A természettudományos vizsgálati módszerek elvén alapuló feladatok a kémiaoktatásban

SZAKDOLGOZAT

RÁKÓCZI MELINDA

kémia – környezettan

Témavezető: **Dr. Szalay Luca**, adjunktus

Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Kar

Kémiai Intézet

Budapest, 2010.

TARTALOMJEGYZÉK

TARTALOMJEGYZÉK **2**
1. BEVEZETÉS **4**
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS 6
2.1. Az „Inquiry Based Science Teaching" (IBST), mint oktatásmódszertani megközelítés **6**
2.1.1. Jellemzői, megjelenési formái 6
2.1.2. Útmutató tanároknak 8
2.1.3. Árnyoldal, kritikák, válaszok 10
2.1.4. Tudnivalók, jótanácsok 11
2.2. Külföldi példák 12
2.2.1. MST projekt – Franciaország 12
2.2.2. Portugália 13
2.2.3. SINUS és SINUS TRANSFER projektek – Németország 13
2.2.4. Norvégia 13
2.2.4.1. Nysgjerrigper projekt 13
2.2.4.2. Mind the Gap 14
2.3. Az IBST Magyarországon **17**
2.3.1. A Kutató Tanárok Országos Szövetségének részvétele a Mind The Gap projektben 17
2.3.2. Az Oktatáskutató és Fejlesztő Intézet TÁMOP projektje 19
2.3.3. Az érettségi 20
3. AZ IBST MEGVALÓSÍTÁSA A GYAKORLATBAN AZ AMERIKAI EGYESÜLT ÁLLAMOKBAN – „INQUIRY IN ACTION" **24**
3.1. A könyvről általánosságban **24**
3.2. A könyvbeli gyakorlati feladatok szerkezete **29**
3.3. Az 5. fejezet - Kémiai változás, reakciók **30**
4. AZ IBST MÓDSZEREK ELVE ÉS GYAKORLATA ALAPJÁN TERVEZETT KÉMIAÓRA **38**
4.1. A feladatlapokról **38**
4.1.1. Exoterm oldódás 40
4.1.2. Endoterm oldódás 42
4.2. A tanítási óra céljai és feladatai **44**

4.3. Az óratervezet 46
4.3.1. Az eredeti óraterv 46
4.3.2. Módosított óraterv az adott osztályhoz aktualizálva 47
4.4. A gyakorlati megvalósítás tapasztalatai 48
4.4.1. A 9. évfolyam 48
4.4.2. A 10. évfolyam 52
4.5. Az óravázlat módosításai, javításai 56
5. MELLÉKLETEK 59
5.1. A feladatlapok megoldása – útmutató tanároknak 59
5.1.1. Exoterm oldódás 59
5.1.2. Endoterm oldódás 63
5.2. Fényképek 67
5.2.1. A Premontrei Szent Norbert Gimnázium, Egyházzenei Szakközépiskola és Diákotthon 11.b osztályában készült képek 67
5.2.2. A Premontrei Szent Norbert Gimnázium, Egyházzenei Szakközépiskola és Diákotthon 10.c osztályában készült képek 69
ÖSSZEFOGLALÁS 71
IRODALOMJEGYZÉK 72
KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS 76

1. BEVEZETÉS

Szakdolgozatom témájául a hazai és nemzetközi szakirodalomban egyaránt „IBST”-módszerként ismert oktatásmódszertani megközelítés elveinek és gyakorlatának áttekintését választottam. Továbbá, az irodalmazás tanulságaira alapozva, egy konkrét, általam tervezett és megvalósított tanítási óra tapasztalatainak leírásával kívánok hozzájárulni az IBST magyarországi kémiatanításban való meghonosításához.

Az IBST lényege a természettudományos vizsgálati módszerek alapelvének megismertetése és alkalmazásának gyakoroltatása a természettudományos tantárgyak oktatása során. Az ilyen feladatok a diákok számára aktív szerepet és önálló döntési lehetőségeket biztosítanak a felvetett problémák megoldására vonatkozó stratégia kidolgozásában és kivitelezésében. A mozaikszó az *„Inquiry Based Science Teaching”* kifejezés kezdőbetűiből áll össze. Ennek pontos magyar fordítását nehéz megadni. Véleményem szerint a „kérdésfeltevésen, kutatáson alapuló természettudomány-oktatási módszerek” kifejezés közelíti meg leginkább az angol szavak mögött lévő tartalmat. A tényleges jelentést azonban inkább körülírással célszerű érzékeltetni. Az „inquiry” szón kutatást, nyomozást, kérdezősködést, vizsgálatot, tudakozódást értenek, ami a természettudományok vizsgálati módszerének alapjaira utal. A dolog nem egészen újkeletű, hiszen már az 1960-as években is hirdették a felfedező tanulás előnyeit [1], azt pedig minden kémiatanár tudja, hogy mennyire fontos, hogy a tanóráit kísérletekkel színesítse. De ennyire komplex módon kidolgozva, rengeteg kutatással, kipróbált elemmel, irodalommal, ekkora nemzetközi eszme- és tapasztalatcserével, mint amilyennel az IBST rendelkezik, még nem találkozhattunk.

A téma ötletét az alapvető természettudományos kompetenciák vizsgálatát középpontba állító 2006. évi PISA *„Programme for International Student Assessment”* felmérésről [2] készült jelentés eredménye [3] adta. Eszerint „a magyar diákok kísérletekkel, mérésekkel kapcsolatos elméleti tudása és gyakorlati tapasztalata lényegesen elmarad a világ legtöbb országában megszerezhető hasonló tudás és tapasztalat mögött.” Kiderült tehát, hogy bár a magyar diákok nemzetközi viszonylatban kimagasló teljesítményt nyújtottak a fizikai világ rendszereit vizsgáló feladatokban, mivel tisztában voltak a természettudományos tanórák során tanult tények sokaságával és azok magyarázataival, de a természettudományos problémák felismerése, a természettudományos bizonyítékok alkalmazása, és általában a természettudományos

megismeréssel kapcsolatos tudás tekintetében önmaguk átlagos teljesítményéhez képest is jóval gyengébb eredményeket értek el. Épp ezért, e képességek, ill. kompetenciák fejlesztése lehetne az alapvető irány a természettudományos, s azon belül is a kémiaoktatásban. Ez jól illeszkedik a modern természettudomány-tanítás felfogáshoz, amely egyik oldalról a minden állampolgár számára szükséges természettudományos műveltség (*„scientific literacy”*) kialakítását, másik oldalról a természettudományos szakemberképzés utánpótlásának biztosítását tekinti feladatának. További hozadéka lehetne e megközelítésnek a természettudományos tantárgyak (s közöttük elsősorban a fizika és kémia) népszerűségének növelése, valamint a természettudományokkal szemben mutatott társadalmi bizalom erősítése. [4]

Ez az irány Magyarországon még nem kipróbált, ezért elsősorban a bőséges nemzetközi szakirodalom megismerésére van szükség, hogy körüljárjuk, más országokban milyen eredményeket értek el eddig ezen a téren. Meg kell ismernünk a már jól bevált gyakorlatokat, feladatokat, a különféle módszereket, azok előnyeit, hátrányait, s a mások által elkövetett hibák elkerülése érdekében a negatív tapasztalatokat, és az esetlegesen kudarcba fulladó törekvéseket is. Szakdolgozatommal távolabbi célom az, hogy egy átfogó módszertani áttekintést nyújtsak leendő tanárkollégáimnak, melynek elolvasásával kedvet és önbizalmat érezhetnek magukban ahhoz, hogy hatékonyan, jól alkalmazzák a természettudományos vizsgálati módszerek alapelvén nyugvó problémaközpontú oktatást.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. Az „*Inquiry Based Science Teaching*” (IBST) mint oktatásmódszertani megközelítés

2.1.1. Jellemzői, megjelenési formái

Az IBST módszerek összességét bár (mint a bevezetőben említettem) nehéz egyetlen egzakt definícióval illetni, röviden így jellemezhetjük: olyan pedagógiai módszerek összessége, amelyben a különböző mértékű önállósággal tervezett és szervezett természettudományos vizsgálatokon keresztül egyesül a felfedeztető, problémamegoldó tanulás és a diákközpontú oktatás. [5] Ezáltal hangsúlyozottan kap benne helyet mindenféle aktivitást és kommunikációt igénylő tevékenység a passzív információbefogadás helyett. Ily módon elősegítheti a tudományos gondolkodásmód alapjainak megértését, illetve azok alkalmazását a problémák felismerésében, valamint az egyes állításokat és hipotéziseket igazoló vagy cáfoló bizonyítékok megszerzésében és alkalmazásában. Ezáltal hozzájárulhat a természettudományos alapműveltség kialakulásához, az információszerzés, -rendszerezés, -megjelenítés és -közlés technikáinak elsajátításához valamint az ezekhez kapcsolódó kompetenciák fejlődéséhez is. [6] [7]

A kísérlet kiemelkedő szerepe a kémiaoktatásban régóta közismert és elfogadott. Az IBST azonban nem a klasszikus tanári demonstrációs vagy tanulókísérletekről szól. A definícióban említett vizsgálatok, kisebb kutatómunkák egészen más jellegű részvételt kívánnak tanulótól, tanártól egyaránt. Az IBST keretein belüli kísérletezés nem olyan, mint a hagyományos labormunka. Nem pusztán utasításokat kell követni egy recept alapján, hanem kísérlettervezés, egyéni és csoportos munka, kis kutatás, az eredmények kiértékelése zajlik. Ez persze nem megy egyik pillanatról a másikra, gyakorlás nélkül.

Már a problémaalapú tanulásban is megjelent az a törekvés, hogy a diákok képességei sok önálló feladatmegoldáson és együttműködő problémamegoldáson keresztül fejlődjenek [8]. Ez az IBST-ben is jelentős stratégia, kiegészülve az életközeli, nyíltvégű feladatok (gyakran csoportosan tervezett és kivitelezett) megoldásának, valamint az eredmények közösen elvégzett kiértékelésének igényével. A felvetett témáknak, kérdéseknek mindig relevánsnak, netán aktuálisnak, a kutatást végzők számára mindenképpen érdekesek kell lenniük. Kimagasló szerepet kap a kísérletek tanulmányozása során a megfigyelés, az észlelés, az érzékelés, a felfedezés, a bizonyítékok

keresése, a jelenségek magyarázata, illetve a vizsgálattal kapcsolatos beszélgetés, a konstruktív érvelés, az eredmények közlése. Tehát a megfelelő kommunikációs kompetenciák elsajátítása elengedhetetlen.

A diákoknak meg kell tanulni a helyes kérdésfeltevést, az előrelátó tervezést, időbeosztást és munkaszervezést; adatgyűjtést, valamint az összegyűjtött adatok megfelelő szempontok szerinti szelektálását, felhasználását, elemzését. Mindez nagyfokú önállóságot igényel a tanulók részéről. A tanár mégis kulcsfigura kell, hogy legyen. Ösztönöz, motivál, irányítja a tanulási folyamatot, és ő felelős az alapvető tudásszint megszerzéséért. [9] Változó minőségben és feladatkörben tűnik fel az órán. Néha teljesen nyílt és diákoktól nagyfokú kreativitást megkívánó az elvégzendő feladat, máskor pedig szabályozott, irányított. Az 1. ábra [10] tanúsága szerint mindkét véglet, s a közöttük átmenetet képező megközelítés is létezik és eredményes lehet egy adott diákcsoport esetén, feltéve, hogy megfelelő időben, helyen és módon alkalmazzák. [11] [12]

IBST elvek	**Lehetőségek, fokozatok**			
Természet-tudományos kérdések, problémák felvetése, megfogalmazása.	Tetszőleges kérdésfeltevés.	Választás a felkínált kérdések közül, újak megfogalmazása.	Közös döntés után meghatározott kérdések.	A tanár által megadott kérdések megfogalmazása.
Legfontosabb a bizonyítás.	A diák maga dönti el, milyen adatokra van szüksége, és összegyűjti azokat.	Irányítottan történik a szükséges adatok begyűjtése.	Az adatok ismeretében önálló elemzés a feladat.	Megadott adatok értékelése történik irányított módon.
A magyarázat megfogalmazása az eredmények alapján.	Az adatok alapján összesítés után önállóan.	Kevés segítségadás az összegzéshez, utána egyéni megfogalmazás.	Több lehetőség közül választva ad magyarázatot.	A magyarázat is adott a diák számára.
A magyarázat tudományos háttere.	Független vizsgálatok után az egyéni kapcsolatkeresés a cél.	Egy bizonyos téma felé irányítva történő kapcsolatfeltárás.	A kapcsolatok adottak.	Ha lehetséges, akkor megadott a kapcsolat.
Megbeszélés és érvelés.	Ok-okozati összefüggések, logikus érvelés, magyarázat.	Fokozatos közös fejlesztés.	Szélesebb határok, irányelvek.	Megadott lépések alapján történik.
Tendencia	*tanár szerepe és a tananyaghoz való ragaszkodás nő →* *← diák szerepe nő*			

***1. ábra**: Az IBST alapelvek megvalósulási lehetőségei*

Mindez azonban nem működhet szisztematikus építkezés nélkül. Az itt leírt jellemzők egy olyan állapotot mutatnak be, amely előrehaladott, azaz az IBST szerinti tanítás, tanulás nem újkeletű az adott tanulócsoportban, hanem gyakorlás előzte meg. Az alapot ezesetben is a tényanyag, az elmélet megfelelő elsajátítása jelenti. Nem várható el semmiféle egyéni, tervezői munka például egy akármilyen egyszerű kísérlet vagy kísérletsorozat kapcsán (nem is beszélve a kisebb önálló kutatásokról), ha a diáknak nincs meg a feladat megoldásához szükséges kémiai tudása, illetve ha nem ismeri az alkalmazandó kísérleti eszközöket és az azokkal való műveleteket. [13]

2.1.2. Útmutató tanároknak

Az IBST módszerrel való munka elkezdése bizony nehéz lehet bármilyen korú és tapasztalt tanárról is legyen szó. Hiszen a tanultaktól, a megszokottól különböző szemléletű feladatról van szó, amire nemcsak lélekben, hanem konkrétan: szakmailag, módszertanilag is fel kell készülni. Ehhez szükség van némi vállalkozó kedvre, s nagyfokú odafigyelésre, kreativitásra, lelkesedésre. Tudatos működés szükséges: észrevenni, hogy mit lehet jól alkalmazni adott tanulócsoportban. Miben erősek, miben gyengébbek. Lehetetlen túlságosan rögzült sémákban gondolkodni, mert minden csoport másmilyen, például másképp közelít egy megoldandó feladathoz. Lehet, hogy kiváló megfigyelők, de a kérdésfeltevés még fejlesztésre szorul, vagy éppen fordítva. Tanácsos megismerni a diákok, csoportok képességeit, s aszerint alakítani a programot a lehetőségekhez mérten mindig a fejlődés irányába.

Meg kell ismerkedni a csoportmunka módszerével, sőt, tudni kell esetenként alkalmazni azt. Ez is gyakorlást igényel, hogy a csoportszervezés, majd pedig az irányítás gördülékenyen menjen. Különös lehet eleinte az is, hogy a kérdések másképp jelennek meg egy IBST szerint felépített órán. A hagyományos oktatásban sokszor alkalmazható a kérdve kifejtés, az egyszerű „tanár kérdez, diák válaszol” stratégia. Az IBST egyik kulcseleme azonban épp az, hogy meg kell tanulni a helyes, a feldolgozott témához illő kérdésfeltevést, ami abszolút a tanulók feladata. El kell kissé rugaszkodni a merev menetrendtől: bármikor adódhat egy új, addig nem tapasztalt megfigyelés például kísérletezés közben, amit nem szabad megbeszélés nélkül hagyni, hiszen a körülöttünk zajló (természeti) jelenségek megértése a cél. Nagyon fontos az érvelés, a bizonyítás. Az, hogy a diákokban kialakuljon annak igénye, hogy kérdéseket tegyenek fel, majd azokat logikusan, tudományosan gondolkodva megválaszolják; illetve az, hogy (önmaguktól)

eszükbe jusson egy-egy jelenség láttán a „Miért?” kérdés, s a vágy az okok kiderítésére, múlik a tanár hozzáállásán is. És a születő válaszok minősége is függ az elvárásoktól. Lehet, hogy türelemmel kell rászoktatni a tanulókat az egész mondatos, értelmes indoklásra, s csak később értik meg, hogy így teljes a kutatás: magyarázattal, bizonyítással.

Nem szabad tehát félni némi változástól, de nem is szabad túlzásokba esni. Meg kell találni a kedvező egyensúlyt a különféle kipróbált és bevált módszerek alkalmazása és a hagyományos, frontális tanítás között úgy, hogy a tanár a saját személyisége is maradjon meg, hiszen csakis akkor tud őszintén lelkesedve viszonyulni magához a tanításhoz.

További bátorításképp íme egy kedves, ám elgondolkodtató történet egy fizikatanár élményeiről. Tantárgytól függetlenül sokan felfedezhetünk ismerős (ellen)érzéseket, problémákat, szituációkat. [14]

Steve pályája kezdetén bizony fenntartásokkal fogadta az IBST módszerét. Megvolt a saját elképzelése a tanításról, s saját bevallása szerint nem akart kilépni ebből a kiszámítható kényelemből. Ugyanakkor érezte, hogy nem képes megfelelően megismertetni a tanulókat a fizika fontos és érdekes törvényeivel. S persze azt tapasztalta, hogy a diákok fejében nem sok marad meg az általa elmondottakból. Nyilvánvalóan csak memorizálják a szabályokat, a képleteket egészen a soron következő dolgozatig, aztán, úgy ahogy van, elfelejtenek mindent.

Steve részt vett több továbbképzésen, köztük egy olyanon, ahol megismerkedett az IBST alapjaival. Ezután kénytelen volt ráébredni arra, hogy eddig szétdarabolta a fizika tantárgyat, s szinte fejezetről fejezetre tanította azt, s nem várta el, de nem is adta meg a komplex látásmódot, az összekapcsolás lehetőségét a diákoknak.

Szépen lassan elkezdte beépíteni tanításába az IBST módszereket. Felfedezte, hogy a labormunka nem minden, főleg, ha csak „receptkönyv” alapján dolgoznak a diákok, illetve azt is, hogy nem feltétlenül szükséges egy kiválóan felszerelt laboratórium, a lényeg az, hogy a diákok egyáltalán találkozzanak a különféle anyagokkal, azok viselkedésével, és hogy megfelelő mennyiségű és minőségű legyen a kommunikáció diák-diák és tanár-diák között egyaránt. Próbált továbbá több csoportmunkát beiktatni, óráról órára ellenőrizte a diákok tudását, de nem direkt, hanem informális módon: az óra kezdetén megértést, átlátást elősegítő gyakorlati feladatok megoldásával.

Steve fontos lépésként értékelte azt, hogy megtanulta: hagynia kell, hogy a diákok kérdezhessenek. Meghallgatva remek ötleteiket, sokszor olyan dolgokat vettek észre, melyek máskülönben figyelmen kívül maradtak volna. Legnagyobb döbbenetet egy saját

mérési eredmény okozott számára, miszerint az iskolai órákon a tanár-diák megszólalási arány 80:20! Fél év alatt ezen jelentősen változtatott, úgyhogy végleg elmúlt az IBST-vel kapcsolatos minden ellenszenve.

Steve története tehát „happy end”-del végződött, pedig súlyos problémákkal és ellenérzésekkel kellett megküzdenie. Elhatározása azonban éppen azért alakult ki, mert belátta, hogy a korábban alkalmazott módszerek önmagukban nem vezetnek kielégítő eredményre. Steve, s vele minden természettudományos tantárgyakat tanító kollégája ma már számos helyről gyűjthet hiteles információt a módszerrel kapcsolatban.

2.1.3. Árnyoldalai, kritikák, feleletek

Az IBST módszereit több fronton is támadták az elmúlt években. A legnagyobb ellenzők 2006-ban szólaltak fel, egy átfogó, elemző cikkben próbálták bizonyítani az IBST és a vele rokon, általuk „minimálisan irányítottként” jellemzett tanítási-tanulási módszerek nemhogy nem hatékony, sőt inkább káros mivoltát. [15] A szerzők súlyos megállapításokat tesznek a írásban, például abszolút feleslegesnek érzik a felfedező, problémamegoldó tanulást, és az összes későbbi módszert, beleértve az IBST-t is, ami hasonló elemeket tartalmaz. Mayer szerint az 50-es évek óta minden évtizedben előhozakodnak valamivel, de igazából ugyanaz kerül elő, csak más néven. [16] Így a felfedező tanulás, abból kinőve a kísérletező tanulás, majd a problémaalapú tanulás (PBL) és az IBST. Mindenesetre akárhogy is próbálták helyettesíteni, mindig bebizonyosodott, hogy az irányított tanulásnak igenis helye van az oktatásban.

Sweller szerint a problémamegoldáshoz nem kell használni a hosszútávú memóriát, tehát a problémamegoldás egyáltalán akármi megtanulása nélkül is működik. Ebből következtet arra, hogy a problémamegoldó stratégiával tanulók szinte semmit nem tanulnak. Ráadásul az agy (memória) többi része sincs kellőképp megdolgoztatva, hanem csak egyoldalú az igénybevétel. [17]

Colliver megállapítása az, hogy az orvosi egyetemeken bevezetett új módszerek szerinti oktatás nem hoz szignifikáns különbséget a hagyományos oktatással szemben a felmérések eredménye alapján. Ugyanakkor sokkal költségesebb! [18]

A problémaalapú tanítás két legfontosabb pillére a problémamegoldási stratégiák tanítása és a hipotéziseken keresztüli deduktív bizonyítás, érvelési módszer. Ez Patel és kollégái szerint nem hatékony az orvosnak készülők esetében. A diákok a felmérésekkor

több körülményes és bonyolult magyarázatot adtak, de kevés volt az összefüggés és több volt a hiba. Nem tudták alkalmazni a megtanult ismereteket egy adott esetre. [19]

A szerzők konklúziója: 50 évnyi alkalmazás után sincs olyan kutatás, ami bizonyítaná a „minimálisan irányított" tanítás eredményességét. És nemcsak kevéssé eredményes, hanem bizonyítottnak látszik az, hogy több a negatív hatás, az alkalmazott téveszme és hiányos, rendszertelen a tudás.

