyek hormonjai • Tesztoszteron • Ösztrogének • Progeszteron A hormonok termelődési helyei és hatásai. A közös szintézis útja és annak következményei.	Tudja, hogy a lányokkal azonos szervtelepből tesztoszteron hatására alakul fiú irányba a fenotípus. Tudja az ösztrogének, a progeszteron és a tesztoszteron termelődésének a fő helyét. Tudja, hogy koleszterin, progeszteron, tesztoszteron, ösztrogének mindkét nemből előfordulnak, mert ez a szintézis útja. A szteroid hormonok közötti szoros biokémiai kapcsolattal magyarázható, hogy a legtöbb, szteroidot termelő szövet képes nemcsak egy, hanem többféle szteroid hormont is termelni és megfelelő enzimkészlet biztosítja az egyes szövetekre jellemző hormonszinteket.	Keressen a világhálón hormonháztartást megzavaró anyagokat (EDC), állítsanak fel hipotéziseket hatásukra vonatkozóan, majd ellenőrizték hipotézisüket [12] [18].	Kémia: apoláros, poláros, szteroidok, fehérjék, aminosavak.

A szülő energiája A tesztoszteron anyagcserére kifejtett hatása. A terhesség energiaigénye: terhesség idején különösen kell figyelni a minőségi és a mennyiségi éhezés elkerülésére. A szülői ráfordítás elmélete.	Ismerje a tesztoszteron anyagcserére kifejtett hatását (a fehérjék szintézisének serkentése az izomszövetben). Tudja, hogy terhesség idején különösen kell figyelni a minőségi és a mennyiségi éhezés elkerülésére. Tudja, hogyan változik az energiaszükséglete a terhesség első harmadában, és majd később [30] [31]. Ismerje a szülői ráfordítás elméletét, fogalmazza meg kritikáit.	Hallgassa meg vagy olvassa el a Mindentudás Egyeteme dopping témával foglalkozó előadását.	
Férfi és nő anatómiája A férfi és a női nemi szervek részei és működésük. Havi ciklus hormonális háttere. Fogamzásgátlás lehetséges módjai, kockázati tényezők. Születés előtt és születés után: a méhen belüli fejlődéstől az immunológiai vizsgálatokig. A menopauza hormonális háttere.	Ismerjék a férfi és a női nemi szervek részeit, ismerjék ezek működését [23]. Ismerjék a női nemi ciklus folyamatát, hormonjait, a női nemi működés zavarait [30] [31]. Ismerjék a fogamzásgátlás lehetőségeit, módjait, a terhesség tüneteit. Ismerje a méhen belüli fejlődés fő szakaszait, a szülés folyamatát, a szülés utáni megelőző	Értelmezzék a Pearl Indexet, kérjenek fel egy nőgyógyászt segítségül [30] [31].	

	beavatkozásokat, (Rh összeférhetetlenség, fenilketonúria) [30] [31].		
Negatív és pozitív visszacsatolás A terhesség, a szülés és a szoptatás hormonális és idegi szabályozása. A menopauza hormonális háttere.	Ismerje a terhesség, a szülés és a szoptatás hormonális és idegi szabályozásának hátterét. Ismerje a menopauza hormonális hátterét.	Érveljenek a szoptatás mellett, kérjék a védőnő segítségét [20] [30] [31].	
Fogyás-túlnépesedés Hol sok, hol kevés? Túlnépesedés és fogyás a Földön. Hazánk korfája. Szaporodási modellek vizsgálata: r vagy K stratégista? Az ivaros és ivartalan szaporodás közötti különbségek. Összehasonlítás, állatvilági példák. Kritikus pont.	Ismerje a túlnépesedés lehetséges következményeit [4]. Magyarázza ábra alapján hazánk népességének korfáját. Magyarázzon korfákat. Ismerje a túlnépesedés biológiai okait, lehetséges következményeit. Ismerjen szaporodási stratégiai modellt, mely alkalmazható az emberi populációkra. Fogalmazza meg az ivaros és ivartalan szaporodás különbségeit, hozzon rá példákat az állatvilágból illetve az emberi sejtek esetében. Ismerje a belső	Konrád Lorenz Nobel-díjas osztrák viselkedés-kutatónak Az emberiség nyolc halálos bűne c. könyvében a túlnépesedés az első halálos bűn. Nézzenek utána miért, fogalmazzák meg véleményüket [23] [26]. Szervezzenek csoportokat és mindegyik csoport válasszon egy-egy osztályt az állatvilágból és a növényvilágból, majd nézzenek utána milyen szaporodási stratégiát alkalmaz az adott élőlénycsoport.	Földrajz: korfák. Matematika: függvények.

	megtermékenyítés, a magzatburkos fogalmakat, hozzon rá példákat az állatvilágból. Fogalmazza meg ember esetében az r-K stratégiai modell kritikáit.		
Egészségügyi vonatkozások Nemi betegségek és megelőzésük. Daganatos megbetegedések és megelőzésük. A higiénia szerepe a nemi betegségek megelőzésében. Mit jelent a teratogén kifejezés? Családtervezés jelentőségének a bemutatása.	Tudjon a nemi betegségek megelőzésének fontosságáról, a teendőkről. Tudja a lehetőségeit a női és férfi daganatok megelőzésében. Ismerje a felelősség és a higiénia szerepét a nemi betegségek megelőzésében. Tudjon a magzatkárosító szerekről, hogy az alkohol és más drogok, valamint a gyógyszerek átjutnak a méhlepényen. Tudja mit jelent a családtervezés és kinek javasolt a genetikai tanácsadás [4] [6] [7] [14] [16] [23] [26] [30] [31].	Nézzék meg videón vagy DVD-n hogyan kell az emlőt önvizsgálni. Nézzenek részleteket a Philadelphia-Érinthetetlen című filmből. Készítsenek plakátot az AIDS világnapjára. Hívjanak nőgyógyászt és szülésznőt a tanórára, beszélgessenek a szexualitásról, a szülés folyamatáról, készüljenek fel kérdésekkel.	
8. fejezet: Elsősegélynyújtás	Az elsősegélynyújtás tanításának a célja, hogy a segítség nyújtása a tanulók alapvető beállítódása legyen.		

	Segítséget kell nyújtani mindaddig, amíg a szakszerű segítség meg nem érkezik. Az elsősegélynyújtás további céljai: az élet megmentése, a további egészségkárosodás megakadályozása, a gyógyulás elősegítése.		
Elsősegélynyújtás Ki nyújthat elsősegélyt? Az elsősegélynyújtás lépései. Az elsősegélynyújtás módjai.	Tudnia kell: • helyszín biztosításának módjait, • eszköz nélkül a beteg/sérült vizsgálatát, • segítség, mentő hívását, • légút biztosítását, • nem lélegző sérült újraélesztését (BLS), • vérzéscsillapítást, • megfelelő fektetési módok alkalmazását, • a törött testrész mozdulatlanságának biztosítását, • mérgezés ellátását, • sebek ellátását.	Ideális lenne egy nem teljes alakos ambu baba a BLS oktatására (számítógépes csatlakozással, szoftverrel). Kérjék a mentők vagy a Vöröskereszt szakembereit [9] [10] [11] [14] [16] [18] [19] [20] [26] [30].	Informatika: szoftverhasználat.

A továbbhaladás feltételei:

- tudják, hogy a sejt a legkisebb élő egység és az összes élő szervezet szerkezeti és funkcionális építő eleme,
- képesek a sejtet az *anyag, energia, felépítés és működés, rendszerek és kölcsönhatásaik, a fenntarthatóság, az állandóság és változékonyság* felosztásában és egységében értelmezni,
- ismerik a sejtalkotók felépítése és működése közti összefüggést, a sejtszintű és szervezetszintű folyamatok közti kapcsolatot,
- képesek alapvető biológiai kísérletek, vizsgálatok megtervezésére, elvégzésére megértésére, magyarázatára és a laboratóriumi eszközöket, mikroszkópokat biztosan használni,
- kialakul az egészség iránti tudatos magatartás, megértik, hogy az egészség nem a betegség hiánya,
- ismerik az egészség megőrzéséhez szükséges életvitel elemeit (táplálkozás, mozgás, higiénia, felelős szexualitás, lelki egészség, függőségek kerülése),
- értik az orvosi-, szűrővizsgálatok és védőoltások lényegét, fontosságát,
- ismerik az egészségkárosító szokások egyéni és társadalmi hátrányait,
- tisztában vannak a nemi szervek jellemző sajátosságaival, a szaporítószervrendszer egészségtanával, a családtervezés fontosságával,
- tudnak megadott szöveget, grafikont, táblázatot ismereteik alkalmazásával elemezni vagy készíteni, érvelni egy álláspont mellett,
- képesek az emberi pszichikumról szerzett ismereteket és tapasztalatokat felhasználni az önismeretükben, felelősségtudatukban, tanulásukban és pályaválasztásukban,
- tudnak elsősegélyt nyújtani,
- képesek véleményt alkotni bioetikai kérdésekben (egyéni, családi és társadalmi felelősség, elfogadás, tolerancia, segítő, támogató magatartás, az egészség és az élet védelme).

12. évfolyam: 96 óra

A 12. évfolyam tananyaga hat témakörre oszlik, amelyek tárgyalását összesen tizennégy fejezetre osztva javasoljuk. A feldolgozott tartalmakat és kompetenciafejlesztési célokat az egyes témakörök táblázatai előtt adjuk meg részletesen.

9. témakör: Biológiai információ – a molekulák szintjén (16 óra)

1. fejezet: A biológiai információ
2. fejezet: Az információ megváltozása

10. témakör: Öröklődés – az egyedek szintjén (20 óra)

1. fejezet: Gének és allélek
2. fejezet: Az öröklődés szabályai
3. fejezet: Az emberi génkészlet

11. témakör: Az élet kialakulása és fejlődése (20 óra)

1. fejezet: Az élet kialakulása
2. fejezet: A populációk változása
3. fejezet: Az élővilág evolúciója

12. témakör: Élővilág és környezet (22 óra)

1. fejezet: Élőhelyek, alkalmazkodás
2. fejezet: Populációk, életközösségek
3. fejezet: A bioszféra

13. témakör: Ember a természetben (18 óra)

1. fejezet: Az emberi faj kialakulása
2. fejezet: Helyünk a természetben
3. fejezet: Az emberi tevékenység hatásai

9. témakör: Biológiai információ – a molekulák szintjén (16 óra)

A 20. században a DNS szerkezetének felderítése, a géntechnológia megjelenése új lehetőségeket és félelmeket hozott. A tudomány legújabb eredményeinek a tananyagban való megjelenítése megkívánja a leegyszerűsítést, de a tehetséggondozó típusú tanterv a természettudományos műveltség szempontjain túl beemeli a mélyebb összefüggéseket, a kémiai és fizikai alapokra való utalásokat is. Az összetett molekuláris szerkezetek és mechanizmusok részletes ismerete mellett feltételezi azt a tájékozottságot, aminek birtokában megérthető az élet információn alapuló mibenléte, a sejtek működése és az egyedi jellegek öröklődése.

