

Clasa a VIII-a

Timp de lucru – 120 minute

Problema nr. 1: „Focuri de artificii” (50p)



Fie că e vorba de începerea unui nou an ori de festivitățile de deschidere a Jocurilor Olimpice, focurile de artificii au devenit sinonime cu sărbătoarea. Dar de când îi fascinează pe oameni focurile de artificii? Majoritatea istoricilor sunt de acord că focurile de artificii au fost inventate de chinezi prin secolul al X-lea, când chimiștii orientali au descoperit un material exploziv. Exploratorii occidentali, precum Marco Polo, sau poate negustorii arabi au adus această substanță explozibilă în Europa. Astfel, în secolul al XIV-lea, europenii se delectau cu impresionante spectacole de focuri de artificii. În componența artificiilor intră 3 componente: materialul exploziv, oxidanții și compuși ce dau culoare.

1. Materialul exploziv, care ulterior a fost numit și praf de pușcă, are în componența sa 3 ingrediente: C, S și  $\text{KNO}_3$ . Raportul de masă al acestor componente este  $m(\text{C}):m(\text{S}):m(\text{KNO}_3) = 3:1:6$ . Determinați raportul molar celor 3 componente din praful de pușcă. (3p)

Rezolvare: Considerăm că  $m(\text{C})=3\text{g}$ ,  $m(\text{S})=1\text{g}$  și  $m(\text{KNO}_3)=6\text{g}$ .

$$v(\text{C}):v(\text{S}):v(\text{KNO}_3)=\frac{3\text{g}}{12\text{g/mol}}:\frac{1\text{g}}{32\text{g/mol}}:\frac{6\text{g}}{101\text{g/mol}}=0,25:0,03125:0,0594=8:1:1,9$$

Răspuns: Raportul molar  $v(\text{C}):v(\text{S}):v(\text{KNO}_3)$  este: 8:1:1,9

2. În calitate de combustibil deseori este utilizat un compus Q, obținut din lemnul de pin. Determinați formula moleculară a compusului Q, știind că este format din 91,6363% carbon, 2,5454% hidrogen, iar restul oxigen. (4p)

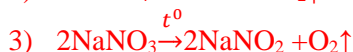
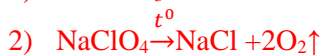
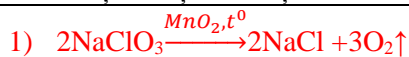
Rezolvare: Presupunem că masa compusului Q este 100 g, atunci masele din fiecare element sunt egale numeric cu procente.  $\omega(\text{O})=100\%-(91,6363\%+2,5454\%)=5,8183\%$ .

$$\text{C:H:O}=\frac{91,6363\text{g}}{12\text{g/mol}}:\frac{2,5454\text{g}}{1\text{g/mol}}:\frac{5,8183\text{g}}{16\text{g/mol}}=7,6364:2,5454:0,3636=20:7:1$$

Răspuns: Formula moleculară a compusului Q este:  $\text{C}_{20}\text{H}_7\text{O}$ .

Un alt component al focurilor de artificii sunt oxidanții. Ele se descompun la temperaturile înalte atinse în timpul exploziei, eliberând oxigenul necesar pentru menținerea procesului de ardere a prafului de pușcă în continuare. În calitate de oxidanți se utilizează cloratul de sodiu ( $\text{NaClO}_3$ ), percloratul de sodiu ( $\text{NaClO}_4$ ) sau nitratul de sodiu ( $\text{NaNO}_3$ ). La descompunerea primelor două săruri se obține clorură de sodiu, iar la a treia - nitrit de sodiu ( $\text{NaNO}_2$ ).

3. Scrieți ecuațiile reacțiilor de descompunere termică pentru oxidanții menționați. (6p)



4. Calculați în care din cele trei reacții de descompunere se eliberează o cantitate mai mare de oxigen. (8p)

Rezolvare: Presupunem că masa fiecărei substanțe este de 100g.

$$v(\text{NaClO}_3)=\frac{100\text{g}}{106,5\text{g/mol}}=0,939\text{ mol}; v(\text{NaClO}_4)=\frac{100\text{g}}{122,5\text{g/mol}}=0,816\text{ mol}; v(\text{NaNO}_3)=\frac{100\text{g}}{85\text{g/mol}}=1,176\text{ mol}.$$

$$\text{Conform ec. 1/pct.3: } v(\text{O}_2)=\frac{3}{2} \cdot v(\text{NaClO}_3)=1,5 \cdot 0,939\text{ mol} = 1,4085\text{ mol}$$

$$\text{Conform ec. 2/pct.3: } v(\text{O}_2)=2 \cdot v(\text{NaClO}_4)=2 \cdot 0,816\text{ mol} = 1,632\text{ mol}$$

$$\text{Conform ec. 3/pct.3: } v(\text{O}_2)=\frac{1}{2} \cdot v(\text{NaNO}_3)=0,5 \cdot 1,176\text{ mol} = 0,588\text{ mol}$$

