

A természettudományos gondolkodás fejlesztése kutatásalapú oktatási módszerrel

Szakdolgozat
Tanári mesterképzés

SZÉL NIKOLETTA

Témavezető: Dr. Kiss Edina, mesteroktató

ELTE TTK Kémiai Intézet, Analitikai Kémiai Tanszék



Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest
Természettudományi Kar
Kémiai Intézet
2018

Tartalomjegyzék

Tartalomjegyzék.....	2
Köszönetnyilvánítás	3
1. Bevezetés.....	4
2. Irodalmi áttekintés.....	6
2.1 A mai magyar természettudományos oktatás	6
2.1.1 A jelenleg érvényes Nemzeti alaptanterv és a kerettantervek	6
2.1.2 A PISA-mérések legutóbbi eredményei.....	7
2.2 A kutatásalapú tanulás	11
2.3 A kutatásalapú tanulás hazai megvalósítása	13
3. Kutatásalapú tanulási módszert alkalmazó tanulói feladatlapok és tanári útmutató bemutatása	16
3.1 A feladatlapok megtervezése.....	16
3.2 A „Mire jó még a tűzijáték?” című feladatlap kipróbálásának tapasztalatai.....	18
3.2.1 A kipróbálás körülményei.....	18
3.2.2 A feladatlapok megoldásainak elemzése	19
3.2.3 A kísérlettervező feladat megoldásai	20
3.2.4 A kutatócsoport tanárainak véleménye és módosítási javaslatai	21
4. A tanulók által megírt utóteszt kipróbálása és javasolt korrekciói.....	23
Szakedolgozat összefoglaló	27
Summary	28
Felhasznált irodalom	29
Mellékletek.....	31
1. melléklet: „Mire jó még a tűzijáték?” című feladatlap a lektorálás előtt	31
2. melléklet: „Mire jó még a tűzijáték?” című feladatlap a lektorálás után.....	46
3. melléklet: A Magyar Tudományos Akadémia Tantárgypedagógiai Kutatási Programja keretében készült 2018-2019 évi utóteszt és megoldókulcsa	61
4. melléklet: A Magyar Tudományos Akadémia Tantárgypedagógiai Kutatási Programja keretében készült 2018-2019 évi javított utóteszt és megoldókulcsa.....	68

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnék köszönetet mondani témavezetőmnek, Dr. Kiss Edina mesteroktatónak és Dr. Szalay Luca egyetemi adjunktusnak, az MTA-ELTE Kutatásalapú Kémia tanítás Kutatócsoport vezetőjének, akik lehetővé tették, hogy részt vegyek a kutatócsoport munkájában, és szakmailag támogattak a dolgozat elkészítése során.

Köszönettel tartozom a „Megvalósítható kutatásalapú kémia tanulás” projekt lektorainak és tanárainak, akik észrevételeikkel, tanácsaikkal segítették munkámat. Kutatásukhoz további sok sikert kívánok!

Köszönöm családom és barátaim tanulmányaim során nyújtott biztatását, odaadó támogatását.

1. Bevezetés

Hazánkban a 20. századi tartalom- és ismeretközpontú oktatási modellt, és az ezredvég kompetenciaalapú tanítási, tanulásszervezési módszereit a kétezres években a két pólus közti egyensúlyra való törekvés váltotta fel. Oktatáspolitikánk jelenlegi álláspontja az, hogy bizonyos rendszerezett ismeretek és fogalmak (közműveltségi tartalmak) és az ezen ismeretekkel kapcsolatos feladatok elvégzéséhez szükséges képességek, készségek, attitűdök (kompetenciák) elsajátítása egyaránt fontos.

A magyar oktatási modell megújulásával párhuzamosan azonban a természettudományos oktatásra szánt iskolai időkeret az utóbbi évtizedekben csökkent. A jelenleg érvényes 2012-es Nemzeti alaptanterv (a továbbiakban Nat) és az ehhez írt kerettantervek ismeretanyaga viszont nem csökkent a rá fordítható idő arányában. Az időhiány pedig sajnos nyomást gyakorol az országban dolgozó természettudományokat oktató tanárookra.

A kérdés tehát az: hogyan tanítsuk meg rövid idő alatt a (vonatkozó jogszabályokat alkotók által) legfontosabbnak tartott ismereteket úgy, hogy a tanulók mindeközben a kijelölt kompetenciákat is elsajátítsák? Hogyan közelíthetjük meg a természettudományos oktatásban jeleskedő országokat, vagy egyáltalán hogyan érhetjük utol az európai átlagot például kémiaoktatás terén? A következő szalagcímek talán éreztetik, mennyire égető a probléma. Csak néhányat idézek a legutóbbi PISA-eredmények megjelenését követő cikkek címei közül: „Kijöttek a PISA-eredmények: rosszabb, mint valaha” (Index 2016), „PISA-felmérés: problémamegoldásban is a gyengék között a magyar diákok” (24.hu 2017), „PISA-felmérés: lesújtóak a magyar diákok eredményei” (Világgazdaság 2017), „Nem tudnak a magyar diákok jól együttműködni, állítja a PISA-jelentés” (Magyar Nemzet Online 2017). Bár az újságírók érzelmileg túlfűtött publikációit túlzásnak érezhetjük, a probléma lényegére sajnos pontosan rávilágítanak.

Dolgozatom céljaul persze nem a fenti kérdések megválaszolását tűztem ki, hanem megpróbálom egy olyan módszer (az *inquiry-based science education/teaching/learning*, röviden IBSE/IBST/IBSL, a magyarul használt kifejezés: kutatásalapú oktatás/tanítás/tanulás) használhatóságát körüljárni, mely a természettudományos oktatásban bekövetkezett negatív tendenciák ellen hathat.

A tanulási folyamat fontos része, hogy a tanulók a megszerzett ismereteket a gyakorlatban alkalmazzák. A természettudományos oktatásban kiemelt szerepet játszik a szemléltetés, kísérletezés módszere a jelenségek tudományos hátterének feltérképezése érdekében. Ahhoz azonban, hogy a tanulók jobban belelássanak a természettudományos munka

folyamatába, a kutatók tevékenységeibe, nem elég csupán bemutatni, majd megmagyarázni a kísérleteket. Sőt az sem feltétlenül elegendő, ha a diákok előre leírt receptek alapján tanulókísérleteket végeznek. A kutatásalapú tanulással a tanulók legalább részben átveszik az irányítást az általuk végzett természettudományos vizsgálat folyamata fölött. Egyszerűsített formájában is minimálisan az adott kísérlet(sorozat) egy részét maguk tervezhetik meg és értékelhetik. Ennek során megismerkednek a kísérletezés alapelveivel (pl. egyszerre csak egy paramétert változtatunk, kontrollkísérlet elvégzése, referenciaanyaggal történő összehasonlítás, a mérés hibája).

A kutatásalapú módszer alkalmazásával elmélyülhet a kísérlet elméleti ismeretanyaga, és egyúttal a tanulók természettudományos gondolkodása is fejlődhet. A tanulókísérletek elvégzése során a manuális tevékenységekkel javul a kézügyességük, a kísérleti eredmények elemzését követően pedig azok megfogalmazásával a fogalmazási készségük. A látványos, érdekes kísérletek motiváló erővel is bírhatnak.

2. Irodalmi áttekintés

2.1 A mai magyar természettudományos oktatás

2.1.1 A jelenleg érvényes Nemzeti alaptanterv és a kerettantervek

Magyarországon A nemzeti köznevelésről szóló 2011. évi CXCV. törvény rendelkezik a közoktatás nevelési-oktatási tartalmait, tantárgyi rendszerét és azok követelményrendszerit meghatározó dokumentumokról. Eszerint a Nemzeti alaptanterv (Nat 2012) határozza meg az egyes iskolatípusokban elsajátítandó műveltség tartalmát, a tanulók terhelhetőségét (napi és heti szinten is), a Nat-ban foglaltak érvényesülését pedig a kerettantervek (Kerettantervek 2012) biztosítják.

A Nat elsőként a köznevelés feladatait és értékeit határozza meg. Ezek közül kiemelnék néhányat, amelyek közvetlenül összefüggenek a természettudományok oktatásával:

- a tanulók legyenek képesek önálló tájékozódásra, véleményformálásra és cselekvésre,
- ismerjék meg és értsék a természeti jelenségeket,
- tekintsék értéknek és feladatnak az élővilág változatosságának megőrzését.

A dokumentumban megjelenik a fenntarthatóság, környezettudatosság, mint nevelési cél, és ezt (a többi meghatározott nevelési céllal együtt) az egyes műveltségi területek tartalmaiba, fejlesztési követelményeibe ágyazva kívánja megvalósítani.

A természettudományos neveléssel kapcsolatban így fogalmaz a Nat: *„A kísérletezés, a megfigyelés, a természettudományos gondolkodás differenciált fejlesztése és alkalmazása, a műszaki ismeretek hétköznapi életben is használható elemeinek gyakorlati elsajátítása a Nat kiemelten fontos tartalma.”* (Nat 2012: 10648) Emellett utal rá, hogy nemcsak a természettudományi ismeretek, hanem a természettudomány módszereinek elsajátítása is fontos szerephez jut a köznevelésben. A természettudományos nevelés célja, hogy a tanulók a megszerzett tudás segítségével képesek legyenek a valódi és az áltudományok megkülönböztetésére, mindennapi problémák értelmezésére és megoldására. Ezzel összhangban definiálja a természettudományos kompetenciát, mint elsajátítandó kulcskompetenciát a következőképpen: *„A természettudományos kompetencia az ismereteknek és készségeknek azt a rendszerét jelöli, amelynek megfelelő szintje lehetővé teszi, hogy megfelelő ismeretek és módszerek felhasználásával leírjuk és magyarázzuk a természeti jelenségek folyamatait, bizonyos feltételek mellett előre jelezve azok várható kimenetelét is.”* (Nat 2012: 10654). A szerzők kiemelik, hogy a természettudományi és technológiai alapfogalmak ismerete mellett fontos, hogy a tanulók megismerjék és értsék az emberi tevékenységek természetére gyakorolt hatásait, előnyeit, korlátait és kockázatait. Az elérendő

cél, hogy az áltudományos, vagy tudomány- és technikaellenes megnyilvánulásokkal szemben kritikus felnőtteket neveljünk, akik a hétköznapi életben is kamatoztatni tudják természettudományos ismereteiket.

A Nat tíz műveltségi területe közül a kémia tantárgy az Ember és természet műveltségterületbe tartozik, mely a természet és az azt megismerő ember kapcsolatát térképezi fel. Az általános iskolák 1-6. osztályaiban környezet- illetve természetismeret, 7-12. évfolyamokon pedig biológia, fizika és kémia tantárgyak adnak keretet az elsajátítandó tartalmaknak.

A nevelés-oktatás részletes célrendszerét, a tantárgyi rendszert iskola- és képzéstípusonként, az egyes tantárgyakra vonatkozó követelményeket, fejlesztési feladatokat és az elsajátításra felhasználható (kötelező és ajánlott) időkeretet a kerettantervek tartalmazzák. A jelenlegi kerettantervek 7-8. évfolyamra 108, 9-10. évfolyamra 144 kémiaórát írnak elő a kémiát nem emelt szinten oktató képzéstípusok számára. Ez a 7-8. osztályosok számára heti 1,5 órát, 9-10. osztályosok számára pedig heti 2 órát jelent.

2.1.2 A PISA-mérések legutóbbi eredményei

A világ oktatással foglalkozó szakemberei felismerték, hogy ahhoz, hogy a 21. század felelős állampolgárai lehessünk elengedhetetlen a természettudományok és a technika alapvető összefüggéseinek ismerete. Mindennapi életünk során gyakran kerülünk olyan döntéshelyzetbe, melynek kimenetele akár saját életminőségünket, akár Földünk helyzetét befolyásolja, és melynek mérlegelését bizonyos természettudományos vagy éppen műszaki ismeretek teszik lehetővé. Gondoljunk például csak arra, hogy milyen autót vásároljunk (hibrid, teljesen elektromos, benzines, dízeles, milyen üzemanyaggal tankoljuk meg), milyen fűtési rendszert alkalmazzunk otthonunkban, és ezzel kapcsolatban milyen biztonsági előírásokat kell betartanunk (hogy elkerüljünk egy esetleges szén-monoxid-mérgezést), de olyan egyszerű kérdések is felmerülhetnek bennünk, hogy valóban érdemes-e lúgos vagy éppen oxigénnel dúsított vizet vásárolni.

A PISA-mérések (*Programme for International Student Assessment*, azaz nemzetközi tanulói teljesítménymérő program) alapvető célkitűzése az, hogy valós képet formáljon a világ 15 éves tanulóinak szövegértési, matematikai és természettudományos gondolkodásáról, és erről megfelelő tájékoztatást nyújtson az adott országnak. (Balázs és mtsai. 2007) Ezek a vizsgálatok a diákoknak nem csak a természettudományos tudását mérik, sokkal inkább azt, hogy az iskolában megszerzett ismereteiket milyen mértékben tudják saját magukat, közvetlen környezetüket, vagy az egész világot érintő kérdések megválaszolása során alkalmazni.

A PISA mindennek összefoglalására egy új fogalmat definiált, az alkalmazott természettudományi műveltséget (*scientific literacy*):

„Az alkalmazott természettudományi műveltség az egyénnek az a képessége, hogy a természettudományi ismeretek és azok alkalmazása segítségével képes kérdéseket feltenni, új ismereteket elsajátítani, meg tud magyarázni természettudományi jelenségeket, és megfogalmaz természettudományi problémákkal kapcsolatos, bizonyítékokkal alátámasztott következtetéseket. Az egyén megérti az emberi tudásként és emberi felfedezők munkaként is értelmezhető természettudományok jellemző tulajdonságait, és azt, hogy a természettudományok és a technika hogyan alakítja fizikai, szellemi és kulturális környezetünket. Megfontolt állampolgárként hajlandó magát elkötelezni természettudományi vonatkozású problémák és természettudományos elméletek mellett.” (Balázs és mtsai. 2007: 12).

Az az igény, hogy a diákok alkalmazott természettudományi műveltsége fejlődjön, alapvetően összhangban van a 2012-es Nat-ban megfogalmazott elérendő kulcskompetenciákkal és természettudományos kompetenciákkal, így hazánkban is nagy jelentőséget tulajdonítanak a mérési eredmények kiértékelésének, és a feltárt problémák megoldási javaslatainak.

A jelenleg érvényes Nat-hoz hasonlóan a PISA-mérés fontos elemei a természettudományos kompetenciák. A vizsgálatban a következő kompetenciák kapnak kiemelt szerepet:

- természettudományi problémák felismerése (az adott kérdés természettudományosan vizsgálható-e, a vizsgálathoz milyen információk szükségesek, és ehhez hogyan lehet hozzájutni, illetve mik a természettudományi vizsgálatok főbb tulajdonságai)
- jelenségek természettudományi magyarázata (az ehhez szükséges ismeretek összegyűjtése és alkalmazása, a jelenség leírása és tudományos magyarázata a meglévő ismeretek alapján)
- természettudományi bizonyítékok alkalmazása (kísérleti eredmények, bizonyítékok azonosítása és értelmezése, ezekből megfelelő következtetés levonása, ezek mindennapi élethez köthető következményeinek megítélése).

A vizsgálat egy másik fontos eleme, hogy méri a tanulók természettudományok iránti attitűdjét is. A személyes érintettség érzése növelheti az érdeklődést ezen tantárgyak iránt. Fontos azt is szem előtt tartani, hogy ezek a gyermekek akkor lehetnek igazán hasznos tagjai a társadalomnak, ha van arra igényük, hogy a világ nem megoldott (természettudományos)

problémáira választ keressenek. Az egyes feladatokon elért eredményeik alapján a tanulókat hat csoportba sorolják, melyek egy-egy képességszintnek felelnek meg.

1. szint: természettudományi ismereteiket csak jól ismert szituációkban tudják alkalmazni
2. szint: ismerős helyzetekben megfelelő magyarázat megfogalmazására, egyszerű vizsgálatok, vizsgálati eredmények elemzésére képesek
3. szint: képesek az érthetően megfogalmazott természettudományi problémákat azonosítani, a magyarázathoz szükséges adatokat, vizsgálati módszereket kiválasztani, és használni
4. szint: a természettudományos kérdéseket, magyarázatokat valós élethelyzetekhez tudják kapcsolni, természettudományi ismeretek alapján meghozott döntéseiket képesek megfogalmazni
5. szint: az összetett élethelyzetek természettudományi vonatkozásait képesek felismerni, ezekre a helyzetekre megoldásokat keresni, azokat összehasonlítani, ismereteiket megfelelően össze tudják kapcsolni egy helyzet kritikai mérlegelése érdekében
6. szint: fejlett gondolkodási és érvelési képességgel rendelkeznek, következetesen alkalmazzák természettudományos ismereteiket a megfelelő élethelyzetekben, döntéseiket a megfelelő adatok összekapcsolásával képesek alátámasztani, ismeretlen problémák megoldásának érdekében képesek a megfelelő természettudományos és technikai ismereteiket felsorakoztatni és alkalmazni (Balázs és mtsai. 2007)

	magyar diákok az adott képességszinten, vagy felette (%)	OECD országok diákjai az adott képességszinten, vagy felette (%)	eltérés (%)
1. szint	97,3	94,8	+2,5
2. szint	85,0	80,8	+4,2
3. szint	58,9	56,7	+2,2
4. szint	27,8	29,3	-1,5
5. szint	6,9	9,0	-2,1
6. szint	0,6	1,3	-0,7

1. táblázat

A magyar diákok, valamint az OECD országok tanulójának képességszintek szerinti eloszlása a 2006-os PISA-mérés eredményei alapján (Balázs és mtsai. 2007)

Az 1. táblázat adataiból látszik, hogy a magasabb képességszinteket (4-6.) a 2006-os mérésen a magyar diákok kisebb hányada érte el az OECD országokban felmért összes tanuló megfelelő arányszámához képest. A természettudományos teszt átlagpontszámához

viszonyítva a magyar tanulók kiemelkedően jó eredményt értek el a legtöbb ismeretet mérő alteszten (legjobban a fizikai rendszerek, illetve a Föld és a világegyetem rendszerei területen), azonban a kompetenciákat mérő altesztek pontszámai (különösen a természettudományi problémák felismerése és a természettudományi megismeréssel kapcsolatos ismeretek) elmaradtak az átlagpontszámtól.

Kompetenciák	Természettudományi problémák felismerése	-21,3
	Jelenségek természettudományi magyarázata	+14,2
	Természettudományi bizonyítékok alkalmazása	-6,9
Ismeretek	Természettudományi megismeréssel kapcsolatos ismeretek	-11,9
	A Föld és a világegyetem rendszerei	+8,6
	Élő rendszerek	+5,2
	Fizikai rendszerek	+29,2

2. táblázat

A magyar tanulók természettudományos alteszteken elért átlagpontszámainak eltérése a teljes természettudományi területen elért átlagtól (504 pont) – PISA 2006

Mindezekből arra következtethetünk, hogy a magyar természettudományos oktatás hagyományosan inkább a lexikális tudás megszerzésére, és nem a kutatási folyamat természetének megismerésére, a tanulók által megszerzett ismeretek alkalmazására, gyakorlati jellegű kérdések kritikai körüljárására helyezi a hangsúlyt. 2006 óta a magyar tanulók természettudományos teszteken elért pontszámai csökkenő tendenciát mutatnak: az átlagpontszám 2009-ben 503 pont (Balázs és mtsai. 2010), 2012-ben 494 pont (Balázs és mtsai. 2013), 2015-ben pedig 477 pont volt (Ostorics és mtsai. 2016), és a magasabb képességszinteket elérő diákok százalékos megoszlása is csökkent az elmúlt 12 évben (az erre vonatkozó adatokat a 3. táblázat tartalmazza). Mindemelllett Magyarország azon államok közé tartozik a 2006-os felmérés szerint, ahol a teljesítmények iskolák közötti eltérése másfélszerese az OECD-átlagnak, és a legutóbbi négy mérés eredményei szerint a magyar tanulók eltérő szocioökonómiai státusza jelentős összefüggést mutat az eltérő teszteredményekkel.

	2006 magyar diákok az adott képeszsíngzinten, vagy felette (%)	2009 magyar diákok az adott képeszsíngzinten, vagy felette (%)	2012 magyar diákok az adott képeszsíngzinten, vagy felette (%)	2015 magyar diákok az adott képeszsíngzinten, vagy felette (%)
4. szint	27,8	22,7	18,7	21,2
5. szint	6,9	6,0	5,5	4,6
6. szint	0,6	0,6	0,5	0,3

3. táblázat

A 4-6. képeszsíngzinteket elérő magyar diákok száralékos megoszlása az elmúlt 12 év PISA-mérésein (Balázs és mtsai. 2007, 2010, 2013, Ostorics és mtsai. 2016)

Szükséges tehát megvizsgálnunk, hogy hogyan érhető el, hogy a magyar diákok természettudományos kompetenciái fejlődjenek, érdeklődésük növekedjen, és hogy hogyan elégíthetik ki természettudományokat oktató pedagógusaink a megváltozott nevelési-oktatási igényeket az adott feltételek között. Új módszerek bevezetése esetén szem előtt kell tartanunk a költségek minimalizálását, hogy szűkösebb anyagi keretek között is megfelelő fejlődést biztosíthassunk a tanulók számára. Figyelembe kell venni a kémiát oktató tanárok terheit is: gyakran laboráns nélkül kénytelenek dolgozni, így egy-egy gyakorlati foglalkozás esetén az előkészítő műveletek, a mosogatás és rendrakás is rájuk marad, a nevelés-oktatással lekötött munkaidőn kívüli tevékenységek (adminisztráció, osztályfőnöki feladatok, minősítő eljárásban való részvétel, értekezletek stb.) mellett.

2.2 A kutatásalapú tanulás

A PISA-mérések felépítése, módszertana is azt mutatja, hogy jelenleg a gyakorlatban is alkalmazható ismeretek átadása világszerte a természettudományos oktatás egyik kiemelt célja. Azon módszereket, amelyek a tudományos kutatások menetének megismerésén, és a természettudományos vizsgálati módszerek elsajátításán alapulnak, az angolszász szakirodalom *inquiry-based science education* (röviden IBSE) összefoglaló névvel illeti, melyre a magyar szakirodalomban a kutatásalapú tanulás kifejezés használata terjedt el.

Uno (1990) szerint ezen módszerek segítségével a tanulók önálló fizikai tevékenység során fedezhetnek fel és érthetnek meg természettudományos összefüggéseket. A tanár feladata nem az elsajátítandó ismeretek közvetlen átadása, hanem hogy irányítsa a tanulók munkáját és az eredmények megvitatását. Uno feltételezi, hogy az ilyen tevékenységek eredményeként a diákok kritikus gondolkodása fejlődik, és a későbbiekben képesek lesznek egy probléma

megoldásához vizsgálatot tervezni, a kapott adatokat feldolgozni, megfelelő következtetéseket levonni, általánosítani, és racionális döntéseket hozni a rendelkezésükre álló információk alapján.

Olson és Loucks-Horsley tanulmányában a természettudományos vizsgálatokat, mint összetett tevékenységeket tüntetik fel, mely során a tanulók *„megfigyeléseket tesznek, kérdéseket fogalmaznak meg, információkat gyűjtenek, vizsgálatokat terveznek, a kísérleti eredmények alapján felülvizsgálják korábbi ismereteiket, a kapott adatokat összegyűjtik, kiértékelik és értelmezik, válaszokat, magyarázatokat adnak a feltett kérdésekre, megfogalmazzák előrejelzéseiket és eredményeiket”* (Olson és mtsa. 2000: 13-14). Tanulmányukban azt is megjegyzik, hogy bár a kutatásalapú tanítás fontos módszere a természettudományos oktatásnak, nem ajánlatos kizárólagosan alkalmazni, az ismeretek és kompetenciák megfelelő átadásának, kialakításának érdekében érdemes változatos módszereket használni.

Minner és munkatársai (2010) 138 tanulmányt elemeztek (az 1984-2002 közötti időszakból) azt vizsgálva, hogy milyen hatása van a kutatásalapú tanulás alkalmazásának a természettudományos ismeretek elsajátítására. Ugyan a kutatás eredményeként a vizsgált tanulmányok csupán 51%-a mutatott pozitív összefüggést a kutatásalapú tanítási módszerek használatának mértéke és a tanulók által elsajátított tudás mennyisége és tartóssága között, Minnerék szerint a természettudományos vizsgálatok mintájára végzett tanulói tevékenységek növelik a fogalmak elsajátításának hatékonyságát.

Mindemellett megjelentek a kutatásalapú módszerek hatékonyságát bíráló publikációk is. Kirschner és munkatársai (2006) azon véleményüknek adtak hangot, hogy a minimális irányítású módszerek (ezek alatt többek között a konstruktivista megközelítésű, a szakirodalomban felfedezett, problémamegoldó, kutatásalapú, kísérletalapú tanulás kifejezésekkel illetett módszereket értik) a mai kognitív fejlődéssel kapcsolatos ismereteink alapján kevésbé hatékonyak. Tanulmányuk szerint az ilyen módszerek nemcsak hogy nem hatékonyabbak, mint bármely más oktatási stratégia, hanem negatív hatásaik is lehetnek a tanulási folyamatra, mint például a tanulók által felállított helytelen, hiányos vagy rendezetlen fogalmi rendszer rögzülése.

Hmelo-Silver és munkatársai 2006-os publikációjukban kifejtették, hogy a Kirschnerék által bírált kutatásalapú oktatás egyrészt nem tekinthető minimális irányítású módszernek, hiszen gyakran akár közvetlen instrukciókat, az elvégzendő feladathoz szükséges elméleti információkat, rövid leckéket is tartalmaznak. Másrészt nem is az a helyes kérdés a módszerekkel kapcsolatban, hogy „Működnek-e?”, sokkal inkább, hogy milyen körülmények

között működnek jól, milyen tanulási eredmények eléréséhez, mely elsajátítandó gyakorlatok kialakításához használhatók hatékonyan.

2.3 A kutatásalapú tanulás hazai megvalósítása

A nemzetközi szakirodalom eredményeit tekintve rendkívül összetett kérdés, hogy a magyar kémiaoktatásban hogyan lehet a kutatásalapú tanulást eredményesen alkalmazni. A kutatásalapú módszerek tanórai használata az átlagosnál hosszabb felkészülési időt igényel. Először ki kell választani a tananyaghoz szorosan kapcsolódó kísérletet, vizsgálatot, mely a tanulók által biztonságosan kivitelezhető. A tananyaggal kapcsolatban meg kell fogalmazni a problémafelvető kérdés(ek)e)t, melyre a tanulók a megadott előzetes ismeretek alapján, és az elvégzett kísérletek eredményeinek elemzésével tudnak válaszolni. Egy ilyen időigényes tervezési folyamat esetén elengedhetetlen, hogy a módszert még nem eléggé (vagy egyáltalán nem) ismerő tanárok számára minták, kész feladatlapok álljanak rendelkezésre, hogy az új gyakorlat elterjedhessen. Az MTA-ELTE Kutatásalapú Kémia tanítás Kutatócsoportjának egyes tagjai már a Magyar Génius Program¹ és a Tehetséghidak Program² keretein belül tartott továbbképzéseken is számos magyar kémia tanárral ismertették meg a kutatásalapú kémia tanítás módszertanát, gyakorlatát. A tanfolyamokat követően a résztvevő tanárok kísérlettervező feladatot is tartalmazó tanulói feladatlapokat és tanári segédleteket készítettek, amelyek (más hasonló feladatlapokkal együtt) szabadon elérhetők az ELTE kémia szakmódszertani honlapján³. 2016-ban megjelent még tíz, kutatásalapú tanulási elemeket tartalmazó tanulói feladatlap általános iskolások részére, mely egy szintén ingyenesen letölthető digitális jegyzet része (Szalay, 2016).