Témák, problémák, fogalmak	Követelmények, fejlesztendő kompetenciák	Javasolt tevékenységek	Kapcsolatok
1. fejezet: A biológiai információ	A DNS megismerésével megindult biológiai forradalom jelentőségének, távlatainak felismerése [6] [11].	Tudománytörténeti jelentőségű kutatások, kutatók megismerése. Kísérlet leírások tanulmányozása, esettanulmányok készítése.	
Az információ szerepe az élő rendszerekben			
Miért van szükségük az élő sejteknek információ tárolásra? Szabályozott állandó állapot fogalma. A DNS örökítő szerepének felismerése.	Értse, hogy a biológiai információ a rendszerek állapotát stabilizáló, illetve a fejlődést biztosító szerepet játszik [9]. Kísérletek leírása alapján bizonyítsa a nuleinsavak információtároló, örökítő szerepét (Griffith, Avery, Hershey-Chase kísérletei) [9].	A szabályozás, a szerkezet és a működés megőrzésére vonatkozó, mindennapi életből vett példák keresése, megbeszélése (pl. gépek műszaki rajza és javítása, épület tervezése, építés stb.). Kísérleteket bemutató képek, animációk elemzése, a célok, módszerek és az eredményből adódó következtetések megfogalmazása.	Biológia: vírusok, baktériumok. Kémia: nitrogéntartalmú gyűrűs vegyületek, kondenzációs reakciók, másodrendű kötések. Informatika: az információ és a kód.
A nukleinsavak szerkezete – DNS, RNS			
Milyen részekből áll és milyen térszerkezetű a DNS és az RNS? Milyen hasonlóságok	Ismerje a DNS szerkezet megkezdéséhez vezető kutatók és kutatásaik	Könyv: Watson, Crick: Kettős spirál [25]. Tudománytörténeti szövegek	Fizika: röntgensugárzás. Kémia: cukrok, foszfát,

és különbségek jellemzik a DNS és az RNS molekulákat? (pentóz, bázis eltérések, egy- és kétszálú szerkezetek). Milyen következtetések vonhatók le a nukleinsavak szerkezete alapján a lehetséges biológiai funkciókra vonatkozóan? (DNS: információ-tárolás, RNS: sokoldalúbb biológiai szerep).	történetét, értékelje ezek jelentőségét (Watson, Crick, Wilkins, Franklin, Chargaff) [25]. Ismerje, hogy a nukleinsavak nukleotidokból állnak, legyen képes bemutatni ezek részeit általában, illetve konkrétan a DNS és az RNS esetében. Szerkezeti jellemzők alapján tudja indokolni az RNS különféle biológiai funkciókra való alkalmasságát [9].	megbeszélése, a DNS szerkezet felfedezése jelentőségének megfogalmazása. Molekulamodellek, képek, animációk tanulmányozása, ezek alapján a DNS és szerkezetének bemutatása.	nitrogén tartalmú heterociklusok, molekulaszerkezet kialakító tényezői.
A biológiai információ továbbadása és kifejeződése Hogyan másolódik át a DNS-ben tárolt információ? A replikáció folyamata. Hogyan kódolódik az információ a DNS molekulában? A genetikai kód fogalma, jellemzői (vesszőmentes, univerzális, degenerált) Mi dönti el, hogy mikor melyik gén működik? Hogyan fejeződnek ki a DNS-ben tárolt információk?	Mutassa be a DNS replikáció folyamatának résztvevőit, főbb lépéseit. (enzimek, RNS-kezdők, szemikonzervatív jelleg). Ismerje a DNS – RNS átírás biológiai funkcióját, a folyamat menetét. (mRNS, érés) Tudjon a génműködés szabályozásának néhány módjáról és ezek következményeiről: tejcukor-operon (Jacob-Monod), végtermék-gátlás,	Képsorok, animációk tanulmányozása, ezek alapján egyszerűsített folyamatára rajzolása. DNS – RNS – Fehérje szekvenciák felírása kódszótár alapján. Konkrét fehérjeszerkezeti problémák megbeszélése (pl. prionbetegség) [9]. Fehérjeszerkezeti ábrák, térbeli (virtuális) modellek, makettek elemzése.	Biológia: a prokarióta és az eukarióta sejt szerkezete. Informatika: a jel és a kód, kódolás, dekódolás. Életvitel és gyakorlati ismeretek: a folyamatok szabályozása.

A transzkripció és a transláció folyamata? Miért képesek a fehérjék sokféle biológiai feladat ellátására? Aminosav sorrend és térszerkezet összefüggése.	onkogének, homeobox gének. Tudja bemutatni a fehérjeszintézis résztvevőit, sejten belüli helyét, a folyamat lépéseit. (riboszóma, t-RNS). Legyen képes feladatokban alkalmazni a genetikai kódszótárat [9]. Ismerje a fehérjék szerkezeti szintjeit, értékelje a térszerkezet és a biológiai funkció kapcsolatát [9].		
2. fejezet: Az információ szerkesztése, megváltozása Hogyan változik természetes módon a biológiai információ? Milyen technológiai lehetőségek állnak rendelkezésünkre a biológia információ megváltoztatására, milyen kérdéseket vetnek fel ezek a beavatkozások?	Értse, hogy a biológiai információ alapvető jellemzője a változékonyság, legyen tisztában ennek módjaival és mértékével. A géntechnológia alkalmazásával kapcsolatban igényelje a tényeken alapuló tájékoztatást, legyen képes ezek alapján saját vélemény megfogalmazására.		
Kromoszómák és extrakromoszómális elemek Hogyan alakulnak ki az eukarióta sejtmagban a kromoszómák? Mi jellemzi az ember	Ábrák alapján magyarázza a DNS és a hisztonfehérjék által kialakított kromoszóma szerkezetet [9].	A kromoszóma több szintű szerkezetét bemutató képek, animációk elemzése. Kromoszómakészlet	Biológia: a prokarióta és az eukarióta sejt szerkezete. Kémia:

kromoszóma-készletét? A kromoszómák apai és anyai eredete. A sejtmagon kívüli öröklődő információk jelentősége (mitokondriális gének). Epigenetikai módosító hatások.	Ismerje, hogy az ember 22 testi és egy ivari kromoszóma párral rendelkezik. Ismerje, hogy a mitokondriumok is rendelkeznek DNS állománnyal, és ezek a petesejt mitokondriumaiból származnak. Ismerje az anyai hatás és az anyai öröklődés különbözőségét. Tudjon a genetikai anyag epigenetikai módosításának lehetőségéről, ismerjen néhány lehetőségét és értékelje ezek jelentőségét [6].	elemzése képek, szövegek alapján. Petesejt és hímivarsejt szerkezetének vizsgálata.	szénhidrogének, metil-csoport.
Mutáció, mutagenézis Hogyan változhat meg a biológiai információ? A mutáció fogalma, formái. Milyen mutagén hatások fordulnak elő a környezetünkben?	Ismerje a mutáció fogalmát, a pont és a kromoszóma mutáció különbségét. Különböztesse meg a spontán és az indukált mutációt. Ismerjen mutagén és karcinogén hatásokat, legyen tisztában ezek elkerülésének lehetőségeivel. Értelmezze a genetikai rekombináció fogalmát, természetes folyamatát és mesterséges technológiáit [9]. Tudjon az	Ábrák, animációk tanulmányozása, összefoglaló táblázat készítése. Kutatófeladat: vegyi anyagok, UV, ionizáló sugárzások a környezetünkben, egészségkárosító hatásuk [9]. Mutáción alapuló biológiai kutatási és elemző módszerek áttekintése (genetikai markerezés, molekuláris törzsfaelemzés).	Fizika: ultrahang, ionizáló sugárzások, elektromágneses spektrum. Kémia: mutagén anyagok (pl. aromás vegyületek, formaldehid, dioxin).

	egészséget veszélyeztető mutagén anyagokról és hatásokról, ismerje ezek elkerülésének, a veszélyeztetettség csökkentésének lehetőségeit [8].		
Sejtosztódás, rekombináció			
Hogyan osztódnak a testi sejtek?	Mutassa be a sejtciklus menetét, magyarázza az egyes szakaszok biológia folyamatait, a ciklinek szerepét.	A mitózis és a meiózis összehasonlítása animációk alapján, folyamatábra rajzolás [9].	Biológia: sejszerkezet, szövetek, fehérjék.
Mitózis.			
Hogyan jönnek létre az ivarsejtek?	Hasonlítsa össze a sejtosztódás típusait – mitózis és meiózis (kromoszómaszám, az utódsejtek száma, információ tartalmát).	Sejtosztódás vizsgálata mikroszkópban (gyökércsúcs).	
Meiózis.			
Hogyan rendeződhet át a biológiai információ természetes módon?	Magyarázza a meiózis során bekövetkező rekombináció menetét, jelentőségét [9].		
Rekombináns DNS technológia			
Milyen technológiai lehetőségei vannak a DNS mesterséges átszerkesztésének, a génmódosításnak?	Ismertesse a restriktázok, endonukleázok működésének lényegét.	DNS kivonás és elválasztási kísérletek elvégzése, megtekintése iskolai, vagy kutató laboratóriumban.	Fizika: egyenáramú elektromos tér.
Hogyan lehet átvinni a géneket egyik sejtől/szervezetről egy másikba?	Ismertesse a génátvitel módjait (genetikai vektorok). Mutassa be néhány példán keresztül a géntechnológia felhasználásának lehetséges előnyeit, vesse össze ezeket a reális kockázatokkal	A géntechnológia alapvető folyamatainak áttekintése, ábrák, animációk alapján. (Endonukleázok, PCR, gélelektroforezis, génklónozás,	Kémia: molekulák polaritása, töltése.
Milyen előnyei és esetleges veszélyei vannak a géntechnológiának?			
Hogyan ellenőrzi,			

szabályozza a társadalom a tudomány és a technológia fejlődését, alkalmazását?	[11] [7]. Ismerje a géntechnológiát szabályozó hazai jogi keretek és eljárások lényegét [6].	hibridizáció) [11]. Kutatófeladat, projekt munka: a géntechnológia kezdetei, eddigi eredményei, mai helyzete és a jövő távlatait. (poszter, kiselőadás, házidolgozat).	
--	--	---	--

10. témakör: Öröklődés – az egyedek szintjén (20 óra)

A témakör tanulás során a tanulók vizsgálják a DNS-ben tárolt biológiai információ szerkezetét, kifejeződésének módjait. Elemzik az egyed szintű öröklődés szabályait, ezt a tudást genetikai problémák megoldásában alkalmazzák. Láthatják, hogy az örökítő anyag megváltozása hogyan alakítja nemzedékről nemzedékre tulajdonságukat, de felismerhetik annak veszélyét is, ha a környezeti hatások károsítják a sejtjeink DNS molekuláit. Ezen ismeretek birtokában döntéseket hozhatnak környezetük és életmódjuk egészségesebb alakításáról, megítélhetik a géntechnológia előnyeit és esetleges veszélyeit.