Răspuns: Se eliberează o cantitate mai mare de oxigen în ecuația: nr. 2 (descompunerea  $\text{NaClO}_4$ )

5. Despre substanța oxigen se poate afirma: (Încercuțiți litera/literele corespunzătoare unui răspuns corect.) (3p)

- a. Se formează în procesul de respirație.  **d.** Se formează în procesul de fotosinteză.  
 b. Conține o legătură covalentă dublă nepolară.  e. Conține două legături covalente duble.  
c. În 3 molecule se găsesc 3 atomi.  f. În 3,2 g oxigen se găsesc  $6,02 \cdot 10^{22}$  molecule.

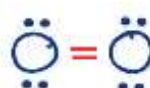
6. Reprezentați formula electronică și formula de structură a moleculei de oxigen. (4p)

Răspuns:

Formula electronică

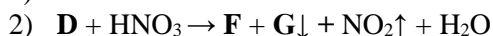
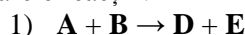


Formula de structură



Inițial artificiile nu erau colorate. Substanțele care dau culori diferite au fost adăugate în perioada Renașterii italiene. Primele culori au fost obținute la adăugare de oțel și cărbune, care produc culorile galben și portocaliu. Treptat, pirotehnicienii au experimentat și alte culori care apar prin adăugarea de diferite săruri.

Culoarea verde se obține prin adăugarea în amestecul exploziv a sărurilor de bariu. Sarea de bariu **F** se obține prin următoarele reacții :



Substanța **A** se găsește în minereul numit *barită* și are formula  $\text{BaXO}_4$ .

7. Determinați elementul **X** știind că substanța **A** conține 27,4678% oxigen. (4p)

*Rezolvare:*  $M_r(\text{BaXO}_4) = 137 + A_r(\text{X}) + 4 \cdot 16 = 201 + A_r(\text{X})$

27,4678% ..... 4 · 16

100% .....  $M_r(\text{BaXO}_4) \Rightarrow M_r(\text{BaXO}_4) = \frac{100\% \cdot 4 \cdot 16}{27,4678\%} = 233$

$M_r(\text{BaXO}_4) = 201 + A_r(\text{X}) = 233 \Rightarrow A_r(\text{X}) = 233 - 201 = 32 \Rightarrow$  elementul **X** este **S** (sulf)

*Răspuns:* Elementul **X** este **S** (sulf).

**B** și **G** sunt substanțe simple. Atomii elementului care formează substanța **B** au câte 4 electroni pe al doilea nivel energetic, iar atomii substanței **G** au sarcina nucleară +16. Substanțele binare **D** și **F** conțin ambele elementul chimic din substanța **G**, prima este o sare de bariu, iar **E** este un gaz incolor cu proprietăți acide.

8. Identificați substanțele notate cu literele **B**, **D**, **E**, **G** și indicați denumirea lor. (8p)

*Rezolvare:*

**B** are 4 e<sup>-</sup> pe nivelul energetic 2 ⇒ perioada 2, grupa a IV-a principală ⇒ substanța **B** este carbonul (C).

**G** are sarcina nucleară +16 ⇒ are numărul de ordine 16 ⇒ substanța **G** este sulf (S).

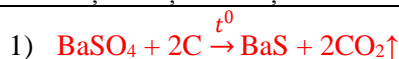
**D** este compus binar, conține **G** și bariu ⇒ compusul **D** este BaS (sulfura de bariu).

Deoarece **E** este oxid acid și se obține din **B**, conform ec.1 ⇒ compusul **E** este CO<sub>2</sub> (oxidul de carbon (IV)).

*Răspuns:* **B** – C (carbon), **D** – BaS (sulfura de bariu),

**E** – CO<sub>2</sub> (dioxid de carbon), **G** – S (sulf).

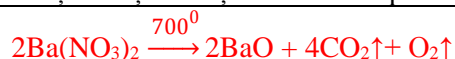
9. Scrieți ecuațiile reacțiilor descrise mai sus și indicați denumirea substanței **F**. (5p)



*Răspuns:* Substanța **F** este:  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  – nitrat/azotat de bariu

În momentul exploziei, la temperatura de peste 700°C, sarea **F** se descompune cu formarea de oxigen, NO<sub>2</sub> și un oxid bazic.

10. Scrieți ecuația reacției de descompunere termică a compusului **F**. (2p)



Culoarea roșie se datorează sărurilor unui metal aflat în aceeași perioadă cu molibdenul, dar în subgrupa principală și are 2 electroni pe ultimul nivel energetic. Metalul care creează culoarea galben se găsește în sarea folosită în alimentație, dar cel ce colorează artificiile în oranj intră în componența oaselor noastre.