A TÁMOP-4.1.2.B.2-13/1-2013-0007 számú, ORSZÁGOS KOORDINÁCIÓVAL A PEDAGÓGUSKÉPZÉS MEGÚJÍTÁSÁÉRT című projekt⁴ keretein belül további kémia szakmódszertani fejlesztések folytak az ELTE-n. Ennek során 22 kémia óraterv és 12 kémiaóra videofelvétele készült el, melyek közül több is tartalmaz kutatásalapú tanulási elemeket. Ezek is ingyenesen letölthetőek az ELTE TTK Oktatásmódszertani Centrum honlapjáról⁵. A projekt munkatársai a 2014-2015-ös tanévben egy rövid empirikus kutatást szerveztek, mely során a következő kérdésekre keresték a választ: *„Mindössze két olyan gyakorlati feladat elvégzése után, amelyek hagyományos, receptszerűen leírt tanulókísérletek diákok által tervezett*

¹ <http://geniuszportal.hu/magyar-geniusz-program>

² <http://tehetseghidak.hu/>

³ <http://www.chem.elte.hu/w/modszertani/>

⁴ <http://tamop412b.elte.hu/>

⁵ <http://ttomc.elte.hu/szervezeti/kemia-szakmodszertani-csoport>

vizsgálatokká való átalakításával születtek, kimutatható-e statisztikailag szignifikáns változás a tanulók kísérlettervező képességében ill. a tanulók egyéb tudásának fejlődésében?” (Kutatásalapú Kémia tanítás Kutatócsoport szakmódszertani koncepciója 2016: 7).

A kutatásban 12 különböző iskola 9. osztályos tanulói vettek részt (összesen 660 tanuló, 15 kísérleti és 16 kontrollcsoport), akik heti két órában tanultak kémiát. A résztvevő tanárok készen kaptak három reakciókinetika témájú óratervet, és a tanulókkal megíratandó elő- és utóteszteket értékelési útmutatóval, melyek a kísérlettervezési képességet, fogalmi ismereteket, és azok alkalmazási képességét mérő feladatokat egyaránt tartalmaztak. A tanulók az első és a harmadik órán végeztek egy-egy tanulókísérletet, melyet a kísérleti csoportok maguk terveztek meg, míg a kontrollcsoport tagjai receptszerű leírás alapján dolgoztak.

A kutatócsoport tagjai az elő- és utóteszteken elért tanulói teljesítményeket összevetve azt találták, hogy ez a két rövid kísérlettervező feladat is szignifikáns növekedést okozott a kísérleti csoportok kísérlettervező képességében a kontrollcsoportokéhoz viszonyítva. A kísérleti csoportok tagjai az utóteszten nemcsak a kísérlettervező feladatokon, hanem az egyéb feladatokon is átlagosan jobb eredményt értek el a kontrollcsoport tagjaihoz képest. Utóbbi háttérben az önálló kísérlettervezési lehetőségek motiváló ereje, vagy a kísérlettervező tevékenység más tudásterületeket fejlesztő hatása állhat.

A kutatás további kérdéseket vetett fel a kutatásalapú természettudományos oktatás magyarországi megvalósíthatóságával kapcsolatban, mint például: *„Milyen eredménnyel jár hosszabb távon a receptszerű tanulókísérletek, ill. a kísérletterveztető gyakorlati feladatokat is tartalmazó kutatásalapú módszerek alkalmazása? Van-e annak is pozitív hatása a tanulók egyes képességeinek fejlődésére, ha a diákok csak hagyományos, receptszerű tanulókísérleteket végeznek, de emellé a természettudományos gondolkodást és a kísérlettervezést segítő elméleti feladatokat is kapnak? Hogyan változik egy hosszabb kutatás során a tanulók kémia tantárggyal szemben mutatott attitűdje, és kimutatható-e valamilyen korreláció azzal, hogy terveztek-e csoportmunkában egyszerű kísérleteket, vizsgálatokat?”* (Kutatásalapú Kémia tanítás Kutatócsoport szakmódszertani koncepciója 2016: 11). E kérdésekre az MTA-ELTE Megvalósítható kutatásalapú kémia tanulás című nagyszabású projektje keresi a választ. A kutatás során a kezdetben 7. osztályos tanulók fejlődését követik nyomon 4 éven keresztül. A tanulókat véletlenszerűen háromféle csoportba osztották: az 1. csoport tagjai receptszerű kísérleteket végeznek (kontroll). A projekt második évének kezdetén az első tanév tapasztalatai alapján módosított kutatási modell szerint a 2. csoport tagjai a receptszerű kísérletek megoldása mellett a kísérletek elvégzése után megismerkednek a kísérlettervezés elméletével. A 3. csoport tagjai pedig a kijelölt kísérletek egy részét a kísérlettervezés vonatkozó elveit alkalmazva

maguk tervezik meg, a megfelelő feladatlap segítségével. Egy tanévben minden tanulócsoport 6 tanulókísérletes feladatlapot old meg, és az első tanév elején egy előtesztet, majd minden tanév végén egy utótesztet írnak meg. Minden teszt tartalmaz kísérlettervező és egyéb tudást, képességeket mérő feladatokat, valamint a kémia tantárggyal szembeni attitűdre vonatkozó kérdéseket is.

A projekt célja a kutatási kérdések megválaszolása mellett az is, hogy az elkészült, és a kipróbálás tapasztalatai alapján javított tanulói feladatlapok, valamint tanári útmutatók nyilvánosságra kerüljenek, elérhetőek legyenek a magyar kémiatanárok számára.

3. Kutatásalapú tanulási módszert alkalmazó tanulói feladatlapok és tanári útmutató bemutatása

3.1 A feladatlapok megtervezése

A „Mire jó még a tűzijáték?” című feladatlapot a „Megvalósítható kutatásalapú kémia tanulás” című projekt (a Magyar Tudományos Akadémia Tantárgypedagógiai Kutatási Programja) keretein belül készítettem el. A feladatlap lektorálás előtti formáját a szakdolgozatom 1. melléklete, a lektorok véleménye, javaslatai alapján módosított változatot pedig a 2. melléklet tartalmazza (a módosítások a 2. mellékletben zöld színnel szerepelnek). A projektben készülő feladatlapok szerkezete és formai megjelenése egymáshoz hasonló (mintaként a „Jamie Oliver tökéletes salátaöntete” című feladatlap¹ szolgál). A feladatlap témája az atomszerkezet, forrása Kutrovác László "Lángfestés" című óraterve volt (Kutrovác 2015).

A projekt tanulókísérletekkel szemben megfogalmazott elvárásai a következők:

- szorosan kapcsolódjanak a tananyaghoz,
- könnyen beszerezhető, olcsó anyagokkal megvalósíthatóknak kell lenniük,
- ha lehet, legyenek érdekes kontextusba ágyazottak, a tanulók számára motiváló probléma megoldása köré szervezettek (Kutatásalapú Kémia tanítás Kutatócsoport szakmódszertani koncepciója 2016).

A tervezés során azt is szem előtt tartottam, hogy a lángfestési próba újszerű, látványos formában valósuljon meg. Hagyományosan ezt a kísérletet az ismeretlen fémionokat tartalmazó oldat, cink, és híg savoldat segítségével valósíthatjuk meg tanári demonstrációs kísérletként (Rózsahegyi és Wajand 1999: 159), melynek kivitelezése tanulókísérlet formájában több veszély forrása is lehet (a Bunsen-égő nem megfelelő használatából, a savoldat kiöntéséből, a forró porcelántégely megérintéséből adódó sérülési lehetőségek). Így esett a választás az alkoholos (és az oldódás érdekében csak igen kevés sósavat tartalmazó) oldatok lángba porlasztására, mely rendkívül látványos. Ebben az esetben elég borszeszégőt használni (sok iskolában lehet, hogy nincs elég Bunsen-égő ill. nincs gáz bevezetve a szaktanterembe, és ráadásul ilyen idős tanulók számára sokkal egyszerűbb is a borszeszégő használata); nem okozhat gondot az átforrósodott porcelántégelyek mozgatása, és a tanulók közvetlenül nem érintkeznek savoldattal, csak arra kell figyelniük, hogy pumpálás során ne kerüljön kezükre, ruházatukra, társaikra a porlasztott oldat.

¹ <http://ttomc.elte.hu/kiadvany/az-mta-elte-kutatasalapu-kemiatanitas-kutato-csoport-publikacioi>

A lángfestési próba egy nagyon látványos kísérlet, amely az atomszerkezet témakörében az alapállapot, gerjesztett állapot, gerjesztési energia, elektronszerkezet, energiaminimum-elv fogalmakhoz kapcsolható. A vegyszerek kiválasztása során kiemelt szempont volt, hogy olyan fémek lángfestésének vizsgálata legyen a feladat, melyek (amellett, hogy jellegzetes színűre festik a lángot) vegyületei könnyen beszerezhetők. Így esett a választás a nátriumra (konyhasó is használható), rézre (mezőgazdasági boltból könnyen beszerezhető rézgálicként) és kalciumra (kalcium-klorid formájában, melyet zöldségek savanyításához, konzerválásához használnak, így szintén könnyen és olcsón beszerezhető). A feladatlap elkészítése során ügyeltem rá, hogy a szórófejjel ellátott flakonok számát minimalizáljam, mivel ez a kísérletek legköltségesebb része. Ez az oka, hogy a 2. és 3. típusú feladatlapot megoldó tanulók nem ismert vegyületek oldataival történő összehasonítással határozzák meg az ismeretlen fémionokat, hanem szakirodalmi adatokból. Így ennél a típusnál is csak három szórófejes flakonra van szükség tanulócsoportonként, és a természettudományos vizsgálatok tervezése előtt végzett irodalmazás jelentősége is megjelenik a feladatlapon. A tanulók számára érdekes és figyelemfelkeltő kontextust két hétköznapi jelenség adja: a fazékból kifutó sós víztől vagy levestől sárga gázláng, és a tűzijáték színes fényei.

A feladatlap felépítése szempontjából fontos elv, hogy a kísérletekhez kapcsolódó elméleti háttérrel is tartalmazza, és a feladatmegoldáshoz szükséges fizikai ismereteket, összefüggéseket is feltünteti. A gerjesztési energia és a lángfestés színe közötti összefüggést is gyakoroltatja, mielőtt felteszi a problémafölvető kérdéseket.

Munkámat segítették a kutatócsoport lektorai; szakmai és szakmódszertani kiegészítéseik, megjegyzéseik nyomán készült el a végleges feladatlap. Így került be a módszertani útmutatóba egy gyakorlati példa a lángfestés jelenségének kvantitatív analízisben történő felhasználására. Új fotók is készültek, melyeken a felhasznált eszközök, anyagok szabványfeliratait, a használt flakon szórófeje, illetve a kísérletek tapasztalatai jól látszanak. Felhívták rá a figyelmemet, hogy mivel a feladatlap is említi a szakirodalmi adatok felhasználását, érdemes lehet valamilyen hivatkozással (akár egy egyszerű webcímmel) ellátni a feltüntetett fizikai adatokat (színérzetekhez tartozó hullámhosszadatok, fémek lángfestésének színe), ezek szintén bekerültek a végleges feladatlapba.

Felmerült a kérdés, hogy a nátrium sárga színű lángfestése nem nyomja-e el a többi fém lángfestését, de az előzetes kipróbálások során azt tapasztaltam, hogy a vizsgálatok elvégzésének sorrendje nem számít, a réz és kalcium lángfestése a nátriumé után is jól látható.

Volt olyan vélemény is, mely szerint a feladatlap megoldásához szükséges idő rövidebb, mint 45 perc. Ezért a tanári útmutatóba ajánlásként bekerültek a Bunsennel kapcsolatos

kémia-történeti vonatkozások, melyeket a fennmaradó időben meg lehet beszélni a tanulókkal. Hozzáteszem, a kísérlet veszélyessége miatt kiemelten fontos a tűz- és balesetvédelmi oktatás, ami év elején ugyan kötelező, de ebben az esetben érdemes ezeket átismételni, és felhívni a figyelmet a veszélyforrásokra. Ez igényel némi időt, s emellett az is hasznos, ha a foglalkozás végeztével a diákok segítenek rendet tenni. Hiszen sok helyen nincs laboráns, és nincs mindig elég ideje a tanárnak, hogy előkészítse a labort a következő csoport, tanár számára. Mindezek figyelembe vételével nem egészítettem ki a feladatlapot további lángfestés vizsgálatokkal.

A feladatlapok elméleti bevezetője nem tartalmazta az atomizálódás fogalmának magyarázatát, illetve hogy a kísérlet során fématomok lángfestését vizsgáljuk, holott az oldatok fém sókat tartalmaznak (melyekben ionok vannak). Azonban úgy gondoltam, hogy egy 9. osztályos tanuló számára ezek nélkül is sok új információt tartalmaz a feladatlap, és emiatt már nem bővítettem tovább. Az ionok keletkezése, ionkötés, ionrács tárgyalása megjelenik 7. osztályban, úgy gondolom az a háttértudás elegendő az atomizálódás szó megértéséhez. A tanári útmutatót viszont kiegészítettem azzal, hogy szükség esetén el kell magyarázni a szó jelentését a diákoknak.

3.2 A „Mire jó még a tűzijáték?” című feladatlap kipróbálásának tapasztalatai

3.2.1 A kipróbálás körülményei

A tanulói feladatlapokat az összefüggő tanítási gyakorlatom keretei között próbáltam ki, a Kecskeméti Katona József Gimnáziumban három 10. osztályos csoportban: egy nyelvi osztályban (angol két tanítási nyelvű ill. emelt szintű német tantervű képzésben vesznek részt, 26 fő), egy fizika-matematika tagozatos csoportban (15 fő) és egy Arany János Tehetséggondozó Programos csoportban (11 fő). A tanulók 9-10. évfolyamon heti 2-2 órában tanulnak kémiát.

A feladatlap alapvetően 9. évfolyamos diákok számára készült, így ebben a helyzetben a 10. osztályos tanulókkal ismétlő jelleggel foglalkoztunk a lángfestéssel. Az új kerettantervnek megfelelően 10. évfolyamban ősszel az alkálifémek, alkáliföldfémek tárgyalásának bevezetéséhez időzítettem a foglalkozást, a kémiatanulás iránti motiváció növelésére, a fémek fejezete előtt.

A kísérletezés előkészítése még a viszonylag kis anyag- és eszközszükséglet ellenére is rendkívül időigényes feladat volt. Iskolánkban nem dolgozik laboráns, így a kísérletek előkészítése, valamint az órát követő mosogatás és rendrakás, a szertár és a labor rendben tartása a tanárok feladata. Ez egyrészt jelentősen növeli a tanárok terheit, valamint döntően befolyásolja egy-egy ilyen óra megszervezésének a lehetőségét. Mivel az iskola kémia

előadóterme és tanulói laboratóriuma-szertára lényegében egy helyiséget alkot, csak a délutáni és kora reggeli órákban lehetséges kísérleteket előkészíteni anélkül, hogy kollegáinkat zavarnánk munkájukban.

A tanulók izgatottan várták az órát, mivel önálló tanulókísérlet elvégzésében sajnos még nem vettek részt helyi tanulmányaik során. Már a borszeszegő helyes használatának elsajátítását is komoly feladatként kezelték, és rendkívül fegyelmezetten dolgoztak. Minden tanév a munka- és balesetvédelmi szabályok tanulásával/felelevenítésével kezdődik, ezek átismétléséhez is egészen máshogy álltak hozzá a megnövekedett felelősségük miatt. (Kiemelt jelentőséget kaptak például a tűzoltási ismeretek, illetve hogy a hosszú hajtat fontos összekötni, és hogy hogyan mozgunk kísérletező társaink között.)

3.2.2 A feladatlapok megoldásainak elemzése

Az 1. számú kísérlet mindhárom feladatlaptípust megoldó csoport számára azonos volt, célja a lángfestési próba elméletének és gyakorlatának elsajátítása. A magyarázatot az elméleti bevezető és az atomszerkezetből tanultak alapján lehetett kitölteni: „*Hevítés hatására a sóban található fémion atomizálódott, elektronjai nagyobb energiájú atompályára kerültek, majd a gerjesztett állapot megszűnése során az atom a felvett energiát látható fény/sárga fény formájában kisugározta, miközben visszakerült alapállapotba.*” A 4. táblázat tartalmazza a leggyakoribb helytelen válaszokat.

helyes válasz	nagyobb energiájú	látható fény/sárga fény
hibás válaszok	legkisebb energiájú	hőenergia
	lehető legkisebb energiájú	láng
	magasabb	elektromágneses hullámok
	legmagasabb	hő vagy fény

4. táblázat

Az 1. kísérletre adott leggyakoribb hibás magyarázatok

Ezekben a válaszokban egyrészt helytelen szóhasználat jelenik meg (nincsenek magasabb/alacsonyabb atompályák), másrészt az elméleti bevezető nem értő olvasása tűnik ki. Sokak számára az energia kisugárzásának „megszokott formája” a hő és a láng megjelenése, és ettől a fogalomtársítástól (energia = hő vagy láng) nehezen tudnak elszakadni. Az elektromágneses hullám kifejezés használata itt túl általános, hiszen arról van szó, hogy egy bizonyos hullámhossztartományon belüli elektromágneses hullámot – látható fényt, színeket – érzékelünk.

A receptszerű, és a kísérlettervezés elméletét tartalmazó receptszerű feladatlapokon az elméleti feladatok és a 2. számú kísérlethez tartozó kérdésekhez tartozó kiegészítendő mondatok hasonló szerkezetűek.

Elméleti feladat megoldása: „A céziumatom ~~kisebb/nagyobb~~ energiával gerjeszthető, mint a káliumatom, mert a céziumatom gerjesztődése során kibocsátott kék fény hullámhossza ~~kisebb/nagyobb~~, mint a káliumatom gerjesztettségének megszűnése során kibocsátott fakóibolya fény hullámhossza.”

2. számú kísérlethez tartozó feladat megoldása: „A rézatom ~~kisebb/nagyobb~~ energiával gerjeszthető, mint a nátriumatom, mert a gerjesztett rézatom által kibocsátott zöld színű fény hullámhossza kisebb, mint a nátriumatom alapállapotba való visszatérése során kibocsátott sárga színű fény hullámhossza.”

A helyes válaszok megadásához a fény hullámhossza és egy fotonjának energiája közti fordított arányosság, valamint az egyes színekhez tartozó hullámhossztartományokat tartalmazó táblázat helyes használata szükséges. Az 1. és 2. típusú feladatlapokat megoldók esetén előzetesen azt feltételeztem, hogy aki az elméleti feladatokat helyesen megoldja, az megfelelő választ ad majd a réz, kalcium és nátrium gerjesztési energiájával kapcsolatos kérdésekre is, és ez mindkét csoportban így is történt. Azok a tanulók, akik a fordított arányosságot helyesen alkalmazták, a 2. kísérlethez is megfelelő indoklásokat írtak. Olyan tanulócsoport is volt, akik egyenes arányosságot alkalmazva hibásan oldották meg a feladatokat, ők konzekvensen egyenes arányosságot használtak a kísérlethez tartozó kérdések megválaszolásánál is.

3.2.3 A kísérlettervező feladat megoldásai

Annak ellenére, hogy csak egy egyszerű kísérlettervező lépés van a feladatlapon, gyakori volt, hogy a tanulók elbizonytalanodtak, és például ilyen kérdéseket tettek fel: „Biztosan csak ennyit kell csinálni?”, „Elég, ha leírom, hogy ...?”, „Az úgy jó lesz, ha ...?”.

A kísérlet tervét minden csoportnak sikerült megfelelően megfogalmazni, de nem használták a „lángfestés-vizsgálat” kifejezést, hanem az 1. kísérlet leírásához hasonló mondatok születtek, például: „Tartóedényből az égő borszeszegőre spricceljük az anyagokat külön-külön és megfigyeljük a lángok színét.”.

Az ismeretlenek azonosítása minden tanulócsoportban sikeres volt. Az indoklások is helyesek voltak, egy kivétellel. A helytelen válaszban az ismeretlen oldat színének és a lángfestés színének fogalma cserélődik fel: „Az 1. számú ismeretlen rezet tartalmaz, mert zöld a színe. A 2. számú ismeretlen kalciumot tartalmaz, mert téglavörös a színe.” A második problémafölvető kérdésre („A nátriuménál kisebb vagy nagyobb energiával gerjeszthetők az

ismeretlen fémek elektronjai?”) adott válaszok viszont már gyakran pontatlanok, hiányosak vagy hibásak voltak. A fordított arányosságot minden tanulócsoport megfelelően alkalmazta, és sikeresen megállapította, hogy a kalcium elektronjai gerjeszthetők kisebb, illetve a réz elektronjai gerjeszthetők nagyobb energiával, mint a nátrium elektronjai. Az indoklás megfogalmazása azonban csak egy tanulócsoportnak sikerült a 3. típusú feladatlapot megoldók közül. A fogalmi tévesztések között megjelent a „*láng hullámhossza kisebb/nagyobb*”, a lángfestés színe helyett „*a kalcium téglavörös, a nátrium narancssárga, a réz zöld*”, „*a nagyobb/kisebb hullámhosszhoz kisebb/nagyobb energia szükséges*” kifejezések. Olyan csoport is volt, akik egyszerűen így fejezték be a mondatot: „*A két fém közül a kalcium elektronjai kisebb energiával gerjeszthetők a nátriumatom elektronjainál, mert nagyobb hullámhosszú.*”. Feltűnő, hogy míg a másik két feladatlap-típus esetén az „Egészítsd ki!”-típusú indoklásoknál minden olyan tanulócsoport helyes választ adott, aki az azt megelőző feladatot helyesen oldotta meg, ebben a csoportban csupán egyetlen helyes indoklás született annak ellenére, hogy az elméleti feladatot mindenki helyesen oldotta meg, és a fordított arányosságot mindannyian helyesen alkalmazták. Úgy gondolom, hogy mivel nincs elég gyakorlatuk az ehhez hasonló válaszok tudományosan helyes és nyelvileg szabatos megfogalmazására, érdemes lehet ezt a válaszadást is irányítani, mint az 1. és 2. feladatlap esetében.

3.2.4 A kutatócsoport tanárainak véleménye és módosítási javaslatai

A dolgozat megírásáig több, a „Megvalósítható kutatásalapú kémiatanulás” projektben résztvevő tanár kipróbálta csoportjaival, ill. osztályaival a feladatlapot. A visszajelzések nagyon pozitívak voltak, a csoportokban jó volt a hangulat, a tanulók örömmel végezték a kísérleteket és oldották meg a feladatokat.

A megvalósítással kapcsolatban több módosítási javaslat is érkezett, ugyanis voltak olyan intézmények, ahol nem sikerült beszerezni szórófejes flakonokat a kísérletek elvégzéséhez. Többen sókba mártott vasdrótot tartottak gázlángba, s ehhez hasonló kreatív megoldás volt az injekciós tűk, illetve a parafadugóba szúrt gombostűk használata is.

Azokban az intézményekben, ahol Bunsen-égők is rendelkezésre álltak, inkább ezzel dolgoztak, így a borszeszégő denaturált szesztől kissé sárgás lángja kevésbé zavarta a színmeghatározást. Azoktól a csoportoktól, ahol borszeszégővel végezték a vizsgálatokat, az a visszajelzés érkezett, hogy a láng szélén jól láthatóak voltak a lángfestés színei, a diákok el tudtak tekinteni a láng belsejének sárgás színétől.

A tanári vélemények szerint a tanulók számára a feladatlap egésze érthető és élvezetes volt, sokan videózták, fotózták a színes lángcsóvákat. A kutatócsoport egyik tagja egy, a projektben nem résztvevő csoporttal is tervezi a feladatlap megoldását.

4. A tanulók által megírt utóteszt kipróbálása és javasolt korrekciói

A kísérletek elvégzését és a feladatlapok megoldását követően a tanulók egy utótesztet oldottak meg (a megírt és a javított utótesztet a 3. illetve 4. melléklet tartalmazza). A tanulók számára az utóteszt tananyaga az előző tanév kémia tanulmányait ölelte fel, tehát ismétlődő jellegű volt, és nem kaptak érte semmilyen osztályzatot, büntetést vagy jutalmat. A tanulók fegyelmezetten dolgoztak, de sokan jóval a rendelkezésre álló 40 perc letelte előtt abbahagyták a munkát. Mindhárom csoportban jellemző volt, hogy akár egész feladatokat kihagytak: ha nem voltak biztosak a válaszban, inkább nem is próbálkoztak.

Az utótesztek eredményeit a táblázat tartalmazza. Ahogyan az utóteszt tanári útmutatójában is szerepel, az egyes feladatok a Bloom-taxonómia szintjei – ismeret, megértés, alkalmazás és magasabb rendű műveletek – szerint vannak csoportosítva. Az 5. táblázat az egyes feladattípusokon és a teljes feladatlapon elért százalékos eredményeket tartalmazza csoportonként és összesítve.

	1. csoport (teljesítmény százalékban)	2. csoport (teljesítmény százalékban)	3. csoport (teljesítmény százalékban)	összes tanuló (teljesítmény százalékban)
ismeret	11,1	47,6	38,9	37,3
megértés	3,7	9,5	11,1	8,7
alkalmazás	11,1	20,6	19,4	18,3
magasabb rendű műveletek	7,4	4,2	0,0	2,6
teljes feladatsor	5,6	15,1	11,6	12,0

5. táblázat

A lángfestéses feladatlapokat megoldó tanulók utóteszten elért százalékos eredményei
1. csoport: receptszerű feladatlapot megoldók, 2. csoport: receptszerű feladatlapot megoldók, akik ismerkedtek a kísérlettervezés elméletével, 3. csoport: kísérlettervező feladatlapot megoldók

A pontszámok összevetésénél azt kell szem előtt tartani, hogy a minta igen kis létszámú, ráadásul az egyes csoportok tanulói között nagyok az egyéni eltérések. Nem lehet például statisztikai szempontból érvényes következtetést levonni abból, hogy az egyes részterületeken, és a teljes feladatsoron is a 2. típusú feladatlapot (receptszerű kísérletezés, és a tervezés elmélete) megoldók értek el legjobb eredményt. Azonban szembeűnő, hogy mindhárom csoport az ismeretszintű feladatokon ért el legnagyobb pontszámot, a 2. és 3. csoportok esetén a többi feladattípushoz képest igen jelentős különbséggel. Ezeket a feladatokat sikeresség tekintetében az alkalmazási készséget mérő feladatok követik. Ilyen feladat volt az 5. számú, lángfestéssel és gerjesztési energiával kapcsolatos kérdés, amelyhez hasonlót a kísérletezés

során már megoldottak. Az ezen feladaton szerzett pontok voltak azok, melyek az alkalmazásszintű feladatokon szerzett összpontszámokat jelentősen növelték. Az egyik lehetséges magyarázat az, hogy a feladat megoldásához csak egy héttel korábbi emlékeket kellett visszahívniuk, a másik, hogy az ismeretek felidézésében segített, hogy szokatlan helyszín, és összetettebb, a megszokotthoz képest más jellegű órai tevékenység emléke kapcsolódik hozzájuk.

