



Magyar Kémikusok
Egyesülete



EMBERI ERŐFORRÁSOK
MINISZTERIUMA



Nemzeti
Tehetség Program



EMBERI ERŐFORRÁS
TÁMOGATÁSKEZELŐ



Tanuló neve és kategóriája

Iskolája

Osztálya

**L. Irinyi János
Középiskolai Kémiaverseny
2018. február 1.
Iskolai forduló – I.a, I.b, I.c és III. kategória**

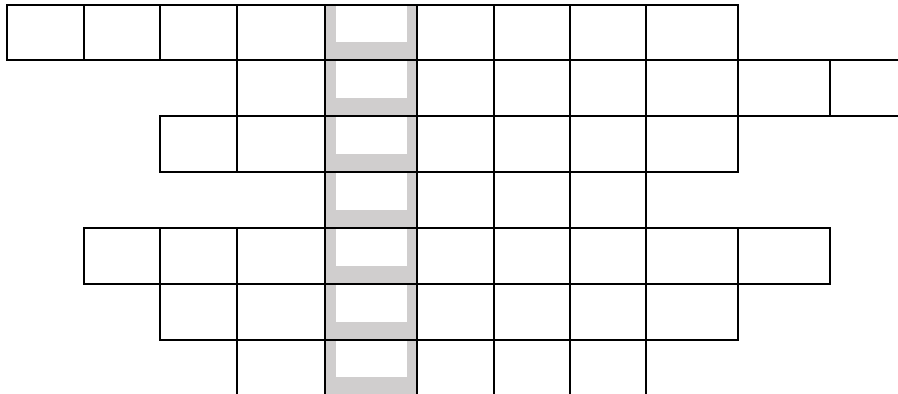
**Munkaidő: 120 perc
Összesen 100 pont**

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

Megoldókulcs és pontozási útmutató

E1. Általános kémia (28 pont)

(1) **Angela Merkel** Németország kancellárja az egyik legbefolyásosabb nő az Európai Unió életében. Kevesen tudják róla azonban, hogy fizikusi diplomája megszerzése után Kelet-Berlinben az akadémia fizikai kémiai intézetében dolgozott és itt szerezte meg a doktori (PhD) fokozatot. A keresztrejtvényt megfejtve a középső árnyékolt oszlopban olvasható, hogy Angela Merkel doktori értekezése milyen kémiai tudományágban készült.



1. Olyan anyag, amely színével jelzi egy kémiai anyag vagy ion jelenlétét.
 2. Olasz kémikus, akinek törvénye szerint a gázok egyenlő térfogatú mennyisége – azonos nyomáson és hőmérsékleten – egyenlő számú molekulát tartalmaz.
 3. Kémiai változás.
 4. Atom, amelynek minden héja telített állapotban.
 5. Radioaktív halogén elem.
 6. Elemi részecske.
 7. Szilárd, de nem kristályos szerkezetű anyagok jelzője.
- Minden helyesen kitöltött mező 1 pont.
Összesen: 8 pont

Feladatkészítők: Dóbéné Cserjés Edit, Forgács József, Lente Gábor, Musza Katalin, Ósz Katalin, Pálinkó István, Sipos Pál
Szerkesztő: Pálinkó István palinko@chem.u-szeged.hu
Lektor: Nagy Mária mn.marinagy@gmail.com

Megoldás:

i	n	d	i	k	á	t	o	r		
		A	v	o	g	a	d	r	o	
	r	e	a	k	c	i	ó			
			n	e	o	n				
a	s	z	t	á	c	i	u	m		
	n	e	u	t	r	o	n			
		a	m	o	r	f				

Összesen: 8 pont

(2) Nevezd meg azt a fogalmat, amire a meghatározás vonatkozik.

