



CONCURSUL DE CHIMIE „iChemist ALTFEL”
Ediția a II-a, 25 februarie 2023

GIMNAZIU

Timp de lucru – 90 minute

„Purificatoarele de aer” - 50p



Arderea combustibilului fosil este un proces care generează gaze cu efect poluant. La arderea unei probe de cărbune cu masa 85 kg cu 6,82% impurități s-au consumat 1428,56 m³ aer (cu un conținut de 21% oxigen).

1) Calculează părțile de volum ale substanțelor în amestecul gazos rezultat. **6p**

$$\begin{aligned}m(\text{C}) &= 85 \cdot 10^3 \text{ g} \cdot 0,913 = 79,2 \cdot 10^3 \text{ g}; \quad v(\text{C}) = 79,2 \cdot 10^3 \text{ g} : 12 \text{ g/mol} = 6,6 \cdot 10^3 \text{ mol} \\ \text{C} + \text{O}_2 &= \text{CO}_2; \quad v(\text{O}_2) = v(\text{C}) = 6600 \text{ mol}; \\ v(\text{O}_2)_{\text{aer}} &= 1428,56 \text{ m}^3 \cdot 0,21 = 300 \text{ m}^3 \quad (300 \cdot 10^3 \text{ L}); \quad v(\text{O}_2)_{\text{aer}} = 300 \cdot 10^3 \text{ L} : 22,4 \text{ L/mol} = \\ &= 13,4 \cdot 10^3 \text{ mol} \\ v(\text{O}_2)_{\text{exces}} &= 13400 \text{ mol} - 6600 \text{ mol} = 6800 \text{ mol}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}v(\text{N}_2)_{\text{aer}} &= 1428,56 \text{ m}^3 \cdot 0,78 = 1114,3 \text{ m}^3 \quad (300 \cdot 10^3 \text{ L}); \quad v(\text{N}_2)_{\text{aer}} = 1114,3 \cdot 10^3 \text{ L} : 22,4 \text{ L/mol} = 49,744 \cdot 10^3 \text{ mol} \\ v(\text{CO}_2)_{\text{obținut}} &= v(\text{C}) = 6600 \text{ mol}\end{aligned}$$

Amestecul gazos rezultat conține: $\text{CO}_2 + \text{N}_2 + \text{O}_2$

$$v_{\text{total}}(\text{gaze}) = 6600 \text{ mol} + 49744 \text{ mol} + 6900 \text{ mol} = 63144 \text{ mol}$$

Deoarece părțile de volum sunt egale cu fracțiile molare, le calculăm direct pe acestea:

$$x(\text{CO}_2) = \varphi(\text{CO}_2) = \frac{6600 \text{ mol}}{63144 \text{ mol}} \cdot 100\% = 10,45\%$$

$$x(\text{N}_2) = \varphi(\text{N}_2) = \frac{49744 \text{ mol}}{63144 \text{ mol}} \cdot 100\% = 78,775\%$$

$$x(\text{O}_2) = \varphi(\text{O}_2) = \frac{6800 \text{ mol}}{63144 \text{ mol}} \cdot 100\% = 10,77\%$$

2) Stabilește care este densitatea acestui amestec, în condiții normale. **3p**

$$\begin{aligned}m(\text{CO}_2) &= 6600 \text{ mol} \cdot 44 \text{ g/mol} = 290400 \text{ g} = 290,4 \text{ kg} \\ m(\text{N}_2) &= 49744 \text{ mol} \cdot 28 \text{ g/mol} = 1392832 \text{ g} = 1392,8 \text{ kg} \\ m(\text{O}_2) &= 6800 \text{ mol} \cdot 32 \text{ g/mol} = 217600 \text{ g} = 217,6 \text{ kg} \\ m(\text{amestec}) &= 290,4 \text{ kg} + 1392,8 \text{ kg} + 217,6 \text{ kg} = 1900,8 \text{ kg} \\ \bar{M}(\text{amestec}) &= m : v = 1900,8 \cdot 10^3 \text{ g} / 63144 \text{ mol} = 30,1 \text{ g/mol}; \\ \rho(\text{amestec})_{\text{c.n.}} &= m : V = \bar{M} : V_m(\text{c.n.}) = 30,1 \text{ g} : 22,4 \text{ L/mol} = 1,344 \text{ g/L}\end{aligned}$$

Pentru purificarea aerului poluat se utilizează cartușe speciale ce conțin substanțe absorbante. În calitate de epurator pentru aer este folosit *varul sodat*. Acesta conține 75% oxid de calciu, 3% hidroxid de sodiu și 20% apă.

