

**OLIMPIADA REPUBLICANĂ LA CHIMIE**

**Turul teoretic, 14 martie 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> Numărul total de protoni, neutroni și electroni în molecula de fosfor alb, care conține atomi ai aceluiși izotop, este egal cu 180. Această moleculă este formată de izotopul:    <b>a)</b> <math>^{29}\text{P}</math>;    <b>b)</b> <math>^{30}\text{P}</math>;    <b>c)</b> <math>^{31}\text{P}</math>;    <b>d)</b> <math>^{32}\text{P}</math>.</p> <p><b>Răspuns:</b> <b>b)</b> <math>^{30}\text{P}</math></p> <p><b>O variantă de rezolvare:</b> molecula de fosfor alb este alcătuită din 4 atomi (<math>\text{P}_4</math>). Numărul de protoni și electroni într-un atom de fosfor este egal cu 15 (numărul atomic). Numărul de neutroni, se calculează prin diferența <math>A_r - 15</math>. Respectiv, <math>4(15 + (A_r - 15) + 15) = 180</math>. De unde obținem: <math>A_r = 30</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.	<b>14 p.</b>
	<p><b>2.</b> Sunt greu fuzibili și foarte duri compușii cu rețea cristalină:</p> <p align="center"><b>a)</b> ionică;                      <b>b)</b> metalică;                      <b>c)</b> atomică;                      <b>d)</b> moleculară.</p> <p><b>Răspuns:</b> <b>c)</b> atomică</p> <p><b>Comentariu:</b> Compușii cu rețea cristalină atomică prezintă puncte de topire și duritate extrem de ridicate, datorită rețelei tridimensionale de atomi legați prin legături covalente foarte puternice.</p> <p><b>Notă:</b> este necesar doar răspunsul; pentru răspunsul corect – 0,5 p.; pentru un răspuns greșit – 0 p.</p>	0,5 p.	
	<p><b>3.</b> Este puțin solubil în apă compusul cu hidrogenul al elementului:</p> <p align="center"><b>a)</b> Na;    <b>b)</b> Cl;    <b>c)</b> C;    <b>d)</b> N.</p> <p><b>Răspuns:</b> <b>c)</b> C</p> <p><b>Comentariu:</b> hidrura de sodiu (<math>\text{NaH}</math>), clorura de hidrogen (<math>\text{HCl}</math>) și amoniacul (<math>\text{NH}_3</math>) se dizolvă foarte bine în apă datorită interacțiunii cu ea. Metanul (<math>\text{CH}_4</math>), în care legătura chimică este covalentă slab polară, se dizolvă în apă foarte slab (22,7 mg/L).</p> <p><b>Notă:</b> este necesar doar răspunsul; pentru răspunsul corect – 0,5 p.; pentru un răspuns greșit sau un răspuns multiplu – 0 p.</p>	0,5 p.	
	<p><b>4.</b> Cel mai pronunțat caracter acid manifestă:</p> <p align="center"><b>a)</b> <math>\text{Mn}_2\text{O}_7</math>;    <b>b)</b> <math>\text{MnO}</math>;    <b>c)</b> <math>\text{Mn}_2\text{O}_3</math>;    <b>d)</b> <math>\text{MnO}_2</math>.</p> <p><b>Răspuns:</b> <b>a)</b> <math>\text{Mn}_2\text{O}_7</math></p> <p><b>Comentariu:</b> în stări de oxidare inferioare (+1, +2) oxizii și hidroxizii elementelor manifestă caracter bazic; în stări de oxidare +3 și +4 – se manifestă caracter amfoter; în stări de oxidare superioare (+5, +6, +7) se manifestă caracter acid, și, cel mai pronunțat caracter acid manifestă compusul, în care starea de oxidare a elementului este mai mare.</p> <p><b>Notă:</b> este necesar doar răspunsul; pentru răspunsul corect – 0,5 p.; pentru un răspuns greșit sau un răspuns multiplu – 0 p.</p>	0,5 p.	

	<p><b>5. Metalele alcaline se obțin industrial din cloruri prin:</b></p> <p><b>a)</b> electroliza soluțiilor;                      <b>c)</b> electroliza topiturilor;  <b>b)</b> reducere cu oxid de carbon(II);            <b>d)</b> reducere cu hidrogen.</p> <p><b>Răspuns:</b> c) electroliza topiturilor</p> <p><b>Comentariu:</b> metalele alcaline, fiind foarte active, nu pot fi reduse cu oxid de carbon(II) sau cu hidrogen. În cazul electrolizei soluțiilor clorurilor metalelor alcaline, la catod va avea loc reducerea ionilor de <math>H^+</math> (<math>H_3O^+</math>). Va avea loc procesul de reducere a cationilor metalelor alcaline doar în cazul realizării procesului de electroliză în topituri.</p> <p><b>Notă:</b> este necesar doar răspunsul; pentru răspunsul corect – 0,5 p.; pentru un răspuns greșit sau un răspuns multiplu – 0 p.</p>	0,5 p.	
	<p><b>6. În reacțiile chimice cu nemetalele, atomii metalelor:</b></p> <p><b>a)</b> manifestă doar caracter de oxidant;  <b>b)</b> manifestă doar caracter de reducător;  <b>c)</b> manifestă caracter redox amfoter;  <b>d)</b> nu manifestă proprietăți redox.</p> <p><b>Răspuns:</b> b) manifestă doar caracter de reducător</p> <p><b>Comentariu:</b> atomii metalelor posedă, de regulă, câte 1 sau 2 electroni pe ultimul nivel electronic, pe care îi cedează ușor în reacțiile chimice pentru a obține o configurație stabilă, transformându-se în ioni pozitivi (cationi). Respectiv, pot manifesta doar caracter de reducător.</p> <p><b>Notă:</b> este necesar doar răspunsul; pentru răspunsul corect – 0,5 p.; pentru un răspuns greșit sau un răspuns multiplu – 0 p.</p>	0,5 p.	
	<p><b>7. În intoxicațiile cu cianuri este folosit tiosulfatul de sodiu (<math>Na_2S_2O_3</math>), care le transformă în substanțe mai puțin toxice:</b></p> <p><b>a)</b> sulfați;            <b>b)</b> sulfuri;            <b>c)</b> tiosulfați;            <b>d)</b> tiocianuri.</p> <p><b>Răspuns:</b> d) tiocianuri</p> <p><b>Comentariu:</b> tiosulfatul de sodiu reacționează cu cianurile metalice, formând tiocianuri, care sunt mai puțin toxice:</p> $NaCN + Na_2S_2O_3 \rightarrow NaSCN + Na_2SO_3$ <p><b>Notă:</b> este necesar doar răspunsul; pentru răspunsul corect – 0,5 p.; pentru un răspuns greșit sau un răspuns multiplu – 0 p.</p>	0,5 p.	
	<p><b>8. Într-un aliaj la fiecare 5 atomi de aur revin 2 atomi de cupru. Partea de masă (%) a aurului în acest aliaj alcătuiește:</b></p> <p><b>a)</b> 58,5;            <b>b)</b> 75,8;            <b>c)</b> 88,5;            <b>d)</b> 98,5.</p> <p><b>Răspuns:</b> c) 88,5</p> <p><b>O variantă de rezolvare:</b> <math>A_r(Au) = 197</math>; <math>A_r(Cu) = 64</math>.</p> <p>Masa a 5 atomi de aur este egală cu 985 u.a.m; masa a 2 atomi de cupru, respectiv, 128 u.a.m. Atunci:</p> $\omega(Au) = \frac{985}{985 + 128} \cdot 100\% = 88,5\%$ <p><b>Notă:</b> este necesar doar răspunsul; pentru răspunsul corect – 1,5 p.; pentru un răspuns greșit sau un răspuns multiplu – 0 p.</p>	1,5 p.	

