

OLIMPIADA REPUBLICANĂ LA CHIMIE
Turul teoretic, 10 - 13 martie 2023, Clasa a IX-a
Soluții și barem de evaluare

Total 70 p.

| Item | Soluții și norme de evaluare | Punctaj acordat | Total punctaj item |
|-------------|--|-----------------|--------------------|
| Test | 1. Elementul, izotopul căruia ^{190}X conține în nucleu 112 neutroni este: d) platina | 0,5 p. | 10 p. |
| | 2. Cation bivalent cu configurația electronică a argonului formează: e) Ca | 0,5 p. | |
| | 3. Ionul NO_3^- conține: e) 31 p și 32 e⁻ | 0,5 p. | |
| | 4. În rezultatul transformării complete a 2 mol de ozon în oxigen într-un vas închis se modifică: a) cantitatea de substanță d) numărul de molecule e) presiunea în vas f) activitatea chimică <i>Câte 0,25 p. pentru fiecare răspuns corect</i> | 1 p. | |
| | 5. Se pot afla concomitent în soluție ionii: a) Ag⁺, K⁺, F⁻, NO₃⁻ | 0,5 p. | |
| | 6. Identificați gazele, care, fiind luate în aceleași mase, ocupă în c.n. același volum: a) CO₂ și d) N₂O | 1 p. | |
| | 7. Dizolvarea SO ₃ în soluția apoasă de acid sulfuric cu partea de masă H ₂ SO ₄ 75% poate duce la: a) formarea soluției apoase mai concentrate de acid sulfuric d) formarea oleumului <i>Câte 0,25 p. pentru fiecare răspuns corect</i> | 0,5 p. | |
| | 8. Gradele de oxidare ale elementelor X, Y și Z, obținute în rezultatul cedării a 2 electroni de către particulele X ²⁻ , Y ³⁺ și Z ⁰ , sunt egale respectiv: a) 0; +5; +2 | 0,5 p. | |
| | 9. O probă de magneziu a fost supusă arderii într-un amestec de oxigen și azot. Gazul degajat la acțiunea apei asupra produsului solid obținut, este: d) NH₃ | 1 p. | |
| | 10. Ce volum de azot (L, c.n.) trebuie de adăugat la 2 g de heliu, pentru ca amestecul obținut să fie de 3 ori mai greu decât heliul? b) 5,6 | 1 p. | |
| | 11. În apa, care conține $15N_A$ atomi s-au dizolvat complet 5,75 g de sodiu. Partea de masă (%) a substanței în soluția obținută egală cu 10,47 . <i>Se admite și rezultatul 10,5</i> | 1,5 p. | |
| | 12. Partea de masă a elementului, situat în tabelul periodic în subgrupa principală a grupei V-a, în compusul volatil cu hidrogenul este egală cu 91,18%. Elementul este: P (fosfor) | 1,5 p. | |

| Item | Soluții și norme de evaluare | Punctaj acordat | Total punctaj item |
|----------------|--|-----------------|--------------------|
| Prob. 1 | <p>Stabiliți masa sărurilor A, B și C, știind, că:</p> <p>a) sarea B colorează flacăra în violet; acidul sulfuric concentrat, la încălzire dezlocuiește din această sare un compus, care în c.n. reprezintă un lichid (1); compusul lichid obținut dizolvă cuprul (2);</p> <p>b) la încălzirea sării B se elimină 11,2 L gaz (c.n.) (3);</p> <p>c) sărurile A și C conțin același cation;</p> <p>d) soluția apoasă de sare C colorează metiloranjul în roșu (4);</p> <p>e) la tratarea sării C cu exces soluție de nitrat de argint se sedimentează 57,4 g precipitat alb-brânzos (5), iar la tratare cu soluție de bază alcalină la încălzire, se elimină un gaz cu miros înțepător (6), care colorează hârtia umedă de fenolftaleină în zmeuriu (7);</p> <p>f) descompunerea sării A se aseamănă cu erupția unui vulcan (8) și este însoțită de degajarea unui gaz incolor, puțin activ cu volumul de 448 mL (c.n.).