**Labancz István**

**A kémiai egyensúlyi állapot befolyásolása**

**(kémia óraterv)**

**Bevezetés**

Ez az óraterv jelenlegi formájában alkalmazkodik a Nemzeti alaptanterv (NAT 2012)[[1]](#footnote-1) és a rá épülő gimnáziumi kerettantervek ismeretköreihez és fejlesztési követelményeihez, az alábbiak szerint. A NAT 2012 Ember és természet műveltségterületéhez tartozó kémia közműveltségi tartalmak mindkét változata előírja a 9-10. évfolyamon a kémiai egyensúly, annak befolyásolása és a rendszerek szabályozásának tanítását.

* **1. változat:** *„Egyensúly, stabilitás.* A Le Châtelier–Braun-elv. Dinamikus kémiai egyensúly vizsgált anyagi rendszerben.

*Rendszerek szabályozása.* Ipari folyamatok szabályozásának lehetőségei.” (10757. oldal)

* **2. változat:** *„Kémiai egyensúly.* Adinamikus egyensúly fogalmának általánosítása, kapcsolata a reakciósebességekkel. Az egyensúlyt megváltoztató okok következményeinek elemzése. Az egyirányú, megfordítható és körfolyamatok hátterének megértése, a körfolyamat szabályozó lépéseinek felismerése. Telített oldat, oldódás és kristályosodás, illetve halmazállapot-változások értelmezése megfordítható, egyensúlyra vezető folyamatokként. A Le Châtelier–Braun-elv. Dinamikus kémiai egyensúly vizsgálata anyagi rendszerben. Az építőanyagok előállítása (mészoltás, mészégetés), az étel- vagy italkészítés (szódavíz) mint lineáris és körfolyamatok, valamint egyirányú, illetve megfordítható folyamatok sorozata. Ipari folyamatok szabályozásának lehetőségei.” (10770. oldal)

A NAT 2012-n alapuló gimnáziumi kerettantervek ismeretkörei és fejlesztési követelményei között is szerepel a téma. A Kerettanterv a gimnáziumok 9-12. évfolyama számára[[2]](#footnote-2) két változatában a következők találhatók a témával kapcsolatban.

* **A változat:** „Statikus, dinamikus és stacionárius egyensúly, stabil és metastabil állapot. A Le Châtelier–Braun-elv. (…) Dinamikus kémiai egyensúly vizsgálata kémiai rendszerben (szénsavas ásványvíz). Az egyensúlyt megváltoztató okok következményeinek elemzése.” (8. oldal)
* **B változat:** „A dinamikus kémiai egyensúlyi állapot kialakulásának feltételei és jellemzői. A tömeghatás törvénye. A Le Châtelier–Braun-elv és a kémiai egyensúlyok befolyásolásának lehetőségei, ezek gyakorlati jelentősége. A dinamikus kémiai egyensúlyban lévő rendszerre gyakorolt külső hatás következményeinek megállapítása konkrét példákon.” (10. oldal)

Az óratervben feldolgozott tanítási egység a 9. osztályos gimnáziumi kémia tananyagba illeszthető a reakciósebesség és a kémiai egyensúly tanítása után. Az ezt követő tanítási órákon, a sav-bázis egyensúlyok tárgyalása során lehetőség nyílik a kémiai egyensúly befolyásolásához kötődő ismeretek alkalmazására és további elmélyítésére.

**Adaptációs lehetőségek**

1. Ebben az óratervben a kémiai egyensúly hőmérséklet-változás hatására bekövetkező eltolásának lehetőségét a Co(II)-ion és akvakomplexe között beálló egyensúly segítségével mutatjuk be. Ha van lehetőség (jól szívó fülke) nitrogén-dioxid előállítására és az azzal való biztonságos munkára vagy rendelkezésre áll üveg ampullában leforrasztott nitrogén-dioxid – dinitrogén-tetraoxid gázelegy, akkor érdemesebb tanári demonstrációs kísérletben bemutatni a nitrogén-dioxid – dinitrogén-tetraoxid egyensúly eltolását hűtés és melegítés hatására az **5. melléklet**ben leírtak szerint.

A hőmérséklet-változás hatására bekövetkező egyensúlyeltolást így bemutatva alapórán meg kell adni a lejátszódó reakció egyenletét, valamint az abban részt vevő anyagok színét. Ezen információk alapján a diákok is megválaszolhatják azt a problémafelvető kérdést, hogy a részfolyamatok közül melyik exoterm és melyik endoterm. Tagozatos vagy emelt szintű érettségire készülő csoport esetén a két vegyület szerkezeti képletének ismerete alapján vagy annak megadása után a tanulók is kitalálhatják, hogy melyik az exoterm részfolyamat és melyik az endoterm.

2. Ha a kémiai egyensúlyi állapot befolyásolása témára egynél több tanítási óra áll rendelkezésünkre, akkor az óra tanulók által tervezett és kivitelezett kísérleteket tartalmazó (IBSE, azaz *inquiry based science education*, magyarul: kutatásalapú tanulás) része szervezhető úgy is, hogy a tanteremben négy helyszínt (információforrást) alakítunk ki, s ezeken a helyszíneken helyezzük el a feladat megoldásához szükséges információk ¼ – ¼ részét.

Jelen esetben pl.

első negyed: a rendelkezésre álló eszközök;

második negyed: a rendelkezésre álló vegyszerek és azok rövid ismertetése;

harmadik negyed: a feladat/probléma ismertetése, amelyre kísérletet kell tervezni;

negyedik negyed: a probléma megoldásához szükséges elméleti háttér összefoglalója.