	<p><b>9.</b> Masa amestecului cu volumul 44,8 L (c.n.), alcătuit din doi oxizi ai carbonului, este egală cu 75,2 g. Masa (g) oxidului de carbon(IV) în acest amestec este egală cu:</p> <p style="text-align: center;"><b>a)</b> 22,4;    <b>b)</b> 26,4;    <b>c)</b> 30,1;    <b>d)</b> 52,8.</p> <p><b>Răspuns: d) 52,8</b></p> <p><b>O variantă de rezolvare:</b></p> <p>Fie <math>\nu(CO) = x \text{ mol}</math>, iar <math>\nu(CO_2) = y \text{ mol}</math>.</p> <p>Atunci, <math>m(CO) = 28x \text{ g}</math>, iar <math>m(CO_2) = 44y \text{ g}</math>.</p> <p>Masa amestecului va fi: <math>28x + 44y = 75,2 \text{ g}</math></p> <p>Conform condiției problemei: <math>\nu_{amest} = \frac{44,8 \text{ L}}{22,4 \text{ L/mol}} = 2 \text{ mol}</math>, deci, <math>x + y = 2</math>.</p> <p>Rezolvând sistemul de ecuații:</p> $\begin{cases} 28x + 44y = 75,2 \\ x + y = 2 \end{cases}$ <p>se obține: <math>x = 1,2</math>. Deci, <math>\nu(CO_2) = 1,2 \text{ mol}</math>, iar <math>m(CO_2) = 44y \text{ g} = 52,8 \text{ g}</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>	2 p.	
	<p><b>10.</b> La calcinarea sării Berthollet (<math>KClO_3</math>) cu masa 49 g, o jumătate din ea se descompune cu degajare de gaz, iar cealaltă jumătate – fără degajare de gaz. Partea de masă (%) a clorurii de potasiu în amestecul final este egală cu:</p> <p style="text-align: center;"><b>a)</b> 32,68;    <b>b)</b> 38,01;    <b>c)</b> 47,27;    <b>d)</b> 76,02.</p> <p><b>Răspuns: c) 47,27</b></p> <p><b>O variantă de rezolvare:</b> În lipsa catalizatorului, reacția de descompunere a cloratului de potasiu decurge conform ecuației:</p> $\frac{4KClO_3}{4 \text{ mol}} \xrightarrow{t} \frac{KCl}{1 \text{ mol}} + 3KClO_4 \quad (1)$ <p>În prezență de catalizator, cloratul de potasiu se descompune cu degajare de oxigen, conform ecuației:</p> $\frac{2KClO_3}{2 \text{ mol}} \xrightarrow{t, MnO_2} \frac{2KCl}{2 \text{ mol}} + \frac{3O_2 \uparrow}{3 \text{ mol}} \quad (2)$ <p>Conform condiției <math>\nu(KClO_3) = 0,4 \text{ mol}</math>.</p> <p>0,2 mol <math>KClO_3</math> se descompun conform ecuației (1), formând 0,05 mol (3,725 g) KCl.</p> <p>0,2 mol <math>KClO_3</math> se descompun conform ecuației (2), formând 0,2 mol (14,9 g) KCl și 0,3 mol (9,6 g) <math>O_2</math>.</p> <p>Masa amestecului final este:</p> $m_{\text{final}} = m_{KClO_3} - m_{O_2} = 49 \text{ g} - 9,6 \text{ g} = 39,4 \text{ g}.$ <p>Masa KCl în amestecul final este:</p> $m_{KCl} = m_{1KCl} + m_{2KCl} = 3,725 \text{ g} + 14,9 \text{ g} = 18,625 \text{ g}.$ <p>Atunci, partea de masă (%) a clorurii de potasiu în amestecul final este:</p> $\omega(KCl) = \frac{18,625 \text{ g}}{39,4 \text{ g}} \cdot 100\% = 47,27\%$ <p><b>Notă:</b> este necesar doar răspunsul; pentru răspunsul corect – 2 p.; pentru un răspuns greșit – 0 p.</p>	2 p.	

