



LICEUL DE CREATIVITATE ȘI INVENTICĂ "PROMETEU-PRIM"  
CONCURSUL DE CHIMIE „iChemist”  
Ediția a V-a, 17 noiembrie 2018

CODUL  
lucrării:

Clasa a VIII-a

Timp de lucru – 120 minute

Problema nr. 1- „Autobuzul ecologic” (45p)



Primul autobuz electric a fost inventat în 1890 în SUA, dar abia anul trecut, pe 27 decembrie, primăria orașului chinez Shenzhen a anunțat că este primul oraș care folosește pentru transportul în comun doar autobuze electrice.

În luna mai a acestui an, și pe străzile din Chișinău ați putut circula cu primul autobuz electric – o donație a uzinei Belcommunmash din Minsk. Acesta își încarcă bateriile în 10 minute și parcurge autonom circa 30 km.

Principalele tipuri de acumuloare utilizate pentru alimentarea autobuzelor electrice sunt asemănătoare celor din telefoanele mobile sau laptopuri - bateriile *Li-ion*. Bateria clasică Li-ion are anodul (-) confecționat din grafit, iar în calitate de catod (+) - o substanță de culoare albastră cu formula  $\text{LiXO}_2$ .

1. Determinați elementul **X**, dacă se știe că oxigenul reprezintă 32,675% din masa compusului  $\text{LiXO}_2$ . (5p)

Rezolvare:  $M_r(\text{LiXO}_2) = 7 + A_r(X) + 2 \cdot 16 = 39 + A_r(X)$

$2 \cdot 16 \dots\dots\dots 32,675\% \text{ O}$

$$39 + A_r(X) \dots\dots\dots 100\% \Rightarrow 39 + A_r(X) = \frac{32 \cdot 100\%}{32,675\%} = 97,93 \Rightarrow A_r(X) = 97,93 - 39 = 58,93$$

Răspuns: Elementul **X** este **Co (cobalt)**

2. Despre elementul **X** se poate afirma că: (Încercuțiți litera/literele corespunzătoare unui răspuns corect.) (2p)

- a. una din valențele sale este II;  c. nucleul său conține 32 de neutroni;  
 b. oxidul său superior are formula  $\text{X}_2\text{O}_3$ ;  d. are proprietăți nemetalice.

Compusul  $\text{LiXO}_2$  se obține la încălzirea în raport molar de 1:1 a carbonatului de litiu cu  $\text{X}_2\text{O}_3$  (oxidul elementului **X**). În urma reacției se degajă gazul **Y**.

3. Scrieți ecuația reacției, stabiliți coeficienții și identificați gazul **Y**. (3p)

Ecuația reacției chimice:  $\text{Li}_2\text{CO}_3 + \text{Co}_2\text{O}_3 = 2\text{Li}_2\text{CoO}_3 + \text{CO}_2\uparrow$

Răspuns: Gazul **Y** are formula moleculară:  $\text{CO}_2$

4. Reprezentați formarea legăturilor între atomii ce se găsesc în gazul **Y**. (4p)

Formula electronică:

Formula grafică (de structură)



5. Despre compusul **Y** se poate afirma: (Încercuțiți litera/literele corespunzătoare unui răspuns corect.) (2p)

- a. se formează la fotosinteză;  c. este responsabil de crearea ploilor acide.  
 b. conține două legături covalente polare duble;  d. în cinci molecule se găsesc 10 atomi.

Autobuzul electric produs la Minsk utilizează o baterie tip **LFP** care are un ciclu de viață mai lung decât bateriile Li-ion obișnuite și are avantajul că păstrează o tensiune constantă pe tot parcursul funcționării. Anodul acestei baterii este confecționat din grafit sau carbon dur cu litiu intercalat.

6. Despre grafit se poate afirma că: (Încercuțiți litera/literele corespunzătoare unui răspuns corect.) (2p)

- a. atomul său conține același număr de protoni, electroni și neutroni;  
 b. la arderea în exces de oxigen se formează un oxid acid;  
 c. în 60 g conțin  $60,2 \cdot 10^{23}$  atomi.

Litiul formează o rețea cristalină centrată intern, în care atomii se găsesc în colțurile unui cub și în centrul acestuia (fig.1).

7. Calculați densitatea acestui metal (în  $\text{g/cm}^3$ ), dacă se știe că lungimea laturii celulei elementare (notată cu litera **a** în imaginea din fig. 1) este de 3,51 Å. (Un „angstrom”, notat Å, reprezintă  $10^{-10}$  m). (4p)

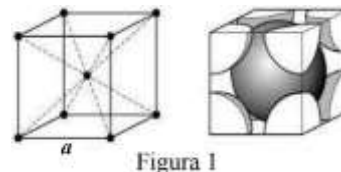


Figura 1

Rezolvare: Pentru a calcula densitatea litiului vom folosi formula:  $\rho = m : V$ .

Trebuie să calculăm masa unei celule elementare, de aceea avem nevoie să știm numărul de atomi din aceasta.

