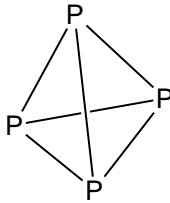
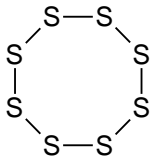
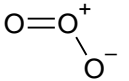



**OLIMPIADA REPUBLICANĂ LA CHIMIE**  
**Turul teoretic, 14 – 17 martie 2025, Clasa a IX-a**  
**Soluții și barem de evaluare**

*Total 70 p.*

Item	Soluții și norme de evaluare	Punctaj	Total punctaj
<b>Test</b>	<p><b>1.</b> Manifestă număr de oxidare superior pozitiv doar într-un singur compus elementul:  <b>a)</b> fluor;      <b>b)</b> clor;      <b>c)</b> oxigen;      <b>d)</b> azot.                      Scrieți formula chimică și denumiți acest compus.  <b>Răspuns:</b> c) oxigen                      OF<sub>2</sub>                      Fluorura de oxigen  <b>Notă:</b> pentru alegerea corectă a variantei de răspuns 0,5 p.; pentru formula chimică corectă 1 p.; pentru denumirea corectă 0,5 p.</p>	2 p.	<b>21 p.</b>
	<p><b>2.</b> Cel mai mare număr de legături între atomi se realizează în molecula de:  <b>a)</b> fosfor alb;      <b>b)</b> sulf rombic;  <b>c)</b> ozon;      <b>d)</b> azot.                      Prezentați formulele grafice (structurale) ale acestor patru molecule.  <b>Răspuns:</b> b) sulf rombic</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">     </div> <p><b>Notă:</b> pentru alegerea corectă a variantei de răspuns 1 p.; pentru formulele grafice corecte ale moleculelor – câte 1 p. Pentru ozon se folosesc și alte variante corecte ale formei de prezentare (fără sarcini formale, cu o legătură delocalizată, cu indicarea legăturii formate după mecanismul donor-acceptator, folosind o săgeată).</p>	5 p.	
	<p><b>3.</b> Indicați substanța cu cea mai scăzută temperatură de fierbere:  <b>a)</b> NF<sub>3</sub>;      <b>b)</b> NHF<sub>2</sub>;      <b>c)</b> NH<sub>2</sub>F;      <b>d)</b> NH<sub>3</sub>.                      Explicați cauza.  <b>Răspuns:</b> a) NF<sub>3</sub>                      Acest lucru se datorează lipsei legăturilor de hidrogen între moleculele acestei substanțe, care sunt prezente între moleculele celorlalte substanțe.  <b>Notă:</b> pentru răspunsul corect 1 p.; pentru explicarea corectă 1 p.</p>	2 p.	
	<p><b>4.</b> Ionii de H<sup>+</sup> pot acționa ca un agent oxidant în reacția cu:  <b>a)</b> Fe;      <b>b)</b> Cu;      <b>c)</b> Ag;      <b>d)</b> Hg.  <b>Răspuns:</b> a) Fe  <b>Comentariu:</b>                      Fierul, care se află în seria tensiunilor pentru metale până la hidrogen, interacționează cu acizii formând săruri de fier(II) și hidrogen.  <math display="block">\text{Fe} + 2\text{H}^+ \longrightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow</math></p>	1 p.	

	<p><math>\text{Fe} - 2\bar{e} = \text{Fe}^{2+}</math> - proces de oxidare  <math>2\text{H}^+ + 2\bar{e} = \text{H}_2</math> - proces de reducere</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>		
	<p><b>5.</b> La fiecare trei molecule de HF nedisociate în soluție revine un ion <math>\text{H}^+</math> și un ion <math>\text{F}^-</math>. Gradul de disociere al HF în această soluție este egal cu:</p> <p>a) 20%;      b) 25%;      c) 33%;      d) 40%.</p> <p><b>Răspuns:</b> b) 25%</p> <p><b>Varianta de rezolvare:</b></p> $\alpha = \frac{N_{\text{disociat}}}{N_{\text{total}}} = \frac{1}{3+1} = 0,25$ <p>La fiecare trei molecule disociate revine un ion <math>\text{H}^+</math> și un ion <math>\text{F}^- \Rightarrow</math> la fiecare trei molecule disociate revine o moleculă nedisociată <math>\Rightarrow</math> din patru molecule una este disociată <math>\Rightarrow</math> gradul de disociere 25%.</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>6.</b> Se poate transporta în cisterne de oțel:</p> <p>a) <math>\text{HCl}_{(\text{dil.})}</math>;      b) <math>\text{HCl}_{(\text{conc.})}</math>;      c) <math>\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{conc.})}</math>;      d) <math>\text{HNO}_{3(\text{dil.})}</math>.</p> <p><b>Răspuns:</b> c) <math>\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{conc.})}</math></p> <p><b>Comentariu:</b> Fierul se pasivează în acid sulfuric concentrat.</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 soluție concentrată de hidroxid de potasiu nu se dizolvă:</p> <p>a) <math>\text{CrO}_3</math>;      b) <math>\text{MgO}</math>;      c) <math>\text{NO}_2</math>;      d) <math>\text{ZnO}</math>.</p> <p>Scrieți ecuațiile reacțiilor de interacțiune a celorlalți trei oxizi cu o soluție concentrată de hidroxid de potasiu.</p> <p><b>Răspuns:</b> b) <math>\text{MgO}</math></p> $\text{CrO}_3 + 2\text{KOH} \longrightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ $2\text{NO}_2 + 2\text{KOH} \longrightarrow \text{KNO}_2 + \text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{ZnO} + 2\text{KOH} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{K}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$ <p><b>Notă:</b> pentru alegerea corectă a variantei de răspuns 1 p.; pentru fiecare ecuație corectă de interacțiune a oxizilor cu KOH – câte 1 p. (0,5 p. pentru formulele corecte ale substanțelor și 0,5 p. pentru coeficienții corecți). Pentru varianta de ecuație cu <math>\text{K}_2\text{ZnO}_2</math> maximum pot fi obținute 0,5 p. pentru coeficienții. Dacă participantul confundă potasiul cu sodiul, atunci sunt scoase 0,5 p. o singură dată.</p>	4 p.	
