

**OLIMPIADA LA CHIMIE**  
 etapa raională/municipală, 14 februarie 2026, Clasa a IX-a  
 Soluții și barem de evaluare

*Total 100 p.*

Item	Soluții și norme de evaluare	Punctaj item	Total punctaj
<b>Test</b>	<p><b>1.</b> Atomul unui element conține 11 electroni în al treilea nivel energetic și 2 electroni în al patrulea. Masa atomică relativă a izotopului acestui element, care conține 27 neutroni în nucleu, este egală: <b>a) 38; b) 40; c) 50; d) 51.</b></p> <p><b>Răspuns: c) 50</b></p> <p><b>O variantă de rezolvare:</b></p> <p>Repartizarea electronilor pe nivele energetice în atomul acestui element este: <math>2e^-</math>; <math>8e^-</math>; <math>11e^-</math>; <math>2e^-</math>. Suma numărului de electroni este 23. Numărul de protoni în nucleu – 23. Masa atomului este concentrată în nucleu și reprezintă suma numărului de protoni și neutroni: <math>23 + 27 = 50</math>. Respectiv, masa atomică relativă a izotopului acestui element este egală cu 50.</p> <p><b>Notă:</b> este necesar doar răspunsul; pentru răspunsul corect – 2 p.; pentru un răspuns greșit sau un răspuns multiplu – 0 p.</p>	2 p.	25 p.
	<p><b>2.</b> Masa atomică relativă a elementului bivalent, în nitrura căruia partea de masă a azotului alcătuiește 28% este egală cu: <b>a) 24; b) 40; c) 65; d) 88.</b></p> <p><b>Răspuns: a) 24</b></p> <p><b>O variantă de rezolvare:</b></p> <p>Compoziția nitrurii este redată de formula: <math>E_3N_2</math>. Fie <math>A_r(E) = x</math>.</p> <p>Atunci: <math>\omega\%(N) = \frac{2 \cdot 14}{3x + 2 \cdot 14} \cdot 100\%</math>. De unde, <math>x = 24</math>.</p> <p><b>Notă:</b> este necesar doar răspunsul; pentru răspunsul corect – 2 p.; pentru un răspuns greșit – 0 p.</p>	2 p.	
	<p><b>3.</b> Este numită „sticlă solubilă” sarea:</p> <p style="text-align: center;"><b>a) <math>K_2SO_3</math>; b) <math>KHCO_3</math>; c) <math>K_2SiO_3</math>; d) <math>K_2CO_3</math>.</b></p> <p><b>Răspuns: c) <math>K_2SiO_3</math></b></p> <p><b>Comentariu:</b> silicații metalelor alcaline, solubili în apă, sunt numiți „sticle solubile”.</p> <p><b>Notă:</b> este necesar doar răspunsul; pentru răspunsul corect – 2 p.; pentru un răspuns greșit sau un răspuns multiplu – 0 p.</p>	2 p.	
	<p><b>4.</b> Clorul nu formează cloruri cu: <b>a) S; b) Cu; c) P; d) F; e) Au.</b></p> <p><b>Răspuns: d) F</b></p> <p><b>Comentariu:</b> în cloruri, starea de oxidare a clorului este egală cu -1. Fluorul, fiind cel mai electronegativ element, manifestă în substanțele compuse doar numărul de oxidare -1. Respectiv, în compușii cu fluorul, clorul va manifesta doar numere de oxidare pozitive.</p> <p><b>Notă:</b> este necesar doar răspunsul; pentru răspunsul corect – 2 p.; pentru un răspuns greșit sau un răspuns multiplu – 0 p.</p>	2 p.	
	<p><b>5.</b> Succesiunea reacțiilor de reducere a oxizilor de fier în procesul prelucrării industriale în furnale a minereului hematit este prezentată de seria:</p> <p style="text-align: center;"><b>a) <math>FeO \rightarrow Fe_3O_4 \rightarrow Fe_2O_3 \rightarrow Fe</math>;                      c) <math>Fe_2O_3 \rightarrow Fe_3O_4 \rightarrow FeO \rightarrow Fe</math>;</b>  <b>b) <math>Fe_2O_3 \rightarrow FeO \rightarrow Fe_3O_4 \rightarrow Fe</math>;                      d) <math>Fe_3O_4 \rightarrow Fe_2O_3 \rightarrow FeO \rightarrow Fe</math>.</b></p>	2 p.	

