

Radnóti Katalin

A fizika- és a kémiatanítás összehangolása

Jelen cikk szerzője kémia-fizika szakos tanár, aki keresi e két tudományterület tanításának minél jobb, hatékonyabb lehetőségeit. Az 1978-ban, húsz évvel ezelőtt bevezetett természet-tudományos tanterveket megelőző kísérletek közt szerepelt e két tantárgy egyes elemeinek összevonása, amely azonban abban az időben nem nyert polgárjogot az oktatás során.

Talán érdemes visszatekinteni és továbbgondolni az akkor elkezdett, majd kényszerűleg félbemaradt kísérleteket. Feltesszük a kérdést, hogy miért kell ennyire különválasztani e két tudományterületet napjainkban az oktatásban, s szakmailag mennyire indokolható ez a magyar gyakorlat.

Rámutatunk a különösen kritikus pontokra, majd végül megfogalmazzuk javaslatainkat, amelyhez várjuk a kollegák észrevételeit.

Néhány tudománytörténeti példa

Az atomista elméletek, majd a különböző atommodellek kidolgozói nem voltak mind vegyészek. Az atomizmus az ókorban, majd később a középkorban inkább filozófiai meggyőződést jelentett, amelyet materialista beállítottsága miatt az egyház képviselői sokáig üldözendőnek találtak. A kémia számára először *Robert Boyle* kezdte használni ezt az elképzelést a 17. században. Ő definiálta először az elem fogalmát a következőképp: „Én elemem azt értem, amit a legvilágosabb beszédű kémikusok a maguk öselvén értenek: bizonyos egyszerű vagy teljességgel elegyítetlen testeket, amelyek nem állnak más testekből vagy egymásból, amelyek alkotórészei valamennyi tökéletesen elegyített testnek, amelyek közvetlenül ezekből vannak összetéve, és amelyek végezetül ezekké bonthatók szét.” Minden általa vizsgált jelenséget az anyag részecsketermészetével magyarázott. Úgy vélte, hogy valószínűleg egyetlen őanyag van, de lehetséges, hogy több, és ez képezi az atomokat. Vagyis nyitva hagyta a végső alkatrész kérdését és az ezzel kapcsolatos filozófia nézeteket.

John Dalton, aki meteorológusként kezdte pályafutását, fedezte fel a 19. század elején, hogy ha két elem többféle vegyületet alkothat egymással, akkor az egyik elem azon mennyiségei, amelyek a másik elem ugyanazon mennyiségeivel képesek vegyülni, úgy aránylanak egymáshoz, mint a kicsiny egész számok. És ennek indoklására nyúlt az atomelmélethez. Dalton atomelmélete azonban különbözik minden addigi atomelmélettől, mivel az mennyiségi értelmezést is ad!

Az elektromos jelenségek kísérleti vizsgálatában kiváló *Michael Faraday* adott mennyiségi értelmezést az elektrolízis törvényszerűségeire, amely később az elemi töltés, majd az elektron felfedezéséhez vezetett, s amelyről a fizikus *J. J. Thomson* derítette ki, hogy az minden anyag alkotórésze kell legyen. Az első atommodell is tőle származik, amelyet mazsolás puding modelleként szokás emlegetni. A pozitív töltésű „pudingban” ülnek a negatív töltésű elektronok, a „mazsolák”. (Ez a modell egyébként nem is olyan rossz a törésmutató elemi értelmezéséhez.)

A kémiában alapvető szerepet játszó anyagmennyiség, a *mól* fogalom kialakításában, számértékének meghatározásában, majd pedig a fogalom tisztázásában szintén sok fizikus vett részt. Illetve nem egy esetben tulajdonképpen nincs is sok értelme ennyire kategorikusan besorolni az egyes tudósokat, hiszen sokan közülük egyszerre voltak vegyészek és fizikusok is. *Pierre Curie* és felesége, *Marie Skłodowska* a radioaktivitás vizsgálata során az egyes anyagok elkülönítéséhez a klasszikus analitika, az „alkémia” módszereit használta, mint majd később a maghasadás felfedezésénél, a kísérleti eredmények értelmezéséhez *Lise Meitner* és *Otto Hahn*.