A magasabb rendű műveleteket igénylő feladatok pontszámai nagyon alacsonyak voltak mind a három csoportban, a teljes átlagot tekintve ezek sikerültek legrosszabbul. Ez felhívja a figyelmet arra, hogy az országosan jelentkező probléma (lásd PISA-mérések eredményei) helyileg is észlelhető. A 3. feladatot kevesen oldották meg, és senki sem helyesen. Azok, akik egyáltalán hozzáfogtak a feladat megoldásához, az utolsó kérdésre általában olyan választ adtak, ami a helyes összefüggést tartalmazta (minél nagyobb a kiindulási koncentráció, annál gyorsabb a reakció), sőt gyakran még azt is leírták, hogy a színváltozást kell figyelni, mégsem tudtak kísérletet tervezni. Tehát ismereteik hiába kielégítőek a reakciósebesség témakörén belül, a megszerzett tudást nem képesek a gyakorlatban alkalmazni.

Az alábbiakban felsorolom és megindokolom azokat a módosításokat, amelyeket az MTA-ELTE Kutatásalapú Kémia tanítás Kutatócsoport munkája keretében készült 2018-2019 évi utóteszt és megoldókulcsa eredeti szövegén (3. melléklet) a kutatócsoport vezetője a teszt általam végzett kipróbálása nyomán végzett. A változtatásokat a 4. mellékletben zöld betűvel jelöltem.

Az 1. feladat esetén (1. a) *Milyen kémiai folyamatokat nevezünk redukciónak?* 1. b) *Miért jó redukálószer a kis elektronegativitású alkálifémek?*) megfigyeltem, hogy akik az a) kérdésre jól válaszoltak, azt is tudták, hogy a redukálószer elektron adnak le/oxidálódnak. A b) kérdésre több olyan válasz született, hogy „Mert elektron leadására képesek.” Ebből nem derül ki, hogy a tanuló tényleg érti az alkálifémek kis elektronegativitása és az oxidációra való (más elemeknél erősebb) hajlam közötti összefüggést, inkább csak az, hogy ismeri a redukálószer fogalmát. Javasoltam a kérdés átfogalmazását, hogy a tanulói válaszok az összefüggés megértését jobban tükrözzék, az ez alapján történő módosítást a 4. melléklet tartalmazza.

A 2. feladat válaszainak áttekintése során a megoldókulcs 4. mellékletben olvasható végső változatába javaslatomra bekerült egy tipikus rossz válasz: *„Igen, de a reakció végén változatlan formában visszanyerhető.”*, ami tartalmilag ugyan helyes, indoklást azonban nem tartalmaz.

A 4. feladat b) kérdésére (*Ezt olvasod az interneten egy cumisüveg-melegítő működéséről: Finom eloszlású alumíniumpor van benne. Ha a külső csomagolást föltépjük, akkor a védőoxidréteg nélküli alumíniumpor érintkezik a levegővel, és oxidálódni kezd. Ez biztosítja a hőt a cumisüveg tartalmának a fölmelegítéséhez. Milyen adatra vagy információra lenne szükséged ahhoz, hogy eldöntsd, igaz lehet-e ez?*) gyakoriak voltak a következőhöz hasonló válaszok: „*Arra, hogy mennyi alumínium van a zacskóban, és hogy az alumínium oxidációja mennyi hőt termel.*”. Felmerült bennem a kérdés, hogy lehet-e büntetni, ha a tanuló tényleg tudja, hogy az alumínium égése exoterm folyamat és csak abban akar biztos lenni, hogy elég a termelt hő adott mennyiségű folyadék felmelegítéséhez. Szükséges lenne szűrni, hogy ki az, aki ilyen válaszadásnál a feladat szövegét olvasva nem alkalmazott kritikus gondolkodást és elhiszi, hogy ez egy hőtermelő folyamat (csak az a kérdés mennyi hőt termel), és ki az, aki tudja, hogy exoterm a folyamat, és nagyságrendi adatot is keresne hozzá. A kérdés a fenti észrevételem alapján a következő kiegészítéssel került be a végleges utótesztbe: „*Milyen adatra vagy információra lenne szükséged ahhoz, hogy eldöntsd, **okoz-e a folyamat melegedést?***”, így egyértelműen a reakcióhő előjelvizsgálatára vonatkozik.

Az 5. feladat tanulói válaszainak elemzése során a megoldókulcsba került egy újabb példa helytelen válasza: „*A kálium ibolyaszínű lángfestése jelez nagyobb gerjesztési energiát, mert minél nagyobb a fény hullámhossza, annál kisebb a fény fotonjainak energiája.*”. Ennél a választípusnál 50 százalék a valószínűsége, hogy a tanuló eltalálja, hogy melyik a nagyobb gerjesztési energiájú elem, és indoklásként csak a feladat első mondatát ismétli el, így nincs információnk azzal kapcsolatban, hogy valóban tudja-e helyesen alkalmazni az ismert összefüggést.

A 8. feladattal kapcsolatban egy egészen más jelenséget vettem észre a megoldások elemzése során. Sokan a kísérleteket elvégezve azonosítani tudták volna a mintákat, azonban a tapasztalatok teljes mértékben hiányoztak, illetve keveredtek a magyarázatokkal, következtetésekkel. Ezzel összhangban van a kísérlettervező feladatlapot megoldók problémafölvető kérdéseinek indoklásánál tett megfigyelésem: hiába helyes a tanulók következtetése, a pontos megfogalmazás, rendszerezés nehezebbre esik. Ehhez hasonló válaszok születtek: „*Metilnarancssal megtalálnám a B) mintát. Brómtimolkékkel kiválasztanám a C) mintát az A) és C) közül.*” Ezek szerint a tanórákon nagyobb hangsúlyt kell fektetni a tapasztalatok és magyarázatok megfelelő feltüntetésére, elkülönítésére, megkülönböztetésére, ehhez pedig valószínűleg nagy segítséget jelenthetnek a tárgyalt lángfestéses feladatlaphoz

hasonló, az ELTE Kémia Szakmódszertani Csoport honlapjára¹, és ezen belül különösen az MTA-ELTE Kutatásalapú Kémiatanítás Kutatócsoport oldalára² feltöltött foglalkozástervek, más feladatlapok. Észrevételem alapján, az utóteszt ezen kérdéseinél a „Tapasztalatok” szó külön mondatban, kiemelt betűtípussal szerepel.

¹ <http://ttomc.elte.hu/szervezeti/kemia-szakmodszertani-csoport>

² <http://ttomc.elte.hu/kiadvany/az-mta-elte-kutatasalapu-kemiatanitas-kutato-csoport-publikacioi>

Szakdolgozat összefoglaló

A természettudományos gondolkodás fejlesztése

kutatásalapú oktatási módszerrel

Szél Nikoletta, kémia-matematika szakos tanárjelölt

ELTE TTK Kémiai Intézet, Analitikai Kémiai Tanszék

Témavezető: **dr. Kiss Edina** mesteroktató
ELTE TTK Kémiai Intézet, Analitikai Kémiai Tanszék

Az utóbbi évtized PISA-mérései azt mutatták, hogy a magyar tanulók gyengék a természettudományos problémák felismerésének, megoldásának terén. Dolgozatomban egy olyan módszer (az *inquiry-based science education/teaching/learning*, röviden IBSE/IBST/IBSL, a magyarul használt kifejezés: kutatásalapú oktatás/tanítás/tanulás) használhatóságát vizsgálom, mely megoldást jelenthet a magyar természettudományos oktatásban bekövetkezett negatív tendenciák visszafordítására.

A kutatásalapú tanítási módszerek lényege, hogy a tanulók megismerkednek a természettudományos vizsgálatok menetével, önálló fizikai tevékenység során fedezhetnek fel és érthetnek meg természettudományos összefüggéseket. Ennél a módszernél az elsajátítandó ismereteket nem közvetlenül a tanár adja át, az ő feladata a tanulói munka és az eredmények megvitatásának irányítása. Ilyen tevékenységek eredményeként a diákok kritikus gondolkodása és problémamegoldó képessége várhatóan fejlődik.

Az kutatásalapú módszerek hazai kémiaoktatásban történő megvalósításának lehetőségeit vizsgálja az MTA-ELTE Kutatásalapú Kémiantanítás Kutatócsoport a Megvalósítható kutatásalapú kémiantanulás projekt keretein belül. A kutatás során a projekt kezdetén 7. osztályos tanulók fejlődését követik nyomon négy éven keresztül. A diákok egy csoportja a négy tanév során receptszerű kísérleteket végez (kontroll csoport). A projekt második évének kezdetétől második csoportja a receptszerű kísérletek megoldása mellett a kísérlettervezés elméletével is megismerkedik. A harmadik csoport tagjai pedig a kísérlettervezés vonatkozó elveit alkalmazva maguk tervezik meg a kijelölt kísérletek egy részét. Egy tanév során minden csoport 6 tanulókísérletes feladatlapot old meg, és fejlődésüket egy előteszt, illetve egy minden tanév végén megírt utóteszt értékelésével követik nyomon. A kutatás fő kérdései, hogy milyen eredménnyel jár a kutatásalapú módszerek alkalmazása, illetve van-e pozitív hatása a kísérlettervezést igénylő gyakorlati feladatok megoldásának a természettudományos gondolkodás fejlődésére. A projekt célja a kutatási kérdések megválaszolása mellett az is, hogy az elkészült és javított, egyszerűsített kutatásalapú tanulási módszert tartalmazó feladatlapok és tanári útmutatók, valamint a tanulók fejlődését mérő tesztek elérhetővé váljanak a magyar kémiantanárok számára.

Dolgozatom részeként a Megvalósítható kutatásalapú kémiantanulás projekt keretein belül elkészítettem egy lángfestés témájú feladatlapot, a hozzá tartozó tanári útmutatóval, amelyeket ki is próbáltam a Kecskeméti Katona József Gimnázium három 10. osztályos csoportjában (akik eredetileg nem vettek részt a fenti projektben). A tanulók megírták a 2018-2019-es tanévre készült utótesztet is, amelynek módosítására javaslatokat tettem a diákok válaszainak elemzése alapján.

A kipróbálás tapasztalatait tekintve azt mondhatom, hogy az országosan jelentkező probléma (lásd PISA-mérések eredményei) helyileg is észlelhető, a tanulók nehezen alkalmazzák megszerzett ismereteiket a gyakorlatban, a pontos indoklások megfogalmazása, az eredmények rendszerezése nehezükre esik. Ezek szerint a tanórákon nagyobb hangsúlyt kell fektetni a tapasztalatok és magyarázatok megfelelő feltüntetésére, elkülönítésére, megkülönböztetésére, ehhez pedig valószínűleg nagy segítséget jelentenének a tárgyalt lángfestéses feladatlaphoz hasonló foglalkozástervek, más feladatlapok.

Summary

Enhancing scientific thinking by inquiry-based teaching

Nikoletta Szél, MA student in Teaching Chemistry and Mathematics

Place of thesis work: Analytical Chemistry Department, Institute of Chemistry, Eötvös Lorand University, Budapest

Place of defence: Institute of Chemistry

Supervisor(s): **Edina Kiss, PhD**, master educator
ELTE Institute of Chemistry, Analytical Chemistry Department

The PISA surveys of the last decade showed that Hungarian students demonstrate relative weaknesses in identifying scientific issues, knowledge about science and using scientific evidence. In my thesis I am examining the inquiry-based science teaching (IBST/IBSE/IBSL inquiry-based science teaching/education/learning) which is a pedagogical method that could develop these skills.

With inquiry-based teaching students discover and understand scientific concepts through hands-on activities, while the teacher only guides their work and the discussion of the results. Researchers think that inquiry-based activities enhance critical thinking and problem-solving skills.

In a research group called 'MTA-ELTE Research Group on Inquiry-Based Chemistry Education' that is part of the Content Pedagogy Research Program of the Hungarian Academy of Sciences, researchers are investigating, how the IBSE could be applied in the Hungarian chemistry education. Their study took the form of a four year project that began in September 2016. The students were 12-13-year-old in the beginning of the study. Each year they will spend six lessons carrying out practical activities using worksheets the group provides. The students were allocated to one of three groups. Group 1 (the control) simply followed the step-by-step instructions. There were two experimental groups: from the second year of the project Group 2 followed the same instructions, but also were explained the main principles of the experimental design after doing the experiments, Group 3 followed the same instructions, but one step was incomplete and students were required to design this step, after they were explained the principles of the experimental design important in the given case. The impact of the intervention on the students experimental design skills, factual knowledge and attitude toward chemistry is measured by structured tests. The main goal of the study is to investigate the efficiency of inquiry-based methods, and to release the improved worksheets for chemistry teachers across the country.

For the project that is mentioned above I made students' worksheets and teachers' guide related to the atomic structure and the flame test, which I piloted in three groups of 15-16 year-old students (who originally did not participate in the project). I also piloted the third year post-test with these students. I suggested some changes after analyzing the results of both piloting processes.

Summarising my experiences I can say that it is difficult for the students to apply their scientific knowledge in the practice indeed. Therefore it is necessary to discuss chemical experiments and scientific problems more accurately in class and worksheets like the one that I tried with my students could be very useful for this.

Felhasznált irodalom

2011. évi CXCV. törvény A nemzeti köznevelésről

Balázs I. és mtsai. 2007. *PISA 2006 Összefoglaló jelentés A ma oktatása és a jövő társadalma*. Oktatási Hivatal, Budapest

Balázs I. és mtsai. 2010. *PISA 2009 Összefoglaló jelentés Szövegértés tíz év távlatában*. Oktatási Hivatal, Budapest

Balázs I. és mtsai. 2013. *PISA 2012 Összefoglaló jelentés*. Oktatási Hivatal, Budapest

Hmelo-Silver, C. E. és mtsai. 2007 *Scaffolding and Achievement in Problem-Based and Inquiry Learning: A Response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006)*, *Educational Psychologist*, 42(2), 99–107.

Kerettantervek, 2012: http://kerettanterv.ofi.hu/02_melleklet_5-8/index_alt_isk_felso.html
http://kerettanterv.ofi.hu/03_melleklet_9-12/index_4_gimn.html (Utolsó megnyitás dátuma: 2018. 10. 30.)

Kirschner P. A. és mtsai. 2006 *Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching*, *Educational Psychologist*, 41(2), 75–86.

Kutrovác L. 2015: „*Lángfestés*” című óraterv
<http://ttomc.elte.hu/sites/default/files/kiadvany/oratervek.pdf> (Utolsó letöltés dátuma: 2018. 11. 02.)

Minner, D.D. és mtsai. 2010 *Inquiry-based Science Instruction – What Is It and Does It Matter? Results from a Research Synthesis Years 1984 to 2002*, *J. Res. Sci. Teach.*, 47(4), 474-496.

MTA-ELTE Kutatásalapú Kémia tanítás Kutatócsoport "Megvalósítható kutatásalapú kémia tanulás" című projektje során publikált 7. feladatlap: *Jamie Oliver tökéletes salátaöntete*

<http://ttomc.elte.hu/kiadvany/az-mta-elte-kutatasalapu-kemiatanitas-kutato-csoport-publikacioi> (Utolsó megnyitás dátuma 2018. 10. 30.)

MTA-ELTE Kutatásalapú Kémia tanítás Kutatócsoport szakmódszertani koncepciója

http://ttomc.elte.hu/sites/default/files/kiadvany/elte_kemia_szakmodszertani_koncepcio_jav2016_08_24.docx.pdf (Utolsó letöltés dátuma 2018. 10. 30.)

Nemzeti alaptanterv (2012): A Kormány 110/2012 (VI.4.) rendelete a Nemzeti alaptanterv kiadásáról, bevezetéséről és alkalmazásáról, Magyar Közlöny, 2012. évi 66. szám

Olson, S. és mtsa. 2000 *Inquiry and the National Science Education Standards*, 13-14.,
http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=9596 (Utolsó megnyitás dátuma: 2018.
10. 31.)

Online portálok cikkei a PISA 2015 eredményeiről:

https://index.hu/tudomany/2016/12/06/pisa_felmeres_eredmenyek/

<https://24.hu/belfold/2017/11/21/problemamegoldasban-is-a-leggyengőbbek-kozt-a-magyar-diakok/>

<https://www.vg.hu/kozelet/pisa-felmeres-lesujtoak-magyar-diakok-eredmenyei-685847/>

<https://mno.hu/belfold/nem-tudnak-a-magyar-diakok-jol-egyuttmukodni-allitja-a-pisa-jelentes-2429001>

(Utolsó megnyitás dátuma: 2018. 10. 30.)

Ostorics L. és mtsai. 2016. *PISA 2015 Összefoglaló jelentés*. Oktatási Hivatal, Budapest

Uno, G.E. 1990 *Inquiry in the classroom* BioScience, 40(11), 841-843

Rózsahegy M., Wajand J.: 1999. *Látványos kémiai kísérletek*. Mozaik Kiadó. Szeged

Szalay L. 2016: *Kísérletterveztető feladatlapok a kémia tanításához*, in: Szalay L. szerk.,
Kémiai kísérletek az általános iskolákban (digitális jegyzet), 3. fejezet, 172-228.,
ISBN 978-963-284-733-7

http://ttomc.elte.hu/sites/default/files/kiadvany/kemiai_kiserletek_altalanos_iskolakban_0.pdf (Utolsó letöltés dátuma: 2018. 10. 31.)

Mellékletek

1. melléklet: „Mire jó még a tűzijáték?” című feladatlap a lektorálás előtt

13. feladatlap: Mire jó még a tűzijáték?

Módszertani útmutató

1. **Téma:** Az atomok lángfestése

2. **Felhasználás:** 9. osztály, 45 perces tanóra

3. Szükséges előzetes ismeretek:

- Az alapállapotú atomok elektronszerkezete.
- Az atomok alapállapota és gerjesztett állapota.

4. Célok:

- Motiváció: A kíváncsiság felkeltése a környezetünkben lévő anyagok tulajdonságainak és viselkedésük szabályszerűségeinek megértése iránt a lángfestés kapcsán.
- Ismétlés: Az atomok elektronszerkezete.
- A megfigyelőkészség és a kísérletezéshez használt manuális készségek fejlesztése.
- A logikus gondolkodás, az induktív következtetés gyakorlása.
- A 2. és a 3. típusú feladatlapot megoldó diákok esetében kísérletek megtervezésének, a kísérletek eredménye gondos megfigyelésének, a tapasztalatok pontos lejegyzésének, értelmezésének gyakorlása.

5. Tananyag:

- **Ismeret szint:**
 - Az atomokban az elektronok energia-befektetés hatására magasabb energiájú pályára lépnek, de a nem stabil gerjesztett állapotból hamarosan újra alapállapotba kerülnek, miközben a felvett energiát kisugározzák.
 - Az elemek gerjesztési energiája állandó, az adott elemre jellemző.
 - A fény hullámhossza fordítottan arányos annak energiájával.
- **Megértés szint:**
 - Egyes elemek gerjesztési energiája a látható fény tartományába esik, ezek a lángot színesre festik.
 - A gerjesztési energia, és ezért a lángfestés színe az adott elemre jellemző, így a minőségi analízis egyik fontos próbája.
- **Alkalmazás szint:**
 - A tanulóknak el kell tudni dönteni adott elemek lángfestésének színéből, és a megadott fényvel kapcsolatos adatokból, összefüggésekből, hogy azok gerjesztési energiája hogyan viszonyul egymáshoz.
- **Magasabb rendű műveletek szintje:**
 - A 2. típusú feladatlapot megoldó diákok esetében a konkrét példa utólagos magyarázata alapján meg kell érteni, hogy melyek a természettudományos kutatások főbb lépései.
 - A 3. típusú feladatlapot megoldó diákok esetében a feladatlapon kapott segítség és konkrét példa végrehajtása alapján meg kell érteni, hogy melyek a természettudományos kutatások főbb lépései.

6. Módszertani megfontolások:

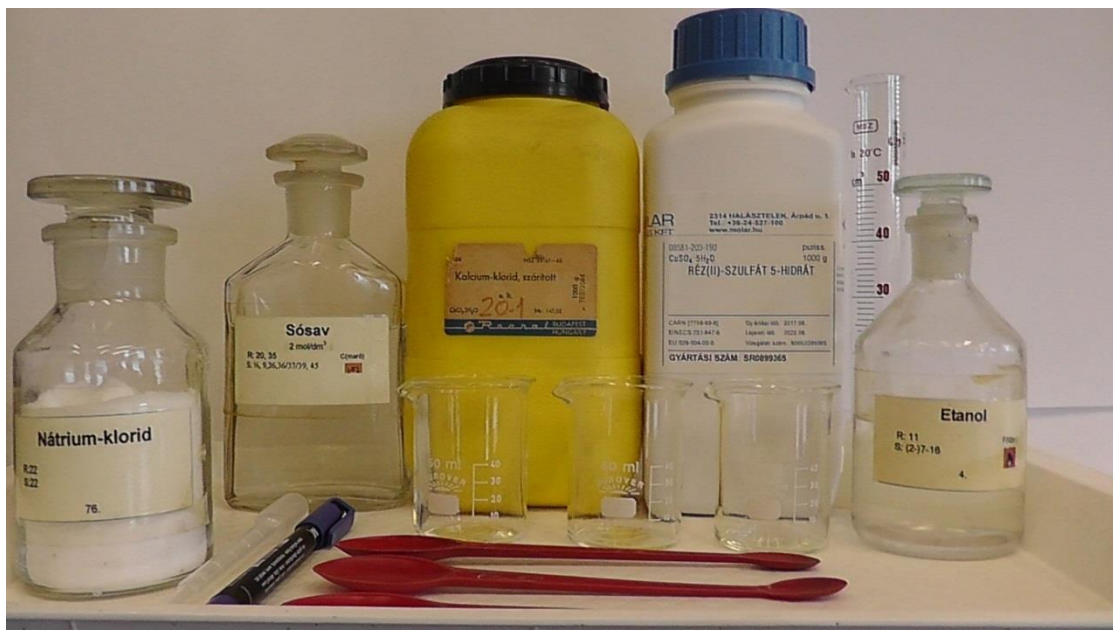
- Ez a feladatlap a minőségi meghatározások módszerei közül mutat be egy példát. Ebben az esetben a tanulók a lángfestés vizsgálatakor természetesen csak saját látásukra hagyatkoznak. (A gyakorlatban az elvet műszeres mérések során is alkalmazzák, mennyiségi meghatározásokhoz is.)
- A 2. és 3. feladatlapot megoldó tanulók ismeretlen vegyület összetételét határozzák meg. A biztos meghatározáshoz fontos volt, hogy a feladatlapon csak olyan elemek lángfestése szerepeljen, melyek az ismerentlentől egyértelműen eltérő színűek. (Például a kalcium téglavörös, a stroncium kárminpiros, a lítium bíborvörös lángfestése esetén a színnevezések és a három közül egy szín látványa alapján a tanulók számára nem biztos, hogy egyértelműen kiválasztható a megfelelő elem.) Az ismert vegyületek oldataival történő összehasonítás lehetővé tenné a több elem közül történő kiválasztást, azonban takarékosági okok miatt (mivel így csak három szórófejes flakonra van szükség tanulócsoportonként) nem ezt a megoldást választottuk.
- A lángfestés jelensége az atomok elektronszerkezetének tárgyalásakor illeszthető a tanmenetbe, és bár ennek a témakörnek nem központi eleme, ez a látványos tanulókíséret kiváló motiváció lehet.
- A tananyag elsajátítása során szóba kerülhet, hogy mitől látunk színesnek egyes anyagokat szokványos körülmények között. Ez egy olyan komplex természettudományos kérdés, mely kapcsolatot teremt a kémia, biológia és fizika tantárgyak között. Később a kovalens kötés tárgyalásánál erre vissza lehet utalni példaként említve a paprika, paradicsom gyönyörű színeit és a bennük található karotinoidok kötészerkezetét.
- A feladatlapon kizárólag fémek lángfestése szerepel. Fontos felhívni rá a figyelmet, hogy ez a jelenség egyes nemfémes elemek esetén is megfigyelhető. Házi feladat lehet, hogy a tanulók keressenek az interneten ilyen elemeket a hozzájuk tartozó lángfestés színével, esetleg hasonlítsák össze ezek gerjesztési energiáját, illetve készítsenek a feladatlapon található feladatokhoz hasonló kiegészítendő mondatokat, melyeket aztán feladhatnak osztálytársaiknak.

7. Technikai segédlet:

- **Anyagok és eszközök az oldatok elkészítéséhez**
 - réz-szulfát
 - nátrium-klorid
 - kalcium-klorid
 - etil-alkohol
 - 2 mol/dm³ koncentrációjú sósav
 - vegyszeres kanál, 3 db
 - 50-100 cm³ főzőpohár, 3 db
 - 50 cm³ mérőhenger
 - Pasteur-pipetta
 - alkoholos filctoll
- **Anyagok és eszközök a tanulókíséletekhez (csoportonként):**
 - szórófejes műanyagflakon, 3 db
 - borszeszegő
 - gyufa
 - óraüveg a használt gyufának
 - tálca
 - védőkesztyű
 - védőszemüveg

- **Előkészítés:**

- Az előkészítéshez szükséges anyagokat és eszközöket tartalmazó tálca fényképe a következő:



- Készítsünk alkoholos oldatot a három sóból a következőképpen. (Az alábbi leírás az egyetlen csoport számára elegendő oldat készítéséről szól. Az egész osztály számára történő oldatkészítéskor tehát az alkohol és a sósav mennyiségét meg kell szorozni a tanuló kísérleteket egyszerre végző csoportok számával.) Oldjunk az egyik szilárd anyagból néhány kristályt 5 cm^3 etil-alkoholban, és 5 csepp 2 mol/dm^3 -es sósavban. Öntsünk az oldatból egy keveset egy feliratozott szórófejes flakonba, és ellenőrizzük, hogy jól látható-e a lángfestés. Ha nem, akkor próbáljunk nagyobb koncentrációjú oldatot készíteni (további só és sósav hozzáadásával), majd ismételjük meg a lángfestési próbát. Ha jól látható a lángfestés várt színe, akkor az oldatot osszuk szét a csoportok tálcáira kerülő feliratozott szórófejes flakonokba. Ismételjük meg ezt a másik két só esetében is.
- A réz-szulfát alkoholos oldata a keletkező tetrakloro-kuprát-ionok miatt zöld színű, így azok a tanuló csoportok, akik ezt ismeretlenként kapják, nem találják majd ki azonnal.
- Az **1. és 2. típusú feladatlap**hoz a tanulók számára előkészített tálca fényképe a következő:



- A 3. típusú feladatlaphoz a tanulók számára előkészített tálca fényképe a következő:



- **Balesetvédelem**

- A nyílt láng használata előtt át kell ismételni a vonatkozó balesetvédelmi szabályokat. A hosszú hajú tanulók haja legyen összefogva és semmilyen éghető anyag ne kerüljön a láng közelébe. Az oldatok porlasztása során fokozottan ügyeljünk rá, hogy a csoportok tagjai ne hajoljanak közel az égőhöz.