	<p><b>Răspuns:</b> c) <math>Fe_2O_3 \rightarrow Fe_3O_4 \rightarrow FeO \rightarrow Fe</math></p> <p><b>Comentariu:</b> minereul hematit conține oxid de fier(III) – <math>Fe_2O_3</math>; procesul de reducere succesivă a oxidului de fier(III) include în sine formarea oxidului mixt de fier(II) și fier(III) - <math>Fe_3O_4</math>, apoi reducerea totală a oxidului de fier(III) până la oxid de fier(II), care se reduce ulterior până la fier.</p> <p><b>Notă:</b> este necesar doar răspunsul; pentru răspunsul corect – 2 p.; pentru un răspuns greșit sau un răspuns multiplu – 0 p.</p>		
	<p><b>6.</b> Conține două metale diferite mineralul:</p> <p>a) malachit;      b) dolomit;      c) magnetit;      d) calcar.</p> <p><b>Răspuns:</b> b) dolomit</p> <p><b>Comentariu:</b> Malachitul este un minereu de cupru – <math>Cu(OH)_2 \cdot CuCO_3</math> sau <math>(CuOH)_2CO_3</math>. Dolomitul conține carbonați de calciu și magneziu – <math>CaCO_3 \cdot MgCO_3</math>. Magnetitul conține oxid de fier(III) – <math>Fe_3O_4</math>. Calcarul conține carbonat de calciu – <math>CaCO_3</math>.</p> <p><b>Notă:</b> este necesar doar răspunsul; pentru răspunsul corect – 1 p.; pentru un răspuns greșit sau un răspuns multiplu – 0 p.</p>	1 p.	
	<p><b>7.</b> În rezultatul arderii unei substanțe compuse în exces de oxigen, se formează un nemetal. Acesta poate fi: a) P; b) <math>Cl_2</math>; c) Si; d) <math>H_2</math>.</p> <p><b>Răspuns:</b> b) <math>Cl_2</math></p> <p><b>Comentariu:</b> de regulă, produșii de ardere a substanțelor compuse reprezintă oxizi. Nu se formează oxizi la arderea substanțelor compuse ce conțin clor.</p> <p><b>Notă:</b> este necesar doar răspunsul; pentru răspunsul corect – 2 p.; pentru un răspuns greșit sau un răspuns multiplu – 0 p.</p>	2 p.	
	<p><b>8.</b> Roua se formează ca urmare a procesului de:</p> <p>a) evaporare;      b) sublimare;      c) condensare;      d) vaporizare.</p> <p><b>Răspuns:</b> c) condensare</p> <p><b>Comentariu:</b> roua se formează noaptea, când aerul cald și umed intră în contact cu suprafețele răcite. Vaporii de apă din atmosferă <i>se condensează</i> pe obiectele reci.</p> <p><b>Notă:</b> este necesar doar răspunsul; pentru răspunsul corect – 1 p.; pentru un răspuns greșit sau un răspuns multiplu – 0 p.</p>	1 p.	
	<p><b>9.</b> Dizolvarea sulfatului de sodiu în apă reprezintă un proces:</p> <p>a) fizic;                      c) biologic;                      e) biofizic; b) chimic;                      d) biochimic;                      f) fizico-chimic.</p> <p><b>Răspuns:</b> f) fizico-chimic</p> <p><b>Comentariu:</b> procesul de dizolvare a substanțelor este un proces fizico-chimic, deoarece include atât procese fizice cât și chimice: ruperea legăturilor dintre particulele substanței dizolvate; disocierea moleculelor de electrolit în ioni; interacțiunea solventului și a particulelor substanței dizolvate (de ex. hidratarea ionilor în soluțiile apoase).</p> <p><b>Notă:</b> este necesar doar răspunsul; pentru răspunsul corect – 1 p.; pentru un răspuns greșit sau un răspuns multiplu – 0 p.</p>	1 p.	
	<p><b>10.</b> La dizolvare în apă poate forma doi acizi:</p> <p>a) <math>Cl_2O</math>;      b) <math>SO_2</math>;      c) <math>NO_2</math>;      d) <math>CO_2</math>.</p> <p><b>Răspuns:</b> c) <math>NO_2</math></p>	1 p.	



