

**OLIMPIADA LA CHIMIE**

etapa raională/municipală, 14 februarie 2026, clasa a X-a

**Soluții și barem de evaluare**

*Total 100 p.*

Item	Soluții și norme de evaluare	Punctaj	Total punctaj
<b>Test</b>	<p><b>1.</b> Prezentați formulele și denumirile pentru cinci compuși diferiți, fiecare dintre ei conținând trei elemente cu numerele de ordine în Tabelul periodic 1, 8, 16.</p> <p><b>Variante de răspuns:</b>  <math>H_2SO_3</math> – acid sulfuros;  <math>H_2SO_4</math> – acid sulfuric;  <math>H_2S_2O_7</math> – acid piro sulfuric;  <math>H_2S_2O_8</math> – acid peroxodisulfuric;  <math>H_2S_2O_3</math> – acid tiosulfuric;  <math>H_2S_4O_6</math> – acid tetratonic                      etc.</p> <p><b>Notă:</b> trebuie să fie prezentate cinci formule (câte 0,5 p. pentru fiecare formulă corectă) și denumirea lor (câte 0,5 p. pentru denumirea corectă a substanței cu formula respectivă). Se acceptă și alte variante corecte.</p>	5 p.	<b>40 p.</b>
	<p><b>2.</b> Un amestec alcătuit din 8 kg de oxigen și 7 kg de azot ocupă în condiții normale un volum (<math>m^3</math>) de:    <b>a)</b> 5,6;        <b>b)</b> 11,2;        <b>c)</b> 22,4;        <b>d)</b> 11,0.</p> <p><b>Răspuns:</b> b) 11,2</p> <p><b>Varianta de rezolvare:</b></p> $\nu(O_2) = \frac{m(O_2)}{M(O_2)} = \frac{8 \text{ kg}}{32 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}}} = 0,25 \text{ kmol}$ $\nu(N_2) = \frac{m(N_2)}{M(N_2)} = \frac{7 \text{ kg}}{28 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}}} = 0,25 \text{ kmol}$ $V(\text{gaz}) = \nu(\text{gaz}) \cdot V_m = (\nu(O_2) + \nu(N_2)) \cdot V_m =$ $= (0,25 \text{ kmol} + 0,25 \text{ kmol}) \cdot 22,4 \frac{m^3}{\text{kmol}} = 11,2 \text{ m}^3$ <p><b>Notă:</b> este necesar doar răspunsul corect; 2 p. pentru răspunsul corect; pentru un răspuns greșit sau un răspuns multiplu – 0 p.</p>	2 p.	

	<p><b>3.</b> Configurația electronică a atomului de crom în starea fundamentală este:</p> <p>a) <math>[_{18}\text{Ar}]3d^6</math>;                      b) <math>[_{18}\text{Ar}]4s^24p^4</math>;  c) <math>[_{18}\text{Ar}]3d^44s^2</math>;                      d) <math>[_{18}\text{Ar}]3d^54s^1</math>.</p> <p><b>Răspuns:</b> d) <math>[_{18}\text{Ar}]3d^54s^1</math></p> <p><b>Commentariu:</b></p> <p>Cromul reprezintă un element de tip d. În atomul de crom are loc prăbușirea unui electron de pe subnivelul 4s pe subnivelul 3d, de aceea în starea fundamentală configurația este <math>[_{18}\text{Ar}]3d^54s^1</math> în loc de <math>[_{18}\text{Ar}]3d^44s^2</math>.</p> <p><b>Notă:</b> este necesar doar răspunsul corect; 1 p. pentru răspunsul corect; pentru un răspuns greșit sau un răspuns multiplu – 0 p.</p>	1 p.
	<p><b>4.</b> Aceeași cantitate de substanță a unui metal reacționează cu 0,8 g de oxigen și 8,0 g de halogen. Numiți acest halogen.</p> <p><b>Răspuns:</b> brom / Br / Br<sub>2</sub> (Oricare dintre aceste moduri de scriere)</p> <p><b>Varianta de rezolvare:</b></p> <p>Presupunem că metalul manifestă aceeași valență în oxidul său și halogenura sa. Notăm valența metalului prin n. Atunci în rezultatul reacțiilor de combinare se formează oxidul Me<sub>2</sub>O<sub>n</sub> și halogenura MeX<sub>n</sub>.</p> <p>Dacă cantitatea de substanță a metalului este egala cu <math>\nu(\text{Me})</math>, atunci cantitatea de substanță a oxigenului este:</p> $\nu(\text{O}_2) = \frac{\nu(\text{Me})}{2} \cdot \frac{n}{2} = \frac{\nu(\text{Me}) \cdot n}{4} = \frac{m(\text{O}_2)}{M(\text{O}_2)} = \frac{0,8 \text{ g}}{32 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,025 \text{ mol}$ <p>Iar cantitatea de substanță a halogenului:</p> $\nu(\text{X}_2) = \frac{\nu(\text{Me})}{1} \cdot \frac{n}{2} = \frac{\nu(\text{Me}) \cdot n}{2} = \frac{m(\text{X}_2)}{M(\text{X}_2)}$ $\nu(\text{Me}) \cdot n = 4 \cdot \nu(\text{O}_2) = 4 \cdot 0,025 \text{ mol} = 0,1 \text{ mol}$ $\nu(\text{X}_2) = \frac{\nu(\text{Me}) \cdot n}{2} = \frac{0,1 \text{ mol}}{2} = 0,05 \text{ mol} = \frac{m(\text{X}_2)}{M(\text{X}_2)}$ $M(\text{X}_2) = \frac{m(\text{X}_2)}{\nu(\text{X}_2)} = \frac{8,0 \text{ g}}{0,05 \text{ mol}} = 160 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \Rightarrow A_r(\text{X}) = 80 \Rightarrow \text{бром}$ <p><b>Notă:</b> este necesar doar răspunsul; pentru răspunsul corect 3 p.; pentru un răspuns greșit sau un răspuns multiplu – 0 p.</p>	3 p.

