

OLIMPIADA LA CHIMIE
Turul teoretic, 15 - 18 martie 2024, Clasa a IX-a
Soluții și barem de evaluare

Total 70 p.

Item	Soluții și norme de evaluare	Punctaj acordat	Total punctaj item
Test	1. Atomul unui element chimic conține 11 electroni pe nivelul trei și 2 electroni pe nivelul patru. Masa atomică relativă a izotopului acestui element, care conține în nucleu 27 neutroni este egală cu: c) 50	1 p.	10 p.
	2. Numărul de neutroni în nucleele fiecăruia din nucleizii ^{27}E , ^{28}E , ^{26}E este egal cu 14. Aceste elemente chimice sunt respectiv: d) aluminiu, siliciu, magneziu	1 p.	
	3. Numărul total de electroni conținuți în ionul hidrogenocarbonat este egal cu: b) 32	1 p.	
	4. În rezultatul adității cationului de hidrogen la molecula de amoniac se modifică: a) valența atomului de azot	1 p.	
	5. Densitatea gheții este _____ densitatea apei. b) mai mică decât	1 p.	
	6. Gradul de disociere nu depinde de: e) presiune	1 p.	
	7. Interacțiunea hidrogenului sulfurat cu oxidul de sulf(IV) este însoțită de formarea: b) S c) H₂O	1 p.	
	<i>Câte 0,5 p. pentru fiecare răspuns corect.</i>		
	8. Pentru a obține fier metalic pur trebuie de tratat Fe ₃ O ₄ cu: c) H₂	1 p.	
	9. La prelucrarea rănilor cu peroxid de hidrogen se formează: a) apă e) oxigen atomic <i>Câte 0,5 p. pentru fiecare răspuns corect.</i> <i>Pentru răspunsul d) oxigen molecular - 0,25 p.</i>	1 p.	
10. În 450 mL apă se dizolvă 50 g Na ₂ B ₄ O ₇ · 10H ₂ O. Partea de masă a substanței dizolvate în soluția obținută este: c) mai mică de 10%	1 p.		

Item	Soluții și norme de evaluare	Punctaj acordat	Total punctaj item
Prob. 1	Partea de masă a fosforului în compusul PAB_3 alcătuieste 30,39%, iar în compusul PA_3B_4 – 18,90%. Stabiliți formulele compușilor respectivi.		4 p.
	Fie $A_r(A) = x$ și $A_r(B) = y$. Aplicând formula de exprimare a părții de masă a unui element în compoziția substanței se obține: $0,3039 = \frac{31}{31 + x + 3y} \quad (1)$ $0,189 = \frac{31}{31 + 3x + 4y} \quad (2)$	2 p.	
	Prin rezolvarea sistemului de ecuații matematice (1) și (2) , se obține: $A_r(A) = 23$ și $A_r(B) = 16$.	1 p.	
	Respectiv, elementul A este sodiul, iar elementul B – oxigenul.	0,5 p.	
	Formulele compușilor: $NaPO_3$ și Na_3PO_4 .	0,5 p.	
	Răspuns: $NaPO_3$ și Na_3PO_4		
	Pentru rezolvarea corectă a problemei prin orice altă metodă se va acorda punctajul maximal.		
Prob. 2	Scriveți ecuațiile reacțiilor (și stabiliți coeficienții stoechiometrici), cu ajutorul cărora, folosind doar reagenții S, Fe, O₂, HCl, HNO₃ și produșii de interacțiune ale acestora, se pot realiza transformările: $S^0 \rightarrow S^{-2} \rightarrow S^{-2} \rightarrow S^{+4} \rightarrow S^{+6} \rightarrow S^{+4} \rightarrow S^{+4}$		9 p.
	$Fe + S \rightarrow FeS$	1 p.	
	$FeS + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2S$	1 p.	
	$2H_2S + 3O_2 \rightarrow 2SO_2 + 2H_2O$	2 p.	
	$3SO_2 + 2HNO_3 + 2H_2O \rightarrow 3H_2SO_4 + 2NO$	2 p.	
	$H_2S + H_2SO_{4(conc.)} \rightarrow S + SO_2 + 2H_2O$	2 p.	
	$SO_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_3$	1 p.	
	Se va acorda punctajul maximal și pentru alte ecuații corecte, care corespund <u>totalmente</u> condiției problemei.		