	<p><b>Răspuns:</b> substanța <b>X</b> – <b>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b>; substanța <b>Y</b> – <b>S</b>; substanța <b>Z</b> – <b>H<sub>2</sub>O</b>.</p> <p>Ecuatiile reacțiilor:</p> $3\text{Zn} + 4\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{conc.})} \rightarrow 3\text{ZnSO}_4 + \text{S}\downarrow + 4\text{H}_2\text{O}$ $\text{S} + 6\text{HNO}_{3(\text{conc.})} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + 6\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ <p><b>Notă:</b> pentru formula corectă a fiecărei substanțe – 1 p.; pentru fiecare ecuație corectă – 1 p. (0,5 p. – toate substanțele scrise corect; 0,5 p. – toți coeficienții corecți).</p>		
<b>Problema 1.</b>	<p>Într-un vas închis se arde complet 6,8 g substanță <b>A</b>, densitatea relativă a căreia după amoniac este egală cu 2. Ca rezultat se formează acid ortofosforic, care este complet absorbit de 37 mL soluție de hidroxid de sodiu cu partea de masă 32% (<math>\rho = 1,35 \text{ g/mL}</math>). Stabiliți formula și denumiți substanța <b>A</b>. Calculați partea de masă a sării în soluția finală. Scrieți ecuațiile tuturor reacțiilor.</p>		<b>15 p.</b>
	<b>Rezolvare:</b>		
	<p>Conform condiției, densitatea <b>A</b> după amoniac egală cu 2:</p> $D_{\text{NH}_3}(\text{A}) = \frac{M_r(\text{A})}{M_r(\text{NH}_3)} = 2$ <p>Respectiv, <math>M_r(\text{A}) = 2 \cdot 17 = 34</math>.</p>		2 p.
	Formula substanței <b>A</b> – <b>PH<sub>3</sub></b> – $M_r(\text{PH}_3) = 34$ .		1 p.
	Denumirea substanței <b>PH<sub>3</sub></b> – <b>fosfină</b> .		1 p.
	<p>Ecuatia reacției de ardere a fosfinei:</p> $\frac{\text{PH}_3}{1 \text{ mol}} + 2\text{O}_2 = \frac{\text{H}_3\text{PO}_4}{1 \text{ mol}} \quad (1)$ <p><b>Notă:</b> pentru ecuația chimică corectă 2 p. (1,5 p. – toate formulele substanțelor scrise corect; 0,5 p. – toți coeficienții corecți).</p>		2 p.
	<p>Acidul ortofosforic, în reacția cu hidroxidul de sodiu poate forma 3 tipuri de săruri:</p> $\frac{\text{H}_3\text{PO}_4}{1 \text{ mol}} + \frac{\text{NaOH}}{1 \text{ mol}} = \frac{\text{NaH}_2\text{PO}_4}{1 \text{ mol}} + \text{H}_2\text{O} \quad (2)$ $\frac{\text{H}_3\text{PO}_4}{1 \text{ mol}} + \frac{2\text{NaOH}}{2 \text{ mol}} = \frac{\text{Na}_2\text{HPO}_4}{1 \text{ mol}} + 2\text{H}_2\text{O} \quad (3)$ $\frac{\text{H}_3\text{PO}_4}{1 \text{ mol}} + \frac{3\text{NaOH}}{3 \text{ mol}} = \frac{\text{Na}_3\text{PO}_4}{1 \text{ mol}} + 3\text{H}_2\text{O} \quad (4)$ <p>Compoziția sării formate în soluție depinde de raportul molar <math>v(\text{H}_3\text{PO}_4) : v(\text{NaOH})</math>.</p>		
	<p>Masa soluției de hidroxid de sodiu consumat pentru reacția cu acidul ortofosforic este egală:</p> $m_{\text{sol.}}(\text{NaOH}) = \rho_{\text{sol.}} \cdot V_{\text{sol.}} = 1,35 \text{ g/mL} \cdot 37 \text{ mL} = 50 \text{ g}$ <p>Masa substanței dizolvate în soluție este egală:</p> $m(\text{NaOH}) = \frac{32\% \cdot 50 \text{ g}}{100\%} = 16 \text{ g}$ <p>Respectiv, cantitatea de substanță:</p> $v(\text{NaOH}) = \frac{16 \text{ g}}{40 \text{ g/mol}} = 0,4 \text{ mol}$		2 p.