	<p><b>11.</b> Indicați seria de substanțe, cu ajutorul cărora se pot efectua consecutiv următoarele transformări: <math>\text{CuS} \rightarrow \text{CuO} \rightarrow \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu} \rightarrow \text{Cu(NO}_3)_2</math>:</p> <p>a) <math>\text{H}_2\text{O}</math>; <math>\text{SO}_3</math>; <math>\text{H}_2</math>; <math>\text{NO}</math>;                      c) <math>\text{KOH}</math>; <math>\text{Na}_2\text{SO}_4</math>; <math>\text{Ag}</math>; <math>\text{HNO}_3</math>;  b) <math>\text{O}_2</math>; <math>\text{H}_2\text{SO}_4</math>; <math>\text{Mg}</math>; <math>\text{AgNO}_3</math>;                d) <math>\text{O}_2</math>; <math>\text{SO}_2</math>; <math>\text{H}_2</math>; <math>\text{Fe(NO}_3)_2</math>.</p> <p>Scrieți ecuațiile reacțiilor respective.</p> <p><b>Răspuns:</b> b) <math>\text{O}_2</math>; <math>\text{H}_2\text{SO}_4</math>; <math>\text{Mg}</math>; <math>\text{AgNO}_3</math>  <b>Ecuațiile reacțiilor:</b></p> $2\text{CuS} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{CuO} + 2\text{SO}_2$ $\text{CuO} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{CuSO}_4 + \text{Mg} \rightarrow \text{MgSO}_4 + \text{Cu}$ $\text{Cu} + 2\text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Cu(NO}_3)_2 + 2\text{Ag}$ <p><b>Notă:</b> pentru răspunsul corect – 0,5 p.; pentru fiecare ecuație corectă (cu coeficienți corecți) – 0,5 p.</p>	2,5 p.	
	<p><b>12.</b> Completați ecuația <math>\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4 + \dots</math> cu produșii de reacție și stabiliți coeficienții stoechiometrici.</p> <p><b>Răspuns:</b> <math>2\text{KMnO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}_2 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{MnSO}_4 + 5\text{O}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}</math></p> <p><b>Notă:</b> pentru un răspuns corect 2 p. (1 p. – toate formulele corecte a produșilor de reacție; 1 p. – toți coeficienții corecți).</p>	2 p.	
<p><b>Problema 1.</b></p>	<p>Amestecul de gaze <b>A</b> și <b>B</b> a reacționat complet în apă. Substanța <b>C</b> formată conține oxigen cu o parte de masă de 4 ori mai mare decât partea de masă a carbonului, precum și hidrogen și azot. Densitatea relativă a amestecului gazos inițial după hidrogen este egală cu 15,25. Determinați compușii <b>A</b>, <b>B</b> și <b>C</b>. Justificați răspunsul prin calcule.</p> <p><b>Rezolvare:</b></p> <p>Raportul dintre părțile de masă ale elementelor este identic raportului dintre masele atomilor elementelor din compoziția substanței. Fie substanța <b>C</b> conține un atom de carbon. Atunci, conform condiției, unui atom de carbon îi revin 3 atomi de oxigen. Deci, substanța <b>C</b> reprezintă un carbonat.</p> <p><b>Notă:</b> 2 p. se acordă pentru identificarea restului acidului carbonic și argumentarea acestei concluzii în baza părților de masă ale oxigenului și carbonului.</p> <p>Respectiv, unul din gazele care au reacționat – <b>A</b> – este oxidul de carbon(IV).</p> <p>Conform condiției, densitatea relativă a amestecului gazos inițial după hidrogen este egală cu 15,25. Atunci, masa moleculară medie a amestecului este: <math>\bar{M}_r(\text{amestec}) = 2 \cdot 15,25 = 30,5</math>.</p> <p>Valoarea obținută pentru masa moleculară medie a amestecului inițial indică că, al doilea gaz – <b>B</b>, care trebuie să conțină azot și să posede proprietăți bazice pentru a reacționa cu <math>\text{CO}_2</math>, are o masă moleculară mai mică ca 30,5. Acestor condiții corespunde amoniacul – <math>\text{NH}_3</math>.</p> <p><b>Notă:</b> 3 p. se acordă pentru identificarea amoniacului și argumentarea acestei concluzii în baza masei moleculare medii a amestecului.</p>	<p>2 p.</p> <p>1 p.</p> <p>2 p.</p> <p>3 p.</p>	<p><b>14 p.</b></p>

	<p>Reacția dintre oxidul de carbon(IV) și amoniac în apă poate decurge cu formarea carbonatului sau a hidrogenocarbonatului de amoniu. Pentru a stabili compoziția sării formate, trebuie cunoscut raportul molar dintre gazele reactante, care se poate determina din masa moleculară medie a amestecului.</p> <p>Notăm partea de volum a amoniacului în amestecul inițial prin <math>x</math>. Atunci, partea de volum a oxidului de carbon(IV) va fi <math>(1 - x)</math>. Substituim aceste date în formula de calcul a masei moleculare medii a amestecului de gaze:</p> $\bar{M}_r(\text{amestec}) = 17x + 44(1 - x) = 30,5$ <p>Rezolvând ecuația, se obține <math>x = 0,5</math>. Respectiv, <math>y = 0,5</math>.</p> <p>Respectiv, gazele în amestecul inițial se află în volume egale, deci, și în cantități de substanță egale.</p> <p><b>Notă:</b> 4 p. se acordă pentru determinarea raportului molar a gazelor în amestecul inițial în baza masei moleculare medii a amestecului.</p>	4 p.
	<p>Atunci, gazele vor reacționa conform ecuației:</p> $\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4\text{HCO}_3$ <p>Sarea formată este <math>\text{NH}_4\text{HCO}_3</math> – hidrogenocarbonat de amoniu.</p> <p><b>Notă:</b> 2 p. se acordă pentru identificarea corectă substanței <b>C</b>.</p>	2 p.
	<p><b>Răspuns:</b> Gazele <b>A</b> și <b>B</b> sunt oxidul de carbon(IV) și amoniacul.</p> <p>Substanța <b>C</b> este <math>\text{NH}_4\text{HCO}_3</math> (hidrogenocarbonatul de amoniu).</p> <p><b>Se acceptă și alte variante corecte și logice de rezolvare.</b></p>	
<b>Problema 2.</b>	<p>Un amestec cu masa 70,6 g, alcătuit din două cloruri anhidre de fier, a fost dizolvat în apă și tratat cu exces de nichel metalic. După evaporarea apei din soluția obținută și deshidratarea completă a cristalohidraților inițial formați în amestecul solid (cu formarea sărurilor neutre anhidre), masa reziduului solid a devenit egală cu 79,45 g. Reziduul a fost tratat cu soluție de acid clorhidric (75 mL, 2 mol/L). Ca rezultat se degajă 1,12 L (c.n.) gaz. Calculați părțile de masă (%) ale substanțelor în amestecul inițial. Prezentați calculele dvs. Scrieți ecuațiile tuturor reacțiilor care au avut loc (cu excepția reacțiilor de deshidratare a cristalohidraților).</p>	<b>16 p.</b>
	<b>Rezolvare:</b>	
	<p>Interacțiunea cu nichelul metalic:</p> $2 \text{FeCl}_3 + \text{Ni} = 2 \text{FeCl}_2 + \text{NiCl}_2 \quad (1)$	3 p.
	<p>Reziduul solid obținut după evaporarea apei din soluție și deshidratarea cristalohidraților inițial formați, conține sărurile neutre formate în rezultatul reacției (<math>\text{FeCl}_2</math> și <math>\text{NiCl}_2</math>), <math>\text{FeCl}_2</math> din amestecul inițial, precum și excesul de nichel metalic, care nu a reacționat. La tratarea reziduului solid cu acid clorhidric în rezultatul interacțiunii cu excesul de nichel, se degajă hidrogen.</p>	
	$\text{Ni} + 2 \text{HCl} = \text{NiCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow \quad (2)$	2 p.
	<p>Conform condiției, cantitatea de substanță de gaz degajat:</p> $\nu(\text{H}_2) = \frac{V(\text{H}_2)}{V_m} = \frac{1,12 \text{ L}}{22,4 \frac{\text{L}}{\text{mol}}} = 0,05 \text{ mol}$	1 p.
	<p>Cantitatea de HCl reacționat: <math>\nu_{\text{react.}}(\text{HCl}) = 2 \cdot \nu(\text{H}_2) = 2 \cdot 0,05 \text{ mol} = 0,1 \text{ mol}</math></p> <p>Cantitatea inițială de HCl în soluție:</p>	