Meghatározás	Fogalom
Egy adott közegben rosszul oldódó, onnan leváló anyag:	
Olyan kötés, amelynek mindkét elektronja ugyanattól az atomtól származik:	
Változás, amely során a rendszer energiát vesz fel:	
Rácspontjaiban azonos töltésű ionok találhatóak:	
A kén szobahőmérsékleten stabilis módosulata:	
Szilárd anyag átalakulása közvetlenül gázhalmazállapotba:	
Egy anyagból híg oldat készítésekor felszabaduló vagy elnyelődő hőmennyiség:	
Gázban elosztatott folyadék:	
Azonos rendszámú atomok halmaza:	
Elektronfelvétel:	

Összesen: 10 pont

Megoldás:

Meghatározás	Fogalom
Egy adott közegben rosszul oldódó, onnan leváló anyag	csapadék
Olyan kötés, amelynek mindkét elektronja ugyanattól az atomtól származik	datív kötés
Változás, amely során a rendszer energiát vesz fel	endoterm
Rácspontjaiban azonos töltésű ionok találhatóak	fémes rács
A kén szobahőmérsékleten stabil módosulata	rombos
Szilárd anyag átalakulása közvetlenül gázhalmazállapotba	szublimáció
Egy anyagból híg oldat készítésekor felszabaduló vagy elnyelődő hőmennyiség	oldáshő
Gázban elosztatott folyadék	köd v. gőz v. pára
Azonos rendszámú atomok halmaza	elem
Elektron felvétel	redukció

Minden helyes válasz 1 pont.

Összesen 10 pont

(3) Írj egy-egy reakcióegyenletet, amikor két gáz reakciójából az alábbi vegyületek keletkeznek:

- (a) gáz
- (b) folyadék
- (c) szilárd
- (d) gáz és szilárd
- (e) gáz és folyadék
- (f) folyadék és szilárd

Összesen: 10 pont

Megoldás:

- (a) $2 \text{CO} + \text{O}_2 = 2 \text{CO}_2$ 1 pont
- (b) $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 = 2 \text{H}_2\text{O}$ 1 pont
- (c) $\text{NH}_3 + \text{HCl} = \text{NH}_4\text{Cl}$ 2 pont
- (d) $\text{SO}_2 + 2 \text{CO} = \text{S} + 2 \text{CO}_2$ 2 pont
- (e) $2 \text{NO} + 5 \text{H}_2 = 2 \text{NH}_3 + 2 \text{H}_2\text{O}$ 2 pont
- (f) $2 \text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 = 2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{S}$ 2 pont

Minden más helyesen felírt reakció is elfogadható.

Összesen: 10 pont

E2. Szervetlen kémia (21 pont)

(1) Tedd ki a megfelelő relációjelet (<;>;=) az állítások közé.

a magnézium első ionizációs energiája		a kalcium első ionizációs energiája
a nátriumatom sugara		a káliumatom sugara
a brómatom sugara		a bromid ion sugara
a nátriumion sugara		a nátriumatom sugara
a klór elektronegativitása		a jód elektronegativitása
2 dm ³ standardállapotú oxigén tömege		0,5 mol oxigéngáz tömege
a kálium elektronegativitása		a kén elektronegativitása
a kötési energia a C–C kötésben		a kötési energia a C=C kötésben
a kloridion sugara		a bromidion sugara
3 g szénben az atomok száma		0,25 mol metánban a molekulák száma

Minden helyes megoldás 1 pont.

Összesen: 10 pont

Megoldás:

a magnézium első ionizációs energiája	>	a kalcium első ionizációs energiája
a nátriumatom sugara	<	a káliumatom sugara
a brómatom sugara	<	a bromid ion sugara

a nátriumion sugara	<	a nátriumatom sugara
a klór elektronegativitása	>	a jód elektronegativitása
2 dm ³ standardállapotú oxigén tömege	<	0,5 mol oxigéngáz tömege
a kálium elektronegativitása	<	a kén elektronegativitása
a kötési energia a C–C kötésben	<	a kötési energia a C=C kötésben
a kloridion sugara	<	a bromidion sugara
3 g szénben az atomok száma	=	0,25 mol metánban a molekulák száma

Minden helyes megoldás 1 pont.