Az eszközök és vegyszerek tálcán kikészítve helyezhetők el, az ismertetések és összefoglalók kinyomtatott lapokon találhatók az egyes helyszíneken.

Ebben az esetben érdemes a csoportokat irányítottan kialakítani. Célszerű még a csoportokon belül is irányítottan kiosztani a sorszámokat, és ezzel azt, hogy ki melyik forrásból szerez információt a feladat elvégzéséhez.

A munka kezdetén a tanár ismerteti a tanulókkal a feladatot, majd felszólítja őket arra, hogy keressék fel a számukra kijelölt információforrást, és ott az adott idő alatt csendes jegyzeteléssel próbáljanak minél több információt megszerezni a csoportjuknak. Az erre szánt idő letelte után a 4 fős csoportok ismét egyesülnek és az információk feldolgozásával nekifognak a kísérlet megtervezésének.

Természetesen e módszer alkalmazása során fontos, hogy a szaktanár és az osztály a csoportok által megtervezett kísérleteket azok elvégzése előtt frontális munkában megbeszélje és jóváhagyja.

A fent ismertetett módszer előnye, hogy segítségével kiküszöbölhető a csoportmunka során gyakran megjelenő „potyautas” feltűnése. Ennek oka, hogy végül a csoportteljesítmény nem a tagok munkájának összegeként, hanem a szorzataként alakul ki, s így biztosan senkinek nem lehet a teljesítménye nulla, mert ezzel nullázza a csoportteljesítményt is. (A módszer alkalmazható más IBSE feladatokra is.)

**Óraterv**

**A pedagógus neve:** Labancz István

**Műveltségi terület:** Ember és természet

**Tantárgy:** kémia

**Osztály:** 9.

**Az óra témája:** A kémiai egyensúlyi állapot befolyásolása

**Az óra cél- és feladatrendszere:**

* Értse meg a tanuló, hogy a kémiai egyensúly különböző hatásokkal megzavarható, de a zavaró hatás után új egyensúlyi állapot alakul ki.
* Képes legyen a tanuló az egyensúlyt megváltoztató okok következményeinek önálló elemzésére.
* A Le Châtelier–Braun-elv felismerése és alkalmazása több példán keresztül.
* A dinamikus kémiai egyensúly vizsgálata különböző anyagi rendszerekben.
* A tanulók által csoportmunkában tervezett és elvégzett kísérletek segítségével a természettudományos gondolkodás, a manuális készségek, az együttműködési és kommunikációs készségek fejlesztése.
* A kémiaórán tanultak összekapcsolása az ipari folyamatok szabályozásának lehetőségeivel.
* Igényesség kialakítása a hétköznapi jelenségek természettudományos magyarázatára.
* Annak bemutatása, hogy az elmélet hogyan épül be az ipar gyakorlatába.
* Annak felismerése, hogyan lehet egy több tényezőtől függő ipari folyamatot optimalizálni.

**Az óra didaktikai feladatai:**

* Ismétlés: a kémiai egyensúly és a tömeghatás törvénye.
* Motiváció: az egyensúly és megszűnésének jelentősége, okai és következményei hétköznapi példákon keresztül bemutatva.
* A kémiai egyensúlyi állapot befolyásolásának vizsgálata.
* A tanulók által tervezett kísérlet során annak vizsgálata, hogy a kiindulási anyagok vagy a termékek koncentrációjának megváltozása, hogyan hat a kémiai egyensúlyra.
* Tanári demonstrációs kísérletben annak bemutatása, hogy a hőmérséklet megváltozása hogyan hat a kémiai egyensúlyra.
* Hétköznapi jelenség tanári demonstrációja során annak bemutatása, hogy a nyomás megváltozása hogyan hat a kémiai egyensúlyra.
* A kísérletek tapasztalatainak összegzéseként a Le Châtelier–Braun-elv kimondása.
* Összefoglalás és alkalmazás, rögzítés, házi feladat.

**Tantárgyi kapcsolatok:**

* Biológia-egészségtan: homeosztázis, ökológiai, biológiai és lelki egyensúly.
* Fizika: egyensúly, energiaminimumra való törekvés, a folyamatok iránya, a termodinamika II. főtétele.

**Felhasznált források:**

* Veszprémi T. (2008): Általános kémia, Akadémiai Kiadó, Budapest
* Villányi A. (2009): Kémia a kétszintű érettségire, Kemavill Bt., Budapest
* Villányi A. (2009): Kémia feladatgyűjtemény a kétszintű érettségire, Kemavill Bt., Budapest
* Rózsahegyi M., Wajand J. (1991): 575 kísérlet a kémia tanításához, Tankönyvkiadó, Budapest
* Dr. Siposné Dr. Kedves É., Horváth B., Péntek Lné. (2008): Kémia 9., Általános kémiai ismeretek, Mozaik Kiadó, Szeged
* Dr. Lengyel B. (1990): Általános és szervetlen kémiai praktikum, Tankönyvkiadó, Budapest
* Dr. Hartmann H., Kromek S., Dr. Pálfalvi Ané., Dr. Perczel S. (1981): Kémiai kísérletgyűjtemény, Tankönyvkiadó, Budapest
* Irlanda D., Dr. Orosz Ené. (1984): Kémia kísérletgyűjtemény I-III., Tankönyvkiadó, Budapest