<p><b>5.</b> Ce volum (mL) de soluție de acid azotic cu partea de masă a substanței dizolvate egală cu 50% (<math>\rho = 1310 \text{ kg/m}^3</math>) trebuie adăugat la <math>2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3</math> apă pentru a obține o soluție cu partea de masă a acidului azotic egală cu 10%?</p> <p>a) 400;      b) 307,9;      c) 500;      d) 381,7.</p> <p><b>Răspuns:</b> d) 381,7</p> <p><b>Varianta de rezolvare:</b></p> <p>Notăm volumul soluției inițiale de acid azotic <math>V_{\text{sol.}}(\text{HNO}_3) = x \text{ mL}</math>.</p> <p>Atunci masa acestei soluții:</p> $m_{\text{sol.}}(\text{HNO}_3) = V_{\text{sol.}}(\text{HNO}_3) \cdot \rho_{\text{sol.}} = x \text{ mL} \cdot 1,310 \frac{\text{g}}{\text{mL}} = 1,310 \cdot x \text{ g}$ $m(\text{HNO}_3) = m_{\text{sol.}}(\text{HNO}_3) \cdot \omega(\text{HNO}_3) = 1,310 \cdot x \text{ g} \cdot 0,5 = 0,655 \cdot x \text{ g}$ <p>Partea de masa a <math>\text{HNO}_3</math> în soluția finală:</p> $\omega_2(\text{HNO}_3) = \frac{m_2(\text{HNO}_3)}{m_{2,\text{sol.}}(\text{HNO}_3)} = \frac{m(\text{HNO}_3)}{m_{\text{sol.}}(\text{HNO}_3) + m_{\text{adaugat}}(\text{H}_2\text{O})} =$ $= \frac{m(\text{HNO}_3)}{m_{\text{sol.}}(\text{HNO}_3) + V_{\text{adaugat}}(\text{H}_2\text{O}) \cdot \rho_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{0,655 \cdot x \text{ g}}{1,310 \cdot x \text{ g} + 2000 \text{ mL} \cdot 1 \frac{\text{g}}{\text{mL}}} =$ $= \frac{0,655 \cdot x}{1,310 \cdot x + 2000} = 0,1$ $0,655 \cdot x = 0,131 \cdot x + 200$ $0,524 \cdot x = 200$ $x = 381,7$ <p><b>Notă:</b> este necesar doar răspunsul corect; 3 p. pentru răspunsul corect; pentru un răspuns greșit sau un răspuns multiplu – 0 p.</p>	<p>3 p.</p>
<p><b>6.</b> Propuneți câte o variantă pentru fiecare substanță <math>X^1-X^4</math>, astfel încât toate reacțiile (1–8) din schemele prezentate mai jos să fie reacții de oxido-reducere. Scrieți toate ecuațiile reacțiilor.</p> $\text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{1} X^1 \xrightarrow{2} \text{H}_2\text{SO}_4; \quad \text{NO}_2 \xrightarrow{3} X^2 \xrightarrow{4} \text{NO}_2;$ $\text{O}_2 \xrightarrow{5} X^3 \xrightarrow{6} \text{O}_2; \quad \text{H}_2 \xrightarrow{7} X^4 \xrightarrow{8} \text{H}_2.$ <p><b>Varianta de răspuns:</b></p> <p><math>X^1 - \text{SO}_2</math></p> $\text{Cu} + 2 \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{conc.})} = \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2\uparrow + 2 \text{H}_2\text{O};$ $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 = \text{H}_2\text{SO}_4.$ <p><math>X^2 - \text{HNO}_3</math></p> $4 \text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} = 4 \text{HNO}_3;$ $\text{Cu} + 4 \text{HNO}_{3(\text{conc.})} = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2 \text{NO}_2\uparrow + 2 \text{H}_2\text{O}.$	<p>12 p.</p>