- **Hulladékkezelés**

- Az elkészített oldatok a későbbiekben azonos célra újra felhasználhatók. Érdemes a porlasztófejet eltávolítani, és elmosva külön tárolni, hogy a fém alkatrészek ne korrodeálódjanak a sósavas gőzben. A flakonok például gumidugóval lezárhatók.
- A keletkező réztartalmú hulladékokat a halogénmentes szerves gyűjtőbe kell önteni.

Mire jó még a tűzijáték? (1. típus: receptszerű változat)

Ha a gáztűzhelyen forró leves kifut a fazékból, sárgára festi a kék gázlángot. Ugyanilyen sárga színnel világítanak az utcai nátrium-gőz lámpák. Mindkét esetben a nátrium jellegzetes sárga lángfestését látjuk. A tűzijáték mesés színekavalkádját is a **különböző atomok különféle színű lángfestése** okozza. Mivel **egy elem atomjai mindig ugyanolyan színűre festik a lángot**, ez alapján az elem jelenléte kimutatható. Így a lángfestés a **kémiai elemzés (analitika)** egyik legrégebbi módszere. A lángfestés jelenségén alapuló műszeres módszerek pedig ma is fontos szerepet játszanak a keverékek összetevőinek **minőségi és mennyiségi meghatározásában**.

A lángfestés magyarázatához tudnunk kell, hogy az atomok **legstabilisabb** energiájú állapotát **alapállapotnak** nevezzük. Ekkor elektronjaik a lehető legkisebb energiájú atompályákon helyezkednek el. Energia-befektetés hatására az elektronok magasabb energiájú pályára lépnek. Ekkor az atom úgynevezett **gerjesztett állapotba** kerül, ami nem stabilis. Így az atom hamarosan újra alapállapotba jut, és eközben a **felvett energiát kisugározza**.

Az alapállapot és a gerjesztett állapot közötti **gerjesztési energia** egy **adott elem** esetében állandó. Ezért a gerjesztés megszűnésekor **kisugárzott elektromágneses hullámok fotonjai** is **mindig ugyanolyan energiájúak**. Ha ezen fotonok energiája a **látható fény tartományába** esik, akkor az **atomra jellemző színű lángfestést** látunk.

1. **Kísérlet:** A tálcán az egyik porlasztófejjel ellátott flakonban nátrium-klorid alkoholos oldata van. Gyűjtsátok meg a borszeszegőt, spricceljétek az oldatot a lángba és figyeljétek meg a változást!

Tapasztalat:

A láng színe a nátrium-klorid-oldat beleporlasztása során színű lett.

Magyarázat: Hő hatására a sóban található fémion atomizálódott, elektronjai
..... atompályára kerültek, majd a
állapot megszűnése során az atom a felvett energiát
formájában kisugározta, miközben visszakerült

A látható fény a **380-760 nanométer** (jele nm, a méter egymilliárdod része) hullámhossztartományba eső elektromágneses sugárzás, az egyes **színérzeteket** ezen belül más-más hullámhosszú (a hullámhossz jele λ – lambda) fény kelti:

A lángfestés színe	Hullámhossz, λ (nm)
ibolya	380 – 420
kék	420 – 490
zöld	490 – 575
sárga	575 – 585
narancs	585 – 650
vörös	650 – 750

A különböző elektromágneses sugárzásoknak nemcsak a hullámhossza, hanem az energiája is eltérő. **A sugárzás energiája a hullámhosszal fordítottan arányos:**

$$E \sim \frac{1}{\lambda}$$

Tehát minél nagyobb a kibocsátott sugárzás hullámhossza (azaz minél közelebb van az érzékelt szín a vöröshöz), annál kisebb az energiája. Ez azt is jelenti, hogy minél közelebb van a vöröshöz egy elem lángfestése, annál kisebb energia szükséges elektronjainak gerjesztődéséhez.

Lássunk erre néhány példát! **Nézd meg a következő táblázatot! Olvasd el a szöveget és húzd alá vagy keretezd be a helyes vagy hibás szövegrészt!**

Az elem neve	A lángfestés színe
céziium	kék
kálium	fakóibolya
stroncium	kárminpiros
bárium	fakózöld

A céziumatom **kisebb/nagyobb** energiával gerjeszthető, mint a káliumatom, mert a céziumatom gerjesztődése során kibocsátott kék fény hullámhossza **kisebb/nagyobb**, mint a káliumatom gerjesztettségének megszűnése során kibocsátott fakóibolya fény hullámhossza.

A felsorolt atomok közül legkisebb energiával gerjeszthető a **céziium/kálium/stroncium/bárium**. Ezt onnan becsülhetjük meg, hogy ennek a **kék/fakóibolya/kárminpiros/fakózöld** színű lángfestése a **legkisebb/legnagyobb** hullámhosszú elektromágneses sugárzás.

A felsorolt atomok közül legnagyobb energiával gerjeszthető a **céziium/kálium/stroncium/bárium**. Ezt onnan becsülhetjük meg, hogy ennek a **kék/fakóibolya/kárminpiros/fakózöld** színű lángfestése a **legkisebb/legnagyobb** hullámhosszú elektromágneses sugárzás.

2. **Kísérlet:** Döntsétek el, hogy a rézatom vagy a kalciumatom elektronjai gerjeszthetők-e a nátriumatom elektronjainál nagyobb energiával! A tálcán található két másik porlasztófejes flakon. Ezekben réz-szulfát, illetve kalcium-klorid alkoholos oldata található. Végezzétek el a lángfestés-vizsgálatot ezekkel az oldatokkal is!

Tapasztalat:

A só neve	A lángfestés színe
réz-szulfát	
kalcium-klorid	

A rézatom **kisebb/nagyobb** energiával gerjeszthető, mint a nátriumatom, mert a gerjesztett rézatom által kibocsátott színű fény hullámhossza, mint a nátriumatom alapállapotba való visszatérése során kibocsátott színű fény hullámhossza.

A kalciumatom **kisebb/nagyobb** energiával gerjeszthető, mint a nátriumatom, mert a gerjesztett kalciumatom által kibocsátott színű fény hullámhossza, mint a nátriumatom alapállapotba való visszatérése során kibocsátott színű fény hullámhossza.

Mire jó még a tűzijáték? (2. típus: receptszerű változat + a kísérlettervezés elmélete)

Ha a gáztűzhelyen forró leves kifut a fazékból, sárgára festi a kék gázlángot. Ugyanilyen sárga színnel világítanak az utcai nátrium-gőz lámpák. Mindkét esetben a nátrium jellegzetes sárga lángfestését látjuk. A tűzijáték mesés színkavalkádját is a **különböző atomok különféle színű lángfestése** okozza. Mivel **egy elem atomjai mindig ugyanolyan színűre festik a lángot**, ez alapján az elem jelenléte kimutatható. Így a lángfestés a **kémiai elemzés (analitika)** egyik legrégebbi módszere. A lángfestés jelenségén alapuló műszeres módszerek pedig ma is fontos szerepet játszanak a keverékek összetevőinek **minőségi és mennyiségi meghatározásában**.

A lángfestés magyarázatához tudnunk kell, hogy az atomok **legstabilisabb** energiájú állapotát **alapállapotnak** nevezzük. Ekkor elektronjaik a lehető legkisebb energiájú atompályákon helyezkednek el. Energia-befektetés hatására az elektronok magasabb energiájú pályára lépnek. Ekkor az atom úgynevezett **gerjesztett állapotba** kerül, ami nem stabilis. Így az atom hamarosan újra alapállapotba jut, és eközben a **felvett energiát kisugározza**.

Az alapállapot és a gerjesztett állapot közötti **gerjesztési energia** egy **adott elem** esetében állandó. Ezért a gerjesztés megszűnésekor **kisugárzott elektromágneses hullámok fotonjai** is **mindig ugyanolyan energiájúak**. Ha ezen fotonok energiája a **látható fény tartományába** esik, akkor az **atomra jellemző színű lángfestést** látunk.

1. **Kísérlet:** A tálcán az egyik porlasztófejjel ellátott flakonban nátrium-klorid alkoholos oldata van. Gyűjtsátok meg a borszeszégőt, spricceljétek az oldatot a lángba és figyeljétek meg a változást!

Tapasztalat:

A láng színe a nátrium-klorid-oldat beleporlasztása során színű lett.

Magyarázat: Hő hatására a sóban található fémion atomizálódott, elektronjai

..... atompályára kerültek, majd a

állapot megszűnése során az atom a felvett energiát

formájában kisugározta, miközben visszakerült

A látható fény a **380-760 nanométer** (jele nm, a méter egymilliárdod része) hullámhossztartományba eső elektromágneses sugárzás, az egyes **színérzeteket** ezen belül más-más hullámhosszú (a hullámhossz jele λ – lambda) fény kelti:

A lángfestés színe	Hullámhossz, λ (nm)
ibolya	380 – 420
kék	420 – 490
zöld	490 – 575
sárga	575 – 585
narancs	585 – 650
vörös	650 – 750

A különböző elektromágneses sugárzásoknak nemcsak a hullámhossza, hanem az energiája is eltérő. **A sugárzás energiája a hullámhosszal fordítottan arányos:**

$$E \sim \frac{1}{\lambda}$$

Tehát minél nagyobb a kibocsátott sugárzás hullámhossza (azaz minél közelebb van az érzékelt szín a vöröshöz), annál kisebb az energiája. Ez azt is jelenti, hogy minél közelebb van a vöröshöz egy elem lángfestése, annál kisebb energia szükséges elektronjainak gerjesztődéséhez.

Lássunk erre néhány példát! **Nézd meg a következő táblázatot! Olvasd el a szöveget és húzd alá vagy keretezd be a helyes vagy hibás a hibás szövegrészt!**

Az elem neve	A lángfestés színe
céziium	kék
kálium	fakóibolya
stroncium	kárminpiros
bárium	fakózöld

A céziuatom **kisebb/nagyobb** energiával gerjeszthető, mint a káliuatom, mert a céziuatom gerjesztődése során kibocsátott kék fény hullámhossza **kisebb/nagyobb**, mint a káliuatom gerjesztettségének megszűnése során kibocsátott fakóibolya fény hullámhossza.

A felsorolt atomok közül legkisebb energiával gerjeszthető a **céziium/kálium/stroncium/bárium**. Ezt onnan becsülhetjük meg, hogy ennek a **kék/fakóibolya/kárminpiros/fakózöld** színű lángfestése a **legkisebb/legnagyobb** hullámhosszú elektromágneses sugárzás.

A felsorolt atomok közül legnagyobb energiával gerjeszthető a **céziium/kálium/stroncium/bárium**. Ezt onnan becsülhetjük meg, hogy ennek a **kék/fakóibolya/kárminpiros/fakózöld** színű lángfestése a **legkisebb/legnagyobb** hullámhosszú elektromágneses sugárzás.

2. Kísérlet: Döntsétek el, hogy a rézatom vagy a kalciumatom elektronjai gerjeszthetők-e a nátriumatom elektronjainál nagyobb energiával! A tálcán található két másik porlasztófejes flakon. Ezekben réz-szulfát, illetve kalcium-klorid alkoholos oldata található. Végezzétek el a lángfestés-vizsgálatot ezekkel az oldatokkal is!

Tapasztalat:

A só neve	A lángfestés színe
réz-szulfát	
kalcium-klorid	

A rézatom **kisebb/nagyobb** energiával gerjeszthető, mint a nátriumatom, mert a gerjesztett rézatom által kibocsátott színű fény hullámhossza, mint a nátriumatom alapállapotba való visszatérése során kibocsátott színű fény hullámhossza.

A kalciumatom **kisebb/nagyobb** energiával gerjeszthető, mint a nátriumatom, mert a gerjesztett kalciumatom által kibocsátott színű fény hullámhossza, mint a nátriumatom alapállapotba való visszatérése során kibocsátott színű fény hullámhossza.

A feladatlap megoldása során a **természettudományos vizsgálatok elveit és gyakorlatát** alkalmaztuk:

- Amikor ismeretlen anyagok kémiai összetételét próbáljuk meg azonosítani, **kvalitatív** (azaz **minőségi**) **analízist** végzünk. Ennek fontos módszerei a „**próbák**”, pl. a lángfestés vizsgálata, az ún. lángfestési próba, melyet a nátrium ismert színű lángfestése kapcsán megtanultunk elvégezni.
- Ezután foghattunk hozzá a feladatlap **problémafelvető kérdés**ének megválaszolásához: Hogyan tudunk következtetni a gerjesztési energia nagyságára a lángfestések színének összehasonlításából?
- Ehhez először a mások korábbi munkái alapján született **szakirodalomból** megismerhettük a következőket:
 - **összefüggéseket** a lángfestés színe és a gerjesztési energia között (a gerjesztési és a kisugárzott energia nagysága állandó, így a kisugárzott fény hullámhossza jellemző az atomra, a kisugárzott fény hullámhossza fordítottan arányos annak energiájával);
 - konkrét **adatokat** (a hullámhossztartományokhoz tartozó színérzetek);
 - **korábbi kísérleti eredményeket** (néhány atom lángfestése).
- Ezután elvégeztük a **kísérletet** (a lángfestési próbát a két másik vegyülettel).
- A kapott kísérleti eredményeket **értékel**tük (összevetettük a szakirodalomban találtakkal);
- **Logikus következtetéssel** meg tudtuk válaszolni a rézre és kalciumra vonatkozó problémafelvető kérdést.

Mire jó még a tűzijáték (3. típus: kísérlettervező változat)

Ha a gáztűzhelyen forró leves kifut a fazékból, sárgára festi a kék gázlángot. Ugyanilyen sárga színnel világítanak az utcai nátrium-gőz lámpák. Mindkét esetben a nátrium jellegzetes sárga lángfestését látjuk. A tűzijáték mesés színkavalkádját is a **különböző atomok különféle színű lángfestése** okozza. Mivel **egy elem atomjai mindig ugyanolyan színűre festik a lángot**, ez alapján az elem jelenléte kimutatható. Így a lángfestés a **kémiai elemzés (analitika)** egyik legrégebbi módszere. A lángfestés jelenségén alapuló műszeres módszerek pedig ma is fontos szerepet játszanak a keverékek összetevőinek **minőségi és mennyiségi meghatározásában**.

A lángfestés magyarázatához tudnunk kell, hogy az atomok **legstabilisabb** energiájú állapotát **alapállapotnak** nevezzük. Ekkor elektronjaik a lehető legkisebb energiájú atompályákon helyezkednek el. Energia-befektetés hatására az elektronok magasabb energiájú pályára lépnek. Ekkor az atom úgynevezett **gerjesztett állapotba** kerül, ami nem stabilis. Így az atom hamarosan újra alapállapotba jut, és eközben a **felvett energiát kisugározza**.

Az alapállapot és a gerjesztett állapot közötti **gerjesztési energia** egy **adott elem** esetében állandó. Ezért a gerjesztés megszűnésekor **kisugárzott elektromágneses hullámok fotonjai is mindig ugyanolyan energiájúak**. Ha ezen fotonok energiája a **látható fény tartományába** esik, akkor az **atomra jellemző színű lángfestést** látunk.

1. **Kísérlet:** A tálcán az egyik porlasztófejjel ellátott flakonban nátrium-klorid alkoholos oldata van. Gyűjtsátok meg a borszeszegőt, spricceljétek az oldatot a lángba és figyeljétek meg a változást!

Tapasztalat:

A láng színe a nátrium-klorid-oldat beleporlasztása során színű lett.

Magyarázat: Hő hatására a sóban található fémion atomizálódott, elektronjai
..... atompályára kerültek, majd a
állapot megszűnése során az atom a felvett energiát
formájában kisugározta, miközben visszakerült

A látható fény a **380-760 nanométer** (jele nm, a méter egymilliárdod része) hullámhossztartományba eső elektromágneses sugárzás, az egyes **színérzeteket** ezen belül más-más hullámhosszú (a hullámhossz jele λ – lambda) fény kelti:

A lángfestés színe	Hullámhossz, λ (nm)
ibolya	380 – 420
kék	420 – 490
zöld	490 – 575
sárga	575 – 585
narancs	585 – 650
vörös	650 – 750

A különböző elektromágneses sugárzásoknak nemcsak a hullámhossza, hanem az energiája is eltérő. **A sugárzás energiája a hullámhosszal fordítottan arányos:**

$$E \sim \frac{1}{\lambda}$$

Tehát minél nagyobb a kibocsátott sugárzás hullámhossza (azaz minél közelebb van az érzékelt szín a vöröshöz), annál kisebb az energiája. Ez azt is jelenti, hogy minél közelebb van a vöröshöz egy elem lángfestése, annál kisebb energia szükséges elektronjainak gerjesztődéséhez.

Lássunk erre néhány példát! **Nézd meg a következő táblázatot! Olvasd el a szöveget és húzd alá vagy keretezd be a helyes vagy hibás a hibás szövegrészt!**

Az elem neve	A lángfestés színe
cézium	kék
kálium	fakóibolya
kalcium	téglavörös
réz	zöld

A céziumatom **kisebb/nagyobb** energiával gerjeszthető, mint a káliumatom, mert a céziumatom gerjesztődése során kibocsátott kék fény hullámhossza **kisebb/nagyobb**, mint a káliumatom gerjesztettségének megszűnése során kibocsátott fakóibolya fény hullámhossza.

A felsorolt atomok közül legkisebb energiával gerjeszthető a **cézium/kálium/kalcium/réz**. Ezt onnan becsülhetjük meg, hogy ennek a **kék/fakóibolya/téglavörös/zöld** színű lángfestése a **legkisebb/legnagyobb** hullámhosszú elektromágneses sugárzás.

A felsorolt atomok közül legnagyobb energiával gerjeszthető a **cézium/kálium/kalcium/réz**. Ezt onnan becsülhetjük meg, hogy ennek a **kék/fakóibolya/téglavörös/zöld** színű lángfestése a **legkisebb/legnagyobb** hullámhosszú elektromágneses sugárzás.

2. **Kísérlet:** A tálcán két ismeretlen vegyület alkoholos oldata található porlasztófejekkel ellátott flakonokban. **Tervezzetek kísérletet** a következő **problémafelvető kérdések** megválaszolására:

- Milyen fémek vegyületei az ismeretlenek?
- A nátriuménál kisebb vagy nagyobb energiával gerjeszthetők az ismeretlen fémek elektronjai?

A válaszok keresésekor használjátok a **természettudományos vizsgálatok elméletét és gyakorlatát**:

- Gondoljatok arra, hogy a minőségi elemzés fontos módszerei a „**próbák**”. A nátriumatom ismert színű lángfestése kapcsán megtanultátok elvégezni a lángfestési próbát.
- A feladatlapon szerepelnek a mások munkája során született **szakirodalomból** a következők:
 - korábbi kísérleti eredmények** (néhány atom lángfestése);
 - konkrét **adatok** (a hullámhossztartományokhoz tartozó színérzetek);
 - összefüggések** a lángfestés színe és a gerjesztési energia között.
- Ezek ismeretében megtervezhetitek és elvégezhetitek a **kísérleteket**.
- A kísérletek eredményeit **értékelni** kell (össze kell vetni a szakirodalomból szerzett ismeretekkel).
- Utána **logikus következtetéssel** meg lehet adni a kérdésekre a helyes választ.

A kísérlet terve:

.....

Tapasztalat:

Az ismeretlen száma	A lángfestés színe
1.	
2.	

Válaszok:

Az 1. számú ismeretlen tartalmaz, mert.....

A 2. számú ismeretlen..... tartalmaz, mert.....

A két fém közül a elektronjai kisebb energiával gerjeszthetők a nátriumatom elektronjainál, mert

.....

A két fém közül a elektronjai nagyobb energiával gerjeszthetők a nátriumatom elektronjainál, mert

.....

Mire jó még a tűzijáték? (tanári változat)

Ha a gáztűzhelyen forró leves kifut a fazékból, sárgára festi a kék gázlángot. Ugyanilyen sárga színnel világítanak az utcai nátrium-gőz lámpák. Mindkét esetben a nátrium jellegzetes sárga lángfestését látjuk. A tűzijáték mesés színekavalkádját is a **különböző atomok különféle színű lángfestése** okozza. Mivel **egy elem atomjai mindig ugyanolyan színűre festik a lángot**, ez alapján az elem jelenléte kimutatható. Így a lángfestés a **kémiai elemzés (analitika)** egyik legrégebbi módszere. A lángfestés jelenségén alapuló műszeres módszerek pedig ma is fontos szerepet játszanak a keverékek összetevőinek **minőségi és mennyiségi meghatározásában**.

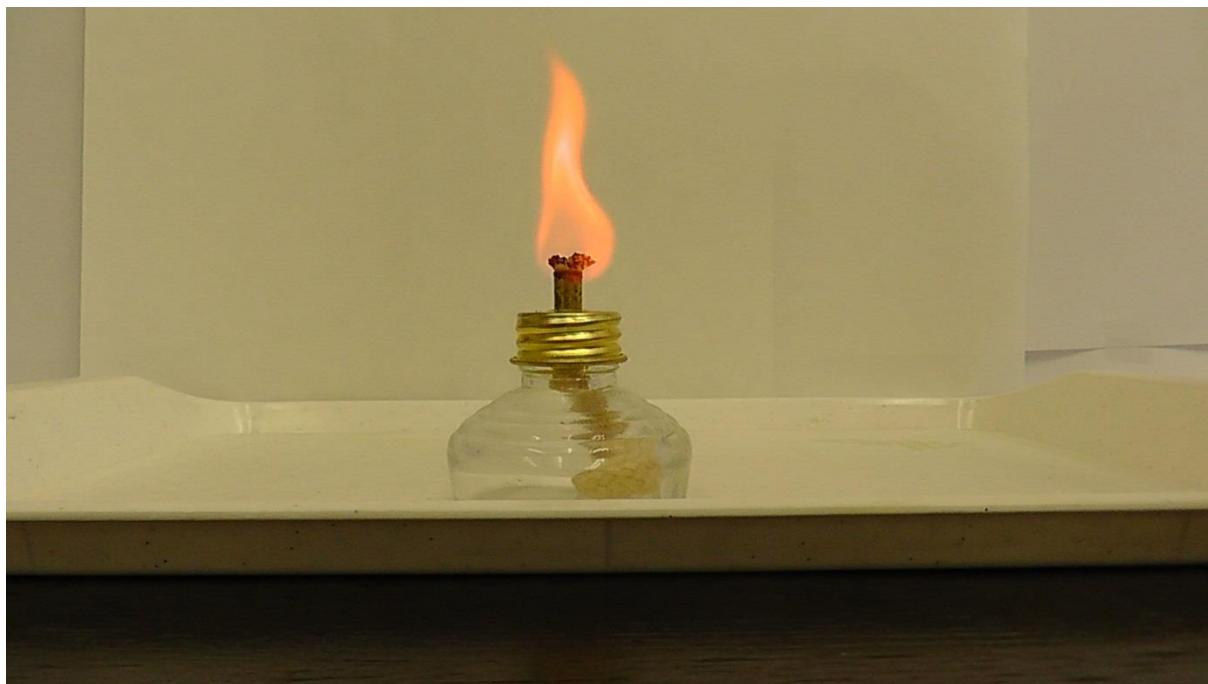
A lángfestés magyarázatához tudnunk kell, hogy az atomok **legstabilisabb** energiájú állapotát **alapállapotnak** nevezzük. Ekkor elektronjaik a lehető legkisebb energiájú atompályákon helyezkednek el. Energia-befektetés hatására az elektronok magasabb energiájú pályára lépnek. Ekkor az atom úgynevezett **gerjesztett állapotba** kerül, ami nem stabilis. Így az atom hamarosan újra alapállapotba jut, és eközben a **felvett energiát kisugározza**.

Az alapállapot és a gerjesztett állapot közötti **gerjesztési energia** egy **adott elem** esetében állandó. Ezért a gerjesztés megszűnésekor **kisugárzott elektromágneses hullámok fotonjai** is **mindig ugyanolyan energiájúak**. Ha ezen fotonok energiája a **látható fény tartományába** esik, akkor az **atomra jellemző színű lángfestést** látunk.

1. **Kísérlet:** A tálcán az egyik porlasztófejjel ellátott flakonban nátrium-klorid alkoholos oldata van. Gyűjtésük meg a borszeszégőt, spricceljétek az oldatot a lángba és figyeljétek meg a változást!

Tapasztalat:

A láng színe a nátrium-klorid-oldat beleporlasztása során **sárga** színű lett.



Magyarázat: Hő hatására a sóban található fémion atomizálódott, elektronjai **nagyobb energiájú** atompályára kerültek, majd a **gerjesztett** állapot megszűnése során az atom a felvett energiát **látható fény/sárga fény** formájában kisugározta, miközben visszakerült **alapállapotba**.

A látható fény a **380-760 nanométer** (jele nm, a méter egymilliárdod része) hullámhossztartományba eső elektromágneses sugárzás, az egyes **színérzeteket** ezen belül más-más hullámhosszú (a hullámhossz jele λ – lambda) fény kelti:

A lángfestés színe	Hullámhossz, λ (nm)
ibolya	380 – 420
kék	420 – 490
zöld	490 – 575
sárga	575 – 585
narancs	585 – 650
vörös	650 – 750

A különböző elektromágneses sugárzásoknak nemcsak a hullámhossza, hanem az energiája is eltérő. **A sugárzás energiája a hullámhosszal fordítottan arányos:**

$$E \sim \frac{1}{\lambda}$$

Tehát minél nagyobb a kibocsátott sugárzás hullámhossza (azaz minél közelebb van az érzékelt szín a vöröshöz), annál kisebb az energiája. Ez azt is jelenti, hogy minél közelebb van a vöröshöz egy elem lángfestése, annál kisebb energia szükséges elektronjainak gerjesztődéséhez.

Lássunk erre néhány példát! **Nézd meg a következő táblázatot! Olvasd el a szöveget és húzd alá vagy keretezd be a helyes vagy hibás szövegrészt!**

Az elem neve	A lángfestés színe
cézium	kék
kálium	fakóibolya
stroncium	kárminpiros
bárium	fakózöld

A céziumatom ~~kisebb/nagyobb~~ energiával gerjeszthető, mint a káliumatom, mert a céziumatom gerjesztődése során kibocsátott kék fény hullámhossza ~~kisebb/nagyobb~~, mint a káliumatom gerjesztettségének megszűnése során kibocsátott fakóibolya fény hullámhossza.

A felsorolt atomok közül legkisebb energiával gerjeszthető a ~~cézium/kálium/stroncium/bárium~~. Ezt onnan becsülhetjük meg, hogy ennek a ~~kék/fakóibolya/kárminpiros/fakózöld~~ színű lángfestése a ~~legkisebb/legnagyobb~~ hullámhosszú elektromágneses sugárzás.

A felsorolt atomok közül legnagyobb energiával gerjeszthető a ~~cézium/kálium/stroncium/bárium~~. Ezt onnan becsülhetjük meg, hogy ennek a ~~kék/fakóibolya/kárminpiros/fakózöld~~ színű lángfestése a ~~legkisebb/legnagyobb~~ hullámhosszú elektromágneses sugárzás.

2. **Kísérlet:** Döntsétek el, hogy a rézatom vagy a kalciumatom elektronjai gerjeszthetők-e a nátriumatom elektronjainál nagyobb energiával! A tálcán található két másik porlasztófejes flakon. Ezekben réz-szulfát, illetve kalcium-klorid alkoholos oldata található. Végezzétek el a lángfestés-vizsgálatot ezekkel az oldatokkal is!