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Idő-keret** | **Az óra menete** | **Nevelési-oktatási stratégia** | | | **Megjegyzések** |
| **Módszerek** | **Tanulói munkaformák** | **Eszközök** |
| 0-4. perc | Ismétlés: megfordítható folyamat, dinamikus egyensúly, egyensúlyi állandó, tömeghatás törvénye. | Tanári kérdések. | Válaszadás a felmerülő kérdésekre. Aktív részvétel a beszélgetésben. |  |  |
| 5-7. perc | Motiváció: az emberi boldogság és a lelki egyensúly kapcsolata. A mérleghinta egyensúlya. Kibillenés a lelki egyensúlyból, a mérleghinta egyensúlyából – lehetséges okok és következmények. | Frontális megbeszélés [**1. a) melléklet**]. | Válaszadás a felmerülő kérdésekre. Aktív részvétel a beszélgetésben. |  |  |
|  | Az óra címének és témájának ismertetése. | Frontális közlés. | Jegyzetelés. | Tábla, kréta, toll füzet. (**4. melléklet**). |  |
| 8-11. perc | A kémiai egyensúlyi állapot befolyásolásának okai és lehetőségei. | Problémafelvetés: „Miért lehet szükség egy kémiai egyensúly befolyásolására?” „Milyen külső hatások képzelhetők el, amelyekkel befolyásolható a kémiai egyensúly?”  Frontális megbeszélés, kérdve kifejtés más egyensúlyok alapján. | Ötletbörze.  Analógiás gondolkozás.  Problémamegoldás egyénileg, majd osztályszinten. |  | Ha a dinamikus egyensúly fogalmának bevezetésekor volt szó olyan ipari folyamatokról, mint pl. az ammóniaszintézis vagy a kénsavgyártás, akkor erre vissza lehet utalni a megbeszélés során. |
| 12-16. perc | A koncentrációváltozás hatása a kémiai egyensúlyra: bizmut(III)-klorid vizes oldatában kialakuló egyensúly vizsgálata (csoportalkotás, a tanulói feladatlapok kiosztása, az 1. kísérlet elvégzése). | Csoportalkotás [**1.b) melléklet**]. Feladatlapok kiosztása (**2. melléklet** 1. oldala, 1. kísérlet). A feladat ismertetése, frontális közlés.  Tanulókísérlet kooperatív csoportmunkában (2-4 fős csoportokban). | Együttműködés a tanárral, majd a csoporttársakkal. Figyelmes, értő olvasás, majd kommunikáció a csoporttársakkal, az 1. kísérlet elvégzése és jegyzetelés. | Tanulói feladatlap (**2. melléklet**), toll, füzet. (**4. melléklet**) | A feladatlapot a diákok otthon beragasztják a füzetükbe (természetesen olyan módon, hogy mindkét oldala olvasható legyen). |
| 17-21. perc | A koncentrációváltozás hatása a kémiai egyensúlyra: a bizmut-klorid vizes oldatában kialakuló egyensúly vizsgálata, a kísérlettervek elkészítése, megbeszélése, véglegesítése) | a) Az IBSE módszerrel dolgozó osztályokban: tanulói kísérlettervezés.  A kísérlettervek frontális megbeszélése, egyeztetése [**3. melléklet** 1. oldala, 2. a) kísérlet].  b) A hagyományos módszerrel dolgozó osztályokban a receptszerűen leírt 2. b) kísérletek elolvasása. | A tanulókísérlet megtervezése kooperatív csoportmunkában.  Részvétel a kísérlettervek véglegesítésében. Vita. | Tanulói feladatlap, toll. |  |
| 22-30. perc | A koncentrációváltozás hatása a kémiai egyensúlyra: a bizmut-klorid vizes oldatában kialakuló egyensúly vizsgálata (a megtervezett 2. kísérlet elvégzése, tapasztalatok megállapítása és leírása). | A 2. kísérlet elvégzése kooperatív csoportmunkában (pármunka), majd a tapasztalatok megállapítása és rögzítése frontális osztálymunkával. | A tanulókísérletek végrehajtása, a tapasztalatok rögzítése, majd értelmezése páros vagy csoportmunkával, végül frontálisan. | Tábla, kréta, toll, füzet, feladatlap, a kísérlethez szükséges anyagok és eszközök. (**2.** és **6. melléklet**) |  |
| 31-35. perc | A hőmérséklet-változás hatása az egyensúlyi rendszerekre. | Tanári magyarázat a vizsgált egyensúlyi rendszerről.  Demonstrációs kísérlet (a kobalt(II)-ionból és akvakomplexéből álló egyensúlyi rendszer befolyásolása a hőmérséklet változtatásával).  A tapasztalatok frontális megbeszélése. | Figyelem. Részvétel a tapasztalatok frontális értelmezésében. A kísérlet tapasztalatainak leírása a tanulói feladatlap 2. oldalának megfelelő részére. | Tábla, kréta, toll, feladatlap, a kísérlethez szükséges anyagok és eszközök. [**1.c), 2., 3., 4.** és **6. melléklet**]. | A reakcióegyenlet és a kísérletek eredményének értelmezése a komplexion-fogalom bevezetése nélkül, a vegyületek képletének és színének megadásával [**1.c) melléklet**]. Ha lehetőség van a NO2- N2O4 rendszer vizsgálatára, akkor azt kell elvégezni (**5. melléklet**). |
| 36-39. perc | A nyomásváltozás egyensúlyi rendszerekre gyakorolt hatásának vizsgálata. | Problémafelvető tanári kísérlet: egy palack szénsavas ásványvíz felbontása.  A tapasztalatok magyarázatának keresése frontálisan. | Problémamegoldás. Figyelem. Részvétel a tapasztalatok frontális értelmezésében. A kísérlet tapasztalatainak leírása a tanulói feladatlap 2. oldalának megfelelő részére. | Tábla, kréta, feladatlap, toll, szükséges anyagok és eszközök. (**2., 4.** és **6. melléklet**) |  |
| 40-45. perc | A kémiai egyensúlyt befolyásoló hatások rendszerezése, majd a Le Châtelier–Braun-elv kimondása és érvényesülésének alkalmazása az ammóniaszintézis paramétereinek magyarázatára. A házi feladat kiadása. | Összegzés, általánosítás induktív módon. Frontális osztálymunka. | Az általános összefüggés keresése, kimondása. A kísérlet tapasztalatainak leírása a tanulói feladatlap 2. oldalának megfelelő részére. | Tábla, kréta, toll, füzet (**4. melléklet**), tankönyv, munkafüzet. |  |