11. Determinați cele trei metalele menționate. (3p)

*Răspuns:* Elementul *molibden* se află în perioada 5, deci metalul necunoscut este în perioada 5, grupa II principală ⇒ metalul este Sr (stronțiu). Sarea folosită în alimentație este NaCl, deci metalul este Na (sodiu). În componența oaselor se găsesc săruri de calciu.

Metalele sunt **Sr**, **Na**, **Ca**.

## Problema nr. 2: „Arsuri la stomac? Le găsim leac!” (38p)



*Gastroben* este un medicament antiacid indicat în tratarea arsurilor la stomac. Doza recomandată este de 2-3 comprimate, în timpul crizelor sau la 90 minute după masă. Substanțele active din acest medicament sunt hidroxidul unui metal divalent **X**, ce conține număr identic de protoni, electroni și neutroni, iar electronii din atomii săi sunt repartizați pe trei nivele electronice. A doua substanță este oxidul metalului **Y**, care conține cu un proton mai mult decât atomul elementului **X**.

1. Identificați cele două metale și scrieți formulele moleculare ale celor două substanțe active din *Gastroben*. (4p)

*Rezolvare:*  $\text{X}(\text{OH})_2$ , **X** are 3 nivele și valența II ⇒ elementul **X** se află în per. 2, grupa II principală ⇒ **X** este **Mg** (magneziu), compusul este  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ .

**Mg** are 12 protoni, deci metalul **Y** are 13 protoni, deci este **Al** (aluminiu). A doua substanță este  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

*Răspuns:* **X** – **Mg**, **Y** – **Al**. Formulele substanțelor active:  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  și  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

2. Despre compusul **X** se poate afirma: (Încercuți litera/literele corespunzătoare unui răspuns corect.) (2p)

a. Este un hidroxid alcalin.

b. Este o substanță colorată.

c. Nu se dizolvă în apă.

Un comprimat *Gastroben* conține 250 mg din primul component și 125 mg din al doilea.

3. Calculați compoziția procentuală a celor două componente. (2p)

*Rezolvare:*  $m(\text{amestec}) = 250 \text{ mg} + 125 \text{ mg} = 375 \text{ mg}$   
 $375 \text{ mg} \dots\dots 100\%$   
 $250 \text{ mg} \dots\dots \omega(\text{Mg}(\text{OH})_2) \Rightarrow \omega(\text{Mg}(\text{OH})_2) = \frac{100\% \cdot 250 \text{ mg}}{375 \text{ mg}} = 66,67\%$ ;  $\omega(\text{Al}_2\text{O}_3) = 100\% - 66,67\% = 33,33\%$ .  
*Răspuns:* Compusul 1 - 66,67%, compusul 2 - 33,33%.

4. Determinați raportul molar în care se află cele două substanțe componente. (3p)

*Rezolvare:*  $\nu(\text{Mg}(\text{OH})_2) = \frac{250 \text{ mg}}{58 \text{ g/mol}} = 0,00431 \text{ mol}$ ;  $\nu(\text{Al}_2\text{O}_3) = \frac{125 \text{ mg}}{102 \text{ g/mol}} = 0,00123 \text{ mol}$   
 $\nu(\text{Mg}(\text{OH})_2) : \nu(\text{Al}_2\text{O}_3) = 0,00431 : 0,00123 = 3,5 : 1$  sau 7:2  
*Răspuns:* Raportul molar este: 3,5:1.

5. Calculați numărul total de ioni metalici care se găsesc într-un comprimat. (4p)

*Rezolvare:*  $\nu(\text{Mg}^{2+}) = \nu(\text{Mg}(\text{OH})_2) = 0,00431 \text{ mol}$ ;  $\nu(\text{Al}^{3+}) = 2 \cdot \nu(\text{Al}_2\text{O}_3) = 2 \cdot 0,00123 \text{ mol} = 0,00246 \text{ mol}$   
 $\nu(\text{Me}^{x+}) = \nu(\text{Mg}^{2+}) + \nu(\text{Al}^{3+}) = 0,00431 \text{ mol} + 0,00246 \text{ mol} = 0,00677 \text{ mol}$   
 $1 \text{ mol Me}^{x+} \dots\dots\dots 6,02 \cdot 10^{23} \text{ atomi}$   
 $0,00677 \text{ mol Me}^{x+} \dots\dots\dots N(\text{Me}^{x+}) \Rightarrow \frac{6,02 \cdot 10^{23} \cdot 0,00677 \text{ mol}}{1 \text{ mol}} = 4,075 \cdot 10^{21}$   
*Răspuns:* Numărul de ioni metalici =  $4,075 \cdot 10^{21}$

Sucul gastric al unei persoane sănătoase este un amestec complex ce conține 0,3% HCl. La o persoană ce suferă de hiperaciditate gastrică, concentrația de HCl se dublează. În 24 de ore, se produc aproximativ 1500 mL de suc gastric.