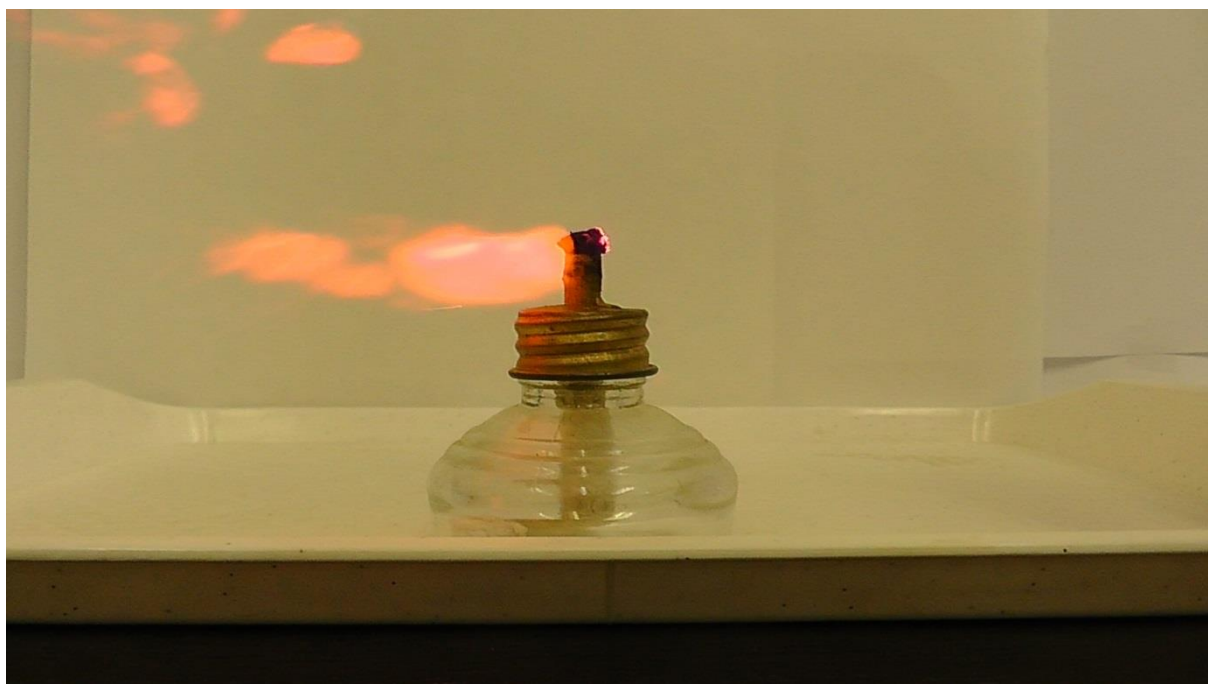
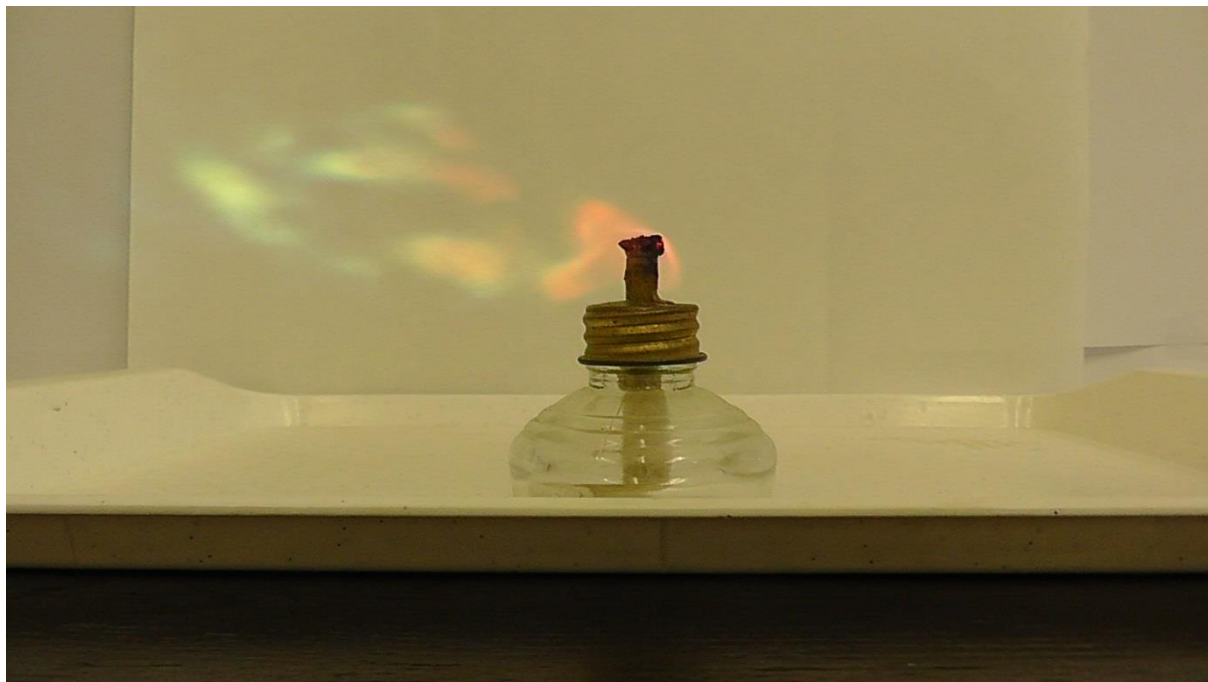
Tapasztalat:

A só neve	A lángfestés színe
réz-szulfát	<u>zöld</u>
kalcium-klorid	<u>(tégla)vörös</u>

A rézatom ~~kisebb/nagyobb~~ energiával gerjeszthető, mint a nátriumatom, mert a gerjesztett rézatom által kibocsátott zöld színű fény hullámhossza kisebb, mint a nátriumatom alapállapotba való visszatérése során kibocsátott sárga színű fény hullámhossza.

A kalciumatom ~~kisebb/nagyobb~~ energiával gerjeszthető, mint a nátriumatom, mert a gerjesztett kalciumatom által kibocsátott (tégla)vörös színű fény hullámhossza nagyobb, mint a nátriumatom alapállapotba való visszatérése során kibocsátott sárga színű fény hullámhossza.

Megjegyzés: A mindhárom só esetében előkészített, csoportonként körülbelül 5 cm³ oldat akár 10-15 pumpálásra is elegendő lehet. Így minden csoport többször is megvizsgálhatja a színek közötti különbségeket. A kísérlet tapasztalatait a következő fényképek mutatják:



[Csak a 2. típusú csoportoknak!]

A feladatlap megoldása során a **természettudományos vizsgálatok elveit és gyakorlatát** alkalmaztuk:

- Amikor ismeretlen anyagok kémiai összetételét próbáljuk meg azonosítani, **kvalitatív** (azaz **minőségi**) **analízist** végzünk. Ennek fontos módszerei a „**próbák**”, pl. a lángfestés vizsgálata, az ún. lángfestési próba, melyet a nátrium ismert színű lángfestése kapcsán megtanultunk elvégezni.
- Ezután foghattunk hozzá a feladatlap **problémafelvető kérdés**ének megválaszolásához: Hogyan tudunk következtetni a gerjesztési energia nagyságára a lángfestések színének összehasonlításából?
- Ehhez először a mások korábbi munkái alapján született **szakirodalomból** megismerhettük a következőket:
 - **összefüggéseket** a lángfestés színe és a gerjesztési energia között (a gerjesztési és a kisugárzott energia nagysága állandó, így a kisugárzott fény hullámhossza jellemző az atomra, a kisugárzott fény hullámhossza fordítottan arányos annak energiájával);
 - konkrét **adatok** (a hullámhossztartományokhoz tartozó színérzetek);
 - **korábbi kísérleti eredményeket** (néhány atom lángfestése).
- Ezután elvégeztük a **kísérletet** (a lángfestési próbát a két másik vegülettel).
- A kapott kísérleti eredményeket **értékel**tük (összevetettük a szakirodalomban találtakkal).
- **Logikus következtetéssel** meg tudtuk válaszolni a rézre és kalciumra vonatkozó problémafelvető kérdést.

[A 2. oldal, csak a 3. típusú csoportoknak!]

Lássunk erre néhány példát! **Nézd meg a következő táblázatot! Olvasd el a szöveget és húzd alá vagy keretezd be a helyes vagy hibás szövegrészt!**

Az elem neve	A lángfestés színe
céziium	kék
kálium	fakóibolya
kalcium	téglavörös
réz	zöld

A céziumatom ~~kisebb/nagyobb~~ energiával gerjeszthető, mint a káliumatom, mert a céziumatom gerjesztődése során kibocsátott kék fény hullámhossza ~~kisebb/nagyobb~~, mint a káliumatom gerjesztettségének megszűnése során kibocsátott fakóibolya fény hullámhossza.

A felsorolt atomok közül legkisebb energiával gerjeszthető a ~~céziium/kálium/kalcium/réz~~. Ezt onnan becsülhetjük meg, hogy ennek a ~~kék/fakóibolya/téglavörös/zöld~~ színű lángfestése a ~~legkisebb/legnagyobb~~ hullámhosszú elektromágneses sugárzás.

A felsorolt atomok közül legnagyobb energiával gerjeszthető a ~~céziium/kálium/kalcium/réz~~. Ezt onnan becsülhetjük meg, hogy ennek a ~~kék/fakóibolya/téglavörös/zöld~~ színű lángfestése a ~~legkisebb/legnagyobb~~ hullámhosszú elektromágneses sugárzás.

2. **Kísérlet:** A tálcán két ismeretlen vegyület alkoholos oldata található porlasztófejekkel ellátott flakonokban.

Tervezzetek kísérletet a következő **problémafelvető kérdések** megválaszolására:

- a) Milyen fémek vegyületei az ismeretlenek?
- b) A nátriuménál kisebb vagy nagyobb energiával gerjeszthetők az ismeretlen fémek elektronjai?

A válaszok keresésekor használjátok a **természettudományos vizsgálatok elméletét és gyakorlatát**:

- Gondoljatok arra, hogy a minőségi elemzés fontos módszerei a „**próbák**”. A nátriumatom ismert színű lángfestése kapcsán megtanultátok elvégezni a lángfestési próbát.
- A feladatlapon szerepelnek a mások munkája során született **szakirodalomból** a következők:
 - **korábbi kísérleti eredmények** (néhány atom lángfestése);
 - konkrét **adatok** (a hullámhossztartományokhoz tartozó színérzetek);
 - **összefüggések** a lángfestés színe és a gerjesztési energia között.
- Ezek ismeretében megtervezhetitek és elvégezhetitek a **kísérleteket**.
- A kísérletek eredményeit **értékel**ni kell (össze kell vetni a szakirodalomból szerzett ismeretekkel).
- Utána **logikus következtetéssel** meg lehet adni a kérdésekre a helyes választ.

A kísérlet terve: A tálcán található két ismeretlen oldattal is elvégezzük a lángfestés-vizsgálatot.

Tapasztalat:

Az ismeretlen száma	A lángfestés színe
1.	<u>zöld</u>
2.	<u>(tégla)vörös</u>

Válaszok:

Az 1. számú ismeretlen rezet tartalmaz, mert lángfestése zöld színű.

A 2. számú ismeretlen kalciumot tartalmaz, mert lángfestése (tégla)vörös színű.

A két fém közül a kalcium elektronjai kisebb energiával gerjeszthetők a nátriumatom elektronjainál, mert a gerjesztett kalciumatom által kibocsátott (tégla)vörös színű fény hullámhossza nagyobb, mint a nátriumatom alapállapotba való visszatérése során kibocsátott sárga színű fény hullámhossza.

A két fém közül a réz elektronjai nagyobb energiával gerjeszthetők a nátriumatom elektronjainál, mert a gerjesztett rézatom által kibocsátott zöld színű fény hullámhossza kisebb, mint a nátriumatom alapállapotba való visszatérése során kibocsátott sárga színű fény hullámhossza.

2. melléklet: „Mire jó még a tűzijáték?” című feladatlap a lektorálás után

13. feladatlap: Mire jó még a tűzijáték?

Módszertani útmutató

1. **Téma:** Az atomok lángfestése

2. **Felhasználás:** 9. osztály, 45 perces tanóra

3. **Szükséges előzetes ismeretek:**

- Az alapállapotú atomok elektronszerkezete.
- Az atomok alapállapota és gerjesztett állapota.

4. **Célok:**

- **Motiváció:** A kíváncsiság felkeltése a környezetünkben lévő anyagok tulajdonságainak és viselkedésük szabályszerűségeinek megértése iránt a lángfestés kapcsán.
- **Ismétlés:** Az atomok elektronszerkezete.
- A megfigyelőkészség és a kísérletezéshez használt manuális készségek fejlesztése.
- A logikus gondolkodás, az induktív következtetés gyakorlása.
- A 2. és a 3. típusú feladatlapot megoldó diákok esetében **elméleti ismerkedés a természettudományos vizsgálatok lépéseivel. A 3. típusú feladatlapot kitöltő tanulók esetében a saját tervezésű kísérletek megvalósításának gyakorlása.**

5. **Tananyag:**

- **Ismeret szint:**
 - Az atomokban az elektronok energiabefektetés hatására magasabb energiájú pályára lépnek, de a nem stabil gerjesztett állapotból hamarosan újra alapállapotba kerülnek, miközben a felvett energiát kisugározzák.
 - Az elemek gerjesztési energiája az adott elemre jellemző érték.
 - A fény hullámhossza fordítottan arányos **egy fotonjának energiájával.**
- **Megértés szint:**
 - Egyes **atomok** gerjesztési energiája a látható fény tartományába esik, ezek a lángot színesre festik.
 - **A kisugárzott energia a gerjesztési energiával megegyező nagyságú, és** ezért a lángfestés színe az adott elemre jellemző, így a minőségi analízis egyik fontos próbája.
- **Alkalmazás szint:**
 - A tanulóknak el kell tudniuk dönteni adott elemek lángfestésének színéből, és a megadott fényvel kapcsolatos adatokból, összefüggésekből, hogy azok gerjesztési energiája hogyan viszonyul egymáshoz.
- **Magasabb rendű műveletek szintje:**
 - A 2. típusú feladatlapot megoldó diákok esetében a konkrét példa utólagos magyarázata alapján meg kell érteni, hogy melyek a természettudományos kutatások főbb lépései.
 - A 3. típusú feladatlapot megoldó diákok esetében a feladatlapon kapott segítség és konkrét példa végrehajtása alapján meg kell érteni, hogy melyek a természettudományos kutatások főbb lépései.

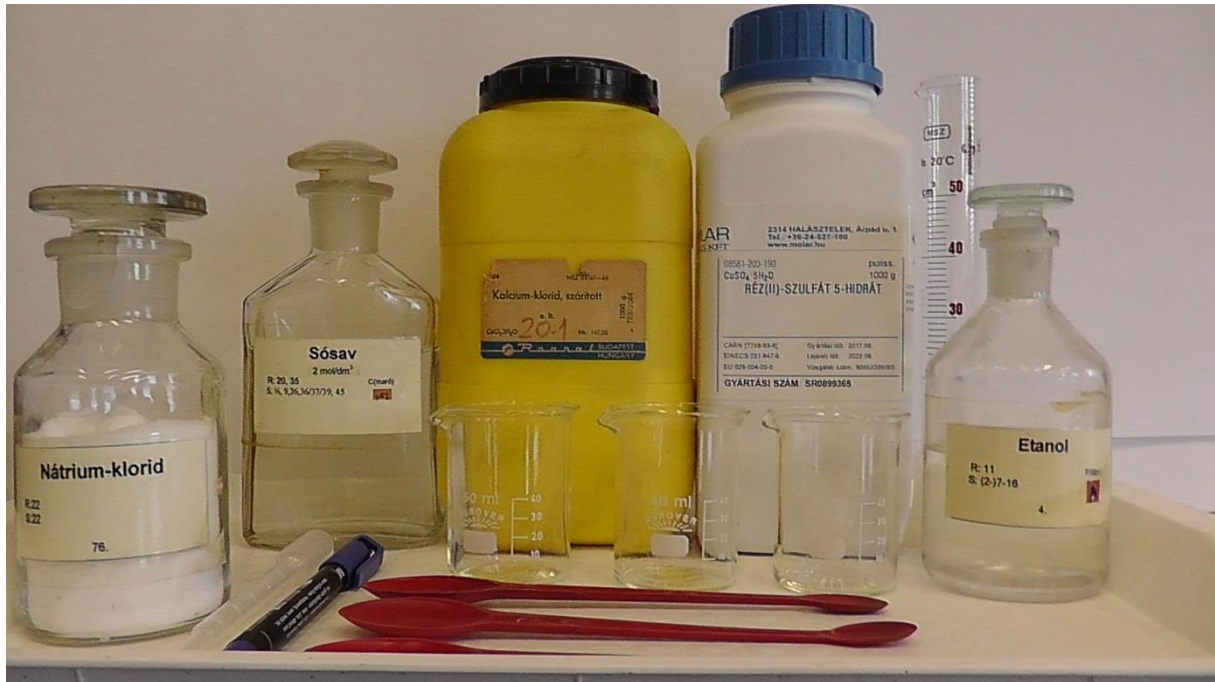
6. **Módszertani megfontolások:**

- Ez a feladatlap a minőségi meghatározások módszerei közül mutat be egy példát. Ebben az esetben a tanulók a lángfestés vizsgálatokor természetesen csak saját látásukra hagyatkoznak. (A gyakorlatban az elvet műszeres mérések során is alkalmazzák, minőségi és mennyiségi meghatározásokhoz is.) **A feladatlapok alapján végzett kísérletek során tehát a lángfestés jelenségének kvalitatív analízisre való felhasználása történik. A kvantitatív meghatározásra jó példa az élelmiszerek nátrium-klorid-tartalmának, vagy a talaj nehézfém-szennyezésének mérése.**

- A 2. és 3. feladatlapot megoldó tanulók ismeretlen vegyület összetételét határozzák meg. A biztos meghatározáshoz fontos, hogy a feladatlapon csak olyan elemek szerepeljenek, amelyek lángfestése az ismeretlen lángfestésétől egyértelműen eltérő színű. (Például a kalcium téglavörös, a stroncium kárminpiros, a lítium bíborvörös lángfestése esetén a színnevezések és a három közül egy szín látványa alapján a tanulók számára nem biztos, hogy egyértelműen kiválasztható a megfelelő elem.) Az ismert vegyületek oldataival történő összehasonítás lehetővé tenné a több elem közül történő kiválasztást, azonban takarékosági okok miatt (mivel így csak három szórófejes flakonra van szükség tanulócsoportonként) nem ezt a megoldást választottuk.
- A lángfestés jelensége az atomok elektronszerkezetének tárgyalásakor illeszthető a tanmenetbe. Bár ennek a témakörnek nem központi eleme, ez a látványos tanulókísérlet kiváló motiváció lehet e rendkívül elvont tananyagrészt tanulásakor.
- A tananyag elsajátítása során szóba kerülhet, hogy mitől látunk színesnek egyes anyagokat szokványos körülmények között. Ez egy olyan komplex természettudományos kérdés, amely kapcsolatot teremt a kémia, biológia (színlátás) és fizika (a fény hullám- és részecsketermészete) tantárgyak között. Később a kovalens kötés tárgyalásánál erre vissza lehet utalni, példaként említve a paprika, paradicsom gyönyörű színeit és a bennük található karotinoidok kötés szerkezetét. **Megjegyzendő, hogy a paradicsom (általában a festékek, így az indikátorok stb.) színe nem úgy áll elő, ahogyan ebben a feladatban szerepel (emisszió, fénykibocsátás), hanem a molekulák fényelnyelése (abszorpció) útján, ami más mechanizmust jelent.**
- A feladatlapon kizárólag fémek lángfestése szerepel. Fontos felhívni rá a figyelmet, hogy ez a jelenség egyes nemfémek esetén is megfigyelhető. Házi feladat lehet, hogy a tanulók keressenek az interneten ilyen elemeket a hozzájuk tartozó lángfestés színével, esetleg hasonlítsák össze ezek gerjesztési (ill. kibocsátási) energiáját, illetve készítsenek a feladatlapon található feladatokhoz hasonló kiegészítendő mondatokat, melyeket aztán feladhatnak osztálytársaiknak.
- Szükség esetén el kell magyarázni a diákoknak, hogy mit jelent az „atomizálódás”. A lángfestést fémsókkal végezzük, de azokban fémionok vannak, melyeknek – többnyire – nincs könnyen gerjeszthető vegyértékelektronja. A láng hőmérsékletének hatására azonban a fémsó egy kis része szublimál és a gázfázisban atomokra bomlik (atomizálódik).
- Ha a feladatlap megoldása nem tölti ki a teljes tanórát, akkor kémia történeti érdekességként megemlíthető, hogy a lángfestés jelenségét elsőként Bunsen vizsgálta, és éppen ebből a célból fejlesztette ki a Bunsen-égőt. Ennek kapcsán lehet beszélni a spektrum és a spektroszkóp jelentőségéről, ami a nemesgázok felfedezésének tanításakor hasznos lesz. Tanári demonstrációs kísérletként pedig más elemek lángfestései is bemutathatók.

7. Technikai segédlet:

- **Anyagok és eszközök az oldatok elkészítéséhez**
 - réz(II)-szulfát
 - nátrium-klorid
 - kalcium-klorid
 - etil-alkohol (96%-os vagy abszolút)
 - 2 mol/dm³ koncentrációjú sósav
 - vegyszeres kanál, 3 db
 - 50-100 cm³ főzőpohár, 3 db
 - 50 cm³ mérőhenger
 - Pasteur-pipetta
 - alkoholos filctoll
- **Anyagok és eszközök a tanulókísérletekhez (csoportonként):**
 - szórófejes műanyagflakon, 3 db
 - borszeszegő
 - gyufa
 - **Petri-csésze, óraüveg vagy egyéb alkalmas üvegedény a használt gyufának**
 - tálca
 - védőkesztyű
 - védőszemüveg
- **Előkészítés:**
 - Az előkészítéshez szükséges anyagokat és eszközöket tartalmazó tálca fényképe a következő:



- Készítsünk alkoholos oldatot a három sóból a következőképpen. (Az alábbi leírás az egyetlen csoport számára elegendő oldat készítéséről szól. Az egész osztály számára történő oldatkészítéskor tehát az alkohol és a sósav mennyiségét meg kell szorozni a tanulókísérleteket egyszerre végző csoportok számával.) Oldjunk az egyik szilárd anyagból néhány kristályt 5 cm^3 etil-alkoholban, és 5 csepp 2 mol/dm^3 -es sósavban. Öntsünk az oldatból egy keveset egy feliratozott szórófejes flakonba, és ellenőrizzük, hogy jól látható-e a lángfestés. Ha nem, akkor próbáljunk nagyobb koncentrációjú oldatot készíteni (további só és sósav hozzáadásával), majd ismételjük meg a lángfestési próbát. Ha jól látható a lángfestés várt színe, akkor az oldatot osszuk szét a csoportok tálcáira kerülő feliratozott szórófejes flakonokba (a flakonokba önthetőek az $5\text{-}5 \text{ cm}^3$ -nyi oldatok). Ismételjük meg ezt a másik két só esetében is.
- Ha a diákok kérdezik, miért van szükség a sósavra, akkor utalni kell rá, hogy ez egy olyan jelenség (a hidrolízis) visszaszorítása miatt kell, amelyről néhány hónap múlva, a sav-bázis folyamatok kapcsán fognak tanulni.
- A réz(II)-szulfát alkoholos oldata a keletkező tetrakloro-kuprát-ionok miatt zöld színű, így azok a tanulócsoportok, amelyek ezt ismeretlenként kapják, nem találják majd ki azonnal, hogy réz(II)-szulfát van az oldatban.

- Az **1. és 2. típusú feladatlap**hoz a tanulók számára előkészített tálca fényképe a következő:



- A **3. típusú feladatlap**hoz a tanulók számára előkészített tálca fényképe a következő:



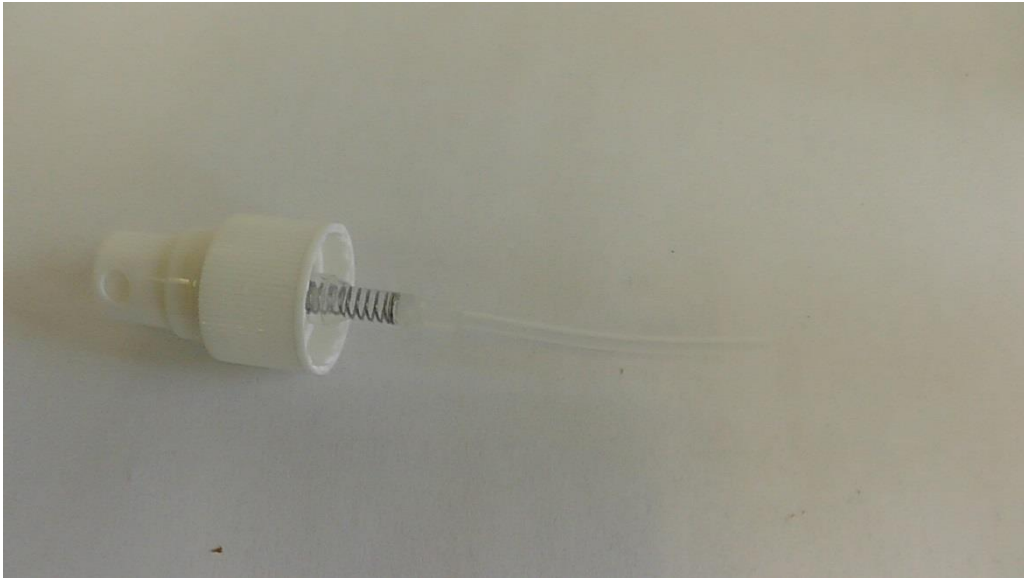
- **Balesetvédelem**

- A nyílt láng használata előtt át kell ismételni a vonatkozó balesetvédelmi szabályokat. A hosszú hajú tanulók haja legyen összefogva, és semmilyen éghető anyag ne kerüljön a láng közelébe. Az oldatok porlasztása során fokozottan ügyeljünk rá, hogy a csoportok tagjai ne hajoljanak közel az égőhöz.

- **Hulladékkezelés**

- Az elkészített oldatok a későbbiekben azonos célra újra felhasználhatók. Érdeemes a porlasztófejet eltávolítani, és elmosva külön tárolni, hogy a fém alkatrészek ne korrodeálódjanak a sósavas gőzben. A flakonok például gumidugóval lezárhatók.

- A porlasztófej rugója (mely fémből készül) a következő fényképen látható:



- A keletkező réztartalmú hulladékokat a halogénmentes szerves gyűjtőbe kell önteni.

Mire jó még a tűzijáték? (1. típus: receptszerű változat)

Ha a gáztűzhelyen a forró leves kifut a fazékból, sárgára festi a kék gázlángot. Ugyanilyen sárga színnel világítanak az utcai nátriumgőzlámpák. Mindkét esetben a nátrium jellegzetes sárga lángfestését látjuk. A tűzijáték mesés színekavalkádját is a **különböző atomok különféle színű lángfestése** okozza. Mivel **egy adott elem atomjai mindig ugyanolyan színűre festik a lángot**, ez alapján az elem jelenléte kimutatható. Így a lángfestés a **kémiai elemzés (analitika)** egyik legrégebbi módszere. A lángfestés jelenségén alapuló műszeres módszerek pedig ma is fontos szerepet játszanak a keverékek összetevőinek **minőségi és mennyiségi meghatározásában**.