Összesen: 10 pont

(2) Tegyél + jelet a táblázatba, ha az igaz állítás.

	O ₂	H ₂ O	HCl
Standard körülmények között folyadék			
Szintelen, szagtalan gáz			
Molekulájában 1 σ kötés van			
Molekulájában 4 nemkötő elektronpár van			
Molekulái között hidrogénkötés van			
Szilárd állapotban molekularácsos szerkezetű			
Molekulája V-alakú			
Dipól-dipól kötésre semmilyen halmazállapotban sem képes			

Minden helyes válasz 1 pont, a rossz helyre tett „+” 1 pont levonást jelent, de a feladatra adott összpontszám nem lehet negatív.

Összesen 11 pont

Megoldás:

	O ₂	H ₂ O	HCl
Standard körülmények között folyadék		+	
Szintelen, szagtalan gáz	+		
Molekulájában 1 σ kötés van	+		+
Molekulájában 4 nemkötő elektronpár van	+		
Molekulái között hidrogénkötés van		+	
Szilárd állapotban molekulárcsós szerkezetű	+	+	+
Molekulája V-alakú		+	
Dipól-dipól kötésre semmilyen halmazállapotban sem képes	+		

Minden helyes válasz 1 pont, a rossz helyre tett „+” 1 pont levonást jelent, de a feladatra adott összpontszám nem lehet negatív.

Összesen 11 pont

Sz1. feladat (6 pont)

A kereskedelmi forgalomban kapható oxigénnel dúsított (ásvány)víz. A dúsítás során (a gyártó állítása szerint) annyi O₂-t pumpáltak bele, amennyi csak lehetséges. Tegyük fel, hogy ez azt jelenti (mert csak ezt jelentheti!), hogy az oxigénnel dúsított vizet tiszta O₂ gázzal telítették. Mérések szerint, ha a desztillált víz O₂-vel való telítését standard körülmények között tiszta oxigénnel hajtják végre, akkor dm³-enként maximum 38,95 mg O₂-t lehet a vízben elnyelelni. Egy átlagos felnőtt tüdőkapacitásának mérésekor belélegezhet 4,5 dm³-nek megfelelő, standard állapotú levegőt. Hány dm³ tiszta oxigéngázzal telített vizet kellene meginnia ahhoz, a szerkezetébe ugyanannyi O₂ jusson be, mint amennyi egy lélegzetvételnél levegővel belekerül? (A levegő O₂-tartalmát tekintjük 21 térfogat%-nak).

Megoldás:

24,5 dm³ levegőben 0,21 mol O₂ található, ami 6720 mg O₂. 2 pont

4,5 dm³-nyi azonos állapotú levegőben arányosan kevesebb, 1234,3 mg O₂ található,

2 pont

ami 31,69 dm³ oxigén gázzal telített vízben van jelen.

2 pont

Ez a vízmennyiség a víz letális dózisének (kb. 8 liter) közel négyszerese...

Összesen: 6 pont

Sz2. feladat (12 pont)

Az izoterm kalorimetria nevű kísérleti módszernél könnyen meg lehet mérni, hogy mennyi hőt kell közölni vagy elvonni egy kémiai reakció alatt ahhoz, hogy a reakcióelegy hőmérséklete ne változzék. Egy izoterm kaloriméterben két kísérletet végeztünk el:

1. $5,00 \text{ cm}^3$ $0,00100 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú sósavoldatot reagáltatunk $2,00 \text{ cm}^3$ $0,00250 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú nátrium-hidroxid-oldattal. Ekkor az állandó ($25,0 \text{ }^\circ\text{C}$ -os) hőmérséklet fenntartásához $288,0 \text{ mJ}$ hőt kell elvonni a rendszertől.
2. $6,00 \text{ cm}^3$ $0,00200 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú kálium-hidroxid-oldatot reagáltatnak $4,00 \text{ cm}^3$ $0,00300 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú salétromsavoldattal. Ekkor az állandó ($25,0 \text{ }^\circ\text{C}$ -os) hőmérséklet fenntartásához $691,2 \text{ mJ}$ hőt kell elvonni a rendszertől.