Ezeket a vádakat nem hagyhatták szó nélkül a módszerek eredményes alkalmazói, s egy válaszcikket írtak a kritikára. [20] Pontról pontra igyekeztek megcáfolni a kritikus állításokat. Kezdve a legalapvetőbb téveszmével: az emlegetett módszerek egyáltalán nem minimálisan irányítottak! A tanárnak igenis fontos szerepe van, amely eltér a megszokottól, de jelentős és a feladattól, a céloktól függően változatos. Már ezért is, alapjaiban rossz az ellenző érvelés.

Tisztázzák továbbá a kritikus cikkben összekevert módszerek jellemzőit és alkalmazási lehetőségeit. Leszögezik, hogy nagyfokú komplexitás jellemző a módszerekre, így segítik a feladatok az érzékelés fejlődését, a sikeres egyéni kutatáson keresztül történő problémamegoldást, bátorítják a diákokat az érvelésben, az egyéni gondolatalkotásban, azaz a természettudományos megismerésben.

2.1.4. Jótanácsok

Mi a siker titka? Az értő módon való alkalmazás! Sokan elkövetik azt a hibát, hogy nem építkeznek, hanem alapok nélkül elkezdenek az IBST-vel dolgozni. Pedig először a tanár kell, hogy felkészüljön, megismerkedjen a szakirodalommal, egyéb fórumokkal, s utána türelmesen, apró lépésenként bevezetheti a módszer elemeit. Ez időigényes (tanulási) folyamat! Nem lehet egyik pillanatról a másikra váltani, hosszadalmas, nagy munkákban, kísérletsorozatokban és projektekben gondolkodni. Ráadásul teljes váltásra nincs is szükség. Sokkal gyümölcsözőbb lehetne egy komplementer viszonyt kialakítani a hagyományos oktatás és az újabb szemlélet között. Ebben is, mint annyi minden másban, az arany középút megtalálására, a helyes arányok alkalmazására érdemes törekedni.

Lassan, módszeresen, néha trükkösen kell felkelteni a gyerekek kíváncsiságát, érdeklődését a természettudományos problémák, megválaszolásra váró kérdések iránt. Idővel megtanulható a folyamat irányítása, melyben a tanulók eljutnak egy probléma megfogalmazásáig, s onnan egyéni tervezés és kivitelezés során a feltett kérdés

megválaszolásáig. Közben sokféle megoldási, bizonyítási lehetőséget megismernek, fejlődik a nyelvi kifejezőkészségük is, hiszen folyamatos a kommunikáció, a fejlemények, eredmények megvitatása. A konklúzió, a következtetések levonása csak sok fontos természettudományos ismeret elsajátítása után lehetséges. A munka során a diákok felfedezhetik a kapcsolatot az élet más területeivel, például a politikával és a technikával, de akár az erkölcsi-etikai vonatkozások is szóba kerülhetnek.

2.2. Külföldi példák

Nemcsak Magyarországon, hanem Európa-szerte súlyos gondok vannak a természettudományok oktatása terén. A probléma ismert, s megoldására, az oktatás korszerűsítésére, a szemlélet módosítására irányuló törekvésekre számos példát látunk. Országonkénti (nemzeti vonatkozású) újítások is ismertek, de nemzetközi összefogás is jellemző. Érdemes ezekkel megismerkedni, mert bár minden országban más-más körülmények és feltételrendszer van, s ezért az igények, lehetőségek is különböznek, de mások tapasztalatai között számunkra is akadhat néhány megfontolandó, követendő, netán elkerülendő példa.

2.2.1. MST, „*Maths, Sciences and Technology*”

Az MST, azaz „Matematika, Természettudományok, Technológia” csoporthoz 13 ország csatlakozott. Fő céljuk a pedagógiai módszerek korszerűsítése, a tanárok szakértelmének növelése, kapcsolatépítés az iskolák, felsőoktatási intézmények és az ipar között, a különleges szükségletek felmérése és a nők helyzetének javítása a matematikai és természettudományos tanulmányok és pályaválasztás terén. Ennek jegyében Franciaországban a természettudományok oktatásának megújítása zajlik, beépítve a felfedező, kísérletező, és kutatási módszerek alkalmazásán alapuló tanulás szemléletét. [21] A megfogalmazott kulcselemek az IBST szellemét idézik. A diáktól nagyfokú aktivitást kíván, a tanár pedig egy új szerepben, kicsit a háttérből irányít. Fontos a kritikus gondolkodás, az érvelés, a demokratikus vita megtanulása. Ehhez szükséges az anyanyelv kiváló ismerete, hogy szóban, írásban egyaránt születhessen produkció. A cél a különféle kulcskompetenciák fejlesztése, illetve a természettudományok és a társadalom számára fontos találmányok, a technológiák megismerése, a köztük lévő kapcsolat felderítése. A megvalósulás érdekében szoros az együttműködés a francia oktatási minisztériummal,

rengeteg lehetőség van a tanártovábbképzésre és minden irányban hálózat-, kapcsolatépítés történik az összefogás erősítése érdekében.

2.2.2. Portugália

Portugáliában is a felfedező természettudományos tanításra helyezik a hangsúlyt, főleg a programban résztvevő általános iskolákban. A cél elérése érdekében 2006 óta nagyszabású, összefogott felkészítő programokat tartanak a tanároknak. A természettudományos érdeklődés és a kutatókedv növeléséért a Portói Egyetem Molekuláris Patológia és Immunológiai Intézete is csatlakozott a programokhoz: nyílt laborokat tartanak, rákmegelőzéssel kapcsolatos kutatásokban lehet részt venni és rendelkeznek egy speciális mobil laborral, s ezzel az autóval járják az iskolákat. [22]

2.2.3. SINUS és SINUS Transfer

Németországban a SINUS (*„Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts”*) és későbbi, továbbfejlesztett változata a SINUS Transfer program működik évek óta. [23] [24] A változás igényét nagyban erősítette a természettudományos PISA felmérés eredménye. Kiderült, hogy a természettudományos gondolkodásban, az indoklásban, érvelésben és a matematikai teljesítményben a nemzetközi mezőnyben hátra szorulnak a német tanulók. A program erős tanári összefogást, együttműködést hirdet. 11 modulba tömöríti a megvalósítandó elemeket és a tanárok tapasztalatcseréjére és értékelésére épít. [25] Az oktatás minőségének javítása folyamatosan zajlik, a program egyik meghatározó személye, Matthias Stadler [26] pedig már elért eredményekről is beszámolt egy, a Mind the Gap projekt (ld. 2.2.4.2. fejezet) keretében szervezett szakmai találkozón 2009 októberében. [27] Önmagában is komoly eredmény, ha általánosan elfogadottá válik a változás szükségessége. Ez Németországban megtörtént: körülbelül 1800 iskola és több tízezer tanár együttműködik velük.

2.2.4. Norvégia

2.2.4.1. A Nysgjerrigper projekt

Norvégia az IBST egyik fellegvára, náluk zajlik a Nysgjerrigper projekt [28] [29], ami IBST módszerű oktatással igyekszik ösztönözni a gyerekeket, s felkelteni

érdeklődésüket a természettudományok és a technika iránt. A tanárok összefogása, a módszer sikeres alkalmazásába való bevezetés, a továbbképzés náluk is színvonalasan megvalósul. Izgalmas témajavaslatokból lehet válogatni a kidolgozáshoz, a kutatáshoz, s olyan kérdések is előkerülnek, amelyekről nem is gondolnánk, hogy természettudományos vizsgálati módszerekkel iskolai körülmények között is elképzelhető a válaszadás. Például lehet foglalkozni azzal a kérdéssel, hogy miért lesz különböző mintájú a palacsinta 2 oldala, avagy miért kékek az ereink, ha egyszer a bennük folyó vér vörös színű.
Az ilyen típusú projektek 6 lépésből állnak és legalább 2-3 hetes munkát igényelnek:

1. A gyerekek észlelnek valamilyen folyamatot, ami természetesnek, törvényszerűnek tűnik, hogy mindig ugyanúgy történik, majd elgondolkodnak, hogy vajon miért pont úgy zajlanak ezek az események.
2. Terveket készítenek kis csoportonként, adatokat gyűjtenek, a csoportok tanácskoznak, megvitatják a fejleményeket.
3. Elköteleződnek egy problémamegoldási stratégia mellett, majd felállítanak egy hipotézist.
4. Elosztják egymás között a feladatokat és keresik a kérdésekre a válaszokat.
5. Tudományos módszerekkel ellenőrzik és igazolják a feltevéseket.
6. Végül rögzítik a munkamenetet és az eredményeket.

Ezzel próbálják elősegíteni a természettudományos megismerés fejlődését és a kulcskompetenciákban való javulást. Hiszen egy probléma felismerése és a megfelelő kérdés megfogalmazása a kiindulópontja minden vizsgálódásnak, így ez fontos az ilyen jellegű felfedező tanulásban is. A válaszkeresés és a párbeszédek, a tervezés és a kivitelezés, az adatgyűjtés és a végső következtetések mind ezt szolgálják. A diákok megtanulnak együtt dolgozni, csoportmunkával problémát megoldani. Szélesedik az adatgyűjtési módszerek köre, s összességében változik a természettudományokhoz való hozzáállás, a szemlélet, bővül az érdeklődési kör.

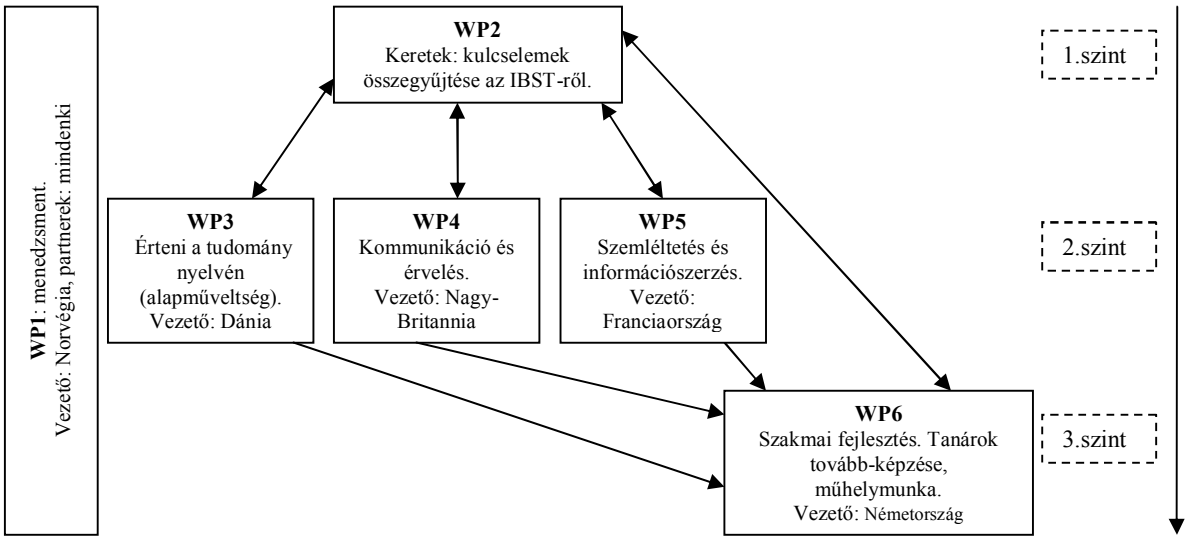
2.2.4.2. Mind the Gap

A norvég University of Oslo a Mind the Gap program [30] koordinátora. Az egyes programok vezetői Dániából, Franciaországból, Németországból és Nagy-Britanniából kerülnek ki. A résztvevők közé tartozik még Spanyolország és Magyarország – a Kutató Tanárok Országos Szövetsége (KUTOSZ) révén. A program lényege a résztvevők közötti együttműködés, a tapasztalatok cseréje és a jó gyakorlatok megosztása. Az elnevezés

(„Figyelj a szakadékra!”) igen frappáns és éppen tömörségében sokatmondó. A „Mind the gap.” London szlogene a ’60-as évek vége óta, amikor a metrót üzemeltető közlekedési társaság munkatársai ebben a rövid mondatban kívánták összesűríteni azt, hogy az utasok figyelmét felhívják a veszélyre: a megállóban a szerelvény és a peron között rés („gap”) van, figyelmesen, óvatosan („mind”) szálljanak be. A rövidség a kor technikai fejlettsége szerinti költségkímélő praktika volt, hogy minél kevesebbe kerüljön rögzíteni a szöveget.

S bizony található párhuzam a projekt céljait vizsgálva: rövid, lényegretörő, nemes célt szolgál, ráadásul az oktatás javítására való törekvések során sokszor nemcsak rések, hanem „szakadékok” állják utunkat.

Ezek áthidalása érdekében született az összefogás, s a közös program részlépéseit az úgynevezett „munkacsomagok” adják (WP = work package): ezek kapcsolatát mutatja a 2. ábra. [31]



***2. ábra**: A munkacsomagok tartalma és kapcsolata*

WP1

A munkacsomag célja: Norvégia koordinálásával a résztvevők közötti együttműködést segítő kapcsolatháló kialakítása.

WP2

A résztvevők saját oktatáspolitikai rendszerének elemzése, összehasonlítása történik, valamint a már működő (francia, német, norvég) IBST tantervek gyakorlatainak megismerése, összegyűjtése a feladat. Fontos kérdésekre így keresendő a válasz. Például:

- Hogyan jelenik meg az IBST a nemzeti oktatáspolitikai stratégiában?
- Mennyire illik bele az IBST a tantervekbe?
- Hogyan értelmezhető a tanár, diák, a tanterv és értékelés szerepe az IBST tükrében?
- Mik az IBST előnyei és hátrányai?
- Hogyan alkalmazható az IBST a különféle nemzeti tantervek, oktatáspolitikák kulturális eltéréseinek a tükrében?

WP3

„Érteni a tudomány nyelvén" szélesebb értelemben annyit tesz, hogy az állampolgárok birtokában vannak egy megfelelően mély természettudományos alapműveltségnek, megteremtve az igényt az élethosszig tartó tanulásra.

Főleg brit, dán és magyar vonatkozásban vizsgálják a természettudományos műveltség mibenlétét, a tantervekben való megjelenését és a gyakorlati életre való vonatkozását. Ebben a munkacsomagban hangsúlyozottan kap szerepet a tanárok, kutatók (kutató tanárok), a tanárképzés résztvevői és egyes döntéshozók egymással történő egyeztetése, folyamatos párbeszéde. Általuk valósulhat meg az általános tájékoztatás akár a médián keresztül is.

WP4

A természettudományos gondolkodás elsajátításához, az ismeretszerzéshez elengedhetetlen a jól működő kommunikáció, melynek része lehet alkalmanként egy-egy vita, de hozzá tartozik a konstruktív érvelés, bizonyítás képessége.

A munkacsomagban brit példák bemutatása történik, majd pedig kiválasztott egységek, mint oktatócsomagok több országban való kipróbálása zajlik. A csomag komplett: óraterveket, képanyagot, internetes és egyéb segédanyagokat is tartalmaz.

WP5

A már létező norvég (Viten) [32] és francia (PEGASE = *„Professeurs et leurs Elèves un Guide pour l'Apprentissage des Sciences et leur Enseignement"* [33]) webes felületű kidolgozott tantervek lefordítása és adaptálása, valamint hasonló rendszerek készítéséhez szolgáló irányelvek megadása a célkitűzés.

WP6

A cél a rendszerezés, elemzés, összevetés az összegyűjtött és feldolgozott adatok, tapasztalatok alapján, valamint ezek beépítése a tanárképzésbe és -továbbképzésbe. A meglévő, alkalmazott módszereken túl a német SINUS tanárképzési program norvég és magyar kipróbálását is tervezik.

2.3. Az IBST Magyarországon

2.3.1. A Kutató Tanárok Országos Szövetségének részvétele a Mind the Gap projektben

Sajnos Magyarországot is nagymértékben sújtja a természettudományos képzés tragikus helyzete. Gond van a természettudományos alapműveltség mértékével (vagy egyáltalán a meglétével), a felsőoktatásba bekerülő diákok tudásával, és általában a természettudományok iránti érdeklődéssel, azok megítélésével. A természettudomány-központú 2006. évi PISA felmérés eredményeit is figyelembe véve úgy tűnik, hogy az egyre csökkenő számú közoktatási természettudományos órákon elhangzó (s az ehhez képest bőséges ismereteket előíró tanterv miatt túlméretezett) tényanyag nem ér célba. Vagy legalábbis nem megfelelően, hiszen a diákok nagy része, kikerülve a középiskolából elfelejti minden kémiai tanulmányát, még csak a jártasság, a gyakorlati alkalmazás szintjén sem marad belőle semmi. Ennek javítása érdekében a Kutató Tanárok Országos Szövetsége részt vesz a Mind the Gap projektben. Céljuk, hogy összegyűjtsék a többi program jól bevált feladatait; s elemzés, kiértékelés, esetleges átalakítás után a magyar középiskolai természettudományos (főként biológia, fizika, kémia) tanórák színesítésére alkalmazzák azokat. Tehát az IBST módszerét segítségül hívva jó gyakorlatokkal, érdekes, motiváló tevékenységekkel tegyék hatékonyabbá a természettudományos oktatást, ezzel áthidalva a bizonyos, már említett „szakadékokat", amelyek miatt a Mind the Gap létrejött.

Ezért a KUTOSZ tevékenyen részt vett és részt vesz a Mind the Gap munkacsomagjaiban kitűzött célok megvalósításában, ezek közül is főként a 2-es, 3-as és 6-os számúakban. A tervezés szakaszában (WP2) a magyar oktatási rendszer struktúrájáról kellett leírást készíteni kiemelve olyan pontokat, amelyek kizárólag a természettudományokat érintik, azokat a tényezőket és kritériumokat, amelyek az óraszámokat megszabják, belefoglalva azt, hogy az IBST 4 alapvető aspektusa (problémamegoldás, kísérleti, gyakorlati foglalkozások, aktív tanulói részvétel, érvelés, kommunikáció) hol, hogyan, milyen mértékben jelenik meg. Elemezni kellett a Nemzeti

alaptantervet és egy szabadon választott, tanárképzés szempontjából releváns dokumentumot olyan szempontok szerint, hogy mennyire jelenik meg bennük az IBST módszere, ha megjelenik, az hogyan, milyen „álnéven”, milyen súllyal. Mit tekint tudásnak, tanulásnak, milyen a tanár szerepe.

A 3. munkacsomagban a jó gyakorlatok összegyűjtése érdekében iskolalátogatások, filmfelvétel történt, valamint számos fontos interjú készült az oktatás ügyében érdekeltekkel. A magyar feladatok elvégzése után a Mind the Gap projekt WP3-ban különösképp résztvevő nemzeteinek képviselői (britek, dánok, magyarok) kerekasztal-beszélgetések során ismerkedtek meg egymás tanulmányaival. Ezekből összehasonlítás, kiértékelés készült, a videófelvételek pedig közös weboldalon, tematikus csoportosításban egyre nagyobb számban elérhetők lesznek. [34]

A 6. munkacsomagban foglaltak megvalósításában kiemelt szerepet kapott Magyarország, hiszen a német SINUS program hazai kipróbálása, tapasztalatszerzés a cél. Emellett folytatni kell a megkezdett projekteket, a feladatok gyűjtését, a meglévők integrációját. Foglalkozni kell a hálózatépítéssel és a tanártovábbképzéssel. A WP6 részeként a Mind the Gap magyar résztvevői 2009 októberére budapesti helyszínnel szervezték meg az esedékes konferenciát (*Implementing Inquiry Based Science Teaching Through Teacher Networks*), ahol a tagországok jelen lévő képviselői beszámoltak a fejleményekről, a tavaszi (2009. május 21-22-i) lyoni konferencia [35] óta alkotott újdonságokról. A közös munkának nincs vége, a SINUS program kipróbálásához iskolák bevonására és további előkészületekre van szükség.

A program résztvevő kutató tanárai rendkívül lelkesek és elhivatottak, de elmondásuk szerint Magyarországon még erősítésre szorul a tanári bázis, építeni kell a hálózatot. Messze vagyunk még a német példától, a nagy összefogástól, elfogadástól. Sajnos a gyakorló tanárok jelentős részéhez el sem jutnak ezek az információk, nem is hallottak még az IBST-ről, a Mind the Gap projektről.

Talán bízhatunk abban, hogy ahogy egyre többen felismerik a tagadhatatlan problémákat a természettudományos oktatás terén, úgy lesznek nyitottabbak, bátrabbak, és próbálnak újdonságokkal hatni a diákjaikra.

