



KÉMIA

4. MINTAFELADATSOR

KÖZÉPSZINT

2015

Az írásbeli vizsga időtartama: 120 perc



Fontos tudnivalók

- A feladatok megoldására 120 perc fordítható, az idő leteltével a munkát be kell fejeznie.
- A feladatok megoldási sorrendje tetszőleges.
- A feladatok megoldásához szöveges adatok tárolására nem alkalmas zsebszámológépet és négyjegyű függvénytáblázatot használhat, más elektronikus vagy írásos segédeszköz használata tilos!
- Figyelmesen olvassa el az egyes feladatoknál leírt bevezető szöveget és tartsa be annak utasításait!
- A feladatok megoldását tollal készítse! Ha valamilyen megoldást vagy megoldásrészletet áthúz, akkor az nem értékelhető!
- A számítási feladatokra csak akkor kaphat maximális pontszámot, ha a megoldásban feltünteti a számítás főbb lépéseit is!
- Kérjük, hogy a szürkített téglalapokba semmit ne írjon!

1. Esettanulmány

Olvassa el figyelmesen a szöveget, és válaszoljon az alább feltett kérdésekre tudása és a szöveg alapján!

Ammóniagyárak

Hozzávetőleg évente 130 millió tonna elemi nitrogénből gyártanak ammóniát szerte a világban a Haber–Bosch-eljárás során, nitrogénből és hidrogénből kiindulva. Ugyanakkor ennél is több (becslések szerint kb. 150 millió tonna) nitrogén alakul át ammóniává különféle baktériumok (pl. Rhizobium) révén. Ez utóbbi folyamat az ún. biológiai nitrogénfixálás.

Jól ismert tény, hogy a nitrogén igen kevésbé reakcióképes gáz. A hidrogénnel való reakciója egyensúlyra vezető folyamat, ipari körülmények között viszonylag magas (300-550 °C) hőmérsékleten és nagy (15-25 MPa) nyomáson, különféle fém-oxidokat (kálium-, kalcium- és alumínium-oxidot) is tartalmazó vaskatalizátor jelenlétében játszódik le.

Ennek a folyamatnak a kidolgozása Fritz Haber német vegyész nevéhez fűződik, aki 1905-ben publikálta eredményeit, amelyek hosszas kísérleti munka eredményeképpen születtek meg. Nem ő volt az egyetlen, aki dolgozott a problémán, de az alkalmazandó nagy nyomás és hőmérséklet igen nehezítette a kísérletezést, így több kutató is feladta a küzdelmet. Köztük volt a francia Henry Louis Le Châtelier is, aki utóbbi élete legnagyobb tévedésének nevezte, hogy elszalasztotta a lehetőséget. Joggal, hiszen valóban közel állt a megvalósításhoz. (Mi sem bizonyítja ezt jobban, mint hogy Haber is a Le Châtelier által felismert törvényszerűségek alapján dolgozott.) Másrészt pedig hatalmas anyagi haszon is származott a felfedezésből: az előállított ammóniát óriási mennyiségben használta a későbbiekben a műtrágyaipar. Haber és a folyamat ipari méretű megvalósítását kidolgozó Carl Bosch egyaránt Nobel-díjat kaptak munkájukért.

Valóban ilyen nagy jelentőségű találmányról lenne szó? Kétségtelenül igen. A mezőgazdasági termelés bővülésével már a 19. században felmerült az igény a talaj nitrogéntartalmának utánpótlására. A növények ugyanis gyakorlatilag képtelenek felvenni a levegő nitrogénjét, csak a talajból tudják fedezni növekedésük nitrogénigényét (elsősorban ammónium- és nitrátionok formájában). Természetes körülmények között az elpusztult növényzet nitrogéntartalma visszakerül oda, de ha a mezőgazdasági művelés során betakarítják a termést, évről évre csökkenni fog a rendelkezésre álló nitrogén mennyisége. Ezt kell mesterségesen pótolni. A Haber–Bosch-eljárás ipari megvalósításáig szinte kizárólag a Chilében található nátrium-nitrát állt rendelkezésre. Az ammóniagyártás tette lehetővé olyan nitrogéntartalmú anyagok (elsősorban az ammónium-nitrát) előállítását, amellyel ki lehetett váltani a drága és egyre fogyó chilei salétromot.

