



PÉCSI TUDOMÁNYEGYETEM
UNIVERSITY OF PÉCS

H-7633 Pécs, Szántó Kovács János u. 1/b.
Tel.: +36 72 501-500

K A P O S V Á R I
E G Y E T E M

H-7400 Kaposvár,
Dr. Guba Sándor u. 40.
Tel.: +36 82 505-800

TÁMOP-4.1.2-08/1/B-2009-0003

Fejlesztő neve:

BODÓ JÁNOSNÉ

MA szak: kémiatanár

Kurzus: a kémia tanításának módszertana

Modul címe:

VÁLTOZATOK SAV-BÁZIS REAKCIÓRA 2.

1. Az óra tartalma – A tanulási téma bemutatása:

A sav-bázis folyamatok témaköre kiválóan alkalmas a különféle tanítási módszerek elemzésére. Az első foglalkozáson a hagyományos eljárásokat vizsgáltuk, most az új technikákkal foglalkozunk. Korábban láthattuk, hogy vannak olyan régi módszerek, amelyek megállják a helyüket ma is, kár lenne, ha eltűnnének a süllyesztőben.

Ugyanakkor folyamatosan meg kell újítanunk módszertárunkat, mert ezekkel jobban felkelthetjük a gyerekek figyelmét, eredményesebben dolgozhatunk a folyton változó tanítási körülmények között.

A második foglalkozáson ezeket a korszerű technikákat fogjuk elemezni. Igaz, komolyabb felszereltséget és több előkészítő munkát igényelnek, de a gyerekek számára sokkal érdekesebb lesz az óra, a mi munkánk sokkal hatékonyabb lesz, jobban be tudjuk osztani kevés időnk.

2. Fejlesztendő tanári kompetenciák:

a. Általános kompetenciák

A tanári kulcskompetenciák szerint a tanár szakmai felkészültsége birtokában hivatásának gyakorlása során alkalmas:

(15/2006. (IV. 3.) OM rendelet az alap- és mesterképzési szakok képzési és kimeneti követelményeiről)

1. a tanulói személyiség fejlesztésére
2. tanulói csoportok, közösségek alakulásának segítésére, fejlesztésére
3. a pedagógiai folyamat tervezésére
4. a szaktudományi tudás felhasználásával a tanulók műveltségének, készségeinek és képességeinek fejlesztésére
5. az egész életen át tartó tanulást megalapozó kompetenciák hatékony fejlesztésére



Nemzeti Fejlesztési Ügynökség

ÚMFT infovonal: 06 40 638 638
nfu@meh.hu • www.nfu.hu

Befektetés a jövőbe


Új Magyarország
FEJLESZTÉSI TERV



PÉCSI TUDOMÁNYEGYETEM
UNIVERSITY OF PÉCS

H-7633 Pécs, Szántó Kovács János u. 1/b.
Tel.: +36 72 501-500

K KAPOSVÁRI
E G Y E T E M

H-7400 Kaposvár,
Dr. Guba Sándor u. 40.
Tel.: +36 82 505-800

TÁMOP-4.1.2-08/1/B-2009-0003

6. a tanulási folyamat szervezésére és irányítására
7. a pedagógiai értékelés változatos eszközeinek alkalmazására
8. szakmai együttműködésre és kommunikációra
9. szakmai fejlődésben elkötelezettségre, önművelésre

b. Kémia tanári kompetenciák

(www.nefmi.gov.hu/felsooktatas/kepzesi-rendszer/tanar-szak-kek-100611/65. p)

A kémia tanár

1. magas szinten ismeri a fenomenologikus és elméleti kémia alapvető törvényeit, a kémiatudomány jellemző ismeretszerző módszereit;

2. felkészült az alapvető természeti jelenségekben megnyilvánuló kémiai törvényszerűségek bemutatására;

3. képes tanítványainak megmutatni a kémia szerepét az anyag szerveződésének leírásában, láttatni tudja a társadalom mindenkor technikai szintjének szoros kapcsolatát a természettudományos, kiemelten a kémiai ismeretekkel;

4. a tanulók életkori sajátosságaihoz alkalmazkodva képes bemutatni, kísérletekkel demonstrálni, kvalitatív, illetve elemi kvantitatív szinten értelmezni a szervetlen és szerves kémia jelenségeit.

3. Előfeltételek / előfeltétel tudás:

Az anyagszerkezeti ismeretek alapjai, a kémiai reakció feltételeinek és lejátszódásának alapismeretei, a sav-bázis reakciókkal kapcsolatos fogalmak.

4. Eszköz igény:



Nemzeti Fejlesztési Ügynökség

ÚMFT infovonal: 06 40 638 638
nfu@meh.hu • www.nfu.hu

Befektetés a jövőbe

Új Magyarország
FEJLESZTÉSI TERV



1. Számítógép, interaktív tábla, a hozzá tartozó programmal, saját, vagy mások által készített anyagokkal.

2. Számítógép, projektor, előre elkészített PowerPoint (vagy más programmal készített, pl. Prezi) prezentáció, számológép.

0,1 mol/dm³ koncentrációjú HCl, NaOH, NaCl, ecetsav, nátrium-karbonát, és ammónium-karbonát oldat, 12-es pH-jú ammónia oldat, 0,5 mol/dm³ koncentrációjú kénsav oldat, 0,01 mol/dm³ koncentrációjú HNO₃ oldat, desztillált víz, univerzál indikátor, pH-papír, vagy elektromos pH-mérő műszer. Esetleg néhány hétköznapi anyag, amelynek meg lehet mérni a pH-ját.

3. Csoportonként, tálcán, kémcsőállványon 12 db. kémcső, közülük háromban 5cm³ 0,1mol/dm³ koncentrációjú NaOH, háromban 5cm³ 0,1mol/dm³ HCl oldat, a másik hat kémcsőben 5cm³ 0,1mol/dm³ HCl oldat, 5cm³ 0,1mol/dm³ ecetsav oldat, 5cm³ 0,1mol/dm³ H₂SO₄ oldat, 7cm³ 0,1mol/dm³ NaOH oldat, 5cm³ 0,1mol/dm³ ammónia oldat, desztillált víz. Mindegyikre írjuk rá az anyag nevét, a koncentrációját, és a térfogatát is! Univerzál indikátor, feladatlap, benne táblázat a tapasztalatok rögzítésére.

Az ismeretlen meghatározásához: csoportonként 6 kémcső, háromban 5-5cm³ ismeretlen oldat (az előző hatból valamelyik), a másik háromban 0,1 mol/dm³ koncentrációjú HCl és NaOH oldat, illetve 5cm³ desztillált víz, bennük néhány csepp univerzál indikátor.