	Conform condiției problemei, $m(\text{PH}_3) = 6,8 \text{ g}$ . Respectiv:		1 p.

	$v(\text{PH}_3) = \frac{6,8 \text{ g}}{34 \text{ g/mol}} = 0,2 \text{ mol}$	
	Conform ecuației reacției (1), $v(\text{PH}_3) = v(\text{H}_3\text{PO}_4)$ , respectiv, cantitatea de substanță a acidului format ca rezultat al reacției de ardere a fosfinei: $v(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,2 \text{ mol}$	1 p.
	Atunci, conform calculelor: $v(\text{H}_3\text{PO}_4) : v(\text{NaOH}) = 0,2 \text{ mol} : 0,4 \text{ mol} = 1 : 2$ Reacția decurge conform ecuației: $\frac{\text{H}_3\text{PO}_4}{1 \text{ mol}} + \frac{2\text{NaOH}}{2 \text{ mol}} = \frac{\text{Na}_2\text{HPO}_4}{1 \text{ mol}} + 2\text{H}_2\text{O} \quad (3)$ Sarea formată în soluție – $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ . <b>Notă:</b> 0,5 p. pentru stabilirea raportului molar $v(\text{H}_3\text{PO}_4) : v(\text{NaOH})$ ; 1 p. pentru identificarea sării formate; 1 p. pentru ecuația reacției (0,5 p. – toate formulele substanțelor scrise corect; 0,5 p. – toți coeficienții corecți). Dacă concluzia despre sarea formată nu este corectă conform condiției, dar corespunde calculelor realizate de participant, care a comis erori la etapele precedente (și aceste erori au fost penalizate), pentru această etapă se acordă: 0,5 p. – stabilirea raportului molar $v(\text{H}_3\text{PO}_4) : v(\text{NaOH})$ ; 0 p. – identificarea sării formate; 1 p. – ecuația reacției (0,5 p. – toate formulele substanțelor scrise corect; 0,5 p. – toți coeficienții corecți), și, calculele ulterioare sunt evaluate reieșind din valorile greșit calculate anterior de participant. Dacă apare o eroare repetată în calcule, la fel se scad puncte pentru etapa în care a fost comisă eroarea.	2,5 p.
	Conform ecuației (3), $v(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = v(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,2 \text{ mol}$	0,5 p.
	Masa sării formate în soluție este egală: $m(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = 0,2 \text{ mol} \cdot 142 \text{ g/mol} = 28,4 \text{ g}$	0,5 p.
	Masa soluției finale este egală: $m_{\text{sol. fin.}} = m_{\text{sol.}}(\text{NaOH}) + m(\text{H}_3\text{PO}_4)$ $m(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,2 \text{ mol} \cdot 98 \text{ g/mol} = 19,6 \text{ g}$ $m_{\text{sol. fin.}} = 50 \text{ g} + 19,6 \text{ g} = 69,6 \text{ g}$	1 p.
	Partea de masă a sării formate în soluție va fi egală: $\omega(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = \frac{28,4 \text{ g}}{69,6 \text{ g}} \cdot 100\% = 40,8\%$	0,5 p.
	<b>Răspuns:</b> Substanța inițială, supusă arderii are compoziția $\text{PH}_3$ – fosfina. Partea de masă a sării în soluția finală: $\omega(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = 40,8\%$ . <b>Se acceptă și alte variante corecte și logice de rezolvare.</b>	
<b>Problema 2.</b>	O probă de aluminiu a fost dizolvată în acid azotic. La încălzirea soluției obținute cu exces de bază alcalină se elimină un gaz, care reduce complet 129,6 g oxid de fier(II). Calculați masa probei inițiale. Scrieți ecuațiile tuturor reacțiilor.	<b>17 p.</b>
	<b>Rezolvare:</b> Dacă la încălzirea soluției, obținute prin dizolvarea aluminiului în acid azotic, cu un exces de bază alcalină se elimină gaz, care reduce oxidul de fier(II), rezultă, că reacția de dizolvare a aluminiului decurge cu formarea sării de amoniu:	5 p.

