



2009. február 4.  
Iskolai forduló I.a, I.b, I.c és III.  
kategória

Magyar Kémikusok  
Egyesülete

## JAVÍTÁSI ÚTMUTATÓ

### 1. Válaszoljon az alábbi kérdésekre!

10 pont

Melyik az az elem(ek), amelyik a periódusos rendszer 3. periódusában helyezkedik el, és alapállapotban 2 párosítatlan elektronja van?

Si, S

Melyik az az elem, amelynek elektronszerkezete  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$  ?

K

Melyik az az elem, mely vegyértékhéjának elektronszerkezete  $3d^6 4s^2$  ?

Fe

Írja fel a 15-ös rendszámú elem elektronszerkezetét!

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$

Sorolja fel azokat az egyszeres és kétszeres töltésű ionokat, melyeknek elektronszerkezete megegyezik az argonatoméval!

$S^{2-}$ ,  $Cl^-$ ,  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$

Az előző kérdésben szereplő kémiai részecskéket állítsa sorrendbe növekvő atom- ill. ionrádiuszuk alapján!

$Ca^{2+}$ ,  $K^+$ , Ar,  $Cl^-$ ,  $S^{2-}$

Pontozás 2 + 1 + 1 + 1 + 4 + 1

### 2. Kalcium- és klór- valamint szén- és klóratomok állnak a rendelkezésünkre. A fenti párosok valamelyikének felhasználásával oldja meg az alábbi feladatot!

11 pont

Adja meg egy molekula összegképletét!

$CCl_4$

1

Adja meg a molekulában mért kötősszög értékét!

$109,5^\circ$

1

Adja meg a központi atom vegyértékelektronjainak számát!

4

1

Adja meg a ligandum kovalens vegyértékét!

1

1

Milyen a molekulában található kötések polaritása?

poláris

1

Milyen a molekula polaritása?

apoláris

1

Adja meg egy ionvegyület képletét!

$CaCl_2$

1

Adja meg a vegyületet felépítő ionok töltését!

$Ca^{2+}$ ,  $Cl^-$

1

Hasonlítsa össze az ionok méretét!

$Ca^{2+} < Cl^-$

1

Hasonlítsa össze az ionok méretét azoknak az atomoknak a méretével, amelyekből képződtek!

$Ca^{2+} < Ca$ ,  $Cl^- > Cl$  2

3. Egy kémcsőbe „A” szilárd anyagot teszünk. A kémcsövet egy olyan főzőpohárba helyezzük, amelyikben „B” szilárd anyag van. Ezután vizet öntünk a főzőpohárba úgy, hogy az a kémcsőbe ne kerüljön. Rövid idő után a kémcsőben lila gőz látható. A kísérletben szereplő szilárd anyagokat a következő anyagokból választottuk ki: mészkő, égetett mész, kálium-nitrát, jód, ammónium-klorid, nátrium-hidroxid.

11 pont

a) Mi lehet az „A” anyag(ok) képlete?

$I_2$

b) Mi lehet a „B” anyag(ok) képlete?

CaO, NaOH

c) Milyen rácsban kristályosodik az „A” anyag(ok)?

molekularács

d) Milyen rácsban kristályosodik a „B” anyag(ok)?

ionrács, ionrács

e) Nevezze meg a kémcsőben lejátszódó folyamatot!

szublimáció

f) Nevezze meg a főzőpohárban lejátszódó folyamat(oka)t!

oldódás, mésztoltás (ill. egyesülés)\*

g) A főzőpohárban lejátszódó folyamat endoterm vagy exoterm ?

exoterm

h) Írja le a lejátszódó kémia folyamat(ok) egyenletét!

$CaO + H_2O = Ca(OH)_2$

Minden helyes válasz 1 pont. \*Bármilyen jó válasz pontot ér, de maximum két pont adható.

