



Clasa a XI-a

Problema nr. 1- „Anestezici” (41 p)



Un anestezic local este un preparat care inhiba în mod reversibil propagarea impulsurilor nervoase. Administrarea lor asigură o ridicare a pragului de sensibilitate locală a corpului.

Cloroformul este un anestezic local folosit pentru prima dată în practica clinică în 1847. Medicul obstetrician James Young Simpson l-a utilizat în practica ginecologică pentru a diminua durerile mamelor în timpul nașterii copiilor. În 1853 Simpson a recomandat cloroform celui mai faimos pacient al său, Regina Victoria, aceasta declarându-se mulțumită de acesta, după ce l-a născut pe Prințul Leopold.

1. Determină formula cloroformului, știind că substanța conține 89,12% clor și 10,042% carbon. (2p)

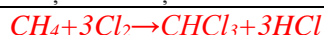
Rezolvare: $\omega(H) = 100\% - (89,12\% + 10,042\%) = 0,838\% \Rightarrow C_xH_yCl_z$

$C:H:Cl = \frac{10,042}{12} : \frac{0,838}{1} : \frac{89,12}{35,5} = 0,836:0,038:2,51 = 1:1:3$

Răspuns: cloroformul are formula = $CHCl_3$

Pe scară industrială cloroformul se obține prin încălzire la 400-500°C a clorului cu metan.

2. Ecuția reacției de obținere a cloroformului este: (1p)



3. Despre această reacție se poate afirma (*Încercuțiți litera/literele corespunzătoare unui răspuns corect.*): (1p)

- a. Este o reacție de substituție radicalică.
 b. În procesul reacției se obține un singur produs organic.

Deoarece cloroformul este sensibil la oxidarea cu oxigenul din aer, el se comercializează sub formă de soluție cu 1% de etanol (densitatea soluției este 1,481 g/ml). Acesta din urmă având rol de stabilizator.

4. Calculați masa de cloroform necesar pentru a prepara o soluție comercială cu volumul de 10 litri. (2p)

Rezolvare: $m_{sol} = 10 L \cdot 1,481 g/ml = 14,81 kg$; $\omega(CHCl_3) = 99\% = 0,99$

$m(CHCl_3) = 14,81 kg \cdot 0,99 = 14,662 kg$

Răspuns: $m(\text{cloroform}) = 14662g$

Produceți oxidării cloroformului sunt clorura de hidrogen și fosgenul, acesta din urmă fiind o substanță gazoasă ce conține 12,12% carbon, 16,16% oxigen și restul clor.

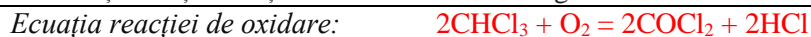
5. Determinați formula fosgenului. (1p)

Rezolvare: fosgenul are formula $C_xO_yCl_z$. $\omega(Cl) = 100\% - (12,12\% + 16,16\%) = 71,71\% \Rightarrow$

$C:O:Cl = \frac{12,12}{12} : \frac{16,16}{16} : \frac{71,71}{35,5} = 1,01:1,01:2,02 = 1:1:2$

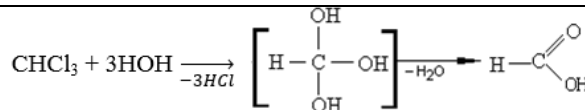
Răspuns: formula fosgenului este: $COCl_2$

6. Scrieți ecuația reacției cloroformului cu oxigenul. (2p)



Numele de „cloroform” a fost propus în 1834 de chimistul francez Jean-Baptiste Dumas pe baza capacității acestei substanțe de a forma la hidroliză acidul formic, *formica* însemnând în latină *furnică*.

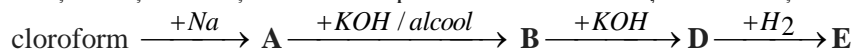
7. Scrieți ecuația de hidroliză a cloroformului. (2p)