	$\nu_0(HCl) = V_0(HCl) \cdot c_0(HCl) = 0,075 \text{ L} \cdot 2 \frac{\text{mol}}{\text{L}} = 0,15 \text{ mol}$ <p>=&gt; acidul a fost luat în exces =&gt; tot excesul de nichel a reacționat.</p>	
	<p>Conform ecuației (2), cantitatea de substanță a nichelului, care nu a reacționat în reacția (1): <math>\nu_{exc.}(Ni) = \nu(H_2) = 0,05 \text{ mol}</math></p>	1 p.
	$m_{exc.}(Ni) = \nu_{exc.}(Ni) \cdot M(Ni) = 0,05 \text{ mol} \cdot 59 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 2,95 \text{ g}$	1 p.
	<p>Atunci masa nichelului, care a reacționat:</p> $m_{react.}(Ni) = m_2(amestec) - m_1(amestec) - m_{exc.}(Ni) =$ $= 79,45 \text{ g} - 70,6 \text{ g} - 2,95 \text{ g} = 5,9 \text{ g}$	3 p.
	$\nu_{react.}(Ni) = \frac{m_{react.}(Ni)}{M(Ni)} = \frac{5,9 \text{ g}}{59 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,1 \text{ mol}$	1 p.
	<p>Atunci conform ecuației (1):</p> $\nu(FeCl_3) = 2 \cdot \nu_{react.}(Ni) = 2 \cdot 0,1 \text{ mol} = 0,2 \text{ mol}$	1 p.
	$m(FeCl_3) = \nu(FeCl_3) \cdot M(FeCl_3) = 0,2 \text{ mol} \cdot 162,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 32,5 \text{ g}$	1 p.
	$\omega(FeCl_3) = \frac{m(FeCl_3)}{m_1(amestec)} = \frac{32,5 \text{ g}}{70,6 \text{ g}} = 0,46 = 46\%$	1 p.
	$\omega(FeCl_2) = 1 - \omega(FeCl_3) = 1 - 0,46 = 0,54 = 54\%$	1 p.
	<p><b>Răspuns:</b> <math>\omega(FeCl_3) = 46\%</math> <math>\omega(FeCl_2) = 54\%</math></p> <p><b>Se acceptă și alte variante corecte și logice de rezolvare.</b></p>	
<b>Problema 3.</b>	<p>Metalul <b>X</b> și compușii lui sunt cunoscuți și folosiți din timpuri străvechi. La prăjirea minereului <b>Y</b>, care conține compusul <b>A</b> al metalului <b>X</b>, se degajă gazul <b>B</b> și se obține un reziduu solid <b>C</b> (reacția 1). Încălzirea compusului <b>C</b> în aer până la 500°C este însoțită de formarea unui compus roșu-portocaliu <b>D</b> (reacția 2), care fiind adăugat la soluția de acid azotic, formează o soluție incoloră și un sediment brun închis <b>E</b> (reacția 3). Gazul <b>B</b> decolorează soluția acidulată de permanganat de potasiu (reacția 4), iar compusul <b>E</b> conferă o culoare violetă soluției acidulate de sulfat de mangan(II) (reacția 5). Pictorii medievali foloseau pigmentul alb <b>Z</b> (în bază de compus <b>F</b>), care în timp se innegrește, datorită formării compusului <b>A</b> (reacția 6). Pentru a restabili culoarea originală a pigmentului <b>Z</b>, restauratorii de artă prelucrează aceste picturi cu soluție de peroxid de hidrogen (reacția 7). Prezentați formulele pentru metalul <b>X</b> și compușii <b>A</b> – <b>F</b>. Denumiți minereul <b>Y</b> și pigmentul <b>Z</b>. Scrieți ecuațiile reacțiilor 1 - 7.</p>	<b>23 p.</b>
	<p><b>Rezolvare:</b></p> <p>Din antichitate sunt cunoscute metalele, care se găsesc în natură fie în stare nativă, fie sub formă de minereuri, care ușor se prelucrează pentru a obține metal.</p> <p>Multe minereuri conțin sulfuri de metale, care, la prăjire în aer se oxidează cu formare de oxid al metalului și oxid de sulf(IV), capabil să reducă soluția acidulată de permanganat (care este un oxidant puternic). Conform condiției gazul degajat la prăjirea minereului necunoscut posedă aceste proprietăți, deci, minereul reprezintă o sulfură. Ușor se prelucrează și minereurile ce conțin carbonați. Acestea, la încălzire în</p>	

