

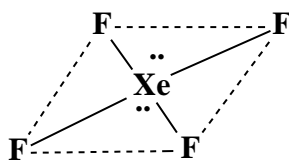
EDIȚIA A 56-A
14-17 martie, 2019

CLASA A X-a
TURUL TEORETIC

1. Test	–	14 puncte
2. Problema 1	–	10 puncte
3. Problema 2	–	16 puncte
4. Problema 3	–	30 puncte
		TOTAL: 70 puncte

Test (14p)

<p>1. Stabiliți formula oxidului de carbon, densitatea căruia la presiunea 1 atm și temperatura 20°C este egală cu 1,165 g/L.</p> <p><i>Răspuns.</i> Pentru rezolvarea problemei folosim ecuația Clapeyron-Mendeleev:</p> $PV = \nu RT = \frac{m}{M} RT$ <p>Deoarece $\rho = \frac{m}{V}$, putem deduce masa molară a gazului prin valorile cunoscute: $M = \frac{\rho \cdot R \cdot T}{P} = \frac{1,165 \cdot 8,31 \cdot 293}{101,3} = 28 \text{ g/mol}$. Această masă molară corespunde oxidului CO.</p>	0,5 p
<p>2. Prezentați două exemple de cupluri de elemente A și B, care formează compușii cu formulele A₂B și AB₂.</p> <p><i>Răspuns.</i> Compușii formați din elementele A și B, care au formulele A₂B și AB₂ sunt de exemplu K₂O și KO₂ sau N₂O și NO₂ etc.</p>	0,5 p
<p>3. Pentru a oxida 20 L de gaz necunoscut se consumă 10 litri de oxigen, iar pentru a reduce 20 L de același gaz - 20 L de hidrogen (volumele gazelor sunt măsurate în condiții isentice). Propuneți formula acestui gaz și scrieți ecuațiile celor două reacții.</p> <p><i>Răspuns.</i> Substanțele care se oxidează în unele cazuri și se reduc în altele, pot fi de exemplu NO, CO etc.</p> <p>Ecuațiile reacțiilor de oxidare cu oxigen: 2NO + O₂ = 2NO₂ sau 2CO + O₂ = 2CO₂ etc.</p> <p>Numărul de moli de gaze din aceste reacții și, în respectiv volumul gazelor, este de două ori mai mare decât numărul de moli de oxigen.</p> <p>Ecuații reacțiilor de reducere cu hidrogen: 2NO + 2H₂ = 2N₂ + 2H₂O sau CO + H₂ = C + H₂O etc. Numărul de moli de gaze din aceste reacții și, respectiv volumul gazelor, sunt egale cu numărul de moli de hidrogen.</p>	0,5 p
<p>4. <u>Selectați răspunsul(rile) corect(e).</u> Molecula de XeF₄ are o structură spațială: a) <i>triunghiular-planară</i>; b) <i>tetraedrică</i>; c) <i>plan-patrată</i>; d) <i>octaedrică</i> și are următorul tip de hibridizare a atomului central: a) <i>dsp²</i>; b) <i>sp³</i>; c) <i>sp³d</i>; d) <i>sp³d²</i>.</p> <p><i>Răspuns.</i> Din cauza perechilor de electroni, care nu participă în formarea legăturilor chimice molecula de XeF₄ are structura plan-patrată (c). Atomul central se află în starea de hibridizare sp³d² (d).</p>	1 p