$\frac{8Al}{8 \text{ mol}} + 30HNO_3 \Rightarrow 8Al(NO_3)_3 + \frac{3NH_4NO_3}{3 \text{ mol}} + 9H_2O \quad (1)$ <p><b>Notă:</b> pentru ecuația chimică corectă 5 p. (3 p. – toate formulele substanțelor scrise corect; 2 p. – toți coeficienții corecți).</p>		
<p>La încălzirea soluției obținute cu exces de bază alcalină au loc 2 reacții: cu participarea nitratului de aluminiu (2) și a nitratului de amoniu (3), care se formează ca rezultat al reacției (1).</p>		
$Al(NO_3)_3 + 4NaOH \Rightarrow Na[Al(OH)_4] + 3NaNO_3 \quad (2)$ <p><b>Notă:</b> pentru ecuația chimică corectă 2 p. (1,5 p. – toate formulele substanțelor scrise corect; 0,5 p. – toți coeficienții corecți). Se acceptă și ecuația cu formarea hexahidroxoaluminatului de sodiu (<math>Na_3[Al(OH)_6]</math>) sau scrierea a două ecuații consecutive (cu formarea tetra- sau hexahidroxoaluminatului):</p> $Al(NO_3)_3 + 3NaOH \Rightarrow Al(OH)_3 \downarrow + 3NaNO_3 \quad (2a)$ $Al(OH)_3 \downarrow + NaOH \Rightarrow Na[Al(OH)_4] \quad (2b)$ <p>Dacă se prezintă doar ecuația <b>2a</b> – 1 p. Dacă pentru aluminat este folosită formula <math>NaAlO_2</math> – 1,5 p. (1 p. – toate formulele substanțelor scrise corect; 0,5 p. – toți coeficienții corecți).</p>	2 p.	
$\frac{NH_4NO_3}{1 \text{ mol}} + NaOH \xrightarrow{t} NaNO_3 + \frac{NH_3 \uparrow}{1 \text{ mol}} + H_2O \quad (3)$ <p><b>Notă:</b> pentru ecuația chimică corectă 1 p. (0,5 p. – toate formulele substanțelor scrise corect; 0,5 p. – toți coeficienții corecți).</p>	1 p.	
<p>Amoniacul format ca rezultat al reacției (3), reduce fierul din oxid conform ecuației:</p> $\frac{2NH_3}{2 \text{ mol}} + \frac{3FeO}{3 \text{ mol}} \Rightarrow 3Fe + N_2 + 3H_2O \quad (4)$ <p><b>Notă:</b> pentru ecuația chimică corectă 4 p. (3 p. – toate formulele substanțelor scrise corect; 1 p. – toți coeficienții corecți).</p>	4 p.	
<p>Conform condiției problemei:</p> $v(FeO) = \frac{129,6 \text{ g}}{72 \text{ g/mol}} = 1,8 \text{ mol}$	1 p.	
<p>Conform ecuației (4):</p> $v(NH_3) = \frac{2 \text{ mol} \cdot 1,8 \text{ mol}}{3 \text{ mol}} = 1,2 \text{ mol}$	1 p.	
<p>Conform ecuației (3): <math>v(NH_4NO_3) = v(NH_3) = 1,2 \text{ mol}</math></p>	1 p.	
<p>Conform ecuației (1):</p> $v(Al) = \frac{8 \text{ mol} \cdot 1,2 \text{ mol}}{3 \text{ mol}} = 3,2 \text{ mol}$	1 p.	
<p>Masa probei de aluminiu este egală:</p> $m(Al) = 3,2 \text{ mol} \cdot 27 \text{ g/mol} = 86,4 \text{ g}$	1 p.	