A következő atommodell szintén fizikus, *Ernest Rutherford* nevéhez köthető, aki felfedezte az atommagot. A modell szerint az atom egy parányi Naprendszerhez hasonlatos. A modell el-
lentmondásainak kiküszöbölésére alkotta meg *Niels Bohr* az általa bevezetett kvantumfeltételeket is tartalmazó elképzelését. A *Schrödinger* által alkotott új modell az elektron hullám voltának feltételezésével, az általa felállított egyenlet megoldásaiként adja kezünkbe a Bohr által „kivülről” bevezetett kvantumfeltételeket. És végül ez az a modell, amely képes megmagyarázni a kémiai kötés létrejöttét, annak telítettségét, az ionok és az ionrác kialakulását. Értelmezhetővé válik az addig már évtizedek óta a kémiai elemek azonosítására használt vonalas színkép-rendszer. A neutron felfedezésével teljes mértékben értelmezhetővé válik a periódusos rendszer.

Az anyagszerkezet oktatásának problémái a kémiában

A felsorolt tudománytörténeti szemelvényekből kitűnik, hogy e két tudomány nagyon sok területen érintkezik, s egymással karöltve fejlődnek, alakulnak a fogalmak. A kémia oktatása a magyar iskolarendszerben két fő témakör köré csoportosítható. Az egyiket általános kémiának nevezhetjük, a másikat pedig a különböző elemek vegyületeinek tárgyalása jelenti, leegyszerűsített szemléletben. Az anyagszerkezeti kérdések a kémia meg-
alapozását jelentő általános kémiai részben kapnak helyet, mint az atomok szerkezete, ionok, molekulák kialakulása, halmazok és a különböző halmaztulajdonságok értelmezése.

A kémia és oktatása számára alapvető, hogy viszonylag hamar használni tudja az atomszerkezeti alapon értelmezett periódusos rendszert, mivel akkor tudja csak értelem-szerűen tárgyalni az egyes elemek jellegzetes tulajdonságait, vegyületeit.

Az atomokból, molekulákból, ionokból felépülő halmazok tulajdonságainak (mint pl. keménység, elektromos- és hővezető képesség, oldhatóság), azok szerkezetének és átala-
kulásának értelmezése szintén lényeges az anyagismeret szempontjából.

A kémiai reakciókat kísérő energiaváltozások, a reakcióhő, a Hess-tétel, az egyensúlyi folyamatok értelmezése termodinamikai ismereteket feltételez.

A fizika mint alaptudomány

A fizika tudománya és egyben mint iskolai tantárgy számos egyéb feladata mellett megteremt a többi természettudományos tantárgy számára szükséges alapfogalmakat. Jelen írásunkban csak ezzel az aspektussal kívánunk foglalkozni. A fizika tárgy leírja a testek mozgását, az ok-okozati viszonyokra irányítja a figyelmet, s ezek legtisztább meg-
fogalmazását is adja a mozgásegyenlet formájában (ha nem is mondja így ki minden tan-
könyv). Megmaradási törvényeket állít fel (lendület, energia, perdület), értelmezi az elektromos- és a hővezetést, tanítja a hőtan főtételeit, a hullámtant és a fénytant.

A kémia ezen témák jelentős részének egyrészt szép illusztrációja lehetne, másrészt ugyanilyen lényeges lenne az, hogy a kémia is megalapozást nyerhetne, különösen az atomszerkezet, az anyagszerkezet vonatkozásában.

Mivel foglalkozik a fizika, illetve mivel foglalkoznak napjainkban a fizikusok?

A legújabb tudományos eredményekről magyar nyelven tudóstól szaklap, a Fizikai Szemle, amelyet a tanárkollegák is jól ismernek, 1996-ban megjelent cikkeit átanulmányozva megállapítható, hogy azoknak több mint 20%-a interdiszciplináris és ezen belül

is kiemelkedő részarányt alkotnak a környezetvédelemmel kapcsolatos cikkek. A hagyományos értelemben vett fizikai témákon kívül nagyon sokan foglalkoznak a biológia különböző területeivel (mint az idegrendszer tanulmányozás, radioaktív vizsgálati módszerek stb.), a kémia területével (mint pl. a makromolekulák szerkezete), a geológiával, de demográfiai problémákkal és az egész emberiséget érintő globális kérdésekkel is (mint üvegházhatás, ózonlyuk, savas eső). A kiírt PhD témák jelentős része is interdiszciplináris, nagy százalékukban környezeti jellegű.

