

OLIMPIADA REPUBLICANĂ LA CHIMIE

12 martie 2022, Clasa a IX-a

Soluții și barem de evaluare

Total 70 p.

Item	Soluții	Punctaj acordat
Test 10 p.	1. Care element este toxic sub forma substanței simple, dar inofensiv sub formă de anion? a) clor	1 p.
	2. Rețeaua cristalină a diamantului este alcătuită din: a) atomi	1 p.
	3. Valență identică în oxidul superior și în compusul cu hidrogenul manifestă: c) siliciul	1 p.
	4. Gradul de oxidare al fosforului este egal cu +5 în ionii: b) PF_6^- și c) $P_2O_7^{4-}$	1 p.
	5. Hidrogenul sulfurat se poate obține în rezultatul reacției dintre sulfura de fier(II) cu: a) HCl și c) H_2SO_4(dil.)	1 p.
	6. La încălzirea acidului silicic are loc procesul de: c) deshidratare	1 p.
	7. Exemplu de proces hidrometalurgic poate fi reacția: d) $CuSO_4 + Fe = FeSO_4 + Cu$	1 p.
	8. O probă de apă conține 1,5 g hidrogen. Cantitatea de substanță a apei este egală cu: a) 0,75 mol	1 p.
	9. Într-o eprubetă cu soluția sării X s-au adăugat câteva picături de soluție a substanței Y. În rezultatul reacției se observă degajarea unui gaz incolor. Din șirul propus selectați substanțele X și Y, care pot intra în reacția descrisă. b) HCl și d) K_2SO_3	1 p.
	10. Numărul de electroni cedați de o moleculă de reducător în reacția de oxido-reducere $C_{12}H_{22}O_{11} + K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 \rightarrow CO_2 + Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + H_2O$ este egal cu 48 .	1 p.
Prob. 1 15 p.	1. Ecuatiile reacțiilor: $\frac{2Al(OH)_3}{2\ mol} \xrightarrow{t} \frac{Al_2O_3}{1\ mol} + 3H_2O \quad (1)$ $\frac{Zn(OH)_2}{1\ mol} \xrightarrow{t} \frac{ZnO}{1\ mol} + H_2O \quad (2)$	4 p.
	2. Fie, $v(Al(OH)_3) = x\ mol$ Respectiv, $m(Al(OH)_3) = 78x\ g$	1 p.
	3. Fie, $v(Zn(OH)_2) = y\ mol$ Respectiv, $m(Zn(OH)_2) = 99y\ g$	1 p.
	4. Conform ecuației reacției (1) $v(Al_2O_3) = 0,5x\ mol$ Respectiv, $m(Al_2O_3) = 51x\ g$	1 p.
	5. Conform ecuației reacției (2) $v(ZnO) = y\ mol$ Respectiv, $m(ZnO) = 81y\ g$	1 p.
	6. Masa amestecului inițial este egală cu: $m_{amest. ini\tilde{t}.} = m(Al(OH)_3) + m(Zn(OH)_2) = (78x + 99y)g$	0,5 p.
	7. Masa amestecului final este egală cu: $m_{amest. fin.} = m(Al_2O_3) + m(ZnO) = (51x + 81y)g$	0,5 p.
	8. Conform condiției problemei masa produsilor constituie 80% din masa amestecului inițial. Respectiv: $m_{amest. fin.} = 0,8 \cdot m_{amest. ini\tilde{t}.}$ $51x + 81y = 0,8 \cdot (78x + 99y)$ Prin rezolvarea ecuației se obține: $x : y = 1 : 6,3$	3 p.
	9. Dacă $v(Al(OH)_3) : v(Zn(OH)_2) = 1 : 6,3$, rezultă că $m(Al(OH)_3) : m(Zn(OH)_2) = 78 : 623,7 = 1 : 8$	3 p.
	Răspuns: $m(Al(OH)_3) : m(Zn(OH)_2) = 1 : 8$	