A lángfestés magyarázatához tudnunk kell, hogy az atomok **legstabilisabb** energiájú állapotát **alapállapotnak** nevezzük. Ekkor elektronjaik a lehető legkisebb energiájú atompályákon helyezkednek el. Energiabefektetés hatására az elektronok magasabb energiájú pályára lépnek. Ekkor az atom úgynevezett **gerjesztett állapotba** kerül, ami nem stabilis. Így az atom hamarosan újra alapállapotba jut, és ekkor a **felvett energiát kisugározza**.

Az alapállapot és a gerjesztett állapot közötti **gerjesztési energia (amely a gerjesztett állapot megszűnése során kisugárzott energiával megegyező nagyságú)** egy **adott atom** esetében állandó érték. Ezért a gerjesztés megszűnésekor **kisugárzott elektromágneses hullámok fotonjai is mindig ugyanolyan energiájúak**. Ha ezen fotonok energiája a **látható fény tartományába** esik, akkor az **atomra jellemző színű lángfestést** látunk.

1. **Kísérlet:** A tálcan az egyik porlasztófejjel ellátott flakonban nátrium-klorid alkoholos oldata van. Gyűjtsátok meg a borszeszegőt, spricceljétek az oldatot a lángba és figyeljétek meg a változást!

Tapasztalat:

A láng színe a nátrium-klorid-oldat beleporlasztása során színű lett.

Magyarázat: **Hevítés** hatására a sóban található fémion atomizálódott, elektronjai

..... atompályára kerültek, majd a

állapot megszűnése során az atom a felvett energiát

formájában kisugározta, miközben visszakerült

A látható fény a **380-760 nanométer** (jele: nm, a méter egymilliárdod része) hullámhossztartományba eső elektromágneses sugárzás, az egyes **színérzeteket** ezen belül más-más hullámhosszú (a hullámhossz jele λ – lambda) fény kelti¹:

A lángfestés színe	Hullámhossz, λ (nm)
ibolya	380 – 420
kék	420 – 490
zöld	490 – 575
sárga	575 – 585
narancs	585 – 650
vörös	650 – 750

A különböző elektromágneses sugárzásoknak nemcsak a hullámhossza, hanem **fotonjaik energiája** is eltérő. **A sugárzás egy fotonjának energiája a hullámhosszal fordítottan arányos:**

$$E \sim \frac{1}{\lambda}$$

Tehát minél nagyobb a kibocsátott sugárzás hullámhossza (azaz minél közelebb van az érzékelt szín a vöröshöz), annál kisebb **fotonjainak** energiája. Ez azt is jelenti, hogy minél közelebb van a vöröshöz egy elem lángfestése, annál kisebb energia szükséges elektronjainak gerjesztődéséhez.

¹ <https://hu.wikipedia.org/wiki/F%C3%A9ny> (utolsó látogatás: 2018. 09. 01.)

Lássunk erre néhány példát! **Nézd meg a következő táblázatot! Olvasd el a szöveget és húzd alá vagy keretezd be a helyes vagy hibás szövegrészt!**

Az elem neve	A lángfestés színe
céziium	kék
kálium	fakóibolya
stroncium	kárminpiros
bárium	fakózöld

A céziumatom **kisebb/nagyobb** energiával gerjeszthető, mint a káliumatom, mert a céziumatom gerjesztődése során kibocsátott kék fény hullámhossza **kisebb/nagyobb**, mint a káliumatom gerjesztettségének megszűnése során kibocsátott fakóibolya fény hullámhossza.

A felsorolt atomok közül legkisebb energiával gerjeszthető a **céziium/kálium/stroncium/bárium**. Ezt onnan becsülhetjük meg, hogy ennek a **kék/fakóibolya/kárminpiros/fakózöld** színű lángfestése a **legkisebb/legnagyobb** hullámhosszú elektromágneses sugárzás.

A felsorolt atomok közül legnagyobb energiával gerjeszthető a **céziium/kálium/stroncium/bárium**. Ezt onnan becsülhetjük meg, hogy ennek a **kék/fakóibolya/kárminpiros/fakózöld** színű lángfestése a **legkisebb/legnagyobb** hullámhosszú elektromágneses sugárzás.

2. **Kísérlet:** Döntsétek el, hogy a rézatom vagy a kalciumatom elektronjai gerjeszthetők-e a nátriumatom elektronjainál nagyobb energiával! A tálcán található két másik porlasztófejes flakon. Ezekben réz(II)-szulfát, illetve kalcium-klorid alkoholos oldata található. Végezzétek el a lángfestés-vizsgálatot ezekkel az oldatokkal is!

Tapasztalat:

A só neve	A lángfestés színe
réz(II)-szulfát	
kalcium-klorid	

A rézatom **kisebb/nagyobb** energiával gerjeszthető, mint a nátriumatom, mert a gerjesztett rézatom által kibocsátott színű fény hullámhossza....., mint a nátriumatom alapállapotba való visszatérése során kibocsátott színű fény hullámhossza.

A kalciumatom **kisebb/nagyobb** energiával gerjeszthető, mint a nátriumatom, mert a gerjesztett kalciumatom által kibocsátott színű fény hullámhossza, mint a nátriumatom alapállapotba való visszatérése során kibocsátott színű fény hullámhossza.

Mire jó még a tűzijáték? (2. típus: receptszerű változat + a kísérlettervezés elmélete)

Ha a gáztűzhelyen a forró leves kifut a fazékból, sárgára festi a kék gázlángot. Ugyanilyen sárga színnel világítanak az utcai nátriumgőz-lámpák. Mindkét esetben a nátrium jellegzetes sárga lángfestését látjuk. A tűzijáték mesés színekavalkádját is a **különböző atomok különféle színű lángfestése** okozza. Mivel **egy adott elem atomjai mindig ugyanolyan színűre festik a lángot**, ez alapján az elem jelenléte kimutatható. Így a lángfestés a **kémiai elemzés (analitika)** egyik legrégebbi módszere. A lángfestés jelenségén alapuló műszeres módszerek pedig ma is fontos szerepet játszanak a keverékek összetevőinek **minőségi és mennyiségi meghatározásában**.

A lángfestés magyarázatához tudnunk kell, hogy az atomok **legstabilisabb** energiájú állapotát **alapállapot**nak nevezzük. Ekkor elektronjaik a lehető legkisebb energiájú atompályákon helyezkednek el. Energiabefektetés hatására az elektronok magasabb energiájú pályára lépnek. Ekkor az atom úgynevezett **gerjesztett állapot**ba kerül, ami nem stabilis. Így az atom hamarosan újra alapállapotba jut, és eközben a **felvett energiát kisugározza**.

Az alapállapot és a gerjesztett állapot közötti **gerjesztési energia (mely a gerjesztett állapot megszűnése során kisugárzott energiával megegyező nagyságú)** egy **adott atom** esetében állandó érték. Ezért a gerjesztés megszűnésekor **kisugárzott elektromágneses hullámok fotonjai is mindig ugyanolyan energiájúak**. Ha ezen fotonok energiája a **látható fény tartományába** esik, akkor az **atomra jellemző színű lángfestést** látunk.

1.Kísérlet: A tálcán az egyik porlasztófejjel ellátott flakonban nátrium-klorid alkoholos oldata van. Gyűjtsátok meg a borszeszégőt, spricceljétek az oldatot a lángba és figyeljétek meg a változást!

Tapasztalat:

A láng színe a nátrium-klorid-oldat beleporlasztása során színű lett.

Magyarázat: **Hévítés** hatására a sóban található fémion atomizálódott, elektronjai

..... atompályára kerültek, majd a

állapot megszűnése során az atom a felvett energiát

formájában kisugározta, miközben visszakerült

A látható fény a **380-760 nanométer** (jele nm, a méter egymilliárdod része) hullámhossztartományba eső elektromágneses sugárzás, az egyes **színérzeteket** ezen belül más-más hullámhosszú (a hullámhossz jele λ – lambda) fény kelti¹:

A lángfestés színe	Hullámhossz, λ (nm)
ibolya	380 – 420
kék	420 – 490
zöld	490 – 575
sárga	575 – 585
narancs	585 – 650
vörös	650 – 750

A különböző elektromágneses sugárzásoknak nemcsak a hullámhossza, hanem **fotonjaik energiája** is eltérő. **A sugárzás egy fotonjának energiája a hullámhosszal fordítottan arányos:**

$$E \sim \frac{1}{\lambda}$$

Tehát minél nagyobb a kibocsátott sugárzás hullámhossza (azaz minél közelebb van az érzékelt szín a vöröshöz), annál kisebb fotonjainak energiája. Ez azt is jelenti, hogy minél közelebb van a vöröshöz egy elem lángfestése, annál kisebb energia szükséges elektronjainak gerjesztődéséhez.

¹ <https://hu.wikipedia.org/wiki/F%C3%A9ny> (utolsó látogatás: 2018. 09. 01.)

Lássunk erre néhány példát! **Nézd meg a következő táblázatot! Olvasd el a szöveget és húzd alá vagy keretezd be a helyes vagy hibás a hibás szövegrészt!**

Az elem neve	A lángfestés színe
céziium	kék
kálium	fakóibolya
stroncium	kárminpiros
bárium	fakózöld

A céziumatom **kisebb/nagyobb** energiával gerjeszthető, mint a káliumatom, mert a céziumatom gerjesztődése során kibocsátott kék fény hullámhossza **kisebb/nagyobb**, mint a káliumatom gerjesztettségének megszűnése során kibocsátott fakóibolya fény hullámhossza.

A felsorolt atomok közül legkisebb energiával gerjeszthető a **céziium/kálium/stroncium/bárium**. Ezt onnan becsülhetjük meg, hogy ennek a **kék/fakóibolya/kárminpiros/fakózöld** színű lángfestése a **legkisebb/legnagyobb** hullámhosszú elektromágneses sugárzás.

A felsorolt atomok közül legnagyobb energiával gerjeszthető a **céziium/kálium/stroncium/bárium**. Ezt onnan becsülhetjük meg, hogy ennek a **kék/fakóibolya/kárminpiros/fakózöld** színű lángfestése a **legkisebb/legnagyobb** hullámhosszú elektromágneses sugárzás.

2. Kísérlet: Döntsétek el, hogy a rézatom vagy a kalciumatom elektronjai gerjeszthetők-e a nátriumatom elektronjainál nagyobb energiával! A tálcán található két másik porlasztófejes flakon. Ezekben réz(II)-szulfát, illetve kalcium-klorid alkoholos oldata található. Végezzétek el a lángfestés-vizsgálatot ezekkel az oldatokkal is!

Tapasztalat:

A só neve	A lángfestés színe
réz(II)-szulfát	
kalcium-klorid	

A rézatom **kisebb/nagyobb** energiával gerjeszthető, mint a nátriumatom, mert a gerjesztett rézatom által kibocsátott színű fény hullámhossza....., mint a nátriumatom alapállapotba való visszatérése során kibocsátott színű fény hullámhossza.

A kalciumatom **kisebb/nagyobb** energiával gerjeszthető, mint a nátriumatom, mert a gerjesztett kalciumatom által kibocsátott színű fény hullámhossza , mint a nátriumatom alapállapotba való visszatérése során kibocsátott színű fény hullámhossza.

A feladatlap megoldása során a **természettudományos vizsgálatok elveit és gyakorlatát** alkalmaztuk:

- Amikor ismeretlen anyagok kémiai összetételét próbáljuk meg azonosítani, **kvalitatív** (azaz **minőségi**) **analízist** végzünk. Ennek fontos módszerei a „**próbák**”, pl. a lángfestés vizsgálata, az ún. lángfestési próba, amelyet a nátrium ismert színű lángfestése kapcsán megtanultunk elvégezni.
- Ezután foghattunk hozzá a feladatlap **problémafelvető kérdés**ének megválaszolásához: Hogyan tudunk következtetni a gerjesztési energia nagyságára lángfestések színének összehasonlításából?
- Ehhez először a mások korábbi munkái alapján született **szakirodalomból**¹ megismerhettük a következőket:
 - **összefüggéseket** a lángfestés színe és a gerjesztési energia között (a gerjesztési és a kisugárzott energia nagysága **azonos és adott érték**, így a kisugárzott fény hullámhossza jellemző az atomra, a kisugárzott fény hullámhossza fordítottan arányos **egy fotonjának** energiájával);
 - konkrét **adatok**at (a hullámhossztartományokhoz tartozó színérzetek);
 - **korábbi kísérleti eredményeket** (néhány atom lángfestése).
- Ezután elvégeztük a **kísérletet** (a lángfestési próbát a két másik vegyülettel).
- A kapott kísérleti eredményeket **értékel**tük (összevetettük a szakirodalomban találtakkal);
- **Logikus következtetéssel** meg tudtuk válaszolni a rézre és kalciumra vonatkozó problémafelvető kérdést.

¹ Lásd például: <http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termeszettudomanyok/kemia/szervetlen-kemia/a-kalcium-es-a-magnezium/langfestes> (utolsó látogatás: 2018. 09. 01.)

Mire jó még a tűzijáték (3. típus: kísérlettervező változat)

Ha a gáztűzhelyen a forró leves kifut a fazékból, sárgára festi a kék gázlángot. Ugyanilyen sárga színnel világítanak az utcai nátrium-gőz lámpák. Mindkét esetben a nátrium jellegzetes sárga lángfestését látjuk. A tűzijáték mesés színkavalkádját is a **különböző atomok különféle színű lángfestése** okozza. Mivel **egy adott elem atomjai mindig ugyanolyan színűre festik a lángot**, ez alapján az elem jelenléte kimutatható. Így a lángfestés a **kémiai elemzés (analitika)** egyik legrégebbi módszere. A lángfestés jelenségén alapuló műszeres módszerek pedig ma is fontos szerepet játszanak a keverékek összetevőinek **minőségi és mennyiségi meghatározásában**.

A lángfestés magyarázatához tudnunk kell, hogy az atomok **legstabilisabb** energiájú állapotát **alapállapotnak** nevezzük. Ekkor elektronjaik a lehető legkisebb energiájú atompályákon helyezkednek el. Energiabefektetés hatására az elektronok magasabb energiájú pályára lépnek. Ekkor az atom úgynevezett **gerjesztett állapotba** kerül, ami nem stabilis. Így az atom hamarosan újra alapállapotba jut, és eközben a **felvett energiát kisugározza**.

Az alapállapot és a gerjesztett állapot közötti **gerjesztési energia (mely a gerjesztett állapot megszűnése során kisugárzott energiával megegyező nagyságú)** egy **adott elem** esetében állandó érték. Ezért a gerjesztés megszűnésekor **kisugárzott elektromágneses hullámok fotonjai is mindig ugyanolyan energiájúak**. Ha ezen fotonok energiája a **látható fény tartományába** esik, akkor az **atomra jellemző színű lángfestést** látunk.

1. **Kísérlet:** A tálcan az egyik porlasztófejjel ellátott flakonban nátrium-klorid alkoholos oldata van. Gyűjtsátok meg a borszeszegőt, spricceljétek az oldatot a lángba és figyeljétek meg a változást!

Tapasztalat:

A láng színe a nátrium-klorid-oldat beleporlasztása során színű lett.

Magyarázat: **Hevítés** hatására a sóban található fémion atomizálódott, elektronjai

..... atompályára kerültek, majd a

állapot megszűnése során az atom a felvett energiát

formájában kisugározta, miközben visszakerült

A látható fény a **380-760 nanométer** (jele nm, a méter egymilliárdod része) hullámhossztartományba eső elektromágneses sugárzás, az egyes **színérzeteket** ezen belül más-más hullámhosszú (a hullámhossz jele λ – lambda) fény kelti¹:

A lángfestés színe	Hullámhossz, λ (nm)
ibolya	380 – 420
kék	420 – 490
zöld	490 – 575
sárga	575 – 585
narancs	585 – 650
vörös	650 – 750

A különböző elektromágneses sugárzásoknak nemcsak a hullámhossza, hanem **fotonjaik energiája** is eltérő. **A sugárzás egy fotonjának energiája a hullámhosszal fordítottan arányos:**

$$E \sim \frac{1}{\lambda}$$

Tehát minél nagyobb a kibocsátott sugárzás hullámhossza (azaz minél közelebb van az érzékelt szín a vöröshöz), annál kisebb fotonjainak energiája. Ez azt is jelenti, hogy minél közelebb van a vöröshöz egy elem lángfestése, annál kisebb energia szükséges elektronjainak gerjesztődéséhez.

¹ <https://hu.wikipedia.org/wiki/F%C3%A9ny> (utolsó látogatás: 2018. 09. 01.)

Lássunk erre néhány példát! **Nézd meg a következő táblázatot! Olvasd el a szöveget és húzd alá vagy keretezd be a helyes vagy hibás a hibás szövegrészt!**

Az elem neve	A lángfestés színe
cézium	kék
kálium	fakóibolya
kalcium	téglavörös
réz	zöld

A céziumatom **kisebb/nagyobb** energiával gerjeszthető, mint a káliumatom, mert a céziumatom gerjesztődése során kibocsátott kék fény hullámhossza **kisebb/nagyobb**, mint a káliumatom gerjesztettségének megszűnése során kibocsátott fakóibolya fény hullámhossza.

A felsorolt atomok közül legkisebb energiával gerjeszthető a **cézium/kálium/kalcium/réz**. Ezt onnan becsülhetjük meg, hogy ennek a **kék/fakóibolya/téglavörös/zöld** színű lángfestése a **legkisebb/legnagyobb** hullámhosszú elektromágneses sugárzás.

A felsorolt atomok közül legnagyobb energiával gerjeszthető a **cézium/kálium/kalcium/réz**. Ezt onnan becsülhetjük meg, hogy ennek a **kék/fakóibolya/téglavörös/zöld** színű lángfestése a **legkisebb/legnagyobb** hullámhosszú elektromágneses sugárzás.

2. **Kísérlet:** A tálcán két ismeretlen vegyület alkoholos oldata található porlasztófejekkel ellátott flakonokban. **Tervezzetek kísérletet** a következő **problémafölvető kérdések** megválaszolására:

- Milyen fémek vegyületei az ismeretlenek?
- A nátriuménál kisebb vagy nagyobb energiával gerjeszthetők az ismeretlen fémek elektronjai?

A válaszok keresésekor használjátok a **természettudományos vizsgálatok elméletét és gyakorlatát**:

- Gondoljatok arra, hogy a minőségi elemzés fontos módszerei a „**próbák**”. A nátriumatom ismert színű lángfestése kapcsán megtanultátok elvégezni a lángfestési próbát.
- A feladatlapra szerepelnek a mások munkája során született **szakirodalomból**¹ a következők:
 - korábbi kísérleti eredmények** (néhány atom lángfestése);
 - konkrét **adatok** (a hullámhossztartományokhoz tartozó színérzetek);
 - összefüggések** a lángfestés színe és a gerjesztési energia között.
- Ezek ismeretében megtervezhetitek és elvégezhetitek a **kísérleteket**.
- A kísérletek eredményeit **értékelni** kell (össze kell vetni a szakirodalomból szerzett ismeretekkel).
- Utána **logikus következtetéssel** meg lehet adni a problémafölvető kérdésekre a helyes választ.

A kísérlet terve:

.....

Tapasztalat:

Az ismeretlen száma	A lángfestés színe
1.	
2.	

Válaszok:

Az 1. számú ismeretlen tartalmaz, mert.....

A 2. számú ismeretlen..... tartalmaz, mert.....

A két fém közül a..... elektronjai kisebb energiával gerjeszthetők a nátriumatom elektronjainál, mert

.....

A két fém közül a..... elektronjai nagyobb energiával gerjeszthetők a nátriumatom elektronjainál, mert

¹ Lásd például: <http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termeszettudomanyok/kemia/szervetlen-kemia/a-kalcium-es-a-magnezium/langfestes> (utolsó látogatás: 2018. 09. 01.)

Mire jó még a tűzijáték? (tanári változat)

Ha a gáztűzhelyen a forró leves kifut a fazékból, sárgára festi a kék gázlángot. Ugyanilyen sárga színnel világítanak az utcai nátriumgőz lámpák. Mindkét esetben a nátrium jellegzetes sárga lángfestését látjuk. A tűzijáték mesés színekavalkádját is a **különböző atomok különféle színű lángfestése** okozza. Mivel **egy elem atomjai mindig ugyanolyan színűre festik a lángot**, ez alapján az elem jelenléte kimutatható. Így a lángfestés a **kémiai elemzés (analitika)** egyik legrégebbi módszere. A lángfestés jelenségén alapuló műszeres módszerek pedig ma is fontos szerepet játszanak a keverékek összetevőinek **minőségi és mennyiségi meghatározásában**.

A lángfestés magyarázatához tudnunk kell, hogy az atomok **legstabilisabb** energiájú állapotát **alapállapotnak** nevezzük. Ekkor elektronjaik a lehető legkisebb energiájú atompályákon helyezkednek el. Energiabefektetés hatására az elektronok magasabb energiájú pályára lépnek. Ekkor az atom úgynevezett **gerjesztett állapotba** kerül, ami nem stabilis. Így az atom hamarosan újra alapállapotba jut, és eközben a **felvett energiát kisugározza**.

Az alapállapot és a gerjesztett állapot közötti **gerjesztési energia** (mely a gerjesztett állapot megszűnése során **kisugárzott energiával megegyező nagyságú**) egy **adott elem** esetében állandó érték. Ezért a gerjesztés megszűnésekor **kisugárzott elektromágneses hullámok fotonjai is mindig ugyanolyan energiájúak**. Ha ezen fotonok energiája a **látható fény tartományába** esik, akkor az **atomra jellemző színű lángfestést** látunk.

1. **Kísérlet:** A tálcán az egyik porlasztófejjel ellátott flakonban nátrium-klorid alkoholos oldata van. Gyűjtáskor meg a borszeszégőt, spricceljétek az oldatot a lángba és figyeljétek meg a változást!

Tapasztalat:

A láng színe a nátrium-klorid-oldat beleporlasztása során **sárga** színű lett.



Magyarázat: **Hevítés** hatására a sóban található fémion atomizálódott, elektronjai **nagyobb energiájú** atompályára kerültek, majd a **gerjesztett** állapot megszűnése során az atom a felvett energiát **látható fény/sárga fény** formájában kisugározta, miközben visszakerült **alapállapotba**.

A látható fény a **380-760 nanométer** (jele nm, a méter egymilliárdod része) hullámhossztartományba eső elektromágneses sugárzás, az egyes **színérzeteket** ezen belül más-más hullámhosszú (a hullámhossz jele λ – lambda) fény kelti¹:

A lángfestés színe	Hullámhossz, λ (nm)
ibolya	380 – 420
kék	420 – 490
zöld	490 – 575
sárga	575 – 585
narancs	585 – 650
vörös	650 – 750

A különböző elektromágneses sugárzásoknak nemcsak a hullámhossza, hanem **fotonjainak energiája** is eltérő. **A sugárzás egy fotonjának energiája a hullámhosszal fordítottan arányos:**

$$E \sim \frac{1}{\lambda}$$

Tehát minél nagyobb a kibocsátott sugárzás hullámhossza (azaz minél közelebb van az érzékelt szín a vöröshöz), annál kisebb az energiája. Ez azt is jelenti, hogy minél közelebb van a vöröshöz egy elem lángfestése, annál kisebb energia szükséges elektronjainak gerjesztődéséhez.

Lássunk erre néhány példát! **Nézd meg a következő táblázatot! Olvasd el a szöveget és húzd alá vagy keretezd be a helyes vagy hibás szövegrészt!**

Az elem neve	A lángfestés színe
cézium	kék
kálium	fakóibolya
stroncium	kárminpiros
bárium	fakózöld

A céziumatom **kisebb/nagyobb** energiával gerjeszthető, mint a káliumatom, mert a céziumatom gerjesztődése során kibocsátott kék fény hullámhossza **kisebb/nagyobb**, mint a káliumatom gerjesztettségének megszűnése során kibocsátott fakóibolya fény hullámhossza.

A felsorolt atomok közül legkisebb energiával gerjeszthető a **cézium/kálium/stroncium/bárium**. Ezt onnan becsülhetjük meg, hogy ennek a **kék/fakóibolya/kárminpiros/fakózöld** színű lángfestése a **legkisebb/legnagyobb** hullámhosszú elektromágneses sugárzás.

A felsorolt atomok közül legnagyobb energiával gerjeszthető a **cézium/kálium/stroncium/bárium**. Ezt onnan becsülhetjük meg, hogy ennek a **kék/fakóibolya/kárminpiros/fakózöld** színű lángfestése a **legkisebb/legnagyobb** hullámhosszú elektromágneses sugárzás.

2. **Kísérlet:** Döntsétek el, hogy a rézatom vagy a kalciumatom elektronjai gerjeszthetők-e a nátriumatom elektronjainál nagyobb energiával! A tálcán található két másik porlasztófejes flakon. Ezekben réz(II)-szulfát, illetve kalcium-klorid alkoholos oldata található. Végezzétek el a lángfestés-vizsgálatot ezekkel az oldatokkal is!

Tapasztalat:

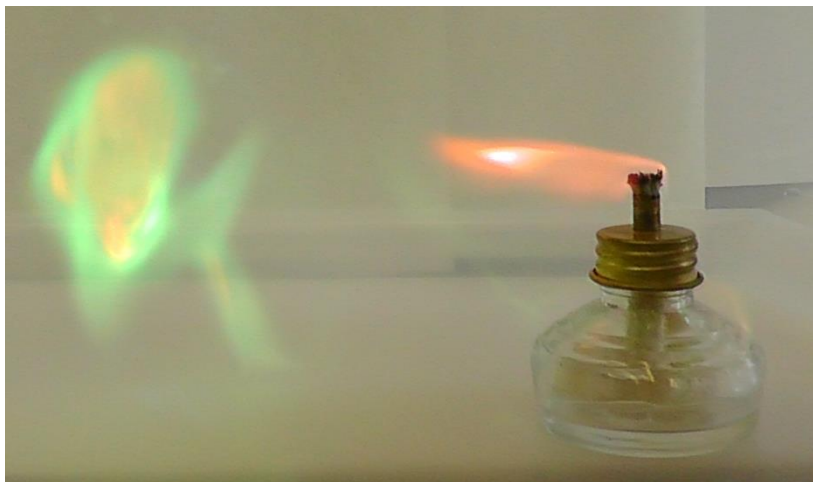
A só neve	A lángfestés színe
réz(II)-szulfát	zöld
kalcium-klorid	téglavörös

A rézatom **kisebb/nagyobb** energiával gerjeszthető, mint a nátriumatom, mert a gerjesztett rézatom által kibocsátott **zöld** színű fény hullámhossza **kisebb**, mint a nátriumatom alapállapotba való visszatérése során kibocsátott **sárga** színű fény hullámhossza.

A kalciumatom **kisebb/nagyobb** energiával gerjeszthető, mint a nátriumatom, mert a gerjesztett kalciumatom által kibocsátott **téglavörös** színű fény hullámhossza **nagyobb**, mint a nátriumatom alapállapotba való visszatérése során kibocsátott **sárga** színű fény hullámhossza.

¹ <https://hu.wikipedia.org/wiki/F%C3%A9ny> (utolsó látogatás: 2018. 09. 01.)