Említettük, hogy létezik olyan természetes folyamat, amelyben a levegő nitrogénjéből ammónia képződik. Az ammónia a talajban ammóniumionná alakul, amely nitrátiónná oxidálódhat. Ily módon akár műtrágya nélkül is pótlódhat a talaj nitrogéntartalma, de ez sajnos túl lassú folyamat ahhoz, hogy a mezőgazdaság számára megnyugtató megoldást nyújtson. Egyszerűen nincs ma már lehetőség arra, hogy akár évekig „pihenjen, regenerálódjon” a termőföld.

Tanulságos viszont megvizsgálni ennek a reakciónak a körülményeit. Szobahőmérséklet, légköri nyomás... a Rhizobium baktériumok biztosan jót nevetnek az embereken. Hogyan lehetséges ez? Nagyon hatékony katalizátorral! A nitrogénkötő baktériumok rendelkeznek olyan enzimmel (nitrogenáznak hívják), amely már ilyen mérsékelt körülmények között is

képes „összehozni” a nagyon kevésbé reaktív nitrogént és a hidrogént – igaz, az ipari folyamatnál jóval kisebb reakciósebességgel.

És bár az ammónia elemeiből történő képződése exoterm folyamat, a természet 1 mol N_2 megkötéséért kb. 2 kg glükóz elfogyasztásával fizet, hiszen a nitrogénmolekula hármas kötésének felszakítását itt sem lehet megúszni. Haberek ugyanezt magas hőmérséklet alkalmazásával oldották meg.

A nitrogénáz enzim működésének megértése mindenesetre igen hasznos lehet, ha a jövőben szeretnénk alacsonyabb hőmérsékletű (azaz energiatakarékosabb és olcsóbb) eljárást találni az ipari ammóniaszintézisre. Maga az enzim ún. metalloprotein, azaz fémionokat is tartalmazó fehérje. Szerkezetét intenzíven kutatják, annak ellenére, hogy rendkívüli levegőérzékenysége, továbbá az a tény, hogy igen nehezen izolálható kristályos formában, komoly akadályokat gördítenek a vizsgálatok elé. Azt azonban már régen tudjuk, hogy a vas és a molibdén a két fém, amely részt vesz az enzim felépítésében.

(Greenwood–Earnshaw: Az elemek kémiája, ill. http://en.wikipedia.org/wiki/Haber_process; http://en.wikipedia.org/wiki/Nitrogen_fixation nyomán)

a) Írja fel annak a folyamatnak az egyenletét, amelynek megvalósításán Le Châtelier is dolgozott, de végül nem járt sikerrel!

b) A szövegben megadott adat alapján számítsa ki, hogy évente mekkora tömegű ammóniát állítanak elő mesterségesen a világon!

c) Szükség van-e valamilyen energiaforrásra a biológiai nitrogénfixáláshoz? Magyarázza meg, hogy miért!

d) Miért alkalmaznak viszonylag magas hőmérsékletet az ipari ammóniaszintézis során? Húzza alá a két helyes választ!

Mert a folyamat endoterm.

A reakciósebesség növelése céljából.

Az egyensúly eltolása végett.

Az aktiválási energia biztosítására.

Energiatakarékosági okokból.

A reakcióhő csökkentése érdekében.

- e) Hasonlítsa össze az ipari ammóniaszintézis és a biológiai nitrogénfixálás reakciósebességét!
- f) Nevezze meg a biológiai nitrogénfixálás katalizátorát!
- g) Nevezze meg azt a fémet, amely az ipari ammóniaszintézisben nem, de a természetes nitrogénmegkötésben szerepet játszik (mint a katalizátor összetevője)!
- h) Nevezzen meg egy – a szövegben említettől eltérő – természetben is előforduló metalloproteint!
- i) Adja meg annak az ammóniából előállított anyagnak a nevét és képletét, amelynek gyártása jelentős anyagi hasznot hajtott!
- j) Miért lenne célszerű a jövőben enzim katalizálta eljárást kidolgozni az ammóniaszintézisre?

14 pont	
---------	--

2. Egyszerű választás

Írja be az egyetlen helyes megoldás betűjelét a válaszok jobb oldalán található üres cellába!

1. A gyémánt...

- A) a szén molekulárcsós módosulata.
- B) kristályrácsában minden szénatomot 4 másik vesz körül azonos távolságban.
- C) jól vezeti az elektromos áramot.
- D) alacsony olvadáspontú anyag.
- E) vízben jól oldódik.