	<p><b>8.</b> Un amestec de sare neutră și sare acidă se obține la interacțiunea:</p> <p>a) 1 mol <math>\text{P}_2\text{O}_5</math> cu soluție ce conține 2,5 mol <math>\text{Ca}(\text{OH})_2</math>;  b) 2,5 mol <math>\text{CO}_2</math> cu soluție ce conține 5 mol <math>\text{NaOH}</math>;  c) 3 mol <math>\text{N}_2\text{O}_5</math> cu soluție ce conține 2,5 mol <math>\text{KOH}</math>;  d) 5 mol <math>\text{SO}_2</math> cu soluție ce conține 11 mol <math>\text{NaOH}</math>.</p> <p><b>Răspuns:</b> a) 1 mol <math>\text{P}_2\text{O}_5</math> cu soluție ce conține 2,5 mol <math>\text{Ca}(\text{OH})_2</math></p> <p><b>Varianta de rezolvare:</b> a) În cazul raportului 1:2,5 se formează sărurile acidă și neutră:</p>	2 p.	

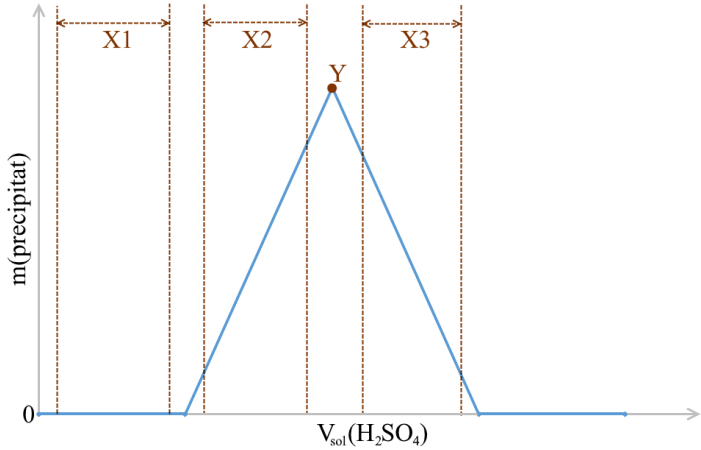
	$\text{P}_2\text{O}_5 + 2\text{Ca}(\text{OH})_2 \longrightarrow 2\text{CaHPO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{P}_2\text{O}_5 + 3\text{Ca}(\text{OH})_2 \longrightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ <p><b>b)</b> În cazul raportului 1:2 se formează doar sare neutră:  <math display="block">\text{CO}_2 + 2\text{NaOH} \longrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}</math></p> <p><b>c)</b> Acidul azotic nu formează săruri acide. La un raport de 3:2,5, acidul rămâne în exces:  <math display="block">\text{N}_2\text{O}_5 + 2\text{KOH} \longrightarrow 2\text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O}</math> <math display="block">\text{N}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HNO}_3</math></p> <p><b>d)</b> La un raport de 5:11, se va forma doar sarea neutră și va rămâne NaOH în exces:  <math display="block">\text{SO}_2 + 2\text{NaOH} \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}</math></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>9.</b> Exotermic este procesul de:</p> <p><b>a)</b> condensare a vaporilor de iod;                      <b>b)</b> topire a gheții;  <b>c)</b> fierbere a apei;    <b>d)</b> calcinare a calcarului.</p> <p><b>Răspuns:</b> a) condensarea vaporilor de iod</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> Propuneți două substanțe compuse între care reacția de schimb decurge cu formarea unei substanțe simple. Scrieți ecuația reacției.</p> <p><b>O variantă de răspuns:</b></p> $\text{NaH} + \text{HCl} \longrightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2 \uparrow$ <p><b>Notă:</b> pentru perechea corectă de substanțe - 1 p.; pentru ecuația reacției 1 p. (0,5 p. pentru formulele corecte ale substanțelor și 0,5 p. pentru coeficienții corecți). Sunt acceptate și alte variante corecte.</p>	2 p.	
