# Kémia

A négy évfolyamos gimnáziumok számára készült reáltagozatos kémia-kerettanterv tananyaga *kompatibilis* bármely, a Nemzeti alaptanterv kiadásáról, bevezetéséről és alkalmazásáról szóló, 110/2012. (VI. 4.) Kormányrendelet alapján akkreditált kerettanterv 7–8. évfolyamra előírt kémia tananyagával.

A kerettanterv célja annak elérése, hogy középiskolai tanulmányainak befejezésekor minden tanuló birtokában legyen a *kémiai alapműveltségnek*, ami a természettudományos alapműveltség része. Ezért szükséges, hogy a tanulók tisztában legyenek a következőkkel:

- az egész anyagi világot kémiai elemek, ezek kapcsolódásával keletkezett vegyületek és a belőlük szerveződő rendszerek építik fel;
- a vegyipar termékei nélkül jelen civilizációnk nem tudna létezni;
- a civilizáció fejlődésének hatalmas ára van, amely gyakran a háborítatlan természet szépségeinek elvesztéséhez vezet, ezért törekedni kell az emberi tevékenység által okozott károk minimalizálására;
- a kémia eredményeit alkalmazó termékek megtervezésére, előállítására és az ebből adódó környezetszennyezés minimalizálására csakis a jól képzett szakemberek képesek.

Annak érdekében, hogy a jövőben is *legyen elegendő, magasan kvalifikált elméleti és jól képzett gyakorlati szakember,* a reál tagozatos gimnáziumokban az alábbi elveket kell követni:

- a kémia tanításakor a tanulók már meglévő köznapi tapasztalataiból, valamint a tanórákon lehetőleg együtt végzett kísérletekből kell kiindulni;
- a kémiaórákon játsszon központi szerepet az anyag szerkezete és tulajdonságai közötti összefüggések felismerése és alkalmazása;
- a tanulóknak meg kell ismerni, meg kell érteni és alapszinten alkalmazni kell a természettudományos vizsgálati módszereket.

A jelen kerettantervben az ismereteket és követelményeket tartalmazó táblázatok „Fejlesztési követelmények/módszertani ajánlások*”* oszlopai **M** betűvel jelölve *néhány, a tananyag feldolgozására vonatkozó lehetőségre is rámutatnak*. Ezek nem kötelező jellegűek, csak ajánlások, de a tanulási folyamat során a tanulóknak

- el kell sajátítaniuk a megfelelő biztonsági-technikai eljárásokat, manuális készségeket;
- el kell tudniuk különíteni a megfigyelést a magyarázattól;
- meg kell tudniuk különböztetni a magyarázat szempontjából lényeges és lényegtelen tapasztalatokat;
- érteniük kell a természettudományos gondolkozás és kísérletezés alapelveit és módszereit;
- érteniük kell, hogy a modell a valóság számunkra fontos szempontok szerinti megjelenítése;
- érteniük kell, hogy ugyanazt a valóságot többféle modellel is meg lehet jeleníteni;
- képeseknek kell lenniük egyszerűbb esetekben önálló modellalkotásra;
- minél több olyan anyag tulajdonságaival kell megismerkedniük, amelyekkel a hétköznapokban is találkozhatnak;
- célszerű a kísérletezés során a felhasznált anyagokat „háztartási-konyhai” csomagolásban bemutatni, és ezekkel kísérleteket végezni;
- korszerű háztartási, egészségvédelmi, életviteli, fogyasztóvédelmi, energiagazdálkodási és környezetvédelemi ismereteket kell közvetíteni;

– a kémiával kapcsolatos vitákon, beszélgetéseken, saját környezetük kémiai vonatkozású jelenségeinek, folyamatainak, illetve környezetvédelmi problémáinak tanulmányozására irányuló vizsgálatokban és projektekben kell részt venniük.

Érdemes az egyes tanórákhoz egy vagy több *kísérletet* kiválasztani, és a kísérlet(ek) köré csoportosítani az adott kémiaóra tananyagát. A tananyaghoz kapcsolódó *információk feldolgozása* mindig a tananyag által megengedett szinten történjék az alábbi módon:

– forráskeresés és feldolgozás irányítottan vagy önállóan, egyénileg vagy csoportosan;
– az információk feldolgozása egyéni vagy csoportmunkában;
– bemutató, jegyzőkönyv vagy egyéb dokumentum, illetve projekttermék készítése.

A Nemzeti alaptanterv által előírt projektek és tanulmányi kirándulások konkrét témájának és a megvalósítás módjának megválasztása a tanár feladata, de e tekintetben célszerű a természettudományos tárgyakat oktató tanárok szoros együttműködése. Az ismétlés, rendszerezés és számonkérés időzítéséről és módjairól is a tanár dönt.

A fizika, kémia és biológia fogalmainak kiépítése tudatosan, tantárgyanként logikus sorrendbe szervezve és a három tantárgy által összehangolt módon történjen. Az egységes általános műveltség kialakulása érdekében utalni kell a kémiatananyag történeti vonatkozásaira, és a más tantárgyakban elsajátított tudáselemekre is. A táblázatokban feltüntetett *kapcsolódási pontok* csak arra hívják fel a figyelmet, hogy ennek érdekében egyeztetésre van szükség.

A kémia tantárgy a számítási feladatok révén hozzájárul a *matematikai kompetencia* fejlesztéséhez. Az információk feldolgozása lehetőséget ad a tanulók *digitális kompetenciájának, esztétikai-művészeti tudatosságának, kifejezőképességének, anyanyelvi és idegen nyelvi kommunikációkészségnek, kezdeményezőképességének, szociális és állampolgári kompetenciájának* fejlesztéséhez is. A kémiatörténet megismertetésével hozzájárul a tanulók *erkölcsi neveléséhez*, a magyar vonatkozások révén pedig a *nemzeti öntudat erősítéséhez*. Segíti az *állampolgárságra és demokráciára nevelést*, mivel hozzájárul ahhoz, hogy a fiatalok felnőtté válásuk után felelős döntéseket hozhassanak. A csoportmunkában végzett tevékenységek és feladatok lehetőséget teremtenek a demokratikus döntéshozatali folyamat gyakorlására. A kooperatív oktatási módszerek a kémiaórán is alkalmat adnak az *önismeret és a társas kapcsolati kultúra* fejlesztésére. A *testi és lelki egészségre, valamint a családi életre nevelés* érdekében a fiatalok megismerik a környezetük egészséget veszélyeztető leggyakoribb tényezőit. Ismereteket sajátítanak el a veszélyhelyzetek és a káros függőségek megelőzésével, a családtervezéssel, és a gyermekvállalással kapcsolatban. A kialakuló természettudományos műveltségre alapozva fejlődik a *médiatudatosságuk.* Elvárható a *felelősségvállalás másokért*, amennyiben a tanulóknak szerepet kell vállalniuk a természettudományok és a technológia pozitív társadalmi szerepének, *gazdasági* vonatkozásainak megismertetésében, a kemofóbia és az áltudományos nézetek elleni harcban, továbbá a csalók leleplezésében. A közoktatási kémiatanulmányok végére életvitelszerűvé kell válnia a *környezettudatosságnak* és a *fenntarthatóságra* törekvésnek.

Az *értékelés* során az ismeretek megszerzésén túl vizsgálni kell, hogyan fejlődött a tanuló absztrakciós, modellalkotó, lényeglátó, és problémamegoldó képessége. Meg kell követelni a jelenségek megfigyelése és a kísérletek során szerzett tapasztalatok szakszerű megfogalmazással való leírását és értelmezését. Az értékelés kettős céljának megfelelően mindig meg kell találni a helyes arányt a formatív és a szummatív értékelés között. Fontos szerepet kell játszania az egyéni és csoportos önértékelésnek, illetve a diáktársak által végzett értékelésnek is. Törekedni kell arra, hogy a számonkérés formái minél változatosabbak, az életkornak megfelelőek legyenek. A hagyományos írásbeli és szóbeli módszerek mellett a diákoknak lehetőséget kell kapniuk arra, hogy a megszerzett tudásról és a közben elsajátított

képességekről valamely konkrét, egyénileg vagy csoportosan elkészített termék (rajz, modell, poszter, plakát, prezentáció, vers, ének stb.) létrehozásával is tanúbizonyságot tegyenek.

## A tantárgy óraterve

| | **9. évfolyam** | **10. évfolyam** | 11. **évfolyam** | 12. **évfolyam** |
|---|---|---|---|---|
| Heti óraszám | **2** | **2** | **3** | **3** |
| Évfolyamok óraszáma | 72 | 72 | 108 | 96 |

### 9–10. évfolyam

A reáltagozatos kémia-kerettanterv 9–10. évfolyamán az anyag tulajdonságainak és a kémiai reakcióknak anyagszerkezeti alapokon való tárgyalása a tanulók részéről megfelelő szintű absztrakciós készséget, elvont fogalmakat is tartalmazó tudásszerkezet kiépülését és olyan logikai műveletek elvégzésének képességét feltételezi, amelyek készségszintű elsajátításához kitartó gyakorlásra is szükség van. A folyamatos sikerélmény azonban a megfelelő oktatási módszerek megválasztásával a reál tagozaton is biztosítható, és a tanulók érdeklődése ezáltal fenntartható.

A jelen kerettantervről általában is elmondható, hogy a szakirányú továbbtanuláshoz szükséges biztos alapok kiépítését szolgálja a reáltagozat nagyobb óraszámán belül tanítandó, mélyebb és egyben elvontabb ismereteket nyújtó, szintetizáló és alkotó jellegű tudás kialakítására is alkalmas tananyag. Az emelt szintű kémia érettségi követelményeinek megfelelő mélységben tárgyalja a 9. évfolyamon megszerzett anyagszerkezeti ismeretekre építve a 10. évfolyamon a rendszerezett szerves kémiai tudást, valamint az ezekhez kapcsolható számítási feladatok típusait. Szögletes zárójelben ([ ]) szerepelnek azok az opcionális ismeretek és fejlesztési követelmények, amelyekről a konkrét tanulócsoport, illetve osztály ismeretében a tanár dönt. Ezek többségére azonban szükség van az emelt szintű kémia érettségi vizsgán való eredményes szerepléshez. A táblázatokban a fejlesztési követelmények alatt **M** betűvel vannak jelölve a módszertani és egyéb, a tananyag feldolgozására vonatkozó ajánlások, ötletek, tanácsok (a teljesség igénye nélkül és nem kötelező jelleggel). Az ismeretek elmélyítését és a mindennapi élettel, illetve a kémikus munkájával való összekötését a táblázatban szereplő jelenségek, problémák és alkalmazások tárgyalásán túl a sok tanári és tanulókísérletnek, illetve laboratóriumi gyakorlatnak és számolási feladatnak kell szolgálnia.

A 9. évfolyam tananyaga az elektronhéjak kiépülésének főbb szabályait ismertetve a periódusos rendszer felépítését elektronszerkezeti alapon mutatja be. Ebből vezeti le az egyes atomok számára kémiai kötések kialakulása révén adódó lehetőségeket az alacsonyabb energiaállapot elérésére. Mindezek logikus következményeként írja le az így kialakuló halmazok tulajdonságait, a halmazállapotok jellemzőit, majd pedig a kémiailag tiszta anyagokból létrejövő keverékeket és összetételük megadásának módjait.

A kémiai reakciók tárgyalását a hagyományos, logikus rendben, de sok érdekes kísérlet és vizsgálat, valamint egyéb tevékenység elvégeztetésével javasolja megoldani a jelen kerettanterv. A kémiai reakciók végbemenetelének feltételeit, a reakciókat kísérő energiaváltozások, időbeli lejátszódásuk és a kémiai egyensúlyok vizsgálatát követi a

szokásos módon való csoportosításuk. A sav-bázis reakciók értelmezése protonátmenet alapján (Brönsted szerint) történik, és hangsúlyos szerepet kap a gyenge savak, illetve bázisok és sóik oldataiban kialakuló egyensúlyok vizsgálata is. A redoxireakciók elektronátmenet alapján történő tárgyalása lehetővé teszi az oxidációs számok változásából kiinduló egyenletrendezést.

A szerves kémia tárgyalása a 10. évfolyamon is a szokásos szigorú logikai felépítést követi, de sok érdekességet, gyakorlati és biológiai vonatkozást tartalmaz. A bevezető fejezet a szerves vegyületek szerkezeti alapon való rendszerezése mellett tudománytörténeti áttekintést is ad. Ezt követi a telített és telítetlen szénhidrogének, majd a heteroatomokat is tartalmazó szerves vegyületek tárgyalása. Ennek során a természetes szénvegyületek nem különülnek el élesen a csak a vegyipar által előállított termékektől, hanem mindig ott kerülnek szóba, ahová szerkezetük alapján tartoznak. Mindez (az adott tárgykörhöz tartozó számítási és elemző feladatokkal kombinálva) segíti az anyagi világ egységét tényként kezelő szemléletmód kialakulását. A szerves vegyületek nagy számát okozó szerkezeti izomériák szemléltetése igen változatos módon, sokféle valós és virtuális modell segítségével történik.

## 9. évfolyam

| | Tematikai egység | Órakeret |
|---|---|---|
| 1. | **Az atomok szerkezete és a periódusos rendszer** | **9 óra** |
| 2. | **Kémiai kötések és kölcsönhatások halmazokban** | **9 óra** |
| 3. | **Anyagi rendszerek** | **14óra** |
| 4. | **A kémiai reakciók általános jellemzése** | **9 óra** |
| 5. | **Sav-bázis folyamatok** | **10 óra** |
| 6. | **Redoxireakciók** | **8 óra** |
| 7. | **Elektrokémia** | **12 óra** |
| | **Év végi rendszerezés** | **1 óra** |
| | **Összesen:** | **72 óra** |

| **Tematikai egység** | **Az atomok szerkezete és a periódusos rendszer** | **Órakeret 9 óra** |
|---|---|---|
| **Előzetes tudás** | Bohr-modell, proton, elektron, vegyjel, periódusos rendszer, rendszám, vegyértékelektron, oktett szerkezet, anyagmennyiség, moláris tömeg. | |
| **A tematikai egység nevelési-fejlesztési** | Az atomok létének igazolása, az atomok belső struktúráját leíró | |

| | |
|---|---|
| **céljai** | modellek alkalmazása a jelenségek/folyamatok leírásában. Neutron, tömegszám, az izotópok megkülönböztetése, felhasználási területeik megismerése. A relatív atomtömeg és a moláris tömeg fogalmának használata számítási feladatokban. Az elektronburok héjas szerkezete, a nemesgáz-elektronszerkezet értelmezése. A periódusos rendszer atomszerkezeti alapjainak megértése. A kémiai elemek fizikai és kémiai tulajdonságai periodikus váltakozásának értelmezése, az elektronszerkezettel való összefüggések alkalmazása az elemek tulajdonságainak magyarázatakor. |

| **Ismeretek (tartalmak, jelenségek, problémák, alkalmazások)** | **Fejlesztési követelmények/ módszertani ajánlások** | **Kapcsolódási pontok** |
|---|---|---|
| *Tudománytörténet*<br>Az anyag szerkezetéről alkotott elképzelések, a változásukat előidéző kísérleti tények és a belőlük levont következtetések (Démokritosz, Arisztotelész, Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr, Chadwick, Schrödinger, Heisenberg). Az elemek jelölésének változása (Berzelius). | Az anyag részecsketermészetével kapcsolatos előzetes ismeretek áttekintése, összegzése, kibővítése, a részecskeszemlélet megerősítése.<br>**M**[1]**:** Az anyag részecsketermészetének bizonyítása pl. az abszolút alkohol és víz elegyítésekor bekövetkező térfogatcsökkenéssel; ennek modellezése egy nagyobb és egy kisebb szemcséjű anyag (pl. bab és mák) keverésével.<br>Műszerekkel (pl. elektronmikroszkóppal, atomerő-mikroszkóppal és/vagy pásztázó alagútmikroszkóppal) készült felvételek bemutatása az atomokról, ill. atomokból kirakott alakzatokról. | *Fizika:* Thomson, Rutherford, Bohr, a Bohr-modell és a Rutherford-modell összehasonlítása**,** az atom szerkezete, színképek. |
| *Az atomot felépítő elemi részecskék*<br>A proton, neutron és elektron abszolút és relatív tömege, töltése. Az atommag és az elektronburok méretviszonyai. Kölcsönhatások az atomban, elektrosztatikus erő [és magerő][2]. | A protonok, neutronok és elektronok számának megállapítása a semleges atomban. [Az atommagot alkotó protonok és neutronok összesített tömegének kiszámítása és összevetése az atommag tömegével, a különbség összefüggése a magerőkkel.]<br>**M:** Számítógépes animáció a | *Fizika:* tömeg, sűrűség, elektromos töltés, Coulomb-törvény, erő. |

1 Az „**M**” betűk után szereplő felsorolások hangsúlyozottan csak ajánlások, ötletek és választható lehetőségek az adott téma feldolgozására, a teljesség igénye nélkül.
2 Szögletes zárójelben ([ ]) szerepelnek azok az opcionális ismeretek és fejlesztési követelmények, amelyekről a konkrét tanulócsoport, illetve osztály ismeretében a tanár dönt. Ezekre azonban többnyire szükség van az emelt szintű kémia érettségi vizsgán való eredményes szerepléshez.

| | | |
|---|---|---|
| | Rutherford-féle szórási kísérletről. Hasonlatok gyűjtése az atommag és az elektronburok méretviszonyaira az ezekkel kapcsolatban végzett számítások alapján. | |
| *Atommag és radioaktivitás*<br>Rendszám, tömegszám, izotópok és jelölésük. Radioaktivitás (Becquerel, Curie házaspár), az izotópok előfordulása és alkalmazási területei (C-14 módszer, K-Ar módszer, Hevesy György, Szilárd Leó, Teller Ede). Az anyagmennyiség és mértékegysége, a mól mint az SI mértékegységrendszer része. | [A relatív atomtömeg kiszámítása az izotópok gyakoriságának ismeretében.] A moláris tömegek kapcsolata a relatív atomtömegekkel, megadásuk, illetve kiszámításuk elemek és vegyületek esetében.<br>**M:** 1 mol anyag bemutatása különféle elemekből és vegyületekből, a bennük lévő részecskék számának érzékeltetése hasonlatokkal. | *Biológia-egészségtan:* izotópos kormeghatározás, a radioaktivitás hatása az élő szervezetekre.<br><br>*Fizika:* sugárvédelem, atomenergia, radioaktivitás, magreakciók, alfa-, béta-, gamma-sugárzás, neutron, felezési idő<br><br>*Mozgóképkultúra és médiaismeret:* eltérő tudósítások a ugyanarról az eseményről.<br><br>*Történelem, társadalmi és állampolgári ismeretek:* II. világháború; az ötvenes-nyolcvanas évek nemzetközi politikája**,** a tudósok felelőssége. |
| *Az elektronburok*<br>Az elektron részecske- és hullámtermészete. A pályaenergiát befolyásoló tényezők, elektronhéj, alhéj. Alapállapot és gerjesztett állapot. Az elektronok elektronfelhőben való elhelyezkedését meghatározó törvények és az elektronszerkezet megjelenítési módjai. A párosítatlan elektronok jelentősége a reakciókészség szempontjából (szabad gyökök [és hatásuk az élő szervezet | Az egyes atomok elektronszerkezetének felírása, különböző megjelenítési módok (pl. cellás ábrázolás) használatával.<br>**M:** Lángfestés különféle fémek ionjaival. Információk a tűzijátékok színeit okozó ionokkal kapcsolatban.<br>[Gyökfogók élettani hatásának modellezése (pl. vöröshagyma-reszelék hatása oszcilláló reakciókban).] | *Fizika:* energia, energiaminimum, elektronhéj, Pauli-elv, állóhullám. |

| | | |
|---|---|---|
| molekuláira]). | | |
| *A periódusos rendszer*<br>A periódusos rendszer története (Mengyelejev) és az elemek periodikusan változó tulajdonságainak elektronszerkezeti okai (vegyértékelektronok száma – csoport, elektronhéj – periódus, alhéj – mező). A nemesgáz-elektronszerkezet, a telített héj és alhéj energetikai stabilitása, az oktettszabály. Elektronegativitás, [ionizációs energia, elektronaffinitás]. Az atomok és ionok méretének változása a csoportokban és a periódusokban. | Az elemek rendszáma, elektronszerkezete, és reakciókészsége közötti összefüggések megértése és alkalmazása.<br>**M:** Az azonos csoportban lévő elemek tulajdonságainak összehasonlítása (pl. halogének sóképző hajlama bizonyítására végzett kísérletek). Az elektronok leadására, ill. felvételére való hajlam periódusokon, ill. sorokon belüli változásának szemléltetése kísérletekkel (pl. a nátrium, kálium, magnézium és kalcium vízzel való reakciójának összehasonlítása, illetve az egyes halogének és halogenidionok közötti reakciók, vagy a reakciók hiányának értelmezése). | *Biológia-egészségtan:* biogén elemek.<br><br>*Fizika:* eredő erő, elektromos vonzás, taszítás, ionizációs energia. |
| **Kulcsfogalmak/ fogalmak** | Elemi részecske, atommag, tömegszám, izotóp, radioaktivitás, relatív atomtömeg, moláris tömeg, elektronburok, atompálya, pályaenergia, főhéj, alhéj, gerjesztés, vegyértékelektron, csoport, periódus, nemesgáz-elektronszerkezet, elektronegativitás. | |

| **Tematikai egység** | **Kémiai kötések és kölcsönhatások halmazokban** | **Órakeret 9 óra** |
|---|---|---|
| **Előzetes tudás** | Ion, ionos és kovalens kötés, molekula, elem, vegyület, képlet, fémek és nemfémek, olvadáspont, forráspont, oldat, „hasonló a hasonlóban oldódik jól” elv, a hidroxidion, karbonátion, hidrogén-karbonát-ion, nitrátion, foszfátion, szulfátion által képzett vegyületek képletei. | |
| **A tematikai egység nevelési-fejlesztési céljai** | A halmazok szerkezetének és makroszkopikus tulajdonságainak magyarázata az ezeket felépítő részecskék szerkezete és kölcsönhatásai alapján. A kémiai képlet értelmezése az elsőrendű kötések ismeretében. A molekulák és összetett ionok kialakulásának és a térszerkezetüket alakító tényezők hatásának megértése. A molekulák polaritását meghatározó tényezők szerepének, valamint a molekulapolaritás és a másodlagos kötések erőssége közötti összefüggések megértése. Az atomok közötti kötések típusának, erősségének és számának becslése egyszerűbb, egyértelmű példákon a periódusos rendszer használatával. A kristályrácstípusok jellemzőinek magyarázata a rácsot felépítő részecskék tulajdonságai és a közöttük lévő kölcsönhatások ismeretében. Ismert szilárd anyagok csoportosítása kristályrácstípusuk | |

| | | |
|---|---|---|
| | szerint, fizikai és kémiai tulajdonságaik magyarázata a rács pontjaiban lévő részecskék közötti kölcsönhatások erőssége alapján. A kémiai szerkezet és a biológiai funkció összefüggésének felvázolása a hidrogénkötések példáján. | |
| **Ismeretek (tartalmak, jelenségek, problémák, alkalmazások)** | **Fejlesztési követelmények/ módszertani ajánlások** | **Kapcsolódási pontok** |
| *Halmazok*<br>A kémiai kötések kialakulásának oka, az elektronegativitás szerepe. Molekulák és nem molekuláris struktúrák kialakulása. Az anyagi halmazok mint sok részecskéből erős elsőrendű kémiai kötésekkel, illetve gyengébb másodrendű kölcsönhatásokkal kialakuló rendszerek. | A szerkezet és a tulajdonságok összefüggései közül annak megértése, hogy a halmazok makroszkopikus tulajdonságait (pl. elektromos és hővezetés, olvadás-, ill. forráspont, oldhatóság, keménység, megmunkálhatóság) a halmazokat felépítő részecskék sajátságai és a közöttük lévő kölcsönhatások jellege határozza meg.<br>**M:** Pl. Karinthy Frigyes: „Tanár úr kérem” – „Kísérletezem” (részletek). | *Magyar nyelv és irodalom:* Karinthy Frigyes. |
| *Ionos kötés és ionrács*<br>Egyszerű kationok és anionok kialakulása és töltésének függése az atom elektronszerkezetétől. Az ionos kötés mint elektrosztatikus kölcsönhatás; létrejöttének feltétele, következményei (magas olvadáspont, nagy keménység, vízoldékonyság, elektromos vezetés olvadékban és vizes oldatban). | Az ionvegyületek tapasztalati képlete szerkesztésének készségszintű begyakorlása.<br>**M:** Kísérletek ionos vegyületek képződésére (pl. nátrium és klór reakciója). Animációk az ionvegyületek képződésekor történő elektronátadásról. Szilárd ionos vegyületek olvadéka, ill. ionos vegyületek vizes oldata elektromos vezetésének vizsgálata. | *Biológia-egészségtan:* biológiailag fontos ionvegyületek.<br><br>*Fizika:* elektrosztatikai alapjelenségek. |
| *Fémes kötés és fémrács*<br>A fémes kötés kialakulása és jellemzői. A fémek ellenállásának változása a hőmérséklet emelkedésével. [A fémek hővezetésének, színének és jellegzetes fényének anyagszerkezeti magyarázata.] A fémes kötés elemenként változó erőssége; ennek hatása a fémek fizikai tulajdonságaira (pl. olvadáspontjára, keménységére). | A fémek kis elektronegativitása, az elmozdulásra képes (delokalizált) elektronfelhő és az elektronvezetés, illetve megmunkálhatóság közötti összefüggések megértése, alkalmazása.<br>**M:** Animációk és kísérletek a fémek elektromos vezetéséről. | *Biológia-egészségtan:* biológiailag fontos könnyű- és nehézfémek.<br><br>*Fizika:* hővezetés, a mozgási energia és a hőmérséklet kapcsolata, olvadáspont, forráspont, elektrosztatikai alapjelenségek, áramvezetés, |