</p> <p>Scrieți ecuațiile chimice ale fenomenelor (1-8) descrise și stabiliți coeficienții stoichiometrici.</p> | | 18 p. |
| | <p>Sarea B colorează flacăra în violet, respectiv conține cationul K⁺. Lichidul dezlocuit din sarea B – acid azotic concentrat (HNO₃), care dizolvă cuprul. Ecuațiile reacțiilor:</p> $KNO_3 + H_2SO_4 (conc.) \xrightarrow{t} KHSO_4 + HNO_3 \uparrow \quad (1)$ $Cu + 4HNO_3 (conc.) \Rightarrow Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 \uparrow + 2H_2O \quad (2)$ <p>Câte 1 p. pentru fiecare ecuație alcătuită corect. Câte 0,5 p. pentru egalarea corectă a fiecărei ecuații.</p> | 3 p. | |
| | <p>La încălzirea sării B are loc reacția:</p> $2KNO_3 \xrightarrow{t} 2KNO_2 + O_2 \uparrow \quad (3)$ <p>1 p. pentru ecuația alcătuită corect; 0,5 p. pentru egalarea corectă a ecuației.</p> | 1,5 p. | |
| | <p>Știind volumul gazului degajat la descompunerea sării B, poate fi calculată masa sării descompuse:</p> $v(O_2) = \frac{11,2 L}{22,4 L/mol} = 0,5 mol$ $\begin{array}{ccc} \mathbf{v mol} & \mathbf{0,5 mol} & \\ 2KNO_3 \xrightarrow{t} & 2KNO_2 + & O_2 \uparrow \\ \mathbf{2 mol} & & \mathbf{1 mol} \end{array}$ <p>Conform ecuației reacției $v(KNO_3) = 1 mol$. Deci, $m(KNO_3) = 101 g$</p> | 2 p. | |
| | <p>Dacă la tratarea sării C cu exces soluție de nitrat de argint se sedimentează precipitat alb-brânzos (AgCl), iar la tratare cu soluție de bază alcalină, se elimină un gaz cu miros înțepător, care colorează hârtia umedă de fenolftaleină în zmeuriu (NH₃), sarea C conține cationul de amoniu NH₄⁺ și anionul Cl⁻. Sarea A, la fel, conține cationul de amoniu NH₄⁺. În soluția apoasă de sare C (NH₄Cl) are loc reacția de hidroliză, respectiv, metiloranjul se colorează în roșu.</p> <p>Ecuațiile reacțiilor:</p> $NH_4Cl + HOH \Leftrightarrow NH_4OH + HCl \quad (4)$ $NH_4Cl + AgNO_3 = AgCl \downarrow + NH_4NO_3 \quad (5)$ $NH_4Cl + NaOH \xrightarrow{t} NaCl + NH_3 \uparrow + H_2O \quad (6)$ $NH_3 + H_2O \Leftrightarrow NH_4OH \quad (7)$ <p>Câte 1 p. pentru fiecare ecuație alcătuită corect. Câte 0,5 p. pentru egalarea corectă a fiecărei ecuații.</p> | 6 p. | |

| | | | |
|--|---|--------|--|
| | <p>Știind masa precipitatului ($AgCl$) obținut la tratarea sării C cu exces soluție de nitrat de argint, poate fi calculată masa sării C (NH_4Cl).</p> <p>Conform condiției $\nu(AgCl) = \frac{57,4\text{ g}}{143,5\text{ g/mol}} = 0,4\text{ mol}$</p> $\begin{array}{ccc} \nu\text{mol} & & 0,4\text{ mol} \\ NH_4Cl + AgNO_3 = & AgCl \downarrow + & NH_4NO_3 \\ 1\text{ mol} & & 1\text{ mol} \end{array}$ <p>Conform ecuației reacției $\nu(NH_4Cl) = 0,4\text{ mol}$. Deci, $m(NH_4Cl) = 21,4\text{ g}$</p> | 2 p. | |
