

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

- **Pentru rezolvarea cerințelor veți utiliza mase atomice rotunjite din Tabelul Periodic, care se găsește la sfârșitul variantei de subiecte.**
- **Timpul de lucru efectiv este de trei ore.**

Subiectul I (25 de puncte)

A.....(10 puncte)

Un oligoelement este un element chimic care intervine în cantități infime în metabolismul organismului uman.

O cantitate de 0,5 mol de atomi ai unui oligoelement X conține $21,077 \cdot 10^{23}$ electroni în orbitali **s**, $36,132 \cdot 10^{23}$ electroni în orbitali **p** și $15,055 \cdot 10^{23}$ electroni în orbitali **d**.

- a. Scrieți configurația electronică a elementului X și notați simbolul chimic al acestuia.
- b. Notați configurația electronică a ionilor X^{3+} .
- c. Determinați numărul de electroni necuplați din 156 g de element X.
- d. Determinați numărul de oxidare (N.O.) al elementului X în fiecare dintre compușii: X_2O_3 , $XC l_3$, XBr_2 , XO_2F_2 , XO_3 , $K_2X_2O_7$.

B.....(15 puncte)

Se consideră elementele chimice: germaniul, sulful, bariul, clorul, calciu și arsenul.

1. Notați simbolul chimic pentru:
 - a. elementul cu caracterul metalic cel mai pronunțat;
 - b. elementul cu electronegativitatea cea mai mare;
 - c. metalul cu cea mai mare energie de ionizare primară;
 - d. nemetalul cu raza atomică cea mai mare.
2. Variația caracterului metalic și nemetalic al elementelor chimice este însoțită și de variația altor proprietăți, cum ar fi caracterul acido-bazic al oxizilor acestora. Notați caracterul acido-bazic al oxizilor GeO_2 , SO_3 , BaO , Cl_2O_7 , CaO , As_4O_{10} și scrieți ecuația/ecuațiile unor reacții care să justifice alegerea făcută.

Subiectul al II-lea (25 de puncte)

A.....(12 puncte)

În general, în laboratorul de chimie, activitățile experimentale demonstrează producerea reacțiilor chimice. În scrierea ecuațiilor reacțiilor se pot preciza stările de agregare ale substanțelor sau faptul că se utilizează sub formă de soluție, ca în exemplele următoare: $H_2O(l)$ - apă în stare lichidă, $CuSO_4(aq)$ - soluție de sulfat de cupru, $Cu_2S(s)$ - precipitat de sulfură de cupru(l), $N_2(g)$ - azot în stare gazoasă.

Într-un laborator se realizează următoarele experimente:

EXPERIMENT 1. Titrarea unei soluții de bază tare cu soluție de acid tare

Titratea acido-bazică este o metodă experimentală de adăugare treptată a unui reactiv de concentrație cunoscută (titrant) cu ajutorul biuretei la un volum măsurat dintr-o probă de analizat, de concentrație necunoscută, până la punctul de echivalență (neutralizare completă), în prezența unui indicator.

Într-un balon cotat de 500 mL se introduc 2160 mg de hidroxid de sodiu și se completează până la semn cu apă distilată. Cu ajutorul unei pipete un elev extrage o probă de 5 mL de soluție preparată. Proba o transferă într-un pahar Erlenmeyer, o diluează cu 10 mL apă distilată și adaugă 2-3 picături de metilorange. Realizează operația de titrare de trei ori, media volumelor de soluție de acid clorhidric 0,1M utilizat de elev este 5,5 mL.

- a. Scrieți ecuația reacției care a avut loc, precizând stările de agregare ale substanțelor sau faptul că se utilizează sub formă de soluție.
- b. Precizați modificările de culoare observate de elev și explicați prin efectuarea calculelor stoechiometrice.

EXPERIMENT 2. Identificarea ionului clorură

Într-o eprubetă se introduc 2-3 mL de soluție de clorură de sodiu peste care se adaugă 1 - 2 mL soluție de azotat de argint. Amestecul rezultat se distribuie în două eprubete (1 și 2). Eprubeta 1 se expune la lumină. În eprubeta 2 se adaugă soluție de amoniac și se agită.

