

OLIMPIADA DE CHIMIE
etapa județeană/municipiului București
4 februarie 2023
Clasa a IX-a

- Pentru rezolvarea cerințelor vei utiliza Tabelul periodic, care se găsește la sfârșitul variantei de subiecte. Vei folosi mase atomice rotunjite.
- Timpul de lucru efectiv este de trei ore.

I. Tétel **(25 pont)**

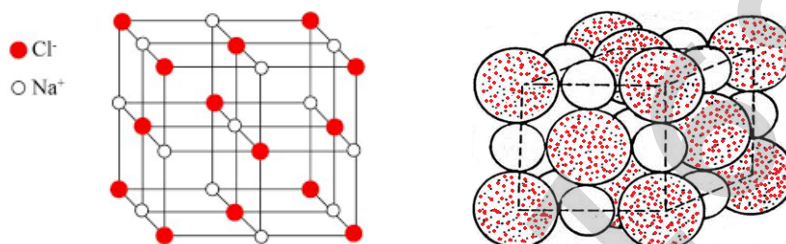
A. **10 pont**

Az X kémiai elem ezüstfehér szilárd anyag, amely levegőn gyorsan elveszíti fémes fényét. Az elemek periódusos rendszerének 6. periódusában található, stabilabb oxidációs állapotú, és az 5d alhéja teljesen foglalt. Ez a kémiai elem két stabil izotóp természetes keveréke, amelyek tömegszázalékos gyakoriságainak aránya 2,387. A kettővel kevesebb nukleonnal rendelkező izotóp atomja kisebb gyakorisággal rendelkezik.

- a) Számítsa ki a két izotóp tömegszámát, és írja le az X elem izotópjainak vegyjeleit. Használja az atomtömegek **nem kerekített értékét** az 1. mellékletben található elemek periódusos rendszeréből!
- b) Jegyezze le mindegyik izotóp magösszetételét!
- c) Magyarázza meg az X elem oxidációs állapotának stabilitását, figyelembe véve az elektronkonfigurációját!

B. **10 pont**

A magnézium-oxid és a nátrium-klorid kristályrácsai AX típusúak, ahol az ionsugarak aránya 0,41-0,73 tartományban van. A nátriumion sugara (**1. ábra**) 102 pm. A két kristályrácsban a kationok sugarainak aránya 1,4166, az anionok sugarainak aránya 0,7735. A magnézium-oxid kristályrácsában a kation és anion sugárárány 0,5143 értékű.



1. ábra

- a) Határozza meg a magnézium-oxid elemi cellájában található ionok számát!
- b) Számítsa ki a magnézium-oxid sűrűségét!

C. **5 pont**

Határozza meg a vastagított betűkkel jelölt elemek oxidációs számát:

- (a) **NaAuCl**₄; (b) **ICl**; (c) **Ba₂XeO₆**; (d) **OF₂**; (e) **Ca(ClO₂)₂**.

II. Tétel **(25 pont)**

A. **15 pont**

Adott az alábbi reakciósor:

- 1) $a + b \rightarrow c$
- 2) $a + d \rightarrow e + f \uparrow$
- 3) $e + b \rightarrow c$
- 4) $a + i \xrightarrow{t^{\circ}\text{C}} j + k + l$
- 5) $e + i \rightarrow j + c + k + l$
- 6) $e + m \rightarrow g + h$
- 7) $g + m \rightarrow n$
- 8) $n + b \rightarrow p + h$
- 9) $p + e \rightarrow r + h$
- 10) $a + l \xrightarrow{500^{\circ}\text{C}} t + f \uparrow$
- 11) $t + d \rightarrow c + e + l$

Adottak:

- a **c** és **e** anyagok az **a** fém **b** halogénnel képzett binér vegyületei;
- a **b** egy sárgászöld gáz, irritáló szagú;
- a **c** anyag 65,538% halogént tartalmaz (tömegszázalék), az **e** anyag pedig 55,905% halogént (tömegszázalék);
- az **m** egy ternér anyag, amely egy alkálifém, 21,538% N-t és 18,462% C-t tartalmaz (tömegszázalék), $Me : C : N = 1 : 1 : 1$ atomarányban;
- az **i** anyag a nitrogénnek egy oxosavja, tömegaránya $H : N : O = 1 : 14 : 48$.

a) Határozza meg számítással a **c**, **e**, **m** és **i** anyagok képleteit!

b) Írja le a reakciósémában szereplő reakciók egyenleteit!

B.10 pont

Egy nátrium-hidridből és kálium-hidridből álló **X** keverék 2,884% H-t (tömegszázalék) tartalmaz, a keverék reagál vízzel 50%-os hozammal. A keletkező gázt előmelegített, fémvasból, vas(II)-oxidból és vas(III)-oxidból álló **Y** keveréken vezetik át. Az **Y** keverékben a **fém : oxidok** molaránya 1 : 1. A végén 3,92 g vas található, majd a reakciókat követően 0,9 g vizet kapnak.

a) Írja le a reakcióegyenleteket!