<p>5 Scrieți și egalați trei exemple de diferite reacții anorganice, în partea dreaptă și stângă a cărora sunt câte trei substanțe.</p> <p><i>Răspuns.</i> Cele mai simple variante sunt reacțiile <i>redox</i>, în care a treia componentă joacă rolul mediului.</p> <p>De exemplu: a) $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{I}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$;</p> <p>b) $2\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 10\text{C} + 6\text{SiO}_2 \xrightarrow{f^\circ} \text{P}_4 + 6\text{CaSiO}_3 + 10\text{CO}$;</p> <p>c) $3\text{Si} + 4\text{HNO}_3 + 12\text{HF} = 3\text{SiF}_4 + 4\text{NO} + 8\text{H}_2\text{O}$.</p>	3 p
<p>6. Un amestec gazos constă din oxid de azot(IV) ($\varphi = 40\%$), oxigen ($\varphi = 50\%$) și gazul necunoscut X. Masa molară medie a acestui amestec este egală 38,8 g/mol. Propuneți formula gazului necunoscut X, care corespunde condițiilor problemei.</p> <p><i>Răspuns.</i> Frația de volum a gazului X în amestec este egală: $\varphi(X) = 1 - 0,4 - 0,5 = 0,1$.</p> <p>Exprimăm masa molară medie a amestecului de gaze:</p> $M_{\text{medie}} = \varphi(\text{NO}_2) \cdot M(\text{NO}_2) + \varphi(\text{O}_2) \cdot M(\text{O}_2) + \varphi(X) \cdot M(X) = 0,4 \cdot 46 + 0,5 \cdot 32 + 0,1 \cdot M(X) = 38,8 \text{ g/mol.}$ <p>Atunci $M(X) = \frac{38,8 - 18,4 - 16}{0,1} = 44 \text{ g/mol}$;</p> <p>Respectiv gazul X poate fi CO_2, N_2O sau propan C_3H_8.</p>	1 p
<p>7. Au fost amestecate 25 mL soluției de NaCl cu concentrația 0,2 mol/L, 40 mL soluție de Na_2CO_3 cu concentrația 0,2 mol/L, 50 mL soluție de Na_3PO_4 cu concentrația 0,05 mol/L și 600 mL de apă. Determinați concentrația molară a ionilor de Na^+ în soluția obținută.</p> <p><i>Răspuns.</i> Volumul total al soluției obținute este egal: $V_{\text{total}} = 25 + 40 + 50 + 600 = 715 \text{ mL} = 0,715\text{L}$;</p> <p>Ionii de sodiu în soluție se formează în rezultatul disocierii sărurilor:</p> $\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-,$ $\text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow 2\text{Na}^+ + \text{CO}_3^{2-},$ $\text{Na}_3\text{PO}_4 \rightarrow 3\text{Na}^+ + \text{PO}_4^{3-}.$ <p>Concentrația molară a ionilor de sodiu în soluția obținută:</p> $C_M(\text{Na}^+) = \frac{V_1 \cdot C_1 + V_2 \cdot C_2 \cdot 2 + V_3 \cdot C_3 \cdot 3}{V_{\text{total}}} = \frac{0,025 \cdot 0,2 + 0,040 \cdot 0,2 \cdot 2 + 0,050 \cdot 0,05 \cdot 3}{0,715} = 0,04 \text{ mol/L}$ <p><i>Răspuns:</i> 0,04 mol/L.</p>	1 p
<p>8. Indicați substanțele care au interacționat formând următorii produși de reacție (sunt indicate toate substanțele finale fără coeficienți stoechiometrici): a) $\dots \rightarrow \text{S} \downarrow + \text{HBr}$;</p> <p>b) $\dots \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{Cl}_2$; c) $\dots \rightarrow \text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3 + \text{KNO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow$; d) $\dots \rightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$.</p> <p><i>Răspuns:</i> a) $\text{H}_2\text{S} + \text{Br}_2 \rightarrow \text{S} \downarrow + \text{HBr}$;</p> <p>b) $\text{CaOCl}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{Cl}_2$;</p> <p>c) $2\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3 + \text{KNO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow$;</p> <p>d) $\text{Ba}(\text{HSO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$.</p>	1,5 p (0,25+ 0,5+ 0,25+ 0,5)