- Scriveți ecuațiile reacțiilor care au avut loc, precizând stările de agregare ale substanțelor sau faptul că se utilizează sub formă de soluție.
- Notați modificările de culoare observate în timpul experimentului.

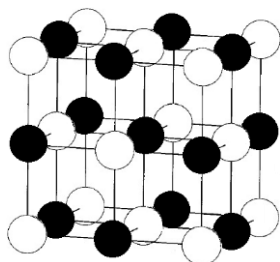
EXPERIMENT 3. La biliard cu sodiul

În laborator, sodiul se păstrează sub petrol în sticle brune. Cu ajutorul unei pensete, profesorul scoate o probă de sodiu, taie o bucată mică cu un cuțit și o curăță cu ajutorul hârtiei de filtru. Elevii observă suprafața în tăietură proaspătă care își pierde luciul metallic în contact cu aerul. Într-un cristalizor ce conține 20-30 mL de apă distilată se adaugă bucata de sodiu. Bucata de sodiu „aleargă” pe suprafața apei ca o „bilă de biliard”. Gazul care se degajă se aprinde cu flacăra unui chibrit. La final se adaugă în cristalizor câteva picături de fenolftaleină.

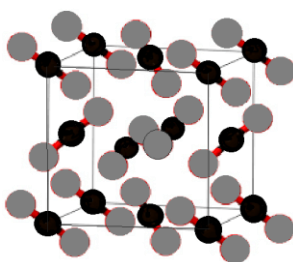
- Scriveți ecuațiile reacțiilor care au avut loc precizând, stările de agregare ale substanțelor sau faptul că se utilizează sub formă de soluție.
- Notați modificările de culoare observate și argumentați.

B.....(13 puncte)

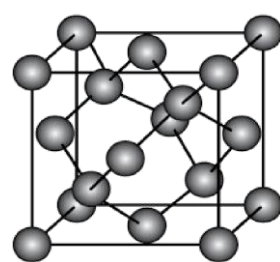
Substanțele cristalizează în diferite rețele cristaline. În imagini sunt reprezentate rețelele cristaline ale fluorurii de calciu, dioxidului de carbon, apei, clorurii de sodiu, bromului, clorurii de potasiu și diamantului, notate aleator cu literele M, N, O, P, R, S, T.



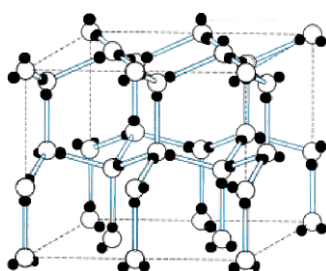
M



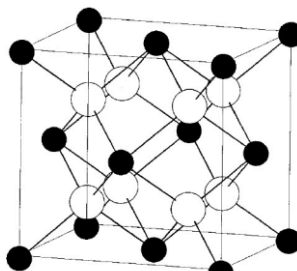
N



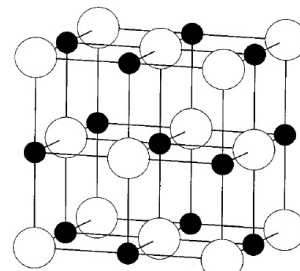
O



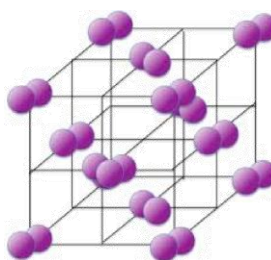
P



R



S



T

- a. Asociați literele M, N, O, P, R, S, T, formulelor chimice corespunzătoare substanțelor precizate, având în vedere rețeaua cristalină.
- b. Notați un argument care să justifice modul în care ați deosebit rețeaua clorurii de sodiu de rețeaua clorurii de potasiu.
- c. Argumentați alegerea corespondenței dintre formula chimică și litera asociată rețelei pentru fluorura de calciu, având în vedere structura celulei elementare.
- d. Notați tipul de rețea cristalină pentru fiecare substanță, având în vedere natura particulelor din nodurile rețelei.
- e. Notați tipul legăturilor chimice din substanțele identificate cu M, O, P și T.
- f. Scrieți tipul de interacțiuni realizate între speciile chimice din rețelele notate cu N, P, S și T.
- g. Scrieți formulele chimice ale substanțelor M, N, O, P, R, S, T în ordinea crescătoare a punctului de topire.
- h. Modelați formarea legăturii chimice pentru substanțele notate cu N și R, folosind simbolurile elementelor chimice și puncte pentru reprezentarea electronilor.
- i. Într-un pahar Berzelius, în condiții standard, se introduc 100 g de substanță P și 3 g de substanță M. Precizați tipul amestecului obținut și natura interacțiilor care se stabilesc între particulele din amestec.