2. Melyik az a sor, amelyben két halogéntartalmú műanyagot is feltüntettünk?

- A) Polietilén, műgumi (polibutadién), teflon.
- B) Polipropilén, PVC, teflon.
- C) Teflon, polipropilén, polietilén.
- D) Polipropilén, műgumi (polibutadién), PVC.
- E) Műgumi (polibutadién), polietilén, polipropilén.

3. Színes és jellegzetes szagú gáz a ...

- A) kén-dioxid.
- B) propán.
- C) dihidrogén-szulfid.
- D) nitrogén-dioxid.
- E) szén-monoxid.

4. Melyik sorban tüntettünk fel kizárólag olyan anyagi halmazokat, amelyekben csak kovalens kötés és diszperziós kölcsönhatás található?

- A) Hidrogén, etén, hidrogén-klorid.
- B) Acetilén, kvarc, metanol.
- C) Kén-hidrogén, klór, oxigén.
- D) Szén-dioxid, ammónia, víz.
- E) Hidrogén, nitrogén, metán.

5. Melyik sorban tüntettük fel a gázokat az azonos állapotú héliumra vonatkoztatott relatív sűrűség növekvő sorrendjében?

- A) Hidrogén, formaldehid, metán.
- B) Neon, etán, kén-dioxid.
- C) Ammónia, klór, szén-dioxid.
- D) Propán, szén-dioxid, acetilén.
- E) Etán, metán, propán.

6. Melyik az a sor, melyben nem valamely elem allotróp módosulatának nevét tüntettük fel?

- A) Gyémánt.
- B) Fehérfoszfor.
- C) Deutérium.
- D) Ózon.
- E) Grafit.

7. Melyik az a molekula, melynek kötése polárisak, ám a molekula mégsem poláris?

- A) NH_3
- B) CH_4
- C) H_2S
- D) HCl
- E) HCHO (formaldehid)

8. Egy elem különböző izotópjai eltérést mutatnak...

- A) az atomokban lévő neutronok számában.
- B) az atomokban lévő elektronok számában.
- C) az atomokban lévő protonok és neutronok számában.
- D) az atomokban lévő neutronok és elektronok számában.
- E) az atomokban lévő protonok és elektronok számában.

9. Az alább felsorolt, a háztartásban is megtalálható anyagok között hány olyan van, amely tartalmaz valamilyen fémet (fémiont)?

konyhasó, hipó, agyag, szénsavas ásványvíz, rozsdá

- A) 1
- B) 2
- C) 3
- D) 4
- E) 5

9 pont	
--------	--

3. Négyféle asszociáció

Írja a megfelelő betűjelet a feladat végén található táblázatba!

- A) Kálium
- B) Magnézium
- C) Mindkettő
- D) Egyik sem

1. Jellegzetes színű lángfestést ad.
2. Hidratált ionja vízkeménységet okoz.
3. Laboratóriumban petróleum alatt tárolják.
4. A dolomit egyik alkotóeleme.
5. Vízzel közönséges körülmények között is nagyon hevesen reagál.
6. A könnyűfémek közé tartozik.
7. Vegyértékhéja két elektront tartalmaz.
8. Hidratált ionjai színtelenek.
9. Ionja a klorofillban megtalálható.
10. Kloridjában a fémionok és kloridionok anyagmennyiség-aránya 1:2.
11. Szulfátjának neve gipsz.

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----

11 pont	
---------	--

4. Táblázatos feladat

A táblázat sorszámozott celláiba olvashatóan írja be a megfelelő kérdésre adott értelemszerű válaszait!

Az alábbi kémiai folyamatokat vizsgáljuk:

- A) A PVC monomerjének előállítása 1,2-diklór-etán hevítésével
- B) Ammónium-klorid és víz kölcsönhatása
- C) Etén reakciója vízzel katalizátor jelenlétében
- D) Nátrium és víz reakciója

Reakciótípus	<i>Elimináció</i>	1.	<i>Addíció</i>	<i>Sav-bázis reakció</i>
A reakció besorolása (a reakció betűjele)	2.	D	3.	4.
Reakcióegyenlet	5.	6.	7.	8.
	9. Az egyik reakciótermék közömbösítése nátrium-hidroxiddal:	10. A nátrium szerepe a folyamatban:	11. A reakciótermék neve:	12. Az ammónium-klorid vizes oldatának kémhatása:
Egy tetszőleges reakcióegyenlet az adott reakciótípusra a megadott kiindulási anyaggal	etil-alkohol 13.		acetilén 14.	salétromsav 15.

