

SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY
Szlovák Kémiai Olimpiai Bizottság

KÉMIAI OLIMPIA

61. évfolyam, 2024/2025-ös iskolai év

D kategória

Házi forduló

ELMÉLETI ÉS GYAKORLATI FELADATOK

ELMÉLETI FELADATOK

Kémiai Olimpia – D kategória – 61.évfolyam – 2024/2025-ös iskolai év
Házi forduló

Adriána Cisková, Jela Nociarová

| |
|---|
| Maximálisan elérhető pontszám: 60 pont A megoldás időtartama: időben nem korlátozott |
|---|

Bevezetés

Kedves tanulók, az idei kémiai olimpia feladataiban három témakörrel ismerkedünk meg:

1. Teszteljük a kémia alapjait

Figyelni fogjuk az anyagok részecskeösszetételét, a protonok, neutronok és elektronok számát nemcsak az atomokban, hanem a kationokban, anionokban és izotópokban is. A feladatok megoldásában alkalmazzuk a kémiai anyagok nevezéktanát (beleértve a savanyúsók és a sók hidrátjainak megnevezését is). Vizsgáljuk a kémiai reakciók osztályozását (exoterm / endoterm reakciók, kémiai egysülés / bomlás, semlegesítés (közömbösítés), redoxi reakciók, csapadékképző reakciók), és a reakciók sebességét befolyásoló tényezőkre összpontosítunk.

2. Vizsgáljuk a vegyi anyagokat és vegyületeiket

Az idei feladatok a a periódusos rendszer legkönnyebb elemére , a hidrogénre és annak tulajdonságaira összpontosítanak. A hidrogén gáznemű anyag, amely könnyen előállítható a kémiai laboratóriumban egy alkálifém és víz reakciójával, vagy egy nem nemesfém és savak reakciójával. Hidrogént az iparban nagy mennyiségben megfelelő anyagok, például nátrium-szulfát vagy nátrium-klorid vizes oldatainak elektrolízisével állítanak elő. A hidrogén jelentős kémiai vegyületeket alkot, amelyekkel a hétköznapjainkban is találkozunk: pl. a víz alkotórésze (ezért közelebbről is megvizsgáljuk, hogy mi szennyezheti a vizet, hogyan tisztítják a szennyvizet, és milyen hatással van a cianobaktériumok túlszaporodása a vizi ökoszisztémára), része a hidrogén-peroxidnak és a savanyúsóknak, egy részük a sütőporok kelesztőanyaga, és a mezőgazdaságban pedig műtrágyaként is használják.

3. A kémiai számítások révén ismerkedünk a kémiával

Hígítottatok-e már műtrágyát vagy növényvédő permetszert koncentrátumból, például 1:10 arányban? Elkészítettétek-e már a kedvenc ételeteket vagy süteményeket dupla adagú összetevőből, mert több látogatóra számítottatok? Esetleg adagoltatok-e gyógyszert egy háziállatnak a testtömege alapján? Lehet, hogy nem vettétek észre, de valójában kémiai számításokat végeztetek!

A kémia olimpia feladataiban gyakran találkozunk oldatokra vonatkozó számításokkal. Ez alkalommal is számításokat végzünk a feloldott anyag tömegére, az oldat térfogatára, a feloldott anyag tömegtörtjére és anyagmennyiség-koncentrációjára nézve.

Fontos feleleveníteni a tömegre, moláris tömegre, illetve sűrűsége vonatkozó számításokat is. Egyes feladatokban a kémiai reakciókra vonatkozó tömegmegmaradási törvény is alkalmazásra kerül. Mivel a feladatok ebben az évben gyakran gáznemű anyagokkal kapcsolatosak, a számítások során alkalmanként felhasználjuk azt az információt is, hogy 1 mol-nyi gáz térfogata mindig $22,4 \text{ dm}^3$ (lásd a felkészülés során a 4. feladatot). Bár a feladatok némelyike úgy tűnik, hogy számításokat igényel, lehet azonban, hogy egyáltalán nem lesz szükséged tollra, papírra vagy számológépre, hogy megoldjad azokat.

Úgy tűnhet, hogy az idei házi forduló feladatai valamivel hosszabbak a szokásosnál, de úgy gondoljuk, hogy így még érdekesebbek lesznek számotokra, és azok megoldása után még jobban fel lesztek készülve a magasabb szintű forduló feladatainak megoldására, amelyeknek már a szokásos terjedelműek lesznek. A feladatok minden fordulóban (házi, iskolai, járási és a kerületi forduló) egységesek az alapiskola, illetve a nyolcéves gimnáziumok megfelelő évfolyamainak tanulói számára. A házi forduló feladatainak megoldása során használhatjátok az elemek periódusos rendszerét és a rendelkezésekre álló bármely irodalmi forrást (tankönyvek, enciklopédiák, internet stb.). A további fordulóknak szabad a számológép használata, viszont az elemek periódusos rendszere, ill. más segédeszköz használata nem megengedett. Bármely felmerülő kérdés és megjegyzés esetében e-mailben fordulhattok a szerzői kollektív vezetőjéhez: jana.chrappova@uniba.sk.

Sok jó ötletet kívánunk a feladatok megoldásához!