| | | |
|---|---|---|
| | | fényelnyelés, fénykisugárzás, elektromos ellenállás és mértékegysége, párhuzamos és soros kapcsolás, elektromos áram és mértékegysége, feszültség és mértékegysége, színképek. |
| *Kovalens kötés és atomrács*<br>Az egyszeres és többszörös kovalens kötés kialakulásának feltételei. Kötéspolaritás. Kötési energia. Kötéstávolság. [Átmenet a kovalens és az ionos kötés között, polarizáció.] Atomrácsos anyagok makroszkópikus tulajdonságai (az erős kovalens kötés mint az atomrácsos anyagok különlegesen nagy keménységének, magas olvadáspontjának és oldhatatlanságának oka). | A kötés polaritásának megállapítása az elektronegativitás-különbség alapján. A kötések erősségének összehasonlítása az elektronpárok száma, illetve a vegyértékelektronok atommagtól való távolsága alapján. A kötési energia és a kötéstávolság közötti összefüggés használata.<br>**M:** Animációk a kovalens kötés kialakulásáról, a kötő elektronpárok atommagok körüli elhelyezkedését ábrázoló térbeli modellek. Keménységvizsgálatok (pl. üveg karcolása gyémánttal vagy más atomrácsos anyaggal). Információk az atomrácsos anyagok ipari felhasználásáról. | *Fizika:* energiaminimum.<br><br>*Fizika; matematika:* vektorok. |
| *Molekulák*<br>A molekulák képződése és alakja (lineáris, síkháromszög, tetraéder, piramis és V-alak). Kötésszög. Összegképlet és szerkezeti képlet. A molekulaalak mint az elektronpárok egymást taszító hatásának, valamint a nemkötő elektronpárok kötő elektronpárokénál nagyobb térigényének következménye. A molekulapolaritás mint a kötéspolaritás és a molekulaalak függvénye. | A molekulák összegképletének kiszámítása a tömegszázalékos elemösszetételből. A molekulák szerkezeti képletének megszerkesztése az összegképlet alapján, a kötésszög becslése. A molekula polaritásának megállapítása.<br>**M:** Kísérlet a poláris, illetve apoláris molekulák által alkotott folyadéksugarak elektrosztatikusan feltöltött műanyagrúddal való eltérítésére. Molekulamodellező készletek használata és/vagy molekulamodellek készítése hétköznapi anyagokból. Számítógépes molekulaszerkezet- | *Fizika:* töltések, pólusok. |

| | | |
|---|---|---|
| | rajzoló programok segítségével létrehozott 3D-s molekulamodellek készítése, alkalmazása. Információk az állandó, ill. a többszörös súlyviszonyok törvényének történeti jelentőségéről. | |
| *Másodrendű kötések és molekularács*<br>A másodrendű kölcsönhatások fajtái tiszta halmazokban (diszperziós, dipólus-dipólus és hidrogénkötés) erőssége és kialakulásának feltételei, jelentőségük. A „hasonló a hasonlóban oldódik jól” elv anyagszerkezeti magyarázata. A molekularácsos anyagok fizikai tulajdonságai. A molekulatömeg, a polaritás és a részecskék közötti kölcsönhatások kapcsolata, összefüggése az olvadásponttal és forrásponttal. | Közel azonos moláris tömegű, de különböző másodrendű kötésekkel jellemezhető molekularácsos anyagok olvadás- és forráspontjának összehasonlítása, a tendenciák felismerése.<br>**M:** Kísérletek a másodrendű kötések fizikai tulajdonságokat befolyásoló hatásának szemléltetésére (pl. „buborékverseny” lezárt hosszú kémcsövekben lévő apoláris, poláris, ill. hidrogénkötést is tartalmazó folyadékok megfordításakor, illetve ilyen folyadékokból létrehozott csíkok „párolgási versenye”). Apoláris anyagok, ill. ionvegyületek oldódása halogénezett szénhidrogénből, vízből és benzinből létrehozott háromfázisú folyadékrendszerben. Molekularácsos anyagok olvadás- és forráspontját tartalmazó grafikonok és táblázatok elemzése. Információk a másodrendű kölcsönhatások élő szervezetben játszott fontos szerepéről (pl. a hidrogénkötés szerepe az öröklődésben). | *Biológia-egészségtan:* a másodrendű kötések szerepe a biológiailag fontos vegyületekben<br><br>*Fizika:* energia és mértékegysége, forrás, forráspont, töltéseloszlás, tömegvonzás, dipólus. |
| *Összetett és komplex ionok*<br>Összetett, ill. komplex ionok képződése, töltése és térszerkezete, datív kötés [ligandum, koordinációs szám]. Példák a mindennapi élet fontos összetett ionjaira (oxónium, ammónium, hidroxid, karbonát, hidrogén-karbonát, nitrát, [nitrit,] foszfát, szulfát, acetát [szulfit, | Összetett és komplex ionokat tartalmazó vegyületek képletének szerkesztése**.**<br>**M:** Összetett és komplex ionokat tartalmazó vegyületek térszerkezetének ábrázolása számítógépes molekulaszerkezet-rajzoló programokkal, ill. modellekkel. Komplex ionok képződésével járó jellemző | *Biológia-egészségtan:* az élővilágban fontos komplexek.<br><br>*Fizika:* fényelnyelés, fényvisszaverés, a színek összegezése, a látható spektrum részei, kiegészítő színek. |

| | | |
|---|---|---|
| formiát]) és komplexeire: karbonil (CO-mérgezés), [kobalt (páratartalom-kimutatás), réz(II) víz és ammónia komplexe, ezüst ammónia komplexe]. | és/vagy érzékeny reakciók használata egyes ionok kimutatására. Jód oldódása vízben, ill. kálium-jodid-oldatban (a „Lugol-oldat” létrejöttének magyarázata). | |
| *Kristályrácsok*<br>A rácstípusok összefoglaló áttekintése: ionrács, fémrács, atomrács, molekularács. Az egyes rácstípusok jellemzőinek megjelenése az átmeneti rácsokban (grafitrács [az ionrács és a molekularács közötti átmenetet jelentő rácsok]). A rácsenergia és nagyságának szerepe a fizikai és kémiai folyamatok lejátszódása szempontjából. | Az atomok között kialakuló kötések típusának, erősségének és számának becslése egyszerűbb példákon a periódusos rendszer használatával. A molekulák, illetve összetett ionok között kialakuló kölcsönhatások típusának megállapítása, erősségének becslése. Különféle rácstípusú anyagok fizikai tulajdonságainak összehasonlító elemzése. | |
| **Kulcsfogalmak/ fogalmak** | Halmaz, ionos kötés, ionrács, fémes kötés, delokalizált elektronfelhő, fémrács, kovalens kötés, atomrács, molekula, kötési energia, kötéstávolság, kötésszög, molekulaalak (lineáris, síkháromszög, tetraéder, piramis, V-alak), kötéspolaritás, molekulapolaritás, másodlagos kötés (diszperziós, dipólus-dipólus, hidrogénkötés), molekularács, összetett ion, datív kötés, komplex ion, rácsenergia. | |

| **Tematikai egység** | **Anyagi rendszerek** | **Órakeret 14 óra** |
|---|---|---|
| **Előzetes tudás** | Keverék, halmazállapot, gáz, folyadék, szilárd, halmazállapot-változás, keverékek szétválasztása, hőleadással és hőfelvétellel járó folyamatok, hőmérséklet, nyomás, térfogat, anyagmennyiség, sűrűség, oldatok töménységének megadása tömegszázalékban és térfogatszázalékban, kristálykiválás, oldáshő, szmog, adszorpció. | |
| **A tematikai egység nevelési-fejlesztési céljai** | A tanulók által ismert anyagi rendszerek felosztása homogén, heterogén, illetve kolloid rendszerekre. Kolloidok és tulajdonságaik, szerepük felismerése az élő szervezetben, a háztartásban és a környezetben. Anyagáramlási folyamatok: a diffúzió és az ozmózis értelmezése. Oldhatóság és megadási módjainak alkalmazása. Az oldatok töménységének jellemzése anyagmennyiség-koncentrációval, ezzel kapcsolatos számolási feladatok megoldása. Telített oldat, az oldódás és a kristályosodás, illetve a halmazállapot-változások értelmezése megfordítható, egyensúlyra vezető folyamatokként. | |
| **Ismeretek (tartalmak,** | **Fejlesztési követelmények/** | **Kapcsolódási pontok** |

| jelenségek, problémák, alkalmazások) | módszertani ajánlások | |
|---|---|---|
| *Az anyagi rendszerek és csoportosításuk*<br>A rendszer fogalma; a rendszerek osztályozása (a komponensek és a fázisok száma), ennek bemutatása gyakorlati példákon keresztül. Anyag- és energiaátmenet. A kémiailag tiszta anyagok (elemek és vegyületek) mint egykomponensű homogén vagy heterogén rendszerek; a keverékek mint többkomponensű homogén vagy heterogén rendszerek, elegyek. | A rendszer állapotát meghatározó fizikai mennyiségek (állapotjelzők: hőmérséklet, nyomás, térfogat, anyagmennyiség) és kölcsönhatások áttekintése. A rendszerekben lezajló változások rendszerezése. A korábban megismert példák besorolása a nyílt és zárt, illetve homogén és heterogén rendszerek, valamint az exoterm és endoterm fizikai, illetve kémiai folyamatok kategóriáiba.<br>**M:** Kísérletek a rendszerekben zajló folyamatok szemléltetésére (pl. benzoesav melegítése hideg vizes lombikkal lezárt főzőpohárban). | *Fizika:* a különböző halmazállapotok tulajdonságai, a halmazállapot-változásokat kísérő energiaváltozások, belső energia, állapotjelzők: nyomás, hőmérséklet, térfogat, hő és munka, belsőenergia-változás. |
| *Halmazállapotok és halmazállapot-változások*<br>A gázok, a folyadékok és a szilárd anyagok tulajdonságai a részecskék közötti kölcsönhatás erőssége és a részecskék mozgása szerint. A halmazállapot-változások mint a részecskék közötti kölcsönhatások változása. A halmazállapot-változások mint a fázisok számának változásával járó fizikai folyamatok. Halmazállapot-változások mint a kémiai reakciókat kísérő folyamatok. | A gázok, a folyadékok és a szilárd anyagok tulajdonságainak értelmezése a részecskék közötti kölcsönhatás erőssége és a részecskék mozgása szerint. A halmazállapot-változások értelmezése a részecskék közötti kölcsönhatások változása alapján.<br>**M:** Számítógépes animációk a halmazállapotok, ill. a halmazállapot-változások modellezésére. Példák a kémiai reakciókat kísérő halmazállapot-változásokra. | *Magyar nyelv és irodalom:* szólások: pl. „Eltűnik, mint a kámfor”; Móra Ferenc: Kincskereső kisködmön. |
| *Gázok és gázelegyek*<br>A tökéletes (ideális) gáz fogalma és az állapothatározók közötti összefüggések: Avogadro törvénye, moláris térfogat, abszolút, ill. relatív sűrűség, egyszerű gáztörvények, egyesített gáztörvény ($pV/T$ = állandó) [és a tökéletes (ideális) gázok állapotegyenlete ($pV = nRT$)]). A gázok relatív sűrűségének | A gázokra és gázelegyekre vonatkozó törvények, összefüggések használata számolási feladatokban.<br>**M:** Gázok keletkezésével és a gázok hőmérséklete, ill. nyomása közötti összefüggés szemléltetésével kapcsolatos kísérletek (pl. fecskendőben, ill. ágyúkísérlet füstnélküli lőporral, pénzérme kivétele a víz alól | *Biológia-egészségtan:* légzési gázok, szén-dioxid-mérgezés.<br><br>*Fizika:* sűrűség, Celsius- és Kelvin-skála, állapotjelző, gáztörvények, kinetikus gázmodell. |

| | | |
|---|---|---|
| jelentősége gázfejlesztés esetén, illetve a mérgezések, robbanások elkerülése érdekében. A gázok diffúziója. A gázelegyek mint homogén többkomponensű rendszerek, összetételük megadása, átlagos moláris tömegük kiszámítási módja. | száraz kézzel). A gázok diffúziójával kapcsolatos kísérletek (pl. az ammónia- és a hidrogén-klorid-gáz eltérő diffúziósebessége levegőben). Információk az éghető gázok és gőzök robbanási határértékeiről. | |
| *Folyadékok, oldatok*<br>A folyadékok felületi feszültsége és viszkozitása. A molekulatömeg, a polaritás és a másodrendű kötések kapcsolata, összefüggése a [felületi feszültséggel, viszkozitással,] forrásponttal; a forráspont nyomásfüggése. Oldat, elegy. Az oldódás mechanizmusa és sebességének befolyásolása. Az oldhatóság fogalma, függése az anyagi minőségtől, hőmérséklettől és a gázok esetében a nyomástól. Az oldódás és kristálykiválás mint dinamikus egyensúlyra vezető fizikai folyamatok; telített, telítetlen és túltelített oldat. Az oldódás energiaviszonyai, az oldáshő összefüggése a rácsenergiával és a szolvatációs (hidratációs) hővel. Az oldatok összetételének megadása (tömeg-, térfogat- [és anyagmennyiség-] törtek, ill. -százalékok, tömeg- és anyagmennyiség-koncentráció). Adott töménységű oldat készítése. [Oldatkészítés kristályvizes sókból.] Oldatok hígítása, töményítése, keverése. Ozmózis. | A „hasonló a hasonlóban oldódik jól”-elv és az általános iskolában végzett elegyítési próbák eredményeinek magyarázata a részecskék polaritásának ismeretében. Oldhatósági görbék készítése, ill. elemzése. Számolási feladatok az oldatokra vonatkozó összefüggések alkalmazásával.<br>**M:** Víz és apoláris folyadékok felületi feszültségének kísérleti összehasonlítása (pl. zsilettpengével, fogpiszkálóval). A víz forráspontja nyomásfüggésének bemutatása (pl. a gőztér külső jeges hűtésével zárt rendszerben). Modellkísérletek endoterm, ill. exoterm oldódásokra, ill. kristálykiválásokra (pl. nátrium-tioszulfát endoterm oldódásának használata önhűtő poharakban, nátrium-acetát exoterm kristályosodásának használata kézmelegítőkben). Kísérletek és gyakorlati példák gyűjtése az ozmózis jelenségére (gyümölcsök megrepedése desztillált vízben, összefonnyadása tömény cukoroldatban, hajótöröttek szomjhalála). | *Biológia-egészségtan:* diffúzió, ozmózis, plazmolízis, egészségügyi határérték, fiziológiás konyhasóoldat, oldatkoncentrációk, vér, sejtnedv, ingerületvezetés.<br><br>*Fizika:* felületi feszültség, viszkozitás, sebesség, hő és mértékegysége, hőmérséklet és mértékegysége, a hőmérséklet mérése, hőleadás, hőfelvétel, energia, elektromos ellenállás, elektromos vezetés.<br><br>*Matematika:* százalékszámítás, aránypárok. |
| *Szilárd anyagok*<br>A kristályos és amorf szilárd anyagok; a részecskék rendezettsége. Atomrács, molekularács, ionrács, fémrács és átmeneti rácsok előfordulásai és gyakorlati jelentősége. [Rácsállandó, koordinációs szám, | A kristályos és amorf szilárd anyagok megkülönböztetése a részecskék rendezettsége alapján.<br>**M:** Kristályos anyagok olvadásának és amorf anyagok lágyulásának megkülönböztetése kísérletekkel. | *Fizika:* harmonikus rezgés, erők egyensúlya, áramvezetés.<br><br>*Magyar nyelv és irodalom:* szólások: pl. „Addig üsd a vasat, |

| | | |
|---|---|---|
| elemi cella.] | | amíg meleg.”<br><br>*Vizuális kultúra:* kovácsoltvas kapuk, ékszerek. |
| *Kolloid rendszerek*<br>A kolloidok mint a homogén és heterogén rendszerek határán elhelyezkedő, különleges tulajdonságokkal bíró és nagy gyakorlati jelentőségű rendszerek. A kolloid mérettartomány következményei (nagy fajlagos felület és nagy határfelületi energia, instabilitás). A kolloid rendszerek fajtái (diszperz, asszociációs és makromolekulás kolloidok) gyakorlati példákkal. A kolloidok közös jellemzői (Brown-mozgás, Tyndall-effektus) és vizsgálata [ultramikroszkóp, Zsigmondy Richárd]. Kolloidok stabilizálása és megszüntetése, környezeti vonatkozások (szmog, szmogriadó). Az adszorpció jelensége és jelentősége (széntabletta, gázálarcok, szagtalanítás, [kromatográfia]). Kolloid rendszerek az élő szervezetben és a nanotechnológiában. | **M:** Különféle kolloid rendszerek (emulziók, habok, gélek, szappanoldat, fehérjeoldat stb.) létrehozása és vizsgálata tanórán és otthon konyhai, illetve fürdőszobai műveletek során. Információk a ködgépek koncerteken, színházakban való használatáról. Adszorpciós kísérletek [és a kromatográfia elvének demonstrálása] (pl. málnaszörp színanyaga vagy ammóniagáz megkötése aktív szénen [színezékek szétválasztása szilkagél töltetű oszlopkromatográfiával]. Információk a nanotechnológia által megoldott problémákról. | *Biológia-egészségtan:* biológiailag fontos kolloidok, adszorpció, fehérjék, gél és szol állapot.<br><br>*Fizika:* nehézségi erő. |
| **Kulcsfogalmak/ fogalmak** | Anyagi rendszer, komponens, fázis, homogén, heterogén, kolloid, exoterm, endoterm, állapotjelző, dinamikus egyensúly, ideális gáz, moláris térfogat, gáztörvény, relatív sűrűség, diffúzió, átlagos moláris tömeg, oldat, oldószer, oldott anyag, oldhatóság, oldáshő, anyagmennyiség-százalék, anyagmennyiség-koncentráció, hígítás, keverés, ozmózis, kristályos és amorf anyag, adszorpció. | |

| **Tematikai egység** | **A kémiai reakciók általános jellemzése** | **Órakeret 9 óra** |
|---|---|---|
| **Előzetes tudás** | Fizikai és kémiai változás, reakcióegyenlet, tömegmegmaradás törvénye, hőleadással és hőfelvétellel járó reakciók, sav-bázis reakció, redoxireakció. | |

| | |
|---|---|
| **A tematikai egység nevelési-fejlesztési céljai** | A kémiai reakciók reakcióegyenletekkel való leírásának, illetve az egyenlet és a reakciókban részt vevő részecskék száma közötti összefüggés alkalmazásának gyakorlása. Az aktiválási energia és a reakcióhő értelmezése. Az energiafajták átalakítását kísérő hőveszteség értelmezése. A kémiai folyamatok sebességének értelmezése, a reakciósebességet befolyásoló tényezők hatásának vizsgálata, az összefüggések alkalmazása, a katalizátorok hatása a kémiai reakciókra. A dinamikus egyensúly fogalmának általánosítása; kémiai egyensúly esetén az egyensúlyi állandó reakciósebességekkel, illetve az egyensúlyi koncentrációkkal való kapcsolatának megértése. Az egyensúlyt megváltoztató okok és következményeik elemzése, a Le Châtelier–Braun-elv alkalmazása. |

| **Ismeretek (tartalmak, jelenségek, problémák, alkalmazások)** | **Fejlesztési követelmények/ módszertani ajánlások** | **Kapcsolódási pontok** |
|---|---|---|
| *A kémiai reakciók feltételei és a kémiai egyenlet*<br>A kémiai reakciók mint az erős elsőrendű kémiai kötések felszakadásával, valamint új elsőrendű kémiai kötések kialakulásával járó folyamatok. A kémiai reakciók létrejöttének feltétele, a hasznos (megfelelő energiájú és irányú) ütközés; az aktiválási energia és az aktivált komplex fogalma, az energiadiagram értelmezése [Polányi Mihály]. A kémiai reakciókat megelőző és kísérő fizikai változások. A kémiai egyenlet típusai, szerepe, felírásának szabályai, a megmaradási törvények, sztöchiometria. Az ionegyenletek felírásának előnyei. | A keletkezett termékek, ill. a szükséges kiindulási anyagok tömegének kiszámítása a reakcióegyenlet alapján (sztöchiometriai feladatok). Az atomhatékonyság növelése mint a zöld kémia egyik alapelve, ezzel kapcsolatos egyszerű számítások.<br>**M:** Az aktiválási energia szerepének bemutatása (pl. a Davy-lámpa működésének magyarázata, a gyufa működése, durranógáz robbanása hő hatására, klórdurranógáz robbanása vakuval előállított UV-fény hatására). Információk az aktivált komplex élettartamáról (fs nagyságrend). A részecskék ütközésének fontossága, ennek szemléltetése két szilárd anyag keverésével, majd oldatban történő reakciójával. | *Biológia-egészségtan:* aktiválási energia.<br><br>*Fizika:* a hőmérséklet és a mozgási energia kapcsolata, rugalmas és rugalmatlan ütközés, impulzus (lendület), ütközési energia, megmaradási törvények (energia, tömeg).<br><br>*Matematika:* százalékszámítás. |
| *A kémiai reakciók energiaviszonyai*<br>A képződéshő és a reakcióhő; a termokémiai egyenlet. Hess tétele. A kémiai reakciók hajtóereje az energiacsökkenés és a rendezettségcsökkenés. Hőtermelés kémiai reakciókkal az iparban és a háztartásokban (égés, exoterm kémiai reakciókkal | A reakcióhő (pl. égéshő) kiszámítása ismert képződéshők alapján, ill. ismeretlen képződéshő kiszámítása ismert reakcióhőből és képződéshőkből.<br>**M:** Különböző reakcióutak összesített reakcióhőjének összevetése, a folyamatok ábrázolása energiadiagramon (pl. szén égése szén-dioxiddá, ill. szén | *Biológia-egészségtan:* ATP, lassú égés, a biokémiai folyamatok energiamérlege.<br><br>*Fizika:* a hő és a belső energia kapcsolata, II. főtétel, az energiagazdálkodás környezetvédelmi |

| | | |
|---|---|---|
| működtetett étel-, illetve italmelegítők, környezeti hatások). Az energiafajták átalakítását kísérő hőveszteség értelmezése. [Kemilumineszcencia, a „hideg fény”. A gázfejlődéssel járó kémiai reakciók által végzett munka.] | égése szén-monoxiddá, majd a szén-monoxid égése szén-dioxiddá, vagy kalcium reakciója vízzel és a hidrogén elégetése, ill. kalcium elégetése, majd a kalcium-oxid reakciója vízzel). [Kemilumineszcenciás kísérletek luminollal.] | vonatkozásai.<br><br>*Matematika:* műveletek negatív előjelű számokkal. |
| *A reakciósebesség*<br>A reakciósebesség fogalma és szabályozásának jelentősége a háztartásokban (főzés, hűtés) és az iparban (robbanások). A reakciósebesség függése a hőmérséklettől, ill. a koncentrációktól, a katalizátor hatása. Az enzimek mint biokatalizátorok szerepe az élő szervezetben és az iparban. A szelektív katalizátorok alkalmazása mint a zöld kémia egyik alapelve, ezzel kapcsolatos példák. | **M:** A hőmérséklet és a koncentráció reakciósebességre gyakorolt hatásának szemléltetése kísérletekkel (pl. Landolt-reakció vagy más „órareakció”, ill. hangyasav és brómos víz reakciójakor) és/vagy ilyen kísérletek tervezése (pl. fixírsóoldat és sósavoldat reakciója kapcsán). Kísérletek a katalizátor szerepének szemléltetésére (pl. hidrogén-peroxid bomlásának katalízise barnakőporral, vagy cink és ammónium-nitrát vagy alumínium és jód vízzel katalizált reakciója). Információk a gépkocsikban lévő katalizátorokról és az enzimek élelmiszeriparban, ill. a gyógyászatban való alkalmazásáról. | *Biológia-egészségtan:* katalizátor, az enzimek szerepe.<br><br>*Fizika:* mechanikai sebesség. |
| *Kémiai egyensúly*<br>A dinamikus kémiai egyensúlyi állapot kialakulásának feltételei és jellemzői. Az egyensúlyi állandó és a tömeghatás törvénye. A Le Châtelier–Braun-elv érvényesülése és a kémiai egyensúlyok befolyásolásának lehetőségei, valamint ezek gyakorlati jelentősége az iparban (pl. ammóniaszintézis) és a háztartásban (pl. szódavíz készítése, szénsavas italok tárolása). Stacionárius állapotok a természetben: a homeosztázis, ökológiai egyensúly, biogeokémiai körfolyamatok (a szén, az oxigén és a nitrogén | A dinamikus kémiai egyensúlyban lévő rendszerre gyakorolt külső hatás következményeinek megállapítása. Számolási feladatok: egyensúlyi koncentráció, egyensúlyi állandó, átalakulási százalék, ill. a disszociációfok kiszámítása.<br>**M:** Információk az egyensúly dinamikus jellegének kimutatásáról (Hevesy György). A kémiai egyensúly koncentráció-, hőmérséklet-, ill. nyomásváltoztatással való befolyásolását szemléltető kísérletek (pl. a kobalt akva- és klorokomplexeivel), ill. a fejjel lefelé fordított átlátszó | *Biológia-egészségtan:* homeosztázis, ökológiai és biológiai egyensúly.<br><br>*Fizika:* egyensúly, energiaminimumra való törekvés, grafikonelemzés, a folyamatok iránya, a termodinamika II. főtétele. |