Témák, problémák, fogalmak	Követelmények, fejlesztendő kompetenciák	Javasolt tevékenységek	Kapcsolatok
1. fejezet: Gének és allélek Hogyan határozza meg a DNS az egyes tulajdonságokat, illetve ezek különféle változatait?	Az emberi tulajdonságok (részben) genetikai meghatározottságának ismerete. A genetikai eredetű betegségek felismerésével, a hajlamok ismeretében való tudatos életmód alakítással kapcsolatos ismeretek, kompetenciák [30].	Öröklésmenetek elemzése.	
Az egyedi tulajdonságok Hogyan lehet elkülöníteni, csoportosítani az egyedi tulajdonságokat? Milyen minőségi tulajdonságok jellemzőek a növényekre, állatokra és az emberre? Milyen mennyiségi tulajdonságok jellemzőek a növényekre, állatokra és az emberre? A fenotípus fogalma.	Legyen képes elkülöníteni egyedi tulajdonságokat, ezeket sorolja be minőség és mennyiség kategóriákba. Ismerjen jellegzetes, öröklődő minőségi és mennyiségi tulajdonságokat. Ismerje a fenotípus fogalmát.	Jellegzetes minőségi és mennyiségi jelegeket bemutató, a génváltozatokat összehasonlító ábrák, filmek elemzése. Tematikus tablók, képgyűjtemények készítése. Egy tulajdonság eltérő változatait bemutató növényteni gyűjtemény összeállítása (pl. levelek, termések).	Biológia: növényyszervezetten, állatszervezetten, emberi test. Matematika: halmazok, szimmetria. Művészetek: a sokféleség és a szépség megjelenése a természetábrázolásban.
Gének és allélek Hogyan tagolódik működés szempontjából a	Legyen képes meghatározni és megkülönböztetni a	Géntérképek, lokalizációs ábrák elemzése.	Biológia: a DNS molekula, a kromoszómák

DNS-ben tárolt biológiai információ? Gén, allél Haploid, diploid Homozigóta, heterozigóta fogalma. A genotípus fogalma. Géntérképezés, géntérképek	gén és az allél (génváltozat) fogalmát. Ismerje az allélpárok jellemzésére szolgáló fogalmakat, konkrét esetekben különböztesse meg a homozigóta és a heterozigóta allélpárokat. Ismerje a genotípus fogalmát, tudja megkülönböztetni a fenotípustól. Tudjon a genetikai térképezés rekombináción alapuló (Morgan) és mai (DNS szekvenálás) módszeréről [9].	Térképezési módszereket bemutató ábrsorok, animációk értelmezése. Fogalmi térkép rajzolása a gén és a kapcsolódó fogalmakról.	szerkezete.
2. fejezet: Az öröklődés szabályai Hogyan vezethetők le a szülői jellegek alapján az utódok tulajdonságai?	Az egyed szintű öröklődés alapvető folyamatainak és törvényeinek ismerete. A Mendel szabályok érvényesülésének példák alapján való bizonyítása.	Öröklésmenetek ábráinak (rajz és Punett-tábla) tanulmányozása [17].	Matematika: kombinatorika, valószínűség-számítás, statisztika.
Egy gén öröklődése Miért van, hogy az utód egyszer inkább az anyára, másszor inkább az apára, néha egyikükre sem hasonlít? (hanem pl. a nagyszülőkre) Keresztezés fogalma, keresztezési	Mendel kísérletei, a domináns-recesszív öröklődés és a nem teljes dominancia alapjai (egy tulajdonság két alléles öröklődése). Tudja meghatározni a szülői tulajdonságok ismeretében az utódok várható	Öröklésmenetek tanulmányozása folyamatábrák, animációk alapján [17]. Genetikai problémák (egy génes öröklődésre) megoldásának levezetése, Punett-tábla készítéssel [9].	Matematika: valószínűség, gyakoriság, kombinatorika.

kísérletek. Mendel 1. és 2. törvénye. Dominancia, nem teljes dominancia jelensége.	tulajdonságait. Rh és ABO vércsoportok öröklése. Albinizmus, fenilketonuria [9] [30]. Ismerje a hibrid, homo- és heterozigótáság fogalmát.		
Két és több génes öröklésmenetek Hogyan alakul a két vagy több gén által meghatározott tulajdonságok öröklődése. Független kombinálódás, Mendel 3. törvénye. Miért kapcsolódik össze bizonyos jellegek átörökítése? (kapcsoltság) Génkölcsönhatások	Tudja alkalmazni a Punett-táblát kétgénes öröklésmenetek levezetésére. Ismerje Mendel 3. törvényét, ismerje fel az érvényességét korlátozó kapcsoltság jelenségét. Legyen képes genetikai problémák megoldása során azonosítani a gének közötti kölcsönhatások típusait, ismerje ezek következményeit [9].	Öröklésmenetek tanulmányozása folyamatábrák, animációk alapján [17]. Genetikai problémák (két és több génes öröklődésre) megoldásának levezetése, Punett-tábla készítéssel [9]. Génkölcsönhatások példáinak elemzése.	Matematika: valószínűség, gyakoriság, kombinatorika.
A nemek meghatározása Mi a szerepük az ivari kromoszómáknak? (gonoszóma fogalma, szerepe) Mitől férfi a férfi és nő a nő? (XY rendszerű nem) Az ivari kromoszómákhoz kötött öröklődés.	Magyarázza az elsődleges, a másodlagos és a harmadlagos nem fogalmát [23]. Hozza összefüggésbe a nemek meghatározottságát az ivari kromoszómák eltéréseivel. Ismerje az ivari kromoszómákhoz	Ivari kromoszómához kötött öröklésmenet vizsgálata. A kromoszomális nem és a másodlagos-harmadlagos nemi jellegek meghatározottsága: vita. Öröklött-e a viselkedés, divat,	Művészetek: nemi minták irodalmi művekben, képzőművészetben („férfias” és „nőies” tulajdonságok keresése).

Milyen egyéb lehetőségei vannak az élővilágban a nemek meghatározásának? (madarak, rovarvilág, ZZ/ZW, haplo-diploid rendszer példái)	kötött öröklődés lehetőségét, tudjon példákat említeni.	szépérvék? [23]	
Kromoszóma rendellenességek			
Milyen kromoszóma rendellenességek fordulhatnak elő?	Ismerje a kromoszóma rendellenességek főbb formáit (szerkezeti, számbeli eltérések), tudjon bemutatni néhány konkrét szindrómát [30]. Legyen tisztában a genetikai tanácsadás, a szűrővizsgálatok lehetőségével, konkrét formáival, értékelje azok egészségmegőrzést segítő szerepét [30] [10].	Az ivari kromoszómák zavaraira visszavezethető szindrómákat bemutató képek, leírások elemzése. (XO-Turner, XXY-Klinefelter, XXX, XYY)	Biológia: a méhen belüli fejlődés, az ember szaporító szervrendszere.
Mi a Down-szindróma?			
Miért következik be és mi a következménye a kromoszómaszám többszöröződésnek?			
Poliploidia.		Ismerje a Down-szindróma genetikai okát, a velejáró tüneteket és a gondozás lehetőségeit [16].	
A mennyiségi tulajdonságok öröklődése			
Hogyan oszlik meg a populációban valamely mennyiségi tulajdonság mértéke? Normál eloszlás, minimum, maximum, átlag értelmezése	Ismerje a mennyiségi jellegek populáción belüli eloszlásának jellemzőit, tudjon elemezni eloszlás függvényeket. Értse a mennyiségi jellegek öröklésének fő jellemzőit (poligénes jelleg, környezeti hatás).	Grafikonok, adatbázisok elemzése [17]. Poligénes öröklésmenetek levezetése, ábrázolása.	Biológia: az állatok teste és életműködései, a növények teste és életműködései.
Miért romlanak a tulajdonságok rokon egyedek keresztezése során? A beltenyésztés fogalma.	Magyarázza a nagyobb hozamú hibrid fajták szaporításának	Mennyiségi jellegekkel kapcsolatos genetikai problémák megoldása [9].	Matematika: statisztika, normál eloszlás, átlag.

Hogyan lehet megnövelni a haszonnövények és állatok mennyiségi hozamait? Heterózis hatás, hibridizáció.	biológiai alapjait.		
Nem-mendeli öröklődés Hogyan öröklődnek a Mendel-szabályokat nem követő komplex jellegek? Milyen hasonlóság van a mennyiségi és a komplex jellegek öröklődése között? Poligénes öröklődés, környezeti hatások. Milyen szerepet játszik a nem-mendeli jellegű öröklődés a betegségek kialakulásában?	Értse a genetikai hajlam, valószínűség háttérében álló genetikai tényezőket (nem folyamatos eloszlás, valószínűségi küszöb) [17]. Legyen tisztában ezek genetikai meghatározottságával, a hajlam kimutatására szolgáló genetikai vizsgálatok lehetőségével, jelentőségével [30] [31] [10].	Ikervizsgálatok eredményeinek elemzése, a hasonlóság értékelése [17].	Biológia: genomika, embrionális fejlődés.
3. fejezet: Az emberi génkészlet Mit tudtunk meg eddig az emberi génkészletről, hogyan alakítja ez a tudás az orvostudomány további fejlődését?	Ismerje a molekuláris genetikai módszerekkel szerzett ismeretek főbb elemeit, értékelje ezek jelentőségét az emberi egészség megőrzése szempontjából.		

Az emberi genom szerveződése Milyen változatosság jellemzi az emberi faj génkészletét? Mi volt a célja a Humán Genom (HUGO) projektnek? Milyen elveken alapult a kutatás, milyen eszközökre volt szükség a munkához?	Legyen tisztában az emberek közötti egyedi genetikai eltérések jelentőségével (pl. DNS alapú azonosítás), de lássa be a rasszok közötti eltérések csekély mértékét [16]. Ismerje az emberi genom bázissorrendje megismerésének jelentőségét, értékelje a további kutatások fontosságát, a távlati felhasználás lehetőségeit [6].	Genetikai összehasonlító módszereket bemutató képek, szövegek tanulmányozása [15]. Szövegelemzés a Humán Genom Projektről [15].	
Genomika, proteomika Hogyan rendelhető hozzá a génekhez a biológiai funkció? Genomika jelentése. Molekuláris és celluláris funkció megkülönböztetése Melyek a funkcionális genomika módszerei? (bioinformatikai és kísérleti módszerek). Mi a szerkezeti genomika, ilyen módszerei vannak? (molekulamodellezés térszerkezet, röntgenkristallográfia)	Ismertesse a genomika jelentését, értékelje jelentőségét a gyógyítási lehetőségek szempontjából [30] [11]. Ismertesse a génchip-módszer lényegét, értékelje jelentőségét az öröklött hajlamok, a felnőttkori krónikus betegségek veszélyének felismerése, a tudatos életmód szempontjából [11] [30].	Információkeresés, egyéni kutatómunka. Képek, modellek, filmek elemzése.	Informatika: adatbázis elemzés, számítógépes modellezés.