2.3.2. Az Oktatáskutató és Fejlesztő Intézet TÁMOP projektje

A TÁMOP (Társadalmi Megújulás Operatív Program) 2007 és 2013 között egy átfogó, az egész ország lakosságát érintő törekvés. A pályázatok során megszerezhető, különféle fejlesztésekre fordítható összeg 85%-át az Európai Unió juttatja. Fő és általános cél a foglalkoztatottság bővítése szerte az országban, amelyhez specifikus célok megvalósulásán keresztül vezet az út. Ezek közé tartozik a „Minőségi oktatás és hozzáférés biztosítása mindenkinek" programpont, mely az ide jutó 22%-os forrásbeli részesedést tekintve kiemelkedő tengely a projektben. Az összefoglaló cím főként a hátrányos helyzetű diákok segítését és a területi vagy etnikai eredetű szegregáció felszámolásának törekvéseit rejti, de az oktatás helyzetét tekintve fontos, hogy megjelenik a kompetencia alapú tanulás támogatásának lehetősége. [36] És ez számunkra a nagy előrelépés, ugyanis így kaphat helyet számos kedvező, a természettudományok eredményesebb oktatását, pozitívabb megítélését szolgáló fejlesztés. Hiszen *„a tudomány és eredményeinek ismertsége, elismertsége alapvető fontosságú mind gazdasági, mind társadalmi szempontból. A tudomány szerepének társadalmi elfogadottsága nélkülözhetetlen a tudomány saját fejlődése és a tudományos célú ráfordítások támogatottsága érdekében."* Ezért *„a konstrukció célja a színvonalas tudományos utánpótlás-nevelés érdekében a szakkollégiumok, a tudományos önszerveződő kezdeményezések, valamint az eredményes doktori iskolák fejlődésének elősegítése."* [37] Lényeges (a Program leírásában is szereplő) kritérium, hogy mindehhez először a szükséges pedagógiai feltételeket kell biztosítani. Ehhez a pedagógusképzés reformjára, pedagógus továbbképzésekre van szükség. [38] A kulcskompetenciák fejlesztésén túl meg kell teremteni a diákokban az alapvető igényt az élethosszig tartó tanulásra, a kultúra minden elemének befogadására: *„A konstrukció közvetlen célja az intézmények alkalmassá tétele az „új" tanulási formák alkalmazására a gyermek és ifjúsági korosztály, valamint a hátrányos helyzetű csoportok számára, eredménye pedig ezen tanulási formák elterjesztése, a látogatottság növelése, a formális oktatás hatékonyságának növelése."* És mindinkább segíteni kell a tehetségek kibontakozását, egy aktív, természettudományos szemlélettel átszőtt állampolgári lét megvalósulását. [39]

Nemrégiben több TÁMOP pályázatot is kiírtak ennek szellemében. A TÁMOP 3.1.3-10/1-es és 10/2-es konstrukciók [40] kimondottan *„a természettudományos oktatás módszertanának és eszközrendszerének közoktatásbeli megújítása"* érdekében jöttek létre. Alapvető célként jelölték meg az új szemléletű oktatási módszerek, és az ehhez szükséges

eszközök elérésének biztosítását, teret engedve ezáltal az IBST magyarországi megjelenésének, kibontakozásának egyaránt. A pályázati pénzek elnyerésével ugyanis alkalom nyílik több korszerű laboratórium kialakítására, amely eszközeivel elősegíti az IBST-ben kiemelkedő jelentőségű kísérletező munkát (elegendő számú eszköz esetében pedig a még hatékonyabb csoportmunkát). Támogatják az intézmények közötti kommunikáció kiépítését, ezáltal lehetővé téve a bevált gyakorlatok szélesebb körű megismerését, kipróbálását. Másik nagyon fontos törekvés *„a korszerű laboratóriumi munkát megvalósítani képes és a tanulók széles körét a kísérletezésbe bevonó, speciális szaktudást garantáló képzések lebonyolítása, a működtetéshez szükséges szakemberek alkalmazása”* volna.

Mindezek megvalósulása minden bizonnyal sokat javítana a diákok természettudományos tárgyakhoz való hozzáállásán, hiszen a kísérletezést rengetegen fogadják érdeklődéssel, s ezek az időszerű változások elengedhetetlenek a hosszú távú célkitűzés megvalósulásához, magas szintű, gyakorlati életben tudatosan és jól alkalmazott természettudományos alapműveltség megszerzéséhez.

Ám sajnos mégsem lehet felhőtlen a projekt felett érzett öröm, ugyanis a támogatott célok bár kifogástalanok, a megvalósítás a pályázat követelményei alapján jobbára lehetetlen, főleg egy középiskola számára. Több észrevétel után talán a későbbiekben módosítják a kiírást úgy, hogy kedvezőbb, teljesíthetőbb, reálisabb feladatokat szabnak meg a pályázóknak.

2.3.3. Érettségi

A Magyarországon jelenleg érvényben lévő kétszintű érettségi rendszerben a kémiából érettségiző diákoknak kémiai kísérletek terén szerzett tudásukról is számot kell adniuk. Az emelt szintű szóbeli vizsga „B” részében 70 kísérlet szerepel, melyek egy részét csak elemezni, értelmezni, másik részét pedig ezen felül bemutatni is tudni kell a vizsgán. [41] A tételsort szemügyre véve általánosságban az olyan kísérletek jellemzők, amelyek során valamilyen vegyület vagy esetleg elem azonosítása a cél. Többnyire olyan formában, hogy adott több anyag (név szerint) is és többféle reagens, s a kémiai tanulmányok alapján bizton megállapítható már elméletben, hogy melyik anyag melyik reagenssel hogyan reagál. A gondolatok igazolására, bizonyításképpen kell elvégezni (igaz, szabályosan) a kísérletet. Másik gyakori lehetőség, hogy adott anyagokat útmutató alapján

reagáltatni kell egymással, s a látottakat, a tapasztalatokat (az elméleti tudás alapján) értelmezni.

Ezek a gyakorlatok voltaképp semmiben sem felelnek meg az IBST alapelveinek, mert egyik sem igényel kreativitást, problémamegoldó gondolkodást, hiszen a feladat egyértelmű, sokszor receptszerű. Egyetlenegy, a 12. számú tétel kíván olyan feladatmegoldást a vizsgázó tanulótól, amely igazán megfelel az IBST kritériumoknak. A feladat a következő:

„A tálcán lévő üvegben kb. 100 cm^3, fenolftaleinnel megszínezett, 0,1 mol/dm^3 koncentrációjú nátrium-hidroxid-oldat van. Egy másik üvegben sósavat vagy kénsavoldatot kapott, amelyről annyit tudunk, hogy koncentrációja vagy 1 mol/dm^3, vagy 0,1 mol/dm^3, vagy 0,01 mol/dm^3. A tálcán lévő eszközök segítségével minél egyszerűbben döntse el, hogy mi a kiadott sósav vagy kénsavoldat koncentrációja! Értelmezze megoldásának menetét!

Szükséges eszközök és anyagok:

- műanyag tálca
- fenolftaleinnel színezett 0,1 mol/dm^3-es NaOH-oldat
- ismeretlen koncentrációjú sósav vagy kénsavoldat
- 2 darab üres főzőpohár
- 2 darab 10 cm^3-es mérőhenger
- desztillált víz
- védőszemüveg
- gumikesztyű
- hulladékgyűjtő”

Tehát adott egy probléma, amelyet csakis kreatív gondolkodással lehet tökéletesen megoldani. Ugyanis a feladat szövegezésében ott a kitétel: „minél egyszerűbben”. Jó megoldás többféle létezik, de legegyszerűbb csak egy van. És épp ez benne a kihívás! Sőt, sajnos a mai középiskolásoknak nagy fejtörést és értetlenkedést okozó kihívás ez. Egyéni tapasztalatom volt ez, amikor egy jó nevű középiskola jó képességű tizenkettedik osztályos (végzős) tanulóival a kémia fakultáción az érettségi kísérletek feldolgozása során ehhez a feladathoz érkeztünk. A tanulók döntő többségének igen nagy gondot okozott ez a fajta

kérdésfeltevés, a megszokottól eltérő megközelítés. A kiindulást mindannyian megértették, sőt, legtöbben a reakció lényegét és kémiai hátterét is (a fenolftaleines NaOH-oldat rózsaszín, savval reagáltatva a pH változása miatt elszíntelenedik; illetve számít, hogy milyen a sav töménysége és az, hogy hány értékű a sav). De sokan csak annyiban tudtak megoldást produkálni, hogy kiszámolgatták, hogy melyik lehetséges esetben mennyi savat kell a NaOH-oldathoz adagolni, hogy az elszíntelenedjen (tehát legalábbis és legegyszerűbb esetben semlegessé váljon).

Ám a feladat nehézsége: mindössze 2 üres főzőpohár áll rendelkezésre, tehát nem működik az az általános javaslat, amit a diákok szorgalmaznak, hogy ki kell próbálni minden lehetséges verziót, s akkor kiderül, hogy mi az ismeretlen és milyen töménységű. Ehhez nem elég 2 pohár, mosogatni pedig nem lehet a vizsga közben. Azonban nem is ez a feladat. Hanem a jó problémamegoldó képesség, a tervezés, a logikus gondolkodás kompetenciáit igénylő megoldásra van szükség. Arra, hogy megszülessen az a kreatív ötlet, hogy apránként kell adagolni az ismeretlen savat: mindig annyit, hogy a következő lehetséges koncentrációt figyelembe véve egészítjük ki a lúgoldathoz addig hozzáadott savmennyiséget.

Ámde ekkor adódik a következő végiggondolandó probléma, az IBST-ben kiemelt jelentőségű (kísérlet)tervezés részeként: mennyi NaOH-oldatból célszerű kiindulni? Ehhez figyelembe kell venni, hogy mekkora a rendelkezésre álló főzőpohár űrtartalma; mekkora a mérőhenger; mennyi ismeretlen van kikészítve. Mérlegelni kell, majd döntést hozni arról, hogy melyik a legegyszerűbb, leggyorsabb, a leginkább vegyszertakarékos megoldás. (Ez utóbbi is igen fontos szempont a környezettudatosságra való nevelés szempontjából.) Sőt, igazán megfontolandó, hogy milyen eszközzel kell a tulajdonképpeni mérést végrehajtani. Mérőhengerrel. Tehát be kell látni a tanulónak (még mindig a tervezés fázisában!), hogy van egy minimális szint, aminél kevesebb anyaggal nem dolgozhatnak, mert képtelenség mérőhengerrel olyan kis mennyiséget annyira pontosan kimérni, amennyire a feladat helyes elvégzése megkívánja. (Ez a mennyiség tapasztalatom szerint 0,5 cm^3.)

Mindezeket a szempontokat átgondolva adódik, hogy 10 cm^3 0,1 mol/dm^3 koncentrációjú fenolftaleines lúgoldatból indulva a megoldási folyamat első lépésében 0,5 cm^3 ismeretlen savat kell hozzáadni. Ha megtörtént a színváltozás, akkor tudjuk, hogy 1 mol/dm^3 koncentrációjú kénsavoldat az ismeretlen. Ha nem színtelenedett el, a következő lépcsőig további 0,5 cm^3 ismeretlent kell adagolni. Ha ekkor tűnik el a rózsaszín árnyalat, akkor 1 mol/dm^3 töménységű sósav a meghatározandó oldat. És így tovább. Erről az

elgondolásról természetesen megoldási tervezetet, folyamatábrát kell tudni rajzolni. Ennek megértése, ábrázolása szintén gondot okozott a diákoknak.

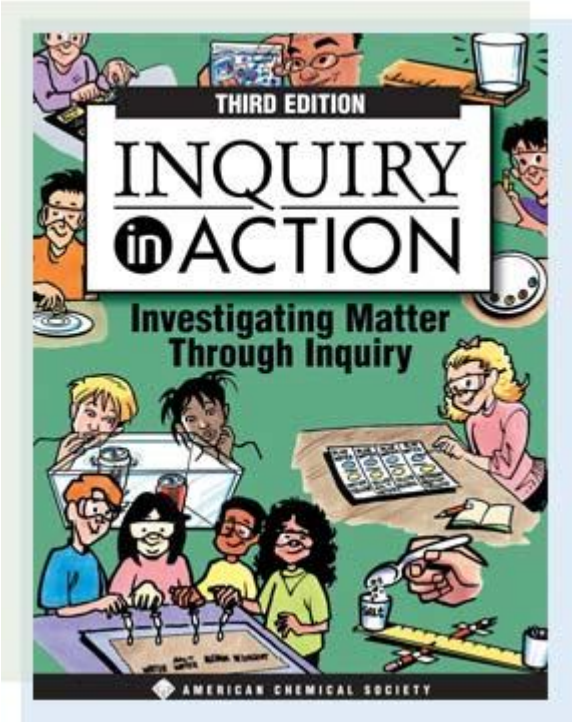
Továbbá felmerült részükről az először jogosnak tűnő kifogás: mérőhengerrel nem lehet pontosan mérni, rossz a feladat. Azaz hiányos ez a kompetencia, a feladat átlátása, a valódi lényeg megértése is körükben: nem látták be, hogy ebben a feladatban nem szükséges a pontos mérés, mert nincs jelentősége néhány csepp anyagnak. Nem a tökéletesen pontos semlegesítés a cél, hanem a színváltozás elérése.

Azaz 2010-ben az emelt szintű kémia érettségin szereplő kémiai kísérletek közül hetvenből csupán egyetlen tétel olyan, amelyben igény van az ilyen fajta logikus, kreatív gondolkodásra, a sav-bázis reakciók jellemzőinek elméleti ismerete mellett a mérlegelés képességére, s ez így látványos nehézséget, kudarcot okoz a tanulók többségének. Ennek nem volna szabad így lennie, ezért is volna hasznos több ilyen jellegű feladattal találkozniuk a természettudományos (főleg a kémia és fizika) tanórákon, hogy azután a szakirányba továbbtanuló diákok többsége számára legfontosabb megmérettetéskor, az érettségin, az efféle feladatok jövőbeni remélhetőleg nagyobb számú megjelenése ne okozzon nehézséget.

3. AZ IBST GYAKORLATI MEGVALÓSÍTÁSA AZ AMERIKAI EGYESÜLT ÁLLAMOKBAN - „*INQUIRY IN ACTION*”

3.1. A könyvről általánosságban

Az *Inquiry in Action – Investigating Matter Through Inquiry* című könyv harmadik kiadása is az Amerikai Kémiai Társaságnak (*American Chemical Society*) köszönhető. [42]



3. ábra: *A könyv borítója*

Ez az a könyv, ami az internet segítségével a világon bárhol, így Magyarországon is elérhető, beszerezhető, pótolva ezzel egy hatalmas hiányt. Hiszen itt, Magyarországon sem született még olyan mű, amelyből az IBST módszer iránt érdeklődők ötletet, gyakorlatokat meríthetnének, amelyből rengeteg tisztázatlan kérdésükre választ kaphatnak, amelyben komplett és változatos feladatsorok könnyítik a még gyakorlatlan tanár munkáját. Az érintett anyagrészeket tekintve főleg általános iskolában használható, de vannak fejezetek, amelyek a plusz olvasmányokkal kibővítve, esetleges részlépések kihagyása mellett középiskolás korban is alkalmazhatók. Külön pozitívum, s a felhasználók munkáját kényelmessé teszi az, hogy amellett, hogy a teljes könyv letölthető az internetről [43], egy webes felületről témánként is elérhető, s az oldalon további kiegészítések, animációk, videók találhatók. [44]

Az ismertetés az elméleti alapoktól indul, s szem előtt tartja azt a kritikát, hogy a kísérletezés (bár jó és szükséges a tanórákon) sokszor az elmélet, a tényanyag rovására történik. Ezért az IBST elveinek megfelelően a könyvben megtalálható, hogy a diákoknak milyen előzetes tudással kell rendelkezniük a feladatok elvégzéséhez. Ráadásul a tanároknak módszertani segítséget is nyújt ezek megtanításához. Aki még nem találkozott az IBST módszerrel, egy tömör, de átfogó ismertetőt talál róla, benne a legfontosabb alapelvekkel, elgondolásokkal. Utal a (már e dolgozatban is említett) „*The National Science Education Standards"*-re [45], amelyben az IBST módszer fontosságát, hasznosságát hangsúlyozzák, valamint ebből megismerhető az elméleti háttér alapvető fontosságú része.

Következőképpen foglalják össze benne az IBST sikeres alkalmazásához szükséges különböző szempontok szerinti feltételeket.

A képességeket illetően 5. osztály előtt elvárható:

- Kérdésfeltevés a környezetében lévő élőlényekről, tárgyakról, eseményekről.
- Egyszerű kutatás tervezése, elvégzése.
- Egyszerű eszközök (hőmérő, mérőhenger) használata.
- Az eredmények felhasználása a magyarázathoz.
- Beszélgetés a kutatásról és eredményeiről.

5-8. osztály korosztály esetében eképp bővül a kör:

- Megfelelő kérdésfeltevés egy észlelt jelenség kapcsán, amire azután természettudományos vizsgálat keretei között választ keres.
- Egyszerű kutatás megtervezése és kivitelezése.
- Különböző módon, eszközök segítségével történő adatgyűjtés, adatfeldolgozás.
- Feljegyzések készítése, magyarázatok, feltevések megfogalmazása, bizonyítékként modell készítése.
- Kritikus szemlélet, logikus gondolkodás, kapcsolat felfedezése az esemény és bizonyítékok között.
- Alternatív magyarázatok felismerése és értékelése.
- Szóbeli beszámoló a vizsgálatról, az eredményekről, magyarázatról.
- Matematikai háttér hozzáadása.

És bár a könyv főként az általános iskolai korosztálynak szánt feladatokat tartalmaz, érdemes minden esetben kiegészíteni a sort a gimnáziumi tanulókra vonatkozó kiegészítő

megállapításokkal is, hiszen számos feladat átalakítható úgy, hogy számukra is kihívás legyen az elvégzésük.

A 9-12. osztály esetében:

- Kérdésfeltevés és előzetes feltevések, amelyek irányítják a vizsgálatot.
- Természettudományos vizsgálat, kutatás megtervezése és kivitelezése.
- Különféle technika és a matematika alkalmazása a kutatás fejlesztésére.
- Tudományos magyarázatok megfogalmazása, ellenőrzése, modellkészítés a logikus bizonyításhoz.
- Alternatív magyarázatok észlelése és értékelése.
- Beszámoló az eredményekről, tudományos érvekkel alátámasztva az elmondottakat.

A megértés szintjén az 5. osztályosoknál elvárható, hogy legyenek tisztában a következőkkel:

- Egy természettudományos vizsgálat magába foglalja a kérdésfeltevést, a feltett kérdésekre való válaszadást és a válaszok összehasonlítását, értékelését.
- Különböző módszerekkel lehet dolgozni a feltett kérdéstől függően.
- Eszközhasználattal (pl. hőmérő, vonalzó) pontosabb eredmény születik, mintha csak észlelés történik.
- A tudósok is lépésről lépésre építik fel a magyarázatot a már ismert szabályok és az észlelések alapján.
- A tudósok nyilvánossá teszik eredményeiket, hogy később mások is elvégezhessék a kísérletet, vizsgálatot.
- A tudósok megismerik mások munkáját, s kérdéseket tesznek fel azzal kapcsolatban.

Az 5-8. osztályos korosztály ezeken túl értse, hogy:

- Különböző kérdés megválaszolása különböző módszert igényel.
- Természettudományos ismeretekkel rendelkezve megérthető a vizsgálat felépülése.
- A matematikai háttér minden esetben fontos.
- A tudósok egyre több és több adatot gyűjtenek a pontosság növelése érdekében, majd pedig megfelelő analízis után méréseket végeznek.

- A természettudományos állításokat, magyarázatokat bizonyítani kell, logikus érvekkel alátámasztani. Ehhez az ismert törvények, szabályok, modellek használatosak.
- Szükség van némi egészséges szkepticizmusra.
- A kutatás olykor új kérdésekhez vezet, ilyenkor másik módszert kell alkalmazni, vagy az eddig használtat továbbfejleszteni.

A 9-12. osztály szintje ezeken felül:

- A tudósok élő, élettelen rendszereket kutatnak.
- A kutatás sokféle magyarázathoz vezethet.
- Az adatokat megfelelően kell gyűjteni, esetleg szelektálni közülük.
- A matematika elengedhetetlen.
- Az eredményeknek, a magyarázatoknak olyanoknak kell lenniük, amelyek megfelelnek a természettudományos állítások követelményeinek: legyenek logikusak, az ismert törvényeknek megfelelők, a hagyományos és elismert természettudományos ismereteken nyugodva.
- Egy természettudományos kutatás (módszereiben, eredményeiben) kitűnik a többi közül, s arról a tudósok beszélgetnek, megvitathatják.