	$X^3 - Na_2O_2$ $O_2 + 2 Na = Na_2O_2;$ $2 Na_2O_2 + 2 CO_2 = 2 Na_2CO_3 + O_2;$ $X^4 - HCl$ $H_2 + Cl_2 = 2 HCl;$ $2 HCl + Zn = ZnCl_2 + H_2\uparrow$ <p><b>Notă:</b> câte 0,5 p. pentru fiecare din substanțe <math>X^{1-4}</math>; câte 1,25 p. pentru fiecare din cele opt ecuații (1-8), care corespund tuturor condițiilor (0,75 p. pentru toate substanțele scrise corect în ecuația reacției; 0,5 p. pentru toți coeficienții corecți). Se acceptă și alte variante corecte.</p>		
	<p><b>7.</b> Suma coeficienților stoechiometrici din partea stângă a ecuației reacției de oxido-reducere <math>KMnO_4 + H_2N_2O_2 + H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + MnSO_4 + HNO_3 + \dots</math> este egală cu:</p> <p>a) 8;            b) 10;            c) 25;            d) 34.</p> <p><b>Răspuns:</b> c) 25</p> <p><b>Varianta de rezolvare:</b></p> $KMnO_4 + H_2N_2O_2 + H_2SO_4 \longrightarrow K_2SO_4 + MnSO_4 + HNO_3 + H_2O$ $\begin{array}{r} ^{+7} \\ Mn + 5 \bar{e} \longrightarrow ^{+2} \\ Mn \end{array} \quad \begin{array}{r} 5 \\ \cdot 8 \\ 40 \end{array}$ $\begin{array}{r} ^{+1} \\ 2N - 8 \bar{e} \longrightarrow ^{+5} \\ 2N \end{array} \quad \begin{array}{r} 8 \\ \cdot 5 \end{array}$ $8 KMnO_4 + 5 H_2N_2O_2 + 12 H_2SO_4 \longrightarrow 4 K_2SO_4 + 8 MnSO_4 + 10 HNO_3 + 12 H_2O$ <p><b>Notă:</b> este necesar doar răspunsul corect; 2 p. pentru răspunsul corect; pentru un răspuns greșit sau un răspuns multiplu – 0 p.</p>	2 p.	
	<p><b>8.</b> Indicați substanțele inițiale în următoarele scheme de reacții (sunt indicate toate substanțele finale fără coeficienții stoechiometrici):</p> <p>I) <math>\dots + \dots \rightarrow NH_4Cl + CO_2 + H_2O;</math>            II) <math>\dots + \dots \rightarrow K_2CO_3 + O_2;</math></p> <p>III) <math>\dots + \dots \rightarrow K_2Cr_2O_7 + K_2SO_4 + H_2O;</math>    IV) <math>\dots + \dots \rightarrow Cu_2S + NH_4HS + H_2O</math></p> <p>Scrieți ecuațiile reacțiilor respective.</p> <p><b>Variante de răspuns:</b></p> <p>I) <math>(NH_4)_2CO_3 + 2 HCl = 2 NH_4Cl + CO_2\uparrow + H_2O</math></p> <p>sau</p> $NH_4HCO_3 + HCl = NH_4Cl + CO_2\uparrow + H_2O$ <p>II) <math>2 K_2O_2 + 2 CO_2 = 2 K_2CO_3 + O_2\uparrow</math></p> <p>sau</p>	6 p.	