3) Calculează ce volum de dioxid de carbon (c.n.) poate fi absorbit de cartușul ce conține 5kg de *var sodat*. **6p**

$$\begin{aligned}m(\text{CaO}) &= 0,75 \cdot 5 \text{ kg} = 3,75 \text{ kg}; \quad v(\text{CaO}) = 3,75 \cdot 10^3 \text{ g} : 56 \text{ g/mol} = 66,96 \text{ mol} \\ m(\text{NaOH}) &= 0,03 \cdot 5 \text{ kg} = 0,15 \text{ kg}; \quad v(\text{NaOH}) = 0,15 \cdot 10^3 \text{ g} : 40 \text{ g/mol} = 3,75 \text{ mol} \\ m(\text{H}_2\text{O}) &= 0,2 \cdot 5 \text{ kg} = 1 \text{ kg}; \quad v(\text{H}_2\text{O}) = 1 \cdot 10^3 \text{ g} : 18 \text{ g/mol} = 55,56 \text{ mol} \\ \text{CaO} + \text{CO}_2 &= \text{CaCO}_3 \quad v_1(\text{CO}_2) = v(\text{CaO}) = 66,96 \text{ mol} \\ 2\text{NaOH} + \text{CO}_2 &= \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \quad v_2(\text{CO}_2) = v(\text{NaOH}) : 2 = 1,875 \text{ mol} \\ \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 &= \text{H}_2\text{CO}_3 \quad v_3(\text{CO}_2) = v(\text{H}_2\text{O}) = 55,56 \text{ mol}\end{aligned}$$

$$v_{\text{total}}(\text{CO}_2) = 66,96 \text{ mol} + 1,875 \text{ mol} + 55,56 \text{ mol} = 124,4 \text{ mol}; V(\text{CO}_2)_{\text{total}} = 124,4 \text{ mol} \cdot 22,4 \text{ L/mol} = 2787,3 \text{ L} = 2,79 \text{ m}^3$$

Pentru a stabili momentul în care se epuizează *varul sodat*, în epurator se adaugă un colorant (un indicator de culoare). Schimbările de culoare pot fi de la alb la violet (în prezența colorantului numit *violet de geșiană*) sau de la roz la alb (în prezența colorantului numit *titan galben*).

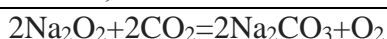
4) Stabilește formula colorantului numit *violet de geșiană*, știind că acesta este un compus organic ce conține 7,362% hidrogen, 8,712% clor, 10,307 % azot și restul carbon. **5p**

$$\text{H:Cl:N:C} = \frac{7,362}{1} : \frac{8,712}{35,5} : \frac{10,307}{14} : \frac{73,619}{12} = 7,362 : 0,245 : 0,736 : 6,135 = 30 : 1 : 3 : 25$$

Formula colorantului numit violet de geșiană este $\text{C}_{25}\text{H}_{30}\text{N}_3\text{Cl}$.

Pentru absorbția dioxidului de carbon în spații închise (de exemplu în submarine) se utilizează peroxidul de sodiu care, pe lângă faptul că micșorează concentrația de CO_2 , generează oxigen.

5) Scrie ecuația reacției ce are loc între dioxidul de carbon și peroxidul de sodiu. Calculează masa de peroxid necesară pentru absorbția dioxidului de carbon dintr-o încăpere cu volumul de 120 m^3 , știind că aerul din cameră conține 0,5% CO_2 . Calculează ce volum de oxigen se va forma. **7p**



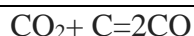
$$V(\text{CO}_2) = 120 \text{ m}^3 \cdot 0,05 = 0,6 \text{ m}^3 = 600 \text{ L}; v(\text{CO}_2) = 600 \text{ L} : 22,4 \text{ L/mol} = 26,786 \text{ mol}$$

$$v(\text{Na}_2\text{O}_2) = v(\text{CO}_2) = 26,786 \text{ mol}; m(\text{Na}_2\text{O}_2) = 26,786 \text{ mol} \cdot 78 \text{ g/mol} = 2089,3 \text{ g} = 2,089 \text{ kg}$$

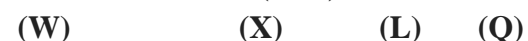
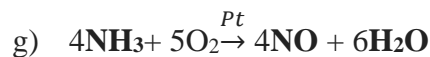
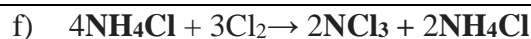
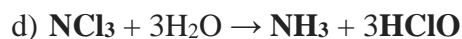
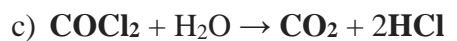
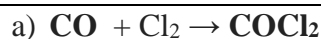
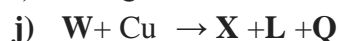
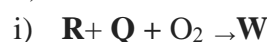
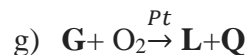
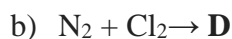
$$v(\text{O}_2) = v(\text{CO}_2) / 2 = 13,393 \text{ mol}; V(\text{O}_2) = 13,393 \text{ mol} \cdot 22,4 \text{ L/mol} = 300 \text{ L}$$

În furnalele metalurgice, dioxidul de carbon este trecut peste cărbune încins, iar gazul obținut (A) este utilizat pentru producerea fontei și a oțelului.

6) Scrie ecuația reacției ce are loc la trecerea dioxidului de carbon peste cărbune încins. **2p**



7) Stabilește formulele moleculare ale compușilor notați cu litere în schema următoare și scrie ecuațiile reacțiilor: **21p**



Mult succes!