4. Előre elkészített forrásanyag papíron, vagy elektronikusan, feladatlap a forrásanyag elemzéséhez, a tudnivalók kikérdezéséhez.

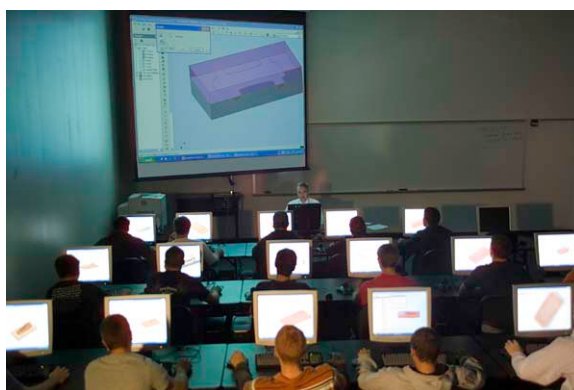
5. Szakmódszertani óravázlat:

R 

Vetítsük ki a két képet! Írjuk le észrevételeinket a látottakkal kapcsolatban! Beszéljük meg, melyik tetszik jobban, vagy melyikben mi tetszik, mi nem!

A jól bevált hagyományos tanítási módszerek után elemezzünk néhány újabbat!





J 🍪

Kiválasztunk négy korszerű eljárást:

1. az interaktív tábla
2. számítógép, projektor
3. IBST, felfedezettő tanulás
4. forrásanyag elemzés.

Alakítsunk négy csoportot a szerint, hogy kinek melyik módszer tetszik a legjobban, vagy melyiket szeretné megismerni!

Vizsgáljuk meg az adott módszer lehetséges megoldásokat, nézzük meg a hozzájuk tartozó videókat, kiegészítő anyagokat!

Az elemzéshez javasolt szempontok:

- a./ Az iskola milyen szintű felszereltsége szükséges az adott módszer alkalmazásához?
- b./ Mely tanulói kompetenciák fejleszthetők ezzel a tanítási móddal?
- c./ Mely tanári kompetenciákat fejleszthetünk az adott eljárással?
- d./ A megadott példán kívül mely tananyag részek dolgozhatóak fel ilyen módon? Keressünk néhány példát!
- e./ Milyen előnyei annak az új technikáknak a hagyományos módszerekhez képest?





R



Alkossunk véleményt a hagyományos és új módszerekről: mindenki egy papíron két oszlopban írja fel a két eljárás előnyeit és korlátait!

Volt-e a példák között olyan, amelyik kevésbé ismert?

Ki, melyiket tanulmányozná részletesebben?

6. Megjegyzések a feladatokhoz:

1. Módszer: interaktív tábla

A savakról és a bázisokról Brønsted elmélete szerint már tanultak, most a fogalom elmélyítése, kibővítése a cél. Ehhez jól használható az interaktív tábla, mert segítségével elemezni tudjuk, ki tudjuk egészíteni az ismert folyamatokat.

Hangsúlyozzuk, hogy általános iskolában a sav és bázis fogalmát Brønsted elmélete szerint tanulták. Ismertessük a sav-bázis fogalom történetét! Jó alkalom ez arra, hogy bemutassuk, egy-egy elképzelés nem örökérvényű, a fogalmak alkalmazási köre bővíthet. Nem biztos, hogy mi a legújabb elméletet használjuk, hanem azt, amelyik a legjobban megfelel céljainknak.

Mutassuk meg, hogy az Arrhenius elmélet miért nem elég számunkra (csak vizes oldatokra érvényes), de a Lewis-féle elmélet ismerete a középiskolai tanulmányainkban nem szükséges (bár egy-két helyen előbukkan).

Ha nincsen interaktív táblánk, akkor az internetről letölthető próbaprogramokat is használhatjuk projektorral, de ebben az esetben csak a kurzorral tudunk irányítani.

2. A pH fogalmának bevezetése koncentrált, jól kézben tartott óravezetést igényel, ezért a frontális megoldást választottam. A projektor használata kényelmesebbé, gyorsabbá, élvezhetőbbé teszi a tanulást és az anyag megértését. Segít abban, hogy (mivel a feliratokat előre elkészítettük) jobban odafigyelünk a gyerekekre. Természetesen beiktatunk önálló munkát igénylő, és gondolkodtató részeket is, de az óra szervezése legyen feszes, logikailag jól felépített, erősen irányított!

Az erős savak és bázisok pH számításakor kezdetben egész hatványkitevővel dolgozunk, de a





gyakorló órán törtszámokkal is dolgozhatunk. Együtt nézzük meg, hogy kell használni a különböző típusú tudományos számológépeket az ilyen számításoknál ($\log, 10^x$)!

A gyenge sav pH-jának számolása nem alapórai tananyag, de szakkörön, versenyre, illetve érettségire való készüléskor feltétlenül oldjunk meg ilyen típusú számolási feladatokat is! A tanórán csak azt értsék meg, hogy a gyenge sav pH-ja nem egyezik meg az ugyanolyan koncentrációjú erős savéval, ill. báziséval.

3. Ez a téma alkalmas leginkább az IBST módszer alkalmazására, mert az elméleti alapokat már tanulták általános iskolában, a kiegészítéseket remekül fel lehet fedeztetni velük. Van lehetőség az önálló munkára, a gondolkodásra, adatok rendszerezésére, következtések levonására, tervezésre, ötletek kigondolására, együttműködésre. Már az is elég, ha órán az első feladatsort meg tudják csinálni, abban is jól tudjuk alkalmazni ezt a módszert. Az ismeretlen oldat azonosítását szakkörön is végezhetik, ezzel a feladattal még jobban kiteljesíthetjük a felfedezettő tanulás előnyeit.

4. A gyakorló, összefoglaló órákon ismétléshez, az anyag elmélyítéséhez, az tudnivalók kikérdezéséhez a forrásanyag elemzést választottam. Egy-egy szemelvénybe a tananyagot azt a részét tehetjük bele, amelyiket gyakoroltatni szeretnénk, rákérdezhetünk az egyes részletekre, és kiegészíthetjük a témakörhöz kapcsolódó kérdésekkel. Másrészt megmutathatjuk a gyerekeknek, hogy az oldatok kémhatása nem csak a laboratórium elzárt világában tanulmányozható, hanem mindennapi életünk része. Ha ügyesen válogatunk, akkor az egész témakör átismételhető ilyen módon. Csoportmunkában is dolgozhatunk, előre elkészített feladatlapokkal, vagy a szemelvényeket valamilyen más módon (papíron, vagy elektronikusan) eljuttatjuk a gyerekekhez, és csak a kérdéseket osztjuk ki az órán. Ha van időnk, lehetőségünk rá hangsúlyosabb, emberibb megoldás a közös felolvasás.