<p> <math>4 \text{ KO}_2 + 2 \text{ CO}_2 = 2 \text{ K}_2\text{CO}_3 + 3 \text{ O}_2 \uparrow</math>            III) <math>2 \text{ K}_2\text{CrO}_4 + \text{ H}_2\text{SO}_4 = \text{ K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{ K}_2\text{SO}_4 + \text{ H}_2\text{O}</math>            IV) <math>2 [\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} + 5 \text{ H}_2\text{S} = \text{ Cu}_2\text{S} + 4 \text{ NH}_4\text{HS} + 2 \text{ H}_2\text{O}</math>  <b>Notă:</b> câte 1,5 p. pentru fiecare din cele patru ecuații, care corespund tuturor condițiilor (1 p. pentru toate substanțele scrise corect în ecuația reacției; 0,5 p. pentru toți coeficienții corecți). Se acceptă și alte variante corecte.         </p>		
<p> <b>9.</b> Selectați compusul coordinativ, din soluția apoasă a căruia cu nitrat de argint se precipită doar o treime din clorul total conținut în complex:  <b>a)</b> clorură de hexaammincobalt(III);  <b>b)</b> clorură de cloropentaammincobalt(III);  <b>c)</b> clorură de diclorotetraammincobalt(III);  <b>d)</b> triclorotriammincobalt.         </p> <p> <b>Răspuns:</b> c) clorură de diclorotetraammincobalt(III)         </p> <p> <b>Commentariu:</b>            Compușii complecși menționați în problemă au următoarele formulele coordinative:  <b>a)</b> <math>[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3</math>;                      <b>b)</b> <math>[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2</math>;  <b>c)</b> <math>[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]\text{Cl}</math>;                      <b>d)</b> <math>[\text{Co}(\text{NH}_3)_3\text{Cl}_3]</math> </p> <p>           Doar o treime de clor total, conținut în complex, poate fi precipitat cu nitratul de argint dintr-o soluție apoasă de c) <math>[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]\text{Cl}</math>, deoarece acesta disociază conform schemei:  <math>[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]\text{Cl} \rightarrow [\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]^+ + \text{Cl}^-</math> </p> <p> <b>Notă:</b> este necesar doar răspunsul corect; 2 p. pentru răspunsul corect; pentru un răspuns greșit sau un răspuns multiplu – 0 p.         </p>	2 p.	
<p> <b>10.</b> În 5,6 L (c.n.) compus gazos A, obținut la interacțiunea fluorului cu o substanță simplă necunoscută, se conțin <math>10,535 \cdot 10^{23}</math> atomi și <math>10,535 \cdot 10^{24}</math> electroni. Prezentați formula gazului A.         </p> <p> <b>Răspuns:</b> <math>\text{SF}_6</math> </p> <p> <b>Varianta de rezolvare:</b>            Formula substanței A – <math>\text{XF}_n</math>, unde X – atomul elementului necunoscut.         </p> $\nu(\text{XF}_n) = \frac{V(\text{XF}_n)}{V_m} = \frac{5,6 \text{ L}}{22,4 \frac{\text{L}}{\text{mol}}} = 0,25 \text{ mol}$ <p>           Numărul de moli a atomilor în ea:         </p> $\nu(\text{atomi}) = \nu(\text{XF}_n) \cdot (1 + n) = (1 + n) \cdot 0,25 \text{ mol}$ <p>           Pe de altă parte:         </p>	4 p.	

	$\nu(\text{atomi}) = \frac{N(\text{atomi})}{N_A} = \frac{10,535 \cdot 10^{23}}{6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}} = 1,75 \text{ mol}$ <p>Atunci: <math>(1 + n) \cdot 0,25 \text{ mol} = 1,75 \text{ mol}</math></p> $1 + n = 7$ $n = 6$ <p>Formula gazului – <math>\text{XF}_6</math>.</p> <p>Numărul de electroni într-o moleculă a acestui gaz:</p> $N_{\bar{e}} = \frac{\nu(\bar{e})}{\nu(\text{XF}_6)} = \frac{N(\bar{e})}{N_A \cdot \nu(\text{XF}_6)} = \frac{10,535 \cdot 10^{24}}{6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} \cdot 0,25 \text{ mol}} = 70$ <p>Pe de altă parte:</p> $N_{\bar{e}} = Z(\text{X}) + 6 \cdot Z(\text{F}) = Z(\text{X}) + 6 \cdot 9 = Z(\text{X}) + 54$ <p>Atunci numărul de ordine al elementului X:</p> $Z(\text{X}) + 54 = 70$ $Z(\text{X}) = 16 \Rightarrow \text{X} = \text{S} \Rightarrow \text{gazul A} = \text{SF}_6.$ <p><b>Notă:</b> este necesar doar răspunsul corect; 4 p. pentru răspunsul corect.</p>		
<b>Problema</b>	<p>La interacțiunea apei de var cu o soluție de sare <math>\text{X}^1</math> se formează precipitatul <math>\text{X}^2</math>. Același precipitat se formează la interacțiunea clorurii de calciu cu o soluție de sare <math>\text{X}^1</math>. Acizii tari dizolvă substanța <math>\text{X}^2</math> cu degajarea gazului <math>\text{X}^3</math>, care decolorează soluția acidulată de permanganat de potasiu. Indicați câte o formulă pentru fiecare dintre substanțele <math>\text{X}^1</math>-<math>\text{X}^3</math>. Scrieți ecuațiile tuturor reacțiilor descrise în problemă în formă moleculară și ionică redusă.</p>		<b>12 p.</b>
<b>1.</b>	<p><b>Varianta de rezolvare:</b></p> $\text{X}^1 - \text{Na}_2\text{SO}_3$ $\text{X}^2 - \text{CaSO}_3$ $\text{X}^3 - \text{SO}_2$ <p><b>Notă:</b> câte 1 p. pentru formulele corecte ale substanțelor <math>\text{X}^1 - \text{X}^3</math>.</p>		3 p.
	$\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaSO}_3 \downarrow + 2 \text{NaOH}$ <p><b>Notă:</b> 0,5 p. pentru toate formulele substanțelor scrise corect în ecuația reacției; 0,5 p. pentru toți coeficienții corecți.</p>		1 p.
	$\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{CaCl}_2 = \text{CaSO}_3 \downarrow + 2 \text{NaCl}$ <p><b>Notă:</b> 0,5 p. pentru toate formulele substanțelor scrise corect în ecuația reacției; 0,5 p. pentru toți coeficienții corecți.</p>		1 p.
	$\text{SO}_3^{2-} + \text{Ca}^{2+} = \text{CaSO}_3 \downarrow$		1 p.