| | <p>Descompunerea sării A se aseamănă cu erupția unui vulcan. În acest mod se descompune dicromatul de amoniu. Gazul incolor, puțin activ degajat este N_2. Ecuația reacției este:</p> $(NH_4)_2Cr_2O_7 = Cr_2O_3 + N_2 \uparrow + 4H_2O \quad (8)$ <p><i>1 p. pentru ecuația alcătuită corect.</i> <i>0,5 p. pentru egalarea corectă a ecuației.</i></p> | 1,5 p. | |
| | <p>Volumul azotului degajat, permite calcularea masei sării A ($(NH_4)_2Cr_2O_7$) descompuse:</p> $\nu(N_2) = \frac{0,448\text{ L}}{22,4\text{ L/mol}} = 0,02\text{ mol}$ $\begin{array}{ccc} \nu\text{mol} & & 0,02\text{ mol} \\ (NH_4)_2Cr_2O_7 = & Cr_2O_3 + & N_2 \uparrow + 4H_2O \\ 1\text{ mol} & & 1\text{ mol} \end{array}$ <p>Conform ecuației reacției $\nu((NH_4)_2Cr_2O_7) = 0,02\text{ mol}$</p> <p>Respectiv, $m((NH_4)_2Cr_2O_7) = 5,04\text{ g}$</p> | 2 p. | |
| | <p>Răspuns: $m(A) = 5,04\text{ g}$; $m(B) = 101\text{ g}$; $m(C) = 21,4\text{ g}$</p> <p>Ecuațiile reacțiilor:</p> $KNO_3 + H_2SO_4(\text{conc.}) \xrightarrow{t} KHSO_4 + HNO_3 \uparrow \quad (1)$ $Cu + 4HNO_3(\text{conc.}) \Rightarrow Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 \uparrow + 2H_2O \quad (2)$ $2KNO_3 \xrightarrow{t} 2KNO_2 + O_2 \uparrow \quad (3)$ $NH_4Cl + HOH \Leftrightarrow NH_4OH + HCl \quad (4)$ $NH_4Cl + AgNO_3 = AgCl \downarrow + NH_4NO_3 \quad (5)$ $NH_4Cl + NaOH \xrightarrow{t} NaCl + NH_3 \uparrow + H_2O \quad (6)$ $NH_3 + H_2O \leftrightarrow NH_4OH \quad (7)$ $(NH_4)_2Cr_2O_7 = Cr_2O_3 + N_2 \uparrow + 4H_2O \quad (8)$ | | |

| Item | Soluții și norme de evaluare | Punctaj acordat | Total punctaj item |
|---|---|-----------------|--------------------|
| Prob. 2 | Amestecul gazos ce conține dioxid de azot și dioxid de sulf este de 1,25 ori mai greu decât dioxidul de carbon. La barbotarea acestui amestec prin soluție apoasă de permanganat de potasiu se formează o soluție cu partea de masă a acidului sulfuric 0,0392. Calculați părțile de masă ale tuturor produșilor de reacție în soluția finală. | | 20 p. |
| | Fie că amestecul inițial conține $x \text{ mol } NO_2$ și $y \text{ mol } SO_2$ Atunci, $m(NO_2) = 46x \text{ g}$, iar $m(SO_2) = 64y \text{ g}$ | 2 p. | |
| | Masa molară medie a acestui amestec poate fi exprimată ca: $\bar{M} = \frac{46x + 64y}{x + y} \text{ g/mol}$ | 2 p. | |
| | Conform condiției $\bar{M}_r = 44 \cdot 1,25 = 55$. Respectiv: $\frac{46x+64y}{x+y} = 55$ | 2 p. | |
| | Prin rezolvarea ecuației se obține $x : y = 1 : 1$ sau $x = y$. Deci, gazele în amestecul inițial se conțin în cantități echimolare. | 1 p. | |