1. Módszer: interaktív tábla

Savak, bázisok, sav-bázis elméletek

Vetítsük ki interaktív táblán az elméleteket megalkotó tudósok képeit, évszámokat, elméleteket, esetleg életrajzi adatokat, a felfedezésekhez tartozó képeket, Nobel-díj évszámokat, stb.! Csoportosítsuk mozgatással, vagy interaktív tollal kössük össze az összetartozó információkat! Mivel ezek a tudósok kevésbé ismertek, rávezető információkkal segítsünk.

Ismertessük Svante Arrhenius (1883) elméletét!

(Savak azok az anyagok, amelyek vizes oldatokban hidrogénionra és savmaradék anionra, bázisok pedig azok, amelyek kationra és hidroxidionra disszociálnak vizes oldatokban. Maradhatunk az előző feladatban felírt egyenleteknél.)





Keressünk információkat Arrhenius életéről, nézzünk utána, hogy milyen tudományos felfedezés fűződik még nevéhez!

(Svéd tudós, állítólag csodagyerek volt, 1903-ban kémiai Nobel-díjban részesült, "az elektrolitos disszociáció elméletének felfedezéséért és a kémia fejlesztése terén elért rendkívüli eredményeiért". Felfedezte, hogy a levegő szén-dioxid tartalmának köze van az üvegházhatáshoz. A földi élet kialakulását a Világűrből érkezett spórákból eredőnek tekintette.)

Kutassunk: Arrhenius nevével Ostwaldét is szokták emlegetni, keressük meg, hogy miért! (Wilhelm Ostwald lett születésű kémikus. [1909](#)-ben „a katalízissel kapcsolatos munkásságáért, valamint a kémiai egyensúlyokat és a reakciósebességeket meghatározó tényezők vizsgálataiért” [kémiai Nobel-díjjal](#) tüntették ki. Továbbfejlesztette Arrhenius elméletét, kidolgozták az elektrolitok disszociációját, és megalkotta a hígítási törvényt.)

Írjuk fel az ammónia, valamint a HCl vízzel való reakcióját Arrhenius elmélete szerint. ($\text{NH}_4\text{OH} = \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ és $\text{HCl} = \text{H}^+ + \text{Cl}^-$)

Végezzük el a következő kísérletet: Egy gázfelfogó hengert töltsünk meg ammónia gázzal, egy másikat HCl gázzal! Üveglappal elválasztva állítsuk fejjel lefelé a HCl gázzal töltött edényt az ammóniásra! Óvatosan húzzuk ki az üveglapot, figyeljük meg, és jegyezzük fel a látottakat!

(Fehér füst gomolyog a hengerekben.)

Magyarázzuk meg a tapasztaltakat! Írjuk fel a reakció egyenletét!

(Az ammónia gázból és a HCl gázból ammónium-klorid lett, melynek apró kristályai a levegőben füstöt képeznek. $\text{NH}_3(\text{g}) + \text{HCl}(\text{g}) = \text{NH}_4\text{Cl}(\text{sz})$)

Savként viselkedett-e a HCl az ammóniával szemben?

(Igen, mert savmaradék anion maradt belőle, a H^+ -ját leadta.)

Magyarázható-e ez a reakció az Arrhenius elmélettel?

(Nem, mert nem vizes oldatban játszódik le.)

Talán egyszerűbb és látványosabb kísérlet a következő módon:

Egy vastagabb üvegcsővet rögzítsünk egy Bunsen-állványhoz vízszintesen. Egy-egy vattára cseppentsünk tömény sósav valamint tömény ammónia oldatot. A cső két végébe dugjuk be a sósavas illetve az ammónia oldatos vattát.

Figyeljük meg, és jegyezzük fel a látottakat!

(Az üvegcsőben a sósavas vattához közelebb fehér füst jelenik meg.)

Magyarázzuk meg, miért nem a cső közepén látjuk a keletkezett ammónium-klorid füstöt!

(Az ammónia molekulák tömege kisebb, mint a hidrogén-kloridé. Mivel a két gáz hőmérséklete azonos, az egy szabadsági fokra jutó átlagos energia mindkettőben azonos nagyságú. A gázcseppcskék mozgási energiája azok tömegétől és sebességétől függ. Mivel az ammónia molekulák tömege kisebb, mint a HCl molekuláké, a sebességük nagyobb.)





Szükség van tehát az elmélet kibővítésére. Ezt Johannes Nicolaus Brønsted dán fizikai kémikus tette meg 1923-ban. Vele egy időben Thomas Martin Lowry is lényegében ugyanerre a következtetésre jutott, ezért szokták Brønsted-Lowry elméletként is emlegetni.

Mit nevezünk Brønsted szerint savnak, illetve bázisnak?

(Sav a proton leadására, bázis a proton felvételére képes részecske.)

Elemezzük a szökőkutas kísérletek egyenleteit Brønsted elmélete szerint!

Mi a sav, illetve a bázis a két folyamatban?

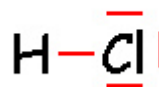
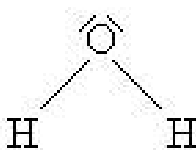
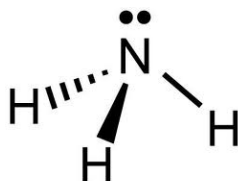
Jelöljük a proton átmenetet!

(Az ammónia molekula a víztől protont vesz fel, a HCl molekula a víznek protont ad le. Tehát az első folyamatban a víz molekula a sav, az ammónia a bázis, a másodikban a HCl molekula a sav, a víz a bázis.)

Mi tulajdonképpen az a proton, amit egymásnak átadnak a molekulák?

(Az átadott proton egy hidrogénion, H^+ .)

Vizsgáljuk meg a három molekulát! Rajzoljuk fel a szerkezeti képletüket!



Tegyük mozgathatóvá a molekulák megfelelő részeit, és csoportosítsuk át azokat a reakcióknak megfelelően! Az interaktív tábla segítségével mutassák be a gyerekek a proton (H^+) átmenetet! Figyeljünk arra is, hogy mi történik az elektronpárokkal!

Figyeljük meg, hogy a vízmolekula az egyik folyamatban lead, a másikban felvesz protont, az ammónia mindkét másik részecskétől felvesz, a HCl molekula pedig mindkettőnek lead.