| | | |
|---|---|---|
| körforgása a természetben), csatolt folyamatok. A mészégetés – mészoltás – a mész megkötése mint körfolyamat. Példák a gyakorlatban egyirányú, illetve megfordítható folyamatokra, valamint csatolt folyamatokra (pl. a biológiai szempontból fontos makromolekulák fölépülése). A magaslégköri ózon képződési és fogyási sebességének azonos nagysága mint a stacionárius állapot feltétele. | szódásüvegből a szén-dioxid egy részének kiengedése). Nagy felületű szilárd anyag katalitikus hatása a szén-dioxidot és szénsavat tartalmazó túltelített rendszer metastabilis állapotának megbontására (pl. Cola Light és Mentos kísérlet, valamint ennek modellezése többféle szilárd anyaggal és szénsavas üdítőkkel, ill. szódavízzel). Számítógépes animáció vagy interaktív modellező szoftver használata az egyensúlyok befolyásolásának szemléltetésére. | |
| *A kémiai reakciók csoportosítása*<br>A résztvevő anyagok száma szerint: bomlás, egyesülés, disszociáció, kondenzáció.<br>Részecskeátmenet szerint: sav-bázis reakció, redoxireakció.<br>Vizes oldatban: csapadékképződés, gázfejlődés, komplexképződés. | Adott kémiai reakciók különféle szempontok szerinti besorolása a tanult reakciótípusokba.<br>**M:** Látványos kísérletekben szereplő reakciók besorolása a már ismert reakciótípusokba. | |
| **Kulcsfogalmak/ fogalmak** | Kémiai reakció, hasznos ütközés, aktiválási energia, aktivált komplex, ionegyenlet, sztöchiometria, termokémiai egyenlet, tömegmegmaradás, töltésmegmaradás, energiamegmaradás, képződéshő, reakcióhő, Hess-tétel, rendezetlenség, reakciósebesség, dinamikus kémiai egyensúly, tömeghatás, disszociáció. | |

| **Tematikai egység** | **Sav-bázis folyamatok** | **Órakeret 10 óra** |
|---|---|---|
| **Előzetes tudás** | Sav, bázis, közömbösítés, só, kémhatás, pH-skála. | |
| **A tematikai egység nevelési-fejlesztési céljai** | A savak és bázisok tulajdonságainak, valamint a sav-bázis reakciók létrejöttének magyarázata a protonátadás elmélete alapján. A savak és bázisok erősségének magyarázata az elektrolitikus disszociációjukkal való összefüggésben. Amfotéria, autoprotolízis, a pH-skála értelmezése. A sav-bázis reakciók és gyakorlati jelentőségük vizsgálata. A sók hidrolízisének megértése, gyakorlati alkalmazása. | |

| **Ismeretek (tartalmak, jelenségek, problémák, alkalmazások)** | **Fejlesztési követelmények/ módszertani ajánlások** | **Kapcsolódási pontok** |
|---|---|---|
| *Savak és bázisok* | Annak eldöntése, hogy egy adott | *Biológia-egészségtan:* |

| | | |
|---|---|---|
| A savak és bázisok fogalma Brønsted szerint, sav-bázis párok, kölcsönösség és viszonylagosság. A savak és bázisok erőssége, a savi disszociációs állandó és a bázisállandó. Lúgok. Többértékű savak és bázisok, savmaradék ionok. Amfoter vegyületek, autoprotolízis, vízionszorzat. | sav-bázis reakcióban melyik anyag játssza a sav és melyik a bázis szerepét.<br>[A gyenge savak és bázisok kiindulási, ill. egyensúlyi koncentrációi, diszociációállandója, valamint disszociációfoka közötti összefüggések alkalmazása számítási feladatokban.]<br>**M**: Ammónia és hidrogén-klorid reakciója. | a szén-dioxid oldódása |
| *A kémhatás*<br>A pH és az egyensúlyi oxóniumion, ill. hidroxidion koncentráció összefüggése, a pH változása hígításkor és töményítéskor. Sók hidrolízise. A sav-bázis indikátorok működése, szerepe az analitikában. A lakóhely környezetének savassági jellemzői. Az élő szervezet folyadékainak pH-ja [a vér mint sav-bázis pufferrendszer]. | Erős savak, ill. bázisok pH-jának kiszámítása (egész számú pH-értékek esetében). [Gyenge savak, ill. bázisok pH-jának, sav-, ill. bázisállandójának kiszámítása.]<br>**M:** Sav-bázis tulajdonságokkal kapcsolatos kísérletek. (Pl. lila virágok színének megváltozása tömény ammóniaoldat, ill. tömény sósavoldat feletti gőztérben, a metilnarancs protonált és deprotonált változata szerkezeti képletének és színének bemutatása. Saját tervezésű pH-skála készítése 0,1 mol/dm$^3$ koncentrációjú sósavoldatból, 0,1 mol/dm$^3$ koncentrációjú nátrium-hidroxid-oldatból és vöröskáposztaléből vagy univerzális indikátor-oldatból, illetve ennek használata különféle, a háztartásban előforduló anyagok pH-jának közelítő meghatározására. Adott koncentrációjú egy- és kétértékű sav kiválasztása többféle lehetőség közül ismert töménységű, indikátort tartalmazó lúgoldat segítségével. A gyűjtött esővíz, ill. természetes vizek pH-jának meghatározása.) Az általtudományos nézetek közös jellemzőinek gyűjtése és az ilyen nézetek cáfolata a „szervezet lúgosítása” mintapéldáján. | *Biológia-egészségtan:* pH, kiválasztás, a testfolyadékok kémhatása, zuzmók mint indikátorok, a savas eső hatása az élővilágra.<br><br>*Matematika:* logaritmus. |
| *Közömbösítés és semlegesítés* | Sav-bázis titrálásokkal | *Biológia-egészségtan:* |

| | | |
|---|---|---|
| Sók keletkezése savak és bázisok reakciójával, közömbösítés, ill. semlegesítés, savanyú sók. Sóoldatok pH-ja, hidrolízis. | kapcsolatos számítási feladatok. [Hidrolizáló sók oldatai pH-jának kiszámítása. Adott titráláshoz alkalmas indikátor kiválasztása az átcsapási tartomány ismeretében.] **M:** „Varázspoharak” (olyan kísérletek tervezése és kivitelezése különböző koncentrációjú és térfogatú sav-, illetve lúgoldatok, valamint sav-bázis indikátorok felhasználásával, hogy adott sorrendben való összeöntéskor mindig történjen színváltozás). | sav-bázis reakciók az élő szervezetben, a gyomor savtartalmának szerepe. |
| **Kulcsfogalmak/ fogalmak** | Sav, bázis, konjugált sav-bázis pár, disszociációs állandó, disszociációfok, amfotéria, autoprotolízis, vízionszorzat, hidrolízis, általtudomány. | |

| **Tematikai egység** | **Redoxireakciók** | **Órakeret 8 óra** |
|---|---|---|
| **Előzetes tudás** | Égés, oxidáció, redukció, vasgyártás, oxidálószer, redukálószer. | |
| **A tematikai egység nevelési-fejlesztési céljai** | Az égésről, illetve az oxidációról szóló magyarázatok történeti változásának megértése. Az oxidációs szám fogalma, kiszámításának módja és használata redoxireakciók egyenleteinek rendezésekor. Az oxidálószer és a redukálószer fogalma és alkalmazása gyakorlati példákon. A redoxireakciók és gyakorlati jelentőségük vizsgálata. | |

| **Ismeretek (tartalmak, jelenségek, problémák, alkalmazások)** | **Fejlesztési követelmények/ módszertani ajánlások** | **Kapcsolódási pontok** |
|---|---|---|
| *Oxidáció és redukció*<br>Az oxidáció és a redukció fogalma oxigénátmenet, ill. elektronátadás alapján értelmezve. Az oxidációs szám és kiszámítása molekulákban és összetett [illetve komplex] ionokban. Az elektronátmenetek és az oxidációs számok változásainak összefüggései redoxireakciók során. [Szinproporció és diszproporció.] | Az elemeket, illetve vegyületeket alkotó atomok oxidációs számának kiszámítása. Egyszerűbb [és bonyolultabb] redoxiegyenletek rendezése oxidációs számok segítségével, ezekkel kapcsolatos számítási feladatok megoldása.<br>**M:** Redoxireakciókon alapuló kísérletek (pl. magnézium égése és reakciója sósavval, földgázzal felfújt mosószerhab meggyújtása vizes kézen, szikraeső, jód és nátrium-tioszulfát reakciója). | *Fizika:* a töltések nagysága, előjele, töltésmegmaradás.<br><br>*Történelem, társadalmi és állampolgári ismeretek:* tűzgyújtás. |

| | | |
|---|---|---|
| *Oxidálószerek és redukálószerek*<br>Az oxidálószer és a redukálószer értelmezése az elektronfelvételre és -leadásra való hajlam alapján, kölcsönösség és viszonylagosság. Az oxigén mint „az oxidáció” névadója (a természetben előforduló legnagyobb elektronegativitású elem). Redoxireakciók a hétköznapokban, a természetben és az iparban. | Annak eldöntése, hogy egy adott redoxireakcióban melyik anyag játssza az oxidálószer, illetve a redukálószer szerepét.<br>**M:** Erős oxidálószerek és redukálószerek hatását bemutató kísérletek (pl. gumimaci beledobása olvasztott kálium-nitrátba és/vagy tömény kálium-nitrát-oldattal szűrőpapírra festett alakzatok égése; alkálifémek, illetve alkáliföldfémek reakciója vízzel). Információk a puskapor, valamint az ezüst-halogenidek használatán alapuló fényképezés történetéről. Kísérlettervezés annak megállapítására, hogy a hidrogén-peroxid oxidálószerként vagy redukálószerként viselkedik-e egy reakcióban. | *Biológia-egészségtan:*<br>redoxirendszerek a sejtekben, redoxireakciók az élő szervezetben.<br>*Történelem, társadalmi és állampolgári ismeretek:*<br>tűzfegyverek. |
| **Kulcsfogalmak/ fogalmak** | Oxidáció – elektronleadás, redukció – elektronfelvétel, oxidálószer, redukálószer, oxidációs szám. | |

| **Tematikai egység** | **Elektrokémia** | **Órakeret 12 óra** |
|---|---|---|
| **Előzetes tudás** | Redoxireakciók, oxidációs szám, ionok, fontosabb fémek, oldatok, áramvezetés. | |
| **A tematikai egység nevelési-fejlesztési céljai** | A kémiai úton történő elektromos energiatermelés és a redoxireakciók közti összefüggések megértése. A mindennapi egyenáramforrások működési elve, helyes használatuk elsajátítása. Az elektrolízis és gyakorlati alkalmazásai bemutatása. A galvánelemek és akkumulátorok veszélyes hulladékokként való gyűjtése és újrahasznosításuk okainak és fontosságának megértése. | |

| **Ismeretek (tartalmak, jelenségek, problémák, alkalmazások)** | **Fejlesztési követelmények/ módszertani ajánlások** | **Kapcsolódási pontok** |
|---|---|---|
| *Bevezető ismétlés*<br><br>Fémek reakciója nemfémes elemekkel, más fémionok oldatával, nem oxidáló savakkal és vízzel. A redukálóképesség (oxidálódási hajlam), a fémek | A redoxireakciókról és fémekről tanultak alkalmazása néhány konkrét reakcióra.<br><br>**M:** Na, Al, Zn, Fe, Cu, Ag tárolása, változása levegőn, reakciók egymás ionjaival, | *Biológia-egészségtan:*<br>elektromos halak, elektrontranszportlánc, galvánelemek felhasználása a gyógyászatban, |

| | | |
|---|---|---|
| redukálóképességi sora a tapasztalatok és az elektronegativitás ismeretében. A redoxifolyamatok iránya. Fémes és elektrolitos vezetés. | savakkal, vízzel.[3] | ingerületvezetés.<br><br>*Fizika:* galvánelem, feszültség, Ohm-törvény, ellenállás, áramerősség, elektrolízis, soros és párhuzamos kapcsolás, akkumulátor, elektromotoros erő, Faraday-törvények. |
| *Galvánelem*<br><br>Galvani és Volta kísérletei.<br>A galvánelemek működésének bemutatása a Daniell-elem példáján keresztül: felépítése és működése, anód- és katódfolyamatok. A sóhíd szerepe, diffúzió gélekben, porózus falon keresztül, pl. virágcserépen, tojáshéjon.<br><br>A redukálóképesség és a standardpotenciál. Standard hidrogénelektród. Elektromotoros erő, kapocsfeszültség. Gyakorlatban használt galvánelemek. Akkumulátorok, szárazelemek. Galvánelemekkel kapcsolatos környezeti problémák (pl. nehézfém-szennyezés, újrahasznosítás). Tüzelőanyag-cellák, a hidrogén mint üzemanyag. | A galvánelemek működési elvének megértése, környezettudatos magatartás kialakítása.<br><br>**M:** Egyszerű galvánelem (pl. Daniell-elem) vagy Volta-oszlop készítése. Különféle galvánelemek pólusainak megállapítása, az elektródfolyamatok felírása. Két különböző fém és zöldségek vagy gyümölcsök felhasználásával készült galvánelemek. Információk az akkumulátorokról és a galvánelemekről. | |
| *Elektrolizálócella*<br><br>Az elektrolizálócella összehasonlítása a galvánelemek működésével, egymásba való átalakíthatóságuk. Az elektrolízis folyamata, ionvándorlás, az elektrolizálócella működési eleve. Anód és katód az elektrolízis esetén. Oldat és olvadék elektrolízise. Különböző elektrolizálócellák működési folyamatai reakcióegyenletekkel. A víz (híg kénsavoldat) elektrolízise, kémhatás az egyes | Az elektrolizáló berendezések működésének megértése és használata. Környezettudatos magatartás kialakítása.<br>[A Faraday-törvények használata számítási feladatokban.][4]<br>**M:** Gyakorlati példák: akkumulátorok feltöltésének szabályai, elemek és akkumulátorok feliratának tanulmányozása.<br>Elektrolízisek: sósavoldat, réz-jodid-oldat, nátrium-klorid-oldat, nátrium-hidroxid-oldat, nátrium-szulfát-oldat. | |

3 Az **M** betűk után szereplő felsorolások hangsúlyozottan csak ajánlások, ötletek és választható lehetőségek az adott téma feldolgozására, a teljesség igénye nélkül.
4 Szögletes zárójelben ([ ]) szerepelnek azok az opcionális ismeretek és fejlesztési követelmények, amelyekről a konkrét tanulócsoport, illetve osztály ismeretében a tanár dönt. Ezekre azonban többnyire szükség van az emelt szintű kémia érettségi vizsgán való eredményes szerepléshez.

| | | |
|---|---|---|
| elektródok körül. Az oldatok töménységének és kémhatásának változása az elektrolízis során. Az alkálifémionok, az összetett ionok viselkedése elektrolíziskor indifferens elektród esetén. A nátrium leválása higanykatódon. Faraday I. és II. törvénye. A Faraday-állandó.<br><br>Az elektrolízis gyakorlati alkalmazása: akkumulátorok feltöltése. Klór és nátrium-hidroxid előállítása NaCl-oldat higanykatódos elektrolízisével, túlfeszültség. A klóralkáliipar higanymentes technológiái (membráncellák). Az alumínium ipari előállítása timföldből, az s-mező elemeinek előállítása halogenidjeikből. Bevonatok készítése – galvanizálás, korrózióvédelem. | | |

| | |
|---|---|
| **Kulcsfogalmak/ fogalmak** | Galvánelem, akkumulátor, standardpotenciál, elektrolízis, szelektív elemgyűjtés, galvanizálás. |

## 10. évfolyam

| | Tematikai egység | Órakeret |
|---|---|---|
| 1. | **Bevezetés: A szerves kémia tárgya** | **2 óra** |
| 2. | **Szénhidrogének és halogénezett származékaik** | **18 óra** |
| 3. | **Oxigéntartalmú szerves vegyületek** | **25 óra** |
| 4. | **Szénhidrátok** | **8 óra** |
| 5. | **Aminok, amidok és nitrogéntartalmú heterociklusos vegyületek** | **8 óra** |
| 6. | **Aminosavak és fehérjék** | **4 óra** |
| 7. | **Nukleotidok és nukleinsavak** | **2 óra** |
| 8. | **Szerves kémiai számítások** | **4 óra** |
| | **Év végi rendszerezés** | **1 óra** |

| | | |
|---|---|---|
| | | |
| | **Összesen:** | **72 óra** |

| **Tematikai egység** | **Bevezetés: A szerves kémia tárgya** | **Órakeret 2 óra** |
|---|---|---|
| **Előzetes tudás** | Kovalens kötés, szén, hidrogén, oxigén és nitrogén vegyértékelektron-szerkezete. | |
| **A tematikai egység nevelési-fejlesztési céljai** | Tudománytörténeti szemlélet kialakítása. A szerves vegyületek csoportosítása szempontjainak megértése, a vegyület, a modell és a képlet viszonyának, az izoméria és a konstitúció fogalmának értelmezése és alkalmazása. | |

| **Ismeretek (tartalmak, jelenségek, problémák, alkalmazások)** | **Fejlesztési követelmények/ módszertani ajánlások** | **Kapcsolódási pontok** |
|---|---|---|
| *A szerves anyagok összetétele*<br>A szerves kémia tárgya (Berzelius, Wöhler) az organogén elemek (Lavoisier).<br>A szerves vegyületek nagy száma, a szénatom (különleges) sajátosságai, heteroatomok, konstitúció, izoméria. | A szerves anyagok általános jellemzőinek ismerete, anyagszerkezeti magyarázatuk.<br>Izomer vegyületek tulajdonságainak összehasonlítása.<br>**M:** Szén, hidrogén, oxigén, nitrogén kimutatása szerves vegyületekben egyszerű kísérletekkel.[5] | *Biológia-egészségtan:* biogén elemek. |
| *A szerves vegyületek képlete*<br>Összegképlet (tapasztalati és molekulaképlet), a szerkezeti képlet, a konstitúciós (atomcsoportos) képlet és a konstitúció egyszerűsített jelölési formái. | A képletírás gyakorlása.<br>**M:** Különböző típusú molekulamodellek, szerves molekulákról készült ábrák, képek és képletek összehasonlítása.<br>Modellek, molekulamodellező számítógépes programok vagy animációk bemutatása. | |
| *A szerves vegyületek csoportosítása, elnevezése*<br>A szénváz alakja, szénvázban lévő kötések és az összetétel alapján.<br>Szerves vegyületek | Csoportosítás a szénváz alakja, szénvázban lévő kötések és az összetétel alapján.<br>**M:** Szerves vegyületek elnevezése néhány köznapi példán bemutatva, rövidítések, pl. E- | |

5 Az **M** betűk után szereplő felsorolások hangsúlyozottan csak ajánlások, ötletek és választható lehetőségek az adott téma feldolgozására, a teljesség igénye nélkül.

| | | |
|---|---|---|
| elnevezésének lehetőségei: tudományos és köznapi nevek, hétköznapokban előforduló rövidítések. | számok. | |
| **Kulcsfogalmak/ fogalmak** | Szerves anyag, heteroatom, konstitúció, izoméria, funkciós csoport, köznapi és tudományos név. | |

| **Tematikai egység** | **Szénhidrogének és halogénezett származékaik** | **Órakeret 18 óra** |
|---|---|---|
| **Előzetes tudás** | Kémiai reakció, égés, másodrendű kötések, izomer, molekulák alakja és polaritása, egyszeres és többszörös kovalens kötés, reakcióhő, halogének, savas eső, „ózonlyuk”. | |
| **A tematikai egység nevelési-fejlesztési céljai** | A szénhidrogének és halogénezett származékaik szerkezete és tulajdonságai közötti kapcsolatok felismerése és alkalmazása. Az előfordulásuk és a felhasználásuk ismerete, a felhasználás és a környezeti hatások közötti kapcsolat elemzése. A geometriai izoméria feltételeinek megértése. A szénhidrogénekkel és halogénezett származékaikkal kapcsolatos környezet- és egészségtudatos magatartás kialakítása. Grafikonok készítése, értelmezése, elemzése. [Az optikai izoméria és jelentőségének megértése, a molekulaszerkezet és az izoméria kapcsolatának felismerése, alkalmazása.][6] | |

| **Ismeretek (tartalmak, jelenségek, problémák, alkalmazások)** | **Fejlesztési követelmények/ módszertani ajánlások** | **Kapcsolódási pontok** |
|---|---|---|
| *Bevezetés*<br>A szénhidrogének és hétköznapi jelentőségük.<br><br>*A telített szénhidrogének*<br>Alkánok (paraffinok), cikloalkánok, 1–10 szénatomos főlánccal rendelkező alkánok | A szénhidrogének köznapi jelentőségének ismerete, megértése.<br>**M:** A szénhidrogének hétköznapi jelentőségének bemutatása néhány példán keresztül: pl. vezetékes gáz, PB-gáz, sebbenzin, motorbenzin, lakkbenzin, dízelolaj, kenőolajok, szénhidrogén polimerek, karotinok<br><br>A telített szénhidrogének szerkezete és tulajdonságai közötti kapcsolatok megértése, alkalmazása, környezettudatos | *Biológia-egészségtan:* etilén mint növényi hormon, szteránvázas hormonok, karotinoidok, karcinogén és mutagén anyagok, levegőszennyezés, szmog, globális problémák, üvegházhatás, ózonlyuk, savas esők, bioakkumuláció.<br><br>*Fizika:* olvadáspont, forráspont, forrás, |

6 Szögletes zárójelben ([ ]) szerepelnek azok az opcionális ismeretek és fejlesztési követelmények, amelyekről a konkrét tanulócsoport, illetve osztály ismeretében a tanár dönt. Ezekre azonban többnyire szükség van az emelt szintű kémia érettségi vizsgán való eredményes szerepléshez.

