



**XLV. Irinyi János
Középiskolai Kémiaverseny
2013. február 7*
Iskolai forduló – I.a, I.b, I.c és III. kategória**



**Munkaidő: 120 perc
Összesen 100 pont**

**A periódusos rendszer az utolsó lapon található.
Egyéb segédeszközként csak toll és számológép használható!**

Megoldókulcs és pontozási útmutató

E1. Általános és szerkezeti kémia (15 pont)

Jellemezd az alábbi molekulákat a megadott szempontok szerint!

neve	kötőelektronpárok száma a molekulában		a molekula alakja
	σ -kötő	π -kötő	
szén-dioxid			
kén-trioxid			
ammónia			
víz			
CBr_4			

Megoldás:

Jellemezd az alábbi molekulákat a megadott szempontok szerint!

neve	kötőelektronpárok száma a molekulában		a molekula alakja
	σ -kötő	π -kötő	
szén-dioxid	2	2	lineáris
kén-trioxid	3	3	egyenlő oldalú háromszög (sík trigonális)
ammónia	3	0	piramis
víz	2	0	V-alak (háromszög)
CBr_4	4	0	tetraéder

minden jó válasz 1 pont

Összesen: 15 pont

*Feladatkészítők: Forgács József, Lente Gábor, Ősz Katalin, Petz Andrea, Pálinkó István, Sipos Pál
Szerkesztő: Pálinkó István

E2. Szervetlen kémia (30 pont)

Egészítsd ki a következő mondatokat!

(a) A csoport minden eleme megtalálható a természetben, elemi formában.

(b) A csoport elemei hidrogénnel MH összetételű alkotnak.

Írd fel a csoport egy tetszőleges elemével a reakcióegyenletet!

Nevezd el a reakcióterméket!

A reakcióterméket reagáltasd vízzel! Írd fel a reakcióegyenletet!

(c) Üvegmaratáshoz használt vegyület:

Írd fel az üvegmaratás reakcióegyenletét!

(d) Ez az elem a második leggyakoribb az univerzumban:

(e) Könnyű fém, jól megmunkálható, oxidja amfoter tulajdonságú:

Az amfoter tulajdonságát mutasd be egy-egy példán! (reakcióegyenletek, reakciótermékek elnevezése)

(f) Ez az elem (vegyjele:...) található a hypoban és PVC csövekben, valamint molekuláját harci gázként is használták az első világháborúban.

(g) Ennek a fémnek (vegyjele:....) a sója a gipsz.

Megoldás:

Egészítsd ki a következő mondatokat!

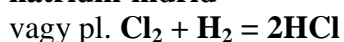
(a) A **VIII. A** csoport minden eleme megtalálható a természetben, elemi formában.

(b) A **I. A** (vagy **VII. A**) csoport elemei hidrogénnel MH összetételű vegyületet alkotnak.

Írd fel a csoport egy tetszőleges elemével a reakcióegyenletet! Nevezd el a reakcióterméket!

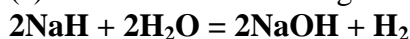


nátrium-hidrid



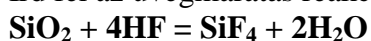
hidrogén-klorid (a sósav nem jó)

(c) A reakcióterméket reagáltasd vízzel! Írd fel a reakcióegyenletet!



(d) Üvegmaratáshoz használt vegyület: **HF**

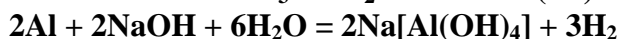
Írd fel az üvegmaratás reakcióegyenletét!



(e) Ez az elem a második leggyakoribb az univerzumban: **He**

(f) Könnyű fém, jól megmunkálható, oxidja amfoter tulajdonságú: **Al**

Az amfoter tulajdonságát mutasd be egy-egy példán! (reakcióegyenletek, reakciótermékek elnevezése)



nátrium-[tetrahidroxo-aluminát(III)]

(f) Ez az elem (vegyjele: **Cl**) található a hypoban és PVC csövekben, valamint molekuláját harci gázként is használták az első világháborúban.

(g) Ennek a fémnek (vegyjele: **Ca**) a sója a gipsz.

Minden (teljesen) jó válasz 2 pont, az egyenletekre, ha hiányosak 1 pont is adható

Összesen: 30 pont

Sz1. feladat (13 pont)

Rendelkezésünkre áll $0,08 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú kénsavoldat és $0,05 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú nátrium-hidroxid-oldat. Hány dm^3 lúgoldatot kell 1 dm^3 kénsavoldathoz adni, hogy a keletkező oldat:

- (a) semleges kémhatású legyen,
 (b) $0,01 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú legyen kénsavra nézve,
 (c) $0,01 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú legyen NaOH-ra nézve?
 (Az oldatok térfogatai összeadódnak!)