<p><b>Răspuns:</b> masa probei inițiale este egală cu <b>86,4 g</b>. <b>Se acceptă și alte variante corecte și logice de rezolvare.</b> În cazul unei erori de calcul se scad puncte pentru etapa corespunzătoare. Ulterior, calculele se realizează în baza valorii greșit calculate. Dacă apare o eroare repetată în calcule, la fel se scad puncte pentru etapa în care a fost comisă eroarea.</p>		

<b>Problema</b> 3.	Analizați următoarele ecuații chimice (sunt indicați toți coeficienții stoichiometrici): $2 \text{X}^1 \xrightarrow{\text{electroliza topiturii}} 2 \text{Na} + \text{X}^2 \uparrow$ $\text{X}^3 + \text{X}^2 \rightarrow \text{X}^4$ $2 \text{X}^5 + \text{X}^6 \xrightarrow{t} 2 \text{X}^3$ $\text{X}^6 + 2 \text{X}^3 \rightarrow 2 \text{X}^7 + \text{Q}$ $\text{X}^7 + \text{X}^5 \xrightarrow{t} 2 \text{X}^3$ $3 \text{X}^6 \xrightleftharpoons{\text{descărcări electrice}} 2 \text{X}^8$ $2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{Na} \rightarrow \text{X}^9 \uparrow + 2 \text{NaOH}$ $\text{X}^9 + \text{X}^{10} \xrightarrow{t} \text{X}^{11}$ $\text{X}^{12} + 2 \text{X}^{11} \rightarrow 3 \text{X}^{10} + 2 \text{H}_2\text{O}$ $2 \text{X}^{11} + 3 \text{X}^6 \rightarrow 2 \text{X}^{12} + 2 \text{H}_2\text{O}$ <p>Prezentați formulele substanțelor <math>\text{X}^1 - \text{X}^{12}</math>, știind că: <math>\text{X}^2</math> este un gaz toxic galben-verzui; <math>\text{X}^3</math> este un gaz toxic ce arde cu o flacără albastră; <math>\text{X}^4</math> este un gaz toxic cu miros specific de putrefacție; <math>\text{X}^6</math> este un gaz inodor ce întreține procesele de putrefacție și ardere.</p>	<b>18 p.</b>
	<b>Rezolvare:</b> $2 \text{NaCl} \xrightarrow{\text{electroliza topiturii}} 2 \text{Na} + \text{Cl}_2 \uparrow$ $\text{CO} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{COCl}_2$ $2 \text{C} + \text{O}_2 \xrightarrow{t} 2 \text{CO}$ $\text{O}_2 + 2 \text{CO} \rightarrow 2 \text{CO}_2 + \text{Q}$ $\text{CO}_2 + \text{C} \xrightarrow{t} 2 \text{CO}$ $3 \text{O}_2 \xrightleftharpoons{\text{descărcări electrice}} 2 \text{O}_3$ $2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{Na} \rightarrow \text{H}_2 \uparrow + 2 \text{NaOH}$ $\text{H}_2 + \text{S} \xrightarrow{t} \text{H}_2\text{S}$ $\text{SO}_2 + 2 \text{H}_2\text{S} \rightarrow 3 \text{S} + 2 \text{H}_2\text{O}$ $2 \text{H}_2\text{S} + 3 \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{S} + 2 \text{H}_2\text{O}$	
	<b>Răspuns:</b> $\text{X}^1 - \text{NaCl}$ $\text{X}^2 - \text{Cl}_2 - \text{gaz toxic galben-verzui}$ $\text{X}^3 - \text{CO} - \text{gaz toxic ce arde cu o flacără albastră}$ $\text{X}^4 - \text{COCl}_2 - \text{gaz toxic cu miros specific de putrefacție}$ $\text{X}^5 - \text{C}$ $\text{X}^6 - \text{O}_2 - \text{gaz inodor ce întreține procesele de putrefacție și ardere}$ $\text{X}^7 - \text{CO}_2$ $\text{X}^8 - \text{O}_3$ $\text{X}^9 - \text{H}_2$ $\text{X}^{10} - \text{S}$ $\text{X}^{11} - \text{H}_2\text{S}$ $\text{X}^{12} - \text{SO}_2$ <b>Notă:</b> Câte 1,5 p. pentru fiecare formulă corectă.	<b>18 p.</b>