<p><b>Problema</b></p> <p><b>1.</b></p>	<p>La răcirea până la 20°C a unei soluții apoase <b>A</b> cu masa de 150 g, în care partea de masă a nitratului unui metal necunoscut la temperatura 60°C este egală cu 36,0%, s-au obținut 66,6 g de precipitat <b>B</b>.</p> <p>Precipitatul obținut a fost filtrat. O jumătate din precipitat a fost adăugată la 200 g soluție de nitrat de argint(I) cu partea de masa a substanței dizolvate de 5%. Ca rezultat, s-a obținut soluția <b>C</b>. În soluția <b>C</b> s-a introdus 6,22 g de pulbere, care reprezintă un amestec echimolar de zinc și plumb. După finalizarea reacțiilor, pulberea a fost filtrată, uscată și masa ei a devenit egală cu 9,75 g (pulberea <b>D</b>).</p> <p>A doua jumătate de precipitat <b>B</b> a fost încălzită la 250°C până la masă constantă. Gazul degajat în acest proces este de 1,259 ori mai ușor decât oxigenul (la această temperatură), iar masa rezidului solid a devenit 4,53 g. Se știe că în procesul de descompunere metalul nu își schimbă starea de oxidare.</p> <p>Determinați formula precipitatului <b>B</b> și părțile de masă ale substanțelor în pulberea <b>D</b>. Confirmați răspunsurile cu calcule. Scrieți ecuațiile tuturor reacțiilor care au avut loc.</p> <p><b>Rezolvare:</b></p> <p>Masa nitratului de metal necunoscut dizolvat la 60°C:</p>	20 p.	<p>1 p.</p>

	$m_{60^{\circ}\text{C}}(\text{Me}(\text{NO}_3)_y) = m_{1,\text{sol}} \cdot \omega_1(\text{Me}(\text{NO}_3)_y) = 150 \text{ g} \cdot 0,360 = 54,0 \text{ g}$ <p>La răcire, masa precipitatului este mai mare decât masa sării din soluție =&gt; se sedimentează un cristalohidrat.</p> <p>În soluție rămâne o anumită cantitate de nitrat de metal, respectiv masa nitratului de metal calculată nu ne permite să stabilim nici formula nitratului, nici formula cristalohidratului.</p> <p><b>Notă:</b> 1 p. este acordat pentru concluzia că precipitatul <b>B</b> este un cristalohidrat.</p>		
	<p>Trecem la partea de problemă legată de descompunerea sedimentului.</p> <p>Determinăm masa molară a gazului:</p> $M(\text{gaz}) = \frac{M(\text{O}_2)}{1,259} = \frac{32 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{1,259} = 25,42 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$	1 p.	
	<p>La descompunerea nitraților se formează oxigen sau un amestec de oxigen și dioxid de azot. Un astfel de amestec de gaze nu poate avea o masă molară mai mică decât cea a oxigenului, ceea ce încă o dată confirmă că substanța <b>B</b> a fost un cristalohidrat. Pe lângă oxigen sau un amestec de <math>\text{O}_2</math> și <math>\text{NO}_2</math>, se elimină și vapori de apă (<math>M(\text{H}_2\text{O}) = 18 \frac{\text{g}}{\text{mol}}</math>), care micșorează masa molară medie la <math>25,42 \text{ g/mol}</math>.</p>		
	<p>Analizăm varianta de descompunere până la nitriți:</p> $\text{Me}(\text{NO}_3)_y \cdot n \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{t^{\circ}} \text{Me}(\text{NO}_2)_y + \frac{y}{2} \text{O}_2 + n \text{H}_2\text{O}$ $\bar{M} = \frac{m(\text{amestec})}{v(\text{amestec})} = \frac{m(\text{O}_2) + m(\text{H}_2\text{O})}{v(\text{O}_2) + v(\text{H}_2\text{O})}$ <p>Pentru comoditate, considerăm descompunerea a 1 mol de acest cristalohidrat:</p> $\bar{M} = \frac{\frac{y}{2} \text{ mol} \cdot 32 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + n \text{ mol} \cdot 18 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{\frac{y}{2} \text{ mol} + n \text{ mol}} = \frac{16y + 18n}{0,5y + n} \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 25,42 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ $\frac{16y + 18n}{0,5y + n} = 25,42$ $16y + 18n = 12,71y + 25,42n$ $7,42n = 3,29y$ $n = 0,4434 \cdot y$ <p>Chiar dacă în acest caz pentru numărul de molecule de apă (n) obținem un număr fracționar, continuăm să analizăm această variantă, deoarece există cristalohidrați cu un număr fracționar de molecule de apă.</p> $\frac{v(\text{Me}(\text{NO}_3)_y \cdot 0,4434y \text{H}_2\text{O})}{1} = \frac{v(\text{Me}(\text{NO}_2)_y)}{1}$ $\frac{m(\text{Me}(\text{NO}_3)_y \cdot 0,4434y \text{H}_2\text{O})}{M(\text{Me}(\text{NO}_3)_y \cdot 0,4434y \text{H}_2\text{O})} = \frac{m(\text{Me}(\text{NO}_2)_y)}{M(\text{Me}(\text{NO}_2)_y)}$ <p>Fie masa molară a metalului <math>M(\text{Me}) = a \frac{\text{g}}{\text{mol}}</math></p>		