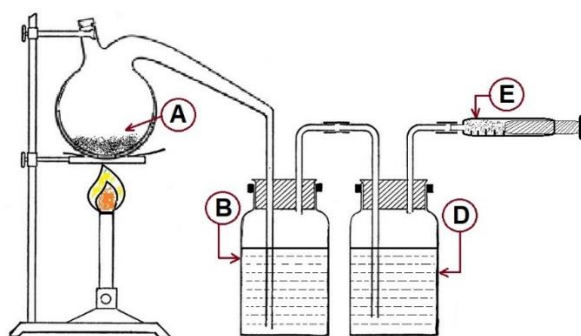
b) Számítsa ki a hidridkeverék tömegét!

c) Határozza meg az **Y** keverék teljes "feloldásához" szükséges 0,1 M-os sósavoldat térfogatát!

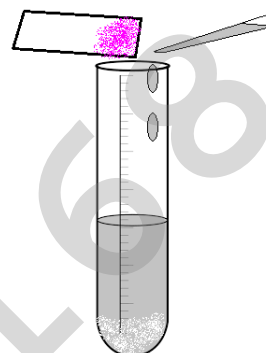
III. Tétel (30 pont)

A.13 pont

Egy (A) keverék két, (X) és (Y) szilárd anyagból áll, amelyek összetételében csak nemfémek találhatók. Az (X) fehér, kristályos anyag. Az (Y) egy egyszerű anyag, fekete por. Az (Y) kovalens atomrácsú anyag. Az (A) keveréket erősen melegítik a **2. ábrán** látható berendezést használva:



2. ábra



3. ábra

Az eljárás során keletkező gázokat két mosóedényen (B és D) vezetik át, az egyikben 4 M-os koncentrációjú kálium-hidroxid oldat, a másikban 49 tömeg%-os kénsavoldat található.

A fel nem szívódott gáz a levegő fő összetevője, és egy (E) fecskendőben fogják fel.

Az (X) anyag egy salétrom, amelyet robbanóanyagként használnak a bányászatban éghető anyagokkal keverve. Ha egy (X) anyagmintát az egyik mosóedényből származó oldattal kezelnek, szúrós szagú gáz fejlődik, amely kivörösíti a fenoltalein alkoholos oldatába mártott szűrőpapírt (**3. ábra**).

a) Azonosítsa az (X) és az (Y) anyagokat! Indokolja meg választát!

b) Adja meg a B edényben, illetve a D edényben található oldatot a gázok abszorpciója előtt! Indokolja meg választát!

c) Írja le a B illetve D edényben a gázok abszorpciója során végbemenő jelenségeket! Írjon reakcióegyenleteket, ha esedékes!

d) Írja le az (A) keverék melegítésekor végbemenő reakcióegyenletet!

B.17 pont

Az **X** anyag **AB₅DE₃** molekulaképletű és 79 g/mol moláris tömegű fehér só, amely a tűzoltóhabok összetételében található, és élelmiszer-adalékanyagként használják.

Adottak az alábbi ismeretek:

- 15,405 g **X** anyag hőbontásával 3,315 g **AB₃** anyag, 8,58 g **DE₂** anyag0 és 3,51 g **B₂E** anyag keletkezik;

Ministerul Educației
Centrul Național de Politici și Evaluare în Educație

- 20,54 g **X** anyagot **GJ₂** anyaggal kezelve 13,91 g **AB₄J** anyag és egy **Y** anyag keletkezik, amely nem tartalmazza a **J** elemet;
 - a **GJ₂** anyag egy ionos vegyület, amelyben a **G** elem kétértékű pozitív ionja és a **J** elem egyértékű negatív ionja izoelektronos a periódusos rendszer 3. periódusában található nemesgázzal;
 - az **A**, **D**, **E** elemek anionjai és az **X** só összetételében levő kation azonos számú elektront tartalmaznak.
- a) Azonosítsa számítással az **A**, **B**, **D**, **E**, **G**, **J** elemeket! Használja az elemek kerekített atomtömegeit!
- b) Írja le az **AB₅DE₃**, **AB₃**, **DE₂**, **B₂E**; **GJ₂**, **AB₄J** és **Y** anyagok vegyi képleteit!
- c) Modellezze az **A**, **D**, **E** elemek anionjainak képződését és a só kationjában lévő kémiai kötések!
- d) Írja le a reakcióegyenleteket!

IV. Tétel (20 pont)

Két, **P₁** és **P₂** Berzelius pohárba két égetett mészmintát helyeznek, mindegyik 182 g tömegű, 20 °C hőmérsékleten. Mindegyik pohárba 95,4 g vizet öntenek.