15 pont	
---------	--

5. Alternatív feladat

A következő feladatnak – érdeklődési körétől függően – csak az egyik változatát kell megoldania. A vizsgadolgozat megfelelő helyén meg kell jelölnie a választott feladat betűjelét (A vagy B). Amennyiben ez nem történt meg, és a választás ténye a dolgozathból sem derül ki egyértelműen, akkor minden esetben az első választható feladat megoldása kerül értékelésre.

A választott feladat betűjele:

A) Elemző feladat

A feladatban az egyik legismertebb szervetlen savval, a *kénsavval* kapcsolatos kérdésekre kell válaszolnia.

a) Írja fel a kénsav molekulájának szerkezeti képletét! (Minden kötő és nemkötő elektrópárt tüntessen fel!)

Egy kémiatanár nem talált az iskolai laboratóriumban tömény kénsavoldatot, ezért a benzinkútnál akkumulátorsavat (kb. 30 tömegszázalékos kénsavoldatot) vásárolt, majd egy edényben addig forralta, amíg térfogata jelentősen lecsökkent, az oldat betöményedett.

b) **Mi az oka annak, hogy a forralás során az oldat töményedik?**

A keletkezett tömény kénsavoldatot egy főzőpohárban lévő, háztartásban is előforduló, édes ízű, fehér színű, kristályos, szerves vegyületre öntötte. Rövid idő elteltével jellegzetes szagú gáz felszabadulását észlelte.

c) **Mely anyag lehetett a kénsav reakciópartnere a folyamatban? Név és összegképlet felírásával válaszoljon!**

A gáz keletkezése mellett a reakció további, látványos tapasztalatokat is eredményezett.

d) **Ismertesse, milyen tapasztalatokról van szó!**

A kísérletezés közben a tömény kénsav kiömlött, de a tanár az éppen kéznél lévő mosószóval közömbösítette.

e) **Miből tudhatta, hogy a közömbösítésre használt anyagból nincs már szükség további mennyiség hozzáadására?**

A kémiatanár ezután a negatív standardpotenciálú fémek és savak kémiai kölcsönhatását szeretné volna kísérletileg demonstrálni, ezért főzőpohárba öntött tömény kénsavoldatba alumíniumdarabot dobott.

f) Tapasztalt-e változást a kísérletben? Hogyan magyarázható az észlelés? Ha történt kémiai változás, írja fel a rendezett reakcióegyenletét!

Ezután egy másik alumíniumdarab felhasználásával a kísérletet híg kénsavoldattal is megismételte.

g) Mit tapasztalt ezúttal? Ha történt kémiai változás, írja fel a rendezett reakcióegyenletét!

B) Számítási feladat

Híg sósavba márványdarabkát dobtunk. Miután a gázfejlődés megszűnt, a márványdarabkát kivettük az oldatból és megszáritottuk. Tömege 3,00 g-mal csökkent az eredetihez képest.

a) Írja fel a lejátszódott kémiai reakció rendezett egyenletét!

b) Számítsa ki, hogy mennyivel csökkent az oldatban lévő hidrogén-klorid tömege!

c) Mennyivel nőtt vagy csökkent az oldat tömege a reakció során? Állítását számítással igazolja!

d) Számítsa ki a reakcióban keletkező gáz térfogatát 25 °C-on és standard légköri nyomáson, valamint a keletkező só tömegét!

14 pont	
---------	--

6. Elemző és számítási feladat

A kloroformot (triklór-metánt) a 19. században és a 20. század első felében széleskörűen alkalmazták altatóként műtétek során, de egészségkárosító hatása (és jobb altatók felfedezése) miatt ma már erre a célra egyáltalán nem használják. (A filmekben időnként látható kloroformos elkábítás minden alapot nélkülöz, ugyanis ilyen gyorsan nem hat az anyag.)

Érdekes, hogy évente körülbelül félmillió tonna kloroform kerül a levegőbe természetes forrásból, főleg tengeri moszatok révén.

a) Átlagosan hozzávetőleg hány kloroform-molekula kerül másodpercenként a levegőbe a természetes folyamatok során?

b) Hogyan lehet kloroformot előállítani metán és klór reakciójával? Reakcióegyenlet felírásával válaszoljon!