Subiectul al III-lea **(20 de puncte)**

A.....(12 puncte)

Cristalohidrații sulfatului de cupru(II) pot fi găsiți în natură sub forma mai multor minerale: calcocianit, calcantit, boothit, bonatit. Calcantitul, numit și vitriol albastru, este cel mai răspândit și se folosește pentru prepararea unor soluții fungicide utilizate în agricultură încă din antichitate.

O probă de 6,25 g dintr-un cristalohidrat (**C1**) al sulfatului de cupru (II) este supusă încălzirii la 85°C, cu randament de 80%. Se formează 4,81 g de amestec ce conține și un alt cristalohidrat (**C2**) al sulfatului de cupru(II). Amestecul este supus încălzirii la 220°C și formează 4 g de pulbere anhidră cu randament de 100%.

- a. Demonstrați, prin calcul, faptul că formulele chimice ale celor doi cristalohidrați sunt:

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

Se prepară soluția **S1** prin dizolvarea în apă a 6,25 g din cristalohidratul (**C1**) și soluția **S2** prin dizolvarea hidroxidului de sodiu în apă. Se amestecă mase egale de soluție **S1** și soluție **S2**, iar amestecul rezultat se filtrează. Filtratul incolor conține 25% sare și 10% bază, procente masice.

- b. Calculați concentrațiile procentuale masice ale soluțiilor **S1** și **S2**.

B.....(8 puncte)

Oleumul este un amestec de acid sulfuric și trioxid de sulf utilizat în industria petrolieră sau ca agent deshidratant.

O soluție (**S1**) de acid sulfuric de concentrație procentuală masică 80% se amestecă cu m g de oleum cu 20% trioxid de sulf (procente masice). Se obțin 50 g de soluție (**S2**) de acid sulfuric de concentrație procentuală masică 98%. Determinați masa de oleum m și masa soluției de acid sulfuric (**S1**).

Subiectul al IV-lea

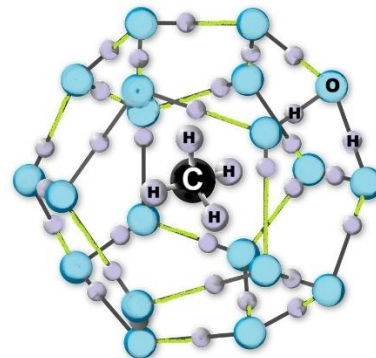
30 de puncte

A.....(14 puncte)

Lacul Baikal din Siberia este cel mai mare lac cu apă dulce din lume. În apele reci ale acestui lac se găsesc rezerve importante de gaz metan. Gazul metan are un efect de seră de 30-40 de ori mai pronunțat decât dioxidul de carbon. Apa este capabilă de a forma structuri de tip "cușcă" numite **clatrați**, compuși moleculari solizi care au incluse în rețeaua cristalină a apei molecule mici ale altor substanțe, cum ar fi metanul. În apa rece de la adâncime a acestui lac se găsesc clatrați cu formula chimică $(\text{CH}_4)_x(\text{H}_2\text{O})_y$ numiți hidrați de metan.

Se estimează că rezervele de gaz metan din apa lacului sunt de $6,6 \cdot 10^{11}$ kg.

1. Dacă 60% din cantitatea de metan din lac ar scăpa în atmosferă, determinați volumul pe care l-ar ocupa, la temperatura de -19 °C și presiunea 1 atm.