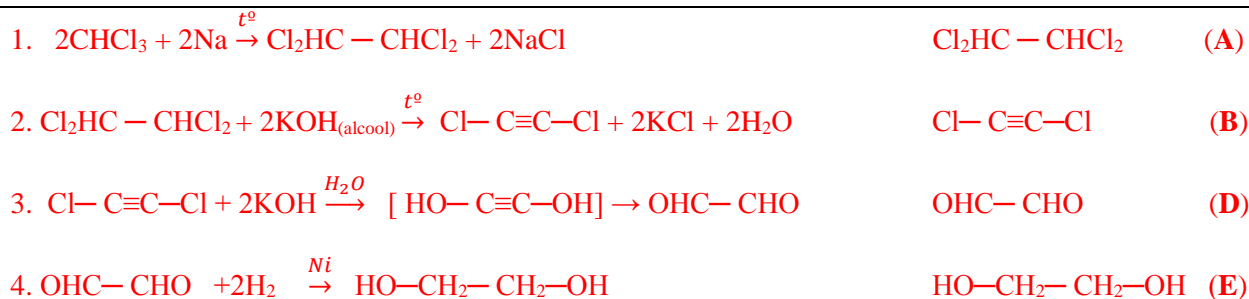


Ecuția reacției de hidroliză:

Cloroformul este utilizat pe larg în sinteza organică.

8. Scrieți ecuațiile reacțiilor ce corespund transformărilor și identificați substanțele A-E: (8p)





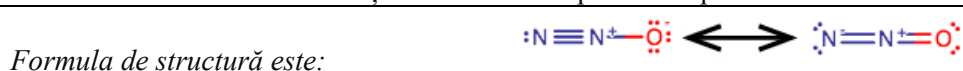
Unul din anestezici în stare gazoasă utilizează compusul anorganic numit protoxid de azot. Amestecul acestuia cu 20% oxigen, se folosește în anestezia chirurgicală și este cunoscut sub numele de *gaz ilariant*. Gazul ilariant este incolor, cu un miros dulceag.

9. Stabilește formula protoxidului de azot, știind că $m(\text{N}):m(\text{O})=7:4$. (1p)

Rezolvare: $N_xO_y \Rightarrow N:O = \frac{7}{14} : \frac{4}{16} = 0,5:0,25 = 2:1$

Răspuns: Protoxidul de azot are formula moleculară N_2O .

10. Indică formula de structură și denumirea compusului după nomenclatura internațională. (2p)



Denumirea compusului este: *oxid de azot (I)*

11. Determinați densitatea gazului ilariant (c.n.) și densitatea lui relativă în raport cu aerul. (4p)

Rezolvare: Considerăm $V(\text{gaz ilariant}) = 20 \text{ L } O_2 + 80 \text{ L } N_2O$ (conform proporției menționate).

$v(O_2) = \frac{20 \text{ L}}{22,4 \text{ L/mol}} = 0,893 \text{ mol}$; $v(N_2O) = \frac{80 \text{ L}}{22,4 \text{ L/mol}} = 3,571 \text{ mol}$; $v(\text{gaz ilariant}) = 0,893 \text{ mol} + 3,571 \text{ mol} = 4,464 \text{ mol}$

$m(O_2) = 32 \text{ g/mol} \cdot 0,893 \text{ mol} = 28,576 \text{ g}$; $m(N_2O) = 44 \text{ g/mol} \cdot 3,571 \text{ mol} = 157,124 \text{ g}$;

$m(\text{gaz ilariant}) = 28,576 \text{ g} + 157,124 \text{ g} = 185,7 \text{ g}$

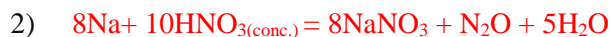
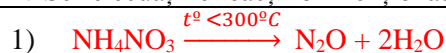
$M(\text{gaz ilariant}) = \frac{185,7 \text{ g}}{4,464 \text{ mol}} = 41,599 \text{ g/mol} \approx 41,6 \text{ g/mol}$

$\rho(\text{gaz ilariant}) = \frac{41,6 \text{ g/mol}}{22,4 \text{ L/mol}} = 1,857 \text{ g/L} = 0,001857 \text{ g/cm}^3$; $D_{\text{aer}}(\text{gaz ilariant}) = \frac{41,6}{29} = 1,434$

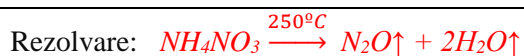
Răspuns: $\rho(\text{gaz}) = 0,001857 \text{ g/cm}^3$, $D_{\text{aer}} = 1,434$

Protoxidul de azot se poate obține la descompunerea nitrului de amoniu sau la interacțiunea sodiului cu acidul azotic concentrat.