A tudományok rohamos fejlődése magával vonja a specializációt. Az új felismerések megjelennek a tankönyvekben. A fejlődés azonban a klasszikus tudományterületek határterületén alakul ki. Azok a technikai eszközök, természettudományos ismertek, amelyek lehet, hogy meghatározzák a 21. század életét, napjainkban talán még meg sem születtek.

Az összehangolás szükségessége és lehetőségei

Pedagógiai oldalról közelítve a problémát, a vizsgálatok szerint az ember gondolkodási folyamait tanulmányozva megállapították, hogy milyen nehéz a transzfer az emberi agy számára. Például ha egy algoritmust „megtanítanak” egy számítógépnek, akkor azt egyformán jól használja a legkülönbözőbb problémák megoldásában. Nem így az ember. Gyakran tapasztalható, hogy a matematikából ismert összefüggéseket az adott órán jól alkalmazzák a diákok, de ugyanaz fizikaórán már nehézséget okoz.

Az életben mutatkozó problémák megoldásához elkerülhetetlen a transzfer, annál is inkább, mivel nem tudunk diákjaink számára minden elképzelhető probléma megoldásához kész receptet adni. Vagyis ezt a képességet fejleszteni kell! Erre kiváló lehetőség, hogy a logikailag összetartozó dolgokat egyszerre tanítjuk, bemutatva azok különböző oldalát. Ezért szükséges lenne e két tantárgyat összehangolni, de úgy, hogy kitekintést adjunk, és egyben megalapozást nyújtunk a biológia és a földrajz számára, illetve a társadalmi vonatkozásokra is utalunk. A következő gondolatsor egyfajta megoldást jelenthet.

Az 1–6. osztályban az egységes „Természetismeret” jellegű tantárgy bevezetését tartjuk indokoltnak. A 7–8. évfolyamon viszont talán azért érdemes a szétválasztást megtenni, hogy bevezessük, megmutassuk az egyes tudományterületek sajátos megközelítési módszereit, megalkossuk a jellegzetes fogalomkészletet, jelölésrendszert. A fizika fő témái a mechanikából haladó mozgás leírása, az elektromosságtan és a hőtan legfontosabb törvényszerűségei köré összpontosulnak. A kémiának az anyagok csoportosítását, rendszerezését, a jellegzetes átalakulásokat kell bemutatnia (mint keverékek, elemek, vegyületek – elsősorban szervetlen vegyületek, kémiai reakciók), a szükséges kémiai jelrendszerrel.

A koordinációról természetesen itt sem szabad lemondanunk. Az elektromosságtani részek egyes elemei, mint a vezetők és szigetelők, az elektromos áram vegyi hatásai, az áramvezetés mechanizmusa mindkét tantárgyban szerepelnek. A hőtani ismeretek esetében pedig a kémiai reakcióhő fogalmát is szerepeltetni kell. A feldolgozás módjától függ, hogy az adott fogalom hol szerepel előbb, de az mindenképpen kívánatos, hogy azt a másik tantárgy hasznosítsa, mint előzetes ismeretet.

A 9–10. évfolyamon kémiából tovább kell bővíteni az atomszerkezeti ismereteket; a tananyag a szerves kémia tematikus feldolgozása. Fizikából a korábban elkezdett mechanikai ismeretek kibővítése a feladat (mint görbevonalú mozgás, rezgőmozgás, hullámmozgás), az optika elemei, sokaság és atomfizikai ismeretek feldolgozása. A fizika ebben a szakaszban sok segítséget nyújthat a kémia számára egy kvantummechanikai atommodell megalkotásában, amelynek segítségével fel lehet építeni a molekulákat, ionokat és végül a halmazokat. Vagyis az anyagszerkezeti részeket közösen érdemes feldolgozni. Ezzel elkerülhetők a felesleges ismétlődések is.