$\frac{33,3 \text{ g}}{(a + 62 \cdot y + 0,4434y \cdot 18) \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = \frac{4,53 \text{ g}}{(a + 46 \cdot y) \frac{\text{g}}{\text{mol}}}$ $33,3 \cdot a + 1531,8 \cdot y = 4,53 \cdot a + 317,01 \cdot y$ $28,77 \cdot a = -1214,79 \cdot y$ <p>=&gt; nu se potrivește nici un metal.</p>		
<p>Analizăm descompunerea unui cristalohidrat al nitrului de metal cu activitate medie, care decurge cu formarea unui oxid de metal. Starea de oxidare a metalului nu se schimbă, astfel varianta unui metal inactiv, a cărui descompunere duce la formarea metalului în loc de oxid, nu este potrivită. De asemenea, nu sunt potrivite variantele pentru descompunerea nitrului de fier(II) și a nitrului de mangan(II).</p> $\text{Me}(\text{NO}_3)_y \cdot n \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{t^\circ} \frac{1}{2} \text{Me}_2\text{O}_y + y \text{NO}_2 + \frac{y}{4} \text{O}_2 + n \text{H}_2\text{O}$		
<p>În acest caz amestecul gazos este format din NO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> și H<sub>2</sub>O. Să exprimăm masa molară medie a acestui amestec:</p> $\bar{M} = \frac{m(\text{amestec})}{v(\text{amestec})} = \frac{m(\text{NO}_2) + m(\text{O}_2) + m(\text{H}_2\text{O})}{v(\text{NO}_2) + v(\text{O}_2) + v(\text{H}_2\text{O})}$ <p>Pentru comoditate, considerăm descompunerea a 1 mol de cristalohidrat:</p> $\bar{M} = \frac{y \text{ mol} \cdot 46 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + \frac{y}{4} \text{ mol} \cdot 32 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + n \text{ mol} \cdot 18 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{y \text{ mol} + \frac{y}{4} \text{ mol} + n \text{ mol}}$ $= \frac{46y + 8y + 18n}{1,25y + n} \frac{\text{g}}{\text{mol}} = \frac{54y + 18n}{1,25y + n} \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ <p>Atunci:</p> $\frac{54y + 18n}{1,25y + n} = 25,42$ $54y + 18n = 25,42 \cdot (1,25y + n)$ $54y + 18n = 31,775y + 25,42n$ $7,42n = 22,225y$ $n = 2,995 \cdot y$ $n \approx 3y$	2 p.	
<p>Atunci forma nouă de reprezentare a ecuației reacției de descompunere este:</p> $\text{Me}(\text{NO}_3)_y \cdot 3y \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{t^\circ} \frac{1}{2} \text{Me}_2\text{O}_y + y \text{NO}_2 + \frac{y}{4} \text{O}_2 + 3y \text{H}_2\text{O}$		
$\frac{v(\text{Me}(\text{NO}_3)_y \cdot 3y \text{H}_2\text{O})}{1} = \frac{v(\text{Me}_2\text{O}_y)}{1/2}$ $\frac{m(\text{Me}(\text{NO}_3)_y \cdot 3y \text{H}_2\text{O})}{M(\text{Me}(\text{NO}_3)_y \cdot 3y \text{H}_2\text{O})} = \frac{2 \cdot m(\text{Me}_2\text{O}_y)}{M(\text{Me}_2\text{O}_y)}$ <p>Fie masa molară a metalului <math>M(\text{Me}) = a \frac{\text{g}}{\text{mol}}</math></p>	3 p.	

$\frac{33,3 \text{ g}}{(a + 62 \cdot y + 3y \cdot 18) \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = \frac{2 \cdot 4,53 \text{ g}}{(2 \cdot a + 16 \cdot y) \frac{\text{g}}{\text{mol}}}$ $66,6 \cdot a + 532,8 \cdot y = 9,06 \cdot a + 1050,96 \cdot y$ $57,54 \cdot a = 518,16 \cdot y$ $a = 9 \cdot y$ <p>Încercăm diferite valori ale valenței metalului (y).</p> <p>Dacă y=1 <math>M(\text{Me}) = 9 \frac{\text{g}}{\text{mol}}</math> - Be – nu se potrivește după valență</p> <p>Dacă y=2 <math>M(\text{Me}) = 18 \frac{\text{g}}{\text{mol}}</math> - nu se potrivește</p> <p>Dacă y=3 <math>M(\text{Me}) = 27 \frac{\text{g}}{\text{mol}}</math> - Al – este potrivit după valență și modalitatea de descompunere.</p> <p><b>Notă:</b> 3 p. pentru determinarea metalului necunoscut confirmat prin calcule. Doar indicarea aluminiului fără confirmare prin calcule – 1 p.</p>		
<p>Atunci <math>n = 3y = 3 \cdot 3 = 9</math></p> <p>Formula sedimentului <b>B</b>: <math>\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}</math></p>	2 p.	