Az alsó és felső tagozatos gyermekek szemléletének különbözősége, a fejlődés iránya jól érzékelhető a 3. ábra táblázatából, amelyben azt foglalták össze, hogy melyik korban milyen fogalmi rendszerrel, rálátással kell lenni a tárgyakról, anyagokról, fizika-kémiai rendszerekről. [46]

<table>
<tr><th>Alsó tagozat
Tárgyak és anyagok tulajdonságai</th><th>5-8. osztály
Az anyag tulajdonságai és változásai</th></tr>
<tr><td rowspan="2">A tárgyaknak vannak észlelhető tulajdonságai: méret, tömeg, hőmérséklet, ezek mérhetők. A méréshez eszköz szükséges (vonalzó, mérleg, hőmérő).</td><td>Az anyagnak vannak karakterisztikus (fizikai) tulajdonságai, mint pl. a sűrűség, forráspont, oldhatóság, amelyek nem függenek az anyag mennyiségétől.</td></tr>
<tr><td>Az anyagok részt vehetnek kémiai reakciókban is (a fizikai reakciókon túl), amelyekben más anyagokkal reagálva új, más tulajdonságokkal rendelkező anyag keletkezik.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">A tárgyakat annak az anyagnak tulajdonságaival jellemezhetjük, amelyből készültek. Ez alapján csoportosíthatók is.</td><td>Egy keveréket gyakran szét lehet választani összetevőire egy vagy több fizikai jellemzője alapján.</td></tr>
<tr><td>Az anyagokat a reakciókészségük alapján is csoportosíthatjuk.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Az anyagok különböző halmazállapotban léteznek: szilárd, folyadék, gáz; hűtéssel vagy melegítéssel átalakíthatók.</td></tr>
<tr><td></td><td>Több mint 100 ismert elem van, amelyek sokféleképpen reagálva vegyületeket alkotnak. Ezek alkotják az élő és élettelen környezetet.</td></tr>
<tr><td></td><td>A kémiai reakcióban érvényesül a tömegmegmaradás törvénye.</td></tr>
</table>

4. ábra: *Az anyagi tulajdonságok megismerésének fokozatai*

Mindebből képet kaphatunk arról, hogy milyen korosztálytól milyen elvárásaink lehetnek a kísérlettervezés, vagy éppen az értelmezés, az eredmények megvitatása kapcsán. Bár a kémiaoktatás (általában) csak a 7. évfolyamtól esedékes, fontos, hogy tisztában legyünk az egész folyamattal, hogy hogyan építhető fel a természettudományos megismeréshez szükséges elméleti-gondolkodásmódbeli háttér. Hiszen főleg a felsőbb évfolyamokon nem minden követelmény evidencia, mindezek csak apránként, gyakorlással tehetők elvárássá.

A könyv különös érdekessége, hogy igazán aprólékos a tájékoztatás, a „használati útmutató". Olyannyira, hogy az néha már megmosolyogtató. (Például ilyenek lehetnek a következő utasítások: „Készíts fénymásolatot a papírról! Használhatsz színes papírt is, hogy nagyobb legyen a kontraszt. De bizonyosodj meg afelől, hogy elég világos, jól olvasható az írás! Vágd körbe a szaggatott vonalak mentén! stb.") Ám ezek között azért

többségében rengeteg praktika, kiváló ötletre lelhet az olvasó (például a kísérletezés végrehajtható kis mennyiségű anyaggal egy papírlapon, viszont ha egyszer laminálják ezeket a papírokat, akkor újrafelhasználhatóvá válik), s lépésről lépésre megadja az utasításokat, így elrontani nem is lehet, bárki bátran kipróbálhatja tanítványaival az IBST jellegű kísérletsorozatot, a mini kutatásokat, vizsgálatokat.

3.2. A könyvbeli gyakorlati feladatok szerkezete

A fő fejezetek a témánkénti úgynevezett „*activity*”-k, mely elnevezés már a magyar nyelvben is használatos a pontos, egyszavas fordítás lehetetlensége miatt, ám körülírással érdemes próbálkozni, és gyakorlati feladatként, tevékenységként emlegetni ezeket. Minden fejezet egységes felépítésű, azaz adott egy anyagrész, s azt körüljárva például az 5. fejezet a kémiai változásokról szól. Lépésről lépésre történik a bevezetés a témába. A kezdet: egy történet, ebbe van ágyazva a mini kutatás, vizsgálódás célja, a feladatok. Ezzel felmérhető a tanulók meglévő tudása, az adott témával kapcsolatos eddigi ismereteik. Felmerülhetnek kérdések, s ez motiváló lehet, főleg, hogy a továbbiakban lehetőség van a válaszok kísérleti felkutatására. Vannak kérdések, amelyeket ajánlott feltenni a diákoknak. Ezek segítik a kísérlet céljának megértését, a körülmények mérlegelését: milyen változók, paraméterek számítanak, melyek nem. Ez segíti a kísérlettervezést, a megfelelő jelenségek észlelését, a logikus magyarázatok, bizonyítékok megszületését és az eredmények megfelelő közlését.

„Question to investigate” címmel minden *activity* elején irányadó kérdés áll, ebből világossá válik a feladat.

A *„Procedure”* című részben különböző példák olvashatók a kivitelezést illetően. Mivel az IBST lényege, hogy a tanuló tervez, így ezektől eltérni is lehetséges, az itt található lehetőségek csak ötletek. (Ellenőrzést szolgálhatnak, vagy éppen egy kezdeti segítő ötlet meríthető innen, ha nem sikerül a tervezés.)

„Expected results”, avagy mit várunk a kísérlet elvégzésekor? Ez is iránymutató bekezdés a tanárnak, eltérések természetesen (az egyéni tervezésből kifolyólag) adódhatnak.

„Activity sheets” – Minden *activity*-hez tartozik egy feladatlap, amely a tanulót irányítja a kísérlet folyamán. A feladatot végző diák feljegyzi az észrevételeket, tapasztalatait, rajzol, következtet, magyarázatot keres a látottak és korábbi ismeretei alapján.

Az *„Assessment”* a munka végén az ellenőrzéskor szükséges. Ebben a feladatlapban tesztek és rövidebb-hosszabb kifejtős kérdések vannak az elvégzett mini kutatással kapcsolatban.

„Review and apply” címmel minden fejezet legvégén a mély megértés és a jelenség teljes átlátásának ellenőrzésére rövid olvasmány található, majd „Mi történik?” kérdések megválaszolása szükséges. Ezek már magasabb évfolyamok tudásszintjéhez igazított olvasmányok, sokszor részecskeszinten kell magyarázni a jelenségeket.

Ezen kívül minden fejezet tartalmazza:

- a biztonsági előírásokat, munkavédelmi tanácsokat,
- a kísérlethez szükséges anyagok, eszközök listáját,
- ha szükséges, az előzetes előkészületeket,
- a tanároknak segítségképpen az adott témához tartozó háttérismereteket, vagy mélyebb magyarázatokat,
- ha van, akkor további, a témához kapcsolódó interneten elérhető segédanyag elérési útját.

3.3. Az 5. fejezet – Kémiai változás, reakció

Kémiatanári szemmel a könyv legérdekesebb fejezete az 5., amelyben az addig sorra vett különféle fizikai változások után elérkezik a kémiai reakciók ideje. [47] Mint azt a bevezető rövid ismertetőből (*„Summary”*) megtudjuk, a fejezetben többféle változás, köztük kémiai reakciók megismerésére van lehetőség kísérletek útján. Úgymint gázképződés, hőmérséklet-változás, színváltozás, halmazállapot-változás. A diákok megtanulják, hogy egymáshoz hasonló kinézetű porokat hogyan lehet megkülönböztetni, azonosítani ismert folyadékok segítségével. Ezáltal a tanulók lényegében a minőségi analízis alapelvével ismerkednek meg, és azt alkalmazzák a vizsgálataik során. A feladatok főszereplője a sütőpor, a megismert reakciók alapján kiderítik a tanulók, hogy melyek a sütőpor aktív összetevői. A folytatásban a reakciók hőmérséklet-változásának nyomon követése történik különböző feltételek mellett. Egy másik kísérletben a káposztalé, mint természetes sav-bázis indikátor használata, a közömbösítés és a saverősség összehasonlítása a téma. Ez pedig a kvantitatív kémiai analízis alapelvét ismerteti meg a diákokkal. Végül a kémiai reakció alapján történő összehasonlítás, ill. a kémiai reakció során való új anyag keletkezésének általános elve tanulható meg.

Nagyon hasznos a fejezet elején a kulcsmondatok összegyűjtése. Ezek főként olyan megállapítások, amelyeknek az elméleti tanulmányokból már ismertnek kell lenniük, s a kísérletek elvégzésével ezekről gyakorlati bizonyosság szerezhető. Ilyen fontos mondatok, észrevételek, tapasztalatok például:

- A kémiai változás többféle lehet.
- Kísérheti gázképződés, hőmérséklet-változás, színváltozás, csapadékképződés.
- A kémiai reakció a reaktánsok mennyiségének változtatásával befolyásolható.
- Az endoterm és exoterm reakciók jellemzői.
- A sav-bázis indikátorok a színváltozással savi vagy bázisos jelleg meghatározására használhatók, illetve arra, hogy ellenőrizzük a közömbösítés sikerességét.
- Kémiai reakcióban az atomok közötti kötések felbomlanak, az atomok reakcióban vesznek részt, majd új kötések alakulnak ki, ezzel új anyagok keletkeznek.
- A reakcióban résztvevő atomok nem tűnnek el, csak átalakulnak.

A fejezet kísérletein keresztül az IBST módszerre építve a tanulók megtanulják

- megtervezni egy anyagokat összehasonlító kísérletsort;
- a karakterisztikus kémiai reakciókat azonosításra felhasználni;
- észlelni a gázképződést, hőmérséklet-változást, a csapadékképződést, mint a kémiai reakció velejáróit;
- rendeltetésszerűen, szakszerűen használni a hőmérőt és a mérőhengert;
- hogy a reaktánsok mennyiségével befolyásolni lehet a kémiai reakciókat;
- osztályozásra és összehasonlításra használni a sav-bázis indikátort;
- meghatározni, hogy keletkezett-e új anyag.

Ez mind-mind utal az IBST azon törekvésére, hogy az alkalmazás, a gyakorlati megvalósítás mennyire hangsúlyos. De fontos megjegyezni: mindezt csak az elmélet, a tényanyag elsajátítása után, és nem helyett, avagy közben. A fejezet legelején tájékozódhatunk a fő kérdések felől, azok sorrendjéről, a feladatrészek egymásra épüléséről:

- Hogyan használhatók az egyes anyagokra jellemző reakciók a hasonló anyagok egymástól való megkülönböztetéséhez?

- Hogyan azonosítható egy ismeretlen szilárd vegyület?
- Melyek a sütőpor aktív összetevői?
- Mi történik az ecet és szódabikarbóna reakciójakor a buborékoláson túl?
- Hogyan lehet befolyásolni a gázképződést az ecet-szódabikarbóna reakcióban?
- Növekedhet a hőmérséklet kémiai reakcióban?
- Hogyan dönthető el egy vegyületről, hogy savas, lúgos vagy semleges kémhatású?
- Hogyan lehet a káposztalé indikátor színét megváltoztatni?
- Hogyan lehet a savakat közömbösíteni?
- Mi történik a szappannal kemény vízben?

És végül egy ajánlást olvashatunk, ami a kísérletet elvégző tesztre vonatkozik: ezzel mérhető fel, hogy a diákok mennyire értették meg a lényeget, egyrészt az elméletet, másrészt pedig a gyakorlati megoldás menetét, az egyes lépések miértjét, jelentőségét. A teszt jellegével később bővebben megismerkedünk.

A könyv profizmusát támasztja alá az is, hogy ezek után a *„The National Science Education Standards”* [48] értelmében egy összefoglalóból megtudhatjuk, hogy korosztályonként mik a követelmények a szükséges kompetenciák és a történések megértését illetően. A tanári munka könnyebbé tétele érdekében világos, átlátható táblázatok segítik az eligazodást a kísérletek előkészítésekor (szükséges anyagok, eszközök).

A fejezet kiemelt része az elméleti összefoglaló. Nem pusztán felsorolás jellegű, hanem precízen kidolgozott, ábrákkal tarkított, logikus felépítésű: az általános tudnivalóktól indítva vezet el a fejezetenként előforduló megjegyzendő kémiai fogalmakig. Nem felejtkezik el olyan magasabb szintű, ám a témához kapcsolódó fogalmak tárgyalásáról sem, amelyek általános iskolásokkal való feldolgozáskor nem kerülnek elő, ám idősebb tanulóknál feltétlen szükségesek. Ilyen például a víz autoprotolízise vagy a sűrűn összekevert saverősség és koncentráció fogalmak tisztázása.

Az elméleti összefoglaló után még egy áttekintés következik a fejezet feladatairól: immár tömör magyarázattal, esetenként reakcióegyenletekkel, és legvégül még egy áttanulmányozandó bekezdés: a fizikai változás és a kémiai reakció különbözőségére hívja fel figyelmünket.

A 10 feladat logikus egymásra épülése a reakciótípusok átfogó, alapos megismerését teszi lehetővé, ám hagyományos esetben lehetetlen a közoktatásban ennyi időt a témára szánni. Az egyes feladatok viszont önmagukban is helytállók, így nyugodtan kiemelhetők a sorból, és a megfelelő tananyaghoz illeszthetők, a kísérletek elvégezhetők egy-egy kémiaórán. Az ötletes kísérletek közül az alábbiakban a kísérlet- és feladatsor 2. tagját mutatom be részleteiben. [49] A könyv összes feladatsora hasonló szisztéma szerint épül fel, az említett jellegzetességek általánosak. A választásom oka pusztán személyes: különösen tetszik a feladat jellege, a könyvben bemutatott kivitelezési lehetőség és az, hogy bár a könyvbéli koreográfiát követve is megoldható a feladat, de azon kreatívan változtatva alkalmas lehet idősebbek, a kémiában jártasabbak, gyakorlottabbak számára is.

A feladatsor és a szerkezete a következőképp néz ki.

A bevezetőből megtudjuk: ebben a gyakorlatban a tanulók megismerik annak technikáját, hogy miként lehet egy ismeretlen vegyületet a rá jellemző reakciók alapján azonosítani. A szerző tájékoztat az időigényről is, a feladat tanórába való illesztésénél ezt érdemes figyelembe venni. E fejezetnél úgy tekinti, mintha folyamatában végeznénk a gyakorlatokat, tehát az 5.1 fejezet ismereteivel már rendelkezni kell a továbblépéskor. Ezesetben segédinformáció számunkra, hogy az első blokkban a tanulók már foglalkoztak a most használt „fehér porokkal", nevezetesen a szódabikarbónával, a sütőporral, a borkővel, a kukoricakeményítővel és a mosóporral.

Pontokba szedve olvasható az összes szükséges kellék (*„Materials needed for each group"*), tehát az imént felsorolt szilárd anyagok, a reakcióban partner folyadékok: víz, ecet, jódoldat, vöröskáposztalé (indikátor); cseppentők, kanalak (a könyv szerint jégkrémespálcika használható), edények/tégelyek a vegyszereknek.

Az óvintézkedésekre, balesetmegelőzésre vonatkozó instrukciók, valamint jótanácsok is szerepelnek (*„Notes about the materials"*), melyek között akad, ami talán túlzásnak hat, de kultúra-, esetleg hagyományfüggő lehet azok szükségessége. Annál hasznosabb azonban az a tanács, hogy a vöröskáposztalevet mindig frissen készítsük, hogy megfelelően működjön indikátorként.

A kísérlet összekészítéséhez is pontos utasítások, konkrét mennyiségjavaslatok állnak rendelkezésre (*„Preparing materials"*).

A tanulócsoportoknak szánt munkalapok, feladatlapok összekészítéséhez is számos tanáccsal szolgál a szerző (*„Testing sheet"* és *„Activity sheet"* bekezdések), amelyek között bizony olvashatunk már-már megmosolyogtatóan evidens megállapításokat (lehet színes papírra is nyomtatni, de akkor meg kell nézni, elég világos-e a választott szín) és

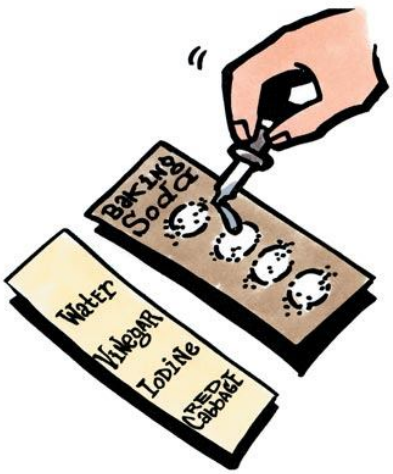
remek ötleteket egyaránt. Például le lehet laminálni a munkalapokat, s azon összekeverhetők az anyagok, a feladatmegoldás után pedig némi tisztítást követően többször újra felhasználhatók.

Az ellenőrzés sem maradhat el, az *„Assessment”*-ből megtudhatjuk, hogy a könyvben hol található a diákok munkáját, előrejutását felmérő tesztlap, valamint az egész 5. fejezet megismerése után feldolgozható olvasmányok. [50]

Az egyes fejezetek számunkra legérdemibb része, az ún. *„Questions to investigate”* a tanároknak részletes, precíz segédlet a feladatok elvégzésének koordinálásához. A tanácsok, segítségek közül előfordulhat, hogy nincs mindre szükség – ez attól függ, hogy mennyire gyakorlott az ilyen típusú feladatmegoldásokban, kísérletezésben az adott csoport, amivel dolgozunk. Mindenesetre a felépítés, a gondolatrendszer tanulságos.

1-2. pont: tulajdonképpen a feladat ismertetése és a haladás nyomvonala: megbeszélendő, illetve segítő, rávezető kérdések a kísérlet (először a szódabikarbóna tesztelésének) menetével kapcsolatban. Meglepő is akad közöttük, például kiemelik azt a kérdést, hogy „Szükséges-e, hogy minden anyagból ugyanakkora kupacnyi legyen kimérve?”. Ez felnőtt szemmel feleslegesnek, már-már értelmetlennek tűnik, de a diákok egészen rendkívüli tévképzetekre hajlamosak, tehát akár előkerülhet ez a kérdés is. Ha kezdő kísérletező, vagy fiatal diákokkal dolgozunk, akkor szükséges annak megbeszélése is, hogy hogyan fogják megfigyeléseiket, tapasztalataikat rögzíteni.

3. pont: a kísérlet leírása lépésről lépésre, pontos mennyiségekkel. Ezek tájékoztató jellegűek. A javaslat szerint először a szódabikarbónát kell a négyféle folyadékkal reagáltatni, s ezen a példán keresztül megérteni a kísérletsorozat lényegét.



5. ábra: *A szódabikarbóna reakciói [51]*

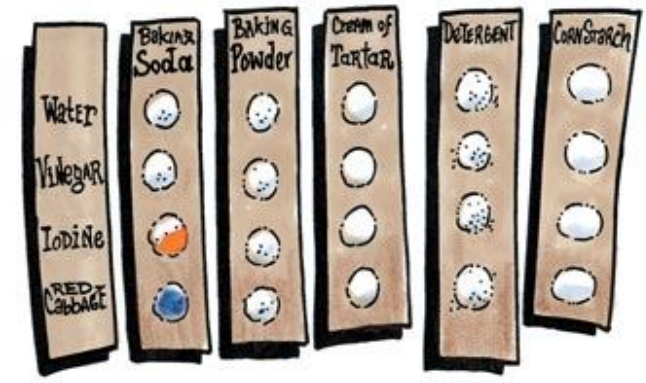
4. pont: az első megbeszélés, ha a könyvbeli sorrendet és részletességet követjük. Ekkor lehet közösen megbeszélni az első kísérlet tapasztalatait, annak rögzítési módjait.
A helyes megoldások (várt tapasztalatok) is adottak a tanár számára, egy olyan kész táblázatból tájékozódhat, amilyet később a tanulóknak kell kitölteni a feladatmegoldás során. A könyv javaslata az, hogy a táblázatos forma használatára is vezessük rá a tanulókat (találják ki ők maguk, hogy ez a forma a legpraktikusabb), tehát ne osszuk ki előre a kitöltendő segédtáblázatot. Ez kiváló ötlet, elősegíti a rendszerben való gondolkodás, a logikus problémamegoldás kialakulását, fejlődését.

5. pont: a kísérlet további menetének megbeszélése, immár a kitöltendő táblázat és a többi anyag bevonásával.

	Szóda-bikarbóna	**Sütőpor**	**Borkő**	**Mosópor**	**Kukorica-keményítő**	**ISMERETLEN**
Víz						
Ecet						
Jódoldat						
Vöröská-posztalé indikátor						

6. ábra: *Minta az üres táblázathoz [52]*

6. pont: a kísérletek elvégzése a többi szilárd anyaggal a munkalapon, megfigyelések, tapasztalatok rögzítése.



7. ábra: *A munkalap [53]*

7. pont: az ismeretlen anyag tesztelése a megismert módon, ezután azonosítás. Ennél a pontnál is különböző szintű bevezetésre lehet szükség: kezdő kísérletezőknél közös megbeszéléssel, rávezetéssel kell beláttatni a tanulókkal, hogy mi a módszer lényege. Érdemes feltenni a kérdést, hogy vajon azonosítható-e a tesztelt anyag, s ha igen, miért, hogyan.

A kísérletekben várt eredmények (Történik-e kémiai reakció?):

	Szódabikarbóna	**Sütőpor**	**Borkő**	**Mosópor**	**Kukorica-keményítő**
Víz	Nincs reakció	Pezsgés	Nincs reakció	Nincs reakció	Nincs reakció
Ecet	Heves pezsgés, de hamar alábbhagy	Heves pezsgés	Nincs reakció	Pezsgés	Nincs reakció
Jódoldat	Nincs színváltozás (sárgásbarna színű marad)	Sötétkék színűre változik.	Nincs színváltozás (sárgásbar-na színű marad)	Sárgás színű	Sötétkék színűre változik
Vöröská-posztalé indikátor	Kék színű	Lilásból kék színűre változik	Lilás rózsaszínű	Zöld színű	Kék színű

8. ábra: *A kíséret tapasztalatai táblázatos formában [54]*

8. pont: az ismeretlen anyaggal elvégzett kísérlet után a tapasztalatok közös megbeszélése, azonosítás, összefoglalás, tanulságok, következtetések megtárgyalása. Például: az azonosításra azért volt lehetőség, mert többféle szilárd anyag többféle folyadékkal való reakcióját vizsgáltuk. Mindegyik bekövetkezett kémiai reakció jellemző az adott anyagra. A többféle folyadékra azért volt szükség, mert egy féle reakció alapján nem lehetett volna biztosan azonosítani az ismeretlent.