12. Scrie ecuațiile reacțiilor menționate. (5p)



13. Determinați ce presiune vor exercita asupra pereților vasului de reacție gazele obținute prin încălzirea a 150 g nitrat de amoniu. Temperatura de descompunere a nitrului de amoniu este de 250°C , iar volumul vasului este de 1 L. (3p)



$v(\text{NH}_4\text{NO}_3) = \frac{150 \text{ g}}{80 \text{ g/mol}} = 1,875 \text{ mol} \Rightarrow v(\text{N}_2\text{O}) = v(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 1,875 \text{ mol}$; $v(\text{H}_2\text{O}_{(g)}) = 2v(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 3,75 \text{ mol}$;

$v(\text{gaze degajate}) = 1,875 \text{ mol} + 3,75 \text{ mol} = 5,625 \text{ mol} \Rightarrow V_{\text{gaze}} = 5,625 \text{ mol} \cdot 22,4 \text{ L/mol} = 126 \text{ L (c.n.)}$

Conform legii universal a gazelor

$\frac{PV}{T} = \frac{P_{c.n.}V_{c.n.}}{T_{c.n.}} \Rightarrow P = \frac{P_{c.n.}V_{c.n.}T}{VT_{c.n.}} = \frac{101,3 \text{ kPa} \cdot 126 \text{ L} \cdot (250+273) \text{ K}}{1 \text{ L} \cdot 273 \text{ K}} = 24452,26 \text{ kPa} (=241,38 \text{ atm})$

Răspuns: $P = 24452,26 \text{ kPa}$ sau $241,38 \text{ atm}$

La temperatura de 25°C 1 litru de apă dizolvă 0,6 litri protoxid de azot.

14. Calculează partea de masă a gazului în soluția obținută. (2p)

Rezolvare: $m(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ L} \cdot 1 \text{ g/mL} = 1000 \text{ g}$; $m(\text{N}_2\text{O}) = \frac{0,6 \text{ L} \cdot 44 \text{ g/mol}}{22,4 \text{ L/mol}} = 1,179 \text{ g}$; $m_{\text{sol}} = 1000 \text{ g} + 1,179 \text{ g} = 1001,179 \text{ g}$



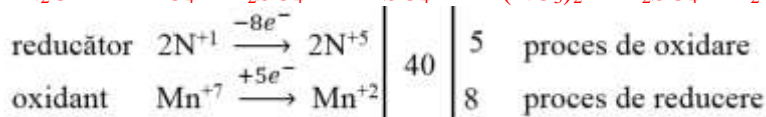
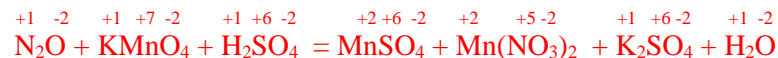
$$\omega(\text{N}_2\text{O}) = \frac{1,179\text{g}}{1001,179\text{g}} \cdot 100\% = 0,1177\%$$

Răspuns: $w(\text{gaz}) = 0,1177\%$

Cu oxidanți puternici protoxidul de azot se manifestă ca reducător.

15. Egalați (prin metoda bilanțului electronic) ecuația reacției cu permanganatul de potasiu în mediu acid. (5p)

Protoxidul de azot + KMnO_4 + H_2SO_4 = sulfat de Mn (II) + azotat de mangan (II) + sulfat de potasiu + apă



Problema nr. 2 „Moneda EURO (40p)



Alpaca este numele unui animal erbivor originar înrudit cu cămila, dar și numele unui aliaj. *Alpaca* (sau *mailliehort* cum i se mai spune după numele francezilor Mailliet și Chorier, care l-au produs în 1819) este un aliaj ternar compus din Cu (45-70%), Zn (8-45%) și Ni (8-20%). Culoarea sa și luminozitatea similară argintului l-a făcut să fie cunoscut sub numele de *argint german*, fiind utilizat pentru producerea veselei, instrumentelor muzicale (ex. saxofon, flaut), a instrumentelor chirurgicale și chiar a bijuteriilor. Un domeniu aparte este utilizarea lui la confecționarea monedelor.

Moneda de 1 euro conține în partea centrală un aliaj cupro-nichel ce conține 75% Cu și 25% Ni, iar în exterior o coroană galbenă din alpaca (75% Cu, 20% Zn și 5% Ni). Aliajele (centru/coroană) sunt inversate în cazul monedei de 2 euro. Moneda de 1 euro cântărește 7,5 g, iar cea de 2 euro - 8,5 g.