<p>9. La dizolvarea în apă a 100 g cristalohidrat necunoscut, se obțin 500 ml soluție de sare cu o concentrație de 0,621 mol /L. La calcinarea îndelungată a unei probe de acest cristalohidrat, pierderea de masă a solidului constituie 55,9%. Stabiliți formula cristalohidratului.</p> <p><i>Răspuns.</i> Fie formula cristalohidratului $X \cdot nH_2O$. Calculăm cantitatea sării necunoscute în 500 mL de soluție: $v(X) = 0,500 L \cdot 0,621 \text{ mol/L} = 0,3105 \text{ mol}$.</p> <p>Știind masa probei cristalohidratului se poate de calculat masa lui molară:</p> $M(X \cdot nH_2O) = \frac{m}{v} = \frac{100}{0,3105} = 322 \text{ g/mol.}$ <p>Conform datelor problemei partea de masă a apei în cristalohidrat alcătuiește 0,559, deci în 1 mol de cristalohidrat masa apei este egală: $m(H_2O) = 322 \text{ g/mol} \cdot 0,559 = 180 \text{ g}$ sau $180/18 = 10 \text{ mol}$. Masa molară a sării anhidre: $M(X) = 322 \text{ g/mol} - 180 \text{ g/mol} = 142 \text{ g/mol}$;</p> <p>Ea corespunde bine pentru Na_2SO_4. Deci, formula cristalohidratului - $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$.</p> <p><i>Răspuns:</i> Formula cristalohidratului - $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$.</p>	2 p
<p>10. Scrieți și egalați două ecuații de reacții redox, în rezultatul cărora două elemente simultan își micșorează gradul de oxidare.</p> <p><i>Răspuns.</i> a) $2 Ag^{+1} N^{+5} O_3^{-2} \xrightarrow{t} 2 Ag^0 + 2 N^{+4} O_2 + O_2^0$</p> $\left. \begin{array}{l} Ag^{+1} + 1e = Ag^0 \\ N^{+5} + 1e = N^{+4} \end{array} \right\} + 2e \quad \cdot 2$ $2O^{-2} - 4e = O_2^0 \quad \cdot 1$ $Hg^{+2} \left(N^{+5} O_3^{-2} \right)_2 \xrightarrow{t} Hg^0 + 2 N^{+4} O_2 + O_2^0 \text{ etc.}$ $\left. \begin{array}{l} Hg^{+2} + 2e = Hg^0 \\ 2N^{+5} + 2e = 2N^{+4} \end{array} \right\} + 4e \quad \cdot 1$ $2O^{-2} - 4e = O_2^0 \quad \cdot 1$ $2 Ag^{+1} N^{+5} O_3^{-2} + 3 N_2 H_4 \xrightarrow{t} 2 Ag^0 + 4 N_2^0 + 6 H_2 O \text{ etc.}$ $\left. \begin{array}{l} 2Ag^{+1} + 2e = 2Ag^0 \\ 2N^{+5} + 10e = N_2^0 \end{array} \right\} + 12e \quad \cdot 1$ $2N^{-2} - 4e = N_2^0 \quad \cdot 3$	3 p

Problema 1. (10 p) În rezultatul dizolvării 40 g amestec de cupru și oxid de cupru(I) în 472 g de acid sulfuric de 80%, partea de masă a sării în soluția obținută a devenit egală cu 20%. Determinați masa soluției finale.

Rezolvare.

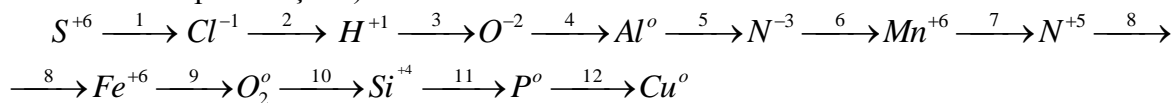
Notăm cantitatea de cupru în amestecul inițial prin x , iar cantitatea de oxid de cupru(I) - prin y și scriem ecuațiile reacțiilor de interacțiune a componentelor amestecului cu acid sulfuric concentrat:	
$\underset{x}{Cu} + 2H_2SO_4 = \underset{x}{CuSO_4} + \underset{x}{SO_2} \uparrow + 2H_2O$	2 p
$\underset{y}{Cu_2O} + 3H_2SO_4 = \underset{2y}{2CuSO_4} + \underset{y}{SO_2} \uparrow + 3H_2O$	3 p
Masa amestecului inițial: $64x + 144y = 40$ (1)	1 p
Conform datelor problemei, partea de masă a sării: $\omega(CuSO_4) = \frac{(x + 2y) \cdot 160}{472 + 40 - (x + y) \cdot 64} = 0,2$ (2)	2 p
Rezolvând sistemul de ecuații (1) și (2): $\begin{cases} \frac{(x + 2y) \cdot 160}{472 + 40 - (x + y) \cdot 64} = 0,2 \\ 64x + 144y = 40 \end{cases}$ Se obține: $x = 0,4$ și $y = 0,1$.	1 p
Calculăm masa soluției finale: $m_{(soluției)} = m_{(sol. iniț.)} + m_{(amest.)} - m(SO_2) = 472g + 40g - (x+y)mol \cdot 64g/mol = 480g$.	1 p
Răspuns: $m_{(soluției)} = 480g$.	