Megoldás:



(a) $0,08 \text{ mol}$ kénsavhoz kell $0,16 \text{ mol}$ NaOH, 1 pont

ez pedig $0,16/0,05 = 3,20 \text{ dm}^3$ lúgoldatban van. 1 pont

(b) $x \text{ dm}^3$ NaOH-oldatot kell hozzáadni, ebben van $0,05x \text{ mol}$ NaOH, 1 pont

ez semlegesít $0,025x \text{ mol}$ kénsavat. 1 pont

Felírva a kénsav anyagmennyisége és a keletkezett oldat térfogata közötti arányt:

$$(0,08 - 0,025x) \text{ mol}/(1 + x) \text{ dm}^3 = 0,01 \text{ mol}/1 \text{ dm}^3, \quad 2 \text{ pont}$$

ebből $x = 2,00 \text{ dm}^3$. 1 pont

(c) $y \text{ dm}^3$ NaOH-oldatot kell hozzáadni, ebben van $0,05y \text{ mol}$ NaOH, 1 pont

ebből elfogy $0,16 \text{ mol}$. 1 pont

Felírható: $(0,05y - 0,16) \text{ mol}/(1 + y) \text{ dm}^3 = 0,01 \text{ mol}/1 \text{ dm}^3$, 2 pont

ebből $y = 4,25 \text{ dm}^3$. 1 pont

Összesen: 13 pont

Sz2. feladat (9 pont)

Egy $14,40 \text{ g}$ tömegű vaskulcsot 100 cm^3 $0,25 \text{ M}$ koncentrációjú CuSO_4 oldatba helyezünk. Egy idő elteltével a kulcsot kivesszük az oldatból és tömegét megmérve azt találjuk, hogy az $14,56 \text{ g}$ -ra növekedett.

(a) Hány g Cu vált ki a vaskulcson?

(b) Hogyan változott meg az oldat koncentrációja a folyamat során (mind a Cu^{2+} -, mind a Fe^{2+} -ionok koncentrációjára kíváncsiak vagyunk. (az oldat sűrűségváltozását a folyamat során tekintsük elhanyagolhatónak.)

Megoldás:

(a) A folyamat során a $\text{Cu}^{2+} + \text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$ folyamat játszódik le. 1 pont

1 mol Cu leválásakor 1 mol Fe kerülne az oldatba, 1 pont

ekkor a kulcs tömege $63,5 - 55,9 = 7,6 \text{ g}$ -mal változna meg; 1 pont

mivel a tömegnövekedés $0,16 \text{ g}$, a kivált réz anyagmennyisége $2,105 \times 10^{-2} \text{ mol}$,
 vagyis $1,337 \text{ g}$; (mindeközben $1,176 \text{ g}$ Fe került az oldatba). 2 pont

(b) A 100 cm^3 oldatban kiinduláskor $0,025 \text{ mol}$ Cu(II) volt jelen, 1 pont

ebből $2,105 \times 10^{-2} \text{ mol}$ cementálódott, vagyis maradt $3,95 \times 10^{-3} \text{ mol}$, 1 pont

vagyis az oldat Cu(II)-re $0,0395 \text{ M}$ -os koncentrációjúvá vált. 1 pont

Az oldat Fe(II)-re $0,210 \text{ M}$ -os. 1 pont

Összesen: 9 pont

Sz3. feladat (12 pont)

Egy CaSO_4 -ből és $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ keverékéből álló porelegy tömege 3,043 g. A porelegyet először vízgőzzel telített atmoszférába helyezve, azt teljes mértékben dihidráttá alakítjuk át, majd 200°C -on hevítve visszaalakítjuk a kristályvíz-mentes alakba. A hevítés során a minta teljes tömegvesztesége 0,714 g.

- (a) Hány tömeg% CaSO_4 -ot és $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ -t tartalmazott az eredeti minta?
 (b) Mekkora volt a minta tömegnövekedése, miközben a porkeveréket a vízgőzzel telített atmoszférában dihidrát formává alakítottuk át?

Megoldás

(a) A tömegveszteséget a $0,714/18 = 3,967 \times 10^{-2}$ mol víz eltávoztása okozta. 2 pont

A teljes mértékben dihidrát formában lévő porkeverék tehát ennek fele, vagyis $1,983 \times 10^{-2}$ mol kalcium-szulfátot tartalmazott. 2 pont

$3,043 \text{ g} = x \text{ mol} \times 136 + (1,983 \times 10^{-2} - x) \text{ mol} \times 172$, ahol x a vízmentes kalciumsó anyagmennyisége a porkeverékben. 4 pont

Ebből $x = 0,0102$ mol, vagyis 1,387 g, ami az eredeti tömeg 45,59 %-a. 2 pont

(b) Ha 0,0102 mol vízmentes CaSO_4 -ot dihidráttá alakítunk át, akkor az 0,0204 mol vizet fog megkötni, ami 0,367 g; ennyi volt a minta tömegnövekedése az első, kristályvizet megkötő folyamat során. 2 pont

Összesen: 12 pont

Sz4. feladat (12 pont)

Elemi nitrogén és hidrogén keverékét egy katalizátort is tartalmazó, 1 m^3 -es zárt tartályba vezették. A reakció elindítása előtt, 300 K hőmérsékleten a keverék nyomása a tartályban 7379 kPa, sűrűsége pedig $28,7 \text{ kg/m}^3$ volt. 500 K-re hevítve a tartályt beállt az egyensúly, a nyomás 7379 kPa maradt. Add meg a reaktorban lévő gázok egyensúlyi koncentrációit 500 K-en. Mennyi az elegy sűrűsége 500 K-en?