Állítsassuk sorrendbe a molekulákat aszerint, hogy melyik hajlamos a leginkább a proton leadásra, melyik kevésbé, és melyik a legkevésbé!

(A HCl a legerősebb sav, aztán a víz, végül a leggyengébb sav, egyben a legerősebb bázis az ammónia.)

Vetessük észre, hogy a részecskék sav-bázis szerepe a reakció partnertől függ, az erősebb savval szemben a gyengébb sav bázisként, az erősebb bázissal szemben a gyengébb savként viselkedik!

A folyamatok megfordíthatóak, az a részecske, amelyik protont vett fel a másiktól, az ellentétes folyamatban vissza is adhatja, így konjugált sav-bázis párok keletkeznek.





Írjuk fel ezeket a folyamatokat az interaktív táblára:



Egészítsük ki a folyamatokat megfordítható jellel, és jelöljük az összetartozó kiegészítő sav-bázis párokat!

(Pl. az ammónia az átalakulás irányában bázis, a belőle keletkező ammóniumion a visszaalakulás irányában ennek a komplementere, sav. Ugyanígy odafelé a víz a sav, a belőle keletkező hidroxidion bázis. Hasonlóképpen elemezzük a másik folyamatot is.)

A legjobb, ha saját magunk készítünk a táblára anyagokat, ez munka- és időigényes, de megéri foglalkozni vele, mert az órai munkánkat nagyon megkönnyíti. Ha nem tudunk ilyeneket készíteni, akkor találhatunk az interneten kész anyagokat is. Például megkereshetjük a Sulinet, a Realika oldalakat, vagy a tankönyvek digitális változatait, de kollégáink közkinccsé tett munkáit is.

Ha van időnk, lehetőségünk rá, akkor folytathatjuk az elméletek ismertetését. A Lewis-féle sav-bázis elmélet még általánosabb, mint a Brönsted, segítségével olyan folyamatok is magyarázhatók, amelyek az előzővel nem. Az elektronhiányos részecskéket (atomok, vagy fémionok) Lewis-savnak, a nemkötő elektronnal rendelkező molekulát pedig Lewis-bázisnak nevezik, tehát itt a savas viselkedést az elektronnal felvétel, a bázisú a leadás jelenti. Ennek az elméletnek a segítségével értelmezhetőek például a komplex-képződési folyamatok.

Az interaktív táblán mozgatható elemekkel rakjunk ki ilyen folyamatokat, most az elektronnal párokra koncentrálva! Hasonlítsuk össze a Brönsted elmélettel, vetessük észre, hogy a bázisok Lewis és Brönsted szerint megegyeznek, de a savaknál van eltérés, néhány Lewis-sav Brönsted szerint nem az (pl. BF_3 , AlCl_3)!

Természetesen (mivel ez nem középiskolai tananyag), ezt a részt teljesen ki is hagyhatjuk, elég csak az Arrhenius és a Brönsted elmélet, vagy csak megemlítjük, és nem elemezzük. Érdekes azonban foglalkozni vele legalább a szakkörön, versenyre, vagy az érettségire való felkészüléskor.



2. Módszer: számítógép, projektor

A pH fogalma, erős és gyenge savak és bázisok pH-ja

Készítsünk PowerPoint (vagy más programmal készített) bemutatót az óra anyagából! Animáljuk az egyes lépéseket, hogy azok a megfelelő logikai, didaktikai sorrendben





jelenjenek meg! Használjunk esztétikus, mondanivalónkat jól kiemelő háttérteret, díszítést, színeket, rajzokat, képeket, táblázatokat, filmeket, animációkat!

Indításként számíttassuk ki néhány vizes oldat H_3O^+ és OH^- koncentrációját!

(Pl. desztillált víz, 1 ; 0,1 ; 0,01 ; 0,001 mol/dm³ koncentrációjú HCl és NaOH oldat)

Vetessük észre, hogy a savasság jellemzésére elegendő a hatványkitevő ismerete.

Vezessük be a pH fogalmát. Ügyeljünk arra, hogy a kilencedikesek még nem tanulták a logaritmust, ezért a hatványozás szabályait alkalmazzuk!

Hívjuk fel újból a figyelmet, hogy erős savak és bázisok pH-jának kiszámításakor a vizes oldatban teljes disszociációt feltételezünk.

Először az erős, egyértékű savak (HCl, HNO₃) pH-ját számítjuk ki.

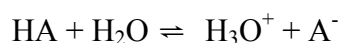
$[\text{H}_3\text{O}^+] = c_{\text{sav}}$, tehát a sav koncentrációjából közvetlenül számolhatunk pH-t.

A kétértékű erős savak (H₂SO₄) esetén $[\text{H}_3\text{O}^+] = 2 \cdot c_{\text{sav}}$, tehát ugyanolyan koncentrációjú kénsav pH-ja mindig kisebb, mint a sósavé.

Az erős bázisok (NaOH, KOH) koncentrációjából a $[\text{OH}^-]$ határozható meg, ebből az értékből első lépésként a pOH-t tudjuk kiszámítani, majd ebből a pH-t.

$[\text{OH}^-] = c_{\text{bázis}}$ $[\text{H}_3\text{O}^+] = K_{\text{víz}} / [\text{OH}^-] = 10^{-14} \text{ (mol/dm}^3\text{)}^2 / [\text{OH}^-]$

A gyenge savak esetén a vizes oldatban kialakuló egyensúlyról táblázatot készítünk.



$$K_{\text{sav}} = [\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{A}^-] / [\text{HA}]$$

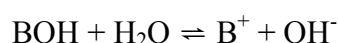
	[HA] (mol/dm ³)	[H ₃ O ⁺] (mol/dm ³)	[A ⁻] (mol/dm ³)
Kiindulási	c_{sav}	-	-
Átalakul	x	x	x
Egyensúlyi	$c_{\text{sav}} - x$	x	x

Behelyettesítve az előző egyenletbe:

$$K_{\text{sav}} = x^2 / (c_{\text{sav}} - x) \text{ összefüggés adódik.}$$

Az egyenlet megoldásával megkapjuk az oxónium-ion koncentrációt (x), amelyből a pH már közvetlenül számolható.

Gyenge bázisok esetén hasonló táblázatot készítünk.





	[BOH] (mol/dm ³)	[B ⁺] (mol/dm ³)	[OH ⁻] (mol/dm ³)
Kiindulási	c _{bázis}	-	-
Átalakul	y	y	y
Egyensúlyi	c _{bázis} - y	y	y

$K_{\text{bázis}} = y^2 / (c_{\text{bázis}} - y)$ egyenlet alapján a [OH⁻] számolható, melyből a víz ionszorzat segítségével meghatározható a [H₃O⁺], majd ebből a pH.