| | | |
|---|---|---|
| elnevezése, egyszerűbb csoportnevek [3–4 szénatomos elágazó láncú csoportok nevei], homológ sor, általános képlet.<br>Nyílt láncú alkánok molekulaszerkezete, [ciklohexán konformációja, axiális ekvatoriális helyzet], szénatom rendűsége.<br>Tulajdonságaik, olvadás- és forráspont és változása a homológ sorban [molekulaalak és az olvadás- és forráspont kapcsolata].<br>Sok anyaggal szemben mutatott kis reakciókészség, égés, reakció halogénekkel, szubsztitúció, hőbontás.<br>A földgáz és a kőolaj összetétele, keletkezése, bányászata, feldolgozása, felhasználása és ennek problémái (környezetvédelmi problémák a kitermeléstől a felhasználásig, készletek végessége, helyettesíthetőség).<br>Kőolajfinomítás, kőolajpárlatok és felhasználásuk. Benzin oktánszáma és annak javítása: adalékanyagok [és reformálás].<br>Telített szénhidrogének jelentősége, felhasználása (pl. sújtólég, vegyipari alapanyagok, üzemanyagok, fűtés, energiatermelés, oldószerek).<br>[A szintézisgáz előállításának lehetőségei, ipari jelentősége.]<br>Szteránváz, szteroidok biológiai jelentősége (vázlatosan). | magatartás kialakítása.<br>Grafikon elemzése vagy készítése alkánok fizikai tulajdonságairól [etán, ciklohexán konformációs diagramja].<br>Molekulamodellek készítése, modell és képlet kapcsolata.<br>**M:** Egyszerű kísérletek telített szénhidrogénekkel: pl. földgáz és sebbenzin égése, oldódás (hiánya) vízben, a sebbenzin mint apoláris oldószer, reakció (hiánya) brómmal.<br>Információk kőolajjal, kőolaj-feldolgozással, kőolajtermékekkel, üzemanyagokkal, megújuló és meg nem újuló energiaforrásokkal, nyersanyagokkal vagy zöld kémiával kapcsolatban. | kondenzáció, forráspontot befolyásoló külső tényezők, hő, energiamegmaradás, elektromágneses sugárzás, poláros fény, a foton frekvenciája, szín, és energia, üvegházhatás.<br><br>*Technika, életvitel és gyakorlati:* fűtés, tűzoltás, energiatermelés.<br><br>*Földrajz:* kőolaj- és földgázlelőhelyek, keletkezésük, energiaipar, kaucsukfa-ültetvények, levegőszennyezés, szmog, globális problémák, üvegházhatás, ózonlyuk, savas eső<br><br>*Matematika:* függvény, grafikus ábrázolás. |
| *A telítetlen szénhidrogének*<br>*Az alkének (olefinek)*<br>Elnevezésük 1–10 szénatomos főlánccal, homológ sor, általános képlet, molekulaszerkezet, geometriai (cisz-transz) izoméria, tulajdonságaik.<br>Nagy reakciókészségük (szénatomok közötti kettős kötés, mint ennek oka), égésük, | Az alkének szerkezete és tulajdonságai közötti kapcsolatok megértése, alkalmazása.<br>Molekulamodellek készítése, modell és képlet kapcsolata.<br>Geometriai izomerek tanulmányozása modellen.<br>**M:** Az etén előállítása, égése, | |

| | | |
|---|---|---|
| addíciós reakciók: hidrogén, halogén, víz, hidrogén-halogenid, [Markovnyikov-szabály,]. Polimerizáció: etén, propén [és nagyobb szénatomszámú alkének]. Az olefinek előállítása, jelentősége, felhasználása. Etén (etilén) mint növényi hormon, PE és PP előállítása, tulajdonságaik és használatuk problémái (szelektív gyűjtés, biológiai lebomlás, adalékanyagok, égetés, újrahasznosítás). | oldódás (hiánya) vízben, etén reakciója brómos vízzel, PE vagy PP égetése. | |
| *A diének és a poliének*<br>A buta-1,3-dién és az izoprén szerkezete, tulajdonságai, konjugált kettőskötés-rendszer és következményei.<br>Addíciós reakciók: hidrogén, halogén, hidrogén-halogenid. Polimerizáció.<br>Kaucsuk, műkaucsuk, vulkanizálás, a gumi szerkezete, előállítása, tulajdonságai (és használatának környezetvédelmi problémái), hétköznapi gumitermékek (pl. téli és nyári gumi, radír, rágógumi).<br>A karotinoidok szerkezete (vázlatosan), színe, biológiai, kozmetikai és élelmiszer-ipari jelentősége. | A diének és a poliének szerkezete és tulajdonságai közötti kapcsolatok megértése, alkalmazása, környezettudatos magatartás kialakítása.<br>**M:** Gumi hőbontása, paradicsomlé reakciója brómos vízzel.<br>Információk izoprénvázas vegyületekkel kapcsolatban (pl. természetes előfordulásuk, szerkezetük, illatszer- vagy élelmiszer-ipari jelentőségük, antioxidáns szerepük, karotinoidok szerepe a fotoszintézisben). | |
| *Az alkinek*<br>[1–10 szénatomos főláncú alkinek elnevezése, általános képlete.]<br>Acetilén (etin) szerkezete, tulajdonságai. Reakciói: égés, addíciós reakciók: hidrogén, halogén, víz, hidrogén-halogenid [és sóképzés nátriummal].<br>Etin előállítása (metánból és karbidból), felhasználása: vegyipari alapanyag (pl. vinil-klorid előállítása, helyettesítése eténnel), karbidlámpa, lánghegesztés, disszugáz. | Az acetilén [és a nagyobb szénatomszámú alkinek] szerkezete és tulajdonságai közötti kapcsolatok megértése, alkalmazása.<br>**M:** Acetilén előállítása, égetése, oldódás (hiánya) vízben, oldása acetonban, reakció brómos vízzel. | |
| *Az aromás szénhidrogének* | Az aromás szénhidrogének | |

| | | |
|---|---|---|
| A benzol [és a naftalin] szerkezete (Kekulé), tulajdonságai.<br>Kis reakciókészsége, égése, halogén szubsztitúció és nitrálás.<br>Toluol [nitrálás, TNT], xilol [orto, meta és para helyzet], sztirol és polisztirol (és használatának problémái).<br>Benzol előállítása. Aromás szénhidrogének felhasználása, biológiai hatása (pl. karcinogén hatása), aromások előfordulás a dohányfüstben. | szerkezete és tulajdonságai közötti kapcsolatok megértése, alkalmazása, egészségtudatos magatartás kialakítása.<br>**M:** Polisztirol égetése.<br>Információk dohányfüstben lévő aromás vegyületekkel, biológiai hatásukkal kapcsolatban. | |
| *A halogéntartalmú szénhidrogének*<br>A halogéntartalmú szénhidrogének elnevezése, szerkezete, tulajdonságai.<br>Előállításuk (korábban szereplő reakciókkal).<br>Reakció nátrium-hidroxiddal: szubsztitúció és elimináció [Zajcev-szabály].<br>Halogénszármazékok jelentősége és használatának problémái: pl. oldószerek, vegyipari alapanyagok, altatószerek, helyi érzéstelenítők, tűzoltó anyagok, növényvédő szerek (DDT, [HCH], teratogén és mutagén hatások, lebomlás a környezetben, bioakkumuláció), polimerek (teflon, PVC), freonok (és kapcsolatuk az ózonréteg vékonyodásával). | A halogéntartalmú szénhidrogének szerkezete és tulajdonságai közötti kapcsolatok megértése, alkalmazása, egészség- és környezettudatos magatartás kialakítása.<br>**M:** Egyszerű kísérletek elemzése vagy bemutatása halogéntartalmú szénhidrogénekkel: pl. hidrolízis (pl. etil-kloridé vagy *terc*butil-kloridé indikátor jelenlétében), halogéntartalmú szénhidrogén reakciója ezüst-nitráttal hidrolízis előtt és után, PVC égetése, fagyasztás etil-kloriddal. | |
| [*Optikai izoméria*<br>Konfiguráció, optikai izoméria, kiralitáscentrum, projektív képlet, egy és több kiralitáscentrum következményei.] | [Az optikai izoméria jelenségének, feltételeinek következményeinek megértése.<br>**M:** Az optikai izomériával kapcsolatos modellezés (pl. modellek összehasonlítása, készítése, optikai izoméria jelenségének felfedeztetése négy különböző ligandumot tartalmazó modellek összerakásával, páratlan ligandumcsere inverziót okozó hatásának felismerése modellen, | |

| | | |
|---|---|---|
| | vetített képlet rajzolása modellek alapján, számítógépes modellek, animációk).<br>Az optikai izoméria jelentőségével kapcsolatos információk (pl. optikai izoméria az élővilágban, növényvédő szereknél, gyógyszereknél]. | |
| **Kulcsfogalmak/ fogalmak** | Telített, telítetlen, aromás vegyület, alkán, alkén, szubsztitúció, cisz-transz izoméria, addíció, polimerizáció, elimináció, homológ sor, földgáz, kőolaj, benzin, hőre lágyuló műanyag. | |

| **Tematikai egység** | **Oxigéntartalmú szerves vegyületek** | **Órakeret 25 óra** |
|---|---|---|
| **Előzetes tudás** | Szerves vegyületek csoportosítása, szénhidrogének elnevezése, szubsztitúció, addíció, polimerizáció, elimináció, hidrogénkötés, sav-bázis reakciók, erős és gyenge savak, homológ sor, izoméria, „hasonló a hasonlóban oldódik jól” elv. | |
| **Tantárgyi fejlesztési célok** | Az oxigéntartalmú szerves vegyületek szerkezete és tulajdonságai közötti összefüggések ismeretében azok alkalmazása. Az előfordulásuk, a felhasználásuk, a biológiai jelentőségük és az élettani hatásuk kémiai szerkezettel való kapcsolatának felismerése. Oxigéntartalmú vegyületekkel kapcsolatos környezeti és egészségügyi problémák jelentőségének megértése, megoldások keresése. A felületaktív anyagok szerkezete és tulajdonságai közötti kapcsolat felismerése. A hidrolízis és a kondenzáció folyamatának megértése, jelentőségének ismerete. Következtetés a háztartásban előforduló anyagok összetételével kapcsolatos információkból azok egészségügyi és környezeti hatására. | |

| **Ismeretek (tartalmak, jelenségek, problémák, alkalmazások)** | **Fejlesztési követelmények/ módszertani ajánlások** | **Kapcsolódási pontok** |
|---|---|---|
| *Az oxigén tartalmú szerves vegyületcsoportok és funkciós csoportok*<br>Az oxigéntartalmú funkciós csoportok (hidroxil, éter, oxo, karbonil, formil, karboxil, észter) szerkezete, vegyületcsoportok (alkoholok, fenolok, éterek, aldehidek, ketonok, karbonsavak, karbonsavészterek).<br>Polaritás, hidrogénkötés lehetősége és kapcsolata az | Hasonló moláris tömegű oxigéntartalmú vegyületek (és alkánok) tulajdonságainak (pl. olvadás- és forráspont, oldhatóság) összehasonlítása, táblázat vagy diagram készítése vagy elemzése.<br>Eltérő funkciós csoportot tartalmazó izomer vegyületek tulajdonságának összehasonlítása.<br>**M:** Hétköznapi szempontból fontos oxigéntartalmú szerves | *Biológia-egészségtan:* az alkohol hatásai, dohányzás, a preparátumok tartósítása, cukorbetegség, erjedés, biológiai oxidáció (citromsavciklus), Szent-Györgyi Albert, lipidek, sejthártya, táplálkozás, látás. |

| | | |
|---|---|---|
| oldhatósággal, olvadás- és forrásponttal, karbonsavak dimerizációja.<br>Homológ sorok általános képlete, tulajdonságok változása a homológ sorokban. | vegyületek bemutatása minden vegyületcsoportból. | *Fizika:* felületi feszültség.<br><br>*Történelem, társadalmi és állampolgári ismeretek:* Alfred Nobel. |
| *Az alkoholok*<br>Az alkoholok csoportosítása értékűség, rendűség és a szénváz alapján, elnevezésük. Szerkezetük és tulajdonságaik. Égésük, sav-bázis tulajdonságok, reakció nátriummal, éter- és észterképződés, vízelimináció. Különböző rendű alkoholok oxidálhatósága.<br>Alkoholok előállítása, jelentősége, felhasználása.<br>A metanol és az etanol élettani hatása. Alkoholtartalmú italok előállítása (alkoholos erjedés, desztilláció). Denaturált szesz (denaturálás, felhasználása, mérgező hatása). Az etanol mint üzemanyag (bioetanol).<br>Glicerin biológiai és kozmetikai jelentősége, nitroglicerin mint robbanóanyag (Nobel) és gyógyszer.<br>Etilén-glikol mint fagyálló folyadék, mérgező hatása, borhamisítás. | Alkoholok szerkezete és tulajdonságai közötti kapcsolatok megértése, alkalmazása.<br>Egészségtudatos magatartás kialakítása.<br>**M:** Egyszerű kísérletek alkoholokkal: metanol vagy etanol égetése, alkoholok oldhatósága vízben, oldat kémhatása, etanol mint oldószer, benzin, etanol és víz elegyíthetősége. Alkoholok oxidációja, etanol reakciója nátriummal, [a termék vizes oldatának kémhatása]. [Réz-hidroxid-csapadék oldása glikollal vagy glicerinnel.]<br>Információ néhány, az alkoholok közé tartozó biológiailag jelentős vegyületről: pl. koleszterin, allil-alkohol, fahéjalkohol, mentol, bombicol (selyemhernyó feromonja), A-vitamin (A-vitamin szerepe a látásban, cisz-transz átalakulás a látás során pl. ábrán bemutatva). | |
| *A fenolok*<br>A fenol szerkezete és tulajdonságai. A fenol sav-bázis tulajdonságai, reakciója nátrium-hidroxiddal [nátrium-fenolát reakciója szénsavval, szódabikarbónával, fenol reakciója brómmal vagy klórral].<br>Fenolok fertőtlenítő, mérgező hatása, fenol mint vízszennyező anyag, fenoltartalmú ivóvíz klórozásának problémái. Fenolok felhasználása. | Fenolok szerkezete és tulajdonságai közötti kapcsolatok megértése, alkalmazása.<br>**M:** Információk gyógyszerként használt fenolokkal kapcsolatban, pl. rezorcin, amil-metakrezol. | |
| *Az éterek*<br>Az éterek elnevezése, egyszerű [és vegyes] éterek előállítása. A | Éterek szerkezete és tulajdonságai közötti kapcsolatok megértése, alkalmazása. | |

| | | |
|---|---|---|
| dietil-éter tulajdonságai, felhasználása. | Egy alkohol és vele izomer éter tulajdonságainak összehasonlítása.<br>**M:** Egyszerű kísérletek elemzése vagy bemutatása éterrel: dietil-éter mint oldószer, éter korlátozott oldódása vízben, elegyedés benzinnel. | |
| *Az oxovegyületek*<br>Az oxovegyületek elnevezése, szerkezete, tulajdonságai.<br>Az oxovegyületek oxidálhatósága [formaldehid addíciós reakciói, paraformaldehid keletkezése], bakelit előállítása, polikondenzáció, hőre keményedő műanyag.<br>Az oxovegyületek előállítása, felhasználása, jelentősége. A formaldehid felhasználása, formalin, mérgező hatása, előfordulása dohányfüstben. Akrolein keletkezése sütéskor. Aceton (és megjelenése a vérben cukorbetegség esetén). | Az oxovegyületek szerkezete és tulajdonságai közötti kapcsolatok megértése, alkalmazása.<br>**M:** Ezüsttükörpróba és Fehling-reakció bemutatása aldehidekkel és ketonokkal. Egyszerű kísérlet acetonnal mint (univerzális) oldószerrel (pl. jód oldása, elegyítése vízzel, polisztirolhab oldása).<br>Információ néhány oxocsoportot (is) tartalmazó, biológiai szempontból jelentős vegyülettel kapcsolatban (pl. kámfor, tesztoszteron, progeszteron, ösztron, kortizon). | |
| *A karbonsavak és sóik*<br>A karbonsavak csoportosítása értékűség és a szénváz alapján, elnevezésük, fontosabb savak és savmaradékok tudományos és köznapi neve.<br>Szerkezetük, tulajdonságaik, reakció vízzel, fémekkel, fém-hidroxidokkal, -oxidokkal, -karbonátokkal, -hidrogén-karbonátokkal. Karbonsavsók vizes oldatának kémhatása és reakciója erős savakkal.<br>A hangyasav oxidálhatósága: ezüsttükörpróba [és reakció brómos vízzel].<br>Az olajsav reakciója brómos vízzel, telíthetősége hidrogénnel.<br>A karbonsavak előállítása, felhasználása, előfordulása, jelentősége (biológiai, vegyipari, háztartási, élelmiszer-ipari jelentőség, E-számaik, tartó- | Karbonsavak szerkezete és tulajdonságai közötti kapcsolatok megértése, alkalmazása.<br>Egészségtudatos magatartás kialakítása.<br>**M:** Egyszerű kísérletek karbonsavakkal: pl. karbonsavak közömbösítése, reakciója fémekkel, karbonátokkal, pezsgőtabletta porkeverékének készítése, karbonsavsók kémhatásának vizsgálata, hangyasav oxidálhatósága, akrilát gél duzzadása (pl. eldobható pelenkából).<br>Információk Szent-Györgyi Albert munkásságával, a C-vitaminnal vagy a citromsavciklussal kapcsolatban. | |

| | | |
|---|---|---|
| sítószerek és élelmiszerbiztonság) a következő vegyületeken keresztül bemutatva: hangyasav, ecetsav, [vajsav, valeriánsav,] palmitinsav, sztearinsav, olajsav, benzoesav (és nátrium-benzoát), oxálsav, tereftálsav [és ftálsav], [borostyánkősav, adipinsav], tejsav (és politejsav), borkősav, [almasav] szalicilsav, citromsav, [piroszőlősav, akrilsav, metakrilsav (és polimerjeik), pillanatragasztó], C-vitamin (Szent-Györgyi Albert). | | |
| *Az észterek*<br>A karbonsavak és a szervetlen savak észterei. Elnevezés egyszerűbb karbonsav észterek példáján. Szerkezetük, tulajdonságaik.<br>Észterképződés alkoholokból és karbonsavakból, kondenzáció és hidrolízis, egyensúly eltolásának lehetőségei, lúgos hidrolízis.<br>Jelentősebb észtercsoportok bemutatása: Gyümölcsészterek (pl. oldószerek, acetonmentes körömlakklemosó, természetes és mesterséges íz- és illatanyagok, izopentil-acetát a méhek feromonja).<br>Oxigéntartalmú összetett lipidek: viaszok, zsírok és olajok (összehasonlításuk, emésztésük, zsírok keletkezése a szervezetben, szerepük a táplálkozásban), foszfatidok.<br>Polimerizálható észterek és polimerjeik (poli-(metil-metakrilát), [poli-(vinil-acetát) és poli-(vinil-alkohol)]), poliészterek (poliészter műszálak, PET-palackok környezetvédelmi problémái).<br>Gyógyszerek (aszpirin és kalmopyrin).<br>Szervetlen savak észterei | Az észterek szerkezete és tulajdonságai közötti kapcsolatok megértése, alkalmazása.<br>Izomer szerkezetű észter és sav tulajdonságainak összehasonlítása.<br>Egészségtudatos magatartás kialakítása.<br>**M:** Egyszerű kísérletek bemutatása vagy elemzése etil-acetáttal: előállítása, szaga, észter mint oldószer, elegyítése vízzel, benzinnel, lúgos hidrolízise.<br>Zsírok és olajok oldódása vízben, benzinben, zsírok és olajok reakciója brómos vízzel.<br>Néhány gyümölcsészter szagának bemutatása.<br>Állati zsiradékokkal, olajokkal, margarinokkal, margaringyártással, transz-zsírsavakkal, többszörösen telítetlen zsírsavakkal vagy olesztrával kapcsolatos információk. | |

| | | |
|---|---|---|
| (nitroglicerin, zsíralkohol-hidrogén-szulfátok [szerves foszfátészterek]).<br>Margarinok összetétele, előállítása, olajkeményítés.<br>Biodízel (előállítása, felhasználása, problémák). | | |
| *A felületaktív anyagok, tisztítószerek*<br>A felületaktív anyagok oldhatósági tulajdonságai, szerkezete, típusai.<br>Micella, habképzés, tisztító hatás, vizes oldat pH-ja, felületaktív anyagok előállításának lehetőségei (előzőekben már ismert reakciók segítségével).<br>Zsírok lúgos hidrolízise, szappanfőzés.<br>Felületaktív anyagok szerepe a kozmetikumokban és az élelmiszeriparban, biológiai jelentőségük (pl. kozmetikai és élelmiszer-ipari emulgeáló szerek, biológiai membránok, epesavak).<br>Tisztítószerek adalékanyagai (vázlatosan): kémiai és optikai fehérítők, enzimek, fertőtlenítőszerek, vízlágyítók, illatanyagok, hidratáló anyagok.<br>Környezetvédelmi problémák (biológiai lebomlás, habzás, adalékanyagok okozta eutrofizáció). | A felületaktív anyagok, tisztítószerek szerkezete és tulajdonságai közötti kapcsolatok megértése, alkalmazása, környezettudatos magatartás kialakítása.<br>**M:** Kísérletek felületaktív anyagokkal: amfipatikus vegyületek (pl. mosogatószer) hatása apoláris anyagok (pl. étolaj) oldódására (pl. a „fuldokló kacsa” kísérlet), felületi hártya keletkezésének bemutatása, szilárd és folyékony szappanok kémhatásának vizsgálata indikátorral, szappanok habzásának függése a vízkeménységtől és a pH-tól.<br>Információk szilárd és folyékony szappanokkal, samponokkal, mosó- és mosogatószerekkel, textilöblítőkkel vagy hajbalzsamokkal kapcsolatban (pl. összetétel bemutatása árufelirat alapján, ismertető, használati útmutató elemzése). | |
| **Kulcsfogalmak/ fogalmak** | Hidroxil-, éter-, oxo-, karboxil- és észtercsoport, alkohol, fenol, aldehid, keton, karbonsav, észter, lipid, zsír és olaj, foszfatid, felületaktív anyag, hidrolízis, kondenzáció, észterképződés, polikondenzáció, hőre keményedő műanyag, poliészter. | |

| **Tematikai egység** | **Szénhidrátok** | **Órakeret 8 óra** |
|---|---|---|
| **Előzetes tudás** | Oxigéntartalmú funkciós csoportok, vegyületcsoportok, hidrolízis, kondenzáció, konstitúciós izoméria [optikai izoméria]. | |

| | | |
|---|---|---|
| **A tematikai egység nevelési-fejlesztési céljai** | A szénhidrátok szerkezete és tulajdonságai közötti kapcsolat megértése. Az előfordulásuk, a felhasználásuk, a biológiai jelentőségük és a táplálkozásban betöltött szerepük megismerése, a kémiai szerkezet és a biológiai funkciók kapcsolatának megértése. A szénhidrátok táplálkozásban való szerepének megismerése, egészséges táplálkozási szokások kialakítása. Következetés az élelmiszerek összetételével kapcsolatos információkból azok élettani hatására. A cellulóz mint szálalapanyag jelentőségének ismerete, a szerkezet és tulajdonságok közötti összefüggések megértése. | |
| **Ismeretek (tartalmak, jelenségek, problémák, alkalmazások)** | **Fejlesztési követelmények/ módszertani ajánlások** | **Kapcsolódási pontok** |
| *A szénhidrátok*<br>A szénhidrátok biológiai jelentősége, előfordulása a környezetünkben (gyümölcsök, kristálycukor, papír, liszt stb.) összegképlete, csoportosítása: mono-, di- és poliszacharidok. Szerkezet, íz és oldhatóság kapcsolata. | A szénhidrátok csoportosítása több szempont alapján.<br>**M:** Kristálycukor (és papír, fa) elszenesítése kénsavval, hevítéssel. | *Biológia-egészségtan:* a szénhidrátok emésztése, sejtanyagcsere, biológiai oxidáció és fotoszintézis, a cellulóz szerkezete és tulajdonságai, növényi sejtfal, növényi rostok, a kitin mint a gombák sejtfalanyaga, ízeltlábúak vázanyaga, a glikogén és a keményítő szerkezete, tulajdonságai, jelentősége, keményítő kimutatása, ízérzékelés, vércukorszint.<br><br>*Történelem, társadalmi és állampolgári ismeretek:* a papír. |
| *A monoszacharidok*<br>A monoszacharidok funkciós csoportjai, szerkezetük, tulajdonságaik. Csoportosításuk az oxocsoport és a szénatomszám alapján.<br>A triózok konstitúciója és biológiai jelentősége, [D- és L-glicerinaldehid, relatív konfiguráció és jelölése (Emil Fischer), a konfiguráció biológiai jelentősége.]<br>A pentózok (ribóz és dezoxi-ribóz) nyílt láncú és gyűrűs konstitúciója, [konfigurációja], biológiai jelentősége (nukleotidok, DNS, RNS).<br>A hexózok (szőlőcukor és gyümölcscukor) nyílt láncú és gyűrűs konstitúciója [α- és β-D-glükóz, α- és β-D-fruktóz konfigurációja, konformációja].<br>A hexózok biológiai jelentősége (di- és poliszacharidok felépítése, fotoszintézis, előfordulása élelmiszerekben, biológiai | Egyszerű szénhidrátok szerkezete és tulajdonságai közötti kapcsolatok megértése, alkalmazása, [az optikai izomériájuk jelentőségének megértése].<br>**M:** Egyszerű kísérletek cukrokkal: cukor oldása vízben, benzinben. Fehling-reakció és ezüsttükörpróba bemutatása glükózzal és fruktózzal. Szőlőcukor oxidációját bemutató más kísérlet (pl. kék lombik kísérlet).<br>Glükóztartalmú és édesítőszerrel készített üdítőital megkülönböztetése (pl. tanulók által tervezett kísérlettel). | |

| | | |
|---|---|---|
| oxidáció és erjedés és ezek energiamérlege, vércukorszint). [Cukrok foszfátésztereinek szerepe a sejtanyagcserében (vázlatosan, néhány példa).] | | |
| *A diszacharidok*<br>A diszacharidok keletkezése kondenzációval, hidrolízisük (pl. emésztés során).<br>A redukáló és nem redukáló diszacharidok és ennek szerkezeti oka.<br>A maltóz, a cellobióz, a szacharóz és a tejcukor szerkezete (felépítő monoszacharidok, összegképlete [konstitúciója, konfigurációja, konformációja]) és biológiai jelentősége. | A diszacharidok szerkezete és tulajdonságai közötti kapcsolatok megértése, alkalmazása, [az optikai izomériájuk jelentőségének megértése].<br>**M:** A Fehling-reakció vagy az ezüsttükörpróba bemutatása répacukorral és maltózzal. | |
| *A poliszacharidok*<br>A keményítő (amilóz és amilopektin), a cellulóz, a glikogén [és a kitin] szerkezete, tulajdonságai, előfordulása a természetben. A keményítő jódpróbája és annak értelmezése. Jelentőségük: keményítő és glikogén: tartalék tápanyagok, élelmiszerekben való előfordulásuk és szerepük, emésztésük. Cellulóz: növényi sejtfal, lenvászon, pamut, viszkóz műszál (természetes alapú műanyag), nitrocellulóz, papír, papírgyártás és környezetvédelmi problémái, növényi rostok szerepe a táplálkozásban. Kitin: gombák sejtfala, rovarok külső váza.<br>A papír és a papírgyártás. Poliszacharid alapú ragasztók (pl. csiriz, stiftek, tapétaragasztók). | A poliszacharidok szerkezete és tulajdonságai közötti kapcsolatok megértése, alkalmazása.<br>**M:** Egyszerű kísérletek poliszacharidokkal: keményítő-jód reakció, szín eltűnése melegítés hatására, keményítő és cellulóz oldása, keményítőoldat (negatív) Fehling-rekciója és ezüsttükörpróbája, papír elszenesítése kénsavval.<br>Információk cukrok jelentőségével kapcsolatban: izocukor és az invertcukor (pl. előállítás, felhasználás az élelmiszeriparban), méz, cukorgyártás, cukrok és édesítőszerek, fotoszintézis, növényi sejtfal, cukrok emésztése stb. | |
| **Kulcsfogalmak/ fogalmak** | Mono-, di- és poliszacharid, pentóz, hexóz. | |

| Tematikai egység | Aminok, amidok és nitrogéntartalmú heterociklusos vegyületek | Órakeret 8 óra |
|---|---|---|
| **Előzetes tudás** | Ammónia fizikai és kémiai tulajdonságai, sav-bázis reakciók, szubsztitúció, aromás elektronrendszer. | |
| **A tematikai egység nevelési-fejlesztési céljai** | Az aminok, az amidok és a nitrogéntartalmú heterociklusos vegyületek szerkezete és tulajdonságai közötti kapcsolat megértése. A tulajdonságaik, az előfordulásuk. a felhasználásuk és a biológiai jelentőségük, valamint az élettani hatásuk megismerése, ezek egymással való kapcsolatának megértése. Egészségtudatos, a drogokkal szembeni elutasító magatartás kialakítása. | |