Mikroelemző módszerek (DNS, peptid/fehérje, élő sejt mikrochip).			
Öröklött megbetegedések, hajlamok			
Melyek a leggyakoribb fejlődési rendellenességek, szindrómák?	Ismerje a fejlődési rendellenesség fogalmát, tudjon példákat említeni (dongaláb, csípőficam, nyúlajak, farkastorok, agykoponya hiány, nyitott gerinc) [30]. Tudja, hogy bizonyos fejlődései rendellenességek megelőzhetők a terhesség alatti megfelelő vitaminbevitellel (folsav) [30] [11].	Betegségek megjelenésének értelmezése a fáraók, Toulouse- Loutrec példáján. Esetleírások, filmek elemzése. Információkeresés, önálló és csoportos kutatómunka. Családfaelemzés, rajzolás. Információkeresés: genetikai vizsgálatok, szűrési lehetőségek, gyermekvállalás előtti tanácsadás. Beszélgetés a veleszületett rendellenességekkel élő emberek iránti toleranciáról, filmek, személyes élmények alapján.	Történelem: ismert személyiségekhez köthető veleszületett egészségi problémák (pl. vérzékenység, rokon házasságok).
Hogyan befolyásolhatja a környezet és az életmód az öröklött (komplex) jellegek értvényesülését?	Ismerje a felnőttkori krónikus betegségek gyakoribb típusait, tudjon vázlatosan ismertetni néhány kórképet. (magas vérnyomás, depresszió, Alzheimer-kór, sokízületi gyulladás) [30]. Ismerje fel a környezeti hatások és az öröklött jellegek, hajlamok kifejeződése közötti összefüggést, ennek alapján tudjon érvelni az egészséges életmód fontossága, kulcskérdései mellett, legyen elkötelezett ezek betartására	Film: pl. Genetikai mozaik. Kutatási projekt szervezése, kiselőadások, posztterek készítése.	
Milyen genetikai kockázata van a rokonházasság esetében való gyermekvállalásnak?			

	[30] [10]. Ismerje a rokonházasságok- ban rejlő genetikai kockázatot.		
Az orvostudomány új lehetőségei Hogyan segíthetik elő a genetikai vizsgálatok a rákbetegségek felismerését illetve gyógyítását? Milyen genetikai tényezők segíthetik elő a rákbetegségek kialakulását? Protoonkogének, daganat elnyomó gének, javító enzimek hibái). Mik az őssejtek és milyen területeken várható a gyógyászati felhasználásuk? Milyen lehetőségei, távlatai vannak a génterápiának?	Legyen tisztában a genetikai hajlamok, a betegségek korai felismerése és a gyógyulási esélyek közötti összefüggéssel. Ismerje a rákbetegségek kialakulásában szerepet játszó legalapvetőbb tényezőket [30] [8]. Legyen képes tényeken alapuló, érvekkel alátámasztott vélemény megfogalmazására az őssejtek, illetve a géntechológia orvosi alkalmazásával kapcsolatban [11] [14].	Vita: az őssejtkutatás és a génterápia humán alkalmazásának etikai kérdései [11] [14]. Médiakutatás: az őssejtek gyógyászati felhasználása, jelenlegi módszerek, kutatások és távlati lehetőségek bemutatása.	Biológia: szöveti differenciálódás, őssejtek. Társadalomismeret: a tudomány felelőssége, társadalmi ellenőrzése.

11. témakör: Az élet kialakulása és fejlődése (20 óra)

Az élet kialakulásának problémájáról való gondolkodás a biológiai tudományának egyik alapkérdése. A válaszok tudományos igényű keresése alakíthatja világlátásunkat, a Föld, az élet és az emberiség sorsával kapcsolatos gondolkodásunkat. Az evolúció elmélete megváltoztatta az életről való tudományos gondolkodást és befolyásolta a későbbi korok világképét. A tudomány ezekben a kérdésekben is igyekszik tényekre, bizonyítékokra alapozni állításait, de számos mozzanat tisztázatlan még a törzsfejlődés folyamatában. Az események feltárása elvezet saját fajunk kialakulásához, nyitva hagyva a jövőbe vezető fejlődésről és a földön kívüli létformákról való gondolkodás lehetőségét. A témakör fő célja, hogy a tanulók tényekre alapozott képet alakítsanak ki az evolúció folyamatáról, ismerjék meg a biológia tudományának ezzel kapcsolatos kutatási módszereit, legfontosabb modelljeit. A tanulás tartalmi elemei a főbb mérföldköveket, érdekesebb élőlénycsoportokat, fejlődési lépéseket igyekeznek bemutatni.

Témák, problémák, fogalmak	Követelmények, fejlesztendő kompetenciák	Javasolt tevékenységek	Kapcsolatok
1. fejezet: Az élet kialakulása	Ismerje az élet kialakulásának fontosabb előfeltételeit, előzményeit és kulcslépéseit.		Földrajz: a Föld keletkezése, földtörténeti korok, űslégkör, űsóceán.
A kémiai evolúció folyamata			
Milyen állapotok uralkodtak a Földön az élet kialakulása idején? Milyen fizikai, kémiai feltételek együttes megléte vezetett az élet kialakulásához? Űslégkör, űsóceán, kémiai evolúció fogalma. Hogyan vezet el a molekulák összetettségének növekedése (a rendezettség, az információ bővülése) az élő rendszerek kialakulásához?	Legyen képes felvázolni a Föld ősi állapotának főbb jellemzőit (hőmérséklet, víz, kémiai anyagok hozzáférhetősége, szerveződése). Legyen képes megfogalmazni az élet kialakulása során lezajlott főbb átmenetek (szervetlen-szerves anyagok, sejt kialakulása) lényegét [9]. Értse, hogy az élet megjelenése a fizikai és kémiai állapotok sajátos alakulásának következménye.	Filmek, képek, szövegek alapján a Föld élet előtti állapotának leírása. A Miller-kísérlet céljának, eredményének értelmezése képek, videók alapján [9]. Táblázat, folyamatábra készítés megadott információk alapján.	Fizika: sugárzások (UV), energiaformák átalakítása. Kémia: redukció, oxidáció, kémiai kötés, katalízis, reakciósebesség, koncentráció, szénvegyületek. Földrajz: földtörténeti korok.
Az élet kritériumai – a prokarióta sejt			
Milyen kulcslépései voltak az első sejt kialakulásának? A prokarióta sejt kialakulása Hogyan határolódtak el a környezetüktől az első sejtek?	Ismerje fel a baktériumoknak az élet kialakulása és elterjedése során betöltött szerepét. Ismerje a sejtmembránt felépítő molekulák fő típusait (lipidek,	Szerkezeti és folyamatábrák tanulmányozása. Kutatási projektek, tematikus tablók készítése, kiselőadások.	Biológia: az élőlények rendszerezése. Enzimek. Kémia: zsírok, olajok.

Milyen szerepet játszott az RNS az élet kialakulásában?	fehérjék), a sejtthártyában betöltött szerepüket. Értse, hogy a sejt információs alrendszerének szerepét, tudja bemutatni annak felépítését és működését a baktériumok példáján [9]. Magyarázza az RNS kettős szerepének (információtárolás és katalitikus aktivitás) jelentőségét az első élő rendszerek kialakításában [9].	Mikrofotók elemzése (sejtszerkezet). Mikroszkópos sejttani vizsgálatok.	
Energia és anyagforgalom Miért és milyen formában van szükségük a sejteknek az energiára? Milyen anyagcsere típusok lehetségesek? Heterotrófia, kemo- és fotoautotrófia.	Magyarázza a sejt energetikai alrendszerének szerepét [9]. Értse a légzési lánchoz kapcsolódó energiatermelés lényegét, energetikai hatékonyságát, ismerje főbb típusait [9]. Ismerje a bakteriális fotoszintézis lehetőségét, formáit, evolúciós jelentőségét. Cianobaktériumok, sztrimatolitok.	Anyagcsere típusokat összehasonlító táblázatok elemzése. Mikrobiológiai gyakorlatok, aerob (és anaerob) tenyésztési kísérletek. Filmelemzés: Attenborough: Élet a Földön (1.).	Kémia: redoxi rendszerek, elektrokémia.
Az élet határai Milyen extrém élőhelyek és ott élő mikrobák vannak? Extremofil mikrobák Hogyan alkalmazkodtak az első baktériumok a	Tudjon példákat említeni a szélsőséges életkörülményekhez alkalmazkodott mikroba csoportokra. Értse, hogy miért soroljuk külön	Filmelemzés: Yellowstone-park, Holt tenger. Információkeresés: asztrobiológiai kutatások, Mars, Titán, Európa,	Földrajz: extrém élőhelyek (hőforrások, sós vizek, kénes közegek), a Naprendszer égitestjei, a Naprendszer

környezetükhöz? Ősbaktériumok, Lehet-e élet más égitesteken? kutatási célok, módszerek Asztrobiológia	országba az ősbaktériumokat, tudja felsorolni néhány csoportjukat és mai előfordulásukat (pl. Holt-tenger: sókedvelők, Yellowstone: melegkedvelők) [9]. Rendelkezzen ismeretekkel az életlehetőségek más égitesteken való kutatásának céljáról, módszereiről, eddigi eredményeiről.	üstökösök és az élet alapjainak, feltételezett primitív formáinak kutatása.	keletkezése.
2. fejezet: A populációk változása Milyen hatások és folyamatok eredményezik az élővilág változását?	Ismerjen és fogadjon el az evolúciót közvetlenül bizonyító tudományos módszereket és eredményeket.		
Az ideális populáció Milyen hatások vezethetnek egy populáció egyensúlyának felborulásához? Genetikai egyensúly, Hardy-Weinberg szabály.	Ismerje az ideális populáció fogalmát, jellemzőit. Ismerje, hogy milyen körülmények vezethetnek a populáción belüli allélgyakoriság megváltozásához. Legyen képes a Hardy-Weinberg szabály alkalmazásával egyszerűbb populációgenetikai számítások elvégzésére. (allélgyakoriság, fenotípus gyakoriság) [9].	A populációk egyensúlyát felborító hatások példáinak elemzése szövegek, filmrészletek alapján. Számítógépes populációdinamikai modellek elemzése [18] [17].	Matematika: statisztika. Informatika: számítógépes modellek, szimulációk.