Számoljuk ki a sósav és a nátrium-hidroxid, illetve a salétromsav és a kálium-hidroxid között lezajló folyamat reakcióhőjét (ezek az oldatok már elég hígak ahhoz, hogy a hígulási hőt el lehessen hanyagolni). Hasonlítsuk össze a két értéket és adjunk magyarázatot.

Megoldás:

Az izoterm kalorimetria a leírás szerint lényegében a reakcióhőt méri.

1. $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ 1 pont
 $0,00500 \text{ dm}^3 \times 0,00100 \text{ mol/dm}^3 = 5,00 \times 10^{-6} \text{ mol HCl}$ 1 pont
 $0,00200 \text{ dm}^3 \times 0,00250 \text{ mol/dm}^3 = 5,00 \times 10^{-6} \text{ mol NaOH}$ 1 pont

A két reaktáns tehát éppen sztöchiometrikus arányban van a folyamatban. Az a tény, hogy az állandó hőmérséklet fenntartásához hőt kell elvonni, exoterm reakciót jelez. A reakcióhő:

$$-0,288 \text{ J} / 5,00 \times 10^{-6} \text{ mol} = 57,6 \text{ kJ/mol} \quad 2 \text{ pont}$$

2. $\text{KOH} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 1 pont
 $0,00600 \text{ dm}^3 \times 0,00200 \text{ mol/dm}^3 = 1,20 \times 10^{-5} \text{ mol KOH}$ 1 pont
 $0,00400 \text{ dm}^3 \times 0,00300 \text{ mol/dm}^3 = 1,20 \times 10^{-5} \text{ mol HNO}_3$ 1 pont

Tehát ismét éppen sztöchiometrikus arányban vannak a reaktánsok. A reakcióhő:

$$-0,6912 \text{ J} / 1,20 \times 10^{-5} \text{ mol} = 57,6 \text{ kJ/mol} \quad 2 \text{ pont}$$

A két folyamat reakcióhője pontosan megegyezik. Mind a kettő erős sav – erős bázis reakció, így a két folyamat lényege (ionegyenlete) azonos: $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ 2 pont

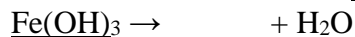
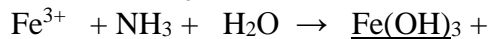
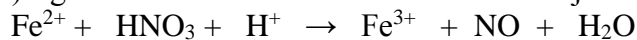
Összesen: 12 pont

Sz3. feladat (11 pont)

Vasionokat tartalmazó minta vastartalmát úgy határozzuk meg, hogy az oldatban levő vas(II)-ionokat salétromsavval vas(III)-ionokká oxidáljuk, majd az oldatból vizes ammóniaoldattal vas(III)-hidroxid csapadékot választunk le, és ezt izzítva vas(III)-oxid formában mérjük.

A mintát egy 250 cm^3 -es mérőlombikba öntjük, majd ezt ioncserélt vízzel jelig töltjük. Kipipettázunk $20,0 \text{ cm}^3$ -t egy főzőpohárba, kb. 100 cm^3 -re hígítjuk, hozzáadjuk a salétromsavat. Az oldatot felforraljuk, majd keverés közben annyi vizes ammóniaoldatot adunk hozzá, hogy az enyhén ammóniaszagú legyen. A levált csapadékot hamumentes szűrőpapíron megsűrjük, kiizzított $25,5666 \text{ g}$ tömegű porcelántégelybe tesszük, majd fülke alatt lángon izzítjuk. Végül megmérjük a tégelyt a benne levő anyaggal, ez $25,7688 \text{ g}$ -nak adódik.

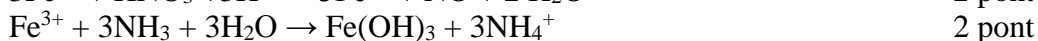
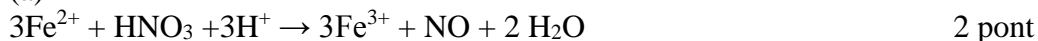
(a) Egészítsd ki és rendezd a mérés során lezajló reakciók egyenleteit.