| Ismeretek (tartalmak, jelenségek, problémák, alkalmazások) | Fejlesztési követelmények/ módszertani ajánlások | Kapcsolódási pontok |
|---|---|---|
| *Az aminok*<br>Funkciós csoport, [rendűség,] értékűség, 1–5 szénatomos aminok és az anilin elnevezése. Szerkezet és tulajdonságok. Sav-bázis tulajdonságok, vizes oldat kémhatása, sóképzés.<br>Az aminok jelentősége (pl. festék-, gyógyszer-, műanyagipar, aminosavak, szerves vegyületek bomlástermékei, hormonok és ingerületátvivő anyagok, kábítószerek). | Az aminok szerkezete és tulajdonságai közötti kapcsolatok megértése, alkalmazása. Egészségtudatos magatartás kialakítása.<br>A különböző [rendű] aminok olvadás és forráspontjával, [báziserősségével] vagy oldhatóságával kapcsolatos adatok elemzése, összehasonlítása alkoholokkal, szénhidrogénekkel.<br>**M:** Aminocsoportot (is) tartalmazó, biológiailag fontos vegyületekkel (pl. adrenalin, noradrenalin, dopamin, hisztamin, acetil-kolin, morfin (Kabay János), amfetamin, metamfetamin, gyógyszerek) kapcsolatos információk. | *Biológia-egészségtan:* vitaminok, nukleinsavak, klorofill, hem, karbamid. |
| *Az amidok*<br>Funkciós csoport és szerkezete [delokalizáció], 1–5 szénatomos amidok elnevezése, karbamid. Szerkezet és tulajdonságok. Sav-bázis tulajdonságok, vizes oldat kémhatása, hidrolízis. [Származtatás és előállítás.]<br>A poliamidok (nejlon 66) [és az aminoplasztok (karbamidgyanták)] szerkezete, előállítása tulajdonságai. A karbamid jelentősége, | Az amidok szerkezete és tulajdonságai közötti kapcsolatok megértése, alkalmazása.<br>Az amidok olvadás- és forráspontjával vagy oldhatóságával kapcsolatos adatok elemzése, összehasonlítása hasonló moláris tömegű alkoholokéval, szénhidrogénekével.<br>**M:** Biuret előállítása karbamidból, biuret reakciója. Amidcsoportot (is) tartalmazó | |

| | | |
|---|---|---|
| tulajdonságai, felhasználása (pl. kémiatörténeti jelentőség, vizeletben való előfordulás, műtrágya, jégmentesítés, műanyaggyártás, biuret). | gyógyszerekkel (pl. paracetamol, penicillinek) vagy műanyagokkal kapcsolatos információk. | |
| *A nitrogéntartalmú heterociklusos vegyületek*<br>A piridin, a pirimidin, a pirrol, az imidazol és a purin szerkezete, tulajdonságai (polaritás, hidrogénkötés lehetősége, halmazszerkezet, halmazállapot, vízoldhatóság, sav-bázis tulajdonságok, [brómszubsztitúció]) és biológiai jelentőség alapján.<br>A piridin reakciója vízzel, savakkal, [brómmal. A pirrol reakciója nátriummal és brómmal].<br>Jelentőségük (vázlatosan): pl. B-vitaminok, alkoholdenaturálás (régen), nukleinsav bázisok alapvázai, indolecetsav (auxin), indigó, hemoglobin, klorofill, hem, hisztidin, húgysav, koffein, teofillin, gyógyszerek. | A nitrogéntartalmú heterociklikus vegyületek szerkezete és tulajdonságai közötti kapcsolatok megértése, alkalmazása.<br>Egészségtudatos magatartás kialakítása.<br>**M:** Szerves festékekkel, dohányzással (nikotinnal), kábítószerekkel, gyógyszerekkel vagy élő szervezetben előforduló heterociklikus vegyületekkel kapcsolatos információk. | |
| **Kulcsfogalmak/ fogalmak** | Amin és amid, pirimidin és purin váz, poliamid. | |

| **Tematikai egység** | **Aminosavak és fehérjék** | **Órakeret 4 óra** |
|---|---|---|
| **Előzetes tudás** | Amino- és karboxilcsoport, karbonsav és amin, sav-bázis reakciók, amidcsoport, biuret-reakció, katalízis, aktiválási energia. | |
| **A tematikai egység nevelési-fejlesztési céljai** | Az aminosavak, a peptidek, a fehérjék szerkezete és tulajdonságai közötti kapcsolatok megértése. Az előfordulásuk és a biológiai jelentőségük ismerete. Az enzimek szerkezete, tulajdonságai és az enzimatikus folyamatok elemzése. A ruházat nitrogéntartalmú kémiai anyagainak megismerése, a szerkezetük és tulajdonságaik közötti összefüggések megértése. | |
| **Ismeretek (tartalmak, jelenségek, problémák, alkalmazások)** | **Fejlesztési követelmények/ módszertani ajánlások** | **Kapcsolódási pontok** |

| | | |
|---|---|---|
| *Az aminosavak*<br>Az aminosavak elnevezése, szerkezete. Funkciós csoportok, ikerionos szerkezet és következményei. Tulajdonságaik bemutatása (a glicin példáján keresztül). Az aminosavak amfotériája, sóképzése (nátrium-hidroxiddal és sósavval).<br>Az aminosavak jelentősége (vázlatosan): pH-stabilizálás, ingerület-átvitel (γ-amino-vajsav), fehérjeépítés. | Az aminosavak szerkezete és tulajdonságai közötti kapcsolatok megértése, alkalmazása.<br>**M:** γ-amino-vajsavval (GABA), γ-hidroxi-vajsavval (GHB) és γ-butirolaktonnal (GBL) kapcsolatos információk. | *Biológia-egészségtan*: aminosavak és fehérjék szerkezete és tulajdonságai, peptidkötés, enzimek működése, hemoglobin |
| *A fehérjeépítő aminosavak*<br>Az α-aminosavak szerkezete [és optikai izomériája], csoportosítása az oldallánc alapján: apoláris (glicin, alanin), poláris semleges (szerin), savas (glutaminsav), bázikus (lizin), kéntartalmú (cisztein) és aromás (tirozin) aminosavak.<br>Az α-aminosavak jelentősége: fehérjék építőegységei, egyéb jelentőségük pl. ingerületátvitel (glutaminsav), gyógyszerek (acetil-cisztein), ízfokozók (nátrium-glutamát), hormonok (tiroxin). | A fehérjeépítő aminosavak általános képletének, az általános képlet és a konkrét molekulák kapcsolatának megértése [az optikai izomériáról tanultak alkalmazása az aminosavakra].<br>Fehérjeépítő aminosavak csoportosítása több szempont alapján (megadott képletek felhasználásával).<br>**M:** A fehérjeépítő aminosavak képletének bemutatása oldallánc jellege szerinti csoportosításban. | |
| *Peptidek, fehérjék*<br>A peptidcsoport kialakulása és szerkezete (Emil Fischer). Di-, tri- és polipeptidek, fehérjék. A fehérjék szerkezeti szintjei (Sanger, Pauling) és a szerkezetet stabilizáló kötések.<br>Az egyszerű és az összetett fehérjék. Fehérjék hidrolízise, emésztés.<br>A fehérjék stabilitása. Denaturáció, koaguláció.<br>Kimutatási reakciók (biuret- és xantoprotein-reakció jelenség szinten).<br>A polipeptidek biológiai jelentősége: enzimek [az enzimkatalízis részecskeszintű magyarázata, enzimek szerepe a | Peptidek szerkezete és tulajdonságai közötti kapcsolatok megértése, alkalmazása.<br>Képlettel is megadott aminosavakból álló peptid szerkezetének leírása.<br>A fehérjék szerkezetét bemutató ábrák, modellek, képek vagy animációk értelmezése, elemzése, és/vagy készítése.<br>**M:** Tojásfehérjével kapcsolatos vizsgálatok: kicsapási reakciók (pl. könnyű- és nehézfémsókkal, tömény alkohollal, savval, a hőmérséklet növelésével), xantoprotein- és biuretreakció.<br>Fehérjék szerkezetével vagy jelentőségével kapcsolatos információk (pl. zselatin | |

| | | |
|---|---|---|
| biokémiai folyamatokban], szerkezeti fehérjék (keratin, gyapjú), izommozgás (aktin és miozin), szállítófehérjék (hemoglobin), immunglobulinok, fehérjék a sejthártyában, peptidhormonok (inzulin), tartalék tápanyagok (tojásfehérje). Az aszpartam. | élelmiszer-ipari felhasználása, molekuláris gasztronómia, haj dauerolása, enzimműködés, izommozgás folyamatai, tudománytörténeti szövegek). | |
| **Kulcsfogalmak/ fogalmak** | Aminosav, α-aminosav, peptidcsoport, polipeptid, fehérje, enzim, szerkezeti szint. | |

| **Tematikai egység** | **Nukleotidok és nukleinsavak** | **Órakeret 2 óra** |
|---|---|---|
| **Előzetes tudás** | Purin- és pirimidinváz, ribóz, dezoxiribóz, foszforsav, hidrolízis, fehérjék szerkezete. | |
| **A tematikai egység nevelési-fejlesztési céljai** | A nukleotidok és a nukleinsavak szerkezete és tulajdonságai közötti kapcsolat ismerete, megértése. A kémiai szerkezet és a biológiai funkció közötti kapcsolat megértése. | |

| **Ismeretek (tartalmak, jelenségek, problémák, alkalmazások)** | **Fejlesztési követelmények/ módszertani ajánlások** | **Kapcsolódási pontok** |
|---|---|---|
| *A nukleotidok*<br>A nukleotid név magyarázata, a nukleotidok csoportosítása (mono-, di-és polinukleotidok), a mononukleotidok építőegységei. Az ATP sematikus szerkezete, építőegységei, biológiai jelentősége. | A nukleotidok szerkezete és tulajdonságai, valamint biológiai funkcióik közötti kapcsolat megértése.<br>ATP szerkezetének elemzése és/vagy lerajzolása (az alapegységek képleteinek ismeretében).<br>**M:** Információk az ATP biológiai jelentőségéről (képződéséről, felhasználásáról, hidrolízis energetikájáról stb.) | *Biológia-egészségtan:* sejtanyagcsere, koenzimek, nukleotidok, ATP és szerepe, öröklődés molekuláris alapjai, mutáció, fehérjeszintézis. |
| *A nukleinsavak*<br>Az RNS és a DNS sematikus konstitúciója, térszerkezete, előfordulása és funkciója a sejtekben. A cukor-foszfát lánc szerkezete, pentózok és bázisok az RNS-ben és a DNS-ben, bázispárok, Watson–Crick-modell. | A nukleinsavak szerkezete és tulajdonságai, valamint biológiai funkcióik közötti kapcsolatok megértése.<br>**M:** A DNS szerkezetével annak felfedezésével, mutációkkal vagy kémiai mutagénekkel, a fehérjeszintézis menetével, genetikai manipulációval | |

| | | |
|---|---|---|
| A DNS, az RNS és fehérjék szerepe a tulajdonságok kialakításában, DNS és RNS kémiai szerkezetének kapcsolata a biológiai funkcióval (vázlatosan). | kapcsolatos információk. | |
| **Kulcsfogalmak/ fogalmak** | Nukleotid, nukleinsav, DNS, RNS, Watson–Crick-modell. | |

| **Tematikai egység** | **Szerves kémiai számítások** | **Órakeret 4 óra** |
|---|---|---|
| **Előzetes tudás** | Anyagmennyiség, moláris tömeg, a képlet mennyiségi jelentése, kémiai reakcióegyenlet mennyiségi értelmezése, Avogadro törvénye, gáztörvények, egyensúlyi állandó, oldatok összetétele, koncentrációja, hő, képződéshő, reakcióhő, Hess-tétel. | |
| **A tematikai egység nevelési-fejlesztési céljai** | A tanult szerves kémiai ismeretek szakszerű alkalmazása számítási feladatokban. A problémamegoldó képesség fejlesztése. Mértékegységek szakszerű és következetes használata. | |

| **Ismeretek (tartalmak, jelenségek, problémák, alkalmazások)** | **Fejlesztési követelmények/ módszertani ajánlások** | **Kapcsolódási pontok** |
|---|---|---|
| *Szerves vegyületek képletének meghatározása* | Tömegszázalékos összetel, általános képlet, moláris tömeg, égetéskor keletkező gázkeverék összetételének vagy ismert kémiai átalakulás során keletkező anyagok mennyiségének ismeretében ismeretlen összegképlet meghatározása, lehetséges izomerek megadása, választás az izomerek közül tulajdonságok alapján. | *Biológia-egészségtan:* felépítő és lebontó folyamatok energetikája.<br><br>*Fizika:* fizikai mennyiségek, mértékegységek, átváltás, gáztörvények, hőtani alapfogalmak.<br><br>*Matematika:* egyenlet írása szöveges adatokból, egyenletrendezés. |
| *Gázkeverékekkel kapcsolatos számítások* | Gázkeverékek tömeg- és térfogatszázalékos összetételével, átlagos moláris tömegével [és relatív sűrűségével] kapcsolatos feladatok. | |
| *Oldatokkal kapcsolatos számítások* | Szerves vegyületeket tartalmazó oldatokkal kapcsolatos feladatok oldhatósággal, oldatkészítéssel, százalékokkal (tömeg, térfogat, | |

| | | |
|---|---|---|
| | anyagmennyiség) és koncentrációkkal (anyagmennyiség és tömeg). Oldatokkal kapcsolatos ismeretek alkalmazása más típusú (pl. sztöchimetriai) feladatokban. | |
| *Reakcióegyenlettel kapcsolatos feladatok* | Reakcióegyenlet mennyiségi jelentésének felhasználásával megoldható szerves kémiai feladatok. | |
| *Termokémiai feladatok* | Számítások képződéshő, reakcióhő és Hess-tétel alapján. [Kötési energia felhasználása termokémiai számításokban.] | |
| [*Kémiai egyensúly*] | [Egyensúlyi állandó, egyensúlyi összetétel, átalakulási százalék számítása szerves anyagokat is tartalmazó egyensúlyi folyamatok alapján.] | |
| **Kulcsfogalmak/ fogalmak** | Képlet és összetétel kapcsolata, oldat koncentráció, egyenlet mennyiségi jelentése, reakcióhő, egyensúlyi állandó. | |

| | |
|---|---|
| **A fejlesztés várt eredményei a négy évfolyamos ciklus végén** | *A tanuló ismerje* az anyag szerkezetének és tulajdonságainak leírásához használt alapvető modelleket, fogalmakat és törvényszerűségeket (a korábban megismerteken túl: izotóp, az elektronburok szerkezetét megszabó törvények és ezek kapcsolata a periódusos rendszerrel, elsőrendű kémiai kötéssel és/vagy másodlagos kölcsönhatásokkal felépülő halmazok modelljei és az anyagi rendszerek fontosabb típusai, reakciósebesség, reakcióhő, kémiai egyensúly, reakciótípusok, pH, sav és bázis Brønsted szerint, oxidálószer és redukálószer).<br>*Ismerje* a legfontosabb szerves vegyületek szerkezetét, tulajdonságait, csoportosítását, előállítását, jelentőségét (a mindennapokban, a vegyipari folyamatokban és az élő szervezetek működésében).<br>*Ismerje* a kémikusok által az anyag szerkezetének és tulajdonságainak megismerése során alkalmazott egyszerűbb módszereket és a gazdasági szempontból legfontosabb szerves vegyipari technológiai folyamatokat, valamint ezeknek az emberi tevékenységeknek a természetre gyakorolt hatásait is.<br>*Ismerje és értse* a fenntarthatóság fogalmát és jelentőségét.<br>*Értse* a szerkezet és tulajdonságok közötti összefüggéseket, az alkalmazott modellek és a valóság kapcsolatát.<br>*Értse* a kémiai elemek tulajdonságainak periodikus változását.<br>*Értse* az anyagi világ kémiai szerveződési szintjeit, valamint a fizikai és biológiai szereveződési szintek kapcsolatát a kémiai szerveződési szintekkel. |

| | |
|---|---|
| | *Értse* a szerves vegyületek esetében a funkciós csoportok tulajdonságot meghatározó szerepét. A tanult, biológiai szempontból fontos vegyületek esetében értse a kémiai szerkezet és a biológiai funkció közötti összefüggéseket.<br>*Tudja magyarázni* az anyagi halmazok jellemzőit összetevőik szerkezete és kölcsönhatásaik alapján.<br>*Tudja alkalmazni* a megismert törvényszerűségeket összetettebb problémák és számítási feladatok megoldása során, számára ismeretlen reakciók egyenleteinek leírásában, újonnan megismert modellek elemzésében.<br>*Tudjon* egy kémiával kapcsolatos témáról sokféle információforrás kritikus felhasználásával önállóan vagy csoportmunkában szóbeli és írásbeli összefoglalót, prezentációt készíteni, és azt érthető formában közönség előtt is bemutatni.<br>*Képes legyen* egyszerű kémiai jelenségekben ok-okozati elemek meglátására, tudjon tervezni ezek hatását bemutató, vizsgáló egyszerű kísérletet, és ennek eredményei alapján tudja értékelni a kísérlet alapjául szolgáló hipotéziseket.<br>A fenntarthatóság érdekében *vállaljon aktív szerepet* környezete védelmében. |

## 11–12. évfolyam

Súlyos következményekkel járó hiányt pótol a reáltagozat 11. évfolyamán a szervetlen kémia anyagszerkezeti alapokon való tárgyalása. A jelen kerettanterv a kémia érettségi követelményeinek megfelelő mélységben tartalmazza a 11. évfolyamon a szervetlen kémiai ismereteket, valamint a mindezekhez kapcsolható számítási feladatok típusait. Itt is szögletes zárójelben ([ ]) szerepelnek azok az opcionális ismeretek és fejlesztési követelmények, amelyekről a konkrét tanulócsoport, illetve osztály ismeretében a tanár dönt. Ezek többségére azonban szükség van az emelt szintű kémia érettségi vizsgán való eredményes szerepléshez.

A korábban elsajátított anyagszerkezeti ismereteket áttekintő fejezet után a nemfémek és vegyületeik következnek (kezdve a nemesgázokkal és a hidrogénnel, majd főcsoportonként jobbról balra haladva a periódusos rendszerben). A fémek és vegyületeik tanítása pedig az általános jellemzésüket követően a periódusos rendszer mezői szerint haladva történik. A szigorú logika alapján való tárgyalást a sok érdekes gyakorlati alkalmazásnak, valamint a rendkívül változatos oktatási módszereket és szemléltetési módokat felmutató megközelítésnek kell élvezetessé tennie.

A reáltagozatos gimnáziumok 12. évfolyamának kémia-kerettanterve a 9–11. osztályban tanult ismeretek összegyűjtését, rendszerezését és kiegészítését írja elő; a mindennapi élet anyagai, jelenségei és tevékenységei köré csoportosítva, interdiszciplináris szemléletet követve. Ehhez kapcsolódva pályaorientációs és szemléletformáló céllal megjelennek a kémia legfontosabb eredményei, a kémiatörténet tanulságai, a jelenben dolgozó kémikusok munkája és a jövő nagy kihívásai is. Felhívja a figyelmet a vegyipar potenciálisan káros hatásaira, de arra is, hogy ezek elhárítására is csak a jól képzett kémikusok képesek.

Az **M** betűvel jelölt módszertani ajánlások és egyéb ötletek, tanácsok között ezen az évfolyamon is sokféle érdekes téma szerepel. A tankönyvek írói és a tanárok ezek közül az aktuális igények és lehetőségek szerint választhatják ki azokat, amelyek tárgyalása során megvalósulhat az előírt követelmények teljesítése, de a kerettanterv által javasolt tartalmak elsajátítása teljesen más módokon is történhet. A konkrét oktatási, szemléltetési és értékelési módszerek megválasztásakor azonban feltétlenül preferálni kell a nagy tanulói aktivitást megengedőket. A projektmunkák, prezentációk, versenyek, laboratóriumi mérések és az érettségi kísérletek gyakorlása során a tanulóknak is kísérletezniük kell. A bemutatott és a tanulók által elvégzett kísérletek, mérések, laboratórium- vagy üzemlátogatások kiválasztásába és megtervezésébe célszerű bevonni magukat a tanulókat is. Meg kell követelni, hogy minden tevékenységről készüljön jegyzet, jegyzőkönyv, prezentáció, poszter, online összefoglaló (wiki, blog, honlap) vagy bármilyen egyéb termék, amely a legfontosabb információk megőrzésére és felidézésére alkalmas.

## 11. évfolyam

| | Tematikai egység | Órakeret |
|---|---|---|
| 1. | **Szervetlen kémiai bevezető** | **4 óra** |
| 2. | **Nemesgázok** | **4 óra** |
| 3. | **Hidrogén** | **4 óra** |

| | | |
|---|---|---|
| 4. | **Halogének** | **11 óra** |
| 5. | **Az oxigéncsoport** | **13 óra** |
| 6. | **Nitrogéncsoport** | **12 óra** |
| 7. | **Széncsoport** | **8 óra** |
| 8. | **A fémek általános jellemzése** | **4 óra** |
| 9. | **Az s-mező fémei** | **7 óra** |
| 10. | **A p-mező fémei** | **5 óra** |
| 11. | **A d-mező fémei** | **13 óra** |
| 12. | **Szervetlen kémiai számítások** | **22 óra** |
| | **Év végi rendszerezés** | **1 óra** |
| | **Összesen:** | **108 óra** |

| **Tematikai egység** | **Szervetlen kémiai bevezető** | **Órakeret 4 óra** |
|---|---|---|
| **Előzetes tudás** | Az atomok elektronszerkezete, rácstípusok, elsőrendű és másodrendű kötések, anyagok jellemzésének szempontjai, reakciótipusok. | |
| **A tematikai egység nevelési-fejlesztési céljai** | Elemek és vegyületek csoportosítása, jellemzésük szempontjainak megértése. A Földet és néhány égitestet felépítő legfontosabb anyagok eltérő kémiai összetételének magyarázata. | |

| **Ismeretek (tartalmak, jelenségek, problémák, alkalmazások)** | **Fejlesztési követelmények/ módszertani ajánlások** | **Kapcsolódási pontok** |
|---|---|---|
| *Az anyagok jellemzésének szempontrendszere*<br><br>Anyagszerkezet (részecsketulajdonságok), rácstípusok.<br>Fizikai tulajdonságok (szín, halmazállapot, oldhatóság, sűrűség, elektromos vezetés).<br>Kémiai tulajdonságok (reakcióegyenletek). Előfordulás a természetben (elemi állapotban, | Az elemek és vegyületek jellemzéséhez használt szempontrendszer használata. Különbségtétel fizikai és kémiai tulajdonságok között. | *Biológia-egészségtan:* a biogén elemek és ionok előfordulása az élővilágban.<br><br>*Fizika:* fizikai tulajdonságok és a halmazszerkezet, energiamegmaradás, magerők és atommag-stabilitás. |

| | | |
|---|---|---|
| vegyületekben).<br>Előállítás (laboratóriumban és iparban).<br>Felhasználásra jellegzetes példák. | | |
| *Általános kémiai fogalmak ismétlése*<br><br>A periódusos rendszer és a belőle leolvasható tulajdonságok. Az elektronszerkezet és a kémiai tulajdonságok kapcsolata.<br>A halmazszerkezet és kapcsolata a fizikai tulajdonságokkal. A kémiai reakciók típusainak, feltételeinek áttekintése.<br>A redoxireakciók irányának meghatározása a standardpotenciálok alapján nemfémek között is. | A periódusos rendszer felépülési elvének megértése és alkalmazása.<br>**M:** Fejtörő feladatok megoldása a periódusos rendszer alkalmazásával. | |
| *Az elemek születése a csillagokban*<br>Elemek gyakorisága a Földön és a világegyetemben. [Ennek okai: magerők, magfúzió, szupernova-robbanás, maghasadás.] Miért vasból van a Föld magja? (Prebiológiai evolúció.) | Az elemek atomjainak összetétele, keletkezésük megértése.<br>**M:** Képek vagy filmrészlet csillagokról, bolygókról, diagramok az elemgyakoriságról. | |
| **Kulcsfogalmak/ fogalmak** | Fizikai és kémiai tulajdonság, rácstípus, elektronszerkezet, periódusos rendszer, magfúzió, maghasadás. | |

| **Tematikai egység** | **Nemesgázok** | **Órakeret 4 óra** |
|---|---|---|
| **Előzetes tudás** | Nemesgáz-elektronszerkezet, reakciókészség. | |
| **A tematikai egység nevelési-fejlesztési céljai** | A nemesgázok szerkezete és tulajdonságai közötti összefüggések megértése. A nemesgázok előfordulásának és mindennapi életben betöltött szerepének magyarázata a tulajdonságaik alapján. A reakciókészség és a gázok relatív sűrűségének alkalmazása a nemesgázok előfordulásával, illetve felhasználásával kapcsolatban. | |
| **Ismeretek (tartalmak, jelenségek, problémák, alkalmazások)** | **Fejlesztési követelmények/ módszertani ajánlások** | **Kapcsolódási pontok** |
| Elektronszerkezet – kis | A nemesgázok általános | *Fizika:* magfúzió, |