<p>aer se descompun în oxid de metal și oxid de carbon(IV), care nu prezintă proprietăți de reducător.</p> <p>În evul mediu pigmenții albi folosiți în pictură se fabricau în baza carbonaților de plumb. În zilele noastre acești pigmenți, care sunt toxici, sunt înlocuiți cu alți pigmenți în bază de oxizi de zinc (alb de zinc), titan (alb de titan) etc.</p> <p>Deci, minereul <b>Y</b> conține sulfură de plumb.</p>	
<b>Metalul X – Pb</b>	0,5 p.
<p>Substanțele <b>A – F</b>:</p> <p><b>A</b> – PbS</p> <p><b>B</b> – SO<sub>2</sub></p> <p><b>C</b> – PbO</p> <p><b>D</b> – Pb<sub>3</sub>O<sub>4</sub></p> <p><b>E</b> – PbO<sub>2</sub></p> <p><b>F</b> – se acceptă oricare din carbonații bazici ai plumbului:</p> <p style="padding-left: 40px;">2PbCO<sub>3</sub> · Pb(OH)<sub>2</sub> sau Pb<sub>3</sub>(OH)<sub>2</sub>(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>;</p> <p style="padding-left: 40px;">PbCO<sub>3</sub> · Pb(OH)<sub>2</sub> sau (PbOH)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> sau Pb<sub>2</sub>(OH)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub></p> <p><b>Notă:</b> câte 1 p. pentru fiecare formulă corectă.</p>	6 p.
<b>Minereul Y – galena</b>	0,5 p.
<b>Pigmentul Z</b> – alb de plumb sau ceruza (se acceptă oricare din cele două denumiri).	1 p.
<p><b>Reacția 1:</b> prăjirea minereului: <math>2\text{PbS} + 3\text{O}_2 \xrightarrow{t} 2\text{PbO} + 2\text{SO}_2</math></p> <p><b>Notă:</b> toate formulele substanțelor scrise corect în ecuația reacției – 1 p., toți coeficienții corecți – 0,5 p.</p>	1,5 p.
<p><b>Reacția 2:</b> încălzirea în aer până la 500°C a PbO este însoțită de formarea Pb<sub>3</sub>O<sub>4</sub> roșu-portocaliu: <math>6\text{PbO} + \text{O}_2 \xrightarrow{500^\circ\text{C}} 2\text{Pb}_3\text{O}_4</math></p> <p><b>Notă:</b> toate formulele substanțelor scrise corect în ecuația reacției – 2 p., toți coeficienții corecți – 0,5 p.</p>	2,5 p.
<p><b>Reacția 3:</b> Pb<sub>3</sub>O<sub>4</sub> este un oxid mixt – PbO · PbO<sub>2</sub>. Oxidul de plumb(II) manifestă proprietăți amfotere, mai pronunțate fiind cele bazice, și, se dizolvă în soluția de acid azotic, iar oxidul de plumb(IV), la care este puternic pronunțat caracterul acid, în soluția de acid azotic nu se va dizolva. În soluție se conține Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, iar sedimentul brun închis este PbO<sub>2</sub>:</p> <p style="text-align: center;"><math>\text{Pb}_3\text{O}_4 + 4\text{HNO}_3 = 2\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{PbO}_2 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}</math></p> <p><b>Notă:</b> toate formulele substanțelor scrise corect în ecuația reacției – 2 p., toți coeficienții corecți – 0,5 p.</p>	2,5 p.
<p><b>Reacția 4:</b> SO<sub>2</sub> decolorează soluția acidulată de permanganat de potasiu:</p> <p style="text-align: center;"><math>5\text{SO}_2 + 2\text{KMnO}_4 + 6\text{HCl} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{MnCl}_2 + 2\text{KCl} + 5\text{H}_2\text{SO}_4</math></p> <p><b>Notă:</b> toate formulele substanțelor scrise corect în ecuația reacției – 1,5 p., toți coeficienții corecți – 0,5 p.</p>	2 p.

	<p><b>Reacția 5:</b> <math>\text{PbO}_2</math> manifestă proprietăți de oxidant și reacționează cu soluția acidulată de sulfat de mangan(II), oxidând <math>\text{Mn}^{+2}</math> până la <math>\text{Mn}^{+7}</math> din ionul permanganat de culoare violetă:</p> $5\text{PbO}_2 + 2\text{MnSO}_4 + 6\text{HNO}_3 = 3\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{PbSO}_4 + 2\text{HMnO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ <p>Se acceptă și:</p> $5\text{PbO}_2 + 2\text{MnSO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = 5\text{PbSO}_4 + 2\text{HMnO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ <p><b>Notă:</b> toate formulele substanțelor scrise corect în ecuația reacției – 2 p., toți coeficienții corecți – 0,5 p.</p>	2,5 p.												
	<p><b>Reacția 6:</b> sub influența hidrogenului sulfurat, carbonatul bazic de plumb se înnegrește datorită formării sulfurii de plumb de culoare neagră:</p> $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2 + 3\text{H}_2\text{S} = 3\text{PbS} + 2\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$ <p>Se acceptă și:</p> $\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2 + 2\text{H}_2\text{S} = 2\text{PbS} + \text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ <p><b>Notă:</b> toate formulele substanțelor scrise corect în ecuația reacției – 1,5 p., toți coeficienții corecți – 0,5 p.</p>	2 p.												
	<p><b>Reacția 7:</b> apa oxigenată oxidează sulfura de plumb neagră până la sulfat de plumb de culoare albă:</p> $2\text{PbS} + 4\text{H}_2\text{O}_2 = \text{PbSO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$ <p><b>Notă:</b> toate formulele substanțelor scrise corect în ecuația reacției – 1,5 p., toți coeficienții corecți – 0,5 p.</p>	2 p.												
<b>Problema 4.</b>	<p>În eprubetele numerotate <b>1 – 6</b> se află câte o soluție din șirul prezentat în tabelul 1 (una și aceeași soluție nu poate fi în diferite eprubete).</p> <p style="text-align: center;">Tabelul 1. Lista soluțiilor și a concentrațiilor lor molare.</p> <table><tr><td>NaCl (0,1 M)</td><td>CuCl<sub>2</sub> (0,1 M)</td><td>BaCl<sub>2</sub> (0,1 M)</td><td>Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> (0,1 M)</td></tr><tr><td>NaOH (0,1 M)</td><td>(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> (0,1 M)</td><td>FeCl<sub>3</sub> (0,1 M)</td><td>AgNO<sub>3</sub> (0,1 M)</td></tr><tr><td>CaI<sub>2</sub> (0,1 M)</td><td>MgSO<sub>4</sub> (0,1 M)</td><td>Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> (0,1 M)</td><td>KMnO<sub>4</sub> (0,1 M)</td></tr></table> <p>Pentru a determina conținutului eprubetelor a fost analizată culoarea soluțiilor și volume egale de soluții s-au amestecat câte două. Observațiile sunt prezentate în tabelul 2.</p>	NaCl (0,1 M)	CuCl <sub>2</sub> (0,1 M)	BaCl <sub>2</sub> (0,1 M)	Cu(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (0,1 M)	NaOH (0,1 M)	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> (0,1 M)	FeCl <sub>3</sub> (0,1 M)	AgNO <sub>3</sub> (0,1 M)	CaI <sub>2</sub> (0,1 M)	MgSO <sub>4</sub> (0,1 M)	Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (0,1 M)	KMnO <sub>4</sub> (0,1 M)	<b>33 p.</b>
NaCl (0,1 M)	CuCl <sub>2</sub> (0,1 M)	BaCl <sub>2</sub> (0,1 M)	Cu(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (0,1 M)											
NaOH (0,1 M)	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> (0,1 M)	FeCl <sub>3</sub> (0,1 M)	AgNO <sub>3</sub> (0,1 M)											
CaI <sub>2</sub> (0,1 M)	MgSO <sub>4</sub> (0,1 M)	Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (0,1 M)	KMnO <sub>4</sub> (0,1 M)											



Tabelul 2. Observații.