Az evolúció elmélete Milyen megfigyelések vezették Darwint az evolúció elméletének megfogalmazásához? Miért tekinthető forradalminak az evolúció elmélete az élővilágról alkotott korábbi elképzelésekhez képest? Hogyan függ össze a jellegek eloszlása és a természetes szelekció?	Legyen képes felvázolni az evolúcióelmélet megfogalmazásához vezető biológiai megfigyeléseket, problémákat (hasonlóságok, alkalmazkodási jelenségek stb.) [6]. Legyen képes bemutatni az evolúció elmélet újszerűségét, szembenállását a kor uralkodó világnézetével [6]. Értelmezze a populáción belüli jellegek eloszlását bemutató grafikonokat, képeket, hozza ezt összefüggésbe a szelekcióval [17].	Információkeresés, kiselőadás: Darwin élete, tudománytörténeti jelentősége. Vita: a vallásos és misztikus elképzelések és az evolúcióelmélet konfliktusa és annak feloldhatósága [16].	Társadalomismeret: vallások. Emberismeret.
Adaptív és nem adaptív evolúciós folyamatok Milyen formái vannak a természetes szelekciónak? (irányító, stabilizáló, szétválasztó szelekció) Milyen irányai lehetnek a fejlődési folyamatnak? (Konvergens és divergens evolúció, homológ és analóg szerv) Milyen hatások vezethetnek nem	Ismerje a különféle élőlénycsoportok környezethez való alkalmazkodásának evolúciós összefüggéseit [9]. Legyen képes példákon bemutatni az alkalmazkodás és a természetes szelekció kapcsolatát. Ismerje fel a szelekció különféle formáit, tudjon példákat említeni. Tudja értelmezni a gerinces	Filmelemzés: Attenborough: Élő bolygó, Élet a Földön. Evolúciós folyamatokat bemutató képsorozatok elemzése.	Biológia: az élőlények teste és életműködései. Földrajz: lemeztektonika, éghajlat.

adaptív evolúciós eseményekhez? Hogyan alakulhatnak ki új fajok?	végtagtípusok fejlődési folyamatát [9]. Tudjon elemezni adaptív és nem adaptív fajkeletkezést leíró példákat (adaptív radiáció, földrajzi izoláció, genetikai sodródás, alapító elv) [9].		
A neodarwinizmus Mi lehet a természetes szelekció alapja? (egyed, csoport, allél) Az evolúció elméletének kiterjesztése (evolúciós rendszerek, mémek).	Értse a különbséget az egyedek, a csoportok és az allélok szintjén ható szelekciós modellek között. Tudjon példát mondani az önzetlen viselkedés csoporterősítő hatására. Legyen képes bemutatni, példákkal alátámasztani az evolúciós rendszerek általános jellemzőit, a társadalom, a gazdaság és technológia területein játszott szerepüket (vállalkozások, műszaki típusfejlesztések, kulturális mémek) [9] [6].	Szövegelemzés: Dawkins: Az önző gén (részletek) [15]. Filmelemzés: Attenborough: Az élet erőpróbái. Vita: evolúciós rendszerek a társadalomban, gazdaságban [16] [27].	Biológia: az állatok viselkedése, populációk közötti kölcsönhatások. Gazdasági ismeretek: a verseny.
3. fejezet: Az élővilág evolúciója Milyen fejlődési lépések, nagy korszakok jellemzik az élővilág evolúcióját?	Értse az evolúció folyamatának lényegét, tudja alkalmazni konkrét fejlődéstörténeti események.		Földrajz: földtörténeti korok.

	Legyen képes főbb vonalakban felvázolni az élővilág főbb csoportjainak leszármazási kapcsolatait.		
Az evolúció bizonyítékai Hogyan szerezhetők közvetlen bizonyítékok az élet korai formáiról? Lenyomatok, fossziliák, kormeghatározási módszerek. Mire következtethetünk a ma is élő, távoli ősökre visszavezethető élőlények vizsgálatából? Milyen közvetett módszerekkel vizsgálható az evolúció?	Ismerje fel, hogy a fossziliák és lenyomatok megfelelő kormeghatározás esetén az élővilág fejlődéstörténetének közvetlen bizonyítékai lehetnek. Ismerjen néhány, az ősi csoportokkal rokon maradványfajt (pl. Nautilus sp., Ginkgo biloba). Ismerje az evolúció kutatásában alkalmazható molekuláris módszerek lényegét, néhány eddigi eredményét. (DNS hibridizáció, mitokondriális DNS, citikróm-c elemzés) [11].	Radiokarbon kormeghatározás elvének értelmezése csoportmunkában, vázlatrajz alapján. Szövegelemzés: molekuláris törzsfa módszer. Filmelemzés: a Grand Canyon. Evolúciós időszalag készítése, képekkel való kiegészítése. Látogatás a Természettudományi Múzeumban / Földtani Intézetben /Ipolytarnócon [24].	Földrajz: földtörténeti korok. Rétegtan, a leletek relatív és abszolút kora, fosszilizálódás, a Föld külső és belső felszínformáló erői. Kémia: Kalcium és vegyületei, mészkő.
Az élővilág evolúciójának nagy korszakai Milyen nagyságrendek, korszakok jellemzik az élővilág evolúciójának folyamatát? Melyek a legfontosabb mérföldkövek, fordulópontok az élet	Lássa az evolúciós időskála nagyságrendi léptékét, legyen képes elhelyezni időben a főbb eseményeket. Legyen képes vázlatosan bemutatni és időben elhelyezni az	Növény és állatcsoportokat, fejlődési lépéseket bemutató képek időrendi, leszármazási sorrendbe állítása. Evolúciós időszalag rajzolása, folyamatos bővítése, finomítása	Biológia: az élőlények rendszerezése. Földrajz: földtörténeti korok, üstökösök, meteorok. éghajlat és időjárás.

fejlődésében?	élővilág fejlődésének döntő jelentőségű eseményeit, korszakait (élet kialakulása, fotoszintézis megjelenése, eukarióták kialakulása, kambriumi „robbanás”, gerincesek kialakulása, szárazföld benépesítése stb.) [9].	csoportmunkában.	
Az eukarióta sejt típus kialakulása Milyen szerepet játszottak a prokarióták egyes csoportjai az eukarióta sejt típus kialakulásában? Melyek az eukarióta egysejtűek fő csoportjai? Algák, protozoák, egysejtű gombák. Miért tekinthetők az eukarióta egysejtűek a leszármazás elágazási pontjának?	Magyarázza az eukarióta sejt kialakulását a szimbionta elmélet alapján [9]. Ismerjen eukarióta egysejtű csoportokat, legyen képes vázlatosan bemutatni a közöttük lévő fő különbségeket.	Képek, szövegek animációk alapján vázlatrajzkészítés az eukarióta sejt szimbionta eredetű alkotóiról. Filmelemzés: Élet egy csepp vízben, Attenborough: Élet a Földön (részletek).	Biológia: a prokarióta sejt, az élőlények rendszerezése.
A tengeri élővilág kiteljesedése Melyek voltak az első többsejtű, szövetes élőlények? Miért vannak különböző színű moszatok? Mi a jelentősége a mészváz	Tudja jellemezni a vízi életmód jellegzetes alkalmazkodási szükségleteit (növények: fényviszonyok, tápanyagfelvétel. Állatok: légzés, közegellenállás,	Lenyomatok és fossziliák, illetve fotóik tanulmányozása. Az állati test szimmetria típusainak összehasonlítása képek, rajzok, saját	Biológia: légzés, táplálkozás, érzékelés, mozgás szervrendszerei. Matematika: sugaras és tükrörszimmetria. Fizika:

kialakulásának? Mi az evolúciós jelentősége a szelvényezett testfelépítés kialakulásának?	úszás, lebegés, szaporodás, hőszigetelés) [9]. Ismerje és tudja összehasonlítani az összajú állatok főbb csoportjait. Láss a mészvázak szerepét a légkör átalakításában, illetve a kőzetképződés folyamatában. Láss a kétoldali testszimmetria és a szelvényezettség megjelenésének előremutató jelentőségét [17]. Ismerje a gerinces állatok kialakulásának és továbbfejlődésének főbb lépéseit (pl. előgerinchúrosok, porcos és csontos halak).	megfigyelések alapján [17]. Filmelemzés: Attenborough: Az élő bolygó.	közegellenállás, felhajtóerő, úszás, lebegés. Kémia: gázok oldódása, telített oldat.
A szárazföld benépesítése Milyen fejlődési lépések vezettek a szárazföld benépesítéséhez? Hogyan alkalmazkodtak a növények a szárazföldi környezethez? Melyek az állatok szárazföldi környezethez való alkalmazkodásának főbb lépései, jellemzői.	Legyen képes bemutatni a növények és az állatok szárazföldi körülményekhez való alkalmazkodása során bekövetkezett fontosabb fejlődési eseményeket [9]. Legyen képes megjelenésük időbeli sorrendjébe helyezni a növényvilág nagy csoportjait (moszatok, mohák, harasztok, nyitvatermők, zárvatermők). Tudjon példákat az élőlények szélsőséges	A növényvilág főbb fejlődési lépéseit bemutató képek elemzése, sorrendbe állítása és a fejlődési folyamat leírása [9]. Filmrészlet megtekintése és megvitatása: Spielberg: Jurassic Park. Képek, leírások alapján az alkalmazkodás példáinak elemzése csoportmunkában, elképzelt útibeszámoló beszámoló	Földrajz: a Föld éghajlata, az éghajlati övek természetes életközösségei, globális éghajlatváltozás.

	éghajlati viszonyokhoz való alkalmazkodására (sivatagi, sarkvidéki életközösségek) [9].	készítése [15].	
Környezet és evolúció Hogyan befolyásolták a földi környezet nagy léptékű változásai a törzsfajlódást? Felmelegedések és jégkorszakok, kontinensvándorlás. Melyek az éghajlati alkalmazkodás határai? Miért okozhatnak evolúciós katasztrófát a túl gyors változások (pl. a jelenkori klímaváltozás)? Megfigyelhető-e a jelenkori éghajlatváltozási folyamat életközösségekre gyakorolt hatása?	Rendelkezzen elképzeléssel az éghajlat hosszú távú változásának lehetőségéről, ismerjen ezzel összefüggő evolúciós folyamatokat (pl. karbonkori erdőségek, jégkorszaki életközösségek). Legyen képes érvekkel alátámasztani a jelenkori éghajlatváltozás sebessége és az élővilág veszélyeztetettsége közötti összefüggést [9] [8]. Források, adatok alapján hozzon érveket az életközösségekben a globális éghajlatváltozásra visszavezethető változásokra, értékelje ezek jelentőségét, az előre jelezhető következményeit.	A Föld hirtelen bekövetkező, nagymértékű környezeti változásait (pl. becsapódások, vulkánkitörések, éghajlati kilengések) bemutató szövegek, képek elemzése. Információkeresés: a globális éghajlatváltozás hatása az élővilágra.	Földrajz: lemeztectonikai folyamatok, éghajlatváltozások, jégkorszakok.