<b>Problema</b> <b>4.</b>	<p>Substanța simplă <b>X</b> a fost arsă într-un curent de oxigen (<b>reacția 1</b>). Oxidul <b>A</b> format conține 68,42% <b>X</b>. Substanța simplă <b>X</b> are proprietatea de a se dizolva în soluție de acid sulfuric diluat (<b>reacția 2</b>) cu formarea sării <b>B</b>. Dacă la soluția obținută se adaugă soluție de sulfat de potasiu și amestecul obținut se răcește lent, se observă cristalizarea compusului <b>C</b> (<b>reacția 3</b>), care în reacția cu carbonatul de amoniu formează compusul <b>D</b> (<b>reacția 4</b>), solubil în soluție de bază alcalină, rezultând compusul <b>E</b> (<b>reacția 5</b>). Barbotarea unui curent de hidrogen sulfurat prin soluția compusului <b>E</b>, este însoțită de revenirea la compusul <b>D</b> (<b>reacția 6</b>), care, prin descompunere termică (<b>reacția 7</b>), formează oxidul <b>A</b>. Calcinarea <b>A</b> cu siliciu și var nestins (<b>reacția 8</b>), reprezintă una din etapele de obținere industrială a substanței simple <b>X</b>. Prezentați formulele pentru substanța simplă <b>X</b> și compușii <b>A – E</b>. Scrieți ecuațiile reacțiilor <b>1 - 8</b>.</p>	<b>25 p.</b>
<p><b>Rezolvare.</b></p> <p>Dizolvarea în soluție de acid sulfuric diluat (<b>reacția 2</b>) cu formarea sării <b>B</b>, indică că substanța simplă <b>X</b> este un metal, iar sarea <b>B</b> reprezintă sulfatul metalului <b>X</b>. În soluția ce conține sulfatul de potasiu, între sulfatul de potasiu și cel al metalului <b>X</b> nu poate avea loc o reacție de schimb ionic, și, faptul, că la răcire lentă, din soluție se cristalizează compusul <b>C</b> (<b>reacția 3</b>), indică că compusul <b>C</b> este o sare dublă. Proprietatea de a forma săruri duble cu sulfații metalelor alcaline posedă sulfații de aluminiu, crom(III) și fier(II și III). Această concluzie este confirmată de <b>reacția 4</b>, când, cu carbonatul de amoniu se formează compusul <b>D</b> – Al(OH)<sub>3</sub>, Cr(OH)<sub>3</sub>, Fe(OH)<sub>2</sub> sau Fe(OH)<sub>3</sub>, care, prin descompunere termică formează oxidul <b>A</b> (<b>reacția 7</b>). Deoarece compusul <b>D</b> este solubil în soluție de bază alcalină (<b>reacția 5</b>), hidroxidul de fier(II) decade, pentru că nu manifestă proprietăți amfotere. Atunci, compoziția oxidului <b>A</b> poate fi redată prin formula X<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. La calcinarea oxidului X<sub>2</sub>O<sub>3</sub> cu siliciu și var nestins (<b>reacția 8</b>), se formează substanța simplă <b>X</b> ⇒ metalul <b>X</b> nu este aluminiul, care nu poate fi redus din oxidul său pe această cale. Pentru a decide între crom și fier se folosește informația din condiția problemei: oxidul <b>A</b> conține 68,42% <b>X</b>:</p> $\omega(X) = \frac{2 \cdot A_r(X)}{2 \cdot A_r(X) + 48} \cdot 100\% = 68,42\%; \Rightarrow A_r(X) = 52; \Rightarrow \text{metalul } X - Cr.$ <p>Se poate determina metalul și prin determinarea părților de masă ale cromului și fierului în oxizii respectivi și compararea rezultatelor obținute cu partea de masă a metalului din condiția problemei.</p>		
<p><b>Răspuns:</b></p>		
<p>Substanțele <b>X, A – E</b>:</p>		
<p><b>X – Cr</b></p>	<p>1 p.</p>	
<p><b>A – Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>; ω(Cr) = 68,42%</p> <p><b>Notă:</b> pentru formula corectă – 1 p., confirmarea prin partea de masă a cromului – 1 p.</p>	<p>2 p.</p>	
<p><b>B – Cr<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub></b></p>	<p>1 p.</p>	
<p><b>C – K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> · Cr<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> · 24H<sub>2</sub>O</b> sau <b>KCr(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> · 12H<sub>2</sub>O</b></p> <p><b>Notă:</b> dacă nu sunt indicate moleculele de apă de cristalizare sau este indicat numărul lor incorect, atunci 1,5 p.</p>	<p>2 p.</p>	
<p><b>D – Cr(OH)<sub>3</sub></b></p>	<p>1 p.</p>	

<p><b>E – Na[Cr(OH)<sub>4</sub>], se acceptă și Na<sub>3</sub>[Cr(OH)<sub>6</sub>]</b></p> <p>Pentru NaCrO<sub>2</sub> – 1,5 p.</p>	2 p.