A szerzők

Ajánlott irodalom jegyzéke:

1. Vicenová H., Ganajová M.: Chémia pre 7. ročník základnej školy a 2. ročník gymnázia s osemročným štúdiom. 1. vyd. Bratislava: EXPOL PEDAGOGIKA, 2017. ISBN 978-890-8091-431-8
2. Vicenová H.: Chémia pre 8. ročník základnej školy a 3. ročník gymnázia s osemročným štúdiom. 1. vyd. Bratislava: EXPOL PEDAGOGIKA, 2018. ISBN 978-80-8091-492-9
3. Vicenová H., Ganajová M.: Chémia pre 9. ročník základnej školy a 4. ročník gymnázia s osemročným štúdiom. 1. vyd. Bratislava: EXPOL PEDAGOGIKA, 2019. ISBN 978-80-8091-574-2

Kiegészítő irodalom jegyzéke

1. Adamkovič, E., Šimeková, J.: Chémia pre 9. ročník základných škôl. 8. vyd. Bratislava: SPN, 2006. ISBN 80-10-00991-1 – *len kapitoly 1-3 (názvoslovie, redoxné reakcie, látkové množstvo, mólová hmotnosť a látková koncentrácia)*

1. Feladat Savanyú sók az élelmiszeriparban

(14 pont)

Ha a tészta sütéséhez nem használunk élesztőt vagy kovászt, akkor olyan adalékanyagokat kell az alapanyagokhoz hozzáadni, amelyek üregeket képeznek a tésztában - ezek által válik a tészta kelesztetté. Ebben a feladatban áttekintjük a leggyakrabban használt kelesztő anyagokat: a szódadikarbónát, a sütőport és a régen szarvsónak, agancssónak vagy szarvasagancssónak nevezett - szalakálit. Az említett kelesztő anyagok hatóanyagai a savanyú sók közé tartozik.



A szódadikarbóna hő hatására bomlik, nátrium-karbonátot, szén-dioxidot és egy további vegyületet képezve, amely +I oxidációs számmal rendelkező hidrogénatomot tartalmaz.

- Írjátok le a szódadikarbóna képletét és kémiai nevét!
- Írjátok le a szódadikarbóna hőbomlása során lejátszódó kémiai reakció kémiai egyenletét!
- A süteménysütéskor a szódadikarbóna mely bomlástermékei lesznek gáz halmazállapotúak?
- Hány mol CO_2 szabadul fel, ha 1 mol szódadikarbóna reagál? Segítségül használjátok a b) kérdésből a kémiai reakció egyenletét.
- A sütemény sütéséhez 4,2 g szódadikarbónát használtunk. Mennyi a szódadikarbóna anyagmennyisége? Hány mol CO_2 szabadul fel ebből a mennyiségű szódadikarbónából?

Szódadikarbónát tartalmaznak a pezsgős üdítőitalporok is. A szénsavas vízzel való érintkezésekor ugyanaz a gáz szabadul fel, mint a sütés során alkalmazott szódadikarbónából, de ez egy másik kémiai reakció, ami a szódadikarbóna és a pezsgős üdítőitalban lévő sav reakciója.

f) Milyen savat használnak leggyakrabban a pezsgős üdítőitalporokban és pezsgőtablettákban a pezsgés eléréséhez? Milyen az adott sav halmazállapota szobahőmérsékleten?

g) Írjátok le a szódabikarbóna és a sósav reakciójának reakcióegyenletét!
(Megjegyzés: természetesen a pezsgős üdítőitalporokban nem sósav található, de az f) feladatban említett ismeretlen sav reakciója szódabikarbónával hasonló a sósavval végbemenő reakcióhoz, aminek a felírása számotokra könnyebb.)

A sütőpor a szódabikarbóna és a trihidrogén-foszforsav néhány hidrogénsójának (pl.: nátrium-dihidrogén-foszfát és kalcium-dihidrogén-foszfát) a keveréke. A dihidrogén-foszfátok úgy viselkednek, mint a savak, ezért a szódabikarbónát ugyanúgy lebontják, mint a pezsgő üdítőitalporok savait. A sütőpor hatékonyabb, mint a szódabikarbóna, mivel a használata során két gázfejlesztő kémiai reakció megy végbe:

1. a szódabikarbóna hőbontása - már említettük a b) feladatban),
2. a szódabikarbóna és a nátrium-dihidrogén-foszfát reakciója, ami nátrium-hidrogén-foszfát, víz és szén-dioxid képződését eredményezi.

h) Írjátok le a nátrium-dihidrogén-foszfát, a kalcium-dihidrogén-foszfát és a nátrium-hidrogén-foszfát-dihidrát képletét!

i) Az említett reakciók egyike már sütés előtt, a tészta készítése közben végbemegy. Melyik?

j) Írjátok le a 2. pontban megadott kémiai reakció egyenletét!

Bizonyos sütemények és kalácsok készítése során speciális kelesztő anyagot, a szalakálit vagy szarvsót (régi megnevezése) használnak, ami kémiai szempontból az ammónium-hidrogén-karbonát. A szalakáli sütés közben 3 kételemről álló vegyületre bomlik, ezek 200 °C-on gázneműek. Ezen vegyületek közül kettő a szódabikarbóna bomlásakor is létrejön, a keletkezendő harmadik **X** vegyületnek nagyon intenzív szaga van, ezért ha szalakáival sütünk, akkor a konyhát jól ki kell szellőztetni.

k) Írjátok le az **X** anyag képletét és nevét!

l) Írjátok le a szalakáli termikus bomlásának egyenletét!

m) Írjátok le a szalakáli és a szódabikarbóna termikus bomlásának kémiai egyenlete alapján, hogy 1 mol szalakáli és 1 mol szódabikarbóna bomlásakor hány mol gáznemű anyag keletkezik!

n) Tételezzük fel, hogy a tészta készítéséhez ugyanannyi szalakálit és szódabikarbónát használunk. Melyik kelesztő anyag a hatékonyabb, azaz melyik esetében keletkezik több buborék a tésztában? Indokoljátok a választokat!