Megoldás:

Az átalakulás egyenlete: $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ 2 pont

(1 pont akkor, ha egyenlőségjelet ír)

A zárt tartály térfogata nyilván nem változik a reakció alatt, a tömegmegmaradás törvénye miatt pedig a benne lévő gázok teljes tömege sem változhat. Így 500 K-en az elegy sűrűsége (ami a tömeg és a térfogat hányadosa) ugyanannyi, mint 300 K-en, vagyis $28,7 \text{ kg/m}^3$. 1 pont

A tartályban a H_2 anyagmennyisége n_1 , a N_2 -é pedig n_2 .

A sűrűség ismert értékéből következően az össztömeg ekkor $m = \rho \times V = 28,7 \text{ kg/m}^3 \times 1,000 \text{ m}^3 = 28,7 \text{ kg} = 28\,700 \text{ g}$. 1 pont

Ez ugyanakkor a két gáz tömegének az összege, és mivel egy adott gáz tömege az anyagmennyiségnek és a moláris tömegnek az összege:

$m = M_1 \times n_1 + M_2 \times n_2 = 2,00n_1 + 28,0n_2 = 28\,700 \text{ g}$ 1 pont

A teljes anyagmennyiség ekkora térfogatban az ideális gázok állapotegyenlete alapján számolható ki:

$n_1 + n_2 = n = pV/(RT) = 7379000 \text{ Pa} \times 1,000 \text{ m}^3 / (8,314 \text{ J}/(\text{mol K}) \times 300 \text{ K}) = 2958 \text{ mol}$ 1 pont

A kétismeretlenes egyenletrendszer megoldása:

$$2,00n_1 + 28,0(2958 - n_1) = 28\,700$$

$$n_1 = 2082 \text{ mol} \quad n_2 = 876 \text{ mol}$$

1 pont

Az 500 K-en beálló egyensúlyban az ammónia anyagmennyiségét jelöljük n_3 -mal.

A maradék H_2 anyagmennyisége $n_1 - 1,5n_3$, a N_2 -é pedig $n_2 - 0,5n_3$.

1 pont

Így a gázok teljes anyagmennyisége egyensúlyban

$$n_3 + (n_1 - 1,5n_3) + (n_2 - 0,5n_3) = n_1 + n_2 - n_3.$$

1 pont

Ez az ideális gázok állapotegyenlete alapján is kiszámolható:

$$n_1 + n_2 - n_3 = pV/(RT) = 7379000 \text{ Pa} \times 1 \text{ m}^3 / (8,314 \text{ J}/(\text{molK}) \times 500 \text{ K}) = 1775 \text{ mol}$$

1 pont

Ebből $n_3 = n_1 + n_2 - 1775 \text{ mol} = 1183 \text{ mol}$.

1 pont

Az egyensúlyi elegy összetétele tehát

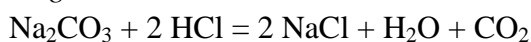
1183 mol NH_3 , $2082 - 1,5 \times 1183 = 307,5 \text{ mol}$ H_2 és $876 - 0,5 \times 1183 = 284,5 \text{ mol}$ N_2 .

Összesen: 12 pont

Sz5. feladat (9 pont)

Rendelkezésünkre áll Na_2CO_3 - és HCl -oldat. Ha 100 g Na_2CO_3 -oldathoz 76,0 g HCl -oldatot adunk a keletkező oldat tömegcsökkenése 2,50 %. Ha 100 g Na_2CO_3 -oldathoz 164 g sósavat adunk a keletkező oldat tömegcsökkenése akkor is 2,50 % lesz. Hány tömeg%-os volt a szóda- és a savoldat? (NaHCO_3 keletkezésétől eltekintünk.)

Megoldás:



1 pont

Az első esetben a tömegcsökkenés miatt

$$176 \times 0,025 = 4,4 \text{ g, azaz } 0,10 \text{ mol } \text{CO}_2 \text{ keletkezett.}$$

1 pont

A második esetben $264 \times 0,025 = 6,6 \text{ g}$, azaz $0,15 \text{ mol } \text{CO}_2$ keletkezett

1 pont

Azaz az első esetben a Na_2CO_3 , a másodikban a HCl volt feleslegben

2 pont

Az első esetben tehát a HCl elfogyott, a HCl -oldatban volt $0,2 \text{ mol } \text{HCl}$, amely $7,30 \text{ g}$.

1 pont

Tehát a HCl -oldat $7,3 \times 100 / 76 = 9,605 \approx 9,61$ tömeg%-os volt.

1 pont

A második esetben a Na_2CO_3 tömege: $0,15 \times 106 = 15,9 \text{ g}$

1 pont

a szóda $15,9$ tömeg%-os volt.

1 pont

Összesen: 9 pont