4. Töltse ki az alábbi táblázatot!

18 pont

	hidrogén-klorid	szén-dioxid	kén-hidrogén	ammónia
Molekulájának alakja	lineáris	lineáris	V-alak	háromszög alapú piramis
Szága	szúrós	szagtalan	zártojtás	szúrós
Előállítása	szintézissel: $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 = 2 \text{HCl}$  konyhasóból: $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{HCl} + \text{NaHSO}_4$	hőbontással: $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$  egyesüléssel: $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2$	sav-bázis reakcióival: $\text{FeS} + 2 \text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{S}$ elemeiből: $\text{H}_2 + \text{S} = \text{H}_2\text{S}$	sav-bázis reakcióival: $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaOH} = \text{NH}_3 + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ szintézissel: $\text{N}_2 + 3 \text{H}_2 \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3$
Reakciója vízzel	$\text{H}_2\text{O} + \text{HCl} = \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$	$\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3$	$\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{HS}^-$	$\text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3 \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$
Vizes oldatának reakciója	cinkkel: $\text{Zn} + 2 \text{HCl} = \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$	magnézium-karbonáttal $\text{MgCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$	ezüst-nitráttal $2 \text{AgNO}_3 + \text{H}_2\text{S} = \text{Ag}_2\text{S} + 2 \text{HNO}_3$	frissen leválasztott réz(II)-hidroxiddal $\text{Cu}(\text{OH})_2 + 4 \text{NH}_3 = [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 2 \text{OH}^-$

Az egyenletek 1-1 pontot érnek a többi helyes válasz 0,25-0,25 pont. Ionegyenletek is elfogadhatók!

## Számítási feladatok

*Megjegyzés: Számítási hibánként 1-1 pont levonását javasoljuk.*

**K1.** Az alabástrom kémiai szempontból egy alkáliföldfém-szulfát kristályvizet tartalmazó vegyülete. A tömeg%-os összetételről tudjuk, hogy a fémtartalom 23,3% , az összes oxigéntartalom 55,8%, a hidrogéntartalom a vegyület tömegének 2,33%-át teszi ki. Számítással határozza meg az alabástrom tapasztalati képletét!

*Összesen: 7 pont*

*Megoldás:*

A só képlete $\text{MeSO}_4 \cdot x \text{H}_2\text{O}$	1
100 g vegyületben 23,3 g fém, 55,8 g oxigén, 2,33 g hidrogén és 18,57 g kén van.	1
Az alkotó atomok aránya $n(\text{O}) : n(\text{H}) : n(\text{S}) = 3,49 : 2,33 : 0,58 = 6 : 4 : 1$	1
A vegyület képlete tehát $\text{MeSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$	2
Mivel az alkáliföldfém-atomok száma megegyezik a kénatomokéval, ami 0,58 mol (100 g vegyületben) tömege pedig 23,3 g, így a fém moláris atomtömege 40,2 g/mol .	1
Ez a fém a kalcium, az alabástrom képlete $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ .	1

**K2.** A természetben előforduló antimon két stabilis antimonizotópból áll. Az izotópok tömegszámának különbsége kettő. A kisebbik tömegszámú izotóp 14,5%-kal nagyobb gyakoriságú, mint a másik.

Az antimon relatív atomtömege: 121,86. (A számítás során tételezzük fel, hogy a protonok és a neutronok tömege megegyezik.)

- Melyik ez a két izotóp?
- A klórnak ugyancsak két izotópja van: a 35-ös és a 37-es tömegszámú. Adja meg, hogy hányféle különböző moláris tömegű antimon-triklorid-molekula létezik?
- Adja meg a legnagyobb gyakorisággal előforduló molekula relatív molekulatömegét! Válaszát indokolja!