A következő gondolatmenetet ajánljuk ott, ahol egyetlen tantárgyat tudnak szervezni a 9–10. évfolyam részére a NAT-ban előírt fizika és kémia témákra:

Fizika-Kémia 9. évfolyam

- A természettudományos megismerés módszerei
- Görbevonalú mozgások
- Forgómozgás
- Az ember energia-felhasználása
- Rezgések és hullámok
 - Rezgések
 - Hullámok
- A fény
 - Visszaverődés, törés
 - Interferencia, elhajlás, az elektromágneses színek
 - Az optikai leképezés
- A részecskék felépítése
 - Az elektron és a fény lehetséges modelljei
 - Az atom új modellje
 - A periódusos rendszer értelmezése
 - Ionok
 - Molekulák
 - Fényforrások
- Anyagi halmazok
 - A nyomás
 - Gázok

Fizika-Kémia 10. évfolyam

- Kölcsönhatás, folyadékok
 - A folyadékok modellje
 - Kölcsönhatás a részecskék között
 - A kémiai egyensúly
 - Kémhatás
- Szilárd anyagok
- Elektrokémia
 - Vezetők és szigetelők
 - Galvánelemek
 - Elektrolízis
- Az óriásmolekulák
 - A legegyszerűbb szerves vegyületek
 - Miért különleges a szénatom?
 - Telített szénhidrogének
 - Telítetlen szénhidrogének
 - Aromás szénhidrogének
 - Idegen atom a szénláncban
 - Oxigéntartalmú szénvegyületek
 - Nitrogéntartalmú szénvegyületek
 - Óriásmolekulák az élő szervezetben
 - Szénhidrátok, az élő szervezet tápanyagai
 - Fehérjék
 - Információáramlás a molekulákban
- Az atommag
 - Magerő
 - Radioaktivitás
 - A nukleáris energia
 - A csillagok belsejében

A megismerési módszerekről való beszélgetés után a mechanikai fejezet feldolgozása következik. A rezgések és hullámok fejezete után, annak szerves folytatásaként következik a fénytán, majd az elektront tesszük meg vizsgálatunk tárgyává. A hullámokban előzetesen megtanítjuk azokat az ismereteket (állóhullámok), amelyekre szükség van a kvantummechanikai atommodell kialakításához. Az elektron hullámmodelljének felhasználásával az atom- és molekulapályákat állóhullámokkal modellezzük, ami szemléletes képet tud nyújtani az atomi rendszerekről és amelynek segítségével a tapasztalatok széles köre értelmezhető. E modell segítségével megérthetjük a periódusos rendszert, értelmezhetjük az s , p , d és f mező elemeinek elektron szerkezetét, csakúgy, mint a kémiai kötés létrejöttét, az ionok, különösképpen a negatív ionok kialakulását, a molekulák alakját. Ilyen, fizikai előkészítés után a kvantumszámok jelentése is világosabb lesz a tanulók számára, s nem kelti „bemagolandó számmisztika” benyomását. Vegyük észre továbbá, hogy nem nehezebb, mintha megállnánk a Bohr-modellnél, amely lehet, hogy egyszerűbb, de nagyon sok kérdést nyitva hagy. A hullám tanulóanyag után véleményünk szerint nem szabad „visszalépni” és fel nem használni azt modellként az atomszerkezet leírásához! Így csak egyszer kell foglalkozni a kérdéssel, nem pedig külön-külön tanórákat szánni rá, aminek az is következménye lehet, hogy a tanuló fejében külön jelenik meg egy „fizikai” és külön egy „kémiai” atom.

A halmazok feldolgozását szintén célszerű közösen, egy időben megtenni, mivel felesleges külön foglalkozni például a gázokkal egyszer a kémiaórán, majd valamikor máskor a fizikaórán. A termodinamika főtételeit szintén azonosan kell tanítani a két tárgyban, a kémiai példák szép illusztrációként szolgálhatnak.

Cél

A részecskesokaság jellemzőinek leírása és az ehhez szükséges fogalomkészlet megalkotása.

Követelmények

A legfontosabb gázok és tulajdonságainak ismerete: ismerni a földi légkört alkotó gázokat, hidrogén, szén-dioxid, nemesgázok, metán, ammónia, kén- és nitrogén oxidjai (min.). Előállítani és kimutatni tudni a kísérletileg vizsgált gázokat (opt.).

Boltzmann-állandó: ismerni a gáztörvényben szereplő állandó értékének nagyságrendjét (min.). Tudni azt feladatmegoldásokban alkalmazni (opt.). Tudni, hogy a hőmérséklet korábban bevezetett egységét rögzíti (max.).