Prob. 3	În rezultatul interacțiunii complete a 50 mL soluție de sare A cu 50 mL soluție de sare B se formează 2,69 g sediment, care conține 1,5% hidrogen, 14,9% calciu, 23,8% sulf, 24,2% zinc și oxigen. Stabiliți compoziția sării A , sării B și a sedimentului format la interacțiunea lor. Scrieți ecuația reacției și stabiliți coeficienții stoichiometrici. Exprimați conținutul sărurilor în soluțiile inițiale în g/L.	11 p.
Este evident, că la interacțiunea sărurilor A și B se formează cel puțin doi compuși foarte slab solubili în apă.	1 p.	
Partea de masă a oxigenului în sedimentul format este egală: $\omega_{\%}(O) = 100 - 1,5 - 14,9 - 23,8 - 24,2 = 35,6\%$	1 p.	
Exprimăm compoziția sedimentului prin formula: $H_xCa_yS_zZn_mO_n$. Atunci: $x : y : z : m : n = \frac{1,5}{1} : \frac{14,9}{40} : \frac{23,8}{32} : \frac{24,2}{65} : \frac{35,6}{16}$ $x : y : z : m : n = 4 : 1 : 2 : 1 : 6$ Respectiv, compoziția sedimentului poate fi redată prin formula: $H_4CaS_2ZnO_6$.	2 p.	
Acest sediment poate fi prezentat ca amestec de două săruri, una dintre care reprezintă un cristalohidrat, iar sulful, prezent în resturile acide ale sărurilor se află în diferite stări de oxidare. Urmând această logică, se ajunge la următoarea compoziție a sedimentului: ZnS și CaSO₄ · 2H₂O .	1 p.	
Respectiv, sărurile inițiale A și B reprezintă ZnSO₄ și CaS .	1 p.	
Ecuația reacției este: $ZnSO_4 + CaS + 2H_2O \rightarrow ZnS \downarrow + CaSO_4 \cdot 2H_2O \downarrow$	1,5 p.	
Conform condiției: $\nu(H_4CaS_2ZnO_6) = \frac{2,69 \text{ g}}{269 \text{ g/mol}} = 0,01 \text{ mol}$	1 p.	
Respectiv, pentru reacție se consumă câte 0,01 mol de săruri inițiale. Atunci: $m(ZnSO_4) = 0,01 \text{ mol} \cdot 161 \text{ g/mol} = 1,61 \text{ g}$ $m(CaS) = 0,01 \text{ mol} \cdot 72 \text{ g/mol} = 0,72 \text{ g}$	1,5 p.	
Iar concentrațiile (g/L) sărurilor în soluțiile inițiale sunt egale cu: $C(ZnSO_4) = \frac{1,61 \text{ g}}{0,05 \text{ L}} = 32,2 \text{ g/L}$ $C(CaS) = \frac{0,72 \text{ g}}{0,05 \text{ L}} = 14,4 \text{ g/L}$	1 p.	
Răspuns: Sărurile inițiale A și B reprezintă ZnSO₄ și CaS.		