Az 5.2 fejezet véleményem szerint számos lehetőséget kínál a megismert felépítésen túl is. Hiszen egy sokféleképpen variálható ötletegyüttesként is felfogható a feladatsor.

Ahogy korábban említettem, a könyv alapvetően az általános iskolás korosztály színvonalához mérten íródott. Viszont ezen némi fantáziával, átalakítással felül lehet emelkedni. Az alapötlet, mégpedig az ismeretlen vegyület azonosítása érdekes feladat lehet

tapasztaltabbak számára is. Szinttől függően elhagyhatók bizonyos alpontok, lehet folyamatosabb, kevesebbszer, vagy egyáltalán nem megszakított a munka. Ha tapasztaltabbak a diákok, már maguk is felrajzolhatják a táblázatot (ez is tipikus IBST feladat!), nem szükséges azt előre elkészíteni, kiosztani. Középiskolás tanulókkal, de akár fakultáción is kiegészíthető úgy a feladat, hogy a tapasztalt jelenségek okán, magyarázatán is el kell gondolkodni, megfejteni, hogy melyik reakció miért történt. Ahol lehet, természetesen reakcióegyenletet is írjunk!

További érdekességként beemelhető a következő fejezet, az 5.3 is a feladatok közé. [55] Ebben az a cél, hogy a diákok az 5.2-es fejezet reakcióit és néhány egyéb összehasonlító reakciót felhasználva meghatározzák, hogy mely anyagok a sütőpor úgynevezett „aktív összetevői".



9. ábra: *A sütőpor összetevőinek meghatározása [56]*

Ez a kérdés remek lehetőség arra, hogy a tanulók egyszerű módszerekkel felderítsék egy-egy hétköznapi jelenség hátterét, magyarázatát. Jelen esetben meg tudják magyarázni, hogy hogyan működik a sütőpor, hogyan „fújja fel" a süteményt. Ehhez némi kreativitással és munkával további érdekes kérdések gyárthatók, melyek megválaszolásához egyértelműen szükséges elméleti kémiatudás is. Azaz miután az összehasonlító reakciókból kiderült, hogy a sütőporban szódabikarbóna, valamilyen savhordozó (tehát egy gyenge sav sója, esetünkben borkő, a Magyarországon kapható, közkedvelt sütőporokban inkább nátrium-dihidrogén-foszfát), illetve keményítő található, feltehető a következő gondolkodtató, de ismét csak hétköznapi aktualitású, érdekes kérdés:

Eredményes lehet-e az a régi praktika, miszerint a sütőport célszerű némi ecettel elkeverni felhasználás előtt? Magyarázd meg válaszodat!

És a válasz: ***Semmiképp nem lehet eredményes, hiszen az ecet(sav) azonnal közvetlen reakcióba lép a $NaHCO_3$-tal, azaz a savhordozó elveszíti szerepét, idő előtt keletkezik a CO_2, így a sütőpor magát a valódi funkcióját veszíti el.***

4. AZ IBST MÓDSZEREK ELVE ÉS GYAKORLATA ALAPJÁN TERVEZETT KÉMIAÓRA

4.1. A feladatlapokról

Korántsem volt egyszerű feladat egy olyan IBST elemeket tartalmazó kémiaóra megtervezése, amelyben kellőképpen érvényre jutnak a szakirodalmak által támasztott követelmények. Ezeket megismerve:

- Nélkülözhetetlennek tartom a fokozatosság elvét. Mivel hazánkban az IBST módszerei újdonságként hatnak, körültekintőnek, megfontoltak kell lenni a bevezetéskor, a követelmények támasztásakor. Az óra megtervezésekor erre a szempontra különösen ügyeltem: egyaránt jelenjen meg az újszerűség és a megszokott, bevált, hagyományos jelleg, lehetőség szerint úgy, hogy a feladatot végzők számára minél több sikerélményt, minél kevesebb (akár a szokatlanságból fakadó) kudarcot hozhasson az ilyen feladatokkal való foglalkozás.
- Az IBST-ben különös hangsúlyt kap a tanulók által, önállóan tervezett természettudományos kutatás. Ez a kifejezés – a kutatás – persze már a végső célra utal. Kisebb feladatokkal: egyénileg tervezett és kivitelezett kísérletekkel azonban lassan e cél felé haladunk.
- Helyezzük a hangsúlyt arra, hogy a diákok megtanulják a helyes, többszempontú észlelést, megfigyelést, s tudják tapasztalataikat elemezni, kiértékelni!
- Fontos, hogy legyen a feladatok, főleg a kísérlet elvégzésének hátterében egy felderítendő kérdés, jelenség. A munka során természettudományos gondolkodás, a szakszerű problémamegoldás kompetenciája alakul ki, fejlődik.
- A jelenségkör, amivel foglalkozni kell, legyen akár hétköznapi, aktuális a diák számára, hogy felkeltsük az érdeklődését. Lényeges azonban, hogy szorosan kapcsolódjon a tananyaghoz. Bátran illesszünk be hagyományos kérdéseket ellenőrzésképp, az elméleti tananyag elsajátítása céljából.
- Kiemelendő a csoportmunka jelentősége. Az együtt végzett munkát is gyakorolni kell, egyrészt a társas együttműködés képességének és hatékonyságának fejlesztése végett, másrészt mert számos lehetőséget rejt magában a csoportban végzett munka. Megfelelő csoportszervezéssel egyben egyéni fejlesztést is elérhetünk, ha tudatosan helyezünk egy-egy csoportba bizonyos tanulókat. „Jó” csoportba kerülve

kibontakozhat bárki, olyan is, aki különben nehezebben tenné, s egy-egy efféle sikerélmény további pozitív élményeket, motivációt hozhat.

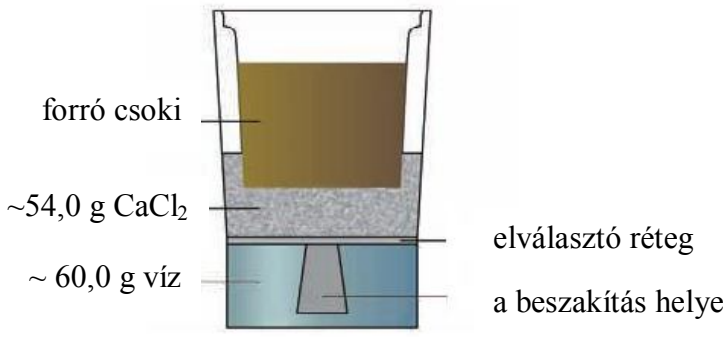
A feladatlap kidolgozásához az alapötletet az elbeszélés alapján megismert, túltelített nátrium-acetát-oldatot tartalmazó kézmelegítő párnácska adta. Ezután internetes keresés nyomán bukkantam a különböző elvek alapján működő, jobbára önmelegítő, esetenként önhűtő termékekre. Közöttük a feladatokban előforduló fajtákra. Mindezekhez egy cikket is olvastam [57], amelyből pontos tömegadatokat nyertem az önmelegítős poharak felépítéséről. Az alapkoncepció ekkor megfogalmazódott bennem, de szükségem volt az ellentétesen működőre, az önhűtősre is. Ennek kidolgozásához alapos kutatómunka és számolások elvégzése szükségeltetett, hiszen arról nem álltak rendelkezésemre hivatalos, cikkben közölt adatok. Kiderítve azonban, hogy mi (milyen só) a pohár töltete, megkeresve az oldáshőadatokat, s a számolásokból megállapítva, hogy a sónak hány mól vízzel kristályosodó alakját használva lesz minden a melegítős verzióhoz hasonlatos, megoldható volt a probléma. Éltem néhány feltételezéssel, de ezek mindegyike logikusan következik, ha átgondoljuk például az ipar jellegzetességeit. (Pl.: nyilván egyforma méretűre gyártják a hideg és meleg italok poharait, hiszen miért is készítenének kétféle gyártósort. Ezért jogosan feltételezhető, hogy a töltőanyag mennyisége is körülbelül megegyezik. Ezt a feltételezést a számolások is alátámasztják.) A feladatok további megszerkesztéséhez az eddig megismert és ezután említett szempontokat vettem figyelembe.

A feladatlapokhoz megoldási útmutatót (5.1 melléklet) is készítettem, ezáltal könnyebbé téve az ellenőrzést, illetve néhány további ötlettel, megbeszélendő kérdések felvetésével kívánok útmutatást adni minden érdeklődő tanárkolléga számára.

4.1.1. Exoterm oldódás

Forró csoki bárhol, bármikor!

Hogyan lehetséges ez? Az ábra az önmelegítő forró csoki poharának felépítését mutatja:



1. Tervezzetek egy kísérletet, amellyel az önmelegítő forró csoki poharának működését modellezitek!
A rendelkezésetekre álló anyagok, eszközök a következők: szilárd $CaCl_2$, víz, hőmérő, mérőhenger, főzőpohár. Írjátok le pontokba szedve a megtervezett kísérlet menetét!

.....

.....

.....

.....

.....

2. Végezzétek el a kísérletet és jegyezzétek fel a tapasztalataitokat!

.....

.....

.....

3. a) Miért modellezhető az elvégzett kísérlettel a pohár működése? .....

.....

.....

b) Milyen jelenségen alapul az önmelegítős pohár működési elve? .....

.....

c) Fizikai változás vagy kémiai reakció történt? .....

4. Egészítsd ki értelmes szöveggé a következő mondatokat!
A jelenséget kísérő energiaváltozás alapján ez folyamat ....., tehát az oldáshő előjele ..... . Ezt bizonyítja, hogy a kísérlet során a hőmérséklet. ..... .
Tehát a $CaCl_2$ rácsenergiája *kisebb / nagyobb,* mint a hidratációs hő.

5. **Számoljunk!** Lehetséges-e vagy csak reklámfogás, hogy az ábrán feltüntetett mennyiségű só és víz elegendő arra, hogy a pohárban lévő 75 *ml* 20 $^{\circ}C$-os italod 65 $^{\circ}C$-os forró csokivá melegedjen, ha feltételezzük, hogy teljes és pillanatszerű a hőátadás?
A $CaCl_2$ oldáshője: -82,9 *kJ/mol.*
További, a számoláshoz szükséges feltételezésekkel, közelítésekkel bátran, logikusan Neked kell élned! A hiányzó adatokat a Négyjegyű függvénytáblázatból keresd ki!

6. a) A felszabaduló hő nagyságán kívül milyen további szempontokat vennétek figyelembe, ha a ti feladatotok volna megtalálni a megfelelő anyagokat az italospoharak gyártásának megkezdése előtt?

.....

.....

.....

.....

b) Gondolkodjatok el azon, hogy milyen hátrányai vannak az ilyen elven működő önmelegítő vagy önhűtő élelmiszerek terjedésének!

.....

.....

.....

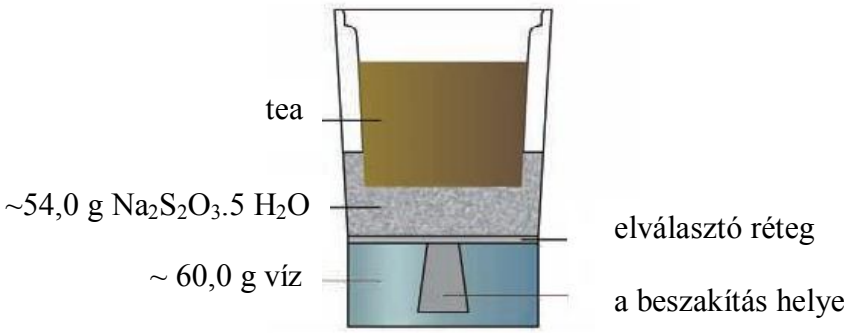
.....

Házi feladat: Kémiai változásokat felhasználó módszerek is léteznek italok, ételek, egyebek melegítésére, hűtésére. Nézz utána, hogy melyek ezek, és írd le (egy külön lapra a) működési elvüket és az alapvető kémiai reakciók egyenletét! Ha interneten keresel, jegyezd fel a weboldalak címét, ahol találtad ezeket!

4.1.2. Endoterm oldódás

Jeges tea bárhol, bármikor!

Hogyan lehetséges ez? Az ábra az önhűtő tea poharának felépítését mutatja:



1. Tervezzetek egy kísérletet, amellyel az önhűtő jeges tea poharának működését modellezitek!
A rendelkezésetekre álló anyagok, eszközök a következők: szilárd $Na_2S_2O_3.5\ H_2O$, víz, hőmérő, mérőhenger, főzőpoharak. Írjátok le (pontokba szedve) a megtervezett kísérlet menetét!

.....

.....

.....

.....

.....

2. Végezzétek el a kísérletet és jegyezzétek fel a tapasztalataitokat!

.....

.....

.....

3. a) Miért modellezhető az elvégzett kísérlettel a pohár működése? .....

.....

.....

b) Milyen jelenségen alapul az önhűtős pohár működési elve? .....

.....

c) Fizikai változás vagy kémiai reakció történt? .....

4. Egészítsd ki értelmes szöveggé a következő mondatokat!
A jelenséget kísérő energiaváltozás alapján ez folyamat ....., tehát az oldáshő előjele ..... . Ezt bizonyítja, hogy a kísérlet során a hőmérséklet. ..... .
Tehát a $Na_2S_2O_3.5\ H_2O$ rácsenergiája *kisebb / nagyobb,* mint a hidratációs hő.

5. **Számoljunk!** Lehetséges-e vagy csak reklámfogás, hogy az ábrán feltüntetett mennyiségű só és víz elegendő arra, hogy a pohárban lévő 75 *ml* 25 $^{\circ}C$-os italod 15 $^{\circ}C$-os hideg teává hűljön, ha feltételezzük, hogy teljes és pillanatszerű a hőátadás?
A $Na_2S_2O_3.5\ H_2O$ oldáshője 47,4 *kJ/mol*.
További, a számoláshoz szükséges feltételezésekkel, közelítésekkel bátran, logikusan Neked kell élned! A hiányzó adatokat a Négyjegyű függvénytáblázatból keresd ki!

6. a) Az elvont hő nagyságán kívül milyen további szempontokat vennétek figyelembe, ha a ti feladatotok volna megtalálni a megfelelő anyagokat az italospoharak gyártásának megkezdése előtt?

.....

.....

.....

b) Gondolkodjatok el azon, hogy milyen hátrányai vannak az ilyen elven működő önmelegítő vagy önhűtő élelmiszerek terjedésének!

.....

.....

.....

.....

Házi feladat: Kémiai változásokat felhasználó módszerek is léteznek italok, ételek, egyebek melegítésére, hűtésére. Nézz utána, hogy melyek ezek, és írd le (egy külön lapra a) működési elvüket és az alapvető kémiai reakciók egyenletét! Ha interneten keresel, jegyezd fel a weboldalak címét, ahol találtad ezeket!

4.2. A tanítási óra célja és feladatai

Az IBST említett módszereit és eszközeit figyelembe véve megtervezett kémiaórát a 9. évfolyamos általános kémia tananyagba illeszthető témából állítottam össze. A megszokott felépítés szerint az „Anyagi halmazok” témakörben a „Folyadékok” témában kerül sorra az oldatokkal, oldódással kapcsolatos ismeretek tárgyalása. Minderre 2 tanórát szánva lehetőség van az elmélet megtanulása után beiktatni ezt az órát, mely érdekes és aktuális gyakorlati példáján keresztül segíti az exoterm és endoterm oldódásról tanultak megértését, valamint egyéb fontos ismeretterjesztő, szemléletformáló, a természettudományos műveltséghez hozzájáruló témát érint.

- Szem előtt tartottam tehát a diákok igényeit, vágyait, egy érdekes, változatos órát illetően, de keresve az arany középutat, hogy az érdekességek mellett nehogy elhalványuljon a lényeg, a kémia tárgya, az összefüggések megértése, a tanultak alkalmazása.
  Maga a felderített jelenség (önmelegítős, önhűtős italospoharak működése) egy napi aktualitás, így motiváló lehet a fiatalok számára is.
- Az órán kiemelt szerepet kap a csoportmunka, a diákok által elvégzett kísérletek, sőt, a kísérlet megtervezése is az ő feladatuk. Nincs tehát követendő utasítássorozat, hanem a diákok maguk gondolják ki, hogy miként lehetne kísérlettel modellezni a megismerni vágyott jelenséget.
- A csoportokban való munkálkodás mellett jelen van az „ellentétes párhuzamosság” is: a csoportok egyik fele endoterm, másik fele exoterm változás felderítésével foglalkozik. Ennek a tényleges megértésben, a komplexitás megvalósulásában van jelentősége.
- Törekedtem arra, hogy elegendő szerepet kapjanak az úgynevezett hagyományos módszerek is. Erre szükség van, mert önmagában az IBST sem lehet eredményes, ráadásul a tanórákon jelenleg elenyésző számban fordul elő, tehát kezdetben szokatlan lehet tanárnak, diáknak egyaránt. Ezért a tanári irányítás jelentős mértékű, de a tanulói aktivitás is elvárt. Az előre elkészített feladatlap kérdésekkel segíti a haladást, gördülékenyebbé, önállóbbá teszi munkát, s egyúttal az elméletben tanultakat is számon kéri, hiszen alkalmazni kell azokat a feladatmegoldásokban.
- A modellezés lényegére, fontosságára való rávezetés része az erre vonatkozó elméleti kérdés mellett a számolásos feladat elvégzése. Egy természettudományos

kutatómunkából nem maradhat ki az elméleti következtetés számolással való alátámasztása, ezért a modellezés alapján elvégzett becslés is a feladat része. Ehhez a számoláskor a diákoknak végig kell gondolni a vizsgált folyamatot, kicsit vissza kell emlékezni a fizikaórán tanultakra (ez a fajta kapcsolatteremtés a tárgyak között, azaz tantárgyak közötti koncentráció véleményem szerint igen fontos és hasznos, ám sajnos ritkán valósul meg), s megfelelő közelítésekkel kell megválaszolni a problémafelvető kérdést, miszerint lehetséges-e az adott állítás (a pohár tartalma az adott mennyiségű só oldásakor tényleg felmelegszik vagy lehűl az adott hőmérsékletre), avagy csak reklámok csábító trükkje. Ez ismét egy olyan jellegű kérdés, amellyel nap mint nap találkozunk mindannyian, és sokszor (legtöbbször) egészen alapvető természettudományos (fizikai, kémiai) ismeret elegendő volna ahhoz, hogy könnyűszerrel észrevegyük a csalásokat. Szükséges volna, hogy a diákok ilyen téren is konstruktívan tudjanak gondolkodni; hogy meglássák a mindennapok jelenségeiben a kémiát, fizikát, hogy érezzék, hogy hasznos, amit a természettudományos órákon tanítanak nekik.

- Helyt kapott a kihagyhatatlan téma, a környezetvédelmi szempontok megbeszélése. Indokolt, hogy az iskolában megjelenjen a környezeti nevelés, hogy a tanulók a megfelelő ismereteket szerezve felelős állampolgárként képesek legyenek tudatosan dönteni bizonyos kérdésekben. Akár csak egy termék megvásárlását illetően, de később akár komolyabb ügyekben is.
- A feladatlapon szereplő házi feladat elvégzése is többféle kompetencia fejlesztését eredményezi. Az internet megfelelő használatára való nevelés, a logikus keresés, a tanultak alkalmazása és továbbgondolása, a rendszerzés elvárása mind-mind hozzájárulnak a kitűzött célok megvalósulásához.

4.3. Az óratervezet

4.3.1. Az eredeti óraterv

Az óra témája: **Az oldódás hőszínezetének vizsgálata a gyakorlatban**

Idő	Az óra menete	Óraszervezés módja, *módszerek*	Szemléltetés
1-2. perc	***Bevezető*** – az óra célja: kideríteni, hogy mi játszódik le az önmelegítős, ill. önhűtős poharakban. ***Motiváció*** – az elméletben tanultak megvalósulása a való életben.	Frontális, *előadás, elbeszélés*	Kisfilm bemutatása (Caldo Caldo)
3-8. perc	***Ismétlés***: az előző órán tanult elmélet gyors felelevenítése • az ionvegyületek oldódása vízben (animáció alapján) o hidratáció, energiája o rácsenergia o oldáshő ▪ endoterm, ▪ exoterm oldódás	Frontális, *kérdve kifejtés, magyarázat*	Animációs film bejátszása: NaCl kristály oldódása vízben
9-30. perc	A feladat ismertetése, majd csoportmunka a kiosztott feladatlapok alapján: endoterm/exoterm oldódáson alapuló önhűtő/önmelegítő üdítőspoharak működésének vizsgálata.	Csoportmunka, *IBST módszerekkel: kooperatív feladatmegoldás, kísérlettervezés, magyarázatkeresés*	Egyénileg tervezett és elvégzett tanulókísérlet
31-38. perc	A csoportmunka eredményeinek megbeszélése: párhuzamos ellenőrzés, mi egyezik meg, mi különböző. Konklúzió megbeszélése: fizikai változás történt, mindkét esetben oldódás. A különbség az oldódást kísérő energiaváltozásban van.	Frontális, *megbeszélés*	
39-44. perc	Kitérés a környezeti vonatkozásokra (feladatlap 6-7. kérdés kapcsán): a megismert technológia (irreverzibilis folyamat) egyszer használatos termékek gyártását teszi lehetővé, de létezik reverzibilisen működő (kéz)melegítő is. • A folyamat magyarázata, • bemutatása.		Kézmelegítő párnácska bemutatása, tanári demonstrációs kísérlet, ill. idő hiányában filmbejátszás (a magyarázathoz)
45. perc	Házi feladat: a lapon jelölt. ill. megbeszélt feladatok megoldása.		