| | La barbotarea amestecului gazos prin soluție apoasă de permanganat de potasiu au loc reacțiile: $5NO_2 + KMnO_4 + H_2O = 2HNO_3 + Mn(NO_3)_2 + KNO_3 \quad (1)$ $5SO_2 + 2KMnO_4 + 2H_2O = 2H_2SO_4 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 \quad (2)$ Câte 2 p. pentru fiecare ecuație alcătuită corect. Câte 0,5 p. pentru egalarea corectă a fiecărei ecuații. | 5 p. | |
| | Conform ecuației (2), dacă $\nu(SO_2) = x \text{ mol}$, atunci $\nu(H_2SO_4) = 0,4x \text{ mol}$, deci, $m(H_2SO_4) = 0,4x \text{ mol} \cdot 98 \text{ g/mol} = 39,2x \text{ g}$ Conform condiției partea de masă a acidului sulfuric în soluția obținută este 0,0392. Respectiv: $0,0392 = \frac{39,2x}{m_{sol}}$, de unde obținem $m_{sol} = 1000x \text{ g}$ | 2 p. | |
| | Conform ecuației (2), dacă $\nu(SO_2) = x \text{ mol}$, atunci $\nu(MnSO_4) = 0,4x \text{ mol}$, deci, $m(MnSO_4) = 0,4x \text{ mol} \cdot 151 \text{ g/mol} = 60,4x \text{ g}$ Respectiv: $\omega(MnSO_4) = \frac{60,4x \text{ g}}{1000x \text{ g}} = 0,0604$ ($\omega_{\%}(MnSO_4) = 6,04\%$) | 2 p. | |
| | În mod identic se calculează părțile de masă a tuturor produșilor de reacție în soluția finală. Conform ecuației (2) $\nu(K_2SO_4) = 0,2x \text{ mol}$, $m(K_2SO_4) = 34,8x \text{ g}$, $\omega(K_2SO_4) = 0,0348$ ($\omega_{\%}(K_2SO_4) = 3,48\%$) | 2 p. | |
| | Conform ecuației (1), dacă $\nu(NO_2) = x \text{ mol}$, atunci $\nu(HNO_3) = 0,4x \text{ mol}$; $\nu(Mn(NO_3)_2) = 0,2x \text{ mol}$; $\nu(KNO_3) = 0,2x \text{ mol}$. Respectiv: $m(HNO_3) = 25,2x \text{ g}$; $m(Mn(NO_3)_2) = 35,8x \text{ g}$; $m(KNO_3) = 20,2x \text{ g}$ Atunci: $\omega(HNO_3) = 0,0252$ (2,52%); $\omega(Mn(NO_3)_2) = 0,0358$ (3,58%); $\omega(KNO_3) = 0,0202$ (2,02%) | 2 p. | |
| Răspuns: $\omega(MnSO_4) = 0,0604$ (6,04%); $\omega(K_2SO_4) = 0,0348$ (3,48%); $\omega(HNO_3) = 0,0252$ (2,52%); $\omega(Mn(NO_3)_2) = 0,0358$ (3,58%) și $\omega(KNO_3) = 0,0202$ (2,02%) | | | |
| Pentru rezolvarea corectă a problemei prin orice altă metodă se va acorda punctaj maximal. Partea de masă <u>poate fi</u> exprimată atât în părți de unitate, cât și în %. | | | |

| Item | Soluții și norme de evaluare | Punctaj acordat | Total punctaj item |
|----------------|--|-----------------|--------------------|
| Prob. 3 | Un amestec cu masa 6,22 g, care conține nitritul unui metal alcalin și nitrat de fier(II) în cantități echimolare, a fost prelucrat cu exces soluție concentrată de acid azotic. Gazul degajat în rezultatul reacției, ocupă în c.n. un volum de 1,344 L. Soluția obținută a fost evaporată, iar reziduul obținut s-a calcinat până la o masă constantă. Calculați părțile de masă ale componentelor în produsul solid obținut. | | 22 p. |
| | În rezultatul prelucrării amestecului de nitrit a unui metal alcalin ($MeNO_2$) și nitrat de fier(II) ($Fe(NO_3)_2$) cu exces soluție concentrată de acid azotic au loc reacțiile: $MeNO_2 + 2HNO_3 (conc.) = MeNO_3 + 2NO_2 \uparrow + H_2O \quad (1)$ $Fe(NO_3)_2 + 2HNO_3 (conc.) = Fe(NO_3)_3 + NO_2 \uparrow + H_2O \quad (2)$ Câte 1,5 p. pentru fiecare ecuație alcătuită corect. Câte 0,5 p. pentru egalarea corectă a fiecărei ecuații. | 4 p. | |