Különböző bolygók légköre: ismerni a légkört alkotó legfontosabb gázokat (min.). Tudni, hogy a Vénusz magas felszíni hőmérséklete üvegházhatás következménye (opt.).

A légkör szennyeződését okozó gázok: tudni a szén-dioxid, a kén-dioxid és a nitrogén-oxidok keletkezését és légköri hatásait (min.). Ismerni a kéntelenítés lehetőségeit (opt.).

Üvegház: ismerni a jelenséget és tudni, hogy azt elsősorban a szén-dioxid gáz okozza (min.). Tudni az ezzel kapcsolatos molekulaszervezeti magyarázatot (max.).

Fogalmak

A gázok térfogata, nyomása, a részecskék darabszáma és a gáz hőmérséklete: a diákoknak legyen szemléletes képük az ideális gáz modelljének használatával kapcsolatban (min.). Legyen kvantitatív képük a nyomás és a hőmérséklet esetében (max.).

Parciális nyomás: ismerjék a fogalmat (min.). Alkalmazzák azt feladatmegoldások során (opt.).

Szabadsági fok: ismerni a definíciót (min.). Ismerni annak használatát a fajhőértékek magyarázata során (opt.).

Hőkapacitás és fajhő: a diák ismerje a definíciókat (min.). Alkalmazza azt feladatmegoldások során (opt.). Tudja, hogy gázok esetében kétfélet ismerünk (opt.). Néhány gáz esetében kvantitatív becslést tudjon adni (max.).

Összefüggések, törvények

A gázok állapotegyenlete: a diák ismerje a gázok állapotjelzői közti összefüggést, és képes legyen azt szemléletesen magyarázni (min.). Alkalmazza azt egyszerű feladatmegoldások során (min.). Alkalmazza igényesebb feladatok megoldása során (opt.).

A gázhőmérséklet definíciója: a diák tudja, hogy a nyomást a térfogat és a részecskeszám segítségével definiáljuk (min.). Tudja, hogy az állandót úgy választjuk meg, hogy az így kapott hőmérsékletérték egyezzen az eddig használt értékekkel (opt.).

Avogadro törvénye: a diák ismerje a törvényt (min.). Alkalmazza azt egyszerű feladatmegoldások során (min.). Alkalmazza igényesebb feladatok megoldása során (opt.).

A gáz hőmérséklete és a részecskék mozgásának kapcsolata: a diák tudjon erről a kapcsolatról és ismerje annak szemléletes magyarázatát (min.). Tudja azt feladatmegoldásokban alkalmazni (max.).

A termodinamika I. főtétele: a diák ismerje föl és tudja azt a gázokra alkalmazni (min.). Tudja feladatmegoldások során is alkalmazni (opt.).

A gázok kétféle fajhője: a diák képes legyen a gázok kétféle fajhőjének magyarázatát adni (opt.). Tudja, hogyan kell azt a kinetikus gázelmélet felhasználásával, egyszerű esetekben adott anyagmennyiségre meghatározni (max.).

A fajhő függése a részecsketömegtől és -alaktól: a diák ismerje annak szemléletes magyarázatát (min.). A kinetikus gázelmélet felhasználásával, tudja egyszerű esetekben adott anyagmennyiségre meghatározni a fajhőt (max.). Tudjon részecsketömeget számolni a fajhőadatokból (max.).

Képességek, készségek

A diák lássa, hogy a természet egységes egész, a különböző tudományok által használt fogalomkészlet egy része pedig közös.

Fontos a kísérletek, vizsgálatok megtervezésében és a kísérleti eszközök használatában való jártasság továbbfejlesztése.

Feladatmegoldások esetében gondot kell fordítani az SI mértékegységrendszer használatának további elmélyítésére.

Attitűdök

A természetet óvó magatartás további erősödése, fejlődése.

Tartalom

Olyan állapotjelzők bevezetése, amelyeknek kifejezetten csak a részecskesokaság esetében van értelme (mint a gázok térfogata, nyomása és hőmérséklete). A gázok állapotjelzői közti összefüggés magyarázata a részecskemodell segítségével.

A feldolgozás során lényeges elem legyen a sok-sok kísérlet, illetve a feladatok, problémák megoldása. A kísérletek előtt a diákok mindig alkossanak előzetes hipotézist, használják az ideális gáz modelljét. A téma végén finomítsuk a golyómodellt az atom- és molekulaszervezet ismeretek felhasználásával.