**1. melléklet: Tanári segédanyag (ötletek, leírások, megjegyzések)**

**a) Óraindító motiváció**

Az óra vezetése és a motiváció mindig függ a tanár személyiségétől és az adott csoport összetételétől. Alább a téma bevezetésére a sok lehetőség közül csak egy olvasható. A kémiai egyensúly befolyásolási módjainak tárgyalásakor azonban hangsúlyozni kell, hogy az eltér az alábbi analógiáktól, amennyiben ott külső beavatkozás nélkül is újra beáll (egy másik) egyensúly.

A mai órán a kémiai egyensúlyi rendszerekről szerzett ismereteinket fogjuk mélyíteni. A továbblépéshez szükséges, hogy egy kicsit kitekintsünk a kémiából, és szétnézzünk egyensúlyügyben más területen is.

Lássuk a számunkra legfontosabb egyensúlyi állapotot, a boldogságot! Remélem éreztétek már, milyen nagyszerű érzés, amikor azt mondhatja az ember magáról: „Boldog vagyok!” Azt is biztosan megtapasztaltátok, hogy sajnos ebből az állapotból valamilyen külső hatásra könnyen kibillenhetünk, és aztán megint jön egy hosszabb-rövidebb időszak, amikor keressük az elhagyott egyensúlyunkat. Milyen jó érzés, amikor újra megtaláljuk! Frank Herbert amerikai sci-fi író, aki többek között A Dűne című regényt írta, nagyon tömören így fogalmazott: „Egyensúly: ez a kulcs.”

Egy másik, a boldogságnál sokkal könnyebben elérhető egyensúly volt az, amikor kisgyermekkorodban a mérleghintát próbáltátok úgy megállítani, hogy mindkettőtök lába a levegőben legyen. Akkor is arra törekedtetek, hogy a kialakult egyensúly minél tovább fennmaradjon. Ez viszont már kőkemény fizika. Hogyan lehet egy ilyen egyszerű fizikai rendszert, mint a mérleghinta kibillenteni az egyensúlyából?

A kémiai egyensúlyok is hasonlítanak valamelyest az előbb említett két egyensúlyi rendszerre. Valamilyen külső hatásra ezek is megzavarhatók, és a kémiai egyensúlyi állapot megszűnése után itt is van arra lehetőség, hogy új egyensúlyi állapot alakuljon ki (bár itt az egyensúly beállása külső beavatkozás nélkül is megtörténik). Valószínűleg bonyolultabb egy kémiai egyensúly, mint a mérleghinta egyensúlya, de semmi esetre sincs olyan bonyolult, mint az emberi lélek egyensúlya. Tehát megismerhető. Ez lesz a mai óránk témája:

**A kémiai egyensúlyi állapot befolyásolása**

**b) Kooperatív munkamódok**

A kísérlettervek kidolgozása történhet 4 fős csoportokban, amelyek kialakítása lehet véletlenszerű. Ha a pedagógus indokoltnak tartja, akkor természetesen élhet az irányított csoportalkotás lehetőségével is.

A 4 fős csoportokat a kísérlettervek megbeszélése és jóváhagyása után esetleg érdemes párokra osztani, mivel az elvégzendő kísérletek egyszerűek. A tapasztalat azt mutatja, hogy a diákok szeretnek párokban dolgozni. (A munka így kémiai élményen túl talán közösségi élmény is.)

**c) A hőmérsékletfüggés bemutatása**

A kémiai egyensúly hőmérséklet-változás hatására bekövetkező eltolódásának bemutatása demonstrációs kísérletben történik a kobalt(II)-ionok és a kobalt(II)-ionok akvakomplexe között kialakuló egyensúly segítségével.

**A kísérlet leírása és a tapasztalatok:**

Oldjunk nagyméretű kémcsőben kb. 1 gramm kristályos kobalt(II)-kloridot 10 cm3 etil-alkoholban vagy izopropil-alkoholban! A kapott mélykék színű oldathoz addig csepegtessünk desztillált vizet, amíg az oldat rózsaszínű lesz! Ha a rózsaszínű oldatot tartalmazó kémcsövet forró vízzel teli pohárba tesszük, akkor az oldat megkékül. Ha ezt a rendszer ismét lehűtjük, akkor az oldat rózsaszín lesz. Az egyensúly hőmérséklet-változás hatására történő eltolása többször megismételhető.