| | Conform condiției, gazul degajat (NO_2) în rezultatul reacțiilor (1) și (2) ocupă în c.n. un volum de 1,344 L. Respectiv, $v(NO_2)_{total (1+2)} = 0,06 \text{ mol}$ | 1 p. | |
| | Fie că sărurile inițiale au fost luate în cantități a câte $x \text{ mol}$. Exprimăm prin x cantitatea de substanță a gazului degajat în rezultatul reacțiilor: $\begin{array}{ccc} x \text{ mol} & & v_1 \text{ mol} \\ MeNO_2 + 2HNO_3 (conc.) = MeNO_3 + 2NO_2 \uparrow + H_2O & & \\ 1 \text{ mol} & & 2 \text{ mol} \end{array}$ $v_1(NO_2) = 2x \text{ mol}$ $\begin{array}{ccc} x \text{ mol} & & v_2 \text{ mol} \\ Fe(NO_3)_2 + 2HNO_3 (conc.) = Fe(NO_3)_3 + NO_2 \uparrow + H_2O & & \\ 1 \text{ mol} & & 1 \text{ mol} \end{array}$ $v_2(NO_2) = x \text{ mol}$ Respectiv: $v(NO_2)_{total (1+2)} = 2x \text{ mol} + x \text{ mol} = 3x \text{ mol} = 0,06 \text{ mol}$ De unde, $x = 0,02 \text{ mol}$. Deci, sărurile inițiale au fost luate în cantități a câte $0,02 \text{ mol}$. | 5 p. | |
| | Calculăm masele sărurilor în amestecul inițial: $m(Fe(NO_3)_2) = 0,02 \text{ mol} \cdot 180 \text{ g/mol} = 3,6 \text{ g}$ $m(MeNO_2) = 6,22 \text{ g} - 3,6 \text{ g} = 2,62 \text{ g}$ | 2 p. | |
| | Cunoscând masa și cantitatea de substanță a nitritului metalului alcalin necunoscut, se poate calcula masa molară a sării, care va permite identificarea metalului: $M(MeNO_2) = \frac{2,62 \text{ g}}{0,02 \text{ mol}} = 131 \text{ g/mol}$ $M(Me) = 131 \text{ g/mol} - 62 \text{ g/mol} = 85 \text{ g/mol}$ Me – este Rb (rubidiu). | 2 p. | |
| | Soluția obținută în rezultatul realizării reacțiilor (1) și (2) conține $RbNO_3$ și $Fe(NO_3)_3$. Calcinarea reziduului obținut prin evaporarea soluției este însoțită | 4 p. | |

| | | | |
|--|---|------|--|
| | <p>de reacțiile:</p> $2RbNO_3 \xrightarrow{t} 2RbNO_2 + O_2 \uparrow \quad (3)$ $4Fe(NO_3)_3 \xrightarrow{t} 2Fe_2O_3 + 12NO_2 \uparrow + 3O_2 \uparrow \quad (4)$ <p><i>Câte 1,5 p. pentru fiecare ecuație alcătuită corect.</i> <i>Câte 0,5 p. pentru egalarea corectă a fiecărei ecuații.</i></p> | | |
| | <p>Produsul solid final conține $RbNO_2$ și Fe_2O_3.</p> <p>Operând cu ecuațiile (1) și (3), se obține $\nu(RbNO_2) = 0,02 \text{ mol}$, respectiv $m(RbNO_2) = 2,62 \text{ g}$.</p> <p>În mod identic, operând cu ecuațiile (2) și (4), se obține $\nu(Fe_2O_3) = 0,01 \text{ mol}$, respectiv $m(Fe_2O_3) = 1,6 \text{ g}$.</p> | 2 p. | |
| | <p>Masa produsului solid final: $m_{prod.final} = 2,62 \text{ g} + 1,6 \text{ g} = 4,22 \text{ g}$</p> <p>Respectiv: $\omega(RbNO_2) = 62,1\%$; $\omega(Fe_2O_3) = 37,9\%$</p> | 2 p. | |
| <p>Răspuns: $\omega(RbNO_2) = 62,1\%$; $\omega(Fe_2O_3) = 37,9\%$</p> | | | |
| <p>Pentru rezolvarea corectă a problemei prin orice altă metodă se va acorda punctajul maximal.</p> | | | |