Nr. eprubetei	1	2	3	4	5	6
1		–	–	↓ alb	–	↓ alb
2			–	↓ alb	–	–
3				↓ negru-brun	↓ albastru deschis	↓ alb
4					–	↓ alb
5						–
6						
Culoarea-soluției	f/c	f/c	f/c	f/c	albastru deschis	f/c

Notă: “–” – nu este efect vizual (formarea precipitatului sau degajarea gazului);

“↓” – se formează precipitat; “↑” – se degajă gaz; “f/c” – fără culoare (incolor).

Suplimentar, în probe separate de soluții au fost scufundate plăci de zinc și cupru și s-a urmărit dacă se schimbă culoarea soluției (tabelul 3).

Tabelul 3. Schimbarea culorii soluției la scufundarea plăcilor de metal.

Metalul plăcii	Nr. eprubetei					
	1	2	3	4	5	6
cupru	–	–	–	+	–	–
zinc	–	–	–	–	+	–

Notă: “–” – nu se observă schimbarea culorii soluției; “+” – se observă schimbarea culorii soluției.

De asemenea, a fost efectuată electroliza soluțiilor din eprubetele numerotate cu electrozi de platină, în procesul căreia se nota dacă are loc degajare de gaz la electrozi (tabelul 4).

Tabelul 4. Degajarea gazelor la electrozi în procesul de electroliză cu electrozi inerti.

Nr. eprubetei	1	2	3	4	5	6
La anod	↑ (color.)	↑ (color.)	↑ f/c	↑ f/c	↑ f/c	↑ f/c
La catod	↑ f/c	↑ f/c	↑ f/c	–	–	↑ f/c

Notă: “↑” – se degajă gaz; “–” – nu se degajă gaz; “color.” – gaz colorat; “f/c” – gaz incolor (fără culoare).

- Indicați soluția cărei substanțe se află în fiecare dintre eprubetele **1 – 6**.
- Scrieți în formă ionică redusă ecuațiile tuturor reacțiilor care au avut loc în procesul amestecării perechilor de soluții. Indicați între soluțiile din care eprubete s-a produs fiecare reacție (exemplu de prezentare a răspunsului:  
(1) + (2):  $S^{2-} + Hg^{2+} = HgS$ ).
- Scrieți în formă ionică redusă ecuațiile tuturor reacțiilor care au avut loc la scufundarea placilor de cupru și zinc în soluțiile din eprubete **1 – 6**, indicând numărul soluției cu care a avut loc fiecare reacție.
- Scrieți în formă ionică redusă semireacțiile sau ecuațiile electronice ale proceselor care au loc la catod și anod în procesul electrolizei cu electrozi inerti a soluțiilor din eprubetele **1 – 6**. Indicați numărul eprubetei.

e) Electrolyza a fost efectuată în tuburi în formă de U. Care pol al unei surse de curent continuu se conectează la catod? În timpul electrolyzei în ambele brațe ale tubului în formă de U au fost adăugate câteva picături de soluție de fenolftaleină. Alcătuiți și completați pe foile de răspuns un tabel conform modelul prezentat mai jos, indicând culoarea indicatorului în fiecare caz. Argumentați răspunsul.

Electrod	Nr. soluției					
	1	2	3	4	5	6
Catod						
Anod						

#### Rezolvare:

Toate soluțiile cu excepția soluției **5** sunt incolore. Soluția **5** are culoare albastră deschisă =>  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  sau  $\text{CuCl}_2$ .

La electrolyza soluției **5** la anod se degajă un gaz incolor => eprubeta **5** conține soluția de  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ . Schimbarea culorii acestei soluții la scufundarea plăcii de zinc este legată de reducerea ionilor de cupru din soluție și, respectiv, decolorarea ei treptată.

Lipsește alte soluții colorate:  $\text{KMnO}_4$ ;  $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ;  $\text{FeCl}_3$ .

La scufundarea plăcii de cupru în soluția **4** are loc schimbarea culorii soluției => decurge reacția de substituție și soluția devine albastră => soluția **4** conține sarea unui metal mai puțin activ. Unică variantă potrivită – nitratul de argint(I).

Această concluzie este confirmată și de faptul, că la electrolyza soluției **4**, ca și în cazul soluției **5**, nu are loc degajare de gaz la catod, deoarece la acest electrod are loc procesul de reducere a ionilor de metal inactiv.

La electrolyza soluțiilor **1** și **2** la anod are loc degajarea gazelor colorate. Analizând lista substanțelor, poate fi făcută concluzia că în aceste soluții sunt prezente cloruri => în eprubetele **1** și **2** –  $\text{NaCl}$ ,  $\text{BaCl}_2$ .

La electrolyza soluțiilor **3** – **6** la anod se degajă gaze incolore => în eprubetele **3** – **6** se conțin săruri de acizi oxigenați, ai căror anioni nu se oxidează, sau soluția bazei alcaline. Conținutul eprubetelor **4** și **5** deja sunt cunoscute. Analizând lista substanțelor, poate fi făcută concluzia, că în eprubetele **3** și **6** pot fi următoarele substanțe:  $\text{NaOH}$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ .

Nici una din aceste soluții nu reacționează cu placa de cupru. Numai nitratul de plumb(II) și hidroxidul de sodiu reacționează cu zincul, dar, ca rezultat, culoarea soluției nu se schimbă.

Deoarece la interacțiunea clorurilor din eprubetele **1** și **2** cu soluția **6** într-un caz se formează un precipitat, iar în alt caz – nu, atunci în eprubeta **6** nu poate fi  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  și  $\text{NaOH}$  => în eprubeta **6** este  $\text{MgSO}_4$ .

Soluția de nitrat de argint(I) din eprubeta **4** formează cu soluția **3** un precipitat negru-brun => soluția **3** conține  $\text{NaOH}$  dar nu  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ .

La interacțiunea soluției din eprubeta **1** cu soluția de sulfat de magneziu (eprubeta **6**) se formează un precipitat alb, iar soluția din eprubeta **2** cu sulfatul de magneziu nu formează precipitat => în eprubeta **1** se conține  $\text{BaCl}_2$ , iar în eprubeta **2** –  $\text{NaCl}$ .

Aceasta este doar una dintre modalitățile de raționamente care permite identificarea conținutului eprubetelor.