(b) Számítsd ki a mintában levő vasionok tömegét.

Megoldás:

(a)



(b) A keletkezett Fe_2O_3 tömege: $25,7688 - 25,5666 = 0,2022 \text{ g}$ 1 pont

$M(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 159,8 \text{ g/mol}$

$n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 0,2022/159,8 = 0,001265 \text{ mol}$ 1 pont

$n(\text{Fe}^{2+}) = 2n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 2 \times 0,001265 \text{ mol} = 0,00253 \text{ mol}$ 1 pont

$n(\text{összes Fe}^{2+}) = 0,002532 \times (250/20) = 0,03165 \text{ mol}$ 1 pont

$m(\text{összes Fe}^{2+}) = n(\text{összes Fe}) \times M(\text{Fe}) = 0,03165 \cdot 55,9 = 1,7692 \text{ g}$ 1 pont

Összesen: 11 pont

Sz4. feladat (8 pont)

38 °C hőmérsékleten a nátrium-szulfát feloldódik a kristályvizében, és a telített oldata 44,10 tömeg%-os. 200 g 38 °C-os telített oldatot lehütünk 25 °C hőmérsékletre.

Hány kristályvizet tartalmaz a nátrium-szulfát egy mólja?

Hány gramm vízmentes só old 100 g víz 38 °C-on?

Hány gramm kristályvizes anyag válik ki a lehűtött oldatból?

Megoldás:

100 g oldatban van 44,1 g azaz $44,1/142 = 0,3106 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4$ 2 pont

és 55,9 g, azaz $55,9/18 = 3,106 \text{ mol víz}$. 1 pont

1 mol Na_2SO_4 10 mol vizet tartalmaz. 1 pont

180 g víz old 142 g Na_2SO_4 -ot

100 g víz old 78,9 g Na_2SO_4 -ot. 2 pont

Az oldat egésze, azaz 200 g kristályvizes anyag kiválik. 2 pont

Összesen: 8 pont

Sz5. feladat (14 pont)

Két gázhalmazállapotú vegyület A és B 1:2 molarányú elegye a CO_2 -gáz sűrűségével, 1:4 molarányú elegye pedig az argongáz sűrűségével egyezik meg azonos körülmények között.

Melyik a két vegyület?

Hogyan reagál egymással a két vegyület?

Hogyan színteleníti el a két vegyület vizes oldata a jóddoldatot?

Hogyan reagál a két gáz oxigénnel melegen?

Reagál-e a két vegyület NaOH -oldattal? Ha igen, hogyan?

A kérdésekre reakcióegyenletekkel válaszolj.

Megoldás:

$(A + 2B)/3 = 44$, $(A + 4B)/5 = 40$. 4 pont

A két egyenletből $A = 64 \text{ g/mol}$, ez a SO_2 , $B = 34 \text{ g/mol}$, ez a H_2S . 2 pont

$\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{S} = 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$. 2 pont

$\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{I}_2 = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HI}$, $\text{H}_2\text{S} + \text{I}_2 = 2\text{HI} + \text{S}$. 2 pont

$2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3$, pl. $2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{S}$. 2 pont

$\text{SO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$, illetve $\text{SO}_2 + \text{NaOH} = \text{NaHSO}_3$, 1 pont

$\text{H}_2\text{S} + \text{NaOH} = \text{NaHS} + \text{H}_2\text{O}$, ill. $\text{H}_2\text{S} + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$ 1 pont

Az utolsó kérdésre egy-egy reakcióegyenlet elegendő.

Összesen: 14 pont

Természetesen, minden más helyes gondolatmenet elfogadható, és teljes pontszámot ér.