12. témakör: Élővilág és környezet (22 óra)

Az élővilág és az élettelen környezet elemei szoros kölcsönhatásban állnak egymással. A Föld globális környezeti rendszereit a napsugárzás hozza mozgásba, kialakítva az éghajlati övek, a szárazföldek és óceánok változatos élővilágát. Közelebbről vizsgálva a nagy képben feltűnnek a részletek, az alkalmazkodás egyéni és kollektív módjai, a sikeres és a kihalásra ítélt fajok. A témakör célja, hogy a tanulók ismerjék meg az élő és az élettelen környezet egymásrahatalságát, vizsgálják az embernek az életközösségekre gyakorolt hatását. Tárják fel a fenntartható fejlődés lehetőségeit, érezzenek késztetést az ennek érdekében való cselekvésre szűkebb környezetükben és a globális összefogás részeként. A tananyag ismereti elemei részletekre is kitérve mutatnak rá a problémákra. A komplex problémamegoldó gondolkodás mellett fontosak az érzelmi és akarati hatással bíró tanulási tevékenységek, a véleményalkotás és a vita, az érdekek összehangolásán alapuló stratégiai gondolkodás is.

Témák, problémák, fogalmak	Követelmények, fejlesztendő kompetenciák	Javasolt tevékenységek	Kapcsolatok
1. fejezet: Élőhelyek Milyen környezeti feltételeket igényelnek az élőlények?	Ismerje az élőhely fogalmát, az élőhelyeket jellemző élettelen környezeti tényezőket és az élővilágra gyakorolt hatásaikat.	Terepgyakorlatok, határozókönyvek használata.	Földrajz: az időjárás, az éghajlat, a táj.
Az élőhely fogalma, jellemzői, típusai Milyen mutatókkal jellemezhető az egyedeknek, illetve az életközösségeknek otthont adó környezet? Melyek az élőhelyeket meghatározó élettelen környezeti tényezők? Milyen (méretbeli) szinteken vizsgálhatók az élőhelyek? Mikrokörnyezet, makrokörnyezet (habitat) fogalma. Hogyan és mit jelez számunkra az élővilág? Tűrőképesség fogalma, típusai A biológiai indikáció fogalma, jelentősége.	Ismerje a főbb élettelen környezeti tényezőket (fény, levegő, víz, talaj, hőmérséklet), legyen képes ezek változatosságának bemutatására. Legyen képes ökológiai mutatók problémamegoldásban való használatára a Növényismeret könyv segítségével. Értse, hogy az egyes fajok és fajcsoportok elterjedése a környezetre utaló jelzés (indikáció) [9]. Ismerje a bioindikáció lehetőségét, tudjon példát mondani a módszer alkalmazására. A terepi vizsgálatokban alkalmazza a zuzmótérképezés, a vízminőség, a talajminőség	Terepgyakorlat: élőhelyi viszonyok összehasonlító vizsgálata, mérések. Ökológiai mutatók azonosítása és alkalmazása a Növényismeret könyv alapján. Tűrőképességi adatok, diagramok elemzése [17]. Zuzmótérképezés, vízminőség elemzés gerinctelen fauna alapján.	Földrajz: az éghajlati övek, övezetek. Biológia: a növények teste és életműködései, az állatok teste és életműködései. Földrajz: tematikus térképek. Kémia: az indikáció-indikátor kémiai értelmezése, savas esők oka (S és N-oxidok oldódása vízben).

	bioindikációs módszereit [9].		
Jellegzetes élőhelyek, társulások Hogyan hasonlíthatók össze, mi alapján jellemezhetők az élőhelyek különféle típusai? Melyek a jellegzetes hazai vizes és szárazföldi élőhely típusok? Milyen növénytársulások jellemzik ezeket az élőhelyeket? Hogyan határozzák meg az élőhelyi viszonyok a társulások jellemzőit?	Ismerje az élőhelyek növénytársulások alapján való jellemzésének lehetőségét. Tudjon felsorolni és bemutatni jellegzetes hazai élőhely típusokat, ezekhez köthető tipikus növénytársulásokat. (középhegységi erdőtüpusok, ligeterdők, ártéri erdők, üde gyepek, sziklagyepek, patakok, folyók, tavak). Indokolja a tipikus növénytársulások jellemzőit a környezeti tényezők alapján [9].	Terepgyakorlat: társulások azonosítása, jellemzése. Jellegzetes hazai növénytársulások összehasonlítása, a környezeti tényezők elemzése a Növényismeret könyv alapján.	Biológia: környezet és evolúció. Földrajz: Magyarország nagy tájai.
2. fejezet: Életközösségek Milyen módjai lehetnek az élőlények környezethez való alkalmazkodásának? Biogeokémiai ciklusok.	Ismerje az alapvető egyed fölötti biológiai szerveződési szinteket (populáció, társulás, ökoszisztéma, bioszféra). Tudjon példákat mondani a testalkat, az élettani működések, illetve a magatartás útján történő alkalmazkodásra [9].	Információkeresés, egyéni projektmunka, kiselőadások, posztterek készítése.	Földrajz: táj, tájgazdálkodás.
Táplálkozási hálózatok Milyen típusai	Ismerje a ciklikus	Táplálkozási	Biológia:

vannak az életközösségeken belüli táplálkozási kapcsolatoknak, hogyan alakulnak ki a táplálkozási hálózatok? Milyen alaptípusai vannak a táplálkozási hálózatoknak? Mitől függ az, hogy mennyi ragadozó és mennyi zsákmány van?	anyagáramlás és az egyirányú energiaáramlás tényét és termodinamikai okát [9]. Legyen képes megkülönböztetni különféle típusú táplálkozási hálózatokat (ragadozó, parazita, lebontó). Saját megfigyelések és információkérés alapján legyen képes táplálkozási hálózat megrajzolására [9]. Értelmezzen két- és többemű ragadozó-zsákmány modelleket (Lotka-Volterra) [9].	hálózatok megrajzolása természetfilmek alapján. Filmelemzés: Attenborough: Az élet erőpróbái, Táplálékszerzés, A növények magánélete: Kapcsolatok – részletek. Grafikonelemzés. ragadozó-zsákmány létszámot szimuláló számítógépes játék futtatása [17] [18].	a táplálkozás szervrendszere, a növények teste és életműködései, az állatok teste és életműködései. Fizika: energiaszint, energiaszint átalakítása.
Szaporodás és ivadékgondozás Mitől függ az, hogy az élőlények csoportban vagy magányosan élnek, ivadékgondozók vagy sem?	Ismerje az r- és K szaporodási stratégia jellemzőit, összefüggését a környezettel. Értse a születési és halálozási ráta valamint a környezet eltartó képességének kapcsolatát [17].	Populációdinamikai grafikonok, adatbázisok elemzése, szerkesztése [17]. Filmelemzés: Attenborough: Az élet erőpróbái, Cseperedőben, Otthonteremtés - részletek	Biológia: a szaporodás szervrendszere.
Versengés és együttélés Mitől függ az, hogy mennyi ragadozó és mennyi zsákmány van? Mi az agresszió és az együttműködés,	Hozza kapcsolatba a csoportos viselkedés jellemzőit a szaporodási stratégiákkal és a környezet jellemzőivel.	Filmelemzés: Attenborough: Az élet erőpróbái, Hajsza és menekülés, Barátok és vetélytársak, Harcban egymással	Biológia: öröklött és tanult viselkedésformák. Csoport- és rokonszelekció. Gazdasági

önzetlenség szerepe az élővilágban? Különbözik-e az állati és az emberi agresszivitás és segítőkészség? Fokozhatók-e, megszüntethetők-e? Hierarchia, agresszió, altruizmus. Mit fejez ki az ökológiai tér, a niche fogalma?	Értelmezze az utódszám, az ivadékgondozás és agresszió biológiai szerepét. Fogalmazza meg az emberi és állati agresszió okainak és formáinak különbségét. Értse az ökológiai tér (niche) fogalmát, hozza kapcsolatba a kompetitív kizárás elvével (Gause) [9].	- részletek). Növények magánélete: Versengés. Közös grafikonelemzés. Ragadozó-zsákmány létszámot szimuláló számítógépes játék futtatása [17] [18]. Az agresszióról szóló könyv (részletek) elemzése (pl. K. Lorenz) [15]. Saját megfigyelések (pl. akvárium halak, baromfik viselkedése – projekt téma).	ismeretek: a piaci verseny.
Az életközösségek egyensúlya, változása Mi az oka az évszakos változásoknak az élővilágban? Születnek-e, öregednek-e egész életközösségek is? Populációdinamika, aszpektusok, szukcesszió.	Ismerje az évszaktól és napszaktól függő ritmikus változások fizikai –földrajzi okait és biológiai következményeit. Hozzon példát biológiai szukcesszióra. Magyarázza a szukcesszió folyamatát fizikai és ökológiai kölcsönhatások átrendeződésével [9].	Terepgyakorlat ősszel és tavasszal: fajlisták összevetése, következtetések.	Földrajz-Fizika: az évszakos változások csillagászati okai és éghajlati következményei (övezetesség). Kémia: a víz sűrűségváltozása változó hőmérsékleten.
3. fejezet: A bioszféra egyensúlya Milyen folyamatok játszódnak le a Föld globális léptékű környezeti rendszereiben,		Globális környezeti rendszerek, folyamatok áttekintése, veszélyek és teendők azonosítása	Földrajz: globális környezeti problémák.

