

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.

Subiectul I

(25 de puncte)

A. 10 puncte

Elementul chimic X este un solid alb-argintiu, care își pierde rapid luciul metallic în aer. Se găsește în perioada a 6-a a Tabelului periodic al elementelor, are o stare de oxidare mai stabilă și are substratul 5d complet ocupat. Acest element chimic este un amestec natural de doi izotopi stabili, care au raportul dintre procente masice de abundență 2,387. Atomul izotopului cu doi nucleoni mai puțin are abundența mai mică.

- a) Calculează numerele de masă ale celor doi izotopi și scrie simbolurile chimice ale izotopilor elementului X. Utilizează masa atomică **nerotunjită** din Tabelul periodic al elementelor din Anexa 1.
- b) Notează compoziția nucleară a fiecărui izotop.
- c) Explică stabilitatea stării de oxidare a elementului X, având în vedere configurația electronică a acestuia.

B. 10 puncte

Rețele cristaline ale oxidului de magneziu și clorurii de sodiu sunt de tipul AX, în care raportul razelor ionice se află în intervalul 0,41 – 0,73. Raza ionului de sodiu (**Figura nr. 1**) are valoarea de 102 pm. Raportul razelor cationilor din cele două rețele cristaline este 1,4166, iar raportul razelor anionilor este 0,7735. Rețeaua cristalină a oxidului de magneziu este caracterizată de valoarea 0,5143 a raportului dintre raza cationului și anionului.

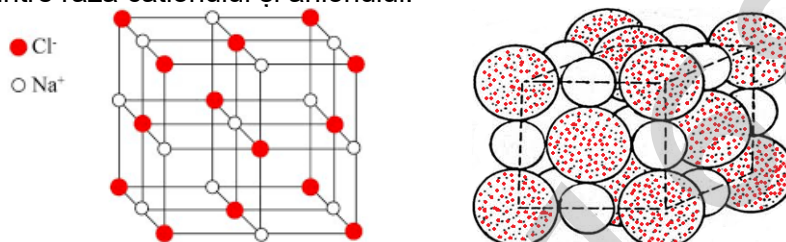


Figura nr. 1

- a) Determină numărul ionilor conținuți în celula elementară a oxidului de magneziu.
- b) Calculează densitatea oxidului de magneziu.

C. 5 puncte

Determină numerele de oxidare ale elementelor notate cu litere îngroșate:

- (a) NaAuCl_4 ; (b) ICl ; (c) Ba_2XeO_6 ; (d) OF_2 ; (e) $\text{Ca}(\text{ClO}_2)_2$.

Subiectul al II-lea

(25 de puncte)

A. 15 puncte

Se consideră schema de reacții:

- 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) $t + d \rightarrow c + e + l$

Se cunosc următoarele:

- substanțele **c** și **e** sunt compuși binari ai metalului **a** cu halogenul **b**;
- **b** este un gaz galben-verzui cu miros iritant;
- substanța **c** conține 65,538% halogen (procente masice), iar substanța **e** conține 55,905% halogen (procente masice);
- **m** este o substanță ternară ce conține un metal alcalin, 21,538% N și 18,462% C (procente masice), în raport atomic Me : C : N = 1 : 1 : 1;
- substanța **i** este un oxoacid al azotului cu raport de masă H : N : O = 1 : 14 : 48.

a) Identifică prin calcul formulele chimice ale substanțelor **c**, **e**, **m** și **i**.

b) Scrie ecuațiile reacțiilor din schema de reacții.

B. 10 puncte

Un amestec **X** format din hidrură de sodiu și hidrură de potasiu ce conține 2,884% H (procente masice) reacționează cu apa, cu un randament de 50%. Gazul rezultat se trece peste un amestec **Y**, format din fier metalic, oxid de fier(II) și oxid de fier(III), încălzit în prealabil. În amestecul **Y** raportul molar **metal : oxizi** este 1:1. La final se găsesc 3,92 g fier, iar în urma reacțiilor se obțin 0,9 g apă.

a) Scrie ecuațiile reacțiilor.

b) Calculează masa amestecului de hidruri.

c) Determină volumul soluției de acid clorhidric 0,1M necesar pentru „dizolvarea” completă a amestecului **Y**.

Subiectul al III-lea

(30 de puncte)

A. 13 puncte

Un amestec (**A**) este format din două substanțe solide (**X**) și (**Y**) care au în compoziție numai nemetale. Substanța (**X**) este cristalizată, albă. Substanța (**Y**) este o substanță simplă, pulbere neagră. Substanța (**Y**) are o rețea covalentă atomică. Amestecul (**A**) este încălzit puternic folosind o instalație ca în **Figura nr. 2**.

