



**XLV. Irinyi János
Középiskolai Kémiaverseny
2013. február 7*
Iskolai forduló – II.a, II.b, II.c. 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, összetett ionokat 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, Ósz Katalin, Petz Andrea, Pálinkó István, Sipos Pál
Szerkesztő: Pálinkó István

E2. Szerves kémia (30 pont)

(a) Melyik vegyületben nem egyenlő a C–C kötés közötti távolság?

A: propán, B: benzol, C: propa-1,2-dién, D: ciklohexán, E: buta-1,3-dién.

(b) $M = 72$ g/mol moláris tömegű szénhidrogének azon izomerjeinek száma, amelyek dehidrogénezéskor nem képeznek alként.

A: 0, B: 1, C: 2, D: 3, E: 4.

(c) Melyik az a legkisebb szénatomszámú, nyílt láncú szénhidrogén, amelynek lehet *cisz*- és *transz*-izomerje is?

A: 4, B: 5, C: 6, D: 7, E: 8.

(d) Minden rendű szénatomot (primer, szekunder, terciér, kvaterner) tartalmazó, minimális szénatomszámú cikloalkán.

A: 4, B: 5, C: 6, D: 7, E: 8.

(e) Melyik az a vegyület, amelynek egy mólja elégetéséhez öt mól oxigén kell?

A: metán, B: etán, C: propán, D: bután, E: a felsoroltak közül egyik sem.

(f) Az etán (teljes) termikus bomlásakor keletkező gázelegy 20 térfogat%-a hidrogén. Hány százaléka alakult át az etánnak?

A: 100 %, B: 75 %, C: 25 %, D: 20 %, E: 10 %.

(g) Melyik az a legkisebb szénatomszámú, gyűrűs szénhidrogén, amelyben a geometriai izoméria lehetősége már adott?

A: 4, B: 5, C: 6, D: 7, E: 8.

(h) Hány darab olyan (nyíltláncú) pentén izomer van, amelynél nem léphet fel a geometriai izoméria jelensége?

A: 1, B: 2, C: 3, D: 4, E: 5.

(i) C_4H_6 összegképletű nyílt láncú izomerek száma.

A: 2, B: 3, C: 4, D: 5, E: 6.

(j) Melyik az az öt szénatomszámú alkán monoklór-származéka, amelynek HCl eliminációja és az azt követő HCl addíciója során csak ugyanaz a monoklór vegyület keletkezik?

A: 1-klórpentán, B: 2-klórpentán, C: 3-klórpentán, D: 2-klór-2-metilbután, E: 1-klór-3-metil-bután.

(k) Melyik vegyület nem keletkezik etanol kénsavval való reakciójakor?

A: dietil-szulfát, B: etén, C: dietiléter, D: etil-hidrogénszulfát, E: etanal.

(l) Melyik vegyületben nincs karbonilcsoport?

A: propanal, B: propanon, C: benzaldehid, D: propánsav, E: karbolsav.

(m) Hány szerkezeti izomer C_7H_8O összegképletű alkilfenol van?

A: 6, B: 7, C: 3, D: 9, E: 4.

(n) Melyik vegyület forráspontja a legmagasabb?

A: etanol, B: metán, C: 2-metil-bután, D: dietiléter, E: etil-ciklopropán

(o) Melyik vegyület nem kényszeríthető (1,2)-eliminációs reakcióra?

A: etil-bromid, B: 1-bróm-2,2-dimetil-propán, C: 2-bróm-2-metil-propán, D: bróm-ciklobután

Megoldások:

(a) E, (b) B, (c) A, (d) C, (e) C, (f) E, (g) B, (h) B, (i) C, (j) D, (k) E, (l) E, (m) C, (n) A, (o) B

minden jó válasz 2 pont

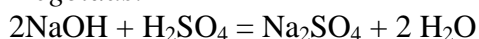
Összesen: 30 pont

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:

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

$$\text{ebből } x = 2,00 \text{ dm}^3. \quad \text{1 pont}$$

(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

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

$$\text{ebből } y = 4,25 \text{ dm}^3. \quad \text{1 pont}$$

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 eltávozása 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:

$n_1 + n_2 = n = pV/(RT) = 7379000 \text{ Pa} \times 1,000 \text{ m}^3 / (8,314 \text{ J/(mol K)} \times 300 \text{ K}) = 2958 \text{ mol}$ 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 $n_3 = n_1 + n_2 - 1775 \text{ mol} = 1183 \text{ mol}$.

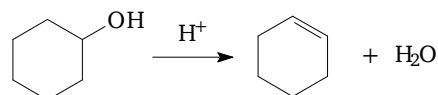
1 pont

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. feladata (9 pont)



Ciklohexént (sűrűség: $0,811 \text{ g}/\text{cm}^3$) állítunk elő ciklohexanolból a fenti egyenlet szerint. A szintézis során egy 100 cm^3 -es gömblombikba bemérünk 10 cm^3 ciklohexanol (sűrűség: $0,963 \text{ g}/\text{cm}^3$). Intenzív rázogatás közben hozzáadunk 1 cm^3 koncentrált H_2SO_4 -oldatot. Az elegyet melegíteni kezdjük, és kinyerünk belőle $8,4 \text{ cm}^3$ zavaros folyadékot, amely főként ciklohexént és vizet tartalmaz. A szerves fázist elválasztjuk, savmentesre mossuk NaHCO_3 -oldattal, majd desztillációval tisztítjuk. Végül 4 cm^3 tiszta ciklohexént kaptunk. Hány %-át kaptuk meg az elméletileg lehetséges termékmennyiségnek? Írd fel a savmentesre mosás reakcióegyenletét.

Megoldás:

A ciklohexanol kiindulási tömege: $10 \text{ cm}^3 \times 0,963 \text{ g}/\text{cm}^3 = 9,63 \text{ g}$,

1 pont

anyagmennyisége: $9,63 \text{ g}/100 \text{ g mol}^{-1} = 0,0963 \text{ mol}$.

1 pont

A kapott tiszta termék tömege: $4 \text{ cm}^3 \times 0,963 \text{ g}/\text{cm}^3 = 3,852 \text{ g}$

1 pont

anyagmennyisége: $3,852 \text{ g}/82 \text{ g}/\text{mol} = 0,0470 \text{ mol}$.

1 pont

Elméletileg keletkezhetne $0,0963 \text{ mol}$ ciklohexén

2 pont

A kapott anyagmennyiség ennek $48,8 \%$ -a

1 pont



2 pont

Összesen: 9 pont