<p><b>Ecuatiile reacțiilor:</b></p>	
<p><b>Reacția 1:</b> <math>4\text{Cr} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Cr}_2\text{O}_3</math></p> <p><b>Notă:</b> pentru ecuația chimică corectă – 1 p. (0,5 p. – toate formulele substanțelor scrise corect; 0,5 p. – toți coeficienții corecți).</p>	1 p.
<p><b>Reacția 2:</b> <math>2\text{Cr} + 3\text{H}_2\text{SO}_4(\text{dil.}) \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2</math></p> <p><b>Notă:</b> pentru ecuația chimică corectă – 1 p. (0,5 p. – toate formulele substanțelor scrise corect; 0,5 p. – toți coeficienții corecți).</p>	1 p.
<p><b>Reacția 3:</b></p> <p style="text-align: center;"><math>\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 24\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}</math></p> <p><b>Notă:</b> pentru ecuația chimică corectă – 3 p. (2,5 p. – toate formulele substanțelor scrise corect; 0,5 p. – toți coeficienții corecți).</p>	3 p.
<p><b>Reacția 4:</b></p> <p><math>\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 3(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Cr}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{CO}_2 + 3(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4</math></p> <p><b>Notă:</b> pentru ecuația chimică corectă – 3 p. (2,5 p. – toate formulele substanțelor scrise corect; 0,5 p. – toți coeficienții corecți).</p>	3 p.
<p><b>Reacția 5:</b> <math>\text{Cr}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}[\text{Cr}(\text{OH})_4]</math></p> <p>Se acceptă și: <math>\text{Cr}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6]</math></p> <p><b>Notă:</b> pentru ecuația chimică corectă – 2 p. (1,5 p. – toate formulele substanțelor scrise corect; 0,5 p. – toți coeficienții corecți).</p> <p>Dacă este folosită formula NaCrO<sub>2</sub> – 1,5 p. (1 p. – toate formulele substanțelor scrise corect; 0,5 p. – toți coeficienții corecți).</p>	2 p.
<p><b>Reacția 6:</b> <math>\text{Na}[\text{Cr}(\text{OH})_4] + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{Cr}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{NaHS} + \text{H}_2\text{O}</math></p> <p>Se acceptă și: <math>\text{Na}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6] + 3\text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{Cr}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NaHS} + 9\text{H}_2\text{O}</math></p> <p><b>Notă:</b> pentru ecuația chimică corectă – 3 p. (2,5 p. – toate formulele substanțelor scrise corect; 0,5 p. – toți coeficienții corecți).</p> <p>Se acceptă și una din formele:</p> <p style="text-align: center;"><math>2\text{Na}[\text{Cr}(\text{OH})_4] + \text{H}_2\text{S} \rightarrow 2\text{Cr}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{Na}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}</math></p> <p style="text-align: center;"><math>2\text{Na}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6] + 3\text{H}_2\text{S} \rightarrow 2\text{Cr}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{Na}_2\text{S} + 6\text{H}_2\text{O}</math></p> <p>Dacă este folosită formula NaCrO<sub>2</sub> – 2,5 p. (2 p. – toate formulele substanțelor scrise corect; 0,5 p. – toți coeficienții corecți).</p>	3 p.
<p><b>Reacția 7:</b> <math>2\text{Cr}(\text{OH})_3 \xrightarrow{t} \text{Cr}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}</math></p> <p><b>Notă:</b> pentru ecuația chimică corectă – 1 p. (0,5 p. – toate formulele substanțelor scrise corect; 0,5 p. – toți coeficienții corecți).</p>	1 p.
<p><b>Reacția 8:</b> <math>2\text{Cr}_2\text{O}_3 + 3\text{Si} + 3\text{CaO} \xrightarrow{t} 4\text{Cr} + 3\text{CaSiO}_3</math></p> <p><b>Notă:</b> pentru ecuația chimică corectă – 2 p. (1,5 p. – toate formulele substanțelor scrise corect; 0,5 p. – toți coeficienții corecți).</p>	2 p.