**Magyarázat:**

(A fogalomhasználatról: A 9. évfolyamon nem tananyag a komplexion fogalma, de ezek felírása nélkül nehezen értelmezhető a folyamat.)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | exoterm |  |  |  |
| Co2+ | + | 6 H2O | ⇌ | [Co(H2O)6]2+ |  |  |
|  |  |  | endoterm |  |  |  |
| kék |  |  |  | rózsaszín |  |  |

Izopropil-alkoholban oldva a kristályos kobalt(II)-kloridot, az oldatban a kis vízkoncentráció miatt Co2+- ésCl-- ionok lesznek, s nem alakul ki az akvakomplex. Megfelelő mennyiségű desztillált víz hozzáadásával biztosítható az akvakomplex kialakulásának feltétele, ezért lesz az oldat rózsaszínű (koncentrációváltozással történő egyensúlyeltolás). A hőmérséklet emelése (melegítés) az akvakomplex felbomlásának folyamatát segíti, ezért tolódik el a folyamat a komplex bomlásának az irányába, s lesz az oldat kék színű.

**Megjegyzések:**

* A vizsgált rendszer tárgyalása során nem érdemes a komplexion kifejezést használni, hanem az „akvakomplexet ”eddig ismeretlen típusú kémiai részecske”-ként célszerű említeni. (Az érdeklődő diákoknak szakkörön kinyitható, körbejárható a téma.)
* Az egyensúly eltolása. A kobalt-kloridos rendszer a fenti egyenletben feltüntetettnél bonyolultabb, hiszen nem a kobalt(II)ionok akvakomplexszé alakulásáról van szó, hanem alkoholátokomplexek átalakulásáról akvakomplexekké. Ez azonban szintén olyan információ, amellyel ezen a szinten nem érdemes terhelni a diákokat.

**2. a) melléklet: Tanulói feladatlap (tanulói kísérlettervezéssel)**

Az első vizsgálatunkban annak járunk utána, hogy a koncentráció megváltozása hogyan befolyásolja az egyensúlyi rendszert.

**Balesetvédelem:**

a) Ellenőrizzük az eszközök épségét.

b) Tiszta eszközöket használunk az egyes anyagokhoz.

c) Köpenyt, gumikesztyűt és védőszemüveget használunk.

d) A bizmut(III)-klorid erős méreg és a sósav maró hatású!

**1. kísérlet:** A kémcsőben lévő bizmut(III)-klorid-oldathoz csöpögtessetek desztillált vizet addig, amíg valamilyen változást észleltek!

Tapasztalat: ……………………………………………………………………………………

…………………………………………………………………………………………………...

Magyarázat: BiCl3 + H2O ⇌ BiOCl + HCl

A keletkező BiOCl (bizmut-oxiklorid) fehér csapadék.

**2. kísérlet:** Az előbbi kísérletben keletkezett csapadékos oldat és a tálcán lévő többi anyag és eszköz felhasználásával tervezzetek kísérletsorozatot a következők bizonyítására:

a) A termékek hozzáadása az egyensúlyt a kiindulási anyagok képződése irányába tolja el.

b) A kiindulási anyagok hozzáadása az egyensúlyt a termékek képződése irányába tolja el.

Írjátok le a tervezett kísérletsorozat lépéseit, de csak azután végezzétek el, miután közösen megbeszéltük azokat!

A kísérletek terve:

…………………………………………………………………………………………………...

…………………………………………………………………………………………………...

…………………………………………………………………………………………………...

…………………………………………………………………………………………………...

…………………………………………………………………………………………………...

…………………………………………………………………………………………………...

…………………………………………………………………………………………………...

…………………………………………………………………………………………………...

…………………………………………………………………………………………………...

…………………………………………………………………………………………………...

…………………………………………………………………………………………………...

Tapasztalataitokat a következő oldalon található első táblázatban foglaljátok össze!

A mai órán elvégzett tanulókísérlet vagy látott tanári kísérletek tapasztalatait az alábbi táblázatokban gyűjtsétek össze!

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| BiCl3 | + | H2O | ⇌ | BiOCl | + | HCl |
|  |  |  |  | fehér csapadék |  |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| külső hatás: | tapasztalat: | magyarázat: |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | exoterm |  |  |  |
| Co2+ | + | 6 H2O | ⇌ | [Co(H2O)6]2+ |  |  |
| kobalt-klorid alkoholos oldata |  |  | endoterm |  |  |  |
| kék |  |  |  | rózsaszín |  |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| külső hatás: | tapasztalat: | magyarázat: |
|  |  |  |
|  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| CO2(g) | + | H2O(f) | ⇌ | H2CO3(aq) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| külső hatás: | tapasztalat: | magyarázat: |
|  |  |  |

**2. b) melléklet: Tanulói feladatlap (receptszerű kísérletleírásokkal)**

Az első vizsgálatunkban annak járunk utána, hogy a koncentráció megváltozása hogyan befolyásolja az egyensúlyi rendszert.

**Balesetvédelem:**

a) Ellenőrizzük az eszközök épségét.

b) Tiszta eszközöket használunk az egyes anyagokhoz.

c) Köpenyt, gumikesztyűt és védőszemüveget használunk.

d) A bizmut(III)-klorid erős méreg és a sósav maró hatású!