Megjegyzés: A mindhárom só esetében előkészített, csoportonként körülbelül 5 cm^3 oldat akár 10-15 pumpálásra is elegendő lehet. Így minden csoport többször is megvizsgálhatja a színek közötti különbségeket. A kísérlet tapasztalatait a következő fényképek mutatják:



[Csak a 2. típusú csoportoknak!]

A feladatlap megoldása során a **természettudományos vizsgálatok elveit és gyakorlatát** alkalmaztuk:

- Amikor ismeretlen anyagok kémiai összetételét próbáljuk meg azonosítani, **kvalitatív** (azaz **minőségi**) **analízist** végzünk. Ennek fontos módszerei a „**próbák**”, pl. a lángfestés vizsgálata, az ún. lángfestési próba, melyet a nátrium ismert színű lángfestése kapcsán megtanultunk elvégezni.
- Ezután foghattunk hozzá a feladatlap **problémafelvető kérdésének** megválaszolásához: Hogyan tudunk következtetni a gerjesztési energia nagyságára a lángfestések színének összehasonlításából?
- Ehhez először a mások korábbi munkái alapján született **szakirodalomból**¹ megismerhettük a következőket:
 - **összefüggéseket** a lángfestés színe és a gerjesztési energia között (a gerjesztési és a kisugárzott energia nagysága azonos és adott érték, így a kisugárzott fény hullámhossza jellemző az atomra, a kisugárzott fény hullámhossza fordítottan arányos egy fotonjának energiájával);
 - konkrét **adatokat** (a hullámhossz-tartományokhoz tartozó színérzetek);
 - **korábbi kísérleti eredményeket** (néhány atom lángfestése).
- Ezután elvégeztük a **kísérletet** (a lángfestési próbát a két másik vegyülettel).
- A kapott kísérleti eredményeket **értékeltek** (összevetettük a szakirodalomban találtakkal).
- **Logikus következtetéssel** meg tudtuk válaszolni a rézre és kalciumra vonatkozó problémafelvető kérdést.

¹ Lásd például: <http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termeszettudomanyok/kemia/szervetlen-kemia/a-kalcium-es-a-magnezium/langfestes> (utolsó látogatás: 2018. 09. 01.)

[A 2. oldal, csak a 3. típusú csoportoknak!]

Lássunk erre néhány példát! Nézd meg a következő táblázatot! Olvasd el a szöveget és húzd alá vagy keretezd be a helyes vagy hibás szövegrészt!

Az elem neve	A lángfestés színe
cézium	kék
kálium	fakóibolya
kalcium	téglavörös
réz	zöld

A céziumatom ~~kisebb/nagyobb~~ energiával gerjeszthető, mint a káliumatom, mert a céziumatom gerjesztődése során kibocsátott kék fény hullámhossza ~~kisebb/nagyobb~~, mint a káliumatom gerjesztettségének megszűnése során kibocsátott fakóibolya fény hullámhossza.

A felsorolt atomok közül legkisebb energiával gerjeszthető a ~~cézium/kálium/kalcium/réz~~. Ezt onnan becsülhetjük meg, hogy ennek a ~~kék/fakóibolya/téglavörös/zöld~~ színű lángfestése a ~~legkisebb/legnagyobb~~ hullámhosszú elektromágneses sugárzás.

A felsorolt atomok közül legnagyobb energiával gerjeszthető a ~~cézium/kálium/kalcium/réz~~. Ezt onnan becsülhetjük meg, hogy ennek a ~~kék/fakóibolya/téglavörös/zöld~~ színű lángfestése a ~~legkisebb/legnagyobb~~ hullámhosszú elektromágneses sugárzás.

2. **Kísérlet:** A tálcán két ismeretlen vegyület alkoholos oldata található porlasztófejekkel ellátott flakonokban. **Tervezzetek kísérletet** a következő **problémafölvető kérdések** megválaszolására:

- Milyen fémek vegyületei az ismeretlenek?
- A nátriuménál kisebb vagy nagyobb energiával gerjeszthetők az ismeretlen fémek elektronjai?

A válaszok keresésekor használjátok a **természettudományos vizsgálatok elméletét és gyakorlatát**:

- Gondoljatok arra, hogy a minőségi elemzés fontos módszerei a „**próbák**”. A nátriumatom ismert színű lángfestése kapcsán megtanultátok elvégezni a lángfestési próbát.
- A feladatlapon szerepelnek a mások munkája során született **szakirodalomból**¹ a következők:
 - korábbi kísérleti eredmények** (néhány atom lángfestése);
 - konkrét **adatok** (a hullámhossztartományokhoz tartozó színérzetek);
 - összefüggések** a lángfestés színe és a gerjesztési energia között.
- Ezek ismeretében megtervezhetitek és elvégezhetitek a **kísérleteket**.
- A kísérletek eredményeit **értékelni** kell (össze kell vetni a szakirodalomból szerzett ismeretekkel).
- Utána **logikus következtetéssel** meg lehet adni a problémafölvető kérdésekre a helyes választ.

A kísérlet terve: A tálcán található két ismeretlen oldattal is elvégezzük a lángfestés-vizsgálatot.

Tapasztalat:

Az ismeretlen száma	A lángfestés színe
1.	<u>zöld</u>
2.	<u>téglavörös</u>

Válaszok:

Az 1. számú ismeretlen **rezer** tartalmaz, mert **lángfestése zöld színű**.

A 2. számú ismeretlen **kalciumot** tartalmaz, mert **lángfestése téglavörös színű**.

A két fém közül a **kalcium** elektronjai kisebb energiával gerjeszthetők a nátriumatom elektronjainál, mert **a gerjesztett kalciumatom által kibocsátott téglavörös színű fény hullámhossza nagyobb, mint a nátriumatom alapállapotba való visszatérése során kibocsátott sárga színű fény hullámhossza**.

A két fém közül a **réz** elektronjai nagyobb energiával gerjeszthetők a nátriumatom elektronjainál, mert **a gerjesztett rézatom által kibocsátott zöld színű fény hullámhossza kisebb, mint a nátriumatom alapállapotba való visszatérése során kibocsátott sárga színű fény hullámhossza**.

¹ Lásd például: <http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termeszettudomanyok/kemia/szervetlen-kemia/a-kalcium-es-a-magnezium/langfestes> (utolsó látogatás: 2018. 09. 01.)

3. melléklet: A Magyar Tudományos Akadémia Tantárgypedagógiai Kutatási Programja keretében készült 2018-2019 évi utóteszt és megoldókulcsa

1. a) Milyen kémiai folyamatokat nevezünk redukciónak?

.....
.....

1. b) Miért jó redukálószer a kis elektronegativitású alkálifémek?

.....
.....

2. Részt vesz-e a katalizátor a kémiai reakcióban? **Válaszodat indokold meg!**

.....
.....

3. A brómos víz és a hangyasav között lejátszódó reakció egyenlete: $\text{Br}_2 + \text{HCOOH} = 2 \text{HBr} + \text{CO}_2$
A brómos víz sárga színű, a reakcióban szereplő többi anyag színtelen. Ezt felhasználva bizonyítsd be, hogy a reakciósebesség függ a kiindulási anyagok koncentrációjától! A következő anyagok és eszközök közül választhatsz: hangyasavoldat (üvegben), brómos víz (üvegben), desztillált víz (flaskában), 4 db 50 cm³ térfogatú főzőpohár (falukon a térfogatot jelző skálával), 4 db osztás nélküli szemcseppentő, 4 db Pasteur pipetta (rajtuk a térfogatot jelző skálával), 4 db 10 cm³ térfogatú mérőhenger (falukon a térfogatot jelző skálával), stopperóra.

a) Milyen eszközökből **mennyi** szükséges ezek közül a kísérlethez?

.....
.....

b) Milyen anyagokból mennyit tennél a kísérlet **előkészítésekor** a kiválasztott eszközökbe?

.....

c) Milyen módon **indítanád el** (kezdenéd el) a kísérletet?

.....

d) Milyen **tapasztalatot** várnál a kísérlet végére?

.....

e) Hogyan tudnád a tapasztalatok alapján **eldönteni**, hogy hogyan függ a reakciósebesség a kiindulási anyagok koncentrációjától?.....

.....

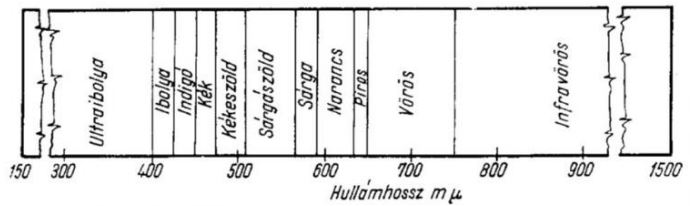
4. a) Mi történik egy endoterm kémiai reakció során a rendszer és a környezete között?

.....

4. b) Ezt olvasod az interneten egy cumisüveg-melegítő működéséről: *Finom eloszlású alumíniumpor van benne. Ha a külső csomagolást föltépjük, akkor a védőoxidréteg nélküli alumíniumpor érintkezik a levegővel, és oxidálódni kezd. Ez biztosítja a hőt a cumisüveg tartalmának a fölmelegítéséhez.* Milyen adatra vagy információra lenne szükséged ahhoz, hogy eldöntsd, igaz lehet-e ez?

.....

5. Minél nagyobb a fény hullámhossza, annál kisebb a fény fotonjainak energiája. Magyarázd meg az ábra alapján, hogy a lítium vörös lángfestése vagy a kálium ibolyaszínű lángfestése jelez-e nagyobb gerjesztési energiát!.....



6.a) Megmértük két, közel azonos sűrűségű folyadék cseppjeinek a térfogatát. A kisebb vagy a nagyobb csepptérfogatú folyadékban vannak-e a részecskék között erősebb kölcsönhatások? **Indokold meg!**

6.b) Miért gömb alakú a vízcsepp az űrben, ahol elhanyagolható a gravitáció?

7. Mikor nevezünk egy anyagot vagy annak részecskéjét **savnak**?

8. A következő három vízmintát szeretnénk azonosítani sav-bázis indikátorok segítségével.

A) Esővíz, amely csak a szén-dioxid oldódása miatt enyhén savas, és a pH-ja 5,6.

B) Erősen szennyezett területen gyűjtött savas eső, amelynek a pH-ja 2,8.

C) A Balatonból származó vízminta, amelynek a bázikus alapkőzet miatt a pH-ja 8,0.

Maximum 2 vizsgálatot végezhetünk, és az alábbi táblázatból választhatunk indikátorokat. (A két színhez tartozó pH között az indikátor átmeneti színét látjuk, ami a pH függvényében változik.)

A sav-bázis indikátor neve	Az indikátor egyik színe	Az indikátor másik színe
fenolftalein	színtelen, ha $\text{pH} \leq 8,2$	lilászöld, ha $\text{pH} \geq 10,0$
brómtimolkék	sárga, ha $\text{pH} \leq 6,0$	kék, ha $\text{pH} \geq 7,6$
kristályibolya	zöld, ha $\text{pH} \leq 0,8$	kék, ha $\text{pH} \geq 2,6$
lakmusz	vörös, ha $\text{pH} \leq 5,0$	kék, ha $\text{pH} \geq 8,0$
metilnarancs	vörös, ha $\text{pH} \leq 3,1$	narancs, ha $\text{pH} \geq 4,4$

a) Melyik indikátorral végeznéd az 1. vizsgálatot, és mire következtetnél a lehetséges tapasztalatokból?

b) Melyik indikátorral végeznéd a 2. vizsgálatot, és mire következtetnél a lehetséges tapasztalatokból?

c) Hibás eredményre vezetne-e az általad leírt vizsgálatok során az, ha azonos mennyiségű vízmintákat, de eltérő mennyiségű indikátor(oka)t használnánk? **Miért?**

d) Más következtetésre jutnál-e az általad leírt vizsgálatok során, ha a **B)** jelű vízmintát $0,1 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú ecetsavval helyettesítenénk (modelleznénk), amelynek a pH-ja 2,7? **Miért?**

A megoldókulcsban a **v** válaszok vastag betűvel vannak írva, és ezeket „**V**” betű is jelöli. További jelmagyarázat:

- **V:** Válasz/lehetséges (másik) válasz. A „/” jel alternatív jó megoldásokat választ el egymástól.
- [...] Nem szükséges a pont megadásához.

R: esetlegesen megjelenő rossz válasz, amire NEM jár pont.

Abban az esetben, ha a diák a jó megoldás mellé másik helytelen megoldást is ír, és a rossz választ nem húzza át, az adott itemre nem adható pont. Azokra a kérdésekre, amelyekben szerepel a „Miért?”, vagy az „Indokold meg...!” szövegrész, **csak akkor adható pont, ha a válaszban szerepel a tényszerű válasz ÉS az indoklás IS, és ezek logikailag is kapcsolódnak.**

A feladatlap szerkezete a feladatok nehézségi szintjeinek besorolása tekintetében ugyanolyan, mint az előteszt. A jelen tesztben a következő feladatok képviselik a Bloom-taxonómia egyes szintjeit (bár a besorolás nagyon nehéz, sőt egyes esetekben vitatható, és a szintek között átfedések is lehetnek):

- Ismeret (**I**): 1.a), 4.a); 7. mindegyik feladat jó megoldása 1 pontot ér, összesen: 3 pont
- Megértés (**É**): 1.b), 2., 6.b); mindegyik feladat jó megoldása 1 pontot ér, összesen: 3 pont
- Alkalmazás (**A**): 4.b), 5., 6.a); mindegyik feladat jó megoldása 1 pontot ér, összesen: 3 pont
- Magasabb rendű műveletek (**M**): összesen 9 pont
 - 3.a)-b)-c)-d)-e): 5 pont
 - 8. a)-b)-c)-d): 4 pont

MEGOLDÁSOK

1. a) Milyen kémiai folyamatokat nevezünk redukciónak? (**I**)

V1: [Az] elektronfelvételt/elektronfelvétellel jár[ó folyamatokat].

V2: [Az] oxigénleadást [vagy hidrogénfelvételt]/oxigénleadással [vagy hidrogénfelvétellel] jár[ó folyamatokat].

V3: [Az] oxidációs szám csökkenését/oxidációs szám csökkenésével jár[ó folyamatokat].

Megjegyzés: A 18. feladatlapon szerepelt a redoxireakciók elektronátmenet alapján való értelmezése. Azonban lehet, hogy a tanulók egy része esetleg még a korábban tanult (és ezért jobban rögzült) oxigénátmenet alapján való értelmezés szerint válaszol. Előfordulhat, hogy megemlítik a hidrogénátmenetet vagy akár az oxidációs számot is.

1. b) Miért jó redukálószer a kis elektronegativitású alkálifémek? (**É**)

V1: Mert könnyen adnak le/át elektront [a reakciópartnerüknek/egy másik részecskének/atomnak, amelyik ezáltal elektront vesz fel, így redukálódik].

V2: Mert könnyen oxidálódnak, [ezért redukálják a reakciópartnerüket/egy másik részecskét/egy másik atomot.]

Megjegyzés: Minden más, hasonló értelmű jó válasz is elfogadható.

2. Részt vesz-e a katalizátor a kémiai reakcióban? **Válaszodat indokold meg! (É)**

V: Igen, mert egy új reakcióút megnyitásával/az aktiválási energia csökkentésével gyorsítja a reakciót/növeli a reakciósebességet.

R: Nem, mert visszkapjuk a reakció végén.

Megjegyzés: A fenti („R” betűvel jelölt) rossz válasz egy tipikus tévképzet, ami arra utal, hogy a tanuló nem érti a reakció mechanizmusát (az aktivált komplex kialakulásának szükségességét, amelyben a katalizátor is részt vesz).

3. A brómos víz és a hangyasav között lejátszódó reakció egyenlete: $\text{Br}_2 + \text{HCOOH} = 2 \text{HBr} + \text{CO}_2$

A brómos víz sárga színű, a reakcióban szereplő többi anyag színtelen. Ezt felhasználva bizonyítsd be, hogy a reakciósebesség függ a kiindulási anyagok koncentrációjától! A következő anyagok és eszközök közül választhatsz: hangyasavoldat (üvegben), brómos víz (üvegben), desztillált víz (flaskában), 4 db 50 cm³ térfogatú főzőpohár (falukon a térfogatot jelző skálával), 4 db osztás nélküli szemcseppentő, 4 db

Pasteur pipetta (rajtuk a térfogatot jelző skálával), 4 db 10 cm³ térfogatú mérőhenger (falukon a térfogatot jelző skálával), stopperóra.

a) Milyen eszközökből **mennyi** szükséges ezek közül a kísérlethez? **(M)**

V1: 2 db főzőpohár, 1 db mérőhenger, stopperóra

V2: 2 db főzőpohár, 1 db Pasteur pipetta, stopperóra

V3: 2 db főzőpohár, 2 db mérőhenger

V4: 2 db főzőpohár, 2 db Pasteur pipetta

V5: 3 db főzőpohár, 1 db mérőhenger, stopperóra

...stb., bármilyen helyes, és a későbbi kísérletleírással összhangban lévő variációban.

R: Amelyben a szemcseppentő szerepel, hacsak nem ad a tanuló valamilyen logikus indoklást erre.

R: Amelyben lévő eszközök nem egyeznek meg a későbbi válaszokban szereplőkkel.

Megjegyzés: A legegyszerűbb kivitelezés alapján 2 főzőpohár elég, mert az egyikben kell lennie a hígabb oldatnak, a másikban a töményebbnek. Mivel van a falukon a térfogatot jelző skála, a desztillált vízzel történő hígítás magában az egyik főzőpohárban is elvégezhető. A 3. pohár is fölhasználható azonban pl. arra, hogy viszonyítási anyagként belekerüljön a brómos vízből valamennyi (a színek összehasonlításához) vagy egy másik hígítás készítéséhez. A 4. főzőpohárra akkor lehetne szükség, ha különböző hígítású oldatokból álló sorozatot akar vizsgálni a tanuló. A másik oldat térfogatmérésére jó lehet 2 db, térfogatmérésre alkalmas eszköz. (A szemcseppentő nem ilyen, de a Pasteur pipetták és a mérőhengerek is jók. A szemcseppentő használata elvben akkor képzelhető el, ha azonos számú cseppet és azonos idő alatt adna vele a tanuló a különböző főzőpoharak tartalmához a második oldatból.) A reakcióidőt lehet mérni stopperórával, és akkor egyetlen, a második oldat térfogatmérésére alkalmas eszköz elegendő. Nem szükséges azonban stopperóra, ha a második oldatokat egyszerre öntené hozzá a diák a főzőpoharakban lévő első oldatokhoz, de akkor a főzőpoharaknak megfelelő számú térfogatmérő eszközre van szükség.

b) Milyen anyagokból mennyit tennél a kísérlet **előkészítésekor** a kiválasztott eszközökbe? **(M)**

V: Az egyik oldatból (a hangyasavoldatból vagy a brómos vízből) azonos térfogatút, de különböző koncentrációjút. (Az egyik esetben a desztillált vízzel való hígítás különféle módszerekkel történhet.)

Megjegyzés: Szerencsésebb választás, ha a hangyasavoldatok kerülnek a főzőpohárba. Ha ugyanis az eleve különböző színű töményebb és hígabb brómos vízből indul ki a tanuló, akkor először (és még egy darabig) a töményebb brómos víz sötétebb színű lesz a reakció során, mint a hígabb. A teljes elszíntelenedésnek azonban ebben az esetben is a töményebb oldat (tehát a töményebb brómos víz) esetében kell hamarabb bekövetkeznie.

c) Milyen módon **indítanád el** (kezdenéd el) a kísérletet? **(M)**

V: A második oldat (a brómos víz vagy a hangyasavoldat) hozzáadásával [és a stopperóra elindításával].

Megjegyzés: Stopperórával való időmérésre akkor van szükség, ha a második oldat azonos térfogatú részleteit nem egyszerre adjuk a főzőpoharakban lévő első oldatokhoz. Ha a második oldat hozzáadása a főzőpoharak tartalmához egy időpillanatban történik, akkor elég azt megfigyelni, hogy melyik oldat színtelenedik el először. Jó lenne, ha a tanulóknak eszébe jutna, hogy a folyadékokat össze is kell keverni, és ezt le is írják, de a pont nélkül megadható. Elfogadható ugyanis az a föltételezés, hogy ilyen kis mennyiségű folyadékok összeöntésével egyben a keveredésük is megvalósul.

d) Milyen **tapasztalatot** várnál a kísérlet végére? **(M)**

V: Az egyik/töményebb oldat(ok)/ hamarabb színtelenedik/színtelenednek el.

Megjegyzés: A különböző koncentrációk esetében tehát a reakcióidők mérés nélkül is összehasonlíthatók, ha a reakciókat egyszerre indítja a tanuló. Ha a reakciósebességet külön-külön vizsgálja a különböző töménységű oldatok esetében, akkor értelemszerűen stopperóra is kell a méréshez.

e) Hogyan tudnád a tapasztalatok alapján **eldönteni**, hogy hogyan függ a reakciósebesség a kiindulási anyagok koncentrációjától? **(M)**

V1: Ha a töményebb oldat gyorsabban színtelenedik el, akkor a reakciósebesség a koncentráció növekedésével nő.

V2: Ha a hígabb oldat lassabban színtelenedik el, akkor a reakciósebesség a koncentráció csökkenésével csökken.

Megjegyzés: Elvben elfogadhatók olyan válaszok is, amelyekben lévő feltételezések ellentétes tendenciára utalnak (tehát arra, hogy a reakciósebesség a koncentráció növekedésével csökkenne). Ugyanis ez az item nem azt méri, hogy a tanuló helyesen ismeri-e a kiindulási anyagok koncentrációja és a reakciósebesség közötti összefüggést, hanem azt, hogy helyes következtetést vonna-e le a tapasztalatokból. Nagyon fontos, hogy a feladat egyes részeire mindazok a pontok megadhatók (és csak azok a pontok adhatók meg!), amelyek a kísérlet helyes megtervezésére és logikus gondolkodásra utalnak. Ezt a javítást végző tanárnak kell eldöntenie. (Az összes helyes kombinációt nem lehet leírni, mert ez egy nyílt végű feladat.)

4. a) Mi történik egy endoterm kémiai reakció során a rendszer és a környezete között? (I)

V1: A rendszer hőt von el a környezetétől.

V2: A környezet hőt ad át a rendszernek.

Megjegyzés: Minden olyan értelmű válasz elfogadható, amely szerint a rendszer belső energiája nő, a környezet rovására. Itt persze 50% esélye van annak, hogy a tanuló „eltalálja”, hogy az endoterm folyamatok járnak hőfelvétellel (az exotermek pedig hőleadással). Azonban ez minden tanuló esetében így van, ezért a tudásbeli különbséget az 50% fölötti „találatok” arányainak különbözősége jelzi majd.

4. b) Ezt olvasod az interneten egy cumisüveg-melegítő működéséről: Finom eloszlású alumíniumpor van benne. Ha a külső csomagolást föltépjük, akkor a védőoxidréteg nélküli alumíniumpor érintkezik a levegővel, és oxidálódni kezd. Ez biztosítja a hőt a cumisüveg tartalmának a fölmelegítéséhez. Milyen adatra vagy információra lenne szükséged ahhoz, hogy eldöntsd, igaz lehet-e ez? (A)

V: A [z alumínium oxidációjának] reakcióhő[jé]re/reakcióhő előjelére.

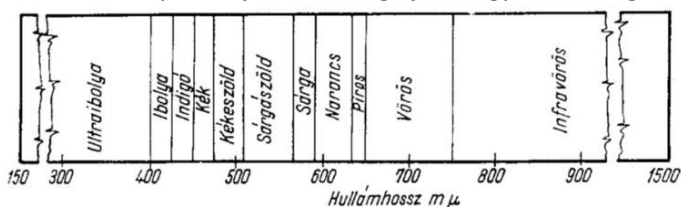
V2: Arra, hogy exoterm vagy endoterm a [z] folyamat/reakció/alumínium oxidációja.

Megjegyzés: Minden más, hasonló értelmű jó válasz is elfogadható.

5. Minél nagyobb a fény hullámhossza, annál kisebb a fény fotonjainak energiája. Magyarázd meg az ábra alapján, hogy a lítium vörös lángfestése vagy a kálium ibolyaszínű lángfestése jelez-e nagyobb gerjesztési energiát! (A)

V: A káliumé, mert az ibolyaszínű fény fotonjai nagyobb energiájúak [mivel az ibolyaszínű fény hullámhossza kisebb].

Megjegyzés: Bármilyen, hasonló értelmű válasz elfogadható, amiből kiderül, hogy a tanuló érti és alkalmazni is tudja ezt az összefüggést.



6. a) Megmértük két, közel azonos sűrűségű folyadék cseppjeinek a térfogatát. A kisebb vagy a nagyobb csepptérfogatú folyadékban vannak-e a részecskék között erősebb kölcsönhatások? **Indokold meg! (A)**

V1: A nagyobb [csepptérfogatú] [folyadék] esetében, [mert annak] nagyobb a felületi feszültsége [és a felületi feszültség annál nagyobb, minél nagyobbak a folyadék részecskéi között az összetartó erők].

Megjegyzés: Bármilyen, hasonló értelmű válasz elfogadható, amiből kiderül, hogy a tanuló érti és alkalmazni is tudja ezt az összefüggést.

6. b) Miért gömb alakú a vízcsepp az úrben, ahol elhanyagolható a gravitáció? (É)

V1: Mert [a folyadék felszínén lévő] részecskéket [átlagosan] egyforma nagyságú erők húzzák a folyadék belseje felé.

V2: Mert az [összetartó] erők eredője a folyadék belsejébe mutat [és adott térfogat esetében a gömb a legkisebb felületű],

Megjegyzés: Minden más, hasonló értelmű jó válasz is elfogadható.

7. Mikor nevezünk egy anyagot vagy annak részecskéjét **savnak? (I)**

V1: [Azokat, amelyek] protont/ p^+ -t adnak le.

V2: [Azokat, amelyek] növelik az oldatban a hidrogénion/ H^+ /oxóniumion/ H_3O^+ koncentrációját.

Megjegyzés: Bár a 17. feladatlapon szerepelt a Brønsted-féle sav-bázis elmélet, az Arrhenius-féle modell alapján adott válasz is elfogadható.

8. A következő három vízmintát szeretnénk azonosítani sav-bázis indikátorok segítségével.

A) Esővíz, amely csak a szén-dioxid oldódása miatt enyhén savas, és a pH-ja 5,6.

B) Erősen szennyezett területen gyűjtött savas eső, amelynek a pH-ja 2,8.

C) A Balatonból származó vízminta, amelynek a bázikus alapkőzet miatt a pH-ja 8,0.

Maximum 2 vizsgálatot végezhetünk, és az alábbi táblázatból választhatunk indikátorokat. (A két színhez tartozó pH között az indikátor átmeneti színét látjuk, ami a pH függvényében változik.)

A sav-bázis indikátor neve	Az indikátor egyik színe	Az indikátor másik színe
fenolftalein	színtelen, ha $pH \leq 8,2$	lilásvörös, ha $pH \geq 10,0$
brómtimolkék	sárga, ha $pH \leq 6,0$	kék, ha $pH \geq 7,6$
kristályibolya	zöld, ha $pH \leq 0,8$	kék, ha $pH \geq 2,6$
lakmusz	vörös, ha $pH \leq 5,0$	kék, ha $pH \geq 8,0$
metilnarancs	vörös, ha $pH \leq 3,1$	narancs, ha $pH \geq 4,4$

a) Melyik indikátorral végeznéd az 1. vizsgálatot, és mire következtetnél a lehetséges tapasztalatokból? **(M)**

V1: Lakmusszal, és ha vörös, akkor a B) mintáról van szó, ha kék, akkor a C) mintáról, ha átmeneti (lila) színű, akkor az A) mintáról.