milyen szerepet játszik ezekben az élővilág és az ember?		[4].	
Globális környezeti rendszerek			
Szabályozottak-e a globális környezeti folyamatok? Stabilitás és sérülékenység Nevezhető-e a Föld egyetlen élőlénynek? Gaia elmélet	Ismerje a globális vízkörforgás folyamatát, tudja elemezni a meghatározó energiahatásokat. Legyen képes bemutatni és fizikai-, kémiai ismeretei alapján magyarázni a globális szén-, hidrogén- oxigén- és nitrogénáramlás fő útjait, az abban részt vevő élőlény csoportok és vegyületek (H_2O, O_2, O_3, CO_2, CO, H_2CO_3, $CaCO_3$, freon, N_2, NH_3, NO_x, NO_2^-, NO_3^-, szerves vegyületek) szerepét, figyelembe véve a mennyiségi viszonyokat is [17] [9]. Ismerje a bioszféra az éghajlat szabályozásában játszott szerepét (szén-dioxid raktározás, párologtatás stb.). Ismerje a Gaia elméletet [6] [4].	Ábrák, animációk és filmek elemzése. Globális környezeti rendszereket (anyag ciklusokat) bemutató folyamatábrák rajzolása [4] [17]. Esettanulmányok – természetfilmek – elemzése (pl.: Attenborough: Láttelek a Földről, Reggio: Quoyanisquatsi). Kiselőadás. Vita.	Biológia: autotróf és kemotróf életmód. Ökológiai lábnyom. Szabályozottság, visszacsatolás. Kémia: a legfontosabb szén-, oxigén-, hidrogén- és nitrogénvegyületek. Keletkezés, kémiai és fizikai tulajdonságok. Fizika: A napfény összetevői. Nyílt rendszerek jellemzői.
A vízminőség, vízellátás hatása az életközösségekre			
Mik a megfigyelhető, mérhető jelei a romló vízminőségnek?	Saját megfigyelések, terepi vizsgálatok, illetve képek, filmek	A településen vagy közelében található élővíz megfigyelése,	Földrajz: a Föld vízburka, a víz körforgása,

Melyek a legfontosabb vízszennyező anyagok, milyen természetes, illetve technológiai forrásokból származnak? Milyen kedvezőtlen változásokhoz, katasztrófákhoz vezethetnek a vízi életközösségeket sújtó szennyezések? Mi a szerepe a víz körforgásában a szárazföldi növényzetnek? Hogyan befolyásolja a vízellátás a szárazföldi növényzet életfeltételeit? (Természetes csapadék, öntözés)	alapján ismerje fel a vízminőség romlás jeleit (fizikai jellemzők változása, algásodás, növényzet burjánzása). Ismerje a nitrát és foszfát szennyezés következményeit, közvetlen (pl. műtrágya, szennyvíz) és közvetett forrásait (lebomló szerves szennyezők). Esetleírások, képek, filmek alapján legyen képes elemezni konkrét vízszennyezési eseményeket (pl. tiszai ciánszennyezés, szennyvíz beömlés, olajszennyezések stb.) [8] [4]. Elemesse az erdőirtások nyomán fellépő talajerózió, árhullám előfordulások összefüggéseit. Ismerje az éghajlatváltozás következtében várható szélsőséges csapadékeloszlás életközösségekre gyakorolt hatását, az aszály és a belvíz okozta mezőgazdasági problémákat [4] [8].	gyorstesztetekkel való vízminőség mérés. Tablók, folyamatábrák rajzolása (vízszennyezés, eutrofizáció) [17]. Esettanulmányok, filmek elemzése, megbeszélése. Az öntözéses gazdálkodást bemutató képek, filmek szövegek keresése, megbeszélése [27]. Honlap: www.hydroinfo.hu (legmagasabb vízszint alakulása).	felszíni vizek, talajvíz. Fizika: hajszálcsovésség, párolgás.
A talaj minősége, állapota Milyen tényezők	A szín, szag,	Fizikai	Biológia:

határozzák meg a talaj fizikai tulajdonságait?	morzsalékosság, nedvesedés alapján legyen képes a talaj minőségére vonatkozó következtetések levonására. Ismerje a növények által igényelt ásványi tápanyagokat, nyomelemeket, a humusz szerepét a talajminőség és a tápanyagellátás biztosításában.	talajvizsgálatok elvégzése minták alapján.	a növények teste és életműködései. Baktériumok, gombák, férgek. Biogén elemek.
Milyen kémiai összetevők adják a talaj termőképességét, hogyan pótolhatók?		Tápoldatok, műtrágyák összetételének vizsgálata [17].	Földrajz: a Föld kőzetburka, talajképződés.
Milyen élőlények működnek a talajban, miért fontos a talaj élete?		Tápanyaghiányos növények fotóinak összehasonlítása a normál fejlődés képeivel.	Kémia: nitrogén, foszfát, fémek, nehézfémek.
A talajpusztulás okai.	Ismerje a talaj életközösségének főbb összetevőit és szerepüket az anyagok körforgásának biztosításában (férgék, lebontó gombák, talajbaktériumok stb.). Ismerje a komposztálás lehetőségét, elvét, az erre alkalmas háztartási hulladékok fajtáit [13].	Talajlakó mikroszervezetek vizsgálata mikroszkóp alatt.	
Milyen szennyező anyagok kerülhetnek a talajba, onnan az ökoszisztémákba?	Példák, információforrások alapján legyen képes felismerni és magyarázni a talajerózió, a szikesedés, illetve az emberi tevékenység miatti degradáció jelenségét [8].	Talajéletet bemutató képek, animációk tanulmányozása.	
Hogyan előzhető meg ez a folyamat?	Esetleírások, képek alapján magyarázza a nehézfém, a szénhidrogén, illetve más mérgező szennyezések forrásait, következményeit [8].	Szikes talajtípusokat, erózió okozta talajpusztulást bemutató képek, filmek megbeszélése [8]. Talajszennyezésről és következményeiről készült képek, beszámolók megbeszélése, az okok, felelősségek, megelőzési és kárelhárítási lehetőségek megvitatása [8]. Honlap: www.taki.iif.hu/talajmuzeum/index.html	

A levegőminőség és az élővilág Milyen kölcsönhatás van az élővilág a légkör között? Milyen szennyező források és anyagok veszélyeztetik az életközösségeket? (porszennyezés, savas gázok, alsó légköri ózon, szénhidrogének) Hogyan reagálnak a növények a levegőszennyezésre?	Képek, diagramok, animációk, filmek alapján legyen képes elemezni az életközösségek és a légkör közötti anyagforgalom főbb folyamatait (széndioxid, oxigén forgalom, metán kibocsátás, párologtatás) [17] [9]. Információforrások alapján elemezze a technológiai eredetű légszennyező anyagok életközösségekre gyakorolt káros hatását [4] [8].	Folyamatábra, összefoglaló rajz készítése (légkör és élővilág). Levegőminőségi adatsorok elemzése, következtetések levonása csoportmunkában. Indikátor növények azonosítása (fajok, jelzett szennyezők). Honlap: www.idokep.hu (szmogtérkép, légszennyezettség).	Biológia: a növények teste és életműködései, az állatok teste és életműködései (légzés). Földrajz: a légkör összetétele és szennyezése.
Megfordítható és nem megfordítható változások	Hozza összefüggésbe a Föld véges rendszerként való értelmezését az erőforrások kimerülésére vezető gazdálkodás veszélyeivel [4]. Elemezzen egészségkárosító környezetszennyezési eseteket, fogalmazza meg a környezeti kár, a felelősség, a kockázat lényegét, az elhárítás technikai és életmódváltáson alapuló lehetőségeit [13] [4] [8].	Műholdfelvételek, távérzékelési technológiák, adatok keresése, az általuk szerezhető információk jelentőségének megbeszélése [11]. Esettanulmányok – természetfilmek – elemzése (pl.: Attenborough: Láttelek a Földről, Reggio: Quoyanisquatsi).	Földrajz: űrkutatás, távérzékelés, éghajlat, erőforrások kutatása. Kémia: egyensúlyi állandót befolyásoló tényezők. Életvitel és gyakorlati ismeretek (rendszerek tervezése, hibakutatás).

13. témakör: Ember a természetben (18 óra)

A természet és az ember viszonyának elemzése a biológia tantárgynak is feladata. Az evolúció csúcsára jutva mégsem emelkedett ki ebből a világból, sokkal inkább meghatározó részévé vált a természeti környezet folyamatainak. Az élőhelyek átalakításával, az éghajlat megváltoztatásával pusztítjuk biológiai örökségünket, de más területeken képesek vagyunk a környezet és természetvédelem érdekében való aktív cselekvésre is. A témakör célja, hogy a tanulók ismerjék meg az élő és az élettelen környezet egymásrataltságát, vizsgálják az embernek az életközösségekre gyakorolt hatását. Vizsgálják a fejlődés ellentmondásait, részletekbe menően elemezzék a globális, regionális és helyi problémákat. Keressék a fenntarthatóság lehetőségeit, érezzék késztetést az ennek érdekében való cselekvésre szűkebb környezetükben és a globális összefogás részeként.

Témák, problémák, fogalmak	Követelmények, fejlesztendő kompetenciák	Javasolt tevékenységek	Kapcsolatok
1. fejezet: Az emberi faj kialakulása	Az emberi faj kialakulásához vezető evolúciós út rekonstruálása a közvetlen és közvetett bizonyítékok alapján.		Társadalomismeret: népcsoportok, rasszizmus, holokauszt. Földrajz: kontinensek népessége.
Közvetlen és közvetett bizonyítékok Milyen módszerek segítségével vizsgálható az emberi faj kialakulása? (csontleletek, eszközök, molekuláris összehasonlító és kormeghatározási módszerek, rekonstrukciós eljárások) Hogyan tanúskodnak a génjeink a leszármazásunkról és a fajok közötti rokonságról?	Ismerjen az emberi faj eredetére utaló genetikai bizonyítékokat (DNS homológia, molekuláris törzsfa módszer) [9]. Ismerje az emberi evolúció vizsgálatában alkalmazható tudományos módszerek lényegét, legyen tisztában a segítségükkel kialakított elméletek megbízhatóságával illetve hiányosságaival [6].	Az összehasonlító módszerek, a fosszíliák és lenyomatok, a rekonstrukciós eljárások és molekuláris elemzések értelmezése, értékelése.	Biológia: a gerinces állatok rendszerezése, az emlősök.
Az emberszabásúaktól az emberekig Mikor és milyen irányokban ágazott el az emberszabású majmok és az emberelődök fejlődése?	Értelmezze az emberszabású majmok és az ember közötti rokonságot, források segítségével legyen képes elhelyezni	Ember és emberszabású vagy emberelőd koponya makett összehasonlítása (rajz, értelmezés).	Történelem: az emberré válás folyamata, őskori kultúrák.