**1. kísérlet:** A kémcsőben lévő bizmut(III)-klorid-oldathoz csöpögtessetek desztillált vizet addig, amíg valamilyen változást észleltek!

Tapasztalat: ……………………………………………………………………………………...

…………………………………………………………………………………………………...

Magyarázat: BiCl3 + H2O ⇌ BiOCl + HCl

A keletkező BiOCl (bizmut-oxiklorid) fehér csapadék.

**2. kísérlet:** Végezzétek el az alábbi kísérleteket, írjátok le a tapasztalataitokat és magyarázzátok meg azokat a reakció egyenlete alapján!

**a) kísérlet**: A kémcsőben lévő csapadékos oldathoz csöpögtessetek sósavoldatot addig, amíg változást észleltek.

Tapasztalat: ……………………………………………………………………………………...

…………………………………………………………………………………………………...

**b) kísérlet:** A 2. a) kísérletben keletkezett anyaghoz csöpögtessetek a kémcsőbe desztillált vizet addig, amíg valamilyen változást észleltek!

Tapasztalat: ……………………………………………………………………………………...

…………………………………………………………………………………………………...

**c) kísérlet**: A 2. b) kísérletben keletkezett anyaghoz csöpögtessetek a kémcsőbe sósavoldatot addig, amíg valamilyen változást észleltek!

Tapasztalat: ……………………………………………………………………………………...

…………………………………………………………………………………………………...

**d) kísérlet**: A 2. c) kísérletben keletkezett anyaghoz csöpögtessetek a kémcsőbe desztillált vizet addig, amíg valamilyen változást észleltek!

Tapasztalat: ……………………………………………………………………………………...

…………………………………………………………………………………………………...

Tapasztalataitokat a következő oldalon található első táblázatban is foglaljátok össze!

A mai órán elvégzett tanulókísérlet vagy látott tanári kísérletek tapasztalatait az alábbi táblázatokban gyűjtsétek össze!

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| BiCl3 | + | H2O | ⇌ | BiOCl | + | HCl |
|  |  |  |  | fehér csapadék |  |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| külső hatás: | tapasztalat: | magyarázat: |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | exoterm |  |  |  |
| Co2+ | + | 6 H2O | ⇌ | [Co(H2O)6]2+ |  |  |
| kobalt-klorid alkoholos oldata |  |  | endoterm |  |  |  |
| kék |  |  |  | rózsaszín |  |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| külső hatás: | tapasztalat: | magyarázat: |
|  |  |  |
|  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| CO2(g) | + | H2O(f) | ⇌ | H2CO3(aq) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| külső hatás: | tapasztalat: | magyarázat: |
|  |  |  |

**3. melléklet: Tanári segédlet a Tanulói feladatlap kitöltéséhez**

**A tanulókísérletekhez szükséges eszközök és anyagok:**

* 0,1 mol/dm3 bizmut(III)-klorid-oldat
* 2 mol/dm3 sósavoldat
* desztillált víz
* 1 kémcső [benne kb. 1 cm3 0,1 mol/dm3 bizmut(III)-klorid-oldat]
* kémcsőállvány
* cseppentő
* kis méretű főzőpohár (benne desztillált vagy ioncserélt víz)

**A tanulókísérlethez** egy kémcsőbe kb. 1 cm3 0,1 mol/dm3 koncentrációjú bizmut(III)-klorid-oldatot kell készíteni minden tálcára.

A kísérletek terve:

**1. A csapadékos oldathoz addig kell csepegtetni sósavoldatot, amíg a csapadék teljesen feloldódik.**

**2. A kitisztult oldathoz vizet kell csöpögtetni addig, amíg leválik a csapadék.**

**3. Az 1-2. lépéseket legalább egyszer meg kell ismételni.**

Tapasztalatok:

* **Az 1 cm3 térfogatú bizmut(III)-klorid-oldathoz kb. 10 csepp desztillált vizet kell adni ahhoz, hogy a fehér bizmut-oxiklorid csapadék leváljon.**
* **A következő lépésben kb. 9-10 csepp 2 mol/dm3 koncentrációjú sósavoldat hozzáadására kitisztul az oldat.**
* **Másodszor már. kb. 50 csepp desztillált víz hozzáadására válik le a fehér csapadék és kb. 25 csepp 2 mol/dm3 koncentrációjú sósavoldat hozzáadására tisztul ki ismét az oldat.**

**Megjegyzések:**

1. Felmerülhet, hogy bizmut(III)-klorid hozzáadásával is eltolható lenne az egyensúly a termékek képződésének irányában. Azonban ez bizmut(III)-klorid-oldat adagolásával nem valósítható meg, hiszen az oldat elég sok sósavat tartalmaz ahhoz, hogy oldatban tartsa a benne lévő bizmut(III)-ionokat. Szilárd bizmut(III)-klorid adagolását viszont csak elméletben érdemes megbeszélni, mivel a vegyület nagyon mérgező, és el kell kerülni a sok veszélyes hulladék keletkezését.

2. Felvetődhet esetleg az az ötlet is, hogy a sósav mellett a másik termék, a bizmut-oxiklorid adagolásával is meg lehetne próbálni eltolni az egyensúlyt a kiindulási anyagok képződése irányában. Azonban az nem vezet látványos eredményre, ha a fehér csapadék egy része feloldódik az oldatban már ott lévő sósavban.