<p>a)</p> <table><tr><th>Nr. eprubetei</th><th>Substanța dizolvată</th></tr><tr><td>1</td><td>BaCl<sub>2</sub></td></tr><tr><td>2</td><td>NaCl</td></tr><tr><td>3</td><td>NaOH</td></tr><tr><td>4</td><td>AgNO<sub>3</sub></td></tr><tr><td>5</td><td>Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub></td></tr><tr><td>6</td><td>MgSO<sub>4</sub></td></tr></table> <p>Notă: câte 2 p. pentru fiecare substanță determinată corect; pentru răspuns multiplu – 0 p.</p>	Nr. eprubetei	Substanța dizolvată	1	BaCl <sub>2</sub>	2	NaCl	3	NaOH	4	AgNO <sub>3</sub>	5	Cu(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	6	MgSO <sub>4</sub>	12 p.
Nr. eprubetei	Substanța dizolvată														
1	BaCl <sub>2</sub>														
2	NaCl														
3	NaOH														
4	AgNO <sub>3</sub>														
5	Cu(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>														
6	MgSO <sub>4</sub>														
<p>b) Ecuatiile reacțiilor care au loc la amestecarea soluțiilor:</p> <table><tr><td>1 + 4</td><td>Ag<sup>+</sup> + Cl<sup>-</sup> = AgCl ↓</td></tr><tr><td>1 + 6</td><td>Ba<sup>2+</sup> + SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> = BaSO<sub>4</sub> ↓</td></tr><tr><td>2 + 4</td><td>Ag<sup>+</sup> + Cl<sup>-</sup> = AgCl ↓</td></tr><tr><td>3 + 4</td><td>2 Ag<sup>+</sup> + 2 OH<sup>-</sup> = Ag<sub>2</sub>O ↓ + H<sub>2</sub>O</td></tr><tr><td>3 + 5</td><td>Cu<sup>2+</sup> + 2 OH<sup>-</sup> = Cu(OH)<sub>2</sub> ↓</td></tr><tr><td>3 + 6</td><td>Mg<sup>2+</sup> + 2 OH<sup>-</sup> = Mg(OH)<sub>2</sub> ↓</td></tr><tr><td>4 + 6</td><td>2 Ag<sup>+</sup> + SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> = Ag<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ↓</td></tr></table> <p>Notă: câte 1 p. pentru fiecare ecuație (0,5 p. pentru formulele corecte ale tuturor substanțelor/ionilor din ecuația reacției; 0,5 p. pentru toți coeficienții corecți).</p> <p><b><u>În cazul unui răspuns multiplu, când pentru interacțiunea soluțiilor din două eprubete sunt propuse mai multe ecuații ionice și cel puțin una nu corespunde conținutului real al eprubetelor, se acordă 0 p.</u></b></p> <p>Ecuatiile moleculare nu sunt evaluate; o ecuație a reacției este evaluată doar dacă substanțele din cele două eprubete au fost determinate corect sau dacă ecuația în formă ionică redusă, corespunzătoare răspunsului eronat, coincide întâmplător cu reacția care a avut loc. Ecuatia reacției nu va fi evaluată dacă nu este indicat la amestecarea soluțiilor din care eprubete s-a produs reacția.</p>	1 + 4	Ag <sup>+</sup> + Cl <sup>-</sup> = AgCl ↓	1 + 6	Ba <sup>2+</sup> + SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> = BaSO <sub>4</sub> ↓	2 + 4	Ag <sup>+</sup> + Cl <sup>-</sup> = AgCl ↓	3 + 4	2 Ag <sup>+</sup> + 2 OH <sup>-</sup> = Ag <sub>2</sub> O ↓ + H <sub>2</sub> O	3 + 5	Cu <sup>2+</sup> + 2 OH <sup>-</sup> = Cu(OH) <sub>2</sub> ↓	3 + 6	Mg <sup>2+</sup> + 2 OH <sup>-</sup> = Mg(OH) <sub>2</sub> ↓	4 + 6	2 Ag <sup>+</sup> + SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> = Ag <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ↓	7 p.
1 + 4	Ag <sup>+</sup> + Cl <sup>-</sup> = AgCl ↓														
1 + 6	Ba <sup>2+</sup> + SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> = BaSO <sub>4</sub> ↓														
2 + 4	Ag <sup>+</sup> + Cl <sup>-</sup> = AgCl ↓														
3 + 4	2 Ag <sup>+</sup> + 2 OH <sup>-</sup> = Ag <sub>2</sub> O ↓ + H <sub>2</sub> O														
3 + 5	Cu <sup>2+</sup> + 2 OH <sup>-</sup> = Cu(OH) <sub>2</sub> ↓														
3 + 6	Mg <sup>2+</sup> + 2 OH <sup>-</sup> = Mg(OH) <sub>2</sub> ↓														
4 + 6	2 Ag <sup>+</sup> + SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> = Ag <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ↓														
<p>c) Ecuatiile reacțiilor care au loc la scufundarea plăcilor de metal:</p> <table><tr><td>Cu + 4</td><td>Cu + 2Ag<sup>+</sup> = Cu<sup>2+</sup> + 2 Ag ↓</td></tr><tr><td>Zn + 4</td><td>Zn + 2Ag<sup>+</sup> = Zn<sup>2+</sup> + 2 Ag ↓</td></tr><tr><td>Zn + 3</td><td>Zn + 2OH<sup>-</sup> + 2H<sub>2</sub>O = [Zn(OH)<sub>4</sub>]<sup>2-</sup> + H<sub>2</sub></td></tr><tr><td>Zn + 5</td><td>Zn + Cu<sup>2+</sup> = Zn<sup>2+</sup> + Cu ↓</td></tr></table> <p>Notă: câte 1 p. pentru fiecare ecuație (0,5 p. pentru formulele corecte ale tuturor substanțelor/ionilor din ecuația reacției; 0,5 p. pentru toți coeficienții corecți). Se acordă 0,5 p. (0,25 p. – formule corecte; 0,25 p. – toți coeficienții corecți) pentru ecuația reacției Zn + 3 scrisă în forma:</p> <p style="text-align: center;"><math>Zn + 2OH^{-} = ZnO_2^{2-} + H_2</math></p> <p><b><u>În cazul unui răspuns multiplu, când pentru interacțiunea soluției cu placa de metal sunt propuse mai multe ecuații ionice și cel puțin una nu corespunde conținutului real al eprubetei, se acordă 0 p.</u></b></p>	Cu + 4	Cu + 2Ag <sup>+</sup> = Cu <sup>2+</sup> + 2 Ag ↓	Zn + 4	Zn + 2Ag <sup>+</sup> = Zn <sup>2+</sup> + 2 Ag ↓	Zn + 3	Zn + 2OH <sup>-</sup> + 2H <sub>2</sub> O = [Zn(OH) <sub>4</sub> ] <sup>2-</sup> + H <sub>2</sub>	Zn + 5	Zn + Cu <sup>2+</sup> = Zn <sup>2+</sup> + Cu ↓	4 p.						
Cu + 4	Cu + 2Ag <sup>+</sup> = Cu <sup>2+</sup> + 2 Ag ↓														
Zn + 4	Zn + 2Ag <sup>+</sup> = Zn <sup>2+</sup> + 2 Ag ↓														
Zn + 3	Zn + 2OH <sup>-</sup> + 2H <sub>2</sub> O = [Zn(OH) <sub>4</sub> ] <sup>2-</sup> + H <sub>2</sub>														
Zn + 5	Zn + Cu <sup>2+</sup> = Zn <sup>2+</sup> + Cu ↓														