Problema 2 (16 p). La calcinarea amestecului cu masa 21,025 g, care conține nitrații de sodiu, fier(II) și argint, se elimină 4,312 L gaze (c. n.). La tratarea rezidului format cu apă masa lui s-a micșorat cu 1,725 g. Determinați părțile de masă (în %) ale nitraților în amestecul inițial.

Rezolvare.

La calcinarea amestecului de NaNO_3 , $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ și AgNO_3 au loc următoarele reacții:	
$2\text{NaNO}_3 \xrightarrow{t^\circ} 2\text{NaNO}_2 + \text{O}_2 \uparrow$ (1)	2 p
$4\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \xrightarrow{t^\circ} 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{NO}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$ (2)	4 p
$2\text{AgNO}_3 \xrightarrow{t^\circ} 2\text{Ag} + 2\text{NO}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$ (3)	2 p
În reziduu se conține NaNO_2 , Fe_2O_3 și Ag . Nitritul de sodiu este solubil în apă. După micșorarea masei rezidului în urma tratării cu apă se poate afla conținutul de nitrat de sodiu în amestecul inițial: $m(\text{NaNO}_2) = 1,725\text{g}$.	1 p
$\Rightarrow v(\text{NaNO}_2) = \frac{m(\text{NaNO}_2)}{M(\text{NaNO}_2)} = \frac{1,725\text{g}}{69\text{g/mol}} = 0,025\text{ mol}$	0,5 p
$v(\text{NaNO}_3) = v(\text{NaNO}_2) = 0,025\text{ mol} \Rightarrow$	0,25 p
$m(\text{NaNO}_3) = v(\text{NaNO}_3) \cdot M(\text{NaNO}_3) = 0,025\text{ mol} \cdot 85\text{ g/mol} = 2,125\text{ g}$.	0,25 p
Din ecuație 1 rezultă, că din 2 mol NaNO_3 se formează 1 mol O_2 . Deci, la descompunerea a 0,025 mol NaNO_3 s-au format 0,0125 mol O_2 , sau $V(\text{O}_2) = v(\text{O}_2) \cdot V_m = 0,0125\text{mol} \cdot 22,4\text{ L/mol} = 0,280\text{ L}$.	0,25 p
Calculăm masa nitraților de fier(II) și argint din amestecul inițial și volumul de gaze formate la descompunerea lor: $m(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2) + m(\text{AgNO}_3) = 21,025\text{ g} - 2,125\text{ g} = 18,900\text{ g}$.	0,25 p
$V(\text{NO}_2 + \text{O}_2) = 4,312\text{ L} - 0,280\text{ L} = 4,032\text{ L} \Rightarrow$ $v(\text{NO}_2 + \text{O}_2) = \frac{V(\text{NO}_2 + \text{O}_2)}{V_m} = \frac{4,032\text{L}}{22,4\text{L/mol}} = 0,180\text{ mol}$	0,25 p
Fie $x - v(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2)$, $y - v(\text{AgNO}_3)$. Atunci $m(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2) = v(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2) \cdot M(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2) = 180x$, iar $m(\text{AgNO}_3) = v(\text{AgNO}_3) \cdot M(\text{AgNO}_3) = 170y$. Conform ecuațiilor (2) și (3) se obține sistemul: $\begin{cases} 180x + 170y = 18,9 \\ 2,25x + 1,5y = 0,18 \end{cases} \Rightarrow$	3 p
Rezolvând acest sistem de ecuații obținem: $x = 0,02\text{ mol}$, $y = 0,09\text{ mol}$	1 p
$m(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2) = 180x = 3,6\text{ g}$; iar $m(\text{AgNO}_3) = 170y = 15,3\text{ g}$.	0,5 p
$\omega(\text{NaNO}_3) = \frac{m(\text{NaNO}_3)}{M(\text{NaNO}_3)} \cdot 100\% = \frac{2,125\text{ g}}{21,025\text{ g}} \cdot 100\% = 10,11\%$;	0,25 p
$\omega(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2) = \frac{m(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2)}{M(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2)} \cdot 100\% = \frac{3,6\text{ g}}{21,025\text{ g}} \cdot 100\% = 17,12\%$;	0,25 p
$\omega(\text{AgNO}_3) = \frac{m(\text{AgNO}_3)}{M(\text{AgNO}_3)} \cdot 100\% = \frac{15,3\text{ g}}{21,025\text{ g}} \cdot 100\% = 72,77\%$.	0,25 p
Răspuns: $\omega(\text{NaNO}_3) = 10,11\%$; $\omega(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2) = 17,12\%$; $\omega(\text{AgNO}_3) = 72,77\%$.	