$\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{t^\circ} \frac{1}{2} \text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{NO}_2 + \frac{3}{4} \text{O}_2 + 9\text{H}_2\text{O}$ $4\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{t^\circ} 2\text{Al}_2\text{O}_3 + 12\text{NO}_2 + 3\text{O}_2 + 36\text{H}_2\text{O}$ <p><b>Notă:</b> dacă această ecuație lipsește, atunci 3 p. sunt acordate pentru ecuația</p> $\text{Me}(\text{NO}_3)_y \cdot n\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{t^\circ} \frac{1}{2} \text{Me}_2\text{O}_y + y\text{NO}_2 + \frac{y}{4} \text{O}_2 + n\text{H}_2\text{O}, \text{ cu condiția că}$ <p>formula cristalohidratului a fost determinată corect.</p>	3 p.	
<p>Acum rezolvăm partea problemei legată de reacțiile cu pulberea metalică.</p> <p>Determinăm cantitatea de nitrat de argint(I) în soluție:</p> $v_2(\text{AgNO}_3) = \frac{m_2(\text{AgNO}_3)}{M(\text{AgNO}_3)} = \frac{m_{2,\text{sol}} \cdot \omega_2(\text{AgNO}_3)}{M(\text{AgNO}_3)} = \frac{200 \text{ g} \cdot 0,05}{170 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,05882 \text{ mol}$	1 p.	
<p>Pulberea introdusă în această soluție este un amestec echimolar de zinc și plumb.</p> <p>Atunci:</p> $m(\text{pulbere}) = m(\text{Zn}) + m(\text{Pb}) = v(\text{Zn}) \cdot M(\text{Zn}) + v(\text{Pb}) \cdot M(\text{Pb})$ $v(\text{Zn}) = v(\text{Pb}) = b \text{ mol}$ $b \text{ mol} \cdot 65 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + b \text{ mol} \cdot 207 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 6,22 \text{ g}$ $272 b = 6,22$ $b = 0,02287$ $v(\text{Zn}) = v(\text{Pb}) = 0,02287 \text{ mol}$	1 p.	
<p>Zincul este capabil să reducă argintul din soluție, și plumbul este, de asemenea, capabil să reducă argintul din soluție. Soluția conține și nitrat de aluminiu, dar el nu va reacționa cu pulberile de zinc și plumb, deoarece aluminiul este un metal mai activ.</p>	2 p.	

$2\text{AgNO}_3 + \text{Zn} = \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{Ag}$ $\text{Pb} + 2\text{AgNO}_3 = \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{Ag}$		
<p>Zincul, ca un metal mai activ, va reacționa în primul rând:</p> $2\text{AgNO}_3 + \text{Zn} = \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{Ag}$ $\frac{0,02287}{1} < \frac{0,05882}{2} \Rightarrow \text{pentru această reacție zincul va fi insuficient, adică va reacționa complet.}$ <p>Atunci cantitatea rămasă de nitrat de argint(I) este:</p> $v_{\text{răm}}(\text{AgNO}_3) = 0,05882 \text{ mol} - 2 \cdot 0,02287 \text{ mol} = 0,01308 \text{ mol}$ <p><b>Notă:</b> 0,5 p. pentru determinarea corectă a consecutivității proceselor; 0,5 p. pentru determinarea corectă a cantității de nitrat de argint(I) rămasă după reacția cu zincul.</p>	1 p.	
$\text{Pb} + 2\text{AgNO}_3 = \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{Ag}$ $\frac{0,02287}{1} > \frac{0,01308}{2} - \text{pentru această reacție, plumbul este în exces.}$		
<p>Atunci, pulberea <b>D</b> va consta din argint și excesul de plumb:</p> $v_{\text{pulbere D}}(\text{Pb}) = 0,02287 \text{ mol} - \frac{0,01308}{2} \text{ mol} = 0,01633 \text{ mol}$ $v_{\text{pulbere D}}(\text{Ag}) = v_2(\text{AgNO}_3) = 0,05882 \text{ mol}$ $m_{\text{pulbere D}}(\text{Pb}) = v_{\text{pulbere D}}(\text{Pb}) \cdot M(\text{Pb}) = 0,01633 \text{ mol} \cdot 207 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 3,380 \text{ g}$ $m_{\text{pulbere D}}(\text{Ag}) = v_{\text{pulbere D}}(\text{Ag}) \cdot M(\text{Ag}) = 0,05882 \text{ mol} \cdot 108 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 6,353 \text{ g}$ <p><b>Notă:</b> câte 0,5 p. pentru cantitățile de substanță corecte ale plumbului și argintului în pulberea <b>D</b>; câte 0,5 p. pentru masele corecte de plumb și argint în pulberea <b>D</b>.</p>	2 p.	