A gyenge sav és bázis pH-jának számítása nem alapkövetelmény, elég, ha megmutatjuk a megoldás menetét. Azt azonban mindenkivel értesítsük meg, hogy a gyenge sav pH-ja nagyobb, a gyenge bázisé kisebb, mint az ugyanolyan koncentrációjú erős savé illetve bázisé. Ezt az összefoglaló táblázatban remekül tudjuk gyakorolni.

Az óra színesítéseként megvizsgálhatjuk a bevezető feladatban megadott oldatok kémhatását univerzál pH-papírral (amelyik a pontos pH értéket mutatja), vagy, ha lehetőségünk van rá, elektromos pH-mérővel. Ha egyikkel sem rendelkezünk, az univerzál indikátor pH-tól függő színskáláját is használhatjuk, ekkor azonban nem kapunk olyan pontos értéket.

Végeztessünk fordított feladatokat is, én például a kozmetikai készítmények „bőrsemleges” 5.5 pH-jából szoktam kiindulni. Először is megbeszéljük, hogy mit jelent a „bőrsemleges” kifejezés. A következő lépésben számítsuk, az ehhez tartozó H₃O⁺ koncentrációt. Manapság sok szó esik az ember szervezetének elsavasodásáról, érdemes a példáinkat innen válogatnunk. Közben remek lehetőség nyílik arra, hogy megtanuljunk, hogy kell a számológépünket használnunk az ilyen számításokban.

Végül iktassunk be egy gyakorló részt. Én nagyon szeretem az alábbi táblázatot, de bármilyen más megoldás is jó. A gyerekek önállóan dolgozzanak, de a táblázat kitöltése után mindig beszéljük meg a számolás menetét, és a projektoron jelenjen meg a helyes megoldás! Töltsétek ki az alábbi táblázatot, írjátok be a következő anyagokat a megfelelő sorba!
HCl, H₂SO₄, HNO₃, NaOH, NH₃, CH₃COOH, nincs, NH₄Cl, NaCl, Na₂CO₃





Oldott anyag	Koncentráció (mol/dm ³)	[H ₃ O ⁺] (mol/dm ³)	[OH ⁻] (mol/dm ³)	pH	Univerzál indikátor színe	
HCl	0,1					Red
NaOH	0,1			13		Blue
HNO ₃	0,01	10 ⁻²				Red
Nincs	-					Yellow
NaCl	0,1			7		Yellow
H ₂ SO ₄	0,5		10 ⁻¹⁴			Red
NH ₃	0,01-nél nagyobb			12		Blue
CH ₃ COOH	0,1			2,88		Pink
Na ₂ CO ₃	0,1			11,6		Teal
NH ₄ Cl	0,1			5,1		Orange

Még hatásosabb, ha az utolsó oszlopban a szöveges leírás mellett megjelenítjük az univerzál indikátor tényleges színeit. Gazdagítsuk további ötletekkel a gyakorlást, egészítsük ki további sorokkal a táblázatot, és adjuk föl házi feladatként (például olyan hétköznapi anyagok nevei, képei, melyeknek kémhatása megegyezik az adott oldat pH-jával)! Keressünk a tankönyvben, munkafüzetben más típusú feladatokat is!



3. Módszer: IBST (Inquiry Based Science Teaching), vagy IBL (Inquiry Based Learning), felfedezettő tanulás.

Közömbösítés, semlegesítés, sav-bázis reakciók.

Csoportonként tegyünk kémcsőtartóba három-három kémcsőben 5-5 cm³ 0,1 mol/dm³ koncentrációjú NaOH, illetve HCl oldatot! Cseppentsünk mindegyikbe univerzál indikátort! További három-három kémcsőben készítsük melléjük az alábbi oldatokat:





5 cm^3 $0,1\text{ mol/dm}^3$ HCl oldat, 5 cm^3 $0,1\text{ mol/dm}^3$ ecetsav oldat, 5 cm^3 $0,1\text{ mol/dm}^3$ H_2SO_4 oldat,

és 7 cm^3 $0,1\text{ mol/dm}^3$ NaOH oldat, 5 cm^3 $0,1\text{ mol/dm}^3$ ammónia oldat, desztillált víz.

Öntsük cseppenként a $0,1\text{ mol/dm}^3$ NaOH oldatba a savoldatokat, közben figyeljük az indikátor színváltozását!

Ugyanígy öntsük cseppenként a $0,1\text{ mol/dm}^3$ HCl oldatba a lúgoldatokat és a desztillált vizet, közben figyeljük az indikátor színváltozását!

Készítsünk táblázatot a megfigyeltekről!

	5 cm^3 $0,1\text{ mol/dm}^3$ NaOH oldat	Az oldat kezdeti színe	Az oldat kezdeti kémhatása	Az oldat színe az összeöntés után	Az oldat kémhatása az összeöntés után	A reakció egyenlete
1.	+ 5 cm^3 $0,1\text{ mol/dm}^3$ HCl oldat					
2.	+ 5 cm^3 $0,1\text{ mol/dm}^3$ CH_3COOH oldat					
3.	+ 5 cm^3 $0,1\text{ mol/dm}^3$ H_2SO_4 oldat					
	5 cm^3 $0,1\text{ mol/dm}^3$ HCl oldat	Az oldat kezdeti színe	Az oldat kezdeti kémhatása	Az oldat színe az összeöntés után	Az oldat kémhatása az összeöntés után	A reakció egyenlete
4.	+ 7 cm^3 $0,1\text{ mol/dm}^3$ NaOH oldat					





5.	+ 5 cm ³ 0,1 mol/dm ³ NH ₃ oldat					
6.	+ 5 cm ³ desztillált víz					

A tapasztalatok alapján válaszoljunk a következő kérdésekre:

a./ Írjuk fel az első és a harmadik reakció ionegyenletét!



b./ Mi a közös a két folyamatban? Mely ionokkal nem történt változás?

(Mind a kettőben az oxónium- és a hidroxid-ionokból vízmolekula keletkezett. A nátrium-, a klorid- és a szulfát-ionokkal nem történt változás ezekben a reakciókban.)

c./ Írjuk fel a folyamatok lényegét! (Azokat az ionokat ne tüntessük fel, amelyekkel nem történt változás!)



d./ Hogy nevezzük az ilyen típusú reakciót? (Közömbösítés.)

e./ Milyen anyag keletkezik, ha a közömbösítési reakcióban? (Só és víz.)

e./ Melyik kísérletben reagáltak maradék nélkül az anyagok? Mely esetekben volt feleslegben az egyik kiindulási anyag? Nevezd meg, hogy melyik reagens volt feleslegben!