2 Feladat Szennyvíz tisztítása

(8 pont)

A szennyvíz az emberi tevékenység által szennyezett víz. A szennyvíztisztító telep olyan létesítmény, ahol a kommunális (háztartási) és az ipari szennyvízből eltávolítják a szennyeződések és a káros anyagokat, így megakadályozzák a környezetszennyezést. A szennyvíztisztító telepen a tisztítás háromféleképpen történik: mechanikai, biológiai és vegyi úton. A víz szennyeződése történhet szilárd, a víz sűrűségénél nagyobb vagy kisebb anyagokkal, illetve különféle oldott anyagokkal és szerves hulladékokkal. A szerves hulladékok közé soroljuk az olyan folyékony hulladékot, amely a háztartások konyhájában és fürdőszobájában, valamint vendéglátóipari létesítmények hasonló tevékenységei során keletkezik.

a) A képen a szennyvíztisztító telepen található ülepitőmedence látható. Csoportosítsátok a következő vízszennyező anyagokat az alapján, hogy az hogyan viselkedik: az ülepitőmedence aljára ülepedik, a víz tetejére úszik, vagy feloldódik. Egy szennyező anyag csak egy csoporthoz rendelhető.



*napraforgóolaj, benzin, vékony faágak,
műanyag palackok, mosószeres, kavics,
műtrágya, homok, gyümölcsfák vegyszeres
permetszerei talajrészec.*

b) Írjátok le, hogyan választanátok el az úszó szilárd anyagokat a szennyvízből!
c) Írjátok le, hogyan távolítanátok el a szennyvízből a vízben oldott anyagokat!
d) A mikroorganizmusok szerves hulladékkal táplálkoznak, amelyet sejtszövetükben átalakítanak:

I. oxigénné

II. nitrogénné

III. hidrogénné

IV. szén-dioxiddá

e) A szennyvízből ülepítéssel a következők nyerhetők ki:

I. ürülék

II. műanyag palackok

III. napraforgóolaj

IV. talajrészecskék

V. kavicsok

A kékmoszatok olyan cianobaktériumok, amelyek fotoszintézis útján képesek oxigént termelni. Számos helyen megtalálhatók, elsősorban édesvízben, talajban, nedves fában, de a tengerekben és óceánokban is. A cianobaktériumok 45 °C-nál melegebb környezetben is képesek élni. A gyengén áramló vagy állóvizekben a fitoplankton részét képezik.



f) Írjátok le, hogy mi okozza a vízvirágzást!

g) A műtrágyák a felszíni és felszín alatti vizek szennyezésének forrásai. Nevezeték meg 2 olyan kémiai elemet, amelyek vegyületei a műtrágyázás során a felszíni és felszín alatti vizek szennyezését okozzák!

h) Magyarazzátok meg a vizek eutrofizációjának fogalmát!

3 Feladat Az alkálifémek tulajdonságai

(12 pont)

A tanító néni a kémiakörön az alkálifémek tulajdonságait mutatta be Samunak és Karinnak. Az elemek periódusos táblázatának első csoportját, a hidrogén kivételével, az alkálifémek elemei alkotják. A tanító néni egy nagyobb üvegcádat vízzel megtöltött és hozzáadott néhány csepp szintelen fenolftalein indikátort. A petróleumban tárolt nátriumból kivett egy nagyobb darabot, szűrőpapírra helyezte, és egy késsel kisebb darabot vágott le belőle, amit óvatosan beledobott az üvegcádba. A tanulók figyelték a nátrium mozgását az oldat felszínén, amit lilásrózsaszín színeződés megjelenése kísért. A nátrium és a víz reakciója során nátrium-hidroxid és egy gáznemű termék keletkezik.

a) Írjátok le a nátrium és a víz reakciójának egyenletét!

b) Írjátok le az oxidációra és redukcióra vonatkozó félegyenleteket!

c) Határozzátok meg, hogy a nátrium és a víz reakciója során mi az oxidálószer és mi a redukálószer!

d) A nátrium és a víz reakciója:

exoterm neutralizáció endoterm kémiai bomlás kémiai
 egyesülés csapadékképző redoxi folyamat

e) Határozzátok meg az üvegcsőben a reakció végtermékének, a nátrium-hidroxid-oldatnak a pH-értékét!

a) kisebb mint 7 b) megközelítőleg 7 c) nagyobb mint 7

f) Írjátok le további 2 fém vegyjelét, amelyek vízzel történő reakciójával hasonló végtermékek keletkeznek, mint a nátrium és víz reakciója során!

g) Számítsátok ki, hogy mekkora tömegű nátrium darabot kell az üvegcsőben levő vízbe dobni ahhoz, hogy 0,1 mol/dm³ koncentrációjú nátrium-hidroxid-oldatot készítsünk, ha ismert, hogy 1,0 g nátriumból 1,74 g nátrium-hidroxid keletkezik. Az egyszerűség kedvéért feltételezzük, hogy a végső oldat térfogata 500 ml.