	<p align="center">Compoziția sedimentului: ZnS și $CaSO_4 \cdot 2H_2O$.</p> <p align="center">$C(ZnSO_4) = 32,2 \text{ g/L}; C(CaS) = 14,4 \text{ g/L}$</p>		
	<p>Pentru rezolvarea corectă a problemei prin orice altă metodă se va acorda punctajul maximal.</p>		
Prob. 4	<p>Au fost amestecate soluții de:</p> <p>a) K_2CO_3 și $BaCl_2$ b) $AgNO_3$ și $NaCl$ c) HCl și $Na_2S_2O_3$ d) $FeCl_3$ și Na_2S e) K_2SO_3 și $KMnO_4$ f) $FeSO_4$ și $NaOH$</p> <p>Alcătuieți ecuațiile reacțiilor care au loc și stabiliți coeficienții stoechiometrici. În rezultatul căror reacții se formează sedimente? Indicați culoarea sedimentelor. Propuneți câte un reagent capabil să dizolve fiecare din sedimentele formate. Scrieți ecuațiile reacțiilor respective (și stabiliți coeficienții stoechiometrici).</p>		14 p.
	Ecuatiile reacțiilor:		
	a) $K_2CO_3 + BaCl_2 \rightarrow BaCO_3 \downarrow + 2KCl$		0,5 p.
	b) $AgNO_3 + NaCl \rightarrow AgCl \downarrow + NaNO_3$		0,5 p.
	c) $2HCl + Na_2S_2O_3 \rightarrow 2NaCl + S \downarrow + SO_2 \uparrow + H_2O$		2 p.
	d) $2FeCl_3 + 3Na_2S \rightarrow 2FeS \downarrow + S \downarrow + 6NaCl$		2 p.
	e) $3K_2SO_3 + 2KMnO_4 + H_2O \rightarrow 2MnO_2 \downarrow + 3K_2SO_4 + 2KOH$		1,5 p.
	f) $FeSO_4 + 2NaOH \rightarrow Fe(OH)_2 \downarrow + Na_2SO_4$		0,5 p.
	<p>$BaCO_3$ – sediment alb $AgCl$ – sediment alb cazeinic S – sediment (tulburarea soluției) alb sau alb-gălbui FeS – sediment negru; MnO_2 – sediment brun $Fe(OH)_2$ – sediment verde deschis</p> <p>Câte 0,25 p. pentru fiecare răspuns corect</p>		1,5 p.
	$BaCO_3 \downarrow + 2HCl \rightarrow BaCl_2 + CO_2 \uparrow + H_2O$	0,5 p.	5,5 p.
	$AgCl \downarrow + 2NH_3 \rightarrow [Ag(NH_3)_2]Cl$	1 p.	
	$S + 2H_2SO_{4(conc.)} \rightarrow 3SO_2 \uparrow + 2H_2O$	1 p.	
	Amestecul de FeS și S poate fi dizolvat în soluție concentrată de acid sulfuric sau azotic. $\begin{cases} 2FeS + 10H_2SO_{4(conc.)} \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + 9SO_2 \uparrow + 10H_2O \\ S + 2H_2SO_{4(conc.)} \rightarrow 3SO_2 \uparrow + 2H_2O \end{cases}$ <p>1 p. dacă este prezentată doar ecuația reacției de dizolvare a FeS;</p>	1,5 p.	

	<i>1,5 p. – pentru ecuațiile reacțiilor de dizolvare a ambelor sedimente.</i>		
	$MnO_2 + 4HCl_{(conc.)} \rightarrow MnCl_2 + Cl_2 + 2H_2O$	1 p.	
	$Fe(OH)_2 \downarrow + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + 2H_2O$	0,5 p.	
	Se va acorda punctajul maximal și pentru alte ecuații corecte, care corespund <u>totalmente</u> condiției problemei.		
Prob. 5	Amestecul gazos obținut la descompunerea nitratului A , a fost total absorbit de soluția hidroxidului de potasiu. În soluția formată au fost identificați ionii de nitrit și nitrat. Masa rezidului solid B obținut la descompunerea A se raportează la masa nitratului inițial ca 4 : 9. La calcinarea compusului B într-un curent de monooxid de carbon s-a obținut un praf întunecat C , masa căruia se raportează la masa B ca 7 : 10. Identificați substanțele A , B și C . Alcătuiți ecuațiile reacțiilor descrise și stabiliți coeficienții stoichiometrici. Ce cantitate (mol) de hidroxid de potasiu se consumă pentru absorbția amestecului gazos obținut la descompunerea A cu masa de 144 g.		22 p.
	Este evident, că compusul B este un oxid, care fiind calcinat într-un curent de monooxid de carbon se reduce până la metal (C): $Me_xO_y + yCO \rightarrow xMe + yCO_2 \quad (1)$	2 p.	
	Fie $A_r(Me) = a$. Conform condiției, masa metalului se raportează la masa oxidului ca 7 : 10. Respectiv: $\frac{xa}{xa + 16y} = 0,7 \quad (2)$	2 p.	
	Dacă metalul este monovalent (formula oxidului Me_2O , $x = 2$, $y = 1$), prin rezolvarea ecuației matematice (2), se obține $A_r(Me) = 18,67$. Metal monovalent cu asemenea masă atomică nu există. Dacă metalul este bivalent (formula oxidului MeO , $x = 1$, $y = 1$), prin rezolvarea ecuației matematice (2), se obține $A_r(Me) = 37,33$. Metal bivalent cu asemenea masă atomică nu există. Dacă metalul este trivalent (formula oxidului Me_2O_3 , $x = 2$, $y = 3$), prin rezolvarea ecuației matematice (2), se obține $A_r(Me) = 56$. Asemenea oxid poate forma fierul – Fe_2O_3 . Dacă metalul este tetravalent (formula oxidului MeO_2 , $x = 1$, $y = 2$), prin rezolvarea ecuației matematice (2), se obține $A_r(Me) = 74,67$. Metal tetravalent cu asemenea masă atomică nu există. Pentru identificarea corectă (confirmată prin calcule) a formulei oxidului – 2 p.	2 p.	
	Substanța B este Fe_2O_3 . Substanța C este Fe .	1 p.	
	Ecuația reacției de reducere a metalului din oxid este: $Fe_2O_3 + 3CO \rightarrow 2Fe + 3CO_2 \quad (3)$	1,5 p.	
	Conform condiției, masa oxidului format se raportează la masa nitratului descompus ca 4 : 9.	2 p.	