	<p><b>Notă:</b> 0,5 p. pentru toate formulele substanțelor și ionilor scrise corect în ecuația reacției; 0,5 p. pentru toți coeficienții corecți. Primele două reacții sunt descrise de una și aceeași ecuație în forma ionică redusă, de aceea această ecuație ionică redusă este punctată doar o singură dată.</p>	
	$\text{CaSO}_3 + 2 \text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ <p><b>Notă:</b> 0,5 p. pentru toate formulele substanțelor scrise corect în ecuația reacției; 0,5 p. pentru toți coeficienții corecți.</p>	1 p.
	$\text{CaSO}_3 + 2 \text{H}^+ = \text{Ca}^{2+} + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ <p><b>Notă:</b> 0,5 p. pentru toate formulele substanțelor și ionilor scrise corect în ecuația reacției; 0,5 p. pentru toți coeficienții corecți.</p>	1 p.
	$5 \text{SO}_2 + 2 \text{KMnO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O} = 2 \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2 \text{H}_2\text{SO}_4$ <p><b>Notă:</b> 1 p. pentru toate formulele substanțelor scrise corect în ecuația reacției; 1 p. pentru toți coeficienții corecți.</p>	2 p.
	$5 \text{SO}_2 + 2 \text{MnO}_4^- + 2 \text{H}_2\text{O} = 2 \text{Mn}^{2+} + 5 \text{SO}_4^{2-} + 4 \text{H}^+$ <p><b>Notă:</b> 1 p. pentru toate formulele substanțelor și ionilor scrise corect în ecuația reacției; 1 p. pentru toți coeficienții corecți.</p>	2 p.
	<b>Notă:</b> se acceptă și sunt punctate în mod analog și alte variante corecte, care corespund totalmente condițiilor problemei.	
<b>Problema</b>	Scrieți ecuațiile reacțiilor chimice corespunzătoare următorului lanț de transformări:	<b>13 p.</b>
<b>2.</b>	$\text{K}_2\text{MnO}_4 \xrightarrow{1} \text{Cl}_2 \xrightarrow{2} \text{FeCl}_3 \xrightarrow{3} \text{FeCl}_2 \xrightarrow{4} \text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \xrightarrow{5} \text{NO}_2 \xrightarrow{6} \text{KNO}_2 \xrightarrow{7} \text{NH}_3$	
	<b>Rezolvare:</b>	
	<p>1) <math>\text{K}_2\text{MnO}_4(\text{solid}) + 8 \text{HCl}(\text{conc}) = 2 \text{Cl}_2 \uparrow + 2 \text{KCl} + \text{MnCl}_2 + 4 \text{H}_2\text{O}</math></p> <p><b>Notă:</b> 1 p. pentru toate formulele substanțelor scrise corect în ecuația reacției; 1 p. pentru toți coeficienții corecți.</p>	2 p.
	<p>2) <math>2 \text{Fe} + 3 \text{Cl}_2 = 2 \text{FeCl}_3</math></p> <p><b>Notă:</b> 1 p. pentru toate formulele substanțelor scrise corect în ecuația reacției; 1 p. pentru toți coeficienții corecți.</p>	2 p.
	<p>3) <math>2 \text{FeCl}_3 + \text{Fe} = 3 \text{FeCl}_2</math></p> <p><b>Notă:</b> 1 p. pentru toate formulele substanțelor scrise corect în ecuația reacției; 1 p. pentru toți coeficienții corecți.</p>	2 p.
	<p>4) <math>\text{FeCl}_2 + 2 \text{AgNO}_3 = \text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + 2 \text{AgCl} \downarrow</math></p> <p><b>Notă:</b> 0,5 p. pentru toate formulele substanțelor scrise corect în ecuația reacției; 0,5 p. pentru toți coeficienții corecți.</p>	1 p.