3. A szén-dioxid és víz kettős (fizikai és kémiai) egyensúlyának szétválasztása a tananyag e részében nem szükséges, mert nagyon bonyolulttá tenné a magyarázatot. Később, a szervetlen kémia tanításakor kell erre kitérni.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| BiCl3 | | + | H2O | ⇌ | BiOCl | | + | HCl |
|  | |  |  |  | fehér csapadék | |  |  |
| külső hatás: | | tapasztalat: | | | | | magyarázat: | | | |
| **+ H2O** | | **fehér csapadék** | | | | | **a kiindulási anyag koncentrációjának növekedése hatására az egyensúly a termék képződésének irányába tolódik el** | | | |
| **+ HCl** | | **a csapadék feloldódik** | | | | | **a termék koncentrációjának növekedése hatására az egyensúly a kiindulási anyagok képződésének irányába tolódik el** | | | |
| **+ H2O** | | **fehér csapadék** | | | | | **a kiindulási anyag koncentrációjának növekedése hatására az egyensúly a termék képződésének irányába tolódik el (stb.)** | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | |  |  | exoterm | |  |  |  |
| Co2+ | | + | 6 H2O | ⇌ | | [Co(H2O)6]2+ |  |  |
| kobalt-klorid  alkoholos oldata | |  |  | endoterm | |  |  |  |
| kék | |  |  |  | | rózsaszín |  |  |
| külső hatás: | | tapasztalat: | | | | magyarázat: | | | | |
| **melegítés** | | **az egyensúlyi rendszer színe a kék felé tolódott** | | | | **melegítés hatására az egyensúly az endoterm részfolyamat irányába tolódik el** | | | | |
| **hűtés** | | **az egyensúlyi rendszer színe a rózsaszín felé tolódott** | | | | **hűtés hatására az egyensúly az exoterm részfolyamat irányába tolódik el** | | | | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| CO2 | + | H2O | ⇌ | H2CO3 | |
| külső hatás: | tapasztalat: | | | | | | magyarázat: | |
| **a flakon kupakjának eltávolítása**  **(a nyomás csökkentése)** | **pezsgés (a szén-dioxid felszabadulása)** | | | | | | **a nyomás csökkentésére az egyensúly a nyomást növelő részfolyamat felé tolódik el** | |

**4. melléklet: Táblakép**

**A kémiai egyensúlyi állapot befolyásolása**

1.) a koncentrációk változtatásával

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | BiCl3+ | H2O | ⇌ |  | BiOCl | + | HCl |
|  |  |  |  |  | fehér csapadék |  |  |

2.) a hőmérséklet változtatásával

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | exoterm |  |  |  |
| Co2+ | + | 6 H2O | ⇌ | [Co(H2O)6]2+ | + |  |
|  |  |  | endoterm |  |  |  |
| kék |  |  |  | rózsaszín |  |  |

3.) a nyomás változtatásával

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| CO2 | + | H2O | ⇌ | H2CO3 |

A megfigyelések, megállapítások összegzése, általánosítása: Le Châtelier–Braun-elv.

**5. melléklet: Kísérletleírás a nitrogén-dioxid és dinitrogén-tetraoxid egyensúlyának vizsgálatához**

* Állítsunk elő nitrogén-dioxidot réz és tömény salétromsav reakciójával egy 300 cm3-es Erlenmeyer-lombikban!
* Szívjunk ki egy nagyméretű fecskendővel 100 ml-t a nitrogén-dioxidból, és töltsük át azt egy 100 cm3-es Erlenmeyer- vagy gömblombikba, és zárjuk le a lombikot gumidugóval!
* Töltsünk meg az előzőhöz hasonló módon egy másik lombikot is, ügyelve arra, hogy a két lombikban a vörösbarna szín intenzitása, azaz a két lombikban a gáz koncentrációja közel azonos legyen!
* Az egyik nitrogén-dioxiddal töltött lombikot összehasonlításra szolgál.
* A másik nitrogén-dioxiddal töltött lombikot helyezzük jeges vízbe, vagy sóból és jégből készített hűtőkeverékbe, majd a változás megfigyelése után meleg (kb. 60 °C-os) vízbe!

**Megjegyzések:**

1. Ha rendelkezésre áll nitrogén-dioxid és dinitrogén-tetraoxid gázok elegyével megtöltött, üvegből készült és leforrasztott ampulla, akkor annak jeges vízbe, illetve meleg vízbe helyezésével a fenti kísérlet sokkal egyszerűbben kivitelezhető. A legjobb az, ha az ampulla kétágú, és így az egyik ága hűthető, míg ezzel párhuzamosan a másik ága melegíthető.

2. Mivel ebben a kísérletben nem szerepelnek komplexionok, az egyenlet sokkal egyszerűbb. Ezért a tanulók számára ez a kísérlet sokkal könnyebben megérthető, mint a kobalt(II)-ionokat tartalmazó oldattal végzett kísérlet.

**6. melléklet: Technikai segítség**

**I. Anyagok és eszközök**

1. A bizmut-kloridos kísérlet anyagai és eszközei (tanulókísérlet):

* 0,1 mol/dm3 bizmut(III)-klorid-oldat
* 2 mol/dm3 sósavoldat
* desztillált víz
* 2 kémcső (bennük kb. 1-1 cm3 0,1 mol/dm3 bizmut(III)-klorid-oldat)
* kémcsőállvány
* cseppentő
* kis méretű főzőpohár (benne desztillált vagy ioncserélt víz)

A bizmut(III)-klorid-oldat készítése:

50 cm3 0,1 mol/dm3 koncentrációjú bizmut(III)-klorid-oldat készítéséhez 1,58 g BiCl3-ot kell feloldani 20 cm3 2 mol/dm3 koncentrációjú sósavoldatban. Addig kell kavargatni, amíg az oldat teljesen kitisztul, majd desztillált vagy ioncserélt vízzel fel kell tölteni 50 cm3-re.