6. Scrieți ecuațiile reacțiilor care au loc în stomac la utilizarea unui comprimat de *Gastroben*. (4p)

- 1)  $2\text{HCl} + \text{Mg}(\text{OH})_2 = \text{MgCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- 2)  $6\text{HCl} + \text{Al}_2\text{O}_3 = 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$

7. Calculați ce volum de suc gastric ( $\rho = 1 \text{ g/mL}$ ) poate fi neutralizat cu un comprimat *Gastroben*. (6p)

*Rezolvare:*  
Din ec.1/pct. 6:  $2 \text{ mol HCl} \dots\dots 1 \text{ mol Mg}(\text{OH})_2$   
 $\nu_1(\text{HCl}) \dots\dots\dots 0,00431 \text{ mol Mg}(\text{OH})_2 \Rightarrow \nu_1(\text{HCl}) = \frac{2 \text{ mol} \cdot 0,00431 \text{ mol}}{1 \text{ mol}} = 0,00862 \text{ mol}$   
Din ec.2/pct.6:  $6 \text{ mol HCl} \dots\dots 1 \text{ mol Al}_2\text{O}_3$   
 $\nu_2(\text{HCl}) \dots\dots\dots 0,00123 \text{ mol Al}_2\text{O}_3 \Rightarrow \nu_2(\text{HCl}) = \frac{6 \text{ mol} \cdot 0,00123 \text{ mol}}{1 \text{ mol}} = 0,00738 \text{ mol}$   
 $\nu_{\text{total}}(\text{HCl}) = \nu_1(\text{HCl}) + \nu_2(\text{HCl}) = 0,00862 \text{ mol} + 0,00738 \text{ mol} = 0,016 \text{ mol}$   
 $m(\text{HCl}) = \nu_{\text{total}}(\text{HCl}) \cdot M(\text{HCl}) = 0,016 \text{ mol} \cdot 36,5 \text{ g/mol} = 0,584 \text{ g}$   
 $0,584 \text{ g HCl} \dots\dots\dots 0,3\%$   
 $m_{\text{suc gastric}} \dots\dots\dots 100\% \Rightarrow m_{\text{suc gastric}} = \frac{0,584 \text{ g} \cdot 100\%}{0,3\%} = 194,67 \text{ g}$   
 $V_{\text{suc gastric}} = m_{\text{suc gastric}} : \rho_{\text{suc gastric}} = 194,67 \text{ g} : 1 \text{ g/ml} = 194,67 \text{ ml}$   
*Răspuns:*  $V_{\text{suc gastric}} = 194,67 \text{ mL}$

8. Calculați câți mL de HCl ( $\rho = 1,49 \text{ g/L}$ ) și câți mL de apă trebuie să se amestece pentru a prepara 150 g amestec care să conțină aceeași cantitate de HCl ca suc gastric al unei persoane normale. (4p)

*Rezolvare:*  $150 \text{ g suc gastric} \dots\dots\dots 100\%$   
 $m(\text{HCl}) \dots\dots\dots 0,3\% \Rightarrow m(\text{HCl}) = \frac{150 \text{ g} \cdot 0,3\%}{100\%} = 0,45 \text{ g}$   
 $V(\text{HCl}) = m : \rho = 0,45 \text{ g} : 1,49 \text{ g/L} = 0,302 \text{ L} = 302 \text{ mL}$ ;  
 $m(\text{H}_2\text{O}) = 150 \text{ g} - 0,45 \text{ g} = 149,55 \text{ g}$ ;  $V(\text{H}_2\text{O}) = m : \rho = 149,55 \text{ g} : 1 \text{ g/mL} = 149,55 \text{ mL}$   
*Răspuns:*  $V(\text{HCl}) = 0,302 \text{ L}$ ,  $V(\text{H}_2\text{O}) = 149,55 \text{ mL}$ .

Pentru producerea componentului ce conține metalul X, substanța simplă metalică se tratează cu acid clorhidric, apoi cu hidroxid de sodiu. Pentru producerea celui de-al doilea component, se încălzește hidroxidul metalului Y.

9. Scrieți ecuațiile reacțiilor care au loc și indicați tipul acestora. (9p)

<i>Răspuns :</i>	<i>Tipul reacției chimice</i>
1) $\text{Mg} + 2\text{HCl} = \text{MgCl}_2 + \text{H}_2$	reacție de substituție
2) $\text{MgCl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{NaCl}$	reacție de schimb
3) $2\text{Al}(\text{OH})_3 \xrightarrow{t^0} \text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$	reacție de descompunere

**Total 88puncte**