	<p>5) <math>4 \text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \xrightarrow{t} 2 \text{Fe}_2\text{O}_3 + 8 \text{NO}_2\uparrow + \text{O}_2\uparrow</math></p> <p><b>Notă:</b> 1 p. pentru toate formulele substanțelor scrise corect în ecuația reacției; 1 p. pentru toți coeficienții corecți.</p>	2 p.	
	<p>6) <math>2 \text{NO}_2 + 2 \text{KOH} = \text{KNO}_2 + \text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O}</math></p> <p><b>Notă:</b> 1 p. pentru toate formulele substanțelor scrise corect în ecuația reacției; 1 p. pentru toți coeficienții corecți.</p>	2 p.	
	<p>7) <math>\text{KNO}_2 + 2 \text{Al} + \text{KOH} + 5 \text{H}_2\text{O} = \text{NH}_3 + 2 \text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4]</math></p> <p>sau</p> <p><math>\text{KNO}_2 + 2 \text{Al} + 5 \text{KOH} + 5 \text{H}_2\text{O} = \text{NH}_3 + 2 \text{K}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]</math></p> <p><b>Notă:</b> 1 p. pentru toate formulele substanțelor scrise corect în ecuația reacției; 1 p. pentru toți coeficienții corecți.</p>	2 p.	
	<b>Notă:</b> se acceptă și sunt punctate în mod analog și alte variante corecte, care corespund totalmente condițiilor problemei.		
<b>Problema</b>	Ce masă de cristalohidrat $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ trebuie adăugată la 100 mL soluție de sulfat de magneziu cu partea de masă a substanței dizolvate egală cu 5,0% ( $\rho = 1,03 \text{ g/mL}$ ) pentru a obține o soluție cu partea de masă 10%?		<b>9 p.</b>
<b>3.</b>	<b>Rezolvare:</b>		
	Masa soluției inițiale:	$m_{1,\text{sol.}} = V_{1,\text{sol.}} \cdot \rho_{1,\text{sol.}} = 100 \text{ mL} \cdot 1,03 \frac{\text{g}}{\text{mL}} = 103 \text{ g}$	1 p.
	Masa sulfatului de magneziu în ea:	$m_1(\text{MgSO}_4) = m_{1,\text{sol.}} \cdot \omega_1(\text{MgSO}_4) = 103 \text{ g} \cdot 0,050 = 5,15 \text{ g}$	1 p.
	Notăm:	$\nu_{\text{adaugat}}(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = x \text{ mol}$	1 p.
	Atunci:	$\nu_{\text{adaugat}}(\text{MgSO}_4) = \nu_{\text{adaugat}}(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = x \text{ mol}$	
	$M(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = (24 + 32 + 4 \cdot 16 + 7 \cdot (2 \cdot 1 + 16)) \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 246 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$		0,5 p.
	$M(\text{MgSO}_4) = (24 + 32 + 4 \cdot 16) \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 120 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$		0,5 p.
	Masa soluției finale:	$m_{2,\text{sol.}} = m_{1,\text{sol.}} + m_{\text{adaugat}}(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) =$ $= m_{1,\text{sol.}} + \nu_{\text{adaugat}}(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) =$ $= 103 \text{ g} + x \text{ mol} \cdot 246 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = (103 + 246 \cdot x) \text{ g}$	1 p.