| | | |
|---|---|---|
| reakciókészség összefüggése. [Halmazszerkezet, rácstípus.]<br><br>Gerjeszthetőség – felhasználás. Fizikai tulajdonságok, a legtöbb anyaggal szemben kismértékű reakciókészség – elemi állapot. Nagyobb rendszámúak esetében vannak vegyületek: $XeO_2$, $XeO_4$, $XeF_2$.<br>*Hélium*<br>Fizikai tulajdonság: kis sűrűség, a legalacsonyabb forráspontú elem. Előfordulás: földgáz, világegyetem, Napban keletkezik magfúzióval. Felhasználás: léggömbök, léghajók, mesterséges levegő (keszonbetegség ellen), alacsony hőmérsékleten működő berendezések (szupravezetés). | sajátságainak megértése, az eltérések okainak értelmezése.<br><br>**M:** Kísérletek héliumos léggömbbel vagy erről készült film bemutatása. | háttérsugárzás. |
| *Neon*<br><br>Előfordulás: a levegőben. Felhasználás: reklámcsövek töltőanyaga.<br>*Argon*<br>Előfordulás: a levegőben a legnagyobb mennyiségben lévő nemesgáz. Előállítás: a levegő cseppfolyósításával.<br>Felhasználás: lehet védőgáz hegesztésnél, élelmiszerek csomagolásánál, kompakt fénycsövek töltőanyaga. Hőszigetelő üvegek, ruhák töltőanyaga.<br>*Kripton*<br>Előfordulás: a levegőben.<br>Felhasználás: hagyományos izzók töltése, a volfrámszál védelmére (Bródy Imre).<br>*Xenon*<br>Előfordulás: a levegőben.<br>Felhasználás: ívlámpák, vakuk, mozigépek: nagy fényerejű gázkisülési csövek.<br>*Radon*<br>Élettani hatás*:* radioaktív. A | **M:** Védőgázas csomagolású élelmiszer, kompakt fénycső és hagyományos izzó bemutatása, előnyök és hátrányok tisztázása. Információk a különféle világítótestekről. | *Fizika:* fényforrások. |

| | | |
|---|---|---|
| levegőben a háttérsugárzást okozza. Felhasználás: a gyógyászatban képalkotási eljárásban, sugárterápia. | | |
| **Kulcsfogalmak/ fogalmak** | Nemesgáz-elektronszerkezet, relatív sűrűség. | |

| **Tematikai egység** | **Hidrogén** | **Órakeret 4 óra** |
|---|---|---|
| **Előzetes tudás** | Apoláris kovalens kötés, izotóp, magfúzió, diffúzió, redukálóképesség, izotópok. | |
| **A tematikai egység nevelési-fejlesztési céljai** | A legkisebb sűrűségű gáz szerkezete, tulajdonságai és felhasználása közötti összefüggések megértése. | |
| **Ismeretek (tartalmak, jelenségek, problémák, alkalmazások)** | **Fejlesztési követelmények/ módszertani ajánlások** | **Kapcsolódási pontok** |
| Atomszerkezet, izotópok. [A nehézvíz és annak szerepe.]<br><br>Molekulaszerkezet, polaritás, halmazszerkezet.<br>Fizikai tulajdonságok, [diffúziósebesség].<br>Kémiai reakciók: oxigénnel (égés, durranógáz) és egyéb kovalens hidridek. Robbanáskor végbemenő láncreakciók, ezzel kapcsolatos katasztrófák. [Kis elektronegativitású fémekkel szemben oxidálószer (ionos hidridek). Intersticiális hidridek.]<br>Felhasználás: Léghajók, ammóniaszintézis, műanyag- és robbanószergyártás, margarin előállítása, rakéta hajtóanyaga.<br>Előfordulása a világegyetemben és a Földön. Természetben előforduló vegyületei: víz, ammónia, szerves anyagok.<br>[A magfúzió jelenősége.]<br>Izotópjainak gyakorlati szerepe.<br>A hidrogén mint alternatív üzemanyag.<br>Ipari és laboratóriumi előállítás. | A hidrogén különleges tulajdonságainak és azok szerkezeti okainak megértése, alkalmazása a felhasználási módjainak magyarázatára.<br><br>**M:** A hidrogén laboratóriumi előállítása, durranógázpróba, égése. Redukáló hatása réz (II)-oxiddal, fémek reakciója híg savakkal. [A diffúzió bemutatása máz nélküli agyaghengeres kísérlettel.] | *Fizika:*<br>hidrogénbomba, magreakciók, magfúzió, a tömegdefektus és az energia kapcsolata.<br><br>*Történelem, társadalmi és állampolgári ismeretek:* II. világháború, a Hindenburg léghajó katasztrófája. |
| **Kulcsfogalmak/** | Diffúzió, égés és robbanás, redukálószer. | |

| fogalmak | |
|---|---|

| Tematikai egység | Halogének | Órakeret 11 óra |
|---|---|---|
| Előzetes tudás | Az oldhatóság összefüggése a molekulaszerkezettel, apoláris, poláris kovalens kötés, oxidálószer. | |
| A tematikai egység nevelési-fejlesztési céljai | A halogének és halogénvegyületek hasonlóságának és eltérő tulajdonságainak szerkezeti magyarázata. A veszélyes anyagok biztonságos használatának gyakorlása a halogén elemek és vegyületeik példáján. Annak megértése, hogy a hétköznapi életben használt anyagok is lehetnek mérgezők, minden a mennyiségen és a felhasználás módján múlik. Az élettani szempontból jelentős különbségek felismerése az elemek és azok vegyületei között. A hagyományos fényképezés alapjainak megértése. | |

| Ismeretek (tartalmak, jelenségek, problémák, alkalmazások) | Fejlesztési követelmények/ módszertani ajánlások | Kapcsolódási pontok |
|---|---|---|
| *Fluor*<br><br>Fizikai tulajdonságok. Kémiai tulajdonság: legnagyobb elektronegativitás, legerősebb oxidálószer. Reakció hidrogénnel. Előfordulás: ásványokban, fogzománcban.<br>*Klór*<br>Fizikai tulajdonságok. Fizikai és kémiai oldódás megkülönböztetése.<br>Kémia reakciók: vízzel, fémekkel (halosz = sóképzés), hidrogénnel, más halogenidekkel (standardpotenciáltól függően).<br>Előállítás: ipari, laboratóriumi.<br>Felhasználás: sósav, PVC-gyártás, vízfertőtlenítés (klórozott fenolszármazékok veszélye).<br>Élettani hatás: mérgező.<br>*Nátium-klorid (kősó):*<br>Fizikai tulajdonságok.<br>Előfordulás. Élettani hatása: testnedvekben, idegsejtek működésében, magas vérnyomás rizikófaktora a túlzott | A halogénelemek és vegyületeik molekulaszerkezete, polaritása, halmazszerkezete, valamint fizikai és kémiai tulajdonságai közötti összefüggések megértése, alkalmazása, környezettudatos és egészségtudatos magatartás kialakítása.<br>**M:** A klór előállítása (fülke alatt vagy az udvaron) hipó és sósav összeöntésével, illetve kálium-permanganát és sósav reakciójával [a kálium-permanganát és sósav reakcióegyenlet rendezése], konyhasó előállítása elemeiből. A hidrogén-klorid előállítása laboratóriumban konyhasóból kénsavval. Szökőkútkísérlet hidrogén-kloriddal.<br>Bróm bemutatása (zárt üvegben). Brómos víz reakciójának hiánya benzinnel vagy brómos vízből bróm extrakciója/kioldása benzinnel, brómos víz reakciója étolajjal vagy olajsavval. | *Biológia-egészségtan:* a só jódozása, a fogkrém fluortartalma, gyomorsav, kiválasztás (kloridion), a jód szerepe.<br><br>*Fizika:* az energiafajták egymásba való átalakulása, elektrolízis, légnyomás.<br><br>*Földrajz:* sóbányák. |

| | | |
|---|---|---|
| sófogyasztás („fehér méreg”).<br>Felhasználás: útsózás hatása a növényekre, gépjárművekre.<br>*Hidrogén-klorid:*<br>Fizikai tulajdonságok. Vizes oldata: sósav. Maximális töménység. Kémiai reakció, illetve a reakció hiánya különböző fémek esetében.<br>Előfordulás: gyomorsav-gyomorégés, háztartási sósav.<br>*Hipó*: összetétele, felhasználása, vizes oldatának kémhatása, veszélyei. (Semmelweis Ignác: klórmeszes kézmosás.)<br>*Bróm*<br>Fizikai tulajdonságok.<br>Kémiai reakciók: telítetlen szénhidrogének kimutatása addíciós reakcióval. Élettani hatás: maró, nehezen gyógyuló sebeket okoz.<br>*Jód*<br>Fizikai tulajdonságok. Kémiai reakciók: hidrogénnel, fémekkel.<br>Felhasználás: jódtinktúra.<br>Előfordulás: tengeri élőlényekben, pajzsmirigyben (jódozott só).<br>*Hidrogén-halogenidek*<br>Molekulaszerkezet, halmazszerkezet.<br>[A saverősség változása a csoportban – a kötés polaritása.] | [Brómos víz reakciója nátrium-hidroxid-oldattal.]<br>Jód szublimációja, majd kikristályosodása hideg felületen.<br>Jód oldhatóságának vizsgálata vízben, alkoholban, benzinben.<br>Jód és alumínium reakciója.<br>Keményítő kimutatása jóddal krumpliban, lisztben, pudingporban. Halogenidionok megkülönböztetése ezüst-halogenid csapadékok képzésével. Információk a halogénizzókról. | |
| **Kulcsfogalmak/ fogalmak** | Veszélyességi szimbólum, fertőtlenítés, erélyes oxidálószer, fiziológiás sóoldat, szublimáció. | |

| **Tematikai egység** | **Az oxigéncsoport** | **Órakeret 13 óra** |
|---|---|---|
| **Előzetes tudás** | Kétszeres kovalens kötés, allotróp módosulat, sav, oxidálószer, freon, oxidációs szám. | |
| **A tematikai egység nevelési-fejlesztési céljai** | Az oxigéncsoport elemeinek és vegyületeinek szerkezete, összetétele és tulajdonságai közötti kapcsolatok megértése és alkalmazása. Az oxigén és a kén eltérő sajátságainak magyarázata. A kénvegyületek | |

| | |
|---|---|
| | változatossága okainak megértése. A környezeti problémák iránti érzékenység fejlesztése. Tudomány és áltudomány megkülönböztetése. |

| Ismeretek (tartalmak, jelenségek, problémák, alkalmazások) | Fejlesztési követelmények/ módszertani ajánlások | Kapcsolódási pontok |
|---|---|---|
| *Oxigén*<br><br>Molekulaszerkezet: allotróp módosulat – a dioxigén és az ózon molekulaszerkezete. Fizikai tulajdonságok. Kémiai tulajdonságok: reakció hidrogénnel (durranógáz, égés), oxidok, hidroxidok, oxosavak képződése. Előállítás: iparban és laboratóriumban.<br>Felhasználás: lángvágó, lélegeztetés, kohászat. Az oxigén szerepe az élővilágban (légzés, fotoszintézis). A vízben oldott oxigén oldhatóságának hőmérsékletfüggése.<br>Áltudomány: oxigénnel dúsított italok.<br>*Ózon*<br>Fizikai tulajdonságok. Kémiai tulajdonságok: Sok anyaggal szemben nagy reakciókészség, bomlékony.<br>Az ózon keletkezése és elbomlása, előfordulása. A magaslégköri ózonréteg szerepe, vékonyodásának oka és következményei. Élettani hatás: az ózon mint fertőtlenítőszer, a felszínközeli ózon mint veszélyes anyag (szmog, fénymásolók, lézernyomtatók). Az „ózondús levegő” téves képzete. | Az oxigéncsoport elemeinek és vegyületeiknek áttekintése, a szerkezet és tulajdonságok közötti kölcsönhatások megértése és alkalmazása, környezettudatos és egészségtudatos magatartás kialakítása.<br>**M:** A tellúr felfedezése (Müller Ferenc).<br>Az oxigén előállítása, egyszerű kimutatása (a parázsló gyújtópálcát lángra lobbantja). Oxigénnel és levegővel felfújt PE-zacskók égetése. Különböző anyagok égetése, pl. fémek, metán, hidrogén, papír. | *Biológia-egészségtan:* légzés és fotoszintézis kapcsolata, oxigénszállítás.<br><br>*Földrajz:* a légkör szerkezete és összetétele. |
| *Víz*<br><br>Molekulaszerkezet: alak, polaritás, halmazszerkezet.<br>Fizikai tulajdonságok: a sűrűség változása a hőmérséklet függvényében, magas | **M:** Vízzel kapcsolatos kísérletek felidézése: a megdörzsölt üvegrúd eltéríti a vékony vízsugarat, oldhatósági próbák vízben: pl. konyhasó, kálium-permanganát, alkohol, olaj, jód. | *Biológia-egészségtan:* a víz az élővilágban.<br><br>*Fizika:* a víz különleges tulajdonságai, |

| | | |
|---|---|---|
| olvadáspont és forráspont, nagy fajhő, a nagy felületi feszültség és oka (Eötvös Loránd). Kémiai tulajdonság: autoprotolízis, amfotéria, a víz mint reakciópartner. Édesvíz, tengervíz összetétele, az édesvízkészlet értéke.<br>*Hidrogén-peroxid*<br>Molekulaszerkezet: alak, polaritás, halmazszerkezet. Fizikai tulajdonságai. Kémiai tulajdonság: bomlás [diszproporció], a bomlékonyság oka. Oxidálószer és redukálószer. Felhasználás: rakéta-üzemanyag, hajszőkítés, fertőtlenítés, víztisztítás (Hyperol). | Hajtincs szőkítése ammóniás hidrogén-peroxiddal. Jodid-ionok oxidációja hidrogén-peroxiddal és a keletkező jód kimutatása keményítővel. A hidrogén-peroxid bomlása katalizátor hatására. [Kálium-permanganát és hidrogén-peroxid reakciója, az egyenlet rendezése.] | hőtágulás, a hőtágulás szerepe a természeti és technikai folyamatokban.<br><br>*Földrajz:* a Föld vízkészlete, és annak szennyeződése. |
| *Kén*<br><br>Halmazszerkezet: allotróp módosulatok. Fizikai tulajdonságok. Kémiai tulajdonságok: égése. Előfordulás: terméskén, kőolaj (kéntelenítésének környezetvédelmi jelentősége), vegyületek: szulfidok (pirit, galenit), szulfátok stb., fehérjékben. Felhasználás: növényvédő szerek, kénsavgyártás, a gumi vulkanizálása.<br>*Hidrogén-szulfid (kénhidrogén)*<br>Molekulaszerkezet, halmazszerkezet. Fizikai tulajdonságok. Kémiai tulajdonság: sav-bázis és redoxi tulajdonságok. Élettani hatás: mérgező. Előfordulás: gyógyvizekben.<br>*Kén-dioxid*<br>Molekulaszerkezet. Fizikai tulajdonságok. Kémiai tulajdonságok: reakció vízzel. Előfordulás: fosszilis tüzelőanyagok égetésekor. Élettani hatás: mérgező. | A kén és egyes vegyületei gyakorlati jelentőségének megértése, környezettudatos és egészségtudatos magatartás kialakítása.<br>**M:** A kén olvasztása és lehűtése vízzel, a változások okainak elemzése. Kénszalag égetése, reakció fémekkel, pl. cink és kén reakciója. A kén-hidrogén vizes oldatának kémhatásvizsgálata, reakciója jóddal. [Csapadékképzés különböző fémionokkal, redukáló hatás: elnyeletés kálium-permanganát-oldatban.] A kén égésekor keletkező kén-dioxid felfogása, feloldása vízben, a keletkezett oldat kémhatásának vizsgálata [redukáló hatása kálium-permanganát-oldatban, reakciója kén-hidrogénes vízzel, Lugol-oldattal]. Híg kénsavoldat kémhatásának vizsgálata, tömény kénsav hatása a szerves anyagokra: porcukorra, papírra, pamutra. Különböző fémek oldása híg és tömény kénsavban. A ként tartalmazó különböző oxidációs számú vegyületek, pl. | *Biológia-egészségtan:* zuzmók mint indikátorok, a levegő szennyezettsége. |

| | | |
|---|---|---|
| Felhasználása: boroshordók fertőtlenítése, kénsavgyártás.<br>*Kénessav*<br>Keletkezése: kén-dioxid és víz reakciójával: savas eső kialakulásának okai, káros hatásai. Szulfitok a borban.<br>*Kén-trioxid*<br>Molekulaszerkezet. Előállítás: kén-dioxidból. Kémiai reakció: vízzel kénsavvá alakul.<br>*Kénsav*<br>Molekulaszerkezet, halmazszerkezet. Fizikai tulajdonságok. Kémiai tulajdonságok: sav-bázis, redoxi: fémekkel való reakció, passziválás, szenesítés. Kétértékű sav – savanyú só. Kénsavgyártás. Felhasználás: pl. akkumulátorok, nitrálóelegyek.<br>*Szulfátok*<br>A szulfát-ion elektronszerkezete, térszerkezete, glaubersó, gipsz, rézgálic, [barit, timsó].<br>*Nátrium-tioszulfát*<br>Reakciója jóddal [jodometria]. Felhasználása fixírsóként. | szulfidok, szulfitok, tioszulfátok és szulfátok és az ezeknek megfelelő savak összehasonlítása az oxidáló-, illetve redukálóhatás szempontjából. | |
| **Kulcsfogalmak/ fogalmak** | Autoprotolízis, édesvíz, tartósítószer, oxidáló sav, légszennyező gáz, savas eső, kétértékű sav. | |

| **Tematikai egység** | **Nitrogéncsoport** | **Órakeret 12 óra** |
|---|---|---|
| **Előzetes tudás** | Háromszoros kovalens kötés, apoláris és poláris molekula, légszennyező gáz. | |
| **A tematikai egység nevelési-fejlesztési céljai** | A nitrogén és a foszfor sajátságainak megértése, összevetése, legfontosabb vegyületeik hétköznapi életben betöltött jelentőségének felismerése. Az anyagok természetben való körforgásának megértése. Helyi környezetszennyezési probléma kémiai vonatkozásainak megismerése és válaszkeresés a problémára. | |
| **Ismeretek (tartalmak, jelenségek, problémák, alkalmazások)** | **Fejlesztési követelmények/ módszertani ajánlások** | **Kapcsolódási pontok** |

| | | |
|---|---|---|
| *Nitrogén*<br><br>A nitrogén molekulaszerkezete, fizikai tulajdonságai. Kémiai tulajdonság: kis reakciókészség a legtöbb anyaggal szemben, reakció oxigénnel és hidrogénnel. Élettani hatás: keszonbetegség**.**<br>*Ammónia*<br>Molekulaszerkezet: alak, kölcsönhatások a molekulák között. Fizikai tulajdonságok. Könnyen cseppfolyósítható. Kémiai tulajdonságok: sav-bázis reakciók – vízzel, savakkal. Előállítás: szintézis és körülményei, dinamikus egyensúly. Keletkezés: szerves anyagok bomlása (WC-szag). Felhasználás: pl. ipari hűtők, műtrágyagyártás, salétromsavgyártás.<br>*A nitrogén oxidjai*<br>NO keletkezése villámláskor és belső égésű motorokban. $NO_2$ fizikai tulajdonságai, [dimerizáció]. Élettani hatások: értágító hatás (Viagra), mérgező kipufogógázok, gépkocsi-katalizátor alkalmazása. Felhasználás: salétromsavgyártás. $N_2O$: kéjgáz. Élettani hatás: bódít. (Davy: érzéstelenítés). Felhasználás: pl. habpatron, szülészet, üzemanyag-adalék, méhészet.<br>*Salétromsav*<br>Molekulaszerkezet. Fizikai tulajdonságok. Kémiai tulajdonságok: sav-bázis és redoxi. Választóvíz, királyvíz. Előállítás: a salétromsavgyártás lépései.<br>*Nitrátok*<br>A nitrát-ion elektronszerkezete, térszerkezete. A nitrátok oxidáló hatása. Felhasználás: ammónium-nitrát: pétisó; kálium-nitrát: puskapor. Műtrágyák és szerepük, valamint környezeti veszélyeik. | A nitrogéncsoport elemeinek és vegyületeinek rövid áttekintése, a szerkezet és tulajdonságok közötti kölcsönhatások megértése és alkalmazása, környezettudatos és egészségtudatos magatartás kialakítása.<br>**M:** Kísérletek folyékony levegővel. Ammónia oldódása vízben: szökőkútkísérlet. Ammónia és HCl-gáz reakciója. [Az ammónia komplexképzése réz(II)-szulfáttal.] Információk az ipari és biológiai nitrogénfixálásról. Nitrogén-oxidok keletkezése réz és tömény salétromsav reakciójakor. Salétromsav vizes oldatának kémhatás-vizsgálata különböző indikátorokkal. Híg és tömény salétromsav reakciója különböző fémekkel. Füstölgő salétromsav reakciója terpentinnel. Csillagszóró készítése, vagy görögtűz, vagy bengálitűz bemutatása. Rajzolás telített $KNO_3$-oldattal szűrőpapírra és száradás után meggyújtása izzó vasszeggel. Puskaporkészítés és -égetés. Hurkapálca vagy gumimaci oxidálása olvasztott kálium-nitrátban. | *Biológia-egészségtan:* a nitrogén körforgása, a baktériumok szerepe a nitrogén körforgásban, a levegő és a víz szennyezettsége, a foszfor körforgása a természetben, ATP, eutrofizáció, a műtrágyák hatása a növények fejlődésére, a fogak felépítése, a sejthártya szerkezete. Bioluminesszencia.<br><br>*Fizika:* II. főtétel, fény.<br><br>*Történelem, társadalmi és állampolgári ismeretek***:** Irinyi János. |

| | | |
|---|---|---|
| Eutrofizáció, primőr termékek. A nitrogén körforgása a természetben, szennyvíztisztítás. Azidok előnye és hátránya a légzsákokban. Nitritek szerepe a tartósításban (pácsók). | | |
| *Foszfor*<br><br>Az allotróp módosulatok és összehasonlításuk.<br>A gyufa régen és ma, Irinyi János.<br>A foszfor használata a hadiiparban.<br>*Difoszfor-pentaoxid*<br>Kémiai tulajdonság: higroszkópos (szárítószer), vízzel való reakció [dimerizáció].<br>*Foszforsav*<br>Molekula- és halmazszerkezet. Fizikai tulajdonságok. Kémiai tulajdonság: reakció vízzel és NaOH-dal több lépésben, középerős, háromértékű sav – savanyú sók, foszfátok, hidrolízisük. Felhasználás: üdítőitalokban és rozsdaoldó szerekben. Élettani hatás.<br>*Foszfátok*<br>A foszfátion elektronszerkezete, térszerkezetetrisó felhasználása. A foszfor körforgása a termé-szetben. Műtrágyák, mosószerek, vízszennyezés – eutrofizáció. A fogak és a csontok felépítésében játszott szerepe. Foszfolipidek – sejthártya. Energia tárolására szolgáló szerves vegyületek. (ATP, [KP]) Lumineszcencia (foszforeszkálás és fluoreszkálás). | A foszfor és egyes vegyületei gyakorlati jelentőségének megértése, környezettudatos és egészségtudatos magatartás kialakítása.<br>**M:** A fehérfoszfor oldódása szén-diszulfidban, öngyulladása. A vörös- és fehérfoszfor gyulladási hőmérsékletének összehasonlítása vaslapon. Információk Irinyi Jánosról és a gyufa történetéről. Difoszfor-pentaoxid előállítása vörösfoszfor égetésével, oldás vízben, kémhatás vizsgálata. A trisó vizes oldatának kémhatás-vizsgálata. Különböző üdítőitalok összetételének elemzése. Lumineszcenciás kísérletek. Információk a foszfátos és a foszfátmentes mosóporok összetételéről, működéséről, környezeti hatásairól. | |
| **Kulcsfogalmak/ fogalmak** | Eutrofizáció, anyagkörforgás, gyulladási hőmérséklet, lumineszcencia. | |

| **Tematikai egység** | **Széncsoport** | **Órakeret 8 óra** |
|---|---|---|
| **Előzetes tudás** | Atomrács, allotróp módosulat, szublimáció, gyenge sav. | |

| **A tematikai egység nevelési-fejlesztési céljai** | A szén és a szilícium korszerű felhasználási lehetőségeinek megvizsgálása. A szén és szilícium vegyületek szerkezete, összetétele és tulajdonságai közötti kapcsolatok megértése és alkalmazása. A szén-dioxid kvóta napjainkban betöltött szerepének megértése. A földkérget felépítő legfontosabb vegyületek: a karbonátok és szilikátok jelentőségének megértése. | |
|---|---|---|
| **Ismeretek (tartalmak, jelenségek, problémák, alkalmazások)** | **Fejlesztési követelmények/ módszertani ajánlások** | **Kapcsolódási pontok** |
| *Szén*<br><br>A grafit, a gyémánt, a fullerének szerkezetének összehasonlítása. Fizikai tulajdonságok. Előfordulásuk, felhasználásuk (nanocsövek). A természetes szenek keletkezése, felhasználásuk története, környezeti problémái. Mesterséges szenek: előállítás, adszorpció.<br>*Szén-monoxid*<br>[Molekulaszerkezet: datív kötés, apoláris jellegének oka.] Fizikai tulajdonságok. Kémiai tulajdonság: redukálószer – vasgyártás, égése. Keletkezése: széntartalmú anyagok tökéletlen égésekor. Élettani hatás: az életet veszélyeztető mérgező hatása konkrét példákon keresztül.<br>*Szén-dioxid*<br>Molekulaszerkezet. Fizikai tulajdonságok (szárazjég, szublimáció). Kémiai tulajdonság: vízben oldódás (fizikai és kémiai) – kémhatás. Környezetvédelmi probléma: az üvegházhatás fokozódása, klímaváltozás. Élettani hatása: osztályterem szellőztetése, fejfájás, borospincében, zárt garázsokban összegyűlik, kimutatása.<br>*Szénsav*<br>A szén-dioxid vizes oldata, savas kémhatás. A szén-dioxiddal dúsított üdítők hatása a szervezetre. (Jedlik Ányos – | A széncsoport két leggyakoribb elemének és vegyületeiknek ismerete, a szerkezetük és tulajdonságaik közötti összefüggések megértése és alkalmazása, környezettudatos és egészségtudatos magatartás kialakítása.<br>**M:** A fa száraz lepárlása, a fagáz meggyújtása, adszorpciós kísérletek aktív szénen málnaszörppel, vörösborral, ammóniával. Égés (lánggalizzással). A szén-dioxid előállítása, felfogása, hatása az égésre (gyertyasor üvegkádban), szárazjég szublimálása. Meszes vízzel való kimutatás szívószállal a kifújt levegőből. A szénsav kémhatása, változása melegítés hatására. Karbonátok és hidrogén-karbonátok reakciója sósavval, vizes oldatuk kémhatása. | *Biológia-egészségtan:* adszorpció, a szén-dioxid az élővilágban, fotoszintézis, sejtlégzés, a szén-dioxid szállítás.<br><br>*Fizika:* félvezető-elektronikai alapok.<br><br>*Földrajz:* karsztjelenségek. |