Problema 3 (30p). Scrieți și egalați ecuațiile reacțiilor, care corespund următoarelor transformări (la începutul lanțului este indicat gradul de oxidare al atomului în una din substanțele inițiale, iar în continuare – în unul din produși, care la rândul său servește în calitate de reagent pentru următoarea etapă a lanțului):



Răspuns:

1) $Al_2(SO_4)_3 + 3BaCl_2 = 2AlCl_3 + 3BaSO_4 \downarrow$ ($S^{+6} \rightarrow Cl^{-1}$);	2 p
2) $2AlCl_3 + 3Na_2CO_3 + 3H_2O = 2Al(OH)_3 \downarrow + 3CO_2 \uparrow + 6NaCl$ ($Cl^{-1} \rightarrow H^{+1}$);	2 p
3) $2Al(OH)_3 \xrightarrow{t^o} Al_2O_3 + 3H_2O$ ($H^{+1} \rightarrow O^{-2}$);	2 p
4) $2Al_2O_3 \xrightarrow{electroliza} 4Al^0 + 3O_2 \uparrow$ ($O^{-2} \rightarrow Al^0$);	2 p
5) $8Al^0 + 21NaOH + 3NaNO_3 + 18H_2O = 3NH_3 + 8Na_3[Al(OH)_6]$ ($Al^0 \rightarrow N^{-3}$); sau $8Al^0 + 5NaOH + 3NaNO_3 + 18H_2O = 3NH_3 + 8Na[Al(OH)_4]$	2 p
6) $NH_3 + 8KMnO_4 + 9KOH = KNO_3 + 8K_2MnO_4 + 6H_2O$ ($N^{-3} \rightarrow Mn^{+6}$);	3 p
7) $K_2MnO_4 + KNO_2 + H_2O = KNO_3 + MnO_2 + 2KOH$ ($Mn^{+6} \rightarrow N^{+5}$);	3 p
8) $3KNO_3 + Fe_2O_3 + 4KOH \xrightarrow{topitura} 2K_2FeO_4 + 3KNO_2 + 2H_2O$ ($N^{+5} \rightarrow Fe^{+6}$);	3 p
9) $4K_2FeO_4 + 10H_2SO_4 = 2Fe_2(SO_4)_3 + 3O_2 \uparrow + 4K_2SO_4 + 10H_2O$ ($Fe^{+6} \rightarrow O_2$);	3 p
10) $SiH_4 + 2O_2 = SiO_2 + 2H_2O$ sau $Si + O_2 (t^oC) \rightarrow SiO_2$ ($O_2^0 \rightarrow Si^{+4}$);	2 p
11) $Ca_3(PO_4)_2 + 3SiO_2 + 5C \xrightarrow{t^o} 3CaSiO_3 + 5CO + 2P$ ($Si^{+4} \rightarrow P^0$);	3 p
12) $2P_{alb} + 5CuSO_4 + 5H_2O = 2H_3PO_4 + 5H_2SO_4 + Cu^0$ ($P^0 \rightarrow Cu^0$).	3 p