4.3.2. Módosított óraterv az adott osztályhoz aktualizálva

Megjegyzés: igen szerencsésen adódott, hogy a feladat kipróbálására kiszemelt osztály éppen ennél az anyagrésznél tartott kémiából, tehát tökéletesen beleillett az órák sorába a tervezett foglalkozás. Azzal a kivétellel, hogy egy be nem tervezett, rövidített órák miatti lemaradást a feladatmegoldás sikeressége érdekében pótolni kellett a kémiaóra elején, tehát a rövid ismétlésre kicsivel több időt szántam.

Az óra témája: **Az oldódás hőszínezetének vizsgálata a gyakorlatban**

Helyszín: ELTE Trefort Ágoston Gyakorlóiskola

Osztály: 9.c

Időpont: 2010. március 16. 3. óra, $10^{\underline{00}}$ - $10^{\underline{45}}$

Idő	Az óra menete	Óraszervezés módja, *módszerek*	Szemléltetés
1-2. perc	***Bevezető*** – az óra célja: kideríteni, hogy mi játszódik le az önmelegítős, ill. önhűtős poharakban. ***Motiváció*** – az elméletben tanultak megvalósulása a való életben.	Frontális, *előadás, elbeszélés*	Kisfilm bemutatása (Caldo Caldo)
3-15. perc	***Ismétlés***: az előző órán tanult elmélet gyors felelevenítése • oldáshő fogalma o endoterm, o exoterm oldódás • az ionvegyületek oldódása vízben (animáció alapján) o hidratáció, energiája ***Pótlás, új anyag:*** • a rácsenergia fogalma (korábbi tanulmányokból elvileg ismert) • az oldáshő értelmezése: $Q_{oldás}=\Delta E_r+\Delta E_h$	Frontális, *kérdve kifejtés, magyarázat*	Animációs film bejátszása: NaCl kristály oldódása vízben
15-35. perc	A feladat ismertetése, majd csoportmunka a kiosztott feladatlapok alapján: endoterm/exoterm oldódáson alapuló önhűtő/önmelegítő üdítőspoharak működésének vizsgálata.	Csoportmunka, *IBST módszerekkel: kooperatív feladatmegoldás, kísérlettervezés, magyarázatkeresés*	Egyénileg tervezett és elvégzett tanulókísérlet
36-41. perc	A csoportmunka eredményeinek megbeszélése: párhuzamos ellenőrzés, mi egyezik meg, mi különböző. Konklúzió megbeszélése: fizikai változás történt, mindkét esetben oldódás. A különbség az oldódást kísérő energiaváltozásban van.	Frontális, *megbeszélés*	

39-44. perc	*[Időtől függően!]* Kitérés a környezeti vonatkozásokra (feladatlap 6. kérdése kapcsán): a megismert technológia (irreverzibilis folyamat) egyszer használatos termékek gyártását teszi lehetővé, de létezik reverzibilisen működő (kéz)melegítő is. • A folyamat magyarázata, • bemutatása.	Frontális, kérdve kifejtés, magyarázat	Kézmelegítő párnácska bemutatása, tanári demonstrációs kísérlet, ill. idő hiányában filmbejátszás (a magyarázathoz)
45. perc	**Házi feladat**: a lapon jelölt. ill. megbeszélt feladatok megoldása.		

4.4. A gyakorlati megvalósítás tapasztalatai

4.4.1. A 9. évfolyam

A feladatlapok kipróbálására szánt kémiaórán újszerű tevékenységet kínáltam az osztály tanulóinak. Örömteli volt látni, hogy nagy érdeklődéssel végzik a feladatokat. Az óra utáni néhány szóbeli megjegyzés is ezt erősítette meg: bár voltak problematikus pontok (amelyekre alább részletesen kitérek), alapvetően élvezettel gondolkodtak, dolgoztak. S bár illene a pozitívumokat előre sorolni, ezúttal az egyéb, esetleg kellemetlenebb észrevételekkel kezdem a sort, hiszen ezekre különös figyelmet érdemes fordítani.

A gyakorlati megvalósítást követően éreztem át igazán annak a korábban már sokszor kiemelt instrukciónak a fontosságát, létjogosultságát, miszerint az IBST módszereit kizárólag fokozatosan lehet bevezetni minden egyes tanulócsoport esetében; csak apránként szabad a gyerekekkel megismertetni, megszerettetni. Bár magát a feladatlapot is ennek szellemében állítottam össze: figyelembe vettem a hazai kémiaoktatás jellegzetességeit, s szándékosan csak egyszerűbb követelmények elé állítottam a diákokat, úgymint egy közönséges só vízben való oldását megvalósító kísérlet megtervezése és kivitelezése (1. feladat). Mégis bebizonyosodott, hogy mindez problémát okozhat az előzetes rávezetések hiányában.

- Mit jelent a kísérlettervezés? (Avagy „Mi lesz, ha rosszul gondolom?”)

Feltétlen kiemelendő, hogy az osztály tanulói számos kísérletet elvégeztek már életükben (a speciális helyi tanterv lehetővé teszi, hogy a 8. osztályban jusson rá idő), de eddig mindig a hagyományos, utasítás (recept) szerinti módon. A diákoknak meglehetősen furcsa, némelyeknek feldolgozhatatlan volt a feladat: mit jelent az, hogy megtervezni egy kísérletet. Némi iránymutatás után megoldották a feladatot, a kísérleti eszközök helyes használata a gyakorlat révén nem okozott gondot. Különös, de érthető tapasztalatom volt

az, hogy az említett szokatlanság egyfajta félelmet is okozott a diákokban: többen nehezen, sokára merték összeönteni az anyagokat, mert aggódtak, hogy mi lesz, hogyha rosszul tervezték meg a lépéseket és a mennyiségeket és az összeöntés után már nincs visszaút.
Íme tehát a bizonyíték: a hagyományos tanulókísérletek mellett szükséges ez a fajta koncepció is, amikor a tanulónak kell kigondolnia a kísérlet lépéseit. Ehhez persze az kell, hogy megértse mi miért történik, mit jelent a kísérlet, miért kell azt és éppen azt elvégeznie.

- Mi a modell, mit jelent a modellezés, modellkísérlet?

Jelen feladatban egy modellkísérletről van szó, tehát szükséges lenne, hogy a diákok rendelkezzenek a modellfogalom ismeretével, s tudják megfelelően alkalmazni azt. (Ez természetesen nemcsak az aktuális feladat igénye, hanem általánosságban is fontos. Tudatosítani kell a modellezés jelentőségét, azt, hogy mit jelent a modell a valósághoz képest, mik a hasonlóságok, milyen különbségek adódnak, és azt, hogy mindennek elméleti és gyakorlati vonatkozásai vannak. Kiváló és a gyerekek számára is érdekes, mulatságos, de érthető és emlékezetes példa ennek kidomborítására a modellautó vagy repülő a fiúk, illetve a Barbie baba a lányok kedvéért. Kémia-, majd fizikaórán pedig az atommodellek témakörben mindenképpen előkerül a fogalom.) A kísérletben résztvevő tanulók körében sajnos nem tapasztaltam a fogalom valódi jelentésének ismeretét, tehát számukra az alkalmazás értelmezése is nehéz volt. Azaz: az arra vonatkozó kérdésre (3.), hogy miért modellezhető az önmelegítős italospohár működése az általuk megtervezett és elvégzett kísérlettel, kevesen adtak szabatos választ (inkább jellemzően csak annyit, hogy „mert ugyanez történik a pohárban”), mert egyszerűen nem értették, mire vonatkozik a kérdés. Tehát nem tudatosult bennük kellőképp, hogy mitől modellkísérlet az, amit ők végeznek.

- Összpontosítás hiánya

Szintén jellegzetes tapasztalat az, hogy felületes a diákok figyelme. Kicsiben, a kémiaórán és ebben a kontextusban ez annyit jelentett, hogy bár hangsúlyozottan mindennemű, a kísérlettel kapcsolatos tapasztalatukra rákérdezett a feladat (2.), egy-két kivételtől eltekintve pusztán a hőmérséklet-változást jegyezték fel. Hiányzott az oldódás jelenségének megfogalmazása, az ezzel kapcsolatos többi megfigyelhető dolog (például az, hogy a helyes kísérlettervezés és kivitelezéskor igen tömény sóoldatot kell készíteni, tehát általában maradtak kristályszemcsék a főzőpohárban), vagy bármi egyéb, amit észlelhettek.

Pedig a megfigyelésre, a „kreatív” szemlélődésre a mindennapok során is szükség van. Ezt a fajta kompetenciát, úgy gondolom, egészen kicsi kortól lehet építgetni, fejleszteni.
(Megjegyzés: korábban megfigyelőként részt vettem olyan kémiaórán, ahol épp ez volt a cél, s a gyerekek egy egyszerű kísérlet esetében is bámulatosan sokféle megfigyelést tettek, sokszor olyan fantasztikus (képzet)társításokkal, amelyek egy felnőttnek – akár a tanárnak – sem jutnának eszébe. Tehát gyakorlással kialakítható ez a fajta képesség is.)

- Az elméleti tudás gyakorlati alkalmazásának hiányosságai

Az eddig felsorolt tapasztalatok is utalnak rá, hogy osztályszinten is megfigyelhető a bevezetésben említett PISA felmérésekből következtetett megállapítás, miszerint gond lehet a tanultak gyakorlati alkalmazásával. Az elméletből tanultakkal a kísérletben résztvevő osztály tanulói is tisztában voltak, jóformán hiba nélkül válaszoltak az ezzel kapcsolatos kérdésekre. (4.) De nehezen megy az összekapcsolás a gyakorlattal. Erre magyarázat lehet az, hogy eleve a modellfogalom problematikus, s ezért nem sikerült szabatosabban megválaszolni a megismert reakció felhasználására vonatkozó gyakorlati jellegű kérdést. (3.)

- Fizikai változás vagy kémiai reakció?

Egyetlen kritikus elméleti kérdéskör van, annak eldöntése, hogy fizikai változás vagy kémiai reakció történt, és melyikre mi jellemző, mi tartozik hozzá. Ez többek számára nem tisztázott, de nem tűnt teljesen általánosnak a probléma.

- „Elrettentő számításos feladat”

A kérdések közé került egy számításos feladat is. (5.) A megfogalmazás, a kérdésfeltevés nem hagyományos volt, törekedtem arra, hogy IBST elemeket belevigyek, ezáltal téve érdekesebbé, motiválóbbá, illetve bizonyos szempontból hasznossá a megoldását. Ezért volt problémafelvető a kérdés, és a megválaszolás további gondolkodást, elvonatkoztatást kívánt, nem pusztán ismert adatok képletbe történő behelyettesítését. Maga a számolás nem volt bonyolult, de az ahhoz vezető út – egyelőre – akadályokkal volt teli a diákok számára. Mindannyian elakadtak a megoldásban, ezért némi rávezetésre volt szükség. A fokozatosság elvét követve, közös megbeszéléssel segítettem az előrejutást. Ösztönző kérdéseimre okos válaszokat kaptam, s született remek gondolatmenettel elért teljes megoldás.

A negatív tapasztalatok is bizonyítják, hogy szükség van némi szemléletformálásra a kémiaórákon azért, hogy a hiányosságokból, bizonytalanságokból egyre kevesebb legyen. A pozitív tapasztalatok pedig rávilágítanak arra, hogy ebben a tanulók is partnerek, némi újítással igazán lehet rájuk hatni. Hiszen a megerősítő élmények:

- Érdeklődő, lelkes munka

Az osztály tanulói, bár maga a kísérletezés nem volt számukra szokatlan, mégis örömmel és érdeklődéssel dolgoztak.

- Helyes eszközhasználat, gond nélküli kivitelezés

A diákokon egyértelműen meglátszott, hogy sokat kísérleteztek eddigi kémiai tanulmányaik során. Az eszközöket rendeltetésszerűen, ügyesen használták, plusz időt maga a kivitelezés nem igényelt (csak a korábban említett tervezéssel kapcsolatos bátortalanság).

- Koncentráció, gondolkodás → jó feladatmegoldás

A nehézségek ellenére megszületı megoldás (5.) a legbiztatóbb számomra. Igenis megoldható a feladat, csak megfelelő felkészülés és gondolkodás kérdése.
A számításos feladatok megoldása a legtöbb diák számára elrettentő epizód akár a fizika-, akár a kémiaórákon. Ezen a hozzáálláson volna jó változtatni, s minél több hétköznapi vonatkozású példával érdekessé tenni ezen témarészeket. Ha olyan az anyagrész, bátran vonjunk be elemeket más tárgyakból is, ezzel is elősegítve a tantárgyak közötti koncentráció javulását.

- A kitekintő kérdésekre adott válaszok

Bár nem állt rendelkezésemre az egész osztálytól begyűjtött házifeladat-megoldás, akik válaszoltak a feladott kérdésekre, mind körültekintően gondolkodtak, több szempontból közelítették a problémát. Ugyanakkor az intézmény ökoiskola mivoltából nem adódott nagy különbség a válaszokban, tehát nem került kimagasló pozícióba a környezetvédelem szempontja.

Sajnos a feladatmegoldás utánra tervezett óraelemekre (ld. az óravázlatban) ebben a konstrukcióban nem maradt idő. Egyértelműen hiányoztak azok a percek, amelyeket

ezúttal az elméleti pótlásra, ismétlésre kellett fordítani. Anélkül, tehát csak a feladatlappal való foglalkozás során minden bizonnyal tartható lett volna az időkeret, de az mindenképp, hogy szóba kerüljenek a reverzibilisen működő melegítő párnák. Így lett volna, így lenne teljes, kerek a téma: megbeszélve, hogy lehetséges a csoportosítás a megfordíthatóság alapján, illetve – már a házi feladatra utalva – fizikai vagy kémiai változáson alapuló működés alapján. Ezúttal erre nem kerülhetett sort, mindez átkerülne a következő órára a maradék feladatok otthoni megoldásának ellenőrzésével, megbeszélésével együtt.

4.4.2. A 10. évfolyam

Még az előbb tárgyalt „hivatalos" kipróbálás előtt bevittem a feladatsort egy másik iskola két tizedik évfolyamos osztályába is. (*Helyszín*: a gödöllői Premontrei Szent Norbert Gimnázium, Egyházzenei Szakközépiskola és Diákotthon. *Osztály*: 11.b és 10.c. *Időpont*: 2010. március 8. 1. óra, $8^{\underline{00}}$ - $8^{\underline{45}}$, ill. 2. óra $8^{\underline{55}}$ - $9^{\underline{40}}$.)

Kíváncsi voltam arra is, hogy vajon amikor a fizika tanulmányaik során éppen a hőtan témakörnél tartanak, s ezért aktuális a felvetett probléma, különösen a számításos feladat, akkor vajon emlékeznek-e a tanulók a körülbelül egy évvel azelőtti kémiatanulmányaikra, de legalábbis az alapvető elemeire.

A tapasztalataim és az eredmények alapján azonban beláttam, hogy más jellegű, és mélyebb gyökerű a probléma. S bár bizonyos, hogy ahány osztály, tanulócsoport, annyiféleképpen reagálnának a kérdésekre, annyiféle színvonalú eredmény születne (iskolától függetlenül), mégis tapasztaltam néhány alapvető tévképzetet, félreértést a diákok részéről. Feltétlen elgondolkodtató, hogy ezeknek mi az oka, de főként azt kell kideríteni, hogy mi a teendő, hogy ezek ne alakuljanak ki. Hol kellene másképp magyarázni, milyen rejtett nehézségei vannak például a kémia (vagy fizika) tananyagnak, amelyekre nem kerül(t) elegendő hangsúly, s egy év távlatából már megdöbbentő téves elképzelések adódnak belőlük. A tapasztalt homályos területek tehát a következők voltak.

- Alapvetően hiányzónak tűnik az oldódás fogalma.

A tanulók önmaguktól nem állapították meg a jelenségről, hogy oldódás, mintha magát az erre utaló kérdést nem értenék, avagy mintha „természetes" lenne, hogy a szilárd kristályos anyagok a vízben „eltűnnek", s nem kellene ezt az „eltűnést" nevén nevezni. De akiknek sikerült is kimondani a kulcsszót, azok számára is annak megítélése, hogy az fizikai változás vagy kémiai reakció, már nem sikerült.

- Nem tisztázott, hogy mit jelent a fizikai változás, illetve a kémiai reakció.

Egészen különleges tapasztalatom volt az ezzel kapcsolatos meglepően általános elgondolás: amit láttak, tehát az oldódás, egyszerre fizikai változás és kémiai reakció. Mégpedig azért, mert fizikai változás az oldódás, kémiai reakció pedig az, hogy endoterm vagy exoterm a változás, vagyis maga a hűlés vagy melegedés. S mivel jelentős számú diáktól érkezett ilyen válasz, elgondolkodtam ezen tévképzet lehetséges hátterén. Talán az az oka, hogy a reakciókat kísérő energiaváltozásról a kémiaórákon tanulnak és ezért a kémiához kötik? De ez azt jelenti, hogy egy év távlatából ténylegesen már csak sejtések maradtak fenn az akkor tanultakból. (Mivel két osztálytól is kaptam efféle érvelést, akik különböző tanároktól tanultak kémiát, nem szabad a tanár munkájának hiányosságaira fogni a jelenséget…)

Hangsúlyozottan kell tehát kitérni erre a kérdéskörre véleményem szerint: legyen meg a tudatos (nem tippszerű) elkülönítés fizikai és kémiai változás között, és az oldódásra érdemes külön figyelmet szentelni. Pontosan azért, mert még a hétköznapi figyelmetlen szóhasználatban is sűrűn összekeveredik az oldódás és az olvadás, ráadásul mi magyarok bizonyos kémiai reakciókat is oldódásnak hívunk. Például azt mondjuk, a cink feloldódott a sósavban. Megfelelő, tudatos elkülönítés hiányában ez zavaró lehet a diákok számára. Mindez hozzájárul a hétköznapi életben körülöttünk zajló folyamatok elemzésének képességéhez is, ami az általános természettudományos műveltség része.

- Nagyon keveset kísérleteznek, ezért bizonytalanok a kivitelezésben.

Szintén a fokozatosság igényét támasztja alá az a tapasztalatom is, hogy mivel ezek a tizedikes tanulók eddigi tanulmányaik során csak elvétve végeztek tanulókísérletet, nehezen birkóztak meg a feladat gyakorlati részével. Több segítség, tanári irányítás volt szükséges (mint amire számítottam, illetve a korábban sokat kísérletező kilencedikesekhez képest is). Ez természetesen időben is többet jelentett, az óratervet eléggé felborította.

Nagyon fontos, többször hangsúlyozott tény tehát: valóban az alapokkal kell kezdeni. Azért is, hogy tizedik osztályban (tehát általánosságban és a többséget tekintve a kémiatanulmányok legvégén) ne forduljon elő olyan, hogy valaki a mérőhengerbe szórt sóhoz kíván vizet adni, s abban elkészíteni az oldatot, vagy pedig a hőmérő skáláját használva próbáljon meg a 25 cm^3-ig beosztott mérőhengerbe további 5 cm^3 vizet tölteni. (Utóbbi persze nagy leleményességre vall, de mégis jobb volna a szakszerűségre törekedni,

s az efféle kreativitást egyéb feladatokban kamatoztatni.) Igaz ez akkor is, ha az iskolának nincs speciális tanterve. Meg kell próbálni a hagyományos körülmények között is a lehető legtöbbet kísérletezni.

- Problémás a szövegértés?

A kísérlethez tartozott a tervezés feladata. Ebben is érezhető volt a tanulók tapasztalatlansága. Sokat gondolkodtam rajta, hogy a kapott eredmények mennyire szövegértési problémákból és mennyire figyelmetlenségből, kapkodásból erednek. Ugyanis a pontokba szedett kísérlettervezet helyett összefüggő szöveget kaptam, s legtöbbször terv helyett máris a tapasztalatokról számoltak be (amire pedig külön feladat kérdezett rá). A szövegértéssel, értelmezéssel kapcsolatos problémák felmerültek továbbá a számításos feladat kapcsán is. Ezen típusú kérdésfeltevéshez és feladattípusokhoz okvetlen hozzá kell szoktatni a diákokat. Nemcsak a természettudományos tárgyak miatt, hanem egyáltalán fontos a megfelelő, pontos szövegértés, utasításkövetés.

Figyelmem nem pusztán a negatívumok gyűjtésére irányult, hanem számos örömteli és bíztató tapasztalatot szereztem ebben a két társaságban is.

- Érdeklődés, lelkesedés és zavar

E három jelző fejezi ki leginkább a tanulók feladathoz való hozzáállását. Az első kettő egyértelműnek tűnik, azonban a harmadik több magyarázatra szorul. Mert valóban, a tizedikes tanulók is örömmel, lelkesen dolgoztak, sőt, némi csodálkozással is, hiszen újdonság volt számukra a kísérletezés. A zavar pedig engem is meglepett: a diákok többsége kellemetlenül érezte magát amiatt, hogy nem túl könnyen megy számukra a feladatmegoldás. Ez pedig fontos jelzés! Arra utal, hogy sokakban megvan még az igény a tanulásra, a megértésre, csak meg kell találni a megfelelő módot. Legyen ez minden tanár számára inspiráló, s olyan feladatokat kínáljanak diákjainak, amelyeket élvezettel oldanak meg (még a különben passzívak, ellenkezők is).

- Hibátlan megoldás, szép gondolatmenet

A felsorolt nehézségek ellenére volt olyan tanuló, aki logikusan gondolkodva megoldotta a számításos feladatot is amellett, hogy ez elméleti részeket is hiba nélkül tudta. Egyedüli időveszteségе a kísérletezésnél adódott a szokatlan feladat miatt. Tehát ha rendelkezett volna némi gyakorlottsággal a kísérletezés terén is, akkor gond nélkül végigérhetett volna a

feladatsoron. Számomra ez is biztató jel, s ismét eljutunk oda, hogy az elmélet megértése és a kísérletezés gyakorlása szükséges, s kiküszöbölhetők a most még fellépő hiányosságok.