	<p>Ecuatiile moleculare nu sunt evaluate; o ecuație a reacției este evaluată doar dacă conținutul eprubetei a fost determinat corect sau dacă ecuația în formă ionică redusă, corespunzătoare răspunsului eronat, coincide întâmplător cu reacția care a avut loc. Ecuația reacției nu va fi evaluată dacă nu este indicat la interacțiunea cu soluția din care eprubetă s-a produs reacția.</p>																													
	<p><b>d)</b> Ecuatiile semireacțiilor la electrozi care au loc la electroliza soluțiilor cu electrozi inerti:</p> <table><tr><th>Nr eprubetei</th><th>La catod</th><th>La anod</th></tr><tr><td><b>1</b></td><td><math>2 H_2O + 2e^- = H_2 + 2 OH^-</math></td><td><math>2Cl^- - 2e^- = Cl_2</math></td></tr><tr><td><b>2</b></td><td><math>2 H_2O + 2e^- = H_2 + 2 OH^-</math></td><td><math>2Cl^- - 2e^- = Cl_2</math></td></tr><tr><td><b>3</b></td><td><math>2 H_2O + 2e^- = H_2 + 2 OH^-</math></td><td><math>4 OH^- - 4e^- = O_2 + 2H_2O</math></td></tr><tr><td><b>4</b></td><td><math>Ag^+ + 1e^- = Ag</math></td><td><math>2H_2O - 4e^- = O_2 + 4H^+</math></td></tr><tr><td><b>5</b></td><td><math>Cu^{2+} + 2e^- = Cu</math></td><td><math>2H_2O - 4e^- = O_2 + 4H^+</math></td></tr><tr><td><b>6</b></td><td><math>2 H_2O + 2e^- = H_2 + 2 OH^-</math></td><td><math>2H_2O - 4e^- = O_2 + 4H^+</math></td></tr></table> <p><b>Notă:</b> câte 0,5 p. pentru fiecare semireacție sau ecuație electronică corectă (0,25 p. pentru formulele corecte ale tuturor particulelor ce participă în proces; 0,25 p. pentru coeficienți stoechiometrici corecți). Dacă sunt scrise atât ecuații electronice cât și semireacțiile, se apreciază varianta care acumulează un punctaj mai mare. Se acordă puncte doar în cazul dacă ecuația semireacției/electronică corespunde cu compoziția adevărată a soluției propuse de către participant în calitate de răspuns. Dacă sunt propuse mai multe variante de răspuns, atunci se apreciază varianta care acumulează un punctaj mai mic.</p> <p>Sunt acceptate ca corecte și variantele de tipul: <math>2H^+ + 2e^- = H_2</math>; <math>2H^+ + 2e^- = H_2^0</math>; etc.</p>	Nr eprubetei	La catod	La anod	<b>1</b>	$2 H_2O + 2e^- = H_2 + 2 OH^-$	$2Cl^- - 2e^- = Cl_2$	<b>2</b>	$2 H_2O + 2e^- = H_2 + 2 OH^-$	$2Cl^- - 2e^- = Cl_2$	<b>3</b>	$2 H_2O + 2e^- = H_2 + 2 OH^-$	$4 OH^- - 4e^- = O_2 + 2H_2O$	<b>4</b>	$Ag^+ + 1e^- = Ag$	$2H_2O - 4e^- = O_2 + 4H^+$	<b>5</b>	$Cu^{2+} + 2e^- = Cu$	$2H_2O - 4e^- = O_2 + 4H^+$	<b>6</b>	$2 H_2O + 2e^- = H_2 + 2 OH^-$	$2H_2O - 4e^- = O_2 + 4H^+$	6 p.							
Nr eprubetei	La catod	La anod																												
<b>1</b>	$2 H_2O + 2e^- = H_2 + 2 OH^-$	$2Cl^- - 2e^- = Cl_2$																												
<b>2</b>	$2 H_2O + 2e^- = H_2 + 2 OH^-$	$2Cl^- - 2e^- = Cl_2$																												
<b>3</b>	$2 H_2O + 2e^- = H_2 + 2 OH^-$	$4 OH^- - 4e^- = O_2 + 2H_2O$																												
<b>4</b>	$Ag^+ + 1e^- = Ag$	$2H_2O - 4e^- = O_2 + 4H^+$																												
<b>5</b>	$Cu^{2+} + 2e^- = Cu$	$2H_2O - 4e^- = O_2 + 4H^+$																												
<b>6</b>	$2 H_2O + 2e^- = H_2 + 2 OH^-$	$2H_2O - 4e^- = O_2 + 4H^+$																												
	<p><b>e)</b> La catod are loc procesul de reducere, prin urmare, catodul se conectează la polul negativ.</p>	1 p.																												
	<table><tr><th rowspan="2">Electrod</th><th colspan="6">Nr. soluției</th></tr><tr><th><b>1</b></th><th><b>2</b></th><th><b>3</b></th><th><b>4</b></th><th><b>5</b></th><th><b>6</b></th></tr><tr><td>Catod</td><td>zmeuriu</td><td>zmeuriu</td><td>zmeuriu</td><td>f/c</td><td>f/c</td><td>zmeuriu</td></tr><tr><td>Anod</td><td>f/c</td><td>f/c</td><td>zmeuriu</td><td>f/c</td><td>f/c</td><td>f/c</td></tr></table> <p><b>Notă:</b> Fiecare răspuns corect +0,25 p. Fiecare răspuns incorect -0,25 p. Se consideră corect răspunsul care coincide cu răspunsurile corecte din tabel și, în același timp, corespunde cu răspunsul participantului la întrebarea d) sau, în lipsa răspunsului d) cu conținutul eprubetelor prezentat de participant (întrebarea a)). În lipsa răspunsului la întrebarea d) și a) – 0 p. Dacă suma punctelor pentru completarea tabelului este negativă se acordă 0 p.</p>	Electrod	Nr. soluției						<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	Catod	zmeuriu	zmeuriu	zmeuriu	f/c	f/c	zmeuriu	Anod	f/c	f/c	zmeuriu	f/c	f/c	f/c	3 p.	
Electrod	Nr. soluției																													
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>																								
Catod	zmeuriu	zmeuriu	zmeuriu	f/c	f/c	zmeuriu																								
Anod	f/c	f/c	zmeuriu	f/c	f/c	f/c																								