Prob. 2 15 p.	$X^1 - Na_2SO_3$ $X^2 - Na_2S$ $X^3 - Na_2SO_4$ $X^4 - SO_2$ $X^5 - H_2S$ $X^6 - BaSO_4$ $X^7 - S$ Câte 1 p. pentru fiecare substanță identificată corect.	7 p.
	Ecuatiile reacțiilor: $Na_2SO_3(X^1) + 2HCl = 2NaCl + SO_2 \uparrow (X^4) + H_2O \quad (1)$ $Na_2S(X^2) + 2HCl = 2NaCl + H_2S \uparrow (X^5) \quad (2)$ $Na_2SO_4(X^3) + 2HCl \neq$ $Na_2SO_4(X^3) + BaCl_2 = BaSO_4 \downarrow (X^6) + 2NaCl \quad (3)$ $SO_2(X^4) + 2H_2S(X^5) = 3S(X^7) + 2H_2O \quad (4)$ $S(X^7) + O_2 = SO_2(X^4) \quad (5)$ $SO_2(X^4) + 2NaOH = Na_2SO_3(X^1) + H_2O \quad (6)$ $H_2S(X^5) + 2NaOH = Na_2S(X^2) + 2H_2O \quad (7)$ Conform ecuațiilor 6 și 7 , cationul în substanțele inițiale este Na^+ . Câte 1 p. pentru fiecare ecuație chimică scrisă și egalată corect, 1 p. pentru identificarea corectă a cationului din sărurile inițiale.	8 p.
Prob. 3 30 p.	1. Ecuatiile reacțiilor: $\frac{CaCO_3}{1 \text{ mol}} \xrightarrow{t} \frac{CaO}{1 \text{ mol}} + \frac{CO_2 \uparrow}{1 \text{ mol}} \quad (1)$ $A \xrightarrow{t} B + D \uparrow + H_2O \quad (2)$ 2. Conform condiției problemei: $m(CaO + B) = 43,2 \text{ g}$ $V(CO_2 + D) = 13,44 \text{ l}$ $m(CO_2 + D) = 24,8 \text{ g}$ 3. Oxidul de calciu este solubil în apă, respectiv, după prelucrarea produșilor reacțiilor (1) și (2) cu exces de apă rămân 15,2 g de oxid B nedizolvat. Deci: $m(B) = 15,2 \text{ g}$ $m(CaO) = 43,2 \text{ g} - 15,2 \text{ g} = 28 \text{ g}$ $\nu(CaO) = \frac{28 \text{ g}}{56 \text{ g/mol}} = 0,5 \text{ mol}$ 4. Conform ecuației reacției (1) : $\nu(CO_2) = 0,5 \text{ mol}$ 5. Respectiv: $V(CO_2) = 0,5 \text{ mol} \cdot 22,4 \text{ l/mol} = 11,2 \text{ l}$ $m(CO_2) = 0,5 \text{ mol} \cdot 44 \text{ g/mol} = 22 \text{ g}$ 6. Conform condiției problemei: $V(D) = 13,44 \text{ l} - 11,2 \text{ l} = 2,24 \text{ l}$ $m(D) = 24,8 \text{ g} - 22 \text{ g} = 2,8 \text{ g}$ 7. Deci: $M(D) = \frac{m \cdot V_m}{V} = \frac{2,8 \text{ g} \cdot 22,4 \text{ l/mol}}{2,24 \text{ l}} = 28 \text{ g/mol}$	4 p. 1,5 p. 1,5 p. 0,5 p. 1 p. 1 p. 2 p.

8.	Gazul D este N_2 – substanță simplă, gaz puțin solubil în apă și chimic puțin activ.	1 p.
9.	Conform condiției problemei substanța B reprezintă un oxid - E_xO_y , în care partea de masă a oxigenului este egală cu 31,5%, iar fracția lui molară – 60%. Respectiv, partea de masă a elementului în acest oxid este egală cu 68,5%, iar fracția lui molară – 40%. Reieșind din valorile fracțiilor molare $x : y = 40 : 60$. Deci, $x : y = 2 : 3 \Rightarrow$ formula oxidului este E_2O_3 .	4 p.
10.	Reieșind din valoarea fracției de masă a oxigenului, se obține ecuația: $0,315 = \frac{3 \cdot 16}{2 \cdot A_r(E) + 3 \cdot 16}$ Prin rezolvarea ecuației se obține $A_r(E) = 52$; Elementul este cromul – Cr , iar substanța B – Cr_2O_3 .	4 p.
11.	Deci, reacția de descompunere termică a substanței A poate fi redată prin ecuația: $A \xrightarrow{t} Cr_2O_3 + N_2 \uparrow + H_2O$	1 p.
12.	Conform legii conservării masei: $m(A) = m(Cr_2O_3) + m(N_2) + m(H_2O)$ $m(A) = 15,2 \text{ g} + 2,8 \text{ g} + 7,2 \text{ g} = 25,2 \text{ g}$	1 p.
13.	Deoarece masa molară a sării A este egală cu 252 g/mol: $\nu(A) = \frac{25,2 \text{ g}}{252 \text{ g/mol}} = 0,1 \text{ mol}$	1 p.
14.	Cantitățile de substanță ale produșilor reacției de descompunere a sării A sunt egale: $\nu(Cr_2O_3) = \frac{15,2 \text{ g}}{152 \text{ g/mol}} = 0,1 \text{ mol}$ $\nu(N_2) = \frac{2,8 \text{ g}}{28 \text{ g/mol}} = \frac{2,24 \text{ l}}{22,4 \text{ l/mol}} = 0,1 \text{ mol}$ $\nu(H_2O) = \frac{7,2 \text{ g}}{18 \text{ g/mol}} = 0,4 \text{ mol}$	1,5 p.
15.	Respectiv: $\frac{A}{0,1 \text{ mol}} \xrightarrow{t} \frac{Cr_2O_3}{0,1 \text{ mol}} + \frac{N_2 \uparrow}{0,1 \text{ mol}} + \frac{H_2O}{0,4 \text{ mol}}$	2 p.
16.	Deci, ecuația reacției de descompunere termică a sării A este: $A \xrightarrow{t} Cr_2O_3 + N_2 \uparrow + 4H_2O$	1 p.
17.	Sarea A este bicromatul de amoniu – $(NH_4)_2Cr_2O_7$, care la încălzire se descompune conform ecuației: $(NH_4)_2Cr_2O_7 \xrightarrow{t} Cr_2O_3 + N_2 \uparrow + 4H_2O$	2 p.
	Răspuns: $(NH_4)_2Cr_2O_7$	