<p>Masa totală de pulbere: <math>m(\text{D}) = 3,380 + 6,353 = 9,733 \text{ g}</math> - coincide cu masa din condiția problemei.</p>		
<p>Părțile de masă:</p> $\omega(\text{Pb}) = \frac{m_{\text{pulbere D}}(\text{Pb})}{m(\text{pulbere D})} = \frac{3,380 \text{ g}}{9,733 \text{ g}} = 0,3473 = 34,73\%$ $\omega(\text{Ag}) = \frac{m_{\text{pulbere D}}(\text{Ag})}{m(\text{pulbere D})} = \frac{6,353 \text{ g}}{9,733 \text{ g}} = 0,6527 = 65,27\%$	1 p.	
<p>Partea problemei legată de pulberea metalică ar putea fi rezolvată fără a identifica metalul necunoscut.</p> <p>Deoarece nitrații metalelor inactive, a căror activitate este mai mică decât cea a argintului, se descompun cu formarea substanțelor simple metalice, iar conform condiției, starea de oxidare a metalului nu se modifică în reacția de descompunere, se poate concluziona că metalul necunoscut este mai activ decât argintul.</p> <p>Atunci, în primul rând, va avea loc reacția dintre zinc și nitratul de argint(I). Tot zincul va fi consumat în această reacție. În continuare, plumbul va reacționa cu argintul rămas. După cum se arată mai sus, plumbul rămâne în exces. Calculând</p>		

	<p>masa de argint și plumb în pulberea <b>D</b>, luând în considerare numai aceste două reacții, se obține masa pulberii <b>D</b>, care coincide cu masa din condiție. În consecință, plumbul rămas în pulbere nu mai reacționează cu nitratul metalului necunoscut.</p>		
	<p><b>Notă:</b> sunt acceptate și alte variante de soluții corecte care respectă pe deplin condiția problemei.</p>		
<p><b>Problema 2.</b></p>	<p>La un amestec de hidrură de sodiu și carbură de aluminiu s-au adăugat 200 g de apă. Ca rezultat, s-au format o soluție adevărată (soluția <b>A</b>) și gaz <b>B</b>. Gazul a fost ars în exces de oxigen. La răcirea produșilor de ardere, s-au condensat 2,998 g apă.</p> <p>Dacă la soluția <b>A</b> se adaugă treptat o soluție de acid sulfuric (<math>\rho = 1,140 \text{ g/cm}^3</math>; <math>\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = 20,08\%</math>), în sistem apare un precipitat, modificarea masei căruia la nivel calitativ poate fi reprezentată sub forma unui grafic:</p>  <p>S-a constatat, că volumul soluției de acid sulfuric, care a fost adăugat la soluția <b>A</b> pentru ca precipitatul format inițial să se dizolve, constituie 51,22 mL.</p> <p>Determinați densitatea gazului <b>B</b> în condiții normale, precum și masa maximă de precipitat care se formează în procesul adăugării acidului sulfuric (momentul <b>Y</b> în grafic).</p> <p>Scrieți ecuațiile tuturor reacțiilor care decurg la adăugarea apei la amestecul inițial, la arderea gazului <b>B</b>, la adăugarea acidului sulfuric în zonele <b>X1</b>, <b>X2</b>, <b>X3</b> în grafic.</p>	<p><b>12 p.</b></p>	
	<p><b>Rezolvare:</b></p> <p>Reacțiile care au loc atunci când amestecul inițial este dizolvat în apă:</p> $\text{NaH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$ $\text{Al}_4\text{C}_3 + 12\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{CH}_4 \uparrow$ <p>Deoarece s-a format o soluție adevărată, tot hidroxidul de aluminiu care s-a format inițial, trebuie să se dizolve. Hidroxidul de aluminiu este o bază amfoteră, deci se dizolvă în exces de baza alcalină:</p> $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{NaOH} \longrightarrow \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ <p><b>Notă:</b></p> <p>Sunt acceptate și alte variante de scriere a proceselor, de exemplu:</p> $\text{Al}_4\text{C}_3 + 4\text{NaH} + 16\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 4\text{H}_2 \uparrow + 3\text{CH}_4 \uparrow$ $\text{NaH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$ <p>Aceste două reacții de asemenea descriu pe deplin procesele care au loc.</p>	<p>3 p.</p>	

<p>Sunt acceptate și variantele cu formarea de <math>\text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]</math>, <math>\text{Na}[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_2(\text{OH})_4]</math> și alte combinații complexe care se formează în acest sistem.</p>	
<p>Reacțiile de ardere a amestecului de gaze:  <math>2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}</math>  <math>\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}</math></p>	2 p.