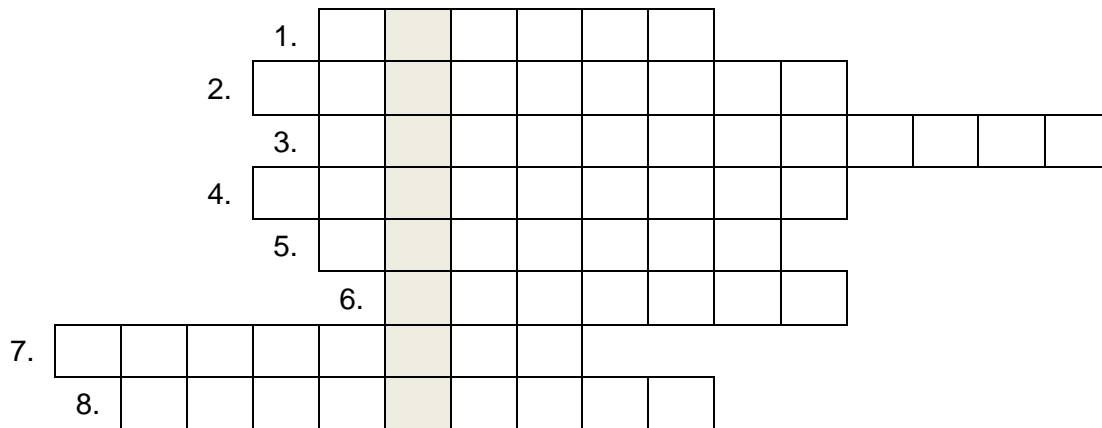
h) Az alábbi táblázat alapján határozzátok meg, hogy az indikátorok közül mely továbbiak alkalmazhatók a nátrium-hidroxid jelenlétének bizonyítására koncentrált oldatában? Milyen színváltozást figyelhettek meg?

| Indikátor neve | Átcsapási tartomány | Színváltozás |
|-----------------|---------------------|------------------|
| Metilvörös | 4,4 – 6,3 | Vörös – sárga |
| Fenolftalein | 8,2 – 10 | Színtelen – lila |
| Metilnarancs | 3,1 – 4,5 | Vörös – sárga |
| Timolftalein | 9,3 – 10,5 | Színtelen – kék |
| Brómkrezol zöld | 3,8 – 5,4 | Sárga – kék |

4 Feladat Könnyű feladat a (nemcsak) nehéz gázokról

(14 pont)

a) Töltsétek ki a keresztrejtvényt, amelynek megfejtése egy itáliai vegyész és fizikus vezetékneve lesz!



1. pozitív töltésű részecske, ami az atomból elektron leadásával keletkezik
2. francia vegyész, a tömegmegmaradás törvényének egyik felfedezője
3. származtatott fizikai-kémiai mennyiség, amely a feloldott anyag anyagmennyiségét fejezi ki adott térfogatú oldatban
4. a 3. periódus egyik elemének latin megnevezése, amely vegyértékelektronjainak száma 2
5. vegyész és fizikus, aki elsőként definiálta az „elektronegativitás“ fogalmát
6. az elemek periodicitását felfedező és a periódusos törvényt megfogalmazó tudós keresztneve
7. az atomburokban található részecske
8. annak az elemnek a latin megnevezése, amelynek atomja 6 protont és 6 neutronot tartalmaz

Az itáliai vegyész és fizikus Amedeo (vezetékeve a keresztrejtvény megoldása) felfedezte, hogy **bármely gáz azonos mennyisége azonos körülmények között** (azaz azonos hőmérsékleten és nyomáson) **mindig azonos térfogatot foglal el**. Mit jelent ez gyakorlatban? Képzeld el, hogy van 4 lufid, és mindegyiket más-más gázzal töltesz meg: az első lufit 2,0 g hidrogénnel, a másodikat 4,0 g héliummal, a harmadikat 32 g oxigénnel, a negyediket pedig 40 g argonnal.

Avogadro törvénye kimondja, hogy ha mind a 4 lufi azonos hőmérsékleten és azonos külső nyomáson van, akkor a térfogatuk azonos, függetlenül attól, hogy milyen gázzal töltjük meg őket, ugyanis mindegyik lufi ugyanannyi részecskét, azaz ugyanannyi anyagot tartalmaz (pontosan 1,0 mol gázt). **Normál körülmények között** (0 °C és 101 325 Pa nyomás) **1 mol gáz térfogata körülbelül 22,4 dm³**. Ezt az állandót nevezzük a gáz normál moláris térfogatának. Jegyezd meg, mert néhány feladatban találkozni fogunk vele.¹

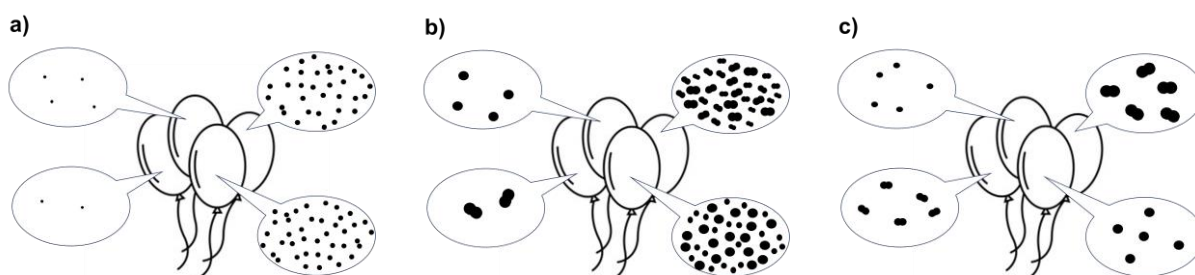
b) Egészítsétek ki a hiányos táblázatot! A sűrűség kiszámításánál alkalmazzátok a bevezető feladat adatait, ahol adott a kérdéses gáz tömege és térfogata normál körülmények között!