AZ ELEMEK PERIÓDUSOS RENDSZERE

1, I.A	2, II.A	3,	4,	5,	6,	7,	8,	9,	10,	11,	12,	13, III.A	14, IV.A	15, V.A	16, VI.A	17, VII.A	18, VIII.A
1 H 1,008 hidrogén																	2 He 4,0 hélium
3 Li 6,94 lítium	4 Be 9,01 berillium											5 B 10,8 bór	6 C 12,01 szén	7 N 14,01 nitrogén	8 O 16,00 oxigén	9 F 19,0 fluor	10 Ne 20,2 neon
11 Na 23,0 nátrium	12 Mg 24,3 magnézium	III.B	IV.B	V.B	VI.B	VII.B	VIII.B		I.B	II.B		13 Al 27,0 alumínium	14 Si 28,1 szilícium	15 P 31,0 foszfor	16 S 32,0 kén	17 Cl 35,5 klór	18 Ar 39,9 argon
19 K 39,1 kálium	20 Ca 40,0 kalcium	21 Sc 45,0 szkandium	22 Ti 47,9 titán	23 V 50,9 vanádium	24 Cr 52,0 króm	25 Mn 54,9 mangán	26 Fe 55,9 vas	27 Co 58,9 kobalt	28 Ni 58,7 nikkel	29 Cu 63,5 réz	30 Zn 65,4 cink	31 Ga 69,7 gallium	32 Ge 72,6 germánium	33 As 74,9 arzén	34 Se 79,0 szelén	35 Br 79,9 bróm	36 Kr 83,8 kripton
37 Rb 85,5 rubídium	38 Sr 87,6 stroncium	39 Y 88,9 ittrium	40 Zr 91,2 cirkónium	41 Nb 92,9 nióbbium	42 Mo 95,9 molibdén	43 Tc (99) technécium	44 Ru 101,1 ruténium	45 Rh 102,9 ródiium	46 Pd 106,4 palládium	47 Ag 107,9 ezüst	48 Cd 112,4 kadmium	49 In 114,8 indium	50 Sn 118,7 ón	51 Sb 121,8 antimon	52 Te 127,6 tellúr	53 I 126,9 jód	54 Xe 131,3 xenon
55 Cs 132,9 cézium	56 Ba 137,3 bárium	57 La* 138,9 lantán	72 Hf 178,5 hafnium	73 Ta 181,0 tantál	74 W 183,9 wolfram	75 Re 186,2 rénium	76 Os 190,2 ozmium	77 Ir 192,2 irídium	78 Pt 195,1 platina	79 Au 197,0 arany	80 Hg 200,6 higany	81 Tl 204,4 tallium	82 Pb 207,2 ólom	83 Bi 209,0 bizmut	84 Po (210) polonium	85 At (210) asztácium	86 Rn (222) radon
87 Fr (223) francium	88 Ra (226) rádium	89 Ac** (227) aktínium	104 Rf rutherfordium	105 Db dubnium	106 Sg seaborgium	107 Bh bohrium	108 Hs hassium	109 Mt meitnerium									

lantanoidák*	58 Ce 140,1 cérium	59 Pr 140,9 prazeodimium	60 Nd 144,2 neodimium	61 Pm (147) prométium	62 Sm 150,4 szamárium	63 Eu 152,0 eurórium	64 Gd 157,3 gadolínium	65 Tb 158,9 terbium	66 Dy 162,5 diszpróziium	67 Ho 164,9 holmium	68 Er 167,3 erbio	69 Tm 168,9 tulium	70 Yb 173,0 itterbio	71 Lu 175,0 lutécium
aktinoidák**	90 Th 232,0 tórium	91 Pa (231,0) proaktínium	92 U 238,1 urán	93 Np (237,0) neptúnium	94 Pu (242,0) plútónium	95 Am (243,0) amerícium	96 Cm (247,0) kúrium	97 Bk (249,0) berkélium	98 Cf (251,0) kalifornium	99 Es (254,0) einsteinium	100 Fm (253,0) fermium	101 Md (256,0) mendelévium	102 No (254,0) nobélium	103 Lr (257,0) laurencium