- (Környezet)tudatos gondolkodás, kiváló ötletek

Pozitív tapasztalat, és a korosztály viszonylag széles látókörére és érettségére utalnak „kitekintő" kérdésekre (a *6. a)* és *b)* pontokra) adott válaszok. Az órai időkeretek szűke miatt ezeket a feladatokat otthon kellett elvégezni. A házi feladat megoldását kísérő jellegzetességek (másolás, „összecsapott munka") előfordultak, de sokan igen kreatív válaszokat adtak. Érdekes, hogy feltűnően gyakori az anyagi szempont szerinti megközelítés. Ez nyilván a mai magyar társadalom értékrendjének jellegzetességeiből adódik.

Bár alapvetően nem tizedikeseknek készült a feladatsor, mégis tanulságos volt ez a tesztelés is. A kipróbálás előtt meglehetősen nagy elvárásaim voltak, ezért némiképp csalódás volt a látott, kapott eredmény. Ennek ellenére sem változtattam lényegileg az óraterven, mert egészen más a téma tanulása közben megoldani a feladatokat, mint egy év távlatából, ezért bízhattam abban, hogy a hivatalos kipróbáláskor a kilencedikeseknek sokkal könnyebben fog menni. És így is történt. (Ott egyedül a korábban említett kis lemaradás szükségszerű pótlása miatt nem lehetett ideális az óraterv.)

Összességében úgy gondolom, bebizonyosodott az, hogy micsoda szükség van a természettudományos tárgyak oktatási módszereinek átgondolására, s lehetőség szerint némi újításra.

Láttuk, hogy a gyakorlás és a fokozatosság elengedhetetlen, amikor újfajta módszer alkalmazásáról van szó. A kipróbálást nehezítette mindezek hiánya, ám mégis sokatmondó az összes tapasztalat, hiszen a mai diákok túlnyomó többsége nincs hozzászokva az IBST módszerekhez, s ezt figyelembe kell venni, eszerint szükséges módosításokat tenni, opciókat felkínálni.

4.3. A módosított óravázlat

Mindezen tapasztalataim alapján újra átgondoltam a megtervezett óravázlatot. Nem éreztem szükségét tartalmi változtatásokat tenni, de néhány megjegyzés, módosítás, kivitelezési ötlet lehetséges.

- *Az időkeretek egyéni átgondolása*
  - *Milyen a csoport gyakorlottsági szintje?*

    Beláttam, hogy a megtervezett óravázlat a jelölt időtartammal nagy valószínűséggel nem valósítható meg, legalábbis általában és egyelőre. Ugyanis a kipróbálásban résztvevő tanulók mindegyikének többé-kevésbé újdonság volt az IBST megközelítés. Elmondható: amellett, hogy a diákok többségükben élvezettel dolgoztak, megszenvedtek a feladatok némelyikével. Ennek oka jobbára a gyakorlatlanság volt. Ezért ez a módosítás sem lehet általános érvényű. Azt gondolom, mindenkor a feladatot elvégeztető tanárnak kell felmérnie (magában) csoportja, osztálya előzetes tudását és tapasztalatait. Ezek ismeretében lehet ezt (vagy bármilyen ehhez hasonló, az IBST szellemében, annak elméleti megfontolásaira alapozva megtervezett) feladatlapot megoldatni velük. Kezdetben több segítséggel, rávezetéssel, eleinte teljesen együtt dolgozva; később pedig az eredeti terv alapján csoportonkénti egyéni feladatmegoldással folyhat az óra.

  - *Legyen meg a „keret”!*

    Jó esetben tartható az óraterv által előírt időzítés, s közös ellenőrzés, megbeszélés után még maradhat idő a következőkre: a túltelített nátrium-acetát-oldattal töltött melegítőpárna bemutatására, a jelenség értelmezésére, és mindenképp annak tisztázására, hogy léteznek irreverzibilis és reverzibilis folyamatok. Eddig volna jó eljutni, s ez óra eleji minimális ismétléssel lehetséges is egy átlagos, az IBST módszerhez még nem túlzottan hozzáedződött csoport esetében is. Ez a fajta csoportosítás (ti. az egyszer, ill. többször használható melegítőeszközök összehasonlítása) ugyanis alapot nyújt a további két „kitekintő”, környezetkémiai kérdés megválaszolásához, s egyúttal megadja az óra a keretét is. A rendszerben való gondolkodás miatt is szükséges ez a befejezés. Annál is inkább, mert a házi feladatként jelölt kérdés

ezt egészíti ki, ezzel (a kémiai reakciók bevonásával) válna igazán teljessé a tárgyalás.

- *A 2 órás feldolgozás előnyei*

  Kezdő, gyakorló szinten érdemes – ha lehetséges – két órát rászánni erre a feladatsorra, hogy biztosabban bevéső djön, amit szeretnénk. A biztonságosabban, gyorsabban haladó tanulócsoportokkal pedig tapasztalataim szerint elvégezhető egy óra alatt, kiegészítve a házi feladat megoldásának következő órán történő megbeszélésével, értékelésével, és az összefoglalással. Illetve, ha olyanok a lehetőségeink, akkor széthúzva szintén 2 órára (például dupla tanítási órán megoldva) sokkal részletesebben tárgyalhatjuk a jelenséget, a feladatokat, a megoldásokat. Akkor lehet idő olyan részletek megbeszélésére, mint például a számítások kiértékelése, a becslések, közelítések jogossága, az ebből adódó következmények stb. Ezek is mind szemléletformáló, gondolkodtató, az IBST szellemébe teljesen beleillő, hasznos témák.

- *A problematikus számításos feladat miatti átszervezés*

A tervekkel ellentétben jobbnak látom azt a felbontást, hogy először legyen megoldva a feladatsor a számításos feladatig (a nyomtatás egyébként is épp így adódik: az első oldal e feladat előtt ér véget), s csak a megbeszélés, ellenőrzés után lehet rátérni a számolásra. Ha az adott csoport esetében szükségét látjuk, érdemes gondolkodási időt hagyni a számolásos feladat megoldására, s csak akkor közös ötletgyűjtésbe fogni, ha nagyon tanácstalanok a diákok. (Természetesen ez történhet már az ellenőrzés előtt is, ha korábban kész vannak a feladatokkal.)

- *Lehetőségek a kísérlettel kapcsolatban*

A módosítások között kell megemlíteni azt is, hogy alapvetően kiadható a feladat úgy is, hogy a kísérlet elvégzésére szánt só nincs kimérve, hanem az is a tanulók feladata. Sőt, akár a mennyiség megadása sem kötelező. Ám ezek érvényesítése már elég idealisztikus – egyelőre. A só kimérésétől még a kipróbálások előtt eltekintettem, hiszen egyik helyszínen sem volt elegendő mérleg erre, tehát értelmetlen lett volna sorbaállással időt tölteni. Magának a mennyiségnek a kitalálása akkor várható el, hogyha a tanulók már teljesen tisztában vannak a modellezés, modellkísérlet jelentésével és jellemzőivel, és már képesek tudatosan hozzákezdeni egy ilyen jellegű

kísérlettervezéshez. Mivel – sajnos – a kipróbáló diákok közül többeknek gondot okozott kérdéskör, s az is, hogy azt megfejtsék, hogy a kísérletben használt (kimért) tizedmennyiségű sóhoz mennyi víz szükséges, így ezzel is óvatosan kell bánni, csak gyakorlás után érdemes nehezített feladatokkal próbálkozni.

Az elvégezhető tevékenységek ütemezését tehát rugalmasan kell kezelni. Ennek hiányában ugyanis a diákoknak sikerélmény helyett kudarcban lehet részük. Az előzetes elméleti ismeretek gyakorlati feladat megoldásához történő mozgósítása időigényes. Hatékony képességfejlesztés csak folyamatos, de tervszerű munka révén valósulhat meg.

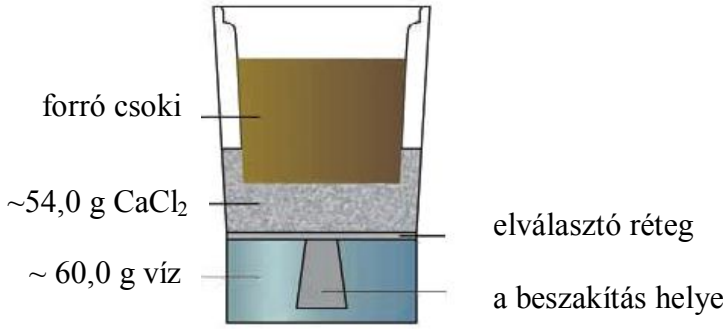
5. MELLÉKLETEK

5.1. A feladatlapok megoldása – útmutató tanároknak

5.1.1. Exoterm oldódás

Forró csoki bárhol, bármikor!

Hogyan lehetséges ez? Az ábra az önmelegítő forró csoki poharának felépítését mutatja:



1. Tervezzetek egy kísérletet, amellyel az önmelegítő forró csoki poharának működését modellezitek!
A rendelkezésetekre álló anyagok, eszközök a következők: szilárd $CaCl_2$, víz, hőmérő, (mérleg,) mérőhenger, főzőpoharak, üvegbot. Írjátok le (pontokba szedve) a megtervezett kísérlet menetét!

Elvárások:

- *A diákok lássák be, hogy a só és víz kölcsönhatását kell vizsgálni.*
- *Ehhez ki kell mérni az ábráról leolvasható tömegarány szerint az anyagokat. (Mérleg és mérőhenger megfelelő használata.)*
- *Mivel a hőmérsékletnek és változásának szerepe van, meg kell mérni a víz hőmérsékletét a kísérlet előtt és a változást nyomon követve a végső, célszerűen a legmagasabb hőmérsékletet is.*

A kísérlettervezés lépései:

- Ha nem adtuk meg a kimért só tömegét, akkor *első lépés a mennyiségek megtervezése*. Célszerű és anyagtakarékos (→ környezetkímélő) az eredetihez képest tizedannyi anyaggal modellezni a pohár működését.
- *Kb. 5,4 g só lemérése mérlegen és kb. 6 g($\approx$ 6 cm^3) víz kimérése mérőhengerrel.*
- *A víz kezdeti hőmérsékletének rögzítése.*
- *A víz hozzáöntése a sóhoz.*
- *Keverés az oldódás elősegítésére, közben hőmérsékletmérés.*

2. Végezzétek el a kísérletet és jegyezzétek fel a tapasztalataitokat!

Elvárások:

- *A kísérlet szakszerű elvégzése, az eszközök helyes használata.*
- *A megfigyelések, tapasztalatok szabatos megfogalmazása.*

A várt tapasztalatok:

- *A szilárd, fehér színű só vízben igen jól oldódik.*
- *Az oldódás során a főzőpohár kézzel érezhetően felmelegszik, alátámasztás konkrét hőmérséklet-értékekkel.*

Megemlíthető:

- *Az oldódás segítése keveréssel.*
- *Az oldat igen tömény, feloldatlan kristályszemcsék is maradhatnak.*
- *Színváltozás stb. nem történik.*

3. a) Miért modellezhető az elvégzett kísérlettel a pohár működése?
A várt válasz:
Ugyanazokat az anyagokat használjuk és olyan arányban, mint ahogyan a pohárban van. S bár a körülmények mások, a lényeget, azaz a melegedést érezni, a hőmérsékletet mérni lehet.
(Fontos, hogy a diákok tisztában legyenek a modellezés jelentőségével, azzal, hogy mit jelent a modell a valósághoz képest. A megértést elősegítendő tovább lehet vinni a magyarázatot, és akár 2 különböző méretű pohár segítségével modellezni a pohár felépítését, működését.)

b) Milyen jelenségen alapul az önmelegítős pohár működési elve?
A várt válasz:
A jelenség az oldódás.

c) Fizikai változás vagy kémiai reakció történt?
A várt válasz:
Fizikai változás.

4. Egészítsd ki értelmes szöveggé a következő mondatokat!
A megfelelő válaszok:
A jelenséget kísérő energiaváltozás alapján ez folyamat *exoterm oldódás*, tehát az oldáshő előjele *negatív*. Ezt bizonyítja, hogy a kísérlet során a hőmérséklet *emelkedett/nőtt.*
Tehát a $CaCl_2$ rácsenergiája *kisebb*, mint a hidratációs hő.

5. Számoljunk! Lehetséges-e vagy csak reklámfogás, hogy annyi só és víz, amennyivel a kísérletet végezted elegendő arra, hogy a pohárban lévő 75 *ml* 20 $^{\circ}C$-os italod 65 $^{\circ}C$-os forró csokivá melegedjen, ha feltételezzük, hogy teljes és pillanatszerű a hőátadás?
A $CaCl_2$ oldáshője -82,9 *kJ/mol*.
További, a számoláshoz szükséges feltételezésekkel, közelítésekkel bátran, logikusan neked kell élned! A hiányzó adatokat a Négyjegyű függvénytáblázatból keresd ki!

Elsődlegesen tisztázandó: milyen mennyiségeket kell kiszámolni? Kétféle hőmennyiség ismerete szükséges: az ital felmelegítéséhez szükséges hőmennyiség, és az, amit ehhez befektetünk, ami a só oldódásából származik. Fontos, hogy meglegyen ez az elkülönítés, hiszen ennek tudatában válik megértetté a feladat.

1. Gondolatmenet
Mennyi hő szükséges a kívánt hőmérséklet-változás eléréséhez? Az ismert egyenlet alapján oldandó meg.

Elvárás: $m = \rho V$ alapján a felmelegítendő tea ($V = 75$ ml) tömegének becslése. Sűrűségét a víz sűrűségével ($1{,}00 \frac{g}{cm^3}$) közelítjük. → $m_{csoki} = 75$ g.
Fontos megjegyezni, hogy a pohár működése szerint először maga a sóoldat melegszik fel, s utána hővezetési és hőátadási folyamatokon keresztül a pohár tartalma. Ezért a számoláskor figyelembe kell venni az oldáshoz használt víz tömegét is. → $m_{víz} = 60$ g.
A folyadék fajhőjének értékét a víz fajhőjével közelítjük.

$\Delta T = 45\ ^oC$
$m = m_{csoki} + m_{víz} = 0{,}135\ kg$
$c = 4{,}17 \frac{kJ}{kg^oC}$
$Q = cm\Delta T = 25{,}33\ kJ$ *hő szükséges.*

Az oldódás során felszabaduló hőmennyiség kiszámítása.
A bemért tömegtől függően az eredmények változhatnak, de a nagyságrend a következő:
$m_{só} = 54{,}0\ g$
$M_{só} = 111 \frac{g}{mol}$
$n = \frac{m}{M} = 0{,}486\ mol$
$\Delta H_{old} = -82{,}9 \frac{kJ}{mol}$ → *0,486 mol só oldódásakor 40,3 kJ hő szabadul fel.*
Tehát elviekben elegendő a bemért mennyiségű sóból származó hőmennyiség arra, hogy felmelegítse az adott mennyiségű teát.

Megbeszélendő probléma: miért van a pohárban a szükséges hőmennyiségnél jóval többet fedező sómennyiség?
Elvárás: annak belátása, hogy először felmelegszik maga az oldat, s utána hővezetési és hőátadási folyamatokon keresztül a pohár tartalma. Ez veszteségekkel jár, hiszen nem tökéletesen szigetelt, a számolásban pedig feltételeztük a pillanatszerű, teljes átadást.

2. Gondolatmenet
Mennyi hő szabadul fel az oldódás során?
A fentiek alapján:
A számított hőmennyiség elviekben mekkora hőmérséklet-emelkedést tudna létrehozni akkora tömegű folyadékon, mint ami a forró csoki és az oldáshoz használt víz tömege?
Az alkalmazott közelítések ugyanazok, mint az előző esetben, a számításkor használt képlet pedig $\Delta T = \frac{Q}{cm} = 71{,}5\ °C$
Tehát elviekben elegendő a bemért mennyiségű só oldódásából származó hőmennyiség arra, hogy felmelegítse az adott mennyiségű forró csokit.

Megbeszélendő probléma: ha elvileg ekkora hőmérséklet-növekedés lehetséges, mi történik a gyakorlatban?

Elvárás: annak belátása, hogy először felmelegszik maga az oldat, s utána hővezetési és hőátadási folyamatokon keresztül a pohár tartalma. Ez veszteségekkel jár, hiszen nem tökéletesen szigetelt, a számolásban pedig feltételeztük a pillanatszerű, teljes átadást.

6. a) A felszabaduló hő nagyságán kívül milyen további szempontokat vennétek figyelembe, ha a ti feladatotok volna megtalálni a megfelelő anyagokat az italok gyártásának megkezdése előtt?
***A várt válaszok**: a só élettani hatása (még akkor is, ha alapvetően nem érintkezünk vele rendeltetésszerű használatkor), a kész termék mérete, a választott anyag előállítási, beszerzési költségei a termokémiai adatok mellett egyaránt meghatározóak, mérlegelni kell. Figyelembe kell venni környezetvédelmi szempontokat is.*
Ezeken kívül egyéb ötletek is adódhatnak, meg kell beszélni azon szempontok jogosultságát is.

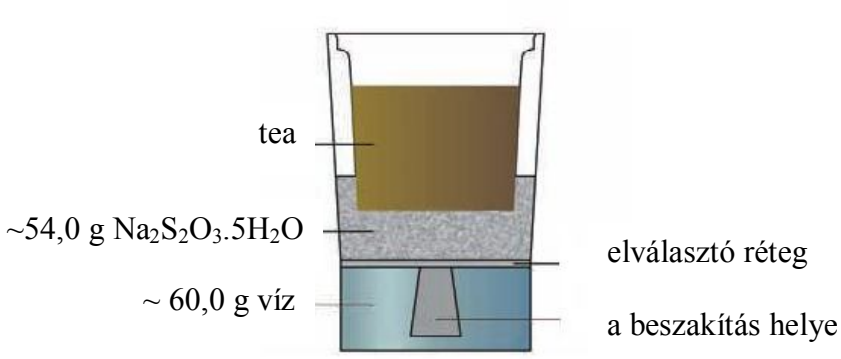
b) Gondolkodjatok el azon, hogy milyen hátrányai vannak az ilyen elven működő önmelegítő vagy önhűtő élelmiszerek terjedésének!
***A várt válaszok**: a belőlük származó hulladék mennyisége jelentős!*
***Megemlíthető még**: adalékanyagok, tartósítószerek egészségre való kérdéses hatása.*
Ezeken kívül egyéb ötletek is adódhatnak, meg kell beszélni azon szempontok jogosultságát is.

Házi feladat: Kémiai változásokat kihasználandó módszerek is léteznek italok, ételek, egyebek melegítésére, hűtésére. Nézz utána, hogy melyek ezek, és írd le a (füzetedbe a) működési elvüket és az alapvető kémiai reakciók egyenletét! Ha interneten keresel, jegyezd fel a weboldalak címét, ahol találtad ezeket!
A weblapok frissítésétől függően lehet találni magnézium és víz reakcióján, a vas rozsdásodásán stb. alapuló termékeket.

5.1.2. Endoterm oldódás

Jeges tea bárhol, bármikor!

Hogyan lehetséges ez? Az ábra az önhűtő jeges tea poharának felépítését mutatja:



1. Tervezzetek egy kísérletet, amellyel az önhűtő jeges tea poharának működését modellezitek!
A rendelkezésetekre álló anyagok, eszközök a következők: szilárd $Na_2S_2O_3.5H_2O$, víz, hőmérő, (mérleg,) mérőhenger, főzőpoharak, üvegbot. Írjátok le (pontokba szedve) a megtervezett kísérlet menetét!
Elvárások:

- *A diákok lássák be, hogy a só és víz kölcsönhatását kell vizsgálni.*
- *Ehhez ki kell mérni az ábráról leolvasható tömegarány szerint az anyagokat. (Mérleg és mérőhenger megfelelő használata.)*
- *Mivel a hőmérsékletnek és változásának szerepe van, meg kell mérni a víz hőmérsékletét a kísérlet előtt és a változást nyomon követve a végső, célszerűen a legalacsonyabb hőmérsékletet is.*

A kísérlettervezés lépései:

- Ha nem adtuk meg a kimért só tömegét, akkor *első lépés a mennyiségek megtervezése*. Célszerű és anyagtakarékos (→ környezetkímélő) az eredetihez képest tizedannyi anyaggal modellezni a pohár működését.
- *Kb. 5,4 g só lemérése mérlegen és kb. 6 g($\approx$ 6 cm^3) víz kimérése mérőhengerrel.*
- *A víz kezdeti hőmérsékletének rögzítése.*
- *A víz hozzáöntése a sóhoz.*
- *Keverés az oldódás elősegítésére, közben hőmérsékletmérés.*

2. Végezzétek el a kísérletet és jegyezzétek fel a tapasztalataitokat!
Elvárások:

- *A kísérlet szakszerű elvégzése, az eszközök helyes használata.*
- *A megfigyelések, tapasztalatok szabatos megfogalmazása.*

A várt tapasztalatok:

- *A szilárd, fehér színű só vízben igen jól oldódik.*
- *Az oldódás során a főzőpohár kézzel érezhetően lehűl, alátámasztás konkrét hőmérséklet-értékekkel.*

Megemlíthető:

- *Az oldódás segítése keveréssel.*
- *Az oldat igen tömény, feloldatlan kristályszemcsék is maradhatnak.*
- *Színváltozás stb. nem történik.*

3. a) Miért modellezhető az elvégzett kísérlettel a pohár működése?
A várt válasz:
Ugyanazokat az anyagokat használjuk és olyan arányban, mint ahogyan a pohárban van. S bár a körülmények mások, a lényeget, azaz a hűlést érezni, a hőmérsékletet mérni lehet.
(Fontos, hogy a diákok tisztában legyenek a modellezés jelentőségével, azzal, hogy mit jelent a modell a valósághoz képest. A megértést elősegítendő tovább lehet vinni a magyarázatot, és akár 2 különböző méretű pohár segítségével modellezni a pohár felépítését, működését.)

b) Milyen jelenségen alapul az önmelegítős pohár működési elve?
A várt válasz:
A jelenség az oldódás.

c) Fizikai változás vagy kémiai reakció történt?
A várt válasz:
Fizikai változás.