Válaszaidat számolással is indokold!

(Az 1. 2. és 5. kísérletben pont sztöchiometriai mennyiségű anyagok reagáltak, a harmadik kísérletben a kénsav volt feleslegben, a negyedikben a NaOH .

5 cm³ 0,1 mol/dm³ koncentrációjú NaOH és HCl oldatban 0,5 mmol oldott anyag van, ugyanennyi anyagmennyiségű ecetsav és ammónia reagál velük. Mivel a koncentrációjuk és a térfogatuk is megegyezik az oldatoknak, ezért maradék nélkül reagálnak. A 0,1 mol/dm³ kénsav oldatban is 0,5 mmol kénsav van, ami 1 mmol NaOH-al reagálna maradék nélkül, de csak 0,5 mmol van, ezért a kénsav van feleslegben. 7 cm³ 0,1 mol/dm³ NaOH oldatban 0,7 mmol NaOH van, a HCl oldatban csak 0,5 mmol, ezért a NaOH van feleslegben.)

f./ Figyeld meg, hogy az indikátor színe alátámasztja-e a 3. és 4. kísérletben a számolásaink eredményét!

(Igen, a kénsav feleslegénél savas, a nátrium-hidroxid feleslegénél lúgos kémhatású lett az oldat.)





- g./ Figyeld meg az összeöntött oldatok kémhatását az 1. 2. és 5. kísérletben!
(Az 1. kísérletben semleges, a 2. kísérletben lúgos, a 4. kísérletben savas kémhatású.)
- h./ Minden közömbösítés semlegesítés? Miért?
(Nem, mert nem minden közömbösítési reakcióban keletkezik semleges oldat.)
- i./ Válaszd ki a kísérletek közül, melyik reakció közömbösítés és melyik semlegesítés?
(Az 1. semlegesítés, a 3. és 4. semlegesítés, ha nem öntjük bele az összes reagenst, a 6. kivételével mind közömbösítés.)
- j./ Miért nem lett semleges a 2. és 5. kísérletben keletkezett oldat?
(Mert a keletkezett só nem hidrolizál.)
- j./ Milyen reakciót nevezünk sav-bázis reakciónak?
Melyik esetben nem történik sav-bázis reakció a kísérletek közül?
(A 6. esetben nincs proton-átadás, tehát nincs sav-bázis reakció, csak hígítjuk az oldatot.)

Készítsünk egy másik kémcsőállványra három kémcsőben $0,1 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú HCl és NaOH oldatot, illetve 5 cm^3 desztillált vizet, bennük néhány csepp univerzál indikátorral. Adjunk minden csoportnak három kémcsőben $5-5 \text{ cm}^3$ ismeretlen oldatot (mind a háromban egyformát), amely az előző kísérlet hat oldata közül valamelyik. Az ismeretlenekhez hozzáöntve a három ismert reagenst, az indikátor színének változását megfigyelve állapítsák meg, hogy mi volt a három kémcsőben!
Állítsunk össze feladatlapot a probléma feldolgozásához, amely tartalmazza a tapasztalatok rögzítésére szolgáló táblázatot is!



4. Módszer: forrásanyag elemzés.

Összefoglalás, gyakorlás, kapcsolat mindennapi élettel.

Olvassassuk el, vagy közösen olvassuk fel az előre sokszorosított, vagy elektronikusan eljuttatott szemelvényeket!

Először mindig beszéljük meg annak tartalmát, összegezzük és íratassuk le néhány mondatban! Addig ne haladjunk tovább, amíg mindent meg nem értettek a szövegben, ha esetleg valami nem világos, tegyenek fel kérdéseket.

Ezután adjunk a gyerekeknek feladatlapot, melynek segítségével feldolgozzuk a kiszemelt témakört.

Először olyan kérdéseket célszerű feltenni, amelyekkel a szöveg adatainak, tartalmának megértését ellenőrizzük. Ajánlatos ezek megoldását megbeszélni, mielőtt folytatnánk a munkát.

A második feladat csoport az alapismeretek átismétlését, kikérdezését célozzák. Csak arra az ismeretre építhetünk, amit már tudnak a tanulók, ilyenkor kiderülhetnek a hiányosságok. Végül olyan kérdésekkel fejezzük be a feladatlapot, amelyek elmélyítik, kibővítik a





megszerzett tudást, gyakoroltatják az anyagot, gondolkodásra, probléma felvetésre és azok megoldására serkentenek.

Néhány példa a forrásanyagokra:

1. Szemelvény. Egy pezsgőtabletta vásárlói tájékoztatójának részletei.

„Az InnoPharm Magnézium 250 mg + B6-vitamin pezsgőtabletta leírása.

Hatóanyag: magnézium-karbonát 595 mg (mely 145 mg magnéziumnak felel meg), magnézium-oxid 181 mg (mely 105 mg magnéziumnak felel meg), valamint piridoxin-hidroklorid 2,44 mg (mely 2 mg B6-vitaminnak felel meg).

Segédanyag: Savanyúságot szabályozók (citromsav, almasav), nátrium-hidrogén-karbonát, aroma, édesítőszer (nátrium-ciklamát 48 mg, tablettánként, aszpartam*, aceszulfám-K), céklapor, színezék (riboflavin).

*Fenil-alanin forrást tartalmaz.

Adagolás/alkalmazás:

Felnőtteknek: napi egy pezsgőtabletta 250 ml vízben oldva. Az italt a pezsgőtabletta feloldódása után, fogyasztás előtt kiskanállal keverje fel, így elkerülheti a hasznos hatóanyagok leülepedését. Kérjük, hogy a napi ajánlott mennyiséget ne lépje túl!

Figyelmeztetés: Cukorbeteg is fogyaszthatják. Kérjük, hogy a napi ajánlott fogyasztási mennyiséget ne lépje túl! Az étrend-kiegészítő nem helyettesíti a kiegyensúlyozott, vegyes étrendet és a kiegyensúlyozott életmódot.

Tárolás: A termék kisgyermekek elől elzárva tartandó! A pezsgőtabletták jól lezárt tubusban, száraz helyen, 25°C alatti hőmérsékleten, erős fénytől védve tartandók. Minőségét megőrzi: a tubus alján látható időpontig.”

2. Szemelvény. A lúgos vizet népszerűsítő reklám anyag.

„Sav-bázis egyensúly, pH-érték.