	<p>Masa <math>\text{MgSO}_4</math> în soluția finală:</p> $m_2(\text{MgSO}_4) = m_1(\text{MgSO}_4) + m_{\text{adaugat}}(\text{MgSO}_4) =$ $= m_1(\text{MgSO}_4) + v_{\text{adaugat}}(\text{MgSO}_4) \cdot M(\text{MgSO}_4) =$ $= 5,15 \text{ g} + x \text{ mol} \cdot 120 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = (5,15 + 120 \cdot x) \text{ g}$	1 p.
	<p>Partea de masă a <math>\text{MgSO}_4</math> în soluția finală:</p> $\omega_2(\text{MgSO}_4) = \frac{m_2(\text{MgSO}_4)}{m_{2,\text{sol.}}} = \frac{(5,15 + 120 \cdot x) \text{ g}}{(103 + 246 \cdot x) \text{ g}} = \frac{5,15 + 120 \cdot x}{103 + 246 \cdot x} = 0,1$	1 p.
	$5,15 + 120 \cdot x = 10,3 + 24,6 \cdot x$ $95,4 \cdot x = 5,15$ $x = 0,05398$	1 p.
	$m_{\text{adaugat}}(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = v_{\text{adaugat}}(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) =$ $= x \text{ mol} \cdot 246 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 0,05398 \text{ mol} \cdot 246 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 13,3 \text{ g}$	1 p.
	<b>Răspuns:</b> $m_{\text{adaugat}}(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 13,3 \text{ g}$	
	<b>Notă:</b> pentru oricare altă variantă corectă de rezolvare se acordă punctajul maximal.	
<b>Problema 4.</b>	<p>Un amestec, care conține pulbere de aluminiu și cantități echimolare de fosfor alb (<math>\text{P}_4</math>) și substanță simplă X, a fost tratat cu o soluție concentrată fierbinte de hidroxid de potasiu. Ca rezultat se degajă 13,44 L de gaz (c.n.) cu o densitate după aer egală cu 0,6207. Masa rezidului solid după reacție alcătuiește 3,6 g. Determinați substanța X și masele fiecărei substanțe din amestecul inițial. Ce volum minim de soluție de hidroxid de sodiu cu partea de masa a substanței dizolvate egală cu 20% și densitatea 1,220 g/mL, este necesar pentru a absorbi gazele degajate la tratarea aceleiași cantități de amestec inițial cu un exces de acid azotic concentrat fierbinte? Scrieți ecuațiile tuturor reacțiilor.</p>	<b>26 p.</b>
	<b>Rezolvare:</b>	
	<p>Aluminiul reacționează cu o soluție alcalină concentrată fierbinte cu formarea hidrogenului și a soluției de tetrahidroaluminat de potasiu:</p> $2\text{Al} + 2\text{KOH} + 6\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 3\text{H}_2 \uparrow + 2\text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4]$	2 p.
	<p><b>Notă:</b> 1 p. pentru toate formulele substanțelor scrise corect; 1 p. pentru toți coeficienții corecți.</p> <p>Se acceptă și varianta:</p> $2\text{Al} + 6\text{KOH} + 6\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 3\text{H}_2 \uparrow + 2\text{K}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$	

<p>Varianta <math>2\text{Al} + 2\text{KOH} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 3\text{H}_2 \uparrow + 2\text{KAlO}_2</math> se punctează doar cu 1 p. (0,5 p. pentru toate formulele substanțelor scrise corect; 0,5 p. pentru toți coeficienții corecți).</p>		
<p>Fosforul alb reacționează cu o soluție alcalină concentrată fierbinte cu formarea fosfinei și a soluției de hipofosfit de potasiu:</p> $\text{P}_4 + 3\text{KOH} + 3\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{PH}_3 \uparrow + 3\text{KH}_2\text{PO}_2$ <p><b>Notă:</b> 1,5 p. pentru toate formulele substanțelor scrise corect; 1 p. pentru toți coeficienții corecți.</p>	2,5 p.	
<p>Respectiv, numai substanța <b>X</b> nu reacționează cu soluția alcalină și rămâne în reziduu solid:</p> $m(\text{X}) = 3,6 \text{ g}$	1 p.	
<p>La interacțiunea cu baza alcalină se degajă gaz, care reprezintă un amestec de hidrogen și fosfină.</p>		
<p>Determinăm cantitatea de substanță a gazului:</p> $v_1(\text{gaz}) = v(\text{H}_2) + v(\text{PH}_3) = \frac{V(\text{gaz})}{V_m} = \frac{13,44 \text{ L}}{22,4 \frac{\text{L}}{\text{mol}}} = 0,6 \text{ mol}$	0,5 p.	
<p>După densitatea relativă după aer determinăm masa molară medie a gazului:</p> $\bar{M}_1(\text{gaz}) = D_{\text{aer}}(\text{gaz}) \cdot \bar{M}(\text{aer}) = 0,6207 \cdot 29 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 18 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$	0,5 p.	
<p>Fie <math>v(\text{Al}) = x \text{ mol}</math>; <math>v(\text{P}_4) = y \text{ mol}</math>.</p> <p>Atunci:</p> $v(\text{H}_2) = \frac{3}{2} x \text{ mol}$ $v(\text{PH}_3) = y \text{ mol}$	1 p.	
<p>Alcătuiim un sistem de ecuații și determinăm valorile lui <math>x</math> și <math>y</math>:</p> $v_1(\text{gaz}) = \left( \frac{3}{2} \cdot x + y \right) \text{ mol} = 0,6 \text{ mol}$ $\bar{M}_1(\text{gaz}) = \frac{m_1(\text{gaz})}{v_1(\text{gaz})} = \frac{m(\text{H}_2) + m(\text{PH}_3)}{v_1(\text{gaz})} = \frac{v(\text{H}_2) \cdot M(\text{H}_2) + v(\text{PH}_3) \cdot M(\text{PH}_3)}{v_1(\text{gaz})} =$ $= \frac{\frac{3}{2} x \text{ mol} \cdot 2 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + y \text{ mol} \cdot 34 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{0,6 \text{ mol}} = \frac{3 \cdot x + 34 \cdot y}{0,6} \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 18 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ $\begin{cases} 1,5 \cdot x + y = 0,6 \\ \frac{3 \cdot x + 34 \cdot y}{0,6} = 18 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 3 \cdot x + 2 \cdot y = 1,2 \\ 3 \cdot x + 34 \cdot y = 10,8 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 3 \cdot x + 2 \cdot y = 1,2 \\ 32 \cdot y = 9,6 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x = 0,2 \\ y = 0,3 \end{cases}$	2 p.	