V2: Metilnarancssal, és ha vörös, akkor a B) mintáról van szó, ha narancs, akkor a minta az A) vagy a C).

V3: Brómtimolkékkal, és ha kék, akkor a C) mintáról van szó, ha sárga, akkor a minta az A) vagy a B).

Megjegyzés: A fenolftalein és a kristályibolya nem alkalmasak a vizsgálatra. Azonban bármilyen más indikátorkombináció elfogadható, ami helyes eredményt adna.

b) Melyik indikátorral végeznéd a 2. vizsgálatot, és mire következtetnél a lehetséges tapasztalatokból? **(M)**

V1: Lakmusszal, és ha vörös, akkor a B) mintáról van szó, ha kék, akkor a C) mintáról, ha átmeneti (lila) színű, akkor az A) mintáról.

V2: Brómtimolkékkal, és ha kék, akkor a minta a C).

V3: Metilnarancssal, és ha vörös, akkor a minta a B).

Megjegyzés: A harmadik minta az első két vizsgálat eredményéből logikusan következik, de ezt nem kell leírni a tanulónak a pont megadásához.

c) Hibás eredményre vezetne-e az általad leírt vizsgálatok során az, ha azonos mennyiségű vízmintákat, de eltérő mennyiségű indikátor(okat) használnánk? **Miért? (M)**

V1: Nem, mert [az indikátor színének intenzitása itt nem befolyásolja a vizsgálatot], csak a színárnyalat számít.

Megjegyzés: Bármilyen, hasonló értelmű magyarázat elfogadható. A 17. feladatlapon a vöröskáposztalé esetében könnyen összetéveszthető volt a színárnyalat és a színintenzitás, ezért kellett mindig azonos mennyiségű indikátort adni az oldatok azonos mennyiségéhez. A gyakorlatban persze hasonló színek esetében a színárnyalat megítélését befolyásolja az indikátor színintenzitása is (ez szubjektív hibalehetőség), de ennek felismerése nem várható el a tanulóktól.

d) Más következtetésre jutnál-e az általad leírt vizsgálatok során, ha a **B**) jelű vízmintát $0,1 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú ecetsavval helyettesítenénk (modelleznénk), amelynek a pH-ja 2,7? **Miért? (M)**
V1: Nem [ugyanarra a következtetésre jutnánk], mert nincs a felsorolt indikátorok között olyan, amely pH=2,8 és pH=2,7 között megváltoztatja a színét.

Megjegyzés: Ez a feladat a modellezés elvére kérdez rá, amelyet már többször is használtak a kísérletek közben a tanulók.

4. melléklet: A Magyar Tudományos Akadémia Tantárgypedagógiai Kutatási Programja keretében készült 2018-2019 évi javított utóteszt és megoldókulcsa

1. a) Milyen kémiai folyamatokat nevezünk redukciónak?

.....
.....

1. b) A kis elektronegativitású alkálifémek oxidáló- vagy redukálószerként viselkednek-e általában? **Válaszodat indokold meg!**

.....
.....

2. Részt vesz-e a katalizátor a kémiai reakcióban? **Válaszodat indokold meg!**

.....
.....

3. A brómos víz és a hangyasav között lejátszódó reakció egyenlete: $\text{Br}_2 + \text{HCOOH} = 2 \text{HBr} + \text{CO}_2$
A brómos víz sárga színű, a reakcióban szereplő többi anyag színtelen. Ezt felhasználva bizonyítsd be, hogy a reakciósebesség függ a kiindulási anyagok koncentrációjától! A következő anyagok és eszközök közül választhatsz: hangyasavoldat (üvegben), brómos víz (üvegben), desztillált víz (flaskában), 4 db 50 cm³ térfogatú főzőpohár (falukon a térfogatot jelző skálával), 4 db osztás nélküli szemcseppentő, 4 db Pasteur pipetta (rajtuk a térfogatot jelző skálával), 4 db 10 cm³ térfogatú mérőhenger (falukon a térfogatot jelző skálával), stopperóra.

a) Milyen eszközökből **mennyi** szükséges ezek közül a kísérlethez?

.....
.....

b) Milyen anyagokból mennyit tennél a kísérlet **előkészítésekor** a kiválasztott eszközökbe?

.....

c) Milyen módon **indítanád el** (kezdenéd el) a kísérletet?

.....

d) Milyen **tapasztalatot** várnál a kísérlet végére?

.....

e) Hogyan tudnád a tapasztalatok alapján **eldönteni**, hogy hogyan függ a reakciósebesség a kiindulási anyagok koncentrációjától?.....

.....

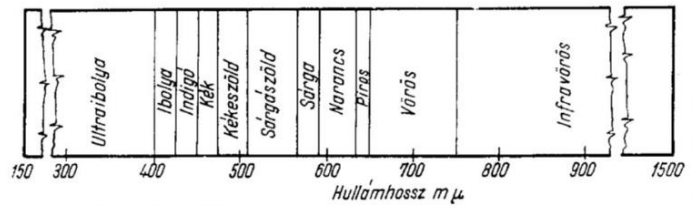
4. a) Mi történik egy endoterm kémiai reakció során a rendszer és a környezete között?

.....

4. b) Ezt olvasod az interneten egy cumisüveg-melegítő működéséről: *Finom eloszlású alumíniumpor van benne. Ha a külső csomagolást föltépjük, akkor a védőoxidréteg nélküli alumíniumpor érintkezik a levegővel, és oxidálódni kezd. Ez biztosítja a hőt a cumisüveg tartalmának a fölmelegítéséhez.* Milyen adatra vagy információra lenne szükséged ahhoz, hogy eldöntsd, **okoz-e a folyamat melegedést?**

.....

5. Minél nagyobb a fény hullámhossza, annál kisebb a fény fotonjainak energiája. Magyarázd meg az ábra alapján, hogy a lítium vörös lángfestése vagy a kálium ibolyaszínű lángfestése jelez-e nagyobb gerjesztési energiát!.....



6.a) Megmértük két, közel azonos sűrűségű folyadék cseppjeinek a térfogatát. A kisebb vagy a nagyobb csepptérfogatú folyadékban vannak-e a részecskék között erősebb kölcsönhatások? **Indokold meg!**

6.b) Miért gömb alakú a vízcsepp az űrben, ahol elhanyagolható a gravitáció?

7. Mikor nevezünk egy anyagot vagy annak részecskéjét **savnak**?

8. A következő három vízmintát szeretnénk azonosítani sav-bázis indikátorok segítségével.

A) Esővíz, amely csak a szén-dioxid oldódása miatt enyhén savas, és a pH-ja 5,6.

B) Erősen szennyezett területen gyűjtött savas eső, amelynek a pH-ja 2,8.

C) A Balatonból származó vízminta, amelynek a bázikus alapkőzet miatt a pH-ja 8,0.

Maximum 2 vizsgálatot végezhetünk, és az alábbi táblázatból választhatunk indikátorokat. (A két színhez tartozó pH között az indikátor átmeneti színét látjuk, ami a pH függvényében változik.)

A sav-bázis indikátor neve	Az indikátor egyik színe	Az indikátor másik színe
fenolftalein	színtelen, ha $\text{pH} \leq 8,2$	lilászöld, ha $\text{pH} \geq 10,0$
brómtimolkék	sárga, ha $\text{pH} \leq 6,0$	kék, ha $\text{pH} \geq 7,6$
kristályibolya	zöld, ha $\text{pH} \leq 0,8$	kék, ha $\text{pH} \geq 2,6$
lakmusz	vörös, ha $\text{pH} \leq 5,0$	kék, ha $\text{pH} \geq 8,0$
metilnarancs	vörös, ha $\text{pH} \leq 3,1$	narancs, ha $\text{pH} \geq 4,4$

a) Melyik indikátorral végeznéd az 1. vizsgálatot? **Mire következtetnél a lehetséges tapasztalatokból?**.....

b) Melyik indikátorral végeznéd a 2. vizsgálatot? **Mire következtetnél a lehetséges tapasztalatokból?**.....

c) Hibás eredményre vezetne-e az általad leírt vizsgálatok során az, ha azonos mennyiségű vízmintákat, de eltérő mennyiségű indikátor(oka)t használnánk? **Miért?**

d) Más következtetésre jutnál-e az általad leírt vizsgálatok során, ha a **B)** jelű vízmintát $0,1 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú ecetsavval helyettesítenénk (modelleznénk), amelynek a pH-ja 2,7? **Miért?**

A megoldókulcsban a válaszok vastag betűvel vannak írva, és ezeket „V” betű is jelöli. További jelmagyarázat:

- **V:** Válasz/lehetséges (másik) válasz. A „/” jel alternatív jó megoldásokat választ el egymástól.
- [...] Nem szükséges a pont megadásához.

R: esetlegesen megjelenő rossz válasz, amire NEM jár pont.

Abban az esetben, ha a diák a jó megoldás mellé másik helytelen megoldást is ír, és a rossz választ nem húzza át, az adott itemre nem adható pont. Azokra a kérdésekre, amelyekben szerepel a „Miért?”, vagy az „Indokold meg...!” szövegrész, **csak akkor adható pont, ha a válaszban szerepel a tényszerű válasz ÉS az indoklás IS, és ezek logikailag is kapcsolódnak.**

A feladatlap szerkezete a feladatok nehézségi szintjeinek besorolása tekintetében ugyanolyan, mint az előteszt. A jelen tesztben a következő feladatok képviselik a Bloom-taxonómia egyes szintjeit (bár a besorolás nagyon nehéz, sőt egyes esetekben vitatható, és a szintek között átfedések is lehetnek):

- Ismeret (I): 1.a), 4.a); 7. mindegyik feladat jó megoldása 1 pontot ér, összesen: 3 pont
- Megértés (É): 1.b), 2., 6.b); mindegyik feladat jó megoldása 1 pontot ér, összesen: 3 pont
- Alkalmazás (A): 4.b), 5., 6.a); mindegyik feladat jó megoldása 1 pontot ér, összesen: 3 pont
- Magasabb rendű műveletek (M): összesen 9 pont
 - 3.a)-b)-c)-d)-e): 5 pont
 - 8. a)-b)-c)-d): 4 pont

MEGOLDÁSOK

1. a) Milyen kémiai folyamatokat nevezünk redukciónak? (I)

V1: [Az] elektronfelvételt/elektronfelvétellel jár[ó folyamatokat].

V2: [Az] oxigénleadást [vagy hidrogénfelvételt]/oxigénleadással [vagy hidrogénfelvétellel] jár[ó folyamatokat].

V3: [Az] oxidációs szám csökkenését/oxidációs szám csökkenésével jár[ó folyamatokat].

Megjegyzés: A 18. feladatlapon szerepelt a redoxireakciók elektronátmenet alapján való értelmezése. Azonban lehet, hogy a tanulók egy része esetleg még a korábban tanult (és ezért jobban rögzült) oxigénátmenet alapján való értelmezés szerint válaszol. Előfordulhat, hogy megemlíti a hidrogénátmenetet vagy akár az oxidációs számot is.

1. b) A kis elektronegativitású alkálifémek oxidáló- vagy redukálószerként viselkednek-e általában? **Válaszodat indokold meg! (É)**

V1: Mert könnyen adnak le/át elektront [a reakciópartnerüknek/egy másik részecskének/atomnak, amelyik ezáltal elektront vesz fel, így redukálódik].

V2: Mert könnyen oxidálódnak, [ezért redukálják a reakciópartnerüket/egy másik részecskét/egy másik atomot.]

Megjegyzés: Minden más, hasonló értelmű jó válasz is elfogadható.

2. Részt vesz-e a katalizátor a kémiai reakcióban? **Válaszodat indokold meg! (É)**

V: Igen, mert egy új reakcióút megnyitásával/az aktiválási energia csökkentésével gyorsítja a reakciót/növeli a reakciósebességet.

R: Nem, mert visszakapjuk a reakció végén.

R: Igen, de a reakció végén változatlan formában visszanyerhető.

Megjegyzés: A fenti („R” betűvel jelölt) első rossz válasz egy tipikus tévképzet, ami arra utal, hogy a tanuló nem érti a reakció mechanizmusát (az aktivált komplex kialakulásának szükségességét, amelyben a katalizátor is részt vesz).

3. A brómos víz és a hangyasav között lejátszódó reakció egyenlete: $\text{Br}_2 + \text{HCOOH} = 2 \text{HBr} + \text{CO}_2$
A brómos víz sárga színű, a reakcióban szereplő többi anyag színtelen. Ezt felhasználva bizonyítsd be, hogy a reakciósebesség függ a kiindulási anyagok koncentrációjától! A következő anyagok és eszközök közül választhatsz: hangyasavoldat (üvegben), brómos víz (üvegben), desztillált víz (flaskában), 4 db 50 cm³ térfogatú főzőpohár (falukon a térfogatot jelző skálával), 4 db osztás nélküli szemcseppentő, 4 db Pasteur pipetta (rajtuk a térfogatot jelző skálával), 4 db 10 cm³ térfogatú mérőhenger (falukon a térfogatot jelző skálával), stopperóra.

a) Milyen eszközökből **mennyi** szükséges ezek közül a kísérlethez? **(M)**

V1: 2 db főzőpohár, 1 db mérőhenger, stopperóra

V2: 2 db főzőpohár, 1 db Pasteur pipetta, stopperóra

V3: 2 db főzőpohár, 2 db mérőhenger

V4: 2 db főzőpohár, 2 db Pasteur pipetta

V5: 3 db főzőpohár, 1 db mérőhenger, stopperóra

...stb., bármilyen helyes, és a későbbi kísérletleírással összhangban lévő variációban.

R: Amelyben a szemcseppentő szerepel, hacsak nem ad a tanuló valamilyen logikus indoklást erre.

R: Amelyben lévő eszközök nem egyeznek meg a későbbi válaszokban szereplőkkel.

Megjegyzés: A legegyszerűbb kivitelezés alapján 2 főzőpohár elég, mert az egyikben kell lennie a hígabb oldatnak, a másikban a töményebbnek. Mivel van a falukon a térfogatot jelző skála, a desztillált vízzel történő hígítás magában az egyik főzőpohárban is elvégezhető. A 3. pohár is felhasználható azonban pl. arra, hogy viszonyítási anyagként belekerüljön a brómos vízből valamennyi (a színek összehasonlításához) vagy egy másik hígítás készítéséhez. A 4. főzőpohárra akkor lehetne szükség, ha különböző hígítású oldatokból álló sorozatot akar vizsgálni a tanuló. A másik oldat térfogatmérésére jó lehet 2 db, térfogatmérésre alkalmas eszköz. (A szemcseppentő nem ilyen, de a Pasteur pipetták és a mérőhengerek is jók. A szemcseppentő használata elvben akkor képzelhető el, ha azonos számú cseppet és azonos idő alatt adna vele a tanuló a különböző főzőpoharak tartalmához a második oldatból.) A reakcióidőt lehet mérni stopperórával, és akkor egyetlen, a második oldat térfogatmérésére alkalmas eszköz elegendő. Nem szükséges azonban stopperóra, ha a második oldatokat egyszerre öntené hozzá a diák a főzőpoharakban lévő első oldatokhoz, de akkor a főzőpoharaknak megfelelő számú térfogatmérő eszközre van szükség.

b) Milyen anyagokból mennyit tennél a kísérlet **előkészítésekor** a kiválasztott eszközökbe? **(M)**

V: Az egyik oldatból (a hangyasavoldatból vagy a brómos vízből) azonos térfogatút, de különböző koncentrációjút. (Az egyik esetben a desztillált vízzel való hígítás különféle módszerekkel történhet.)

Megjegyzés: Szerencsésebb választás, ha a hangyasavoldatok kerülnek a főzőpohárba. Ha ugyanis az eleve különböző színű töményebb és hígabb brómos vízből indul ki a tanuló, akkor először (és még egy darabig) a töményebb brómos víz sötétebb színű lesz a reakció során, mint a hígabb. A teljes elszíntelenedésnek azonban ebben az esetben is a töményebb oldat (tehát a töményebb brómos víz) esetében kell hamarabb bekövetkeznie.

c) Milyen módon **indítanád el** (kezdenéd el) a kísérletet? **(M)**

V: A második oldat (a brómos víz vagy a hangyasavoldat) hozzáadásával [és a stopperóra elindításával].

Megjegyzés: Stopperórával való időmérésre akkor van szükség, ha a második oldat azonos térfogatú részleteit nem egyszerre adjuk a főzőpoharakban lévő első oldatokhoz. Ha a második oldat hozzáadása a főzőpoharak tartalmához egy időpillanatban történik, akkor elég azt megfigyelni, hogy melyik oldat színtelenedik el először. Jó lenne, ha a tanulóknak eszébe jutna, hogy a folyadékokat össze is kell keverni, és ezt le is írják, de a pont nélkül megadható. Elfogadható ugyanis az a feltételezés, hogy ilyen kis mennyiségű folyadékok összeöntésével egyben a keveredésük is megvalósul.

d) Milyen **tapasztalatot** várnál a kísérlet végére? **(M)**

V: Az egyik/töményebb oldat/ok/ hamarabb színtelenedik/színtelenednek el.

Megjegyzés: A különböző koncentrációk esetében tehát a reakcióidők mérés nélkül is összehasonlíthatók, ha a reakciókat egyszerre indítja a tanuló. Ha a reakciósebességet külön-külön

vizsgálja a különböző töménységű oldatok esetében, akkor értelemszerűen stopperóra is kell a méréshez.

e) Hogyan tudnád a tapasztalatok alapján **eldönteni**, hogy hogyan függ a reakciósebesség a kiindulási anyagok koncentrációjától? (M)

V1: Ha a töményebb oldat gyorsabban színtelenedik el, akkor a reakciósebesség a koncentráció növekedésével nő.

V2: Ha a hígabb oldat lassabban színtelenedik el, akkor a reakciósebesség a koncentráció csökkenésével csökken.

Megjegyzés: Elvben elfogadhatók olyan válaszok is, amelyekben lévő feltételezések ellentétes tendenciára utalnak (tehát arra, hogy a reakciósebesség a koncentráció növekedésével csökkenne). Ugyanis ez az item nem azt méri, hogy a tanuló helyesen ismeri-e a kiindulási anyagok koncentrációja és a reakciósebesség közötti összefüggést, hanem azt, hogy helyes következtetést vonna-e le a tapasztalatokból. Nagyon fontos, hogy a feladat egyes részeire mindazok a pontok megadhatók (és csak azok a pontok adhatók meg!), amelyek a kísérlet helyes megtervezésére és logikus gondolkodásra utalnak. Ezt a javítást végző tanárnak kell eldöntenie. (Az összes helyes kombinációt nem lehet leírni, mert ez egy nyílt végű feladat.)

4. a) Mi történik egy endoterm kémiai reakció során a rendszer és a környezete között? (I)

V1: A rendszer hőt von el a környezetétől.

V2: A környezet hőt ad át a rendszernek.

Megjegyzés: Minden olyan értelmű válasz elfogadható, amely szerint a rendszer belső energiája nő, a környezet rovására. Itt persze 50% esélye van annak, hogy a tanuló „eltalálja”, hogy az endoterm folyamatok járnak hőfelvétellel (az exotermek pedig hőleadással). Azonban ez minden tanuló esetében így van, ezért a tudásbeli különbséget az 50% fölötti „találatok” arányainak különbözősége jelzi majd.

4. b) Ezt olvasod az interneten egy cumisüveg-melegítő működéséről: *Finom eloszlású alumíniumpor van benne. Ha a külső csomagolást föltépjük, akkor a védőoxidréteg nélküli alumíniumpor érintkezik a levegővel, és oxidálódni kezd. Ez biztosítja a hőt a cumisüveg tartalmának a fölmelegítéséhez.* Milyen adatra vagy információra lenne szükséged ahhoz, hogy eldöntsöd, **okoz-e a folyamat melegedést?** (A)

V: A [z alumínium oxidációjának] reakcióhő[jé]re/reakcióhő előjelére.

V2: Arra, hogy exoterm vagy endoterm a [z] folyamat/reakció/alumínium oxidációja.

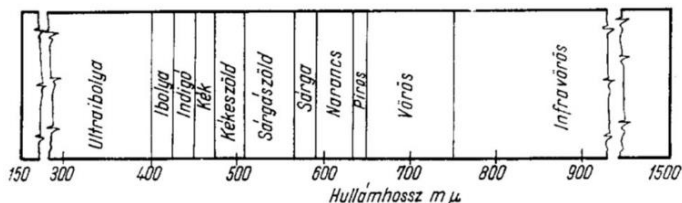
Megjegyzés: Minden más, hasonló értelmű jó válasz is elfogadható.

5. Minél nagyobb a fény hullámhossza, annál kisebb a fény fotonjainak energiája. Magyarázd meg az ábra alapján, hogy a lítium vörös lángfestése vagy a kálium ibolyaszínű lángfestése jelez-e nagyobb gerjesztési energiát! (A)

V: A káliumé, mert az ibolyaszínű fény fotonjai nagyobb energiájúak [mivel az ibolyaszínű fény hullámhossza kisebb].

R: A kálium ibolyaszínű lángfestése jelez nagyobb gerjesztési energiát, mert minél nagyobb a fény hullámhossza, annál kisebb a fény fotonjainak energiája.

Megjegyzés: Bármilyen, a „V” betűvel jelölthöz hasonló értelmű válasz elfogadható, amiből kiderül, hogy a tanuló érti és alkalmazni is tudja ezt az összefüggést.



6. a) Megmértük két, közel azonos sűrűségű folyadék cseppjeinek a térfogatát. A kisebb vagy a nagyobb csepptérfogatú folyadékban vannak-e a részecskék között erősebb kölcsönhatások? **Indokold meg!** (A)

V1: A nagyobb [csepptérfogatú] [folyadék] esetében, [mert annak] nagyobb a felületi feszültsége [és a felületi feszültség annál nagyobb, minél nagyobbak a folyadék részecskéi között az összetartó erők].

Megjegyzés: Bármilyen, hasonló értelmű válasz elfogadható, amiből kiderül, hogy a tanuló érti és alkalmazni is tudja ezt az összefüggést.

6. b) Miért gömb alakú a vízcsepp az úrben, ahol elhanyagolható a gravitáció? (É)

V1: Mert [a folyadék felszínén lévő] részecskéket [átlagosan] egyforma nagyságú erők húzzák a folyadék belseje felé.

V2: Mert az [összetartó] erők eredője a folyadék belsejébe mutat [és adott térfogat esetében a gömb a legkisebb felületű],

Megjegyzés: Minden más, hasonló értelmű jó válasz is elfogadható.

7. Mikor nevezünk egy anyagot vagy annak részecskéjét savnak? (I)

V1: [Azokat, amelyek] protont/ p^+ -t adnak le.

V2: [Azokat, amelyek] növelik az oldatban a hidrogénion/ H^+ /oxóniumion/ H_3O^+ koncentrációját.

Megjegyzés: Bár a 17. feladatlapon szerepelt a Brønsted-féle sav-bázis elmélet, az Arrhenius-féle modell alapján adott válasz is elfogadható.

8. A következő három vízmintát szeretnénk azonosítani sav-bázis indikátorok segítségével.

A) Esővíz, amely csak a szén-dioxid oldódása miatt enyhén savas, és a pH-ja 5,6.

B) Erősen szennyezett területen gyűjtött savas eső, amelynek a pH-ja 2,8.

C) A Balatonból származó vízminta, amelynek a bázikus alapkőzet miatt a pH-ja 8,0.

Maximum 2 vizsgálatot végezhetünk, és az alábbi táblázatból választhatunk indikátorokat. (A két színhez tartozó pH között az indikátor átmeneti színét látjuk, ami a pH függvényében változik.)

A sav-bázis indikátor neve	Az indikátor egyik színe	Az indikátor másik színe
fenolftalein	színtelen, ha $pH \leq 8,2$	lilásvörös, ha $pH \geq 10,0$
brómtimolkék	sárga, ha $pH \leq 6,0$	kék, ha $pH \geq 7,6$
kristályibolya	zöld, ha $pH \leq 0,8$	kék, ha $pH \geq 2,6$
lakmusz	vörös, ha $pH \leq 5,0$	kék, ha $pH \geq 8,0$
metilnarancs	vörös, ha $pH \leq 3,1$	narancs, ha $pH \geq 4,4$

a) Melyik indikátorral végeznéd az 1. vizsgálatot? Mire következtetnél a lehetséges tapasztalatokból? (M)

V1: Lakmusszal, és ha vörös, akkor a B) mintáról van szó, ha kék, akkor a C) mintáról, ha átmeneti (lila) színű, akkor az A) mintáról.

V2: Metilnarancssal, és ha vörös, akkor a B) mintáról van szó, ha narancs, akkor a minta az A) vagy a C).

V3: Brómtimolkékkal, és ha kék, akkor a C) mintáról van szó, ha sárga, akkor a minta az A) vagy a B).

Megjegyzés: A fenolftalein és a kristályibolya nem alkalmasak a vizsgálatra. Azonban bármilyen más indikátorkombináció elfogadható, ami helyes eredményt adna.

b) Melyik indikátorral végeznéd a 2. vizsgálatot? Mire következtetnél a lehetséges tapasztalatokból? (M)

V1: Lakmusszal, és ha vörös, akkor a B) mintáról van szó, ha kék, akkor a C) mintáról, ha átmeneti (lila) színű, akkor az A) mintáról.

V2: Brómtimolkékkal, és ha kék, akkor a minta a C).

V3: Metilnarancssal, és ha vörös, akkor a minta a B).

Megjegyzés: A harmadik minta az első két vizsgálat eredményéből logikusan következik, de ezt nem kell leírni a tanulónak a pont megadásához.

c) Hibás eredményre vezetne-e az általad leírt vizsgálatok során az, ha azonos mennyiségű vízmintákat, de eltérő mennyiségű indikátor(okat) használnánk? Miért? (M)

V1: Nem, mert [az indikátor színének intenzitása itt nem befolyásolja a vizsgálatot], csak a színárnyalat számít.

Megjegyzés: Bármilyen, hasonló értelmű magyarázat elfogadható. A 17. feladatlapon a vöröskáposztalé esetében könnyen összetéveszthető volt a színárnyalat és a színintenzitás, ezért kellett mindig azonos mennyiségű indikátort adni az oldatok azonos mennyiségéhez. A gyakorlatban persze hasonló színek esetében a színárnyalat megítélését befolyásolja az indikátor színintenzitása is (ez szubjektív hibalehetőség), de ennek felismerése nem várható el a tanulóktól.

d) Más következtetésre jutnál-e az általad leírt vizsgálatok során, ha a **B**) jelű vízmintát $0,1 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú ecetsavval helyettesítenénk (modelleznénk), amelynek a pH-ja 2,7? **Miért? (M)**

V1: Nem [ugyanarra a következtetésre jutnánk], mert nincs a felsorolt indikátorok között olyan, amely pH=2,8 és pH=2,7 között megváltoztatja a színét.

Megjegyzés: Ez a feladat a modellezés elvére kérdez rá, amelyet már többször is használtak a kísérletek közben a tanulók.