| | | |
|---|---|---|
| szikvíz.)<br>*Karbonátok és hidrogén-karbonátok*<br>A karbonát-ion elektronszer-kezete és térszerkezete. Szóda, szódabikarbóna, mészkő, dolomit.<br>A szén körforgása a természetben. | | |
| *Szilícium*<br><br>Halmazszerkezet és fizikai tulajdonság: atomrács, félvezetők. Felhasználás: elektronika, mikrocsipüzem, ötvözet. Előfordulás: ásványok Szilikonok szerkezete, tulajdonságai, jelentősége napjainkban. Szilikon protézisek szerepe a testben (előnyök, hátrányok).<br>*Szilícium-dioxid*<br>Halmazszerkezet. Üveggyártás. Atomrácsból amorf szerkezet. Újrahasznosítás.<br>*Szilkátok*<br>Szilikátok előfordulása ásványokban és kőzetekben, felhasználásuk. A vízüveg tulajdonságai és felhasználása. | A szilícium és egyes vegyületei gyakorlati jelentőségének megértése, környezettudatos és egészségtudatos magatartás kialakítása.<br>**M:** Különböző színű homokszemcsék vizsgálata nagyítóval. Üvegcső hajlítása Bunsen-égővel. Öreg ablaküvegek alsó vastagodása. „Vegyész virágoskertjének” készítése vízüvegből és színes fémsókból. A „gyurmalin” különleges sajátságai. Információk az üveggyártásról, az üveg napjainkban betöltött szerepéről, a számítógépről és a karbonszálas horgászbotról. | |
| **Kulcsfogalmak/ fogalmak** | Mesterséges szén, adszorpció, rétegrács, üvegházhatás, amorf anyag, szilikát, szilikon. | |

| **Tematikai egység** | **A fémek általános jellemzése** | **Órakeret 4 óra** |
|---|---|---|
| **Előzetes tudás** | Fémes kötés, ötvözet, érc, redukció, galváncellák, standardpotenciál, elektrolízis, galvanizálás. | |
| **A tematikai egység nevelési-fejlesztési céljai** | A környezetünkben lévő fémtárgyak hasonlóságainak, illetve eltérő tulajdonságaik okainak megértése. A fémek eltérő értékének magyarázata az előfordulásukkal, tulajdonságaikkal és felhasználási módjaikkal. | |
| **Ismeretek (tartalmak, jelenségek, problémák, alkalmazások)** | **Fejlesztési követelmények/ módszertani ajánlások** | **Kapcsolódási pontok** |

| | | |
|---|---|---|
| A fémek előfordulása a természetben. Felfedezésük és előállításuk története. Szerepük, jelentőségük változása a történelmi korokban. A fémrács szerkezete és jellemzése. A fémek fizikai tulajdonságai: halmazállapot, olvadáspont, sűrűség (könnyű- és nehézfémek), megmunkálhatóság és ezek összefüggése a rácsszerkezettel, elektromos és hővezetés, szín és ezek okai.<br><br>Ötvözetek**:** Az ötvözetek fogalma, szerkezetük. A fémek kémiai tulajdonságai. A korrózió és a korrózióvédelem. Passzív állapot, a felületi védelem és az ötvözés jelentősége. Helyi elem kialakulása**.** | A fémek általános sajátosságainak ismerete, ezek okainak megértése. Fémek korrózióvédelme, környezettudatos magatartás kialakítása.<br><br>**M:** Fémdrótok hajlékonysága, hővezetése, eltérő színe. Információk az ötvözetek felhasználásáról. | *Fizika:* elektromos és hővezetés, sűrűség, olvadáspont, mágnesesség, szín. |
| **Kulcsfogalmak/ fogalmak** | Könnyűfém, nehézfém, korrózióvédelem. | |

| Tematikai egység | Az s-mező fémei | Órakeret 7 óra |
|---|---|---|
| **Előzetes tudás** | Redoxireakció, standardpotenciál, gerjesztett állapot, felületaktív anyagok. | |
| **A tematikai egység nevelési-fejlesztési céljai** | Az s-mező fémei és vegyületeik szerkezete, összetétele és tulajdonságai közötti kapcsolatok megértése és alkalmazása. A vízkeménység, a vízlágyítás és vízkőoldás problémáinak helyes kezelése a hétköznapokban. | |

| Ismeretek (tartalmak, jelenségek, problémák, alkalmazások) | Fejlesztési követelmények/ módszertani ajánlások | Kapcsolódási pontok |
|---|---|---|
| *Alkálifémek*<br><br>Fizikai tulajdonságok. Kémiai tulajdonságok: redukálószerek, sóképzés, reakció vízzel. Előfordulás: vegyületeikben, természetes vizekben oldva, sóbányákban. Előállítás: olvadékelektrolízissel (Davy). Vegyületeik felhasználása: kősó, lúgkő, hipó, szóda, szódabikarbóna, trisó. | Alkálifémek és földfémek hasonlóságai, illetve eltérő sajátságai okainak megértése, környezettudatos és egészségtudatos magatartás kialakítása.<br>**M:** Na, K olvasztása, ötvözetképzésük. Na, K reakciója fenolftaleines vízzel. Lángfestési próbák (pl. kálium-klorát, keményítő és fémsók keverékének kémcsőben való hevítésével, vagy sósav, cink és fémsó felhasználásával, vagy fémsók oldataiba mártott hamumentes szűrőpapírdarabok meggyújtásával). | *Biológia-egészségtan:* a csont kémiai összetétele, kiválasztás (nátrium- és káliumion), idegrendszer (nátrium- és káliumion), ízérzékelés – sós íz fiziológiás sóoldat. |
| *Alkáliföldfémek*<br><br>Fizikai tulajdonságok. Kémiai tulajdonságok: redukálószerek, sóképzés, reakció vízzel. Vegyületeik felhasználása az építőiparban: mészkő, égetett mész, oltott mész, gipsz. Élettani hatás: kalcium- és magnéziumionok szerepe a csontokban, izomműködésben. Jelentőség: a vízkeménység okai. A lágy és a kemény víz (esővíz, karsztvíz). A kemény víz káros hatásai a háztartásban és az iparban. Változó és állandó vízkeménység. A vízlágyítás módszerei: desztillálás, vegyszeres vízlágyítás, | **M:** Magnézium fenolftaleines vízzel való reakciója melegítéssel, égése. Tojáshéj kiégetése, reakció vízzel, fenolftaleinindikátor jelenlétében. Gipszöntés. A szappan habzása lágy és kemény vízben. Vízköves edény tisztítása ecetsavval. | |

| | | |
|---|---|---|
| ioncserélés. A háztartásban használt ioncserés vízlágyítás, ioncserélő (mosogatógép vízlágyító sója). Vízkőoldás: savakkal. | | |
| **Kulcsfogalmak/ fogalmak** | Redukálószer, lángfestés, olvadékelektrolízis, vízkeménység, vízlágyítás, ioncserélő. | |

| **Tematikai egység** | **A p-mező fémei** | **Órakeret 5 óra** |
|---|---|---|
| **Előzetes tudás** | Savak és bázisok, oxidáció, izotópok, amfoter tulajdonságok. | |
| **A tematikai egység nevelési-fejlesztési céljai** | Az alumínium, ón és ólom eltérő sajátságainak magyarázata. A vegyületeik szerkezete, összetétele és tulajdonságai közötti kapcsolatok felismerése és alkalmazása. A vörösiszap-katasztrófa okainak és következményeinek megértése. | |

| **Ismeretek (tartalmak, jelenségek, problémák, alkalmazások)** | **Fejlesztési követelmények/ módszertani ajánlások** | **Kapcsolódási pontok** |
|---|---|---|
| *Alumínium*<br><br>Fizikai tulajdonságok. Kémiai tulajdonságok: passziválódás és védő oxidréteg, amfoter sajátság. Előfordulás: a földkéregben (bauxit, kriolit), agyagféleségek. Előállítás és felhasználás: bauxitból: kilúgozás, timföldgyártás, elektrolízis; példák a felhasználásra. A hazai alumíniumipar problémái, környezetszennyezés, újrahasznosítás.<br>Az alumínium-ion feltételezett élettani hatása (Alzheimer-kór).<br>*Ón és ólom*<br>Atomszerkezet: különböző izotópok és azok tömegszáma, neutronszáma [Hevesy György]. Fizikai tulajdonságok. Kémiai tulajdonságok: felületi védőréteg kialakulása levegőn. Reakcióik: oxigénnel, halogénekkel, az ón | A p-mező fémei és vegyületeik tulajdonságainak megértése, ezek anyagszerkezeti magyarázata, környezettudatos és egészségtudatos magatartás kialakítása.<br>**M:** Az alumínium vízzel és oxigénnel való reakciója a védőréteg megbontása után. Reakciója sósavval és nátrium-hidroxiddal. Termitreakció vas-oxiddal. [Alumíniumsók hidrolízise, alumínium-hidroxid amfoter jellege.] Az ólom viselkedése különböző savakkal szemben, forrasztóón olvasztása. Információk a magyarországi alumíniumgyártásról és a vörösiszap-katasztrófáról, az ónpestisről (Napóleon oroszországi hadjáratának kudarca vagy Robert Scott tragédiája), a belül ónnal bevont | *Fizika:* elektromos ellenállás, akkumulátor<br><br>*Biológia-egészségtan:* az ólom felhalmozódása a szervezetben, ólommérgezés tünetei, Alzheimer-kór.<br><br>*Földrajz:* timföld- és alumíniumgyártás. |

| | | |
|---|---|---|
| amfoter sajátsága. Mai és egykori felhasználásuk: akkumulátorokban, ötvöző anyagként, festékalapanyagként, nyomdaipar, forrasztóón. Az ólomvegyületek mérgező, környezetszennyező hatása. | konzervdobozokról, az ólomból készült vízvezetékekről, az ólomkristályról. | |
| **Kulcsfogalmak/ fogalmak** | Amfoter anyag, érc, vörösiszap, környezeti katasztrófa. | |

| **Tematikai egység** | **A d-mező fémei** | **Órakeret 13 óra** |
|---|---|---|
| **Előzetes tudás** | Eltérő szerkezetű fémrácsok, redukciós előállítás, mágnes, ötvözet, nemesfém. | |
| **A tematikai egység nevelési-fejlesztési céljai** | A d-mező fémei és vegyületeik szerkezete, összetétele és tulajdonságai közötti kapcsolatok felismerése és alkalmazása. Az ötvözetek sokrétű felhasználásának megértése. A nehézfém-vegyületek élettani hatásainak, környezeti veszélyeinek tudatosítása. A tiszai cianidszennyezés aranybányászattal való összefüggésének megértése. | |

| **Ismeretek (tartalmak, jelenségek, problémák, alkalmazások)** | **Fejlesztési követelmények/ módszertani ajánlások** | **Kapcsolódási pontok** |
|---|---|---|
| *Vas*<br><br>Fizikai tulajdonságok. Kémiai reakciók: rozsdásodás nedves levegőn, a rozsda szerkezete, a vas korrózióvédelme. A vaspor égése a csillagszóróban. Reakció pozitívabb standard potenciálú fémek ionjaival.<br>Előállítás és felhasználás: vasgyártás. Fontosabb vasércek. Huta és hámor. A modern kohó felépítése, működése, a koksz szerepe, a salakképző szerepe. A redukciós egyenletek és a képződő nyersvas. Acélgyártás: az acélgyártás módszerei, az acél kedvező sajátságai és annak | A d-mező fémeinek atomszerkezete és ebből adódó tulajdonságaik megértése. A vascsoport, a króm, a mangán, a volfrám és a titán fizikai tulajdonságai (sűrűség, keménység, olvadáspont, mágneses tulajdonság) és felhasználásuk közötti összefüggések megértése. Környezettudatos és egészségtudatos magatartás kialakítása.<br>**M:** Mágnes hatása vasreszelékre. Vaspor szórása lángba. Vas híg savakkal való reakciója, tömény oxidáló savak passziváló hatása. Különböző oxidációs állapotú | *Biológia-egészségtan:* a hemoglobin szerepe az emberi szervezetben. enzimek: biokatalizátorok, a nehézfémsók hatása az élő szervezetre, $B_{12}$ vitamin<br><br>*Fizika:* fényelnyelés, fényvisszaverés, ferromágnesség, modern fényforrások.<br><br>*Földrajz:* vas- és acélgyártás. |

| | | |
|---|---|---|
| okai, az ötvözőanyagok és hatásuk. Az edzett acél. Vas biológiai jelentősége (növényekben, állatokban). Újrahasznosítás, szelektív gyűjtés.<br>*Kobalt*<br>Ötvözőfém. A kobalt-klorid vízmegkötő hatása és színváltozása. Élettani jelentősége: $B_{12}$ vitamin.<br>*Nikkel*<br>Ötvözőfém: korrózióvédelem, fémpénzek, orvosi műszerek. Ionjai zöldre festik az üveget. Margaringyártásnál katalizátor. Galvánelemek.<br>Élettani hatás: fémallergia („ingerlany"), rákkeltő hatás. | vasvegyületek keletkezése és színe (sörösüveg). Vasszeg rézszulfát-oldatba való helyezése. A növények párologtatásának kimutatása kobalt-kloridos papírral. | *Magyar nyelv és irodalom:* szólások.<br><br>*Történelem, társadalmi és állampolgári ismeretek:* rézkor, bronzkor, vaskor. |
| *Króm*<br><br>Ötvözőfém: korrózióvédő bevonat, rozsdamentes acél. [Mikroelem: a szénhidrát-anyagcsere enzimjeiben.] A kromátok és bikromátok mint erős oxidálószerek (kálium-bikromát, ammónium-bikromát).<br>*Mangán*<br>Kémiai tulajdonságok: különböző oxidációs állapotokban fordulhat elő. Fontos vegyületei a barnakőpor és a kálium-permanganát. A kálium-permanganát felhasználása (fertőtlenítés, oxidálószer. [permanganometria]).<br>*Volfrám*<br>Fizikai tulajdonságok: a legmagasabb olvadáspontú fém. Felhasználás: izzószál, ötvözőanyag: páncélautók.<br>*Titán*<br>Fizikai tulajdonságok. Felhasználás: repülőgépipar, űrhajózás, hőszigetelő bevonat építkezéseknél. | **M:** Alkohol csepegtetése kénsavas kálium-dikromát-oldatba. Ammónium-bikromát hőbomlása („kis tűzhányó"). Oxigén előállítása kálium-permanganátból. Klór előállítása sósavból kálium-permanganáttal. Információk a mágnesről, valamint a különféle fémek és ötvözeteik előállításáról, illetve felhasználásáról. | |
| *Réz* | A rézcsoport és a platina | |

| | | |
|---|---|---|
| Fizikai tulajdonságok. Kémiai reakciók: oxigénnel, nedves levegővel, savakkal. A réz felhasználása: hangszerek, tetőfedés, ipari üstök, vezetékek. Ötvözetek: bronz, sárgaréz.<br>*Rézgálic*<br>Felhasználása permetezőszerként. A rézvegyületek élettani hatása: nyomelem, de nagyobb mennyiségben mérgező.<br>*Az arany és az ezüst*<br>Fizikai tulajdonságaik. Kémiai reakciók: nemesfémek, ezüst reakciója hidrogén-szulfiddal és salétromsavval. Választóvíz, királyvíz. Felhasználás: ékszerek (fehér arany), dísztárgyak, vezetékek. Élettani hatás: Az ezüst vízoldható vegyületei mérgező, illetve fertőtlenítő hatásúak, felhasználás ivóvízszűrőkben, zoknikban ezüstszál, kolloid ezüst spray.<br>*Ezüst-halogenidek*<br>Kötéstípus, szín, [vízoldékonyságuk különbözőségének oka], bomlásuk, a papíralapú fényképezés alapja**.** [Ezüstkomplexek képződése, jelentősége a szervetlen és a szerves analitikában, argentometria.]<br>*Platina*<br>A platinafémek története. Felhasználása: óra- és ékszeripar, orvosi implantátumok, elektródák (digitális alkoholszondában), gépkocsi-katalizátorokban. | felhasználási módjainak magyarázata a tulajdonságaik alapján.<br>**M:** Réz-oxid keletkezése rézdrót lángba tartásakor, patinás rézlemez és malachit bemutatása, réz oldásának megkísérlése híg és tömény oxidáló savakban. Különböző oxidációs állapotú rézionok és azok színei eltérő oldatokban. Réz(II)-ionok reakciója ammóniaoldattal és nátrium-hidroxiddal [komplex ionjai]. A rézgálic kristályvíztartalmának elvesztése kihevítéssel. Ezüst-klorid csapadék keletkezése pl. ezüst-nitrát-oldat és konyhasóoldat reakciójával. Információk a nemesfémek bányászatáról és felhasználásáról (pl. különböző karátszámú ékszerek arany- és ezüsttartalma), újrahasznosításáról, a fényképezés történetéről, a rézgálicot tartalmazó növényvédő szerekről. | |
| *Cink*<br><br>Fizikai tulajdonságok. Kémiai reakciók: égés, reakció kénnel, | A cinkcsoport elemei és vegyületeik felhasználásának magyarázata a sajátosságaik alapján. Környezettudatos és | |

| | | |
|---|---|---|
| savakkal, lúgokkal.<br>Felhasználás: korrózióvédő bevonat (horganyzott bádog). Ötvöző anyag. ZnO: fehér festék, hintőpor, bőrápoló, napvédő krémek.<br>Élettani hatás: mikroelem enzimekben, de nagy mennyiségben mérgező.<br>*Kadmium*<br>Felhasználás: korrózióvédő bevonat, szárazelem. Felhasználása galvánelemekben (ritka, drága fém).<br>Élettani hatás: vegyületei mérgezők (Itai-itai betegség Japánban), szelektív gyűjtés.<br>*Higany*<br>Fizikai tulajdonságok. Kémiai tulajdonságai: általában kevéssé reakcióképes, de kénnel eldörzsölve higany-szulfid, jóddal higany-jodid keletkezik. Ötvözetei: amalgámok. Élettani hatás: gőze, vízoldható vegyületei mérgezők.<br>Felhasználás: régen hőmérők, vérnyomásmérők, amalgám fogtömés, fénycsövek. Veszélyes hulladék, szelektív gyűjtés. | egészségtudatos magatartás kialakítása.<br>**M:** Cink és kénpor reakciója, cink oldódása savakban és lúgokban, amfoter jellegének bemutatása. A higany nagy felületi feszültségének szemléltetése.<br>Higany-oxid hevítése vattával ledugaszolt kémcsőben.<br>Információk a higany és a kadmium felhasználásának előnyeiről és hátrányairól, híres mérgezési esetekről. | |
| **Kulcsfogalmak/ fogalmak** | Nemesfém, érc, nyomelem, amalgám, ötvözet, környezeti veszély. | |

| **Tematikai egység** | **Szervetlen kémiai számítások** | **Órakeret 22 óra**[7] |
|---|---|---|
| **Előzetes tudás** | Anyagmennyiség, moláris tömeg, a kémiai képlet mennyiségi jelentése, a reakcióegyenlet mennyiségi értelmezése, Avogadro-törvény, gáztörvények, szilárd keverékek, vizes oldatok és gázelegyek összetételének megadási módjai, pH, galvánelemek, elektrolizálócellák működése, Faraday I. és II. törvénye. | |
| **A tematikai egység nevelési-fejlesztési céljai** | A tanult szervetlen kémiai ismeretek gyakorlása, alkalmazása, elmélyítése és szintetizálása számítási feladatokon keresztül. | |

7

| Ismeretek (tartalmak, jelenségek, problémák, alkalmazások) | Fejlesztési követelmények/ módszertani ajánlások | Kapcsolódási pontok |
|---|---|---|
| *Galvánelemek* | Celladiagramok felírása, az elektromotoros erő számítása. | *Biológia-egészségtan:* hemoglobin vastartalmának kiszámítása.<br><br>*Fizika:* fizikai mennyiségek, mértékegységek, átváltás, gáztörvények, hőtani alapfogalmak.<br><br>*Matematika:* egyenlet írása szöveges adatokból, egyenletrendezés. |
| *Elektrolizálócellák* | A Faraday-törvények alkalmazása különböző fémek leválasztásánál. | |
| *Porkeverékek és ötvözetek összetételével kapcsolatos számítások* | Porkeverékek, ötvözetek tömeg- és anyagmennyiség-százalékos összetételével kapcsolatos feladatok. Az összetevők eltérő oldódásával összefüggő számítások. | |
| *Oldatokkal kapcsolatos számítások* | Szervetlen vegyületeket tartalmazó oldatokkal kapcsolatos feladatok: oldhatóság, oldatkészítés, összetétel megadása százalékokkal (tömeg, térfogat, anyagmennyiség) és koncentrációkkal (anyagmennyiség és tömeg). Nehézfém-ionos szennyezések határértékeinek számolása. | |
| *Gázokkal és gázelegyekkel kapcsolatos számítások* | Gázok keletkezésével és reakcióival kapcsolatos feladatok. Gázelegyek összetételének, abszolút és relatív sűrűségének, átlagos moláris tömegének számolása. | |
| *Reakcióegyenlettel kapcsolatos feladatok* | A reakcióegyenlet mennyiségi jelentésének felhasználásával megoldható szervetlen kémiai feladatok (sav-bázis, redoxi, csapadékképződési és gázfejlődési reakciók során). | |
| *Szervetlen vegyipari termeléssel kapcsolatos feladatok* | Vegyipari folyamatokra vonatkozó számítások (pl. kénsav-, salétromsav-, ammónia- és műtrágyagyártással, fémek előállításával kapcsolatban), kitermelési százalékok és veszteségek. Légszennyező gázok kibocsátásával, különféle mérgező anyagok egészségügyi | |

| | | |
|---|---|---|
| | határértékeivel kapcsolatos számítások. | |

| | |
|---|---|
| **Kulcsfogalmak/ fogalmak** | Képlet és összetétel kapcsolata, oldatkoncentráció, egyenlet mennyiségi jelentése, reakcióhő, egyensúlyi állandó. |

## 12. évfolyam

| | Tematikai egység | Órakeret |
|---|---|---|
| 1. | **Kémia körülöttünk és bennünk** | **4 óra** |
| 2. | **A kémia hatása az emberi civilizáció fejlődésére** | **10 óra** |
| 3. | **A kémia előtt álló nagy kihívások** | **24 óra** |
| 4. | **Az érettségi követelmények által előírt kísérletek gyakorlása** | **20 óra** |
| 5. | **Tanulmányi kirándulás** | **6 óra** |
| | **Összesen:** | **64 óra** |

| **Tematikai egység** | **Kémia körülöttünk és bennünk** | **Órakeret 4 óra** |
|---|---|---|
| **Előzetes tudás** | A természetes és az ember által alkotott környezetet, valamint az élő szervezetet felépítő kémiai anyagokról, a belőlük létrejövő rendszerekről és az ezekben zajló folyamatokról korábban szerzett tudás. | |
| **A tematikai egység nevelési-fejlesztési céljai** | A kémia tantárgyban korábban elsajátított ismeretek ismétlése, rendszerezése. Kapcsolatok keresése a kémiában megszerzett tudás és a mindennapi élet jelenségei között. A kémiatudás alkalmazási lehetőségeinek feltárása. | |

| **Ismeretek (tartalmak, jelenségek, problémák, alkalmazások)** | **Fejlesztési követelmények/ módszertani ajánlások** | **Kapcsolódási pontok** |
|---|---|---|
| *Kémia a környezetünkben*<br>Természetes és épített környezetünk tárgyainak, jelenségeinek és folyamatainak kapcsolata a kémiai tanulmányok során megismert témakörökkel és | **M:** Minél több gyakorlati példa gyűjtése és a kémia egyes területeihez kapcsolt módon való rendszerezése (pl. közös gondolkodás, ötletek gyűjtése, fogalomtérkép készítése, | |

| | | |
|---|---|---|
| elsajátított tudással. Az életünk kényelmét és biztonságát szolgáló anyagok, szolgáltatások létrejöttének kémiai háttere.<br><br>*Kémia a szervezetünkben*<br>Az emberi test molekuláinak, biokémiai folyamatainak, valamint a homeosztázis fenntartásához felvenni, illetve kiválasztani szükséges anyagok tulajdonságainak és a biogeokémiai ciklusoknak a kapcsolata a kémiai tanulmányok során megismert témakörökkel és az elsajátított tudással. | csapatverseny).[8] | |
| **Kulcsfogalmak/ fogalmak** | A kémia központi szerepe, homeosztázis. | |

| **Tematikai egység** | **A kémia hatása az emberi civilizáció fejlődésére** | **Órakeret 10 óra** |
|---|---|---|
| **Előzetes tudás** | A korábbiakban szerzett kémiatudás történeti vonatkozásai. Az egyszerű természettudományos vizsgálatok, kísérletek megtervezésének és kivitelezésének, az eredmények megvitatásának, a konklúziók levonásának lépései. | |
| **A tematikai egység nevelési-fejlesztési céljai** | A kémia mint tudomány társadalmi fejlődésbe való beágyazottságának felismerése. A gazdasági és politikai szükségszerűségek, valamint a kémia fejlődése közötti alapvető összefüggések magyarázata. A kémia mint természettudomány működését és a kutatómunka végzését irányító legfontosabb szabályok jelentőségének megértése. | |

| **Ismeretek (tartalmak, jelenségek, problémák, alkalmazások)** | **Fejlesztési követelmények/ módszertani ajánlások** | **Kapcsolódási pontok** |
|---|---|---|
| *Hogyan hatottak a társadalmi, politikai igények és a gazdasági szükségszerűségek a kémia és a vegyipar fejlődésére?*<br>A szervetlen, illetve a szerves vegyipar egyes termékeit létrehozó társadalmi szükségletek és kielégítésük módjainak | **M:** Információk a hadiipar és a kémia egymásra hatásáról, illetve a történelem szerepe az ipari technológiák fejlődésében (pl. Napóleon szerepe a konzervdobozok kifejlesztésében, a cukorrépa felhasználása a cukorgyártásban). | *Biológia-egészségtan:* táplálkozás, betegségek.<br><br>*Fizika:* mozgások, termodinamika, hőerőgépek. |