Masa aluminiului: $m(\text{Al}) = \nu(\text{Al}) \cdot M(\text{Al}) = 0,2 \text{ mol} \cdot 27 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 5,4 \text{ g}$	0,5 p.
Masa fosforului: $m(\text{P}_4) = \nu(\text{P}_4) \cdot M(\text{P}_4) = 0,3 \text{ mol} \cdot 124 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 37,2 \text{ g}$	0,5 p.
Conform condițiilor, fosforul alb și substanța necunoscută <b>X</b> au fost luate în cantități echimolare => $\nu(\text{X}) = \nu(\text{P}_4) = 0,3 \text{ mol}$	0,5 p.
Atunci masa molară a lui X: $M(\text{X}) = \frac{m(\text{X})}{\nu(\text{X})} = \frac{3,6 \text{ g}}{0,3 \text{ mol}} = 12 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$	0,5 p.
=> X – C (carbon)	1 p.
$\text{Al} + 6\text{HNO}_3 \longrightarrow \text{Al}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{NO}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$ <b>Notă:</b> 1 p. pentru toate formulele substanțelor scrise corect; 1 p. pentru toți coeficienții corecți.	2 p.
$\text{P}_4 + 20\text{HNO}_3 \longrightarrow 4\text{H}_3\text{PO}_4 + 20\text{NO}_2 \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ <b>Notă:</b> 1 p. pentru toate formulele substanțelor scrise corect; 1 p. pentru toți coeficienții corecți.	2 p.
$\text{C} + 4\text{HNO}_3 \longrightarrow \text{CO}_2 \uparrow + 4\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ <b>Notă:</b> 1 p. pentru toate formulele substanțelor scrise corect; 1 p. pentru toți coeficienții corecți.	2 p.
$\nu(\text{NO}_2) = \nu(\text{Al}) \cdot 3 + \nu(\text{P}_4) \cdot 20 + \nu(\text{C}) \cdot 4 =$ $= 0,2 \text{ mol} \cdot 3 + 0,3 \text{ mol} \cdot 20 + 0,3 \text{ mol} \cdot 4 = 7,8 \text{ mol}$	1 p.
$\nu(\text{CO}_2) = \nu(\text{C}) = 0,3 \text{ mol}$	0,5 p.
$2\text{NO}_2 + 2\text{NaOH} \longrightarrow \text{NaNO}_3 + \text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ <b>Notă:</b> 1 p. pentru toate formulele substanțelor scrise corect; 1 p. pentru toți coeficienții corecți.	2 p.
$\text{CO}_2 + \text{NaOH} \longrightarrow \text{NaHCO}_3$ <b>Notă:</b> 1 p. pentru toate formulele substanțelor scrise corect; 1 p. pentru toți coeficienții corecți; reacția de formare a carbonatului de sodiu nu se acceptă, dar pentru calculele ulterioare corespunzătoare acestei ecuații, participantul poate primi puncte.	2 p.
$\nu(\text{NaOH}) = \nu(\text{NO}_2) + \nu(\text{CO}_2) = 7,8 \text{ mol} + 0,3 \text{ mol} = 8,1 \text{ mol}$	0,5 p.

$m(\text{NaOH}) = \nu(\text{NaOH}) \cdot M(\text{NaOH}) = 8,1 \text{ mol} \cdot 40 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 324 \text{ g}$	0,5 p.
$m_{\text{sol.}}(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{\omega(\text{NaOH})} = \frac{324 \text{ g}}{0,20} = 1620 \text{ g}$	0,5 p.
$V_{\text{sol.}}(\text{NaOH}) = \frac{m_{\text{sol.}}(\text{NaOH})}{\rho_{\text{sol.}}(\text{NaOH})} = \frac{1620 \text{ g}}{1,220 \frac{\text{g}}{\text{mL}}} = 1328 \text{ mL}$	0,5 p.
<b>Răspuns:</b> $m(\text{Al}) = 5,4 \text{ g}$ ; $m(\text{P}_4) = 37,2 \text{ g}$ ; $m(\text{C}) = 3,6 \text{ g}$ ; $V_{\text{sol.}}(\text{NaOH}) = 1328 \text{ mL}$ .	
<p><b>Notă:</b> pentru oricare altă variantă corectă și logică de rezolvare se acordă punctajul maximal.</p> <p>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>	