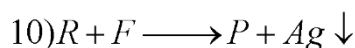
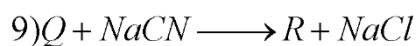
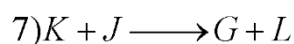
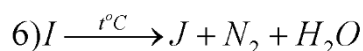
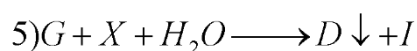
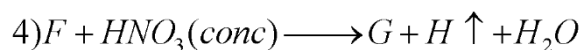
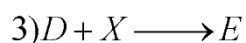
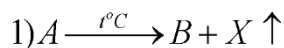
2. Pentru determinarea formulei chimice a unui clatrat cu masa molară 2832 g/mol, se arde, într-un recipient închis, o masă m g de hidrat de metan cu cantitatea stoechiometrică de aer, cu 20% oxigen (procente volumetrice). Se obține un amestec gazos cu densitatea 1,369 g/L la 2 atm și 161°C. Amestecul gazos rezultat se răcește la 27°C, când condensează 115,92 g de apă.

a. Determinați formula chimică a clatratului analizat.

b. Calculați masa m de clatrat care s-a ars.

B.....(16 puncte)

Se consideră schema de reacții:



Despre substanțele din schemă, se cunosc următoarele:

- atomul elementului **F** conține 4 orbitali **s**, 6 orbitali **p**, 5 orbitali **d** complet ocupați cu electroni, restul orbitalilor fiind vacanți;
- compusul binar **B** are raportul atomic 3 : 2;
- substanța **J** este dimerul substanței **H**;
- compusul ternar **L** este gaz în condiții standard și are în moleculă 32 de electroni.

Scrieți ecuațiile reacțiilor chimice din schemă.

- constanta universală a gazelor:

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

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

- volumul molar = 22,4 L·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

ANEXA: TABELUL PERIODIC AL ELEMENTELOR

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | 18 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | 8A |
| 1A | 1 | | | | | | | | | | | | | | | 2 | He |
| | H | | | | | | | | | | | | | | | 4.003 | |
| | 3 | 4 | | | | | | | | | | | | | | | 10 |
| | Li | Be | | | | | | | | | | | | | | | Ne |
| | 6.941 | 9.012 | | | | | | | | | | | | | | | 20.18 |
| | 11 | 12 | | | | | | | | | | | | | | | 18 |
| | Na | Mg | | | | | | | | | | | | | | | Ar |
| | 22.99 | 24.31 | | | | | | | | | | | | | | | 39.95 |
| | 19 | 20 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | | | | 36 |
| | K | Ca | 3B | 4B | 5B | 6B | 7B | 8B | 8B | 8B | 1B | 2B | | | | | Kr |
| | 39.10 | 40.08 | Sc | Ti | V | Cr | Mn | Fe | Co | Ni | Cu | Zn | | | | | 83.80 |
| | | | 44.96 | 47.88 | 50.94 | 52.00 | 54.94 | 55.85 | 58.93 | 58.69 | 63.55 | 65.39 | | | | | |
| | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 54 |
| | Rb | Sr | Y | Zr | Nb | Mo | Tc | Ru | Rh | Pd | Ag | Cd | In | Sn | Sb | Te | Xe |
| | 85.47 | 87.62 | 88.91 | 91.22 | 92.91 | 95.95 | (98) | 101.1 | 102.9 | 106.4 | 107.9 | 112.4 | 114.8 | 118.7 | 121.8 | 127.6 | 131.3 |
| | 55 | 56 | 57 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 86 |
| | Cs | Ba | La | Hf | Ta | W | Re | Os | Ir | Pt | Au | Hg | Tl | Pb | Bi | Po | Rn |
| | 132.9 | 137.3 | 138.9 | 178.5 | 180.9 | 183.8 | 186.2 | 190.2 | 192.2 | 195.1 | 197.0 | 200.6 | 204.4 | 207.2 | 209.0 | (209) | (222) |
| | 87 | 88 | 89 | 104 | 105 | 106 | 107 | 108 | 109 | 110 | 111 | 112 | 113 | 114 | 115 | 116 | 118 |
| | Fr | Ra | Ac | Rf | Db | Sg | Bh | Hs | Mt | Ds | Rg | Cn | Nh | Fl | Mc | Lv | Og |
| | (223) | (226) | (227) | (261) | (262) | (263) | (262) | (265) | (266) | (281) | (272) | (285) | (286) | (289) | (289) | (293) | (294) |

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