Tevékenységek:

- különböző gázok előállításra csoportmunkában, jellemzésük;
- ideális gázmodell megalkotása, állapotjelzők;
- a hőmérséklet definiálása, az állapotjelzők közti összefüggés az ideális gázmodell alapján, majd kísérleti ellenőrzés;
- felfújt léggömb hűtőszekrénybe helyezése, majd kerületének 10 percnkénti megmérése, a mérési eredmények grafikus megjelenítése, azok értelmezése, az előzetes hipotézissel való összevetése;
- kísérletek Melde-csővel;
- tele, majd üres szifonpatron tömegének megmérése;
- szén-dioxid móltömegének meghatározása;
- feladatmegoldások;

- a különböző gázok fajhője és a molekulák alakja közti összefüggés, az ideális gázmodell finomítása;
- a Naprendszer bolygóinak légköre, csoportmunka;
- az üvegházhatás és következménye, csoportmunka;
- a légkör szennyeződése, csoportmunka.

Kiegészítő, illetve a differenciált fejlesztéshez ajánlott témák és tevékenységek

Kiegészítő anyagba kerülhet a kinetikus gázelmélet kvantitatív tárgyalása, amely az érdeklődőknek, illetve azoknak ajánlható, akik matematikából jó eredményt értek el. Érdekesség, hogy számszerű eredményeket kaphatunk, amelyek megfelelőképpen egyeznek a tapasztalattal, így mindenképpen célszerű rávilágítanunk ezekre:

- a hőmérséklet kinetikus értelmezése;
- a gázok energiaváltozása;
- a gázok kétféle fajhője, a mólhő becslése, majd összevetése a mérési eredményekkel;
- reális gázok, van der Waals-egyenlet;
- a szél és a szélrendszerek a Földön;
- a légszennyezések;
- a gázcsere az élőlényeknél;
- a gázok a világűrben (csillagközi gázok, különböző bolygók légköre);
- a mai földi légkör kialakulása.

Kapcsolatok

Biológia: légzés, gázcsere.

Földrajz: légkör, az időjárás néhány eleme, légszennyezés.

Vannak olyan részek, amelyek majdnem egyértelműen hozzárendelhetők valamelyik tantárgyhoz, mint a mechanika vagy a magfizika a fizikához, a szerves kémia pedig a kémiához. Tejes mértékű elhatárolódás ezekben az esetekben sem lehetséges, hiszen a szerves kémiához biológiai részek kapcsolódnak, a magfizikához pedig a kémiai és biológiai részekon kívül földrajzi és társadalmi vonatkozások is.

A fogadtatás, a megvalósítás lehetőségei

Elképzelésünkön valószínűleg több kolléga megütközik, mondván, hogy kik tudnak ilyen szellemben oktatni. Továbbá ez a módszer teljes mértékben különbözik a megszokott magyar hagyományoktól. Miért kell megváltoztatni a tantárgyi rendszert, egy ilyen jellegű próbálkozás „csak zavart kelthet egy iskolában”, elegendő legfeljebb csak annyi, ha egyik tantárgy hivatkozik a másikra. A tanuló majd összerakja a fejében az összetartozó részeket, én is így csináltam, tehát ez a gyerekeimnek is jó lesz.

Nem tudom, hogy valójában hány kolléga gondolkodik így, de tény, hogy a fizika részéről a kereszthivatkozások elég ritkák a kémiára és a többi természettudományra. A kémia viszont sokszor hivatkozik a fizikára, hiszen nagy szüksége van a fizikai alapokra, az azonban nem biztos, hogy a fizikaórákon már valóban feldolgozták a gyerekek a szükséges ismereteket.