<p>Reacțiile care decurg atunci când se adaugă acid sulfuric:  <b>Zona X1:</b>  <math>2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}</math>  <b>și/sau</b>  <del><math>\text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6] + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]</math></del>  <b>Zona X2:</b>  <math>2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow</math>  <b>Zona X3:</b>  <math>2\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{H}_2\text{O}</math>  <b>Notă:</b> câte 1 p. pentru reacția în fiecare zonă.</p>	3 p.
<p>Notăm cantitatea de substanță NaH ca x mol, iar cantitatea de substanță <math>\text{Al}_4\text{C}_3</math> ca y mol.</p>	
<p>Cantitatea de substanță de apă:  <math display="block">v(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{2,998 \text{ g}}{18 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,1666 \text{ mol}</math></p>	0,25 p.
<p>Pe de altă parte, cantitatea de substanță de apă formată:  <math display="block">v(\text{H}_2\text{O}) = v_{\text{ardere H}_2}(\text{H}_2\text{O}) + v_{\text{ardere CH}_4}(\text{H}_2\text{O}) = v(\text{H}_2) + 2 \cdot v(\text{CH}_4) =</math> <math display="block">= v(\text{NaH}) + 2 \cdot 3 \cdot v(\text{Al}_4\text{C}_3) = x \text{ mol} + 2 \cdot 3 \cdot y \text{ mol} = (x + 6 \cdot y) \text{ mol}</math> <p>Atunci:  <math>x + 6 \cdot y = 0,1666</math></p> </p>	0,5 p.
<p>Cantitatea de substanță a acidului sulfuric:  <math display="block">v(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{M(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{m_{\text{sol}}(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot \omega(\text{H}_2\text{SO}_4)}{M(\text{H}_2\text{SO}_4)} =</math> <math display="block">= \frac{V_{\text{sol}}(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot \rho_{\text{sol}}(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot \omega(\text{H}_2\text{SO}_4)}{M(\text{H}_2\text{SO}_4)} =</math> <math display="block">= \frac{51,22 \text{ ml} \cdot 1,140 \frac{\text{g}}{\text{ml}} \cdot 0,2008}{98 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,1196 \text{ mol}</math> </p>	0,75 p.
<p>Pe de altă parte, cantitatea de substanță <math>\text{H}_2\text{SO}_4</math>:  <math display="block">v(\text{H}_2\text{SO}_4) = v_{\text{reacția cu NaOH}}(\text{H}_2\text{SO}_4) + v_{\text{reacția cu Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]}(\text{H}_2\text{SO}_4) =</math> <math display="block">= \frac{1}{2} \cdot v(\text{NaH}) + \frac{3}{2} \cdot 4 \cdot v(\text{Al}_4\text{C}_3) = \frac{x}{2} \text{ mol} + 6 \cdot y \text{ mol} = \left(\frac{x}{2} + 6 \cdot y\right) \text{ mol}</math> </p>	0,5 p.

	$\frac{x}{2} + 6 \cdot y = 0,1196$ $x + 12 \cdot y = 0,2392$		
	Rezolvând sistemul de ecuații, obținem: $y = 0,0121$ $x = 0,0940$	0,5 p.	
	Masa maximă a sedimentului: $m_{\max}(\text{Al}(\text{OH})_3) = 4y \text{ mol} \cdot M(\text{Al}(\text{OH})_3) = 4 \cdot 0,0121 \text{ mol} \cdot 78 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 3,775 \text{ g}$	0,5 p.	
	Gazul este format din $x$ mol $\text{H}_2$ și $3y$ mol $\text{CH}_4$ Atunci densitatea gazului <b>B</b> în condiții normale: $\rho(\text{gaz}) = \frac{0,0940 \cdot 2 + 3 \cdot 0,0121 \cdot 16}{(0,0940 + 3 \cdot 0,0121) \cdot 22,4} = 0,263 \frac{\text{g}}{\text{L}}$	1 p.	
	<b>Notă:</b> sunt acceptate și alte variante de rezolvare corectă, care respectă pe deplin condiția problemei.		