A reakció befejeződése után:

- a **P₁** pohárban kapott keveréket szűrik. A kapott szilárd anyagot (**S₁**) szárítják és lemérik. Megállapítják, hogy 228,7155 g.

- a **P₂** pohárban 650 g sósavoldatot adagolnak a teljes reakcióelegy semlegesítésére. Az elfogyott sósavoldat $2103,2738 \cdot 10^{23}$ elektront tartalmaz. Szűrés után a kapott szilárd anyagot (**S₂**) szárítják és lemérik. Megállapítják, hogy 36,4 g.

A szennyeződések nem oldódnak vízben és nem lépnek reakcióba az oldatban lévő sósavval.

A kalcium-klorid oldhatósága 75 g/100 g víz 20°C-on.

a) Írja le a végbemenő reakciók egyenleteit!

b) Számítsa ki az égetett mésztisztaságát!

c) Határozza meg a kalcium-hidroxid oldhatóságát 20°C-on!

d) Számítsa ki a **CaCl₂·2H₂O** tömegét, amelyet a végső oldathoz kell adni ahhoz, hogy az oldat telített legyen!

- egyetemes gázállandó: $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

- Avogadro szám: $N = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

- móltérfogat (normál körülmények) $V = 22,4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$

- $1 \text{ pm} = 10^{-12} \text{ m}$

Subiecte elaborate, selectate și prelucrate de:

prof. Mariana Dejanu – Școala Gimnazială "Mihai Eminescu", Pitești

prof. Carmen-Luiza Gheorghe – Seminarul Teologic Ortodox "Chesarie Episcopul", Buzău

prof. Carmen Istodor – Colegiul Național "Gheorghe Șincai" București

prof. Lavinia Mureșan – Liceul Teoretic "Onisifor Ghibu", Cluj Napoca

prof. Irina Popescu – Colegiul Național "I. L. Caragiale", Ploiești

ANEXA: TABELUL PERIODIC AL ELEMENTELOR

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A	8A	8B	8B	8B	8B	8B	8B	8B	8B	8B	8A
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	2
H 1.008	He 4.003	Li 6.941	Be 9.012	B 10.81	C 12.01	N 14.01	O 16.00	F 19.00	Ne 20.18	Na 22.99	Mg 24.31	Al 26.98	Si 28.09	P 30.97	S 32.07	Cl 35.45	Ar 39.95
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Li 6.941	Be 9.012	B 10.81	C 12.01	N 14.01	O 16.00	F 19.00	Ne 20.18	Na 22.99	Mg 24.31	Al 26.98	Si 28.09	P 30.97	S 32.07	Cl 35.45	Ar 39.95	K 39.10	Ca 40.08
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Na 22.99	Mg 24.31	Al 26.98	Si 28.09	P 30.97	S 32.07	Cl 35.45	Ar 39.95	K 39.10	Ca 40.08	Sc 44.96	Ti 47.88	V 50.94	Cr 52.00	Mn 54.94	Fe 55.85	Co 58.93	Ni 58.69
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
K 39.10	Ca 40.08	Sc 44.96	Ti 47.88	V 50.94	Cr 52.00	Mn 54.94	Fe 55.85	Co 58.93	Ni 58.69	Cu 63.55	Zn 65.39	Ga 69.72	Ge 72.61	As 74.92	Se 78.97	Br 79.90	Kr 83.80
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
Rb 85.47	Sr 87.62	Y 88.91	Zr 91.22	Nb 92.91	Mo 95.95	Tc (98)	Ru 101.1	Rh 102.9	Pd 106.4	Ag 107.9	Cd 112.4	In 114.8	Sn 118.7	Sb 121.8	Te 127.6	I 126.9	Xe 131.3
55	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
Cs 132.9	Ba 137.3	La 138.9	Hf 178.5	Ta 180.9	W 183.8	Re 186.2	Os 190.2	Ir 192.2	Pt 195.1	Au 197.0	Hg 200.6	Tl 204.4	Pb 207.2	Bi 209.0	Po (209)	At (210)	Rn (222)
87	88	89	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118
Fr (223)	Ra (226)	Ac (227)	Rf (261)	Db (262)	Sg (263)	Bh (262)	Hs (265)	Mt (266)	Ds (281)	Rg (272)	Cn (285)	Nh (286)	Fl (289)	Mc (289)	Lv (293)	Ts (294)	Og (294)

58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Ce 140.1	Pr 140.9	Nd 144.2	Pm (145)	Sm 150.4	Eu 152.0	Gd 157.3	Tb 158.9	Dy 162.5	Ho 164.9	Er 167.3	Tm 168.9	Yb 173.0	Lu 175.0
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Th 232.0	Pa 231.0	U 238.0	Np (237)	Pu (244)	Am (243)	Cm (247)	Bk (247)	Cf (251)	Es (252)	Fm (257)	Md (258)	No (259)	Lr (262)