| Gáz | Az elem vegyjele | Milyen részecskék vannak jelen gáz halmazállapotban? Atomok vagy molekulák? | A lufi felfújásához használt gáz tömege (kg) | A használt gáz mennyisége (mol) | A gáz térfogata normál körülmények között (m ³) | A gáz moláris térfogata (g/mol) | Hányszor nagyobb a gáz moláris tömege, mint a H ₂ moláris tömege? | A gáz sűrűsége normális körülmények között (kg/m ³) | Hányszor nagyobb a gáz sűrűsége, mint a H ₂ sűrűsége? |
|----------|------------------|---|--|---------------------------------|---|---------------------------------|--|---|--|
| hidrogén | | | 0,002 | 1,0 | 0,0224 | | | | |
| hélium | | | 0,004 | 1,0 | 0,0224 | | | | |
| oxigén | | | 0,032 | 1,0 | 0,0224 | | | | |
| argon | | | 0,040 | 1,0 | 0,0224 | | | | |

A táblázat alapján észrevehettétek, hogy (ha azonos körülmények között, azaz azonos hőmérséklet és nyomás mellett) a gáz sűrűsége annál nagyobb, minél nagyobb a moláris tömege. A levegő sűrűsége normál körülmények között 1,29 kg/m³. A levegő nem kémiai tisztaságú anyag, ezért moláris tömegét nem tudjuk a szokásos módon kiszámítani. Összetételéből azonban kiszámítható, értéke pedig megközelítőleg 29,0 g/mol.

¹ Magasabb hőmérsékleten a gáz térfogata nagyobb, alacsonyabb hőmérsékleten a gáz térfogata csökken. A gáz pontos térfogata a normál körülményektől eltérő körülmények között azonban a kémiaolimpia feladataiban nem érdekel bennünket.

- c) A következő ábrák kiemelt részein négy (1 – 4) nagyon kis térfogatú felfújott lufik láthatók, amelyek a b) feladatban említett gázokat tartalmazzák. Melyik ábra a helyes?



- d) Az 1 – 4 gázokkal töltött lufik közül melyik fog lebegni a levegőben?
 e) Írjatok le legalább további három gázt, amelyek normál körülmények között kisebb sűrűségűek, mint a levegő (útmutatás: ezek lehetnek vegyületek és elemek is)!
 f) Létezhet-e normál körülmények között a hidrogén sűrűségénél kisebb sűrűségű gáz? Indokoljátok a válaszotokat!

A hidrogén a természetben három izotóp formájában fordulhat elő. Az izotópok olyan atomok, amelyek protonszáma azonos, de nukleonszáma eltérő. Az ^1H és a ^2H izotópok stabilak és nem bomlanak. Az ^1H -t próciumnak is nevezik, és ez a hidrogén leggyakoribb izotópja. A ^2H -t deutériumnak nevezik. A deutérium a nehézvíz alkotórésze, amely az atomreaktorok hűtőközegeként szolgál. ^3H -t tríciumnak nevezik, és csak nagyon kis mennyiségben fordul elő a természetben, mivel radioaktív és gyorsan bomlik.

- g) Válasszátok ki az izotópokra vonatkozó állítások közül, hogy melyik igaz vagy hamis!

| | |
|--|------------|
| A prócium azonos számú protont tartalmaz, mint a deutérium. | IGAZ/HAMIS |
| A deutérium azonos számú elektront tartalmaz, mint a trícium. | IGAZ/HAMIS |
| Minden izotóp azonos számú elektronnal rendelkezik. | IGAZ/HAMIS |
| A deutériumban és a tríciumban azonos a protonok száma. | IGAZ/HAMIS |
| A rendszám megadja az atommagban található protonok és neutronok számát. | IGAZ/HAMIS |
| A nukleonszám megadja az atommagban levő protonok számát. | IGAZ/HAMIS |

5 Feladat Hidrogén a közlekedésben

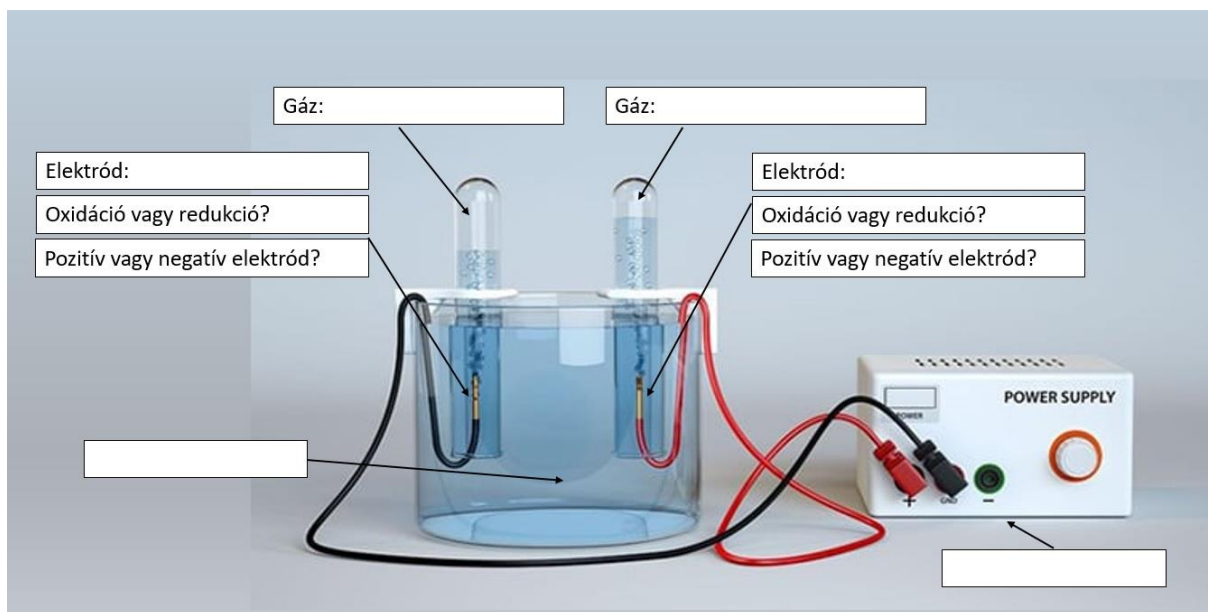
(12 pont)