<p>Un mol de Fe_2O_3 se obține la descompunerea a 2 mol de nitrat. Respectiv:</p> $\frac{9}{M(\text{nitrat})} = \frac{2 \cdot 4}{160} \quad (4)$ <p>De unde, $M_r(\text{nitrat}) = 180$, care corespunde pentru $Fe(NO_3)_2$.</p>		
<p>Substanța A este $Fe(NO_3)_2$.</p>	1 p.	
<p>Respectiv, ecuația reacției de descompunere a nitraturii este:</p> $4Fe(NO_3)_2 \rightarrow 2Fe_2O_3 + 8NO_2 \uparrow + O_2 \uparrow \quad (5)$	1,5 p.	
<p>Conform condiției, amestecul gazos format (NO_2 și O_2) la descompunerea nitraturii de fier(II) este complet absorbit de soluția de hidroxid de potasiu. Respectiv, au loc reacțiile:</p> $4KOH + 4NO_2 + O_2 \rightarrow 4KNO_3 + 2H_2O \quad (6)$ $2KOH + 2NO_2 \rightarrow KNO_2 + KNO_3 + H_2O \quad (7)$	4 p.	
<p>Conform ecuației reacției (5), 4 mol de $Fe(NO_3)_2$ formează 8 mol de NO_2 și 1 mol de O_2.</p> <p>Conform condiției, $\nu(Fe(NO_3)_2) = 0,8 \text{ mol}$. Respectiv, se formează 1,6 mol de NO_2 și 0,2 mol de O_2.</p>	2 p.	
<p>În reacția (6) pentru absorbția 0,2 mol de O_2 și, respectiv, 0,8 mol de NO_2 se consumă 0,8 mol de KOH. Restul de NO_2, în cantitate de 0,8 mol, reacționează cu KOH conform ecuației (7), în rezultatul căreia se consumă 0,8 mol de KOH.</p> <p>Respectiv, cantitatea totală de KOH consumat pentru absorbția completă a amestecului gazos format la descompunerea 144 g de $Fe(NO_3)_2$ este egală cu 1,6 mol.</p>	3 p.	
<p>Răspuns: A - $Fe(NO_3)_2$; B - Fe_2O_3; C - Fe.</p> <p>Ecuațiile reacțiilor:</p> $4Fe(NO_3)_2 \rightarrow 2Fe_2O_3 + 8NO_2 \uparrow + O_2 \uparrow$ $Fe_2O_3 + 3CO \rightarrow 2Fe + 3CO_2$ $4KOH + 4NO_2 + O_2 \rightarrow 4KNO_3 + 2H_2O$ $2KOH + 2NO_2 \rightarrow KNO_2 + KNO_3 + H_2O$ <p>Pentru absorbția amestecului gazos obținut la descompunerea A cu masa de 144 g se consumă 1,6 mol de hidroxid de potasiu.</p>		
<p>Pentru rezolvarea corectă a problemei prin orice altă metodă se va acorda punctajul maximal.</p>		