4. Egészítsd ki értelmes szöveggé a következő mondatokat!
A megfelelő válaszok:
A jelenséget kísérő energiaváltozás alapján ez folyamat *endoterm oldódás*, tehát az oldáshő előjele *pozitív*. Ezt bizonyítja, hogy a kísérlet során a hőmérséklet *csökkent.*
Tehát a $Na_2S_2O_3.5\ H_2O$ rácsenergiája *nagyobb*, mint a hidratációs hő.

5. Számoljunk! Lehetséges-e vagy csak reklámfogás, hogy annyi só és víz, amennyivel a kísérletet végezted elegendő arra, hogy a pohárban lévő 75 *ml* 25 $^{\circ}C$-os italod 15 $^{\circ}C$-os hideg teává hűljön, ha feltételezzük, hogy teljes és pillanatszerű a hőátadás?
A $Na_2S_2O_3.5H_2O$ oldáshője 47,4 *kJ/mol.*
További, a számoláshoz szükséges feltételezésekkel, közelítésekkel bátran, logikusan neked kell élned! A hiányzó adatokat a Négyjegyű függvénytáblázatból keresd ki!

Elsődlegesen tisztázandó: milyen mennyiségeket kell kiszámolni? Kétféle hőmennyiség ismerete szükséges: az ital felmelegítéséhez szükséges hőmennyiség, és az, amit ehhez befektetünk, ami a só oldódásából származik. Fontos, hogy meglegyen ez az elkülönítés, hiszen ennek tudatában válik megértetté a feladat.

1. Gondolatmenet
Mennyi hő szükséges a kívánt hőmérséklet-változás eléréséhez? Az ismert egyenlet alapján oldandó meg.
Elvárás: $m = \rho V$ alapján a felmelegítendő tea ($V = 75$ ml) tömegének becslése. Sűrűségét a víz sűrűségével ($1{,}00\ \frac{g}{cm^3}$) közelítjük. → $m_{tea} = 75$ g.
Fontos megjegyezni, hogy a pohár működése szerint először maga a sóoldat melegszik fel, s utána hővezetési és hőátadási folyamatokon keresztül a pohár tartalma. Ezért a számoláskor figyelembe kell venni az oldáshoz használt víz tömegét is. → $m_{víz} = 60$ g.

A folyadék fajhőjének értékét a víz fajhőjével közelítjük.

$\Delta T = 10\ ^oC$

$m = m_{tea} + m_{víz} = 0{,}135\ kg$

$c = 4{,}17\ \frac{kJ}{kg^oC}$

$Q = cm\Delta T = 5{,}63\ kJ$

Az oldódás során felszabaduló hőmennyiség kiszámítása.
A bemért tömegtől függően az eredmények változhatnak, de a nagyságrend a következő:

$m_{só} = 54{,}0\ g$

$M_{só} = 248\ \frac{g}{mol}$

$n = \frac{m}{M} = 0{,}217\ mol$

$\Delta H_{old} = 47{,}4\ \frac{kJ}{mol}$ $\longrightarrow$ *0,217 mol só oldódása 10,3 kJ hőt von el a környezettől.*

Tehát elviekben elegendő a bemért mennyiségű só oldódásával elvonódó hőmennyiség arra, hogy lehűtse az adott mennyiségű teát.

Megbeszélendő probléma: miért van a pohárban a szükséges hőmennyiségnél jóval többet fedező sómennyiség?
Elvárás: annak belátása, hogy először lehűl maga az oldat, s utána hővezetési és hőátadási folyamatokon keresztül a pohár tartalma. Ez veszteségekkel jár, hiszen nem tökéletesen szigetelt, a számolásban pedig feltételeztük a pillanatszerű, teljes átadást.

2. Gondolatmenet
Mennyi hő vonódik el a környezettől az oldódás során?
A fentiek alapján:
A számított hőmennyiség elviekben mekkora hőmérséklet-csökkenést tudna létrehozni 75 ml teán?
Az alkalmazott közelítések ugyanazok, mint az előző esetben, a számításkor használt képlet pedig $\Delta T = \frac{Q}{cm} = 18\ °C$
Tehát elviekben elegendő a bemért mennyiségű só oldódásával elvonódó hőmennyiség arra, hogy lehűtse az adott mennyiségű teát.

Megbeszélendő probléma: ha elvileg ekkora hőmérséklet-csökkenés lehetséges, mi történik a gyakorlatban?
Elvárás: annak belátása, hogy először lehűl maga az oldat, s utána hővezetési és hőátadási folyamatokon keresztül a pohár tartalma. Ez veszteségekkel jár, hiszen nem tökéletesen szigetelt, a számolásban pedig feltételeztük a pillanatszerű, teljes átadást.

6. a) Az elvont hő nagyságán kívül milyen további szempontokat vennétek figyelembe, ha a ti feladatotok volna megtalálni a megfelelő anyagokat az italok gyártásának megkezdése előtt?
***A várt válaszok**: a só élettani hatása (még akkor is, ha alapvetően nem érintkezünk vele rendeltetésszerű használatkor), a kész termék mérete, a választott anyag előállítási,*

beszerzési költségei a termokémiai adatok mellett egyaránt meghatározóak, mérlegelni kell. Figyelembe kell venni környezetvédelmi szempontokat is.
Ezeken kívül egyéb ötletek is adódhatnak, meg kell beszélni azon szempontok jogosultságát is.

b) Gondolkodjatok el azon, hogy milyen hátrányai vannak az ilyen elven működő önmelegítő vagy önhűtő élelmiszerek terjedésének!
***A várt válaszok**: a belőlük származó hulladék mennyisége jelentős!*
***Megemlíthető még**: adalékanyagok, tartósítószerek egészségre való kérdéses hatása.*
Ezeken kívül egyéb ötletek is adódhatnak, meg kell beszélni azon szempontok jogosultságát is.

Házi feladat: Kémiai változásokat kihasználandó módszerek is léteznek italok, ételek, egyebek melegítésére, hűtésére. Nézz utána, hogy melyek ezek, és írd le a (füzetedbe a) működési elvüket és az alapvető kémiai reakciók egyenletét! Ha interneten keresel, jegyezd fel a weboldalak címét, ahol találtad ezeket!
A weblapok frissítésétől függően lehet találni magnézium és víz reakcióján, a vas rozsdásodásán stb. alapuló termékeket.

5.2. Fényképek

5.2.1. A Premontrei Szent Norbert Gimnázium, Egyházzenei Szakközépiskola és Diákotthon **11.b** osztályában készült képek



***1. kép**: A 11.b osztály csoportjai munka közben.*



***2. kép**: A 7. csoport kísérletet tervez.*



***3. kép**: Az 1. csoport kísérletezés közben.*



***4. kép**: A 3. csoport.*

5.2.2. A Premontrei Szent Norbert Gimnázium, Egyházzenei Szakközépiskola és Diákotthon **10.c** osztályában készült képek



***5. kép**: Tanári útmutatás a 2. csoportnak.*



***6. kép**: Az 1. csoport munka közben.*



***7. kép**: A szükséges vízmennyiség kimérése – 5. csoport, háttérben a 6. csoport.*



***8. kép**: A 3. és 4. csoport munkálkodik.*

ÖSSZEFOGLALÁS

Szakdolgozati munkámban az IBST mint újszerű oktatásmódszertani megközelítés jellegzetességeit foglaltam össze azzal a szándékkal, hogy bármely érdeklődő kémiatanár számára segítség legyen, ötletforrásként szolgáljon.

A széleskörű irodalmi háttéren kívül fontosnak tartottam azt, hogy konkrét megvalósítás is álljon példaként, hiszen az elmélet önmagában sokszor nem elegendő, de legalábbis nem meggyőző. Élveztem a feladatsor kitalálásának folyamatát, a keresgélést, fejtörést. Utána a gyakorlati megvalósítás, a kipróbálás tanári feladatai nagy élményt jelentettek minden esetben. Öröm volt látni a feladatok sikerét a tanulók körében, ugyanakkor a dolgozatban részletesen közölt hiányokkal meglepően szembesültem.

Ezek a tapasztalatok is megerősítettek abban, hogy szükség van a szemléletmódosításra, arra, hogy nyissunk az újdonságok felé. Mindezt óvatosan, megfontoltan, a bevált hagyományainkkal, módszereinkkel összeegyeztetve.

Így lehet a megismerés után lassanként bevinni az IBST elveit a kémiaórákra, hogy a diákok az érdekes, motiváló kísérleteken, a hozzájuk kapcsolódó megfigyelésen, magyarázatokon keresztül is sajátítsanak el hasznos és szükséges ismereteket, kompetenciákat, hogy az élet különböző szituációiban alkalmazni tudják tudásukat, tapasztalataikat.

Bízom benne, hogy munkám hozzájárulhat a manapság méltatlanul alacsony népszerűségnek és megbecsülésnek „örvendő” kémia tárgy megítélésének javításához.

Hosszú a folyamat, de nem lehetetlen a cél, ha lelkes, hozzáértő, kitartó tanárok munkálkodnak érte…

IRODALOMJEGYZÉK

[1] Nagy Lászlóné előadása nyomán: http://www.kuttanar.hu/files/u1/nagylne_budapest_2008.pdf (2010. április 18-án megtekintve.)

[2] http://www.pisa.oecd.org/pages/0,3417,en_32252351_32235907_1_1_1_1_1,00.html (2010. április 18-án megtekintve.)

[3] Balázsi I., Ostorics L., Szalay B., PISA 2006 Összefoglaló jelentés, **2007**, Oktatási Hivatal http://www.oecd-pisa.hu/PISA2006Jelentes.pdf (2010. április 18-án megtekintve.)

[4] Millar, R., Osborne, J. F. (Eds.), Beyond 2000: *Science Education for the Future*. London: King's College, **1998**. http://www.kcl.ac.uk/content/1/c6/01/32/03/b2000.pdf (2010. április 18-án megtekintve.)

[5] Bruck, L. B., Towns, M. H., *Journal of Chemical Education* **2009**, *7*, 820-822.

[6] Rudd, J. A. and Greenbowe, T. J., Hand, B. M., Legg, M. J. *Journal of Chemical Education* **2001**, *12*, 1680-1686.

[7] Olson, S., Loucks-Horsley, S. *Inquiry and the National Science Education Standards*, **2000**. http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=9596 (2010. április 18-án megtekintve.)

[8] Hmelo-Silver, C. E., Duncan,R. E., Chinn, C. A., *Educational Psychologist* **2007**, April, 99-107.

[9] Bruck, L. B., Towns, M. H., *Journal of Chemical Education* **2009**, *7*, 820-822.

[10] Olson, S., Loucks-Horsley, S. *Inquiry and the National Science Education Standards*, **2000**, 29. http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=9596 (2010. április 18-án megtekintve.)

[11] Rudd, J. A. and Greenbowe, T. J., Hand, B. M., Legg, M. J. *Journal of Chemical Education* **2001**, *12*, 1680-1686.

[12] Olson, S., Loucks-Horsley, S. *Inquiry and the National Science Education Standards*, **2000**. http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=9596 (2010. április 18-án megtekintve.)

[13] Bruck, L. B., Towns, M. H., *Journal of Chemical Education* **2009**, *7*, 820-822

[14] Olson, S., Loucks-Horsley, S. *Inquiry and the National Science Education Standards*, **2000**. http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=9596 (2010. április 18-án megtekintve.)

[15] Kirschner, P. A. Sweller, J., Clark, R. E., *Educational Psychologist* **2006**, *June*, 75-86.

[16] Mayer, R. *American Psychologist*, **2004**, *59*, 14–19.

[17] Sweller, J., *Cognitive Science*, **1988**, *12*, 257–285.

[18] Colliver, J. A., *Academic Medicine*, **2000**, *75*, 259–266.

[19] Patel, V. L., Arocha, J. F., Kaufman, D. R., *The Psychology of Learning and Motivation: Advances in Research and Theory*, **1994**, *31*, 137–252.

[20] Hmelo-Silver, C. E., Duncan,R. E., Chinn, C. A., *Educational Psychologist* **2007**, April, 99-107.

[21] http://education.gouv.fr/bo/2000/23/ensel.htm (2010. április 18-án megtekintve.)

[22] http://ec.europa.eu/education/policies/2010/doc/compmst_en.pdf (2010. április 18-án megtekintve.)

[23] http://sinus-transfer.uni-bayreuth.de/home.html (2010. április 18-án megtekintve.)

[24] http://www.sinus-grundschule.de/ (2010. április 18-án megtekintve.)

[25] http://sinus-transfer.uni-bayreuth.de/modules/modular_concept.html (2010. április 18-án megtekintve.)

[26] http://www.ipn.uni-kiel.de/persons/stadler.html (2010. április 18-án megtekintve.)

[27] A budapesti *„Implementing Inquiry Based Science Teaching Through Teacher Networks”* konferenciáról: http://www.kuttanar.hu/node/69 (2010. április 18-án megtekintve.)

[28] http://ec.europa.eu/education/policies/2010/doc/compmst_en.pdf (2010. április 18-án megtekintve.)

[29] http://nysgjerrigper.no/Artikler_Engelske/in-english0 (2010. április 18-án megtekintve.)

[30] http://www.uv.uio.no/english/research/projects/mindingthegap/index.html (2010. április 18-án megtekintve.)

[31] Réti Mónika brosúrája http://www.kutdiak.hu/56-17461.php oldalon elérhető fájl: http://www.kutdiak.hu/dokumentumok/brossura_retimonika.doc (2010. április 18-án megtekintve.)

[32] http://www.viten.no/ (2010. április 18-án megtekintve.)

[33] http://www.inrp.fr/pegase-en/ (2010. április 18-án megtekintve.)

[34] http://www1.ind.ku.dk/mtg/wp3/scientificliteracy/videos (2010. április 18-án megtekintve.)

[35] A lyoni konferencián elhangzottak összefoglalója: https://www.ntnu.no/wiki/display/steam/MTG+Lyon+-+Day1 és https://www.ntnu.no/wiki/display/steam/MTG+Lyon+-+day2 (2010. április 18-án megtekintve.)

[36] TÁMOP-3.1.4-09/1 „Kompetencia alapú oktatás, egyenlő hozzáférés" - http://www.nfu.hu/doc/1833 oldalon elérhető fájl: http://www.nfu.hu/download/19644/TAMOP_3%201%204%20_09_1_KMR_Felhivas_090629_korrnelk.pdf (2010. április 18-án megtekintve.)

[37] TÁMOP - 4.2.3/08/1 „Tudományos eredmények elismerése és disszeminációja" - http://www.nfu.hu/doc/1274 oldalon elérhető fájl: http://www.nfu.hu/download/13636/%7B1%7DT%C3%81MOP-4.2.3%20Felh%C3%ADv%C3%A1s_konv._m%C3%B3d.pdf (2010. április 18-án megtekintve.)

[38] TÁMOP-3.1.5-09/A/2 Pályázati felhívása elérhető: http://www.nfu.hu/download/26562/P%C3%A1ly%C3%A1zati%20felh%C3%ADv%C3%A1s%203%201%205_A_2.pdf (2010. április 18-án megtekintve.)

[39] TÁMOP-3.2.3./09/2 – „'Építő közösségek', közművelődési intézmények az élethosszig tartó tanulásért" - http://www.nfu.hu/doc/2111 oldalon elérhető fájl: http://www.nfu.hu/download/26370/323_2_felhivas_ok_korr.pdf (2010. április 18-án megtekintve.)

[40] TÁMOP-3.1.3-10/1 és TÁMOP-3.1.3-10/2 „A természettudományos oktatás módszertanának és eszközrendszerének megújítása a közoktatásban" - http://www.nfu.hu/content/5307 oldalon elérhető fájl: http://www.nfu.hu/download/28009/Ttmutat%C3%B3%20T%C2%A6MOP%20313-10_2.pdf (2010. április 18-án megtekintve.)

[41] http://www.oh.gov.hu/letolt/okev/doc/ketszintu_erettsegi_2009maj/kemia_emelt_szob_kiserlet_b_2009maj.pdf (2010. április 18-án megtekintve.)

[42] Kessler, J. H., Galvani, P. M., *Inquiry in action: investigating matter through inquiry* - 3rd ed. „A project of the American Chemical Society Education Division, Office of K–8 Science", **2007**. http://www.inquiryinaction.org/download (2010. április 18-án megtekintve.)

[43] http://www.inquiryinaction.org/download (2010. április 18-án megtekintve.)

[44] http://www.inquiryinaction.org/ (2010. április 18-án megtekintve.)

[45] Olson, S., Loucks-Horsley, S. *Inquiry and the National Science Education Standards*, **2000**. http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=9596 (2010. április 18-án megtekintve.)

[46] Olson, S., Loucks-Horsley, S. *Inquiry and the National Science Education Standards*, **2000**. http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=9596 (2010. április 18-án megtekintve.)

[47] Kessler, J. H., Galvani, P. M., *Inquiry in action: investigating matter through inquiry* - 3rd ed. „A project of the American Chemical Society Education Division, Office of K–8 Science", **2007**, 237-322. http://www.inquiryinaction.org/download (2010. április 18-án megtekintve.)

[48] Olson, S., Loucks-Horsley, S. *Inquiry and the National Science Education Standards*, **2000**. http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=9596 (2010. április 18-án megtekintve.)

[49] Kessler, J. H., Galvani, P. M., *Inquiry in action: investigating matter through inquiry* - 3rd ed. „A project of the American Chemical Society Education Division, Office of K–8 Science", **2007**, 260-268. http://www.inquiryinaction.org/download (2010. április 18-án megtekintve.)

[50] Kessler, J. H., Galvani, P. M., *Inquiry in action: investigating matter through inquiry* - 3rd ed. „A project of the American Chemical Society Education Division, Office of K–8 Science", **2007**, 305-307. http://www.inquiryinaction.org/download (2010. április 18-án megtekintve.)

[51] Kessler, J. H., Galvani, P. M., *Inquiry in action: investigating matter through inquiry* - 3rd ed. „A project of the American Chemical Society Education Division, Office of K–8 Science", **2007**, 305-307. http://www.inquiryinaction.org/download (2010. április 18-án megtekintve.)

[52] Kessler, J. H., Galvani, P. M., *Inquiry in action: investigating matter through inquiry* - 3rd ed. „A project of the American Chemical Society Education Division, Office of K–8 Science", **2007**, 268. http://www.inquiryinaction.org/download (2010. április 18-án megtekintve.)

[53] Kessler, J. H., Galvani, P. M., *Inquiry in action: investigating matter through inquiry* - 3rd ed. „A project of the American Chemical Society Education Division, Office of K–8 Science", **2007**, 263. http://www.inquiryinaction.org/download (2010. április 18-án megtekintve.)

[54] Kessler, J. H., Galvani, P. M., *Inquiry in action: investigating matter through inquiry* - 3rd ed. „A project of the American Chemical Society Education Division, Office of K–8 Science", **2007**, 264. http://www.inquiryinaction.org/download (2010. április 18-án megtekintve.)

[55] Kessler, J. H., Galvani, P. M., *Inquiry in action: investigating matter through inquiry* - 3rd ed. „A project of the American Chemical Society Education Division, Office of K–8 Science", **2007**, 269-273. http://www.inquiryinaction.org/download (2010. április 18-án megtekintve.)

[56] Kessler, J. H., Galvani, P. M., *Inquiry in action: investigating matter through inquiry* - 3rd ed. „A project of the American Chemical Society Education Division, Office of K–8 Science", **2007**, 271. http://www.inquiryinaction.org/download (2010. április 18-án megtekintve.)

[57] Oliver-Hoyo, M T., Pinto, G., Llorens-Molina, J. A., *Journal of Chemical Education,* **2009**, *11*, 1277-1280.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönettel tartozom témavezetőmnek, *Dr. Szalay Luca* tanárnőnek a lelkes irányításért, a munkafolyamat gondos ellenőrzéséért, szakmai tanácsaiért.

Hálásan köszönöm *Szakmány Csaba* minden segítségét, javaslatát; a feladatok kipróbálására felajánlott két fizikaóráját a Premontrei Gimnáziumban, s a közben készített fényképeket.

Köszönöm *Kutrovácz Lászlónak*, az ELTE Trefort Ágoston Gyakorlóiskola kémiatanárának, hogy lehetővé tette az összeállított feladatsor gyakorlati megvalósítását tanítványai körében.

Köszönöm *Bárdy Péternek*, a gödöllői Premontrei Szent Norbert Gimnázium, Egyházzenei Szakközépiskola és Diákotthon igazgatójának, hogy jóváhagyta az iskola diákjaival történt kipróbálás során szerzett tapasztalatok közlését jelen dolgozatban.

Köszönet *Miskolcziné Munkácsi Ágnesnek*, hogy annyiszor jóváhagyta a 202-es (módszertani) labor használatát, ahol kísérletezhettem a gyakorlati megvalósítás előtt.