<b>Problema 3.</b>	Este prezentată schema de transformări: <p>Se știe că <math>\text{X}_1 - \text{X}_7</math> sunt substanțe diferite și conțin în compoziția sa metalul <b>A</b>. În substanța <math>\text{X}_1</math>, fracția molară a oxigenului este de 66,7%, iar în <math>\text{X}_2 - 57,1\%</math>. <math>\text{X}_1</math> și <math>\text{X}_2</math> au aceeași compoziție calitativă. Partea de masă a metalului <b>A</b> în compusul <math>\text{X}_2</math> este de 27,9%. <math>\text{X}_5</math> este un compus binar cu fracția molară a oxigenului de 66,7% și partea de masă a oxigenului de 36,8%.</p> <p>Reacțiile <b>1, 2, 4, 6, 7</b> sunt reacții de oxido-reducere (decurg cu schimbarea gradului de oxidare a elementului <b>A</b>), iar reacțiile <b>3, 5, 8</b> au loc fără modificarea stărilor de oxidare.</p> <p>Se știe că în reacția <b>1</b> nu se degajă gaz, iar în reacția <b>2</b> se degajă o substanță simplă gazoasă. Reacțiile <b>4</b> și <b>6</b> sunt reacții de descompunere. În reacția <b>4</b>, unul dintre produși este o substanță simplă. În reacția <b>6</b>, toți produșii sunt substanțe binare.</p> <p>Propuneți o variantă a formulelor substanțelor <math>\text{X}_1 - \text{X}_7</math> care îndeplinește toate condițiile problemei și scrieți ecuațiile reacțiilor <b>1 - 8</b>.</p>		<b>17 p.</b>
	<b>Rezolvare:</b> Datele numerice ale problemei ne permit să determinăm formulele unor substanțe. Cel mai simplu este de a începe cu substanța $\text{X}_5$ . Este un compus binar ce conține oxigen. Deoarece fracția molară a oxigenului este de 66,7%, adică $\frac{2}{3}$ dintre atomi sunt atomi de oxigen, în forma generală formula poate fi scrisă ca $\text{AO}_2$ . Atunci masa atomică relativă a metalului <b>A</b> este: $A_r(\text{A}) = \frac{2 \cdot 16}{0,368} \cdot (1 - 0,368) = 55 \Rightarrow \text{metalul A} - \text{Mn}$		

	<p>În <math>X_2</math>, fracția molară a atomilor de oxigen este 57,1%. Dacă o transformăm într-o fracție ordinară, obținem 4/7. Adică, putem presupune că molecula acestei substanțe conține 7 atomi, dintre care 4 sunt atomi de oxigen.</p> <p>Fracția de masă a lui A în <math>X_2</math> este de 27,9%. Să presupunem că există 1 atom de mangan în această substanță. Atunci masa molară pentru <math>X_2</math> este:</p> $M(X_2) = \frac{M(\text{Mn})}{\omega(\text{Mn})} = \frac{55 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{0,279} = 197 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ <p>Atunci masa molară a celui de-al treilea element, care se conține în număr de doi atomi în această substanță:</p> $M(E) = \frac{M(X_2) - M(\text{Mn}) - 4 \cdot M(\text{O})}{2} = \left( \frac{197 - 55 - 4 \cdot 16}{2} \right) \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 39 \frac{\text{g}}{\text{mol}} -$ <p>acesta este potasiul (K).</p> <p>Atunci formula substanței este <math>X_2 - K_2MnO_4</math></p> <p><math>X_1</math> are aceeași compoziție calitativă ca <math>X_2</math>. În același timp, fracția molară a oxigenului în acesta este de 66,7%, adică 2/3 dintre atomi sunt atomi de oxigen  <math>\Rightarrow X_1 - KMnO_4</math>.</p>		
	<p>Una dintre variantele posibile:  <math>X_1 - KMnO_4</math>; <math>X_2 - K_2MnO_4</math>; <math>X_3 - MnCl_2</math>; <math>X_4 - Mn(OH)_2</math>; <math>X_5 - MnO_2</math>; <math>X_6 - Mn(NO_3)_2</math>; <math>X_7 - MnSO_4</math>.</p> <p><b>Notă:</b> pentru formulele compușilor <math>X_1</math>, <math>X_2</math>, <math>X_5</math> care îndeplinesc toate condițiile – câte 1 p.; pentru formulele compușilor <math>X_3</math>, <math>X_4</math>, <math>X_6</math>, <math>X_7</math> care îndeplinesc toate condițiile – câte 0,5 p.</p>	5 p.	
	1) $2KMnO_4 + Na_2SO_3 + 2KOH \rightarrow 2K_2MnO_4 + Na_2SO_4 + H_2O$	2 p.	
	2) $K_2MnO_4 + 8HCl \rightarrow 2Cl_2 + MnCl_2 + 2KCl + 4H_2O$	2 p.	
	3) $MnCl_2 + 2NaOH \rightarrow Mn(OH)_2 \downarrow + 2NaCl$	1 p.	
	4) $2KMnO_4 \xrightarrow{t} K_2MnO_4 + MnO_2 + O_2 \uparrow$	2 p.	
	5) $Mn(OH)_2 + 2HNO_3 \rightarrow Mn(NO_3)_2 + 2H_2O$	1 p.	
	6) $Mn(NO_3)_2 \xrightarrow{t} MnO_2 + 2NO_2 \uparrow$	1 p.	
	7) $2KMnO_4 + 3H_2SO_4 + 5Na_2SO_3 \rightarrow 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 5Na_2SO_4 + 3H_2O$	2 p.	
	8) $MnSO_4 + 2NaOH \rightarrow Mn(OH)_2 \downarrow + Na_2SO_4$	1 p.	
	<p><b>Notă:</b> orice altă varianta de soluție se acceptă și se evaluează în mod analog orice altă variant de rezolvare, care îndeplinește pe deplin toate condițiile.</p>		