1. Calculează masa metalelor necesare pentru confecționarea coroanei galbene a monedei de 1 euro, dacă coroana reprezintă 1/3 din masa monedei. (2p)

Rezolvare: $m(\text{coroană } 1\text{€}) = 7,5\text{g} \cdot \frac{1}{3} = 2,5\text{ g}$;

$m(\text{Cu}) = 0,75 \cdot 2,5\text{ g} = 1,875\text{ g}$; $m(\text{Zn}) = 0,2 \cdot 2,5\text{ g} = 0,5\text{ g}$; $m(\text{Ni}) = 0,05 \cdot 2,5\text{ g} = 0,125\text{ g}$

Răspuns: $m(\text{Cu})_{\text{coroană}} = 1,875\text{ g}$; $m(\text{Zn})_{\text{coroană}} = 0,5\text{ g}$; $m(\text{Ni})_{\text{coroană}} = 0,125\text{ g}$

2. Care este masa fiecărui metal din partea centrală a monedei de 2 euro, dacă ea constituie 2/3 din masa monedei. (2p)

Rezolvare: $m(\text{centru } 2\text{€}) = 8,5\text{g} \cdot \frac{2}{3} = 5,667\text{ g}$;

$m(\text{Cu}) = 0,75 \cdot 5,667\text{ g} = 4,250\text{ g}$; $m(\text{Zn}) = 0,2 \cdot 5,667\text{ g} = 1,133\text{ g}$; $m(\text{Ni}) = 0,05 \cdot 5,667\text{ g} = 0,283\text{ g}$

Răspuns: $m(\text{Cu})_{\text{centru}} = 4,25\text{ g}$; $m(\text{Zn})_{\text{centru}} = 1,133\text{ g}$; $m(\text{Ni})_{\text{centru}} = 0,283\text{ g}$

O probă de *alpaca* a fost tratată cu soluție de hidroxid de potasiu 0,35 M. Se degajă 25,126 L gaz măsurat la 320 K și presiunea 90 kPa și un compus **A** ce conține 36,967 % potasiu, 30,806% zinc, 30,332% oxigen și restul hidrogen.

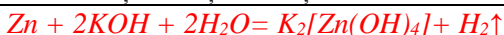
3. Stabilește formula compusului **A**. (4p)

Rezolvare: $\omega(\text{H}) = 100\% - (36,967 + 30,806 + 30,332)\% = 1,896\%$

$K:\text{Zn}:\text{O}:\text{H} = \frac{36,967}{39} : \frac{30,806}{65} : \frac{30,332}{16} : \frac{1,895}{1} = 0,948:0,474:1,896:1,895 = 2:1:4:4$

Răspuns: formula compusului **A** este: $\text{K}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$

4. Scrie ecuația reacției menționate. (3p)



5. Calculează masa probei de *alpaca*. (3p)

Rezolvare: Calculăm $V_{\text{gaz, c.n.}}$

$\frac{PV}{T} = \frac{P_{\text{c.n.}}V_{\text{c.n.}}}{T_{\text{c.n.}}} \Rightarrow V_{\text{c.n.}} = \frac{PVT_{\text{c.n.}}}{TP_{\text{c.n.}}} = \frac{90\text{ kPa} \cdot 25,126\text{ L} \cdot 273\text{ K}}{320\text{ K} \cdot 101,3\text{ kPa}} = 19,044\text{ L}$; $v_{\text{c.n.}} = 19,044\text{ L} : 22,4\text{ L/mol} = 0,85\text{ mol} (\text{H}_2)$

Conform ecuației reacției: $v(\text{Zn}) = v(\text{H}_2) = 0,85\text{ mol}$

$m(\text{Zn}) = 0,85\text{ mol} \cdot 65\text{ g/mol} = 55,25\text{ g} \Rightarrow m_{\text{alpaca}} = 55,25\text{ g} : 0,2 = 276,25\text{ g}$

Răspuns: $m(\text{probă}) = 276,25\text{ g}$

6. Calculează volumul soluției de hidroxid de sodiu consumat în reacție. (2p)

Rezolvare: $v(\text{KOH}) = 2v(\text{H}_2) = 0,85 \cdot 2\text{ mol} = 1,7\text{ mol}$

$V_{\text{sol}} = v/C_m = 1,7\text{ mol} : 0,35\text{ mol/L} = 4,85714\text{ L} = 4857,14\text{ mL}$

Răspuns: $V_{\text{sol}}(\text{NaOH}) = 4857,14\text{ mL}$

7. Despre compusul **A** se poate afirma că (încercuți litera/literele corespunzătoare unui răspuns corect): (1p)

- a. conține 3 tipuri de legături chimice;
- b. una din legăturile prezente este legătura de hidrogen;
- c. compusul **A** nu disociază în soluții apoase.

La tratarea compusului **A** cu soluție de acid sulfuric se obține un amestec de săruri care pot fi separate din amestec.