8 Az **M** betűk után szereplő felsorolások hangsúlyozottan csak ajánlások, ötletek és választható lehetőségek az adott téma feldolgozására, a teljesség igénye nélkül.

| | | |
|---|---|---|
| fejlődése. A tudomány és a technika fejlődésének hatása a társadalomra. Az elméleti megoldások gyakorlati (technológiai) megvalósításának problémái. A sikeres gyakorlati megoldások hatása az elmélet fejlődésére. Környezetterhelő és környezetbarát technológiák. A kémikusok meghatározó pozitív szerepe a környezetvédelemben. Minőségbiztosítás és analitika. Adott tulajdonságú anyagok tervezése és előállítása. | A szódagyártás, a kénsavgyártás, az ammónia- és salétromsavgyártás, a klóralkáliipar (higanykatódos és higanymentes technológiák) vagy a színezékipar történetének feldolgozása. Vegyipari katasztrófák (pl. tankhajóbalesetek, Seveso, Bhopal, Kolontár, a tiszai cianidszennyezés), a vegyészek szerepe a katasztrófák elhárításában, a károk felszámolásában. A dioxin és dioxán összehasonlítása szerkezet és élettani hatás szempontjából. A sósavgyártás mint az atomhatékonyság mintapéldája. Egyszerű minőségbiztosítási vizsgálatok (pl. a háztartásban előforduló savak és lúgok hatóanyag-tartalmának meghatározása sav-bázis titrálással, hipó aktív klórtartalmának mérése jodometriásan). Információk szubsztantív festékekről, „intelligens” fémekről, „emlékező”, vízoldható és vezető polimerekről, kompozitokról. A selyem, a nejlon és a kevlar szerkezetének és tulajdonságainak összehasonlítása. | *Történelem, társadalmi és állampolgári ismeretek:* fegyverkezés, háborúk, ipari forradalom. |
| *A kémia mint természettudomány* A véletlen és a következetes, kitartó kutatómunka szerepe a felfedezések és a találmányok történetében. A természettudományos vizsgálati módszerek lépései. Kontrolkísérlet és referenciaanyag. Az eredmények publikálásának és megvitatásának a jelentősége, a szakmai kontroll szerepe. Különbség a tudományok és áltudományok között. | Saját természettudományos vizsgálatok megtervezése, végrehajtása és az eredmények kommunikálása, megvitatása (tetszőleges, de a középiskolai kémia tananyag szempontjából releváns témában). **M:** Alkimisták véletlen fölfedezései (pl. foszfor, porcelán), Scheele, Cavendish, Oláh György és/vagy más kémikusok munkássága, felfedezései, pl. a Perkin-ibolya és az indigó (Baeyer) előállítása, a polietilén előállítása, a nejlon | |

| | | |
|---|---|---|
| | kifejlesztése. Pasteur: *„A szerencse a felkészült elmének kedvez”*. Az általtudományok közös jellemzőinek összegyűjtése (pl. pí-víz, oxigénnel dúsított víz, lúgosítás). | |
| *Hogyan dolgoznak a kémikusok?* Tudósok és feltalálók a kémiában. A nagy felfedezések és a nagy tévedések tanulságai. Az eredmények rendszerezésének és közlésének jelentősége. A tudós és a feltaláló erkölcsi felelőssége. Szabadalmi jog. | **M:** A flogisztonelmélet és az oxigén szerepe az égésben. Az életerő-elmélet és megdöntése. Nagy tudósok nagy tévedései (pl. Newton, Lavoisier, Berzelius). A nagy rendszerezők munkássága (pl. Lavoisier, Berzelius és Mengyelejev). Haber és a vegyi hadviselés. Teller Ede és a hidrogénbomba. Idézetek az MTA etikai kódexéből. Híres szabadalomjogi viták (pl. Glauber: *„Furni Novi Philosophici”* c. könyve megírásának körülményei, a kokszgyártás története, Leblanc szódagyártási szabadalma), perek és ésszerű kompromisszumok (pl. Hall és Heroult: alumínium elektrolízissel való előállítása; Castner és Kellner: higanykatódos nátrium-klorid-oldat elektrolízis; Perkin és Caro: alizarin ipari előállítása). Az alumínium első előállítójáról folyó vita. A Solvay-konferenciák és a Nobel-díj hatása a természettudomány fejlődésére. | |
| **Kulcsfogalmak/ fogalmak** | Minőségbiztosítás, analitika, általtudomány, szabadalmi jog. | |

| **Tematikai egység** | **A kémia előtt álló nagy kihívások** | **Órakeret 24 óra** |
|---|---|---|
| **Előzetes tudás** | A levegő- és víztisztaságról, élelmiszerbiztonságról, energiagazdálkodásról, hulladékgyűjtésről és -hasznosításról, nyersanyagokról és gyógyszerekről korábban szerzett tudás. | |
| **A tematikai egység nevelési-fejlesztési** | A kémiatudás szintetizálása a fizika és a biológia tantárgyban megszerzett tudással. A Föld nyersanyag- és energiakészleteinek | |

| céljai | áttekintése, alternatívák és lehetőségek mérlegelése. Egyensúlykeresés a természeti értékek megőrzése és a gazdaságosság között, ésszerű kompromisszumok elfogadása, szemléletformálás. A felelős állampolgári magatartás kialakítása. | |
|---|---|---|
| **Ismeretek (tartalmak, jelenségek, problémák, alkalmazások)** | **Fejlesztési követelmények/ módszertani ajánlások** | **Kapcsolódási pontok** |
| *Hogyan biztosítható mindenki számára tiszta levegő?*<br>A tiszta levegő összetétele, a levegőszennyezés forrásai, a szennyezőanyagok típusai és hatásaik. A levegőszennyezésre vonatkozó jogi szabályozás, határértékek. Szén-dioxid-kvóta. A levegőszennyezés csökkentésének lehetőségei. Mit tegyünk a felgyülemlő szén-dioxiddal? | Ismerkedés a levegő szennyezését mérő analitikusok munkájával.<br>**M:** A tiszta és a szennyezett levegő összetételével kapcsolatos kísérletek. Az üvegházhatás pozitív és negatív hatásainak összevetése. A globális éghajlatváltozások lehetséges okai, az antropogén hatások részesedésére vonatkozó különféle becslések. A szén-dioxid-kvóta gazdasági és politikai vonatkozásai. Az 1953-as londoni szmog és az 1956-os angliai „tiszta levegő” törvény. A London és Los Angeles típusú füstköd összehasonlítása. A halogénezett szénhidrogének (CFC-k) ózonbontó hatásának felderítése, nemzetközi összefogás a CFC-k visszaszorítása érdekében. A gépkocsi-katalizátorok hatása a kipufogógázok összetételére. | *Biológia-egészségtan:* légzés, szmog, savas eső, ózonlyuk élettani hatásai.<br><br>*Fizika:* üvegházhatás, hőerőgépek.<br><br>*Földrajz:* éghajlatváltozás. |
| *Hogyan biztosítható mindenki számára tiszta ivóvíz?*<br>A tiszta ivóvíz összetétele, a vízszennyezés forrásai, a szennyezőanyagok típusai és hatásaik. A vízszennyezésre vonatkozó jogi szabályozás, határértékek. A vízszennyezés csökkentésének lehetőségei. Vízkészletek, víztisztítási módszerek. Indulnak-e majd fegyverekkel vagy gazdasági területen vívott háborúk a tiszta ivóvízért? | Ismerkedés a vizek szennyezését mérő analitikusok munkájával.<br>**M:** A tiszta és a szennyezett víz összetételével kapcsolatos kísérletek. Vízanalitikai mérések (pl. változó keménység mérése sav-bázis titrálással, állandó keménység mérése komplexometriásan, kloridion-tartalom kimutatása és mérése argentometriásan, vastartalom kimutatása és kolorimetriás vagy fotometriás meghatározása). A „tiszta” és a szennyezett víz összehasonlítása kémiai (pl. gyorstesztekkel) és ökológiai | *Biológia-egészségtan:* vizes élőhelyek, vízi élőlények, a vízszennyezés hatásai. |

| | | |
|---|---|---|
| | szempontból. Az ipari, mezőgazdasági és kommunális vízszennyezés bemutatása konkrét példákon keresztül (pl. gyógyszer-, fogamzásgátló- és drogmaradványok megjelenése és hatása a természetes vizekben). A szennyvizek veszélyessége a koncentráció és a szennyezőanyag minősége függvényében. Víztisztító üzemek felépítése és működése. A légkör növekvő szén-dioxid-koncentrációjának hatása az óceánok élővilágára. | |
| *Hogyan biztosítható mindenki számára elegendő egészséges élelmiszer?*<br>A világ népességének növekedése, élelmezési problémák és megoldási lehetőségeik. A talaj összetétele, talajfajták és jellemzőik. A talajjavítás módszerei, a műtrágyák összetétele, alkalmazási módja, a műtrágyázás előnyei és hátrányai. A talajszennyezés forrásai, a szennyezőanyagok típusai. Növényvédő szerek alkalmazásának előnyei és hátrányai. Növényvédő szerek munka-egészségügyi és élelmezés-egészségügyi várakozási ideje. A növényi és állati fehérjék aminosav-összetételének összehasonlítása. Az egészséges és a beteg szervezet táplálékigénye. Egészséges-e a vegetarianizmus? Élelmiszerek adalékanyagai. Kik és miért állítják, hogy karcinogén az aszpartám? | Ismerkedés az élelmiszer-analitikusok munkájával.<br>**M:** Talajvizsgálatok (pl. víztartalom mérése, kalcium-karbonát-tartalom becslése). A növények „hiánybetegségei”, adott összetételű talaj műtrágyaigényének kiszámítása. Súlyos környezeti katasztrófát okozó talajszennyezési esetek, értékelésük a szennyezés forrása és hatása alapján. Inszekticidekkel kapcsolatos híres esetek (pl. a DDT pozitív és negatív hatásai). Ételallergiák és diétás étrendek. Élelmiszer-adalékanyagok csoportosítása, E-számok. Élelmiszer-analitikai vizsgálatok (pl. élelmiszerek sótartalmának kimutatása, meghatározása). Véralkoholszint mérése régen és ma. | *Biológia-egészségtan:* táplálkozás, tápanyag.<br><br>*Fizika:* energiamegmaradás.<br><br>*Földrajz:* népességnövekedés, talajfajták, talajjavítás |
| *Hogyan biztosítható mindenki számára elegendő energia?*<br>Az energiával kapcsolatos mennyiségi szemlélet fejlesztése, az energiaátalakítások | A megújuló és nem megújuló energiaforrások által szolgáltatott energia mennyiségeinek összevetésével kapcsolatos számolási feladatok. A | *Biológia-egészségtan:* ATP, ökológiai lábnyom.<br><br>*Fizika:* a |

| | | |
|---|---|---|
| hatásfokának (energiadisszipáció) és járulékos hatásainak (szennyezések) összekapcsolása, az egyes energiahordozók és -források előnyeinek és hátrányainak mérlegelése. Alternatív energiaforrások. A technikai fejlődéssel rohamosan növekvő energiafelhasználás áttekintése. Az energia tárolásának és szállításának problémái (galvánelemek, akkumulátorok, tüzelőanyag-cellák). [Ökológiai lábnyom.][9] | kiegyensúlyozott véleményalkotás és a racionális döntéshozatal képességének kialakítása a különféle energiaforrások közötti választás és az energiatakarékosság terén. **M:** A tűz megjelenése a mitológiában (Prométheusz); a tűz mint jelkép. Az égés felhasználása: sütés, főzés, melegítés, éghető hulladékok megsemmisítése, fémek megmunkálása. Égéssel és az energia tárolásával kapcsolatos kísérletek. A benzin minőségének javítása régen és ma (ólom-tetraetil, más adalékanyagok, izomerizálás). A nukleáris és a fosszilis energiatermelés költségeinek és kockázatainak összehasonlítása. A bioetanol és biodízel előnyei és hátrányai. Az energiafelhasználás formáinak összehasonlító elemzése. [Az ökológiai lábnyom becslésének módszerei.] | termodinamika I. és II. főtétele, energiaforrások, energiahordozók, ökológiai lábnyom.<br><br>*Magyar nyelv és irodalom:* görög mitológia.<br><br>*Történelem, társadalmi és állampolgári ismeretek:* az energiaigény politikai vonatkozásai. |
| *Hogyan szabadulhatunk meg a hulladékoktól?*<br>A hulladékok típusai. A háztartásban keletkező, környezetre veszélyes hulladékok fajtái. A hulladékok újrahasznosításának házi és ipari lehetőségei, lehetséges ösztönzői. A szelektív hulladékgyűjtés elvi és gyakorlati kérdései. A kommunális hulladékok szakszerű elhelyezése és feldolgozása. A műanyagokkal, biológiai lebomlásukkal, újrahasznosításukkal, felhasználásukkal és előállításukkal kapcsolatos problémák. Mit tegyünk a műanyag hulladékokkal? | Felelős magatartás a keletkező hulladékok mennyiségének csökkentése, illetve a hulladékok kezelése terén, a fenntarthatóságot szolgáló egyéni szokások kialakítása.<br>**M:** Szelektív hulladékgyűjtés nyomon követése a lakókörnyezetben. Újrahasznosított, ill. újrahasznosítható, környezetbarát termékek és jelöléseik, a hazai és az európai gyakorlat összehasonlítása. Információk a biológiai úton lebontható polimerek előnyeiről és hátrányairól. | *Biológia-egészségtan:* lebontó folyamatok. |

9 Szögletes zárójelben ([ ]) szerepelnek azok az opcionális ismeretek és fejlesztési követelmények, amelyekről a konkrét tanulócsoport, illetve osztály ismeretében a tanár dönt. Ezekre azonban többnyire szükség van az emelt szintű kémia érettségi vizsgán való eredményes szerepléshez.

| | | |
|---|---|---|
| *Honnan lesz elegendő nyersanyag az ipar számára?*<br>A földkéreg kincsei: kőzetek, ásványok, ércek és felhasználásuk. A nyersanyagkészletek kimerülése. Stratégiai készletek. Újrahasznosítás. | Takarékos anyagfelhasználási szokások kialakítása. Kőzetek, ásványok, ércek összetételére és a belőlük előállítható termékek mennyiségére vonatkozó számítások. A fémek, a műanyagok, a papír nyersanyagokként való újrahasznosításának lehetőségei, gazdaságossága (modellszámítások a nyersanyagárak, az élőmunka- és az energiaigény, illetve a környezetterhelés figyelembevételével).<br>**M:** Térképek készítése a Föld nyersanyagkészleteiről, a szűk keresztmetszetek politikai és gazdasági vonatkozásainak megvitatása. Acélok és egyéb ötvözetek összetétele és tulajdonságai. | *Földrajz:* kőzetek, ásványok, ércek, nyersanyagkészletek.<br><br>*Történelem, társadalmi és állampolgári ismeretek:* a nyersanyagigény politikai vonatkozásai. |
| *Hogyan lehet meggyógyítani a betegségeket?*<br>A gyógyszergyártás történetének fordulópontjai. Természetes hatóanyagok és a gyógyszeripar fejlődése. Helyes gyógyszerfogyasztási szokások. Nagy sikerek és nagy kudarcok. Gyógyszermolekulák tervezése és szerkezetmeghatározása. A gyógyszer bejutása és működése az élő szervezetben.<br>Hány évig tart, és mennyibe kerül egy gyógyszer kifejlesztése? | Ismerkedés a gyógyszervegyész munkájával.<br>**M:** Érdekes és tanulságos esetek a gyógyszergyártás történetéből (pl. aszpirin, antibiotikumok, szteroidok, thalidomid, kombinatorikus kémia). Antibiotikum-rezisztencia. Hatékony (ED50) és halálos (LD50) dózis. A gyógyszerek előállításához, szerkezetük vizsgálatához és összetételük meghatározásához kapcsolódó kísérletek és mérések (pl. aszpirin előállítása és vizsgálata vékonyréteg-kromatográfiával, aszpirintartalom meghatározása sav-bázis titrálással, C-vitamin meghatározása jodometriásan, szerves funkciós csoportok kimutatási reakciói, különféle észterek előállítása a kombinatorikus kémia elvének alkalmazásával). | *Biológia-egészségtan:* egészség, betegség. |
| **Kulcsfogalmak/ fogalmak** | Környezet- és élelmiszer-analitika, szén-dioxid-kvóta, minőségbiztosítás, tüzelőanyag-cella, szelektív hulladékgyűjtés, veszélyes hulladék, újrahasznosítás, stratégiai nyersanyagkészlet. | |

| Tematikai egység | Az érettségi követelmények által előírt kísérletek gyakorlása | Órakeret 20 óra |
|---|---|---|
| **Előzetes tudás** | Az érettségi követelmények által előírt kísérletek elvégzéséhez és magyarázatához szükséges ismeretek, készségek és képességek. | |
| **A tematikai egység nevelési-fejlesztési céljai** | A kémia tantárgy tanulása során elsajátított ismeretek, készségek és képességek alkalmazása, komplex tudássá szintetizálása a kémiai kísérletek és vizsgálatok megtervezésekor, végrehajtásakor és magyarázatakor, A szabályszerű és balesetmentes kísérletezés, a pontos megfigyelés, valamint a tapasztalatok szakszerű lejegyzésének gyakorlása. | |

| Ismeretek (tartalmak, jelenségek, problémák, alkalmazások) | Fejlesztési követelmények/ módszertani ajánlások | Kapcsolódási pontok |
|---|---|---|
| *A kémia érettségi követelményeinek megfelelő ismeretek*<br>A kémia tantárgy érettségi követelményekben szereplő tananyaga. | A kémia tantárgyban tanultak ismétlése, rendszerezése és alkalmazása a kémia érettségi szóbeli vizsgájának követelményei szerint.<br>**M:**<br>*Nem elvégzendő kísérletek*<br>Az összes, a kémia érettségi követelményei által aktuálisan előírt nem elvégzendő érettségi kísérlet megtekintése tanári kísérletként vagy felvételről, jegyzőkönyv készítése (kísérlet, tapasztalat, magyarázat).<br><br>*Elvégzendő kísérletek*<br>Az összes, a kémia érettségi követelményei által aktuálisan előírt elvégzendő érettségi kísérlet önálló, szabályos kivitelezéssel történő végrehajtása, jegyzőkönyv készítése (kísérlet, tapasztalat, magyarázat). | |

| | |
|---|---|
| **Kulcsfogalmak/ fogalmak** | A kísérletekhez kapcsolódó összes fontos fogalom. |

| Tematikai egység | Az érettségi követelmények által előírt számítási feladatok gyakorlása | Órakeret 20 óra |
|---|---|---|
| **Előzetes tudás** | Az érettségi követelmények által előírt számítási és problémamegoldó feladatok elvégzéséhez szükséges ismeretek, készségek és képességek. | |
| **A tematikai egység nevelési-fejlesztési céljai** | A kémia tantárgy tanulása során elsajátított ismeretek, készségek és képességek alkalmazása, komplex tudássá szintetizálása a kémiai számítási feladatok megoldásakor. A problémamegoldás lépéseinek gyakorlása konkrét kémiai tárgyú feladatok vonatkozásában. | |

| Ismeretek (tartalmak, jelenségek, problémák, alkalmazások) | Fejlesztési követelmények/ módszertani ajánlások | Kapcsolódási pontok |
|---|---|---|
| A kémia érettségi feladattípusai.<br>A kémia érettségi követelményeiben szereplő számítási és egyéb (problémamegoldó) feladatok. | A kémia érettségi követelményei által aktuálisan előírt számítási és egyéb (problémamegoldó) feladattípusok ismétlése és gyakorlása.<br>**M:** Csoportos és egyéni feladatmegoldó versenyek. | |

| Kulcsfogalmak/ fogalmak | A számolási feladatokhoz kapcsolódó összes fontos fogalom. |
|---|---|

| Tematikai egység | Tanulmányi kirándulás | Órakeret 6 óra |
|---|---|---|
| **Előzetes tudás** | Az adott ipari üzemben, illetve gyárban, kutatóintézetben vagy szolgáltatást végző intézményben végzett munkához kapcsolható, korábban a kémia tantárgyban megszerzett ismeretek, készségek és képességek. | |
| **A tematikai egység nevelési-fejlesztési céljai** | Ismerkedés az iparban, kutatásban, szolgáltatásban dolgozó kémikusok munkájával; pályaorientáció. | |

| Ismeretek (tartalmak, jelenségek, problémák, alkalmazások) | Fejlesztési követelmények/ módszertani ajánlások | Kapcsolódási pontok |
|---|---|---|
| *Vegyipari gyárlátogatás és/vagy kutatólaboratórium, vagy analitikai laboratórium felkeresése*<br>Az alkalmazott vagy alapkutatásban, illetve vegyiparban, környezetvédelemben, minőségbiztosításban stb. dolgozó kémikusok munkája és munkakörülményei. | **M:** Önálló és/vagy csoportos fölkészülés a tanulmányi kirándulásra adott szempontok alapján, a tapasztalatokról készített adott formátumú és terjedelmű jegyzőkönyv/beszámoló elkészítése. | |

| Kulcsfogalmak/ | Alkalmazott és alapkutatás, minőségbiztosítás, folyamatszabályozás. |
|---|---|

| | |
|---|---|
| **fogalmak** | |

| | |
|---|---|
| **A fejlesztés várt eredményei a négy évfolyamos ciklus végén** | *A tanuló ismerje* a legfontosabb szervetlen vegyületek szerkezetét, tulajdonságait, csoportosítását, előállítását, jelentőségét (a mindennapokban, a vegyipari folyamatokban és az élő szervezetek működésében).<br>*Ismerje* gazdasági szempontból legfontosabb szervetlen vegyipari technológiai folyamatokat, valamint ezeknek az emberi tevékenységeknek a természetre gyakorolt hatásait is.<br>*Értse* a szervetlen anyagok esetében az egyes jellegzetes vegyületcsoportok (fémek, nemfémek, ionvegyületek, savak, bázisok stb.) kémiai sajátosságainak kapcsolatát a szerkezetükkel és az ebből következő, reakciókban megfigyelhető tulajdonságokkal.<br>A tanult tudománytörténeti események kapcsán *értse* az azok hátterében lévő tapasztalatok és a felfedezések eredményeinek kapcsolatát, értse a modellek, elképzelések átalakulását kiváltó alapvető eredményeket.<br>*Értse* a természettudományos kutatás alapvető módszereit, a tudományos és az áltudományos megközelítés közötti különbségeket.<br>*Tudja alkalmazni* a megismert tényeket és törvényszerűségeket összetettebb problémák és számítási feladatok megoldása során, valamint a fenntarthatósághoz és az egészségmegőrzéshez kapcsolódó viták alkalmával.<br>*Tudjon* egy kémiával kapcsolatos témáról sokféle információforrás kritikus felhasználásával önállóan vagy csoportmunkában szóbeli és írásbeli összefoglalót, esztétikai szempontból élvezhető, valamint a saját véleményét is tartalmazó, meggyőző erejű prezentációt készíteni és előadni.<br>*Képes legyen* összetettebb (a fizika, kémia és biológia tárgyakban tanultakhoz kapcsolható) jelenségek esetében is az ok-okozati elemek meglátására, tudjon tervezni ezekkel kapcsolatos egyszerűbb modelleket, illetve ezeket modellező egyszerű kísérletet, és a kísérlet eredményei alapján tudja értékelni az annak alapjául szolgáló hipotéziseket. A kísérlet eredményei alapján *képes legyen önállóan magyarázni* a folyamatokat irányító törvényeket, *tudjon kapcsolatot teremteni* a megismert törvényszerűségek között.<br>Leírás vagy kísérlet alapján *tudjon értékelni* kémiai jelenségekkel kapcsolatos állításokat, *legyen megalapozott véleménye* a kémiai folyamatok és a környezetvédelem, energiatermelés témakörében.<br>*Képes legyen* kémiai tárgyú ismeretterjesztő vagy egyszerű tudományos, illetve áltudományos cikkekről *koherens és kritikus érvelés alkalmazásával véleményt formálni*, az abban szereplő állításokat a tanult ismereteivel összekapcsolni, mások érveivel ütköztetni. Megszerzett tudása birtokában *képes legyen* a saját személyes sorsát, a családja életét és a társadalom fejlődési irányát befolyásoló *felelős döntések meghozatalára*. |