A hidrogént (vagy a biztonságosabb héliumot) egykor léghajók töltésére használták, amelyek nagy térfogatuk és kis tömegük miatt lebegtek. A hidrogén hátránya, hogy robbanásveszélyes, ami a Hindenburg léghajó légi katasztrófáját is okozta. E tragikus eseményt követően a hidrogén közlekedésben való felhasználása hosszú évekre feledésbe merült. A hidrogén elégetése során nagy mennyiségű energia szabadul fel, miközben a keletkező termék egyáltalán nem veszélyes a környezetre. A hidrogén elégetése tehát jó alternatívája a fosszilis tüzelőanyagok elégetésének. Hidrogén üzemanyaggal hajtott autóbuszok már Szlovákiában, Pozsonyban is közlekednek. A hidrogén szélesebb körű felhasználását azonban a biztonságos tárolásával kapcsolatos problémák és a hidrogén előállításának magas költségei korlátozzák, ezért a jelenleg is folyamatban lévő kutatások olyan technológiákra irányulnak, amelyek megoldást jelentenek a hidrogén hatékony felhasználásában.

A közlekedési célokra használt hidrogént földgázból (ez nem ideális, mivel ez a fosszilis tüzelőanyag-forrás), vagy víz elektrolízisével állítják elő, megfelelő anyagok hozzáadásával, amelyek biztosítják az elektromos áramvezetést a vízben (de az elektrolízis csak akkor kifizetődő, ha elegendő megújuló energiaforrásból szerzett, például nap- vagy szélenergiák által termelt villamos energia biztosítja azt).

- a) Írjátok le a hidrogén égésének reakcióegyenletét!
- b) Az NaOH vizes oldatának laboratóriumban történő elektrolízisét ábrázoló kép hiányzó részeit egészítsétek ki az alábbi fogalmakkal!

| | |
|-----------------------|------------|
| egyenáramú áramforrás | katód |
| hidrogén | anód |
| oxigén | elektrolit |



- c) Az ábra alapján döntsétek el, hogy:
- melyik elektród a pozitív és melyik a negatív,
 - melyik elektródon megy végbe az oxidáció és melyiken a redukció.
- d) Magyarazzátok meg, hogy a kémcsövekben felfogott gázok térfogata miért nem egyenlő, annak ellenére, hogy a keletkezett gázok hőmérséklete és a külső nyomás azonos!
- e) A desztillált víz nem használható hidrogén és oxigén elektrolízissel történő előállítására, mivel nem vezeti az elektromos áramot. Ezért gyakran használnak például nátrium-szulfát-oldatot. Számítsátok ki a kristályvízmentes nátrium-szulfát tömegét, amely $100,0 \text{ cm}^3$ oldat előállításához szükséges, ha $w(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,10$. Az így elkészített oldat sűrűsége $1,09 \text{ g/cm}^3$.

A legutóbbi kémiakörön vegyész Samu és Karin megtudták, hogy egy alkálifém és víz reakciójával hidrogéngázt lehet előállítani. A mai kémiakörön azonban a tanító néni a hidrogéngáz laboratóriumi előállításának egy másik módját szeretné megmutatni nekik. Mégpedig úgy, hogy néhány fémet savakkal reagáltatnak. Azonban nem minden fém (pl. réz, ezüst, higany, platina és arany) alkalmas erre a reakcióra - ezeket a fémeket nemesfémeknek nevezzük. A tanító néni kis mennyiségű 10%-os sósavat önt egy kémcsőbe, és behelyez egy kis cinklemezt. Vegyész Samu és Karin közben megfigyelheti, ahogy a cinklemezen gáznemű termék buborékjai szabadulnak fel.

f) Írjátok le, mely további fém alkalmazható hidrogéngáz előállítására sósav reakciójával!

A tanító néni úgy döntött, hogy a kémiakörön megmutatja Samunak és Karinnak a kémiai reakció sebességét befolyásoló tényezőket is, és további kémcsöveket készített elő, amelyekbe sósavat öntött, majd cinket adott hozzá.

g) Válasszátok ki a kémiai reakció sebességére vonatkozó állítások helyes igazságértékét összehasonlítva a laboratóriumi hőmérsékleten megvalósított 10 %-os sósav-oldat és cinklemez reakciójával!

| | |
|---|------------|
| A reakció gyorsabban végbement abban a kémcsőben, amelybe cinklemez helyett cinkport tettünk. | IGAZ/HAMIS |
| A reakció a jégfürdőbe helyezett kémcsőben gyorsabban ment végbe. | IGAZ/HAMIS |
| Az 5 %-os sósav-oldatot használva a reakció lassabban ment végbe. | IGAZ/HAMIS |

Vége az elméleti résznek

GYAKORLATI FELADATOK

Kémiai Olimpia – D kategória – 61.évfolyam – 2024/2025-ös iskolai év

Házi forduló

Jana Chrappová

Maximálisan elérhető pontszám: 40 pont
A megoldás időtartama: időben nem korlátozott

Bevezetés

A gyakorlati feladatok teljesítésére nincs időkorlát, a feladatokat az iskolai forduló határidejéig kell teljesíteni.