Australopithecus leletek és beillesztésük az evolúciós folyamatba [9]. Homo habilis, Homo erectus leletek fejlődési jellemzői. A Homo sapiens alfajai, a modern ember megjelenése.	időben és fejlődési irányokban az elválás folyamatát [9]. Képek, források alapján tudja összehasonlítani a főbb csont és eszközleleteket, ismerje fel az ezekhez rendelhető emberelődj fajt.	Leletek, rekonstrukciók összehasonlítása, a jellegek és változásuk azonosítása, fejlődési sor összeállítása csoportmunkában, tudásmegosztás. Eszközök és emberek párosítása képek, rajzok, alapján.	
Egy faj, több rassz Melyek az emberi fajokon belüli nagyrasszok? (europid, negrid, mongoloid, ausztráid) Hogyan alakultak ki és melyek a főbb jellemzőik?	Legyen képes összehasonlítani a nagyrasszok főbb testalkati jellemzőit. Tudja érvekkel alátámasztani az emberi faj egységességét [9] [16]. Ismerje a neandervölgyi és a mai ember közötti versengés tényezőit és eredményét [9].	A neandervölgyi emberek európai és magyarországi (pl. Suba-lyuk) leleteiről szóló információk keresése, feldolgozása [24]. Emberi rasszokon belüli (pl. afrikai) és azok közötti genetikai hasonlóság, sokféleség összehasonlítása szövegek alapján [16]. A rasszizmus társadalmi katasztrófákra vezető hatásának, megbeszélése (történelmi példák, konkrét esetek, filmek alapján) [16].	Történelem: őskor.
Az emberré válás következményei Melyek az emberré válás folyamatának ma megfigyelhető testalkati	Legyen képes bemutatni a koponya, a gerincoszlop és a végtagok emberré	Képsorozatok, animációk összehasonlító elemzése, a fejlődési folyamat jeleinek	Biológia: az állatok teste és életműködései, az ember mozgási szervrendszere.

következményei? Milyen viselkedési jellemzők tették sikeressé fajunkat? Hogyan alakult az eszközkészítés és használat fejlődése az emberréválás során?	válás során kialakult jellegzetességeit [9]. Ismerje az emberi magatartási komplex főbb elemeit, a csoportképzés, a konstrukció, a szinkronizáció példáit. Legyen képes bemutatni a kommunikáció fejlődésének folyamatát, a beszéd, a taglejtés, a mimika közös faji jellemzőit. [23]	megfogalmazása. Könyvrészletek elemzése: Csányi Vilmos: Az ember természete [15] [16] [23].	Kommunikáció, jelek és jelzések, a taglejtés. Emberismeret.
2. fejezet: Helyünk a természetben Milyen viszonyban van ma az ember biológiai evolúciója és a technológiák, illetve a gazdálkodás fejlődése?	Mutassa be a technológiai fejlődés és az emberi faj sikeressége közötti összefüggést, rámutatva a folyamat fenntarthatóságával kapcsolatos problémákra [8] [4]. A természeti környezettel való gazdálkodási módok biológiai ismeretekre alapozott elemzése. Az erőforrásokkal való gazdálkodás történetének áttekintése [4].		
Ökológiai társadalmak a múltban Milyen kapcsolat volt az őskori gyűjtögető, vadászó emberi közösségek és természetes életközösségek	Legyen képes mennyiségi szempontból összevetni a kisebb lélekszámú és a túlszaporodott	Ókori közösségek élelemszerző, eszközkészítő, településépítő kultúráit bemutató képek, filmek,	Történelem: őskor, ókor. Földrajz: a nyersanyagok és energiahordozók

között? Milyen történeti példái vannak a környezettel való harmonikus együttélésnek, illetve a katasztrófára vezető, elhibázott gazdálkodásnak	emberi közösségek anyaghasználatát. Lásza a készletek kimerülésére vezető okokat [4] [8]. Ismerje fel, hogy a természettel harmóniában folytatott, fenntartható gazdálkodásnak biztosítania kell a felhasznált erőforrások újratestermelését [8] [4]. Tudjon történelmi, illetve jelenkori példák alapján rámutatni a nem fenntartható gazdálkodás során elkövetett hibákra [8] [4].	szövegek tanulmányozása [25]. Ember és természet kapcsolatának megvitatása ma élő természeti népeket bemutató filmek alapján. Esettanulmányok, történeti leírások elemzése csoportmunkában, szempontok alapján (pl. Óegyiptom, Húsvét-szigetek, Maja, Azték kultúrák, Angkor) [25].	előfordulása, készletei.
A népesség növekedésének problémája Milyen szaporodási dinamika jellemezte a múltban és jellemzi ma az emberiséget? Milyen okokra vezethető vissza a népesség robbanásszerű növekedése és milyen következményei vannak, illetve lehetnek ennek a folyamatnak?	Tudja értelmezni a Föld népességének alakulását bemutató diagramot, legyen képes a fenntartható fejlődésre vonatkozó következtetések levonására [17] [4]. Ismerje a népesség korösszetételét jellemző korfát, a különféle korfa alakok alapján legyen képes a populációkra vonatkozó következtetések levonására.	Népességi diagramok, korfák összehasonlító elemzése [17]. Vita: a Föld 20-21.századi népesség-növekedésének adatai, okok és lehetséges következmények, várható jövő [15] [4].	Földrajz: a Föld népessége. Társadalomismeret, emberismeret: a család és a gyermekvállalás.
Az ember hatása a természetes életközösségekre			

Szabályozza-e az ember a természetes életközösségeket? Milyen következménye volt és van a többi fajra nézve az ember elterjedésének?	Ismerje a vadon élő populációk, életközösségek tudatos szabályozásának módjait (Pl. vadászat, természetvédelmi tevékenység) [8]. Ismerje az embernek a természetes életközösségekbe való túlzott beavatkozásának következményeit (túllegeltetés, túlhalászat, vadászat) [4]. Tudjon példákat az emberi tevékenység nem szándékos, de az életközösségekre káros hatásaira. (élőhelyek pusztítása, környezetszennyezés stb.) [8] [28].	A lakóhely környezetében található természetvédelmi terület, Nemzeti Park meglátogatása. [24] A közelmúltban, az emberi tevékenység következtében kihalt, illetve jelenleg veszélyeztetett fajokat bemutató szövegek, képek, videók elemzése. [8] Elemezzen eseteket, melyben természetvédelmi és gazdasági érdekek ütköznek (a „közlegelők tragédiája”) és a megoldásra tett javaslatokat. [8] [27]	
3. fejezet: Az emberi tevékenység környezeti hatásai Tények, adatok, előrejelzések és következtetések a fenntartható társadalom, a gazdálkodás hosszú távú lehetőségeiről.	A Föld véges rendszerként való értelmezése, ebből a fenntarthatóságra vonatkozó következtetések levonása [4] [17] [28]. Az életközösségek alapjait veszélyeztető antropogén hatások azonosítása [8] [28]. Legyen képes a környezeti válságjelenségeket bemutató esetleírások, filmek		Földrajz: globális környezeti problémák.

	kritikai szempontú elemzésére [28].		
Mezőgazdasági technológiák Hogyan alakították át környezetüket a letelepedő, mezőgazdasággal foglalkozó népek? Hogyan függ össze a városi és a falusi életmód, hogyan történik a városlakók élelmiszer ellátása? Mit jelent a biogazdálkodás? Hogyan lehet megfelelő életkörülményeket biztosítani a tenyésztett haszonállatok számára?	Értse, hogy a városok léte az őket élelmiszerrel ellátó mezőgazdasági területektől függ, legyen mennyiségi képe erről az összefüggésről [27]. Legyen képes megfogalmazni a biogazdálkodás alapelveit, értékelje a környezeti és egészségmegőrzési előnyeit [27] [7]. Hasonlítsa össze a nagyüzemi, iparszerű állattartást és a biogazdaságok körülményeit, ismerje a törvényi szabályozás létét, fontosabb pontjait [27] [7].	A vidéki mezőgazdasági termelőtől városi fogyasztóig haladó termékpálya lépéseinek, szereplőinek azonosítása, a folyamat kritikai elemzése [27] [4]. Látogatás állattartó telepen, vagy erről szóló film megtekintése.	Biológia: a növények teste és életműködései, az állatok teste és életműködései. Földrajz: a gazdálkodás módjai, mezőgazdaság.
Anyag és energia használat Mi jellemzi az embert, a modern technikai civilizáció anyaghasználatát? Milyen példái, technológiai lehetőségei vannak az anyagok újrahasznosításának? Milyen előnyei és esetleges hátrányai vannak a biomassza energetikai	Ábrák, filmek alapján tudjon elemezni a különféle technológiákra jellemző anyag és energiaforgalmi folyamatokat. Legyen képes ezek alapján általános következtetések levonására [17]. Legyen képes összehasonlítani a körfolyamat és az egyirányú folyamat elvét, tudjon ezekre	Folyamatábrák szerkesztése [17]. Termék életutak nyomonkövetése, ábrázolása, kritikai elemzése [27]. A biodegradáció feltételeinek elemzése, kísérleti vizsgálata [9]. Technológiai leírások, animációk,	Fizika: hőtan, energia átalakítások. Földrajz: nyersanyagok, fosszilizáció, kőszén, kőolaj és földgázlelőhelyek előfordulása. Kémia: polimer műanyagok.

felhasználásának?	példát mondani [17]. Ismerjen biomassza alapú energianyerési technológiákat. (biogáz, bioetanol, biodízel, energianövények, tűzifa). [7] [27]	filmek megtekintése, ezek alapján folyamatábrák szerkesztése.	
Infrastruktúra és településfejlődés			
Mi jellemzi a mai globalizált világ gazdaság anyagforgalmát, milyen árat fizetünk ezért?	Vonjon le következtetéseket a kiterjedt szállítási útvonalak és egyirányú anyagáramlások környezeti	Városok növekedését, változását bemutató térképek, képriportok összehasonlítása, megbeszélése.	Földrajz: településtípusok, településfejlődés, közlekedés és szállítás, világkereskedelem.
Milyen technológiai, gazdasági lehetőségei, előnyei vannak a kisebb léptékű, helyi rendszerekre épülő gazdálkodásnak?	összefüggéseivel kapcsolatban, vesse össze ezeket az ökológiai rendszerek jellemzőivel [27] [8]. Értelmezzen, illetve állítson össze	Egyes (pl. élelmiszer) termékekre, árucikkekre jellemző globális (világkereskedelmi) szállítási útvonalak ábrázolása térképen.	Életvitel, gazdasági ismeretek: termelés, technológiák, mesterséges környezet, a környezet használata, tervezés.
Hogyan lehet a növényeket tudatosabban felhasználni a környezetvédelemben? (árnyékolás, párologtatás, hűtés, pormegkötés,	modellrendszereket a növények segítségével megvalósítható klimatizálásra, ismerjen ilyen megvalósult rendszereket, hazai építészeti példákat [11] [13].	Információkeresés: a lakókörnyezetben megvalósult helyi előállítási és fogyasztási rendszerek példái.	
Milyen élőhelyeket találnak a városlakó állatok, hogyan alakul az emberekkel való kapcsolatuk?	Ismerje, vegye észre a városban szabadon lakó állatok számára rendelkezésre álló új élőhelyeket, mutassa		
Milyen szempontokat kell figyelembe venni az emberrel együtt élő társállatok tarásán?	be a magatartás alkalmazkodásának példáit. Ismerje az állatvédelmi törvény fontosabb előírásait, legyen tisztában a szankcionálás		

	lehetőségével [6]. Tartsa és tartassa be környezetében az állattartási előírásokat [16] [13].		
--	--	--	--