Numărul de atomi din celula elementară este: 1 atom în centrul cubului și câte 1/8 de atom în fiecare din cele 8 colțuri  
 $= 1 + \frac{1}{8} \cdot 8 = 2$  atomi de Li

1 mol de Li conține:  $6,02 \cdot 10^{23}$  atomi Li .....  $m = 6,941$  g (masa molară)  
 2 atomi Li .....  $m_{Li} \Rightarrow m_{Li} = 2 \cdot 6,942 \text{ g} = 13,884 \text{ g}$   
 $V_{cub} = (3,51 \text{ \AA})^3 = 4,324 \cdot 10^{-23} \text{ cm}^3$   
 $\rho = m : V = 13,884 \text{ g} : 4,324 \cdot 10^{-23} \text{ cm}^3 = 3,211 \cdot 10^{23} \text{ g/cm}^3$   
 Răspuns:  $\rho(Li) = 0,533 \text{ g/cm}^3$

Litiul este un metal foarte activ, de aceea se păstrează în sticle cu ulei mineral. În contact cu aerul, litiul se acoperă rapid cu un strat de sare.

8. Scrieți ecuațiile tuturor reacțiilor posibile (la temperatura camerei) care vor avea loc la scoaterea unei bucăți de litiu din uleiul mineral. (Pot fi utilizați și produșii de reacție obținuți.) (12p)

1. $4Li + O_2 = 2Li_2O$	4. $Li_2O + CO_2 = Li_2CO_3$
2. $2Li + 2H_2O = 2LiOH + H_2$	5. $2LiOH + CO_2 = Li_2CO_3 + H_2O$
3. $Li_2O + H_2O = 2LiOH$	6. $LiOH + CO_2 = LiHCO_3$

9. Indicați tipul reacțiilor chimice (notate la punctul 8) la care a participat litiul. (2p)

Tipul reacțiilor este: *reacție de combinare (1), reacții de substituție (2)*

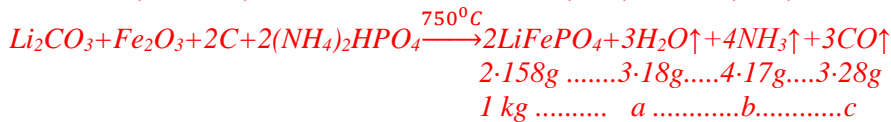
Catodul bateriei LFP conține 90% ferofosfat de litiu, 5% carbon (pentru a mări conductivitatea electrică) și 5% PVDF (un polimer organic). LiFePO<sub>4</sub> este obținut prin tehnologia reducerii carbotermice. Pentru producerea catodului se încălzește la 750°C un amestec format din carbonat de litiu, oxid de fier (III), carbon și monohidrogenofosfat de amoniu. Se obține LiFePO<sub>4</sub> și se degajă un amestecul gazos format din vapori de apă, amoniac și monoxid de carbon.

10. Scrieți ecuația reacției chimice prin care se produce LiFePO<sub>4</sub>. (3p)

Ecuația reacției este:  $Li_2CO_3 + Fe_2O_3 + 2C + 2(NH_4)_2HPO_4 \xrightarrow{750^\circ C} 2LiFePO_4 + 3H_2O \uparrow + 4NH_3 \uparrow + 3CO \uparrow$

11. Determinați compoziția cantitativă (în procente de masă) a amestecului gazos degajat la producerea a 1 kg de LiFePO<sub>4</sub>. (6p)

Rezolvare:  $M_r(LiFePO_4) = 7 + 56 + 31 + 4 \cdot 16 = 158$ ,  $M_r(H_2O) = 18$ ,  $M_r(NH_3) = 17$ ;  $M_r(CO) = 28$



$m(H_2O) = a = (1 \text{ kg} \cdot 3 \cdot 18 \text{ g}) : (2 \cdot 158 \text{ g}) = 170,89 \text{ g}$   
 $m(NH_3) = b = (1 \text{ kg} \cdot 4 \cdot 17 \text{ g}) : (2 \cdot 158 \text{ g}) = 215,19 \text{ g}$   
 $m(CO) = c = (1 \text{ kg} \cdot 3 \cdot 28 \text{ g}) : (2 \cdot 158 \text{ g}) = 265,82 \text{ g}$   
 $651,9 \text{ g amestec} \dots\dots 100\%$

$170,89 \text{ g H}_2\text{O} \dots\dots\dots \omega(\text{apă}) \Rightarrow \omega(\text{apă}) = 170,89 \text{ g} \cdot 100\% : 651,9 \text{ g} = 26,21\%$

$651,9 \text{ g amestec} \dots\dots 100\%$

$215,19 \text{ g NH}_3 \dots\dots\dots \omega(\text{amoniac}) \Rightarrow \omega(\text{amoniac}) = 215,19 \text{ g} \cdot 100\% : 651,9 \text{ g} = 33,01\%$

$\omega(\text{monoxid de carbon}) = 100\% - \omega(\text{apă}) - \omega(\text{amoniac}) = 100\% - 26,21\% - 33,01\% = 40,78\%$

Răspuns:  $\omega(\text{apă}) = 26,21\%$ ,  $\omega(\text{amoniac}) = 33,01\%$ ,  $\omega(\text{monoxid de carbon}) = 40,78\%$

### Problema nr. 2- „Oxygen activ” (43p)



„Oxygen activ” este o expresie ce inundă reclamele la detergenți sau produse de înălbire. Toată lumea știe că oxigenul este un gaz, așa că te-ai putea aștepta să „plutească” un astfel de produs. De fapt, este vorba despre niște săruri ce se găsesc sub formă granulată sau dizolvate în apă și care eliberează *oxygen activ* în procesul de spălare. Oxigenul activ se produce și în atmosferă sub acțiunea radiațiilor ultraviolete.