8. Scrie ecuația reacției dintre compusul **A** și acidul sulfuric. (3p)

Ecuația reacției este: $K_2[Zn(OH)_4] + 2H_2SO_4 = K_2SO_4 + ZnSO_4 + 4H_2O$

9. Propune o metodă de separare a sărurilor din amestec. (5p)

O metodă ar putea fi precipitarea Zn^{2+} cu soluție de NH_4OH .

$K_2SO_4 + NH_4OH \rightarrow$

$ZnSO_4 + 2NH_4OH = Zn(OH)_2 \downarrow + (NH_4)_2SO_4$

Precipitatul se separă de soluția ce conține K_2SO_4 și apoi se dizolvă iar în acid sulfuric.

181,72 g aliaj cupro-nichel se tratează cu acid clorhidric. Gazul degajat este utilizat pentru hidrogenarea totală a 8,58 g de hidrocarbură ce conține 92,31 % carbon și are densitatea 1,161 g/l (c.n.)

10. Determinați compoziția amestecului gazos rezultat după hidrogenare (% de volum). (11p)

Rezolvare: $M(C_xH_y) = \rho \cdot V_m = 1,161 \text{ g/L} \cdot 22,4 \text{ L/mol} = 26 \text{ g/mol}$

Pentru un mol de hidrocarbură $m(C) = 0,9231 \cdot 26 \text{ g} = 24 \text{ g}$; $m(H) = 2 \text{ g}$

$C:H = \frac{24}{12} : \frac{2}{2} = 2:2 \Rightarrow C_2H_2$ (acetilena)

La tratarea aliajului cu HCl: $Cu + HCl \rightarrow$ $Ni + 2HCl = NiCl_2 + H_2 \uparrow$

La hidrogenarea hidrocarbunii: $HC \equiv CH + 2H_2 \rightarrow CH_3-CH_3$

Conform datelor menționate la începutul problemei, aliaj cupro-nichel conține 75% Cu și 25% Ni.

$m(Ni) = 0,25 \cdot 181,72 \text{ g} = 45,43 \text{ g}$; $v(Ni) = 45,43 \text{ g} : 59 \text{ g/mol} = 0,77 \text{ mol}$

$v(H_2) = v(Ni) = 0,77 \text{ mol}$

$v(C_2H_2) = 8,58 \text{ g} : 26 \text{ g/mol} = 0,33 \text{ mol}$

Conform ecuației de hidrogenare a acetilenei: $\frac{v(C_2H_2)}{1} < \frac{v(H_2)}{2} \Rightarrow H_2$ în exces. Amestecul gazos rezultat după hidrogenarea totală a acetilenei va conține $H_{2(exces)}$ și C_2H_6 .

$v(H_2)_{reacționat} = 2v(C_2H_2) = 2 \cdot 0,33 \text{ mol} = 0,66 \text{ mol}$; $v(H_2)_{exces} = 0,77 \text{ mol} - 0,66 \text{ mol} = 0,11 \text{ mol}$

$V(H_2)_{exces} = 0,11 \text{ mol} \cdot 22,4 \text{ L/mol} = 2,464 \text{ L}$

$v(C_2H_6) = v(C_2H_2) = 0,33 \text{ mol}$; $V(C_2H_6) = 0,33 \text{ mol} \cdot 22,4 \text{ L/mol} = 7,392 \text{ L}$

$V_{total} = 2,464 \text{ L} + 7,392 \text{ L} = 9,856 \text{ L}$

$\varphi(H_2) = \frac{2,464 \text{ L}}{9,856 \text{ L}} \cdot 100\% = 25\%$; $\varphi(C_2H_6) = 75\%$

Răspuns: Amestecul conține: 25% hidrogen, 75% etan

11. Calculați masa molară și densitatea amestecului gazos după hidrogenare. (4p)

Rezolvare:

$\bar{M}_{amestec} = 0,25 \cdot M(H_2) + 0,75 \cdot M(C_2H_6) = 0,25 \cdot 2 \text{ g/mol} + 0,75 \cdot 30 \text{ g/mol} = (0,5 + 22,5) \text{ g/mol} = 23 \text{ g/mol}$

$\rho_{(amestec)} = \frac{23 \text{ g/mol}}{22,4 \text{ L/mol}} = 1,027 \text{ g/L}$

Răspuns: $\bar{M}_{(amestec)} = 23 \text{ g/mol}$; $\rho_{(amestec)} = 1,027 \text{ g/L}$

Total – 81 p