20,0 cm³ térfogatú, 1,49 g/cm³ sűrűségű kloroformban 4,00 g brómot (Br₂) oldottunk fel. A keletkező oldat sűrűségét 1,55 g/cm³-nek mértük. A bróm feloldása után az oldat vörösbarna színű lett.

c) Számítsa ki az oldat tömegét és tömegszázalékos összetételét!

d) Számítsa ki az oldat térfogatát és anyagmennyiség-koncentrációját!

e) A felsorolt reakciók közül melyik az, amelyben az elkészített oldatot használhatjuk?
(A kiválasztott reakció nevének aláhúzásával válaszoljon!)

szén-dioxid kimutatása

élelmiszerek fehérjetartalmának kimutatása

etán és etén megkülönböztetése

elemi hidrogén előállítása cink segítségével

Adja meg a kiválasztott reakcióban várható kísérleti tapasztalatot!

13 pont	
---------	--

7. Elemző és számítási feladat

Egy fehér színű, vízben oldódó szilárd anyagot vizsgálunk, amellyel a mindennapokban is találkozhatunk. Ismert az anyag tömegszázalékos összetétele:

Na: 42,10%

P: 18,90%

O: 39,00%

a) A tömegszázalékos összetétel alapján állapítsa meg a vegyület tapasztalati képletét!

b) Adja meg a vizsgált anyag hétköznapi nevét és egy jellemző felhasználását!

A foszfor a természetben elemi állapotban nem fordul elő, de foszfátvegyületek, pl. foszforit formájában megtalálható. A foszforit képlete: $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$.

A foszforit ipari alkalmazása sokrétű, többek között kénsav hozzáadásával foszforsav előállítására is használható. E reakció másik terméke a vízben gyengén oldódó kalcium-szulfát, melyről a foszforsav leszűrhető és bepárolható.

c) Írja fel a foszforsav ipari előállításának rendezett reakcióegyenletét!

d) Melyik szerves molekula hidrolízise során keletkezik foszforsav? Húzza alá a helyes választ!

keményítő

fehérje

nukleinsav

cellulóz

12 pont	
---------	--

8. Kísérletelemzés

Kísérletek ecetsavval

1. 20 %-os éteteletet vizsgálunk univerzálindikátor-papírral. Az indikátorpapír színe pirosra változik, amikor belemártjuk az oldatba. Ha az ecetet vízzel felhígítjuk, majd ismét megvizsgáljuk az indikátorral, eltérő színt kapunk.

a) Milyen kémhatású az étetelet?

Reakcióegyenlet felírásával magyarázza állítását!

b) Milyen irányban változik az oldat pH-ja a hígítás során?

2. Egy kémcsőben tiszta ecetsavhoz tiszta etil-alkoholt elegyítünk, majd óvatosan kevés tömény kénsavoldatot is adunk a keverékhez. A kémcsövet forró vízzel teli pohárba állítjuk, majd huzamosabb ideig várunk.

Ezután az elegyhez desztillált vizet öntünk. Összerázás után két fázis alakul ki. A felső fázisból mintát veszünk és megszagoljuk: szaga sem az ecetsavra, sem az etil-alkoholra nem emlékeztet, leginkább „ragasztószagúnak” nevezik sokan.

a) Adja meg a felső fázist alkotó „ragasztószagú” anyag nevét és konstitúciós képletét!

b) Írja fel a kísérlet során lejátszódó reakció egyenletét!

c) Mi volt a kénsav szerepe a folyamatban?

d) Mi az oka annak, hogy a víz hozzáadásakor kétfázisú rendszer alakult ki?

Ha megvizsgáljuk az alsó fázis összetételét, akkor a következő tényeket állapíthatjuk meg:

- A) több vizet tartalmaz, mint amennyit a kémcsőbe öntöttünk;
- B) akármeddig is tarjuk a forró vízzel teli pohárban a kémcsövet, mindig találunk etil-alkoholt és ecetsavat is a visszamaradó folyadékban.

e) Magyarázza meg a felsorolt tényeket!

A)

B)

3. 20 %-os étellecetbe cinkdarabkát dobunk.

a) Mit tapasztalunk?

b) Adja meg a lejátszódó reakció egyenletét!

<i>12 pont</i>	
----------------	--

Értékelés

	maximális pontszám	elért pontszám
1. Esettanulmány	14	
2. Egyszerű választás	9	
3. Négyféle asszociáció	11	
4. Táblázatos feladat	15	
5. Alternatív feladat	14	
6. Elemző és számítási feladat	13	
7. Elemző és számítási feladat	12	
8. Kísérletelemzés	12	
Összesen	100	

	elért pontszám	végző pontszám
Feladatsor		

 javító tanár

 felüljavító

Dátum:

Dátum: