

OLIMPIADA DE CHIMIE
etapa județeană/municipiului București
21 martie 2025
Clasa a IX-a

- **A követelmények megoldásához a tétel végén található periódusos rendszer atomtömegeit fogjátok használni.**
- **Munkaidő 3 óra.**

I.Tétel **(25 pont)**

A.....(10 pont)

A nyomelem egy olyan kémiai elem, amelynek nagyon kis mennyisége részt vesz az emberi szervezet anyagcseréjében.

Egy X nyomelem 0,5 molnyi mennyisége $21,077 \cdot 10^{23}$ elektront tartalmaz **s** orbitálon, $36,132 \cdot 10^{23}$ elektront **p** orbitálon és $15,055 \cdot 10^{23}$ elektront **d** orbitálon.

a. Írd le az X elem elektronkonfigurációját és jegyezd le a vegyjelét!

b. Jegyezd le az X^{3+} ionok elektronkonfigurációját!

c. Határozd meg a 156 g X elemben található párosítatlan elektronok számát!

d. Határozd meg az X elem oxidációs számát (O.Sz) a vegyületek mindegyikében: X_2O_3 , $XC l_3$, XBr_2 , XO_2F_2 , XO_3 , $K_2X_2O_7$!

B.....(15 pont)

Adottak a kémiai elemek: germánium, kén, bárium, klór, kalcium és arzén.

1. Jegyezd le a vegyjelét:

- a legfémesebb jellegű elemnek;
- a legnagyobb elektronegativitású elemnek;
- a legnagyobb első ionizációs energiával rendelkező fémnek;
- a legnagyobb atomsugarú nemfémnek!

2. A kémiai elemek fémes és nemfémes jellegének a változását egyéb tulajdonságok változása is kíséri, mint például az oxidjaik sav-bázis jellege. Jegyezd le a következő oxidok sav-bázis jellegét: GeO_2 , SO_3 , BaO , Cl_2O_7 , CaO , As_4O_{10} és írd le a reakció/reakciók egyenletét, ami igazolja a választásodat!

II.Tétel **(25 pont)**

A.....(12 pont)

Általában a kémiai laboratóriumban a kísérleti tevékenységek kémiai reakciók végbemenetelét mutatják be. A reakcióegyenletek felírásakor megadható az anyagok halmazállapota vagy az a tény, hogy oldat formájában vannak felhasználva, mint az alábbi példákban: $H_2O(f)$ - víz folyékony állapotban, $CuSO_4(aq)$ - réz-szulfát oldat, $Cu_2S(s)$ - réz(I)-szulfid csapadék, $N_2(g)$ - gáz halmazállapotú nitrogén.

Egy laboratóriumban a következő kísérleteket végzik el:

1. KÍSÉRLET: Egy erős bázis oldatának a titrálása erős sav oldattal

A sav-bázis titrálás egy olyan kísérleti módszer, amelynek során ismert koncentrációjú reagenst (mérőoldat) adnak fokozatosan, bürettát használva, az ismeretlen koncentrációjú vizsgálandó minta adott térfogatához egy indikátor jelenlétében, az ekvivalencia pont eléréséig (teljes semlegesítés).

Egy 500 mL térfogatú mérőlombikba 2160 mg nátrium-hidroxidot tesznek, majd desztillált vízzel feltöltik a jelig. A tanuló egy pipettával kivesz az elkészített oldatból egy 5 mL térfogatú mintát. A mintát egy Erlenmayer lombikba teszi, 10 mL vízzel hígítja és 2-3 csepp metilnarancsot ad hozzá. Háromszor titrálja 0,1M-os sósav oldattal, a savoldatok átlagos térfogata 5,5 mL.

a. Írd le a lejátszódó kémiai reakció egyenletét, tüntesd fel az anyagok halmazállapotát, vagy azt, ha oldatban vannak!

b. Jegyezd le a tanuló által megfigyelt színváltozásokat és magyarázd meg sztöchiometriai számításokkal!

2. KÍSÉRLET: A klorid- ion azonosítása

Egy kémcsőbe 2-3 mL nátrium-kloridot tesznek, amelyhez 1-2 mL ezüst-nitrát oldatot adagolnak. A kapott keveréket két (1 és 2) kémcsőbe osztják. Az 1. kémcsövet fénynek teszik ki. A 2. kémcsőbe ammónia oldatot töltenek és összerázzák.

- Írd le a lejátszódott reakciók egyenleteit, jelöld az anyagok halmazállapotát, vagy azt, ha oldatban vannak!
- Jegyezd le a kísérlet során megfigyelhető színváltozásokat!

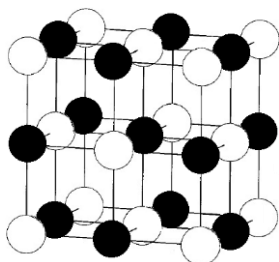
3. KÍSÉRLET: Billiárdozás a nátriummal

A nátriumot a laboratóriumban petróleum alatt, barna üvegekben tárolják. A tanár csipesszel kivesz egy nátrium mintát, késsel levág egy darabkát és szűrőpapírral megtisztítja. A tanulók megfigyelik a friss vágási felületet, ami a levegővel érintkezve elveszti a fémes fényét. A nátrium darabkát 20-30 mL desztillált vizet tartalmazó kristályosító tálba helyezik. A nátrium darabka „szaladgál” a víz felszínén, mint egy „billiárd golyó”. A fejlődött gázt gyufával meggyújtják. Végül, a kristályosító tálba néhány csepp fenolftaleint adagolnak.

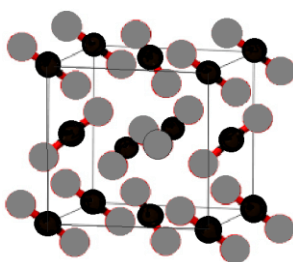
- Írd le a lejátszódott reakciók egyenleteit, jelöld az anyagok halmazállapotát, vagy azt, ha oldatban vannak!
- Jegyezd le a színváltozásokat és magyarázd meg őket!

B.....(13 pont)

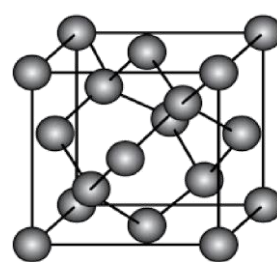
Az anyagok különböző kristályrácsban kristályosodnak. Az ábrák a kalcium-florid, szén-dioxid, víz, nátrium-klorid, bróm, kálium-klorid és a gyémánt kristályrácsát ábrázolják, tetszőlegesen M, N, O, P, R, S, T betűkkel jelölve.



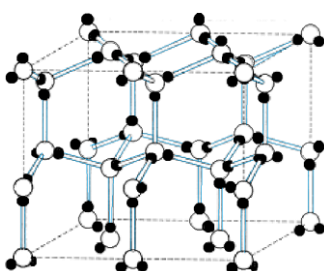
M



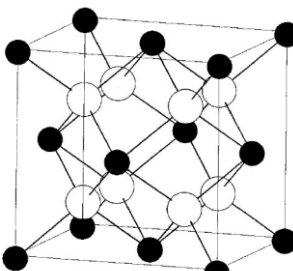
N



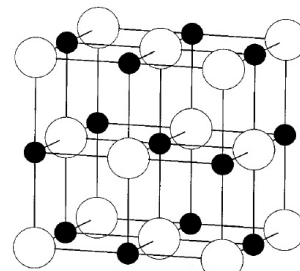
O



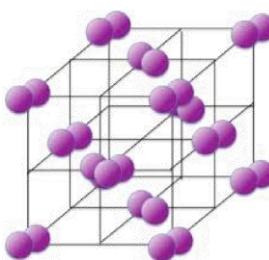
P



R



S



T

- a. Társsítsd az M, N, O, P, R, S, T betűket a megadott anyagok vegyi képletével, figyelembe véve a kristályrácsukat!
- b. Jegyezz le egy érvet, amely igazolja azt, ami alapján megkülönböztetted a nátrium-klorid kristályrácsát a kálium-klorid kristályrácsától!
- c. Indokold meg a kémiai képlet és a kalcium-fluorid rácsához tartozó betű közötti megfelelést, figyelembe véve az elemi cella szerkezetét!
- d. Jegyezd le mindegyik anyag esetében a kristályrács típusát, figyelembe véve a rács csomópontjaiban levő részecskék természetét!
- e. Jegyezd le az M, O, P és T betűkkel azonosított anyagokban a kémiai kötések típusát!
- f. Írd le az N, P, S és T betűkkel jelölt anyagok esetében a kémiai fajok közötti kölcsönhatások típusát!
- g. Írd le az M, N, O, P, R, S, T anyagok vegyi képleteit az olvadáspont növekvő sorrendjében!
- h. Modellezd a kémiai kötés kialakulását az N és R anyagok esetében, használd a kémiai elemek vegyjelét és pontokat az elektronok ábrázolására!
- i. Egy Berzelius pohárba standard körülmények között 100 g P és 3 g M anyagot tesznek. Add meg a kapott keverék típusát és a keverékben található részecskék között kialakuló kölcsönhatások természetét!

III. Tétel

(20 pont)

A.....(12 pont)

A réz(II)-szulfát kristályhidrátjai a természetben több ásvány formájában is megtalálhatók: kalkocianit, kalkantit, bootit, bonatit. Leggyakoribb a kalkantit, vagy más néven kékkő, amelyet már az ókortól kezdve a mezőgazdaságban használt gombaölő oldatok készítésére használtak.

Egy 6,25 g tömegű réz(II)-szulfát (C1) kristályhidrát mintát 85°C-on melegítenek, 80%-os hozammal. Egy 4,81 g tömegű keverék keletkezik, ami a réz(II)-szulfát egy másik, (C2) kristályhidrátját is tartalmazza. A keveréket 220°C-on melegítik és 100%-os hozammal 4 g anhidrid por keletkezik.

a. Számítással bizonyítsd be azt, hogy a két kristályhidrát képlete:

(C1) $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ és (C2) $\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

A (C1) kristályhidrát 6,25 g-jának vízben való oldásával az S1 oldatot, míg nátrium-hidroxidot vízben oldva az S2 oldatot állítják elő. Az S1 és S2 oldatokból azonos tömegeket összekevernek és a kapott keveréket szűrik. A színtelen szűrlet 25% sót és 10% bázist tartalmaz, tömegszázalékban.

b. Számítsd ki az S1 és S2 oldatok tömegszázalékos koncentrációit!

B.....(8 pont)

A köolajiparban vagy dehidratáló szerként használt oleum egy kénsavból és kén-trioxidból álló keverék.

Összekevernek egy 80% tömegszázalékos koncentrációjú (S1) kénsav oldatot m g tömegű 20% (tömegszázalék) kén-trioxidot tartalmazó oleummal, így 50 g 98% tömegszázalékos koncentrációjú kénsav oldatot kapnak. Határozd meg az oleum m tömegét és az (S1) kénsav oldat tömegét!

IV. Tétel

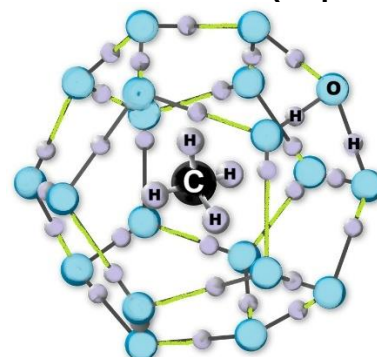
(30 pont)

A.....(14 pont)

A szibériai Bajkál tó a világon a legnagyobb édesvízi tó. A tó hideg vizében jelentős metángáz tartalékok vannak. A metángáz üvegház-hatása 30-40-szerese a szén-dioxidénak. A víz képes "ketrec"-szerű struktúrákat kialakítani, amelyeket klatrátoknak neveznek, olyan szilárd molekuláris vegyületeket, amelyekben más anyagok, például a metán kis molekulái vannak beágyazva a víz kristályrácsába. A tó mélyén található hideg vízben $(\text{CH}_4)_x(\text{H}_2\text{O})_y$ vegyi képletű klatrátok vannak, amelyeket metán hidrátoknak neveznek.

Becslések szerint a tó vizében lévő metángáz készlet $6,6 \cdot 10^{11}$ kg.

1. Ha a tóban levő metán mennyiségének a 60%-a kijutna az atmoszférába, határozd meg azt a térfogatot, amit elfoglalna -19°C hőmérsékleten és 1 atm nyomáson!



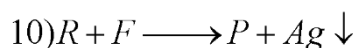
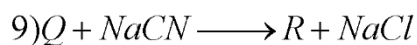
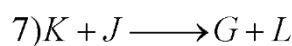
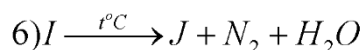
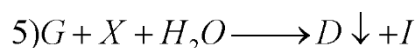
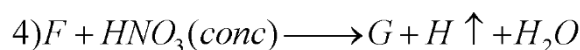
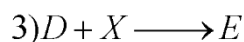
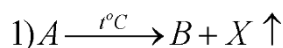
2. A 2832 g/mol mól-tömegű klatrát vegyi képletének a meghatározásához zárt tartályban **m** g metán hidrátot égetnek el sztöchiometrikus mennyiségű, 20% (térfogatszázalék) oxigént tartalmazó levegőben. Egy gázkeverék keletkezik, amelynek a sűrűsége 1,369 g/L, 2 atm-n és 161°C-on. A kapott gázkeveréket 27°C-ra hűtik, amikor 115,92 g víz kondenzálódik.

a. Határozd meg a vizsgált klatrát vegyi képletét!

b. Számítsd ki az elégetett klatrát **m** tömegét!

B.....(16 pont)

Adott a reakcióséma:



Az anyagokról ismertek az alábbiak:

- az **F** elem atomja elektronokkal teljesen feltöltött 4 **s** orbitált, 6 **p** orbitált, 5 **d** orbitált tartalmaz, a többi orbitálja üres;
- a binér **B** vegyületben az atomarány 3 : 2;
- a **J** anyag a **H** anyag dimérje;
- a ternér **L** vegyület standard körülmények között gáz és a molekulájában 32 elektron van.

Írd le séma reakcióegyenleteit!

- 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 = $22,4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ (c.n.)

Subiecte propuse de:

prof. Bud Ionel, Colegiul Național „Vasile Lucaciu”, Baia Mare

prof. Costeniuc Iuliana, Colegiul Național „Grigore Moisil”, București

prof. Mitrescu Elena, Colegiul Național Pedagogic „Constantin Cantacuzino”, Târgoviște

prof. Popescu Elena Irina, Colegiul Național „Ion Luca Caragiale”, Ploiești