A sikeres feladatmegoldáshoz szükséges az alap laboratóriumi eljárások ismerete, mint pl.: a tömegmérés, térfogat bemérése mérőhengerrel és pipettával, közvetlen hevítés (a gázégő lángjában vagy elektromos melegítőlapon), hűtés és a jégfürdő összeállítása, adott összetételű oldatok készítése, dekantálás, szűrőberendezés összeállítása, egyszerű szűrés sima és redős szűrőpapíron (beleértve a szűrőpapír módosítását és a csapadék átmosását szűrőpapíron keresztül), oldatok besűrítése vízfürdőre helyezett bepárló csészében, hőmérséklet mérése és pH-érték meghatározása univerzális pH-papír segítségével.

A gyakorlati rész teljesítésének elengedhetetlen feltétele a laboratóriumi eszközök helyes megnevezése és használata, a laboratóriumi eljárások leírása és a megfigyelési eredmények lejegyzése. Szükséges továbbá az egyszerű szervetlen vegyületek (oxidok, hidroxidok, savak, hidrogénsók és sók hidrátjai) nevezéktanának ismerete és az alapszintű kémiai számításoknak (tömegtört ismerete és használata az oldatok készítése és összetételük meghatározása során) az ismerete. Szükségszerű a kémiai változás reakcióséma (a kiindulási anyagok és a termékek képleteinek) általi megadása és az adott kémiai reakció kémiai egyenletével való jellemzése, azaz az összes reagens és végtermék képleteinek és azok sztöchiometriai együtthatóinak feltüntetésével történő felírása. Továbbá hasznos lehet a sav-bázis, a redoxi és csapadékképző reakciók alapelveinek ismerete. A redoxireakciók esetében fontos a következő fogalmak ismerete: oxidáció, redukció, oxidálószer, redukálószer.

A tanulmányozásra ajánlott szakirodalom az elméleti részben van feltüntetve.

A gyakorlati rész végrehajtása során használjátok a szükséges munkavédelmi eszközöket.

A Kémiai Olimpia idei évfolyamának gyakorlati feladatai a hidrogén és az oxigén egy vegyületére, a hidrogén-peroxidra (H_2O_2) fókuszálnak. A feladatok révén megvizsgáljuk a hidrogén-peroxid redoxi hatását kiválasztott kémiai vegyületekre, illetve vizsgáljuk a reakciók körülményeit, és azok hatását a reakció lefolyására és a keletkező termékek összetételére nézve.

1. Feladat $\text{MnO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ előállítása (10 pont + 10 pont)

A H_2O_2 és a MnSO_4 -oldat lúgos közegben történő redoxireakciója során vízben nem oldódó mangán(IV)-oxid hidrátja ($\text{MnO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$) keletkezik. A reakció erősen exoterm, amely a reakciórendszerben a hőmérséklet növekedését, és ezáltal a H_2O_2 nemkívánatos bomlását is okozza, ezért célszerű a reakciót jégfürdő által hűtve elvégezni. Sőt, a H_2O_2 bomlását a keletkező mangán(IV)-oxid hidrátja is okozza, ezért a reakciót H_2O_2 többletében hajtjuk végre. A reakció befejezését követően a reakcióelegyet desztillált vízzel hígítjuk, és állni hagyjuk, amíg a vízben nem oldódó termék leülepszik a főzőpohár aljára, és hagyjuk a terméket „megégni”, hogy durvább szemcséjűvé váljon, és dekantálással könnyebben tisztítható legyen.

Munkamenet:

1. Óraüvegen mérjétek le 1,50 g $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ -t és a bemért mennyiséget szórjátok át 100 cm³-es főzőpohárba, oldjátok fel 28 cm³ desztillált vízben (az adott térfogat kimérésére használjátok mérőhengert). Az oldatot tartalmazó főzőpoharat helyezétek gázégő lángja fölé vasháromlábra helyezett dróthálóra (vagy elektromos főzőlapra), és kezdjétek el melegíteni. A főzőpohárban levő oldatot üvegbottal kevergetve, óvatosan melegítétek, amíg a só fel nem oldódik. Legyetek óvatosak, hogy ne égessétek meg magatokat! Ha a só feloldódott, fejezzétek be az oldat melegítését.
2. A főzőpohárban levő oldatot hagyjátok kicsit kihűlni, majd helyezétek az előre elkészített jégfürdőbe (*jégfürdő elkészítése: egy nagyobb tálba keverjétek össze jégkockákat csapvízzel*). A jégfürdőbe helyezett főzőpohárban az oldatot a hűtés közben néha keverjétek meg, és kb. 5 percig hűtsétek.
3. A jégfürdőbe helyezett főzőpohárban levő oldat alapos lehűtése után, adjatok hozzá 10 cm³ H_2O_2 -oldatot (az adott térfogat mennyiségét pipetta segítségével mérjétek ki). Az elegyet keverjétek el, és hagyjátok a jégfürdőben hűlni. A hűtés során figyeljétek a jégfürdő állapotát, és szükség szerint adjatok hozzá további jégkockákat, és a jég olvadásával keletkezett víztöbbletet pedig öntsétek le.
4. Mérőhenger segítségével mérjétek ki 30 cm³ KOH-oldatot. A kimért oldatot töltsétek egy kis főzőpohárba, majd a jégfürdőben levő főzőpohár oldatához adagoljátok kis mennyiségekben (pl. Pasteur pipettával) a KOH-oldatot. Kezdetben 1 – 2 cm³ -enként, és minden egyes adagolás után várjátok egy kicsit, amíg a reakció lecsillapodik, majd üvegbottal keverjétek meg az elegyet. Adagoljátok ilyen módon a KOH-oldat fele térfogatát, majd a másik felét már