2. A kobalt(II)-komplexeinek vizsgálatához (tanári kísérlet):

* 1 db nagyméretű kémcső
* 1 g kristályos kobalt(II)-klorid
* 10 cm3 etanol vagy izopropil-alkohol
* desztillált víz
* egy főzőpohárnyi meleg víz (60-80 °C)
* egy főzőpohárnyi hideg víz

3. A nyomás egyensúlyt befolyásoló hatásának vizsgálatához

* 1 db 0,5 literes szénsavas ásványvíz (fölbontatlan, gyári palackozású).

**II. Balesetvédelem, elsősegélynyújtás és hulladékkezelés**

1. A vegyszerek kezelésekor mindig be kell tartani a biztonsági adatlapjaikon szereplő előírásokat.

2. A bizmut(III)-ion és a kobalt(II)-ion nehézfém-szennyezést okozó, erősen mérgező anyagok. Ezért csak a lehető legkisebb mennyiségeket szabad belőlük használni, amelyekkel a kísérletek még jól látható eredményre vezetnek. A kísérletek során keletkező hulladékokat a megfelelő hulladékgyűjtőben kell elhelyezni és gondoskodni kell annak szabályos megsemmisítéséről is.

3. A kobalt(II)-ionokat tartalmazó egyensúlyi rendszert (a szerves oldószer használata miatt) nem nyílt lángon, hanem vízfürdőn kell melegíteni.

**REFLEXIÓ**

**A pedagógus neve:** Labancz István

**Műveltségi terület:** Ember és természet

**Tantárgy:** kémia

**Osztály:** Az óraterv kipróbálása a Kecskeméti Református Gimnázium 2014/2015. tanévben 9.c osztályos kémia tagozatos csoportjában történt.

**Az óra témája:** A kémiai egyensúlyi állapot befolyásolása

**Kitűzött célok és fejlesztési követelmények:** Lásd a fenti óravázlatban.

**Tapasztalatok:**

Az óraterv két lehetséges verziójából ebben a tanévben azt tudtam kipróbálni, melyben a diákok tanulói kísérlettervezéssel, s nem receptszerű kísérletleírásokkal végzik el a feladatot.

A 20 fős csoport a laboratóriumunkban úgy foglal helyet, hogy a szigetszerűen elhelyezett 4 fős asztaloknál 2 pár ül szemben egymással. Így lehetőség adódik a 4 fős csoportmunkára (kísérlettervezés) és a páros munkára is (a megtervezett kísérlet elvégzése). Az elvégzendő munka hatékonysága szempontjából ezt a lebonyolítási módot ideálisnak tartom. Előnye, hogy a 20 fős csoportban 5 kísérletterv születik. Ez elegendő ahhoz, hogy belőlük a végső kísérletterv összeállhasson, de lehetőséget nyújt arra is, hogy az összes kísérletterv elhangozzék az órán.

Ezen és más olyan órákon is, amikor a tanulók terveznek kísérletet, nagyon fontos a pontos laboránsi munka (ha van laboráns), és a kísérleti tálcák hiba nélküli előkészítése. Annyira feszített az óra tempója, hogy az apróbb hiányosságok pótlására és a belőlük adódó félreértések korrigálására fordított idő meghiúsíthatja az óra céljainak elérését.

A tanulói kísérlettervezéssel az a tapasztalatom, hogy nagyon szeretik a diákok ezt a munkaformát, de gyakorlatot kell benne szerezniük. Ezzel a csoporttal a tanév során korábban már próbálkoztam kísérlettervezős órákat tartani, ám azok valóban csak próbálkozás szinten maradtak. Amit félre lehetett érteni, azt a diákok mind félreértették (pl. a vízfürdőből vettek mintát) és az időből is kicsúsztunk azokon az órákon. Ezek a tapasztalatok viszont fontosak voltak a diákoknak és nekem is annak érdekében, hogy ennek az órának a céljai megvalósulhassanak.

Az óra kipróbálása során sikerült elvégezni a kísérlettervezést, a tanulókísérletet és a két demonstrációs kísérletet is. Ezek tapasztalatait táblázatba foglaltuk, majd rendszereztük a tanítási óra végét jelző csengőszóig. A Le Châtelier–Braun-elv kimondására nem maradt idő. Ezt, az általános elv keresését és megfogalmazását kapták házi feladatként a tanulók.

Lakitelek, 2015. május 15.

Labancz István

1. A Kormány 110/2012 (VI.4.) rendelete a Nemzeti alaptanterv kiadásáról, bevezetéséről és alkalmazásáról, Magyar Közlöny, 2012. évi 66. szám , letölthető: <http://www.budapestedu.hu/data/cms149320/MK_12_66_NAT.pdf>, (utolsó letöltés: 2014. 08. 18.) [↑](#footnote-ref-1)
2. 51/2012. (XII. 21.) számú EMMI rendelet 3. melléklete, letölthető: <http://kerettanterv.ofi.hu/03_melleklet_9-12/index_4_gimn.html> (utolsó letöltés: 2014. 08. 16.) [↑](#footnote-ref-2)