A fiziológiás pH-tartomány

Szervezetünk sav-bázis viszonyait nem merev rendszernek, sokkal inkább egy állandó mozgásban lévő, dinamikus egyensúlyi állapotnak kell tekinteni, amely törekszik lehetőleg stabil pH-viszonyokat fenntartani. Így, bár a savak és bázisok abszolút mennyisége állandóan változik, a pH-érték a különböző szövetekben és szövetekben, továbbá a vérben mégis szűk határok között mozogva közel konstans marad.

Vérplazma

pH 7,35 - 7,45





PÉCSI TUDOMÁNYEGYETEM
UNIVERSITY OF PÉCS

H-7633 Pécs, Szántó Kovács János u. 1/b.
Tel.: +36 72 501-500

K A P O S V Á R I
E G Y E T E M

H-7400 Kaposvár,
Dr. Guba Sándor u. 40.
Tel.: +36 82 505-800

TÁMOP-4.1.2-08/1/B-2009-0003

Gyomornedv	pH 1,2 - 3
Hasnyálmirigy-szekrétum	pH 8
Epe	pH 7,4-7,7
Vizelet	pH 5-8
Nyál	pH 6,8
Agy-gerincvelői folyadék (liquor)	pH 7,4
Ízületi folyadék	pH 7,4-7,8

A lúgos vízről

A lúgos víz pH-jának gyakorlatilag nincs jelentősége a sav-bázis háztartás tekintetében, csak a hidrogén-karbonát tartalom releváns.

Ahhoz, hogy a napi 60 mg savmennyiséget, amit a táplálékkal feleslegben felvesszünk, 9-s pH-jú vízzel (0,01 mmol bázis/liternek felel meg) semlegesítsünk, **napi 6.000 (hatezer!) liter vizet kellene innunk.**”

3. Szemelvény. Egy, a háztartásban a természetes tisztítószereket ajánló felhívás.



Nemzeti Fejlesztési Ügynökség

ÚMFT infovonal: 06 40 638 638
nfu@meh.hu • www.nfu.hu

Befektetés a jövőbe





PÉCSI TUDOMÁNYEGYETEM
UNIVERSITY OF PÉCS

H-7633 Pécs, Szántó Kovács János u. 1/b.
Tel.: +36 72 501-500

K KAPOSVÁRI
E G Y E T E M

H-7400 Kaposvár,
Dr. Guba Sándor u. 40.
Tel.: +36 82 505-800

TÁMOP-4.1.2-08/1/B-2009-0003

„Különböző helyiségek, hasonló módszerek.

Leggyakrabban használt vegyszerünk a biológiai erjesztésű, **étkezési ecet**. Érdemes belőle a 20%-ost vásárolni, mert tetszőlegesen hígítható. Vigyázzunk vele, mert bár a környezetben elbomlik, azért mégiscsak sav, csípi a szemünket, irritálja a bőrünket. Használhatunk helyette **almaecet**et is, bár ennek a töménysége 20% helyett csak 5%.

Kiváltható egy másik könnyen hozzáférhető anyaggal, és ez a **citromlé**. Citromsav tartalma hasonló hatású, mint az ecet, csak kevésbé savas a kémhatása.

Mindkét anyag rendkívül hatásosan bánik el a **vízkövel** és a friss **zsírfoltokkal**. Konyhai takarításra mindenekelőtt ezeket az anyagokat ajánlom. Elegendő egy szórófejes flakonba tölteni 0,5 dl 20%-os ecetet vagy 1,5 dl citromlevet és meleg vízzel 0,5 literre hígítani. A szórófejes flakonnal egyszerűen adagolhatjuk a házi vegyszerünket.

Másik fontos vegyszer alapanyagunk a **mosószóda**. (Na_2CO_3 , lúgos kémhatású vízlágyító és zsíroló szer. Rokona a szódabikaróna NaHCO_3 , ami kevésbé lúgos és szintén környezetbarát). Nem csak mosásra alkalmas, általános takarítószernek is tökéletes. Ha teafa-olajat csepegtetünk hozzá, az illata is kellemes, nem mérgező és minden koszt lehoz. Ahelyett hogy 5-10 összetevőből álló keveréket használnánk, elég egy is.”

4. Szemelvény. Részlet Agatha Christie: A kék muskátli című novellájából.

„- A nővérek - felelte Miss Marple - mindig hordanak maguknál lakmuspapírt, nem igaz? Hogy ... hát szóval, hogy vizsgálatokat végezzenek. Nem a legkellemesebb téma, ne is időzzünk el ezen tovább. Egy darabig én is dolgoztam ápolónőként. – Finoman elpirult. – Sav hatására a kék szín pirossá változik, a piros pedig lúg hatására kékké. Nem olyan nagy ügy egy kis piros lakmuspapírt ráragasztani (a tapétán) egy piros virágra – közvetlenül az ágy mellett, persze. Aztán pedig, amikor a szegény asszony a repülősjából szippantgatott, az ammónia erős kigőzölgése a virágot kékké változtatta. Rendkívül agyafúrt ötlet. A muskátli természetesen akkor még nem volt kék, amikor Mrs. Pritchardra rátörték az ajtót – ki figyelt akkor arra? Csak később tűnt föl nekik. Amikor a nővér kicserélte az üvegcséket, a szalmiáksót egy ideig szorosán a tapétához tartotta, gondolom.”

Keressünk további forrásanyagokat, a sav-bázis témakör különösen alkalmas erre



Nemzeti Fejlesztési Ügynökség

ÚMFT infovonal: 06 40 638 638
nfu@meh.hu • www.nfu.hu

Befektetés a jövőbe





(gyomorsavlekötés, vízkőoldók, lefolyótisztítók, mosószóda, trisó használata, pezsgőtabletták, szódabikarbóna, sütőpor, szalalkáli, pH értékek az emberi testben, élelmiszereink pH-ja, a természetes vizek kémhatása, savas eső és hatásai, kozmetikumok pH-ja, hogy csak néhányat említsünk).

A kérdések első csoportja tehát a szöveg megértésére irányuljon. Például:

Mi az összetétele a készítmény(ek)nek?

Mi a hatóanyaga a készítmény(ek)nek?

Milyen céllal írták a szemelvényt?

Milyen vegyi anyagok szerepelnek a szövegben?

A feladatok másik csoportja már a kémiai tartalmat célozza. Például:

Sorold fel a szemelvényben szereplő savas és lúgos kémhatású anyagokat!

Mikor savas, illetve lúgos egy vizes oldat?