nagyobb adagokban adjátok a reakcióelegyhez. Ha a jégfürdőben levő főzőpohár oldatához hozzáadtátok a kimért KOH-oldat teljes térfogatát, vegyétek ki a főzőpoharat a jégfürdőből, és a reakcióelegyben történt változásokat jegyezzétek le a válaszadó ívbe (az eredmények részbe).

5. Töltsetek egy 250 cm³ –es főzőpohárba 100 cm³ desztillált vizet, amibe öntsétek bele a kihűlt reakcióelegyet, majd üvegbottal alaposan keverjétek el. Az üvegbotot vegyétek ki, és hagyjátok a csapadékot leülepedni a főzőpohár aljára.
6. A csapadék feletti oldatot óvatosan, üvegbot mentén öntsétek le a mosdó lefolyójába.
7. A főzőpohárban leülepedett szuszpenzióhoz öntsetek, mérőhengert használva 100 cm³ desztillált vizet. Az elegyet üvegbottal keverjétek el, és várjatok. amíg a csapadék leülepedik a főzőpohár aljára, majd ismét öntsétek le üvegbot mentén a csapadék feletti oldatot a mosdó lefolyójába.
8. A szűrlet felfogásához használjatok főzőpoharat. A szűrőpapír négyzetét hajtogassátok úgy, hogy redős szűrőt kapjatok. Mérjétek le a szűrőpapír tömegét és jegyezzétek le a válaszadó ívbe (az eredmények részbe).
9. A főzőpohárban levő szuszpenzióhoz öntsetek kb. 20 cm³ desztillált vizet. Az elegyet keverjétek el és szűrjétek le. A főzőpohárban levő maradék szuszpenziót a szűrőpapírra spriccflaska segítségével öblítsétek ki desztillált vízzel.
10. A szűrés befejeztével a szűrőpapírt a felfogott csapadékkal, csipesz segítségével helyezétek át egy óraüvegre, terítsétek szét a szűrőpapírt és hagyjátok szabadon száradni.
11. A szűrőpapíron levő száraz termék tömegét mérjétek le, és jegyezzétek le a termék küllemének jellemzésével együtt a válaszadó ívbe (az eredmények részbe).

2. Feladat A H₂O₂ redoxi hatásának vizsgálata (5 pont + 15 pont)

Munkamenet

1. Kémcsőállványban előkészített 5 (A, B, C, D és E címkével ellátott) tiszta kémcső áll a rendelkezésükre.
2. Az A kémcsőbe pipettáljatok 2 cm³ vas(II)-szulfát-oldatot, majd adjatok hozzá 1 cm³ kénsav-oldatot. A kémcsőben az elegyet óvatosan rázzátok össze, majd adjatok hozzá 4 csepp hidrogén-peroxid-oldatot. A megfigyelt változást jegyezzétek le a válaszadó ívbe.
3. A B kémcsőbe pipettáljatok 2 cm³ kálium-permanganát-oldatot, majd adjatok hozzá 1,5 cm³ kénsav-oldatot. A kémcsőben az elegyet óvatosan rázzátok össze, majd adjatok hozzá 4 csepp hidrogén-peroxid-oldatot. A megfigyelt változást jegyezzétek le a válaszadó ívbe.
4. A C kémcsőbe pipettáljatok 2 cm³ kálium-permanganát-oldatot, és óvatosan adjatok hozzá 3 csepp hidrogén-peroxid-oldatot. A megfigyelt változást jegyezzétek le a válaszadó ívbe.
5. A D kémcsőbe pipettáljatok 1 cm³ kálium-jodid-oldatot, és adjatok hozzá 1 cm³ kénsav-oldatot. A kémcső elegyéhez adjatok hozzá 4 csepp hidrogén-peroxid-oldatot, és óvatosan rázzátok össze az elegyet. A megfigyelt változást jegyezzétek le a válaszadó ívbe. Vigyázat, a reakció lassabban megy végbe!
6. Az E kémcsőbe pipettáljatok 0,5 cm³ AgNO₃-oldatot, adjatok hozzá 4 csepp hidrogén-peroxid-oldatot, és óvatosan rázzátok össze az elegyet. A megfigyelt változást jegyezzétek le a válaszadó ívbe.

A válaszadó ívet egészítsétek ki a szükséges adatokkal.

Szerzők: RNDr. Jana Chrappová, PhD. (a szerzői kollektíva vezetője),

Bc. Adriána Cisková, Mgr. Jela Nociarová, PhD.

Recenzensek: RNDr. Marika Blaškovičová, Mgr. Ladislav Blaško

Felelős szerkesztő: RNDr. Jana Chrappová, PhD.

Fordítás: Mgr. Katarína Szarka, PhD.

Slovenská komisia chemickej olympiády- Szlovák Kémiai Olimpiai Bizottság

Kiadó: NIVaM – Národný inštitút vzdelávania a mládeže - Nemzeti Oktatási és Ifjúsági

Intézet, Bratislava 2024