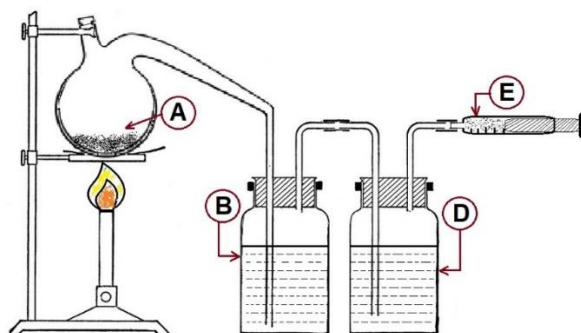


Figura nr. 2

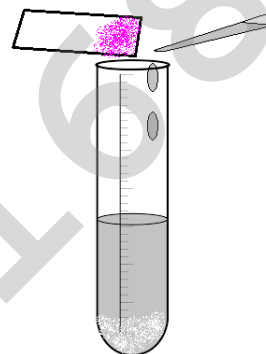


Figura nr. 3

Gazele ce rezultă din proces sunt trecute prin două vase spălătoare (**B** și **D**), unul cu soluție de hidroxid de potasiu de concentrație 4M și altul cu soluție de acid sulfuric de concentrație procentuală masică 49%.

Gazul neabsorbit este componentul principal al aerului și este captat într-o seringă (**E**).

Substanța (**X**) este un salpetru care poate fi utilizat în minerit ca explozibil în amestec cu substanțe combustibile. Dacă o probă de substanță (**X**) este tratată cu soluție dintr-unul dintre vasele spălătoare, se degajă un gaz cu miros înțepător ce înroșește o hârtie de filtru îmbibată cu soluție alcoolică de fenolftaleină (**Figura nr. 3**).

a) Identifică substanțele (**X**) și (**Y**). Justifică.

b) Indică soluția care se găsește în vasul **B**, respectiv în vasul **D**, înainte de absorbția gazelor. Argumentează.

c) Precizează fenomenele care au loc în vasul **B**, respectiv **D**, la absorbția gazelor. Scrie ecuațiile reacțiilor, dacă este cazul.

d) Scrie ecuația reacției care are loc la încălzirea amestecului (**A**).

B. 17 puncte

Substanța **X** cu formula chimică **AB₅DE₃** și masa molară 79 g/mol este o sare albă, care se găsește în compoziția spumelor pentru stingerea incendiilor și este utilizată ca aditiv alimentar.

Se cunosc următoarele informații:

- prin descompunerea termică a 15,405 g de substanță **X** se obțin 3,315 g de substanță **AB₃**, 8,58 g de substanță **DE₂** și 3,51 g de substanță **B₂E**;
 - prin tratarea a 20,54 g de substanță **X** cu substanța **GJ₂** rezultă 13,91 g de substanță **AB₄J** și o substanță **Y**, care nu conține elementul **J**;
 - substanța **GJ₂** este un compus ionic în care ionul pozitiv divalent al elementului **G** și ionul negativ monovalent al elementului **J** sunt izoelectronici cu atomul gazului nobil din perioada a 3-a a Tabelului periodic;
 - anionii elementelor **A**, **D**, **E** și cationul din compoziția sării **X** au același număr de electroni.
- a) Identifică, prin calcul, elementele chimice **A**, **B**, **D**, **E**, **G**, **J**.
 - b) Scrie formulele chimice ale substanțelor **AB₅DE₃**, **AB₃**, **DE₂**, **B₂E**; **GJ₂**, **AB₄J** și **Y**.
 - c) Modelează formarea anionilor elementelor **A**, **D**, **E** și a legăturilor chimice din cationul sării.
 - d) Scrie ecuațiile reacțiilor.

Subiectul al IV-lea

(20 de puncte)

În două pahare Berzelius **P₁** și **P₂** se introduc două probe de var nestins, fiecare cu masa 182 g, la temperatura de 20°C. În fiecare pahar se adaugă câte 95,4 g de apă.

După terminarea reacției:

- în paharul **P₁**, amestecul rezultat se filtrează. Solidul (**S₁**) obținut se usucă și se cântărește. Se constată că are 228,7155 g.

- în paharul **P₂**, se adaugă 650 g de soluție de acid clorhidric pentru neutralizarea întregului amestec de reacție. Soluția de acid clorhidric consumată conține $2103,2738 \cdot 10^{23}$ electroni. După filtrare, solidul (**S₂**) obținut se usucă și se cântărește. Se constată că are 36,4 g.

Impuritățile nu sunt solubile în apă și nu reacționează cu acidul clorhidric din soluție.

Coeficientul de solubilitate al clorurii de calciu la 20°C este 75 g/100 g apă.

a) Scrie ecuațiile reacțiilor care au loc.

b) Calculează puritatea varului nestins.

c) Determină coeficientul de solubilitate al hidroxidului de calciu, la 20°C.

d) Calculează masa de $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ care trebuie adăugată la soluția finală pentru a obține o soluție saturată.

- 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 (condiții normale) $V = 22,4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$

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

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

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