*Összesen: 10 pont*

*Megoldás:*

a) A kisebb tömegszámú izotóp gyakorisága 57,25% a nagyobb tömegszámúé 42,75%.	2
A kisebb tömegszámú izotóp tömegszámát vegyük x-nek.	
A relatív atomtömeg: $x \cdot 0,5725 + (x+2) \cdot 0,4275 = 121,86$	2
A kisebb tömegszámú izotóp relatív atomtömege 121, a nagyobbé 123.	1
b) Az antimon-triklorid-molekulák lehetséges relatív molekulatömegei :	1
226; 228; 230; 232; 234, azaz ötféle lehet.	2
c) A legnagyobb gyakorisággal a 226-os relatív molekulatömegű molekula fordul elő,	1
mert azt a nagyobb gyakoriságú 121-es tömegszámú antimonatom és a 35-ös tömegszámú klóratom alkotja.	1

**K3.** Az elmúlt napokban olvasható volt a sajtóban, hogy a gázválság miatt Magyarország segítségül naponta négy milliárd köbméter gázt adott el Szerbiának. A mérés során a gáz hőmérséklete legyen 25 °C, nyomása pedig 101,3 kPa.

- Határozza meg, hogy ezzel a napi gázmennyiséggel átlagosan hány családi házat lehet fűteni egy hónapig, ha tudjuk, hogy egy ház havi energiaszükséglete 7270 MJ. Tegyük fel, hogy a földgáz tisztán metán!
- A kőolaj átlagos fűtőértéke: 37 MJ/kg. A kitermelési és áregység: 1 hordó (barrel) – 159 liter és 1 tonna kőolaj ~ 7,3 hordó. Egy hordó ára január első heteiben 50 dollár volt. (Egy dollár közel 200 forintba került.) Mennyibe kerül, ha átadott földgáz mennyiségét kőolajjal pótoljuk? (Persze fél hordót nem árulnak!)

Képződéshők:  $\text{CO}_2(\text{g})$ : -394 kJ/mol     $\text{H}_2\text{O}(\text{f})$ : -286 kJ/mol     $\text{CH}_4(\text{g})$ : -75 kJ/mol.    *Összesen: 9 pont*

*Megoldás:*

a) A metán égése: $\text{CH}_4(\text{g}) + 2 \text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{f})$	1
Az égéshője: $Q = 2(-286) \text{ kJ/mol} - 394 \text{ kJ/mol} - (-75 \text{ kJ/mol}) = -891 \text{ kJ/mol}$	2
Egy ház havi energiaszükségletét: 8159 mól metán fedezi, ennek térfogata: 199,9 m <sup>3</sup>	2
A 4 milliárd m <sup>3</sup> gáz tehát 20010 családi ház egyhavi fűtésére lenne elegendő.	1
b) 4 milliárd m <sup>3</sup> földgáz fűtőértéke: $1,45 \cdot 10^8 \text{ MJ}$ , ez $3,93 \cdot 10^3 \text{ t}$ kőolaj.	2
Ez megfelel $2,87 \cdot 10^4$ hordónak, aminek az ára 1,435 milliárd dollár, vagyis 287 milliárd Ft.	1

K4. Szilveszterkor egy felnőtt férfi két féldeci pálinkát és fél liter bort fogyasztott az éjszaka folyamán. Az üvegek címkéinek felirata szerint a pálinka 47,4 térfogat%-os, a bor 12,44 térfogat%-os volt. A szeszesitalokat tekinthetjük alkohol-víz elegyeknek.

Az elfogyasztott alkohol 90%-a gyorsan felszívódik a gyomorból és a bélből, 10%-a pedig a lehelettel eltávozik. Az alkoholt a máj bontja le egy oxidációs folyamatban, melynek első lépésében az alkohol aldehiddé alakul.

a) Hány tömeg%-os a pálinka?

b) Hány g acetaldehidet kell az italozó májának földolgoznia?

A pálinka sűrűsége:  $0,9352 \text{ g/cm}^3$ .

A bor sűrűsége:  $0,9819 \text{ g/cm}^3$ .

A tiszta alkohol sűrűsége:  $0,7893 \text{ g/cm}^3$ .

Az etanol képlete:  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ , az acetaldehidé:  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$ .