Melyek a szövegben olvasható erős savak, illetve bázisok?

Mit nevezünk erős savnak, bázisnak?

Mit nevezünk gyenge savnak, bázisnak, és melyek találhatóak a szövegben?

Felfedezel-e sav-bázis reakciókat a forrásanyagban? Melyek azok? Írd fel a folyamatok egyenleteit! Mit nevezünk sav-bázis reakciónak?

Van-e közömbösítési reakció a szövegben? Melyik? Írd fel az egyenletét! Mit nevezünk közömbösítésnek?

Melyek azok a forrásanyagban szereplő sók, melyek vizes oldatának kémhatása semleges, savas, illetve lúgos? Magyarázd el, miért!

Mit nevezünk a sók hidrolízisének?

A harmadik kérdéscsoportban ezeket az ismereteket bővítjük, mélyítjük, gyakoroltatjuk.

Például:

Miért kell szárazon tartani a pezsgőtabletta alkotórészeit?

Milyen testnedveink savas kémhatásúak, melyek lúgosak, és melyek közel semlegesek?

Mekkora a 9-es pH-jú lúgos vízben a H_3O^+ és a OH^- koncentráció?

Számolj utána, igaz-e, hogy napi 6000 liter vizet kellene innunk, hogy a felesleges savmennyiséget megkössük a szervezetünkben?

Milyen összetételű a 20 V/V %-os ecet? Milyen ennek az oldatnak az anyagmennyiség koncentrációja?

(A szükséges adatokat nézzük meg a függvénytáblázatban!)

Hány mol ecetsav van a cikkben említett 0,5 dl 20%-os ecetben?

A gyomorsav pH értéke 1,2-2 között van. Milyen koncentrációjú sósavnak felel meg?





PÉCSI TUDOMÁNYEGYETEM
UNIVERSITY OF PÉCS

H-7633 Pécs, Szántó Kovács János u. 1/b.
Tel.: +36 72 501-500

K KAPOSVÁRI
E G Y E T E M

H-7400 Kaposvár,
Dr. Guba Sándor u. 40.
Tel.: +36 82 505-800

TÁMOP-4.1.2-08/1/B-2009-0003

Miért hívják a szalmiáksót repülősnak?

Milyen színváltozást okoznak a lakmuszpapíron a repülősből eltávozó gázok?

Milyen egyéb színváltozást tudunk elérni egy képen (vagy annak részletén) a novellában említett módon? (Például ammóniagőzben elpirul egy kislány, vagy „megérik” az alma, elsárgul a levél, stb.)

Állítsunk össze a szemelvényekhez feladatlapot a korábbi példák, vagy más elképzelés alapján!

7. Fejlesztő értékelés:



Nemzeti Fejlesztési Ügynökség

ÚMFT infovonal: 06 40 638 638
nfu@meh.hu • www.nfu.hu

Befektetés a jövőbe





1. Tapasztalatom szerint a tanulók nagyon szeretnek az interaktív táblával dolgozni, sokkal szívesebben jelentkeznek az ilyen típusú feladatokra, jobban odafigyelnek, mint a hagyományos módszereket alkalmazó órákon. Ezért azt ajánlom, hogy ha van ilyen tábla a teremben, akkor a legegyszerűbb anyagot is ezen mutassunk be, nem szükséges bonyolult programokat használni. Az is jó, ha csak egy-egy órarészletet teszünk föl a táblaprogrammal.

2. A számítógép anyagának kivetítése nagyban megkönnyítette az órai munkát. Az órát tanító pedagógusnak sokat kell dolgozni vele, mire összeállítunk egy prezentációt, de megéri. Arra azonban vigyázni kell, hogy ne legyen öncélú, kiegészítse, előrevigye a téma menetét, ne legyen túlsúlyban, ne rontsa el az óra arányait. Tehát a digitális technika egy jól alkalmazott eszköz legyen, ne a cél! Anyagainkat folyamatosan frissítsük, bővítsük, próbáljunk ki új programokat is!

3. Az IBST módszer időigényes, ezért nem tudjuk minden órán alkalmazni. Keresünk olyan feladatokat az anyagrészen, melyeknek tárgyalásába be lehet illeszteni IBST elemeket! Természetesen ezt a módszert csak akkor tudjuk beiktatni, ha az alapismereteket biztosan tudják a gyerekek. A másik buktató az, hogy nagyon eltérő a tanulók tudása és munkatempója, így vigyázni kell arra, hogy mindenki a maga szintjének, vérmérsékletének megfelelő feladatot tudjon végezni. Már a tervezésnél készüljünk erre, és óra alatt folyamatosan figyeljünk rá! Célszerű a meglévő anyagainkhoz hozzátenni egy-egy egyszerűbb IBST feladatot.

4. Legyen egy gyűjteményünk forrásanyagokból, amelyeket váltogatva használunk. Vonjuk be a gyűjtőmunkába a gyerekeket is! Keressünk az érettségi feladatok között is ilyen jellegűeket közép és emelt szinten! Igyekezzünk olyan szemelvényeket válogatni, amelyik valamilyen aktualitáshoz kötődik (évforduló, tudós, valamilyen esemény a hírek között, például természeti, vagy ipari katasztrófa), vagy kémia történeti vonatkozású!

8. Felhasználható irodalom:





PÉCSI TUDOMÁNYEGYETEM
UNIVERSITY OF PÉCS

H-7633 Pécs, Szántó Kovács János u. 1/b.
Tel.: +36 72 501-500

K A P O S V Á R I
E G Y E T E M

H-7400 Kaposvár,
Dr. Guba Sándor u. 40.
Tel.: +36 82 505-800

A kompetencia-alapú pedagógusképzés regionális szervezeti, tartalmi és módszertani fejlesztése
a Pécsi Tudományegyetem és a Kaposvári Egyetem részvételével

TÁMOP-4.1.2-08/1/B-2009-0003

1. Arányiné Haman Ágnes: Kooperatív tanulási és tanítási technikák alkalmazása a kémiaoktatásban Flaccus Kiadó 2004.
2. Főző Attila László és Riedel Miklós: Informatikai eszközök a kémia oktatásában Nemzeti Tankönyvkiadó 2003.
3. Spencer Kagan: Kooperatív tanulás Ökonet Kft. 2010.
4. <http://sdt.sulinet.hu>
5. <http://realika.educatio.hu/>



Nemzeti Fejlesztési Ügynökség

ÚMFT infovonal: 06 40 638 638
nfu@meh.hu • www.nfu.hu

Befektetés a jövőbe


Új Magyarország
FEJLESZTÉSI TERV