A megoldás valójában az lehet, hogy amennyiben kémia–fizika szakos a kolléga, akkor talán célszerű, ha integrált módon tanít, ahol az természetesen szakmailag indokolt, esetleg az általunk kínált felépítés szerint. Amennyiben nem, akkor a koordináció lehet az egyetlen megoldás, a két kolléga állandó konzultációjával. Ebben az esetben a következő tananyag-felépítés javasolható:

FIZIKA 9	KÉMIA 9
A természettudományos megismerés módszerei	
Periodikus mozgások	Kémiai átalakulások
görbevonalú mozgások forgómozgás rezgések hullámok	mennyiségi ismeretek Kémiai egyensúlyok a kémiai egyensúly kémhatás
A fény visszaverődés, törés interferencia, elhajlás az elektromágneses színek az optikai leképezés	Elektrokémia vezetők és szigetelők galvánelemek elektrolízis
A részecskék felépítése az elektron és a fény lehetséges modelljei atomok, a periódusos rendszer fényforrások	Atomok és molekulák az elektron és modelljei atomok, a periódusos rendszer értelmezése ionok, molekulák
FIZIKA 10	KÉMIA 10
Az ember energiafelhasználása	Kölcsönhatás, halmazok
Anyagi halmazok a nyomás gázok folyadékok szilárd anyagok	A legegyszerűbb szerves vegyületek telített szénhidrogének telítetlen szénhidrogének aromás szénhidrogének
Kalandozások az atommag birodalmában magerő radioaktivitás mindenhol a nukleáris energia a csillagok belsejében	Idegen atom a szénláncban oxigéntartalmú szerves vegyületek nitrogéntartalmú szerves vegyületek Óriásmolekulák az élő szervezetben szénhidrátok fehérjék molekuláris információátvitel

Azok a témák, amelyek a koordinációt igénylik, ebben az esetben közel azonos időben kerülhetnek feldolgozásra, illetve megfelelően előkészíthetők. Az egyik ilyen rész az

atomszerkezet elemei. Elképzelésünk szerint addig, amíg a fizika megteremti a szükséges alapfogalmakat, a kémiaórákon csak olyan anyagrészek kerülnek feldolgozásra, amelyek nem igénylik a kvantummechanikai atommodell ismeretét. A különböző halmazok feldolgozása megint csak úgy célszerű, ha egy időben történik a kétféle (fizika- és kémia-) órán, illetve ebben az esetben a kémia tárgyalhatja először a különböző kölcsönhatásokat. Az ember energiafelhasználásának áttekintése előkészíti a fosszilis tüzelőanyagokkal való foglalkozást, illetve a későbbi magfizika tananyagot. Ezekben a tanítási időszakokban célszerű sokat konzultálni egymással a két kollégának, megbeszélni, hogy ki mely részeket mennyire részletesen dolgozza fel, megosztani egymást közt a tanítási anyagot.

Hasonlóképpen érdemes a koordinációt megvalósítani egy iskolán belül a többi természettudományos tantárgy esetében is (például a különböző környezetvédelmi kérdések, globális problémák és megoldási lehetőségek, mint víz- és levegőszennyezés, üvegházhatás, az UV-sugárzás hatásai és mérési módszerei, különböző gyakorlati problémák stb. kérdéseket illetően). Mit tud tenni ezek megoldásában a fizikus, a vegyész, a biológus, illetve milyen háttérismeretekre van szüksége? El lehet gondolkozni azon is, hogy egy-egy komplex téma feldolgozásakor nem célszerű-e olyan órákat is tartani, vagy egyéb foglalkozásokat szervezni, ahol egyszerre több tanár is van az osztályban. Például az energia fogalmának kialakításában sokat segíthet a következő gondolatmenet:

Energiatároló rendszerek

- A különböző kölcsönhatásokban tárolt energia
- Kémiai kölcsönhatás és nukleáris kölcsönhatás

Energiatároló molekulák

- Szénhidrogének
- Zsírok
- Szénhidrátok

Az energia előállítás

- Az elektromos energia előállítása
- Generátor
- Az elektromos energia szállíthatósága
- Elektromágneses hullámok
- Rádiótechnika, hírközlés

Fosszilis energiahordozók

- Szén, szénhidrogének

Megújuló energiaforrások

- Nap, szél, víz...

Atomerőművek

Az energia szétszóródása

Környezeti hatások

- Kockázatelemzés

Energia és élet

- A növényi fotoszintézis

Az energia termelése az élő szervezetben

- Az energia raktározása
- Az energia felhasználása
- Szabályozott energiaáramlás
- Tápláléklánc

A helyi tantervek elkészítésénél a fent említett szempontokat is figyelembe lehet venni. Ez valószínűleg többletfeladatot ró a tanárookra, de úgy gondoljuk, a gyerekek érdekében megéri a fáradságot.