Összesen: 10 pont

Megoldás:

a)  $100 \text{ cm}^3$  pálinka 93,52 g, a benne található alkohol  $47,4 \text{ cm}^3$ . 2

Ennek tömege:  $m = V \cdot \rho = 47,4 \text{ cm}^3 \cdot 0,7893 \text{ g/cm}^3 = 37,4 \text{ g}$ . 1

A pálinka tömeg%-os alkoholtartalma tehát  $37,4 \cdot 100/93,52 = 40,0\%$ . 1

b) A borban levő alkohol térfogata:  $500 \cdot 0,1244 = 62,2 \text{ cm}^3$ , tömege:  $62,2 \cdot 0,7893 = 49,1 \text{ g}$ . Az 2

összes alkohol tömege 86,5 g. 1

Ennek 90 %-a vesz részt a lebontófolyamatokban: 77,8 g. 1

Az etanol moláris tömege 46 g/mol, az acetaldehidé 44 g/mol. 1

46 g etanolból 44 g acetaldehid keletkezik, 77,8 g etanolból 74,5 g. 1

K5. A laboratóriumban nyitva felejtettük a tömény kénsavat tartalmazó üveget, amely  $150,0 \text{ cm}^3$  térfogatú és  $1,825 \text{ g/cm}^3$  sűrűségű oldatot tartalmazott. Amikor ezt észrevettük, meghatároztuk az oldat sűrűségét „piknométeres” módszerrel. (A piknométer egy jól záródó dugóval ellátott mérőedény, amelybe a mérés során mindig azonos térfogatú oldatokat öntünk.)

A piknométer tömege üresen: 23,4975 g.

A piknométer tömege desztillált vízzel: 44,8696 g.

A piknométer tömege a kénsavval: 61,6428 g.

A desztillált víz sűrűsége:  $0,9973 \text{ g/cm}^3$ .

Hogyan változott meg állás során a kénsavoldat tömege és térfogata? (A táblázat a kénsavoldat töménysége és sűrűsége közti összefüggést tartalmazza.)

Összesen: 14 pont

tömeg%	$\rho \text{ (g/cm}^3\text{)}$	tömeg%	$\rho \text{ (g/cm}^3\text{)}$
82,00	1,755	85,70	1,790
82,44	1,760	86,30	1,795
83,01	1,765	86,92	1,800
83,51	1,770	87,60	1,805
84,02	1,775	88,30	1,810
84,50	1,780	89,16	1,815
85,10	1,785	90,05	1,820
		91,00	1,825

Megoldás:

A sűrűség alapján az eredeti kénsavoldat 91,00 tömeg%-os volt, 1

tömege:  $(150 \cdot 1,825) \text{ g} = 273,75 \text{ g}$  1

amelyben a kénsav tömege:  $(0,91 \cdot 273,75) \text{ g} = 249,1 \text{ g}$ . 1

Az oldat hígult. 1

A piknométerben levő víz tömege:  $44,8696 \text{ g} - 23,4975 \text{ g} = 21,37 \text{ g}$ , 1

térfogata:  $21,3721 \text{ g} / 0,9973 \text{ g/cm}^3 = 21,43 \text{ cm}^3$ . Ennyi a piknométer és így a mért kénsavoldat 1

térfogata is. 1

A piknométerben levő kénsavoldat tömege:  $61,6428 \text{ g} - 23,4975 \text{ g} = 38,15 \text{ g}$ , 1

sűrűsége:  $38,1453 \text{ g} / 21,43 \text{ cm}^3 = 1,780 \text{ g/cm}^3$ , vagyis a hígult oldat 84,50%-os. 2

Az üvegben levő kénsav tömege nem változott. 1

Az oldat tömege:  $249,1 \text{ g} / 0,8450 \text{ g/cm}^3 = 294,8 \text{ g}$  lett, 1

térfogata pedig:  $294,8 \text{ g} / 1,780 \text{ g/cm}^3 = 165,6 \text{ cm}^3$  lett. 1

Az oldat tömegnövekedése 21,06 g, térfogat-növekedése  $15,6 \text{ cm}^3$ . 2