1. Explicați (analizând structura particulelor) de ce este mai activ oxigenul eliberat de compușii prezenți în produsele de înălbire față de oxigenul din aer. (2 p)

Răspuns: *Oxigenul din aer se găsește în formă moleculară – O<sub>2</sub> – în care cei doi atomi sunt uniți printr-o legătură covalentă nepolară, dublă, ceea ce le oferă atomilor o structură stabilă de octet, deci o reactivitate chimică mai scăzută. Oxigenul activ este numit oxigenul atomic – [O] – care nu are o structură stabilă, deci interacționează rapid cu substanțele pe care le întâlnește.*

Structura moleculară a oxigenului din aer:



Structura oxigenului activ:



În 1775, la perferia Parisului, chimistul francez Berthollet crea *apa de Javel*. Produsul se comercializă și în prezent în Franța, iar substanța activă din ea, hipocloritul de sodiu ( $\text{NaClO}$ ), este utilizată în multe din produsele de curățare de astăzi. Una din metodele folosite pentru producerea hipocloritului de sodiu este electroliza apei cu sare de bucătărie. Reacțiile care au loc sunt redată în schema de mai jos.

2. Scrieți ecuațiile reacțiilor și indicați denumirile substanțelor notate cu literele **E, F, G**.

(15 p)

<p>a) <math>\text{A} + \text{B} \xrightarrow{\text{curent electric}} \text{C}\uparrow + \text{D}\uparrow + \text{E}</math></p> <p>b) <math>\text{B} + \text{C} = \text{F} + \text{G}</math></p> <p>c) <math>\text{E} + \text{G} = \text{NaClO} + \text{B}</math></p> <p>d) <math>\text{NaClO} \xrightarrow{\text{lumină}} \text{A} + \text{H}\uparrow</math></p> <p>e) <math>\text{E} + \text{F} = \text{A} + \text{B}</math></p> <p>f) <math>\text{G} \xrightarrow{\text{lumină}} \text{F} + \text{H}\uparrow</math></p>	<p><i>Ecuațiile reacțiilor:</i></p> <p>a) <math>2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{curent electric}} \text{Cl}_2\uparrow + \text{H}_2\uparrow + 2\text{NaOH}</math></p> <p>b) <math>\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2 = \text{HCl} + \text{HClO}</math></p> <p>c) <math>\text{NaOH} + \text{HClO} = \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}</math></p> <p>d) <math>2\text{NaClO} \xrightarrow{\text{lumină}} 2\text{NaCl} + \text{O}_2\uparrow</math></p> <p>e) <math>\text{NaOH} + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}</math></p> <p>f) <math>2\text{HClO} \xrightarrow{\text{lumină}} 2\text{HCl} + \text{O}_2\uparrow</math></p>
<p><i>Răspuns:</i>  Denumirile substanțelor sunt: <b>E</b>=hidroxid de sodiu, <b>F</b>=acid clorhidric, <b>G</b>=acid hipocloros</p>	

Produsele de înălbire pe bază de clor pot fi folosite doar pentru haine albe. Unele produse folosite pentru rufe colorate au în compoziția lor *percarbonat de sodiu*. Aceasta, în timpul procesului de spălare, se descompune în oxigen și sodă calcinată având un efect înălbitor și antiseptic. Este considerată un înălbitor ecologic.

Percarbonatul de sodiu este un *aduct*, adică o structură în care moleculele unui component sunt înglobate în rețeaua cristalină a celuilalt component. Cele două substanțe prezente în *percarbonatul de sodiu* sunt carbonatul de sodiu și peroxidul de hidrogen.

3. Determinați raportul molar al celor două componente în percarbonatul de sodiu, dacă raportul de masă  $\text{Na}_2\text{CO}_3 : \text{H}_2\text{O}_2$  este 2,078:1.

(5 p)

<p><i>Rezolvare: Calculăm masele moleculare relative ale celor două substanțe.</i>  <math>M_r(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106</math>; <math>M_r(\text{H}_2\text{O}_2) = 34</math>  Notăm cu <math>x = v(\text{Na}_2\text{CO}_3)</math> și cu <math>y = v(\text{H}_2\text{O}_2)</math>  <math>m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = v(\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = x \cdot 106</math>; <math>m(\text{H}_2\text{O}_2) = y \cdot 34</math>  <math>m(\text{Na}_2\text{CO}_3) : m(\text{H}_2\text{O}_2) = \frac{106x}{34y} = \frac{2,078}{1}</math>.</p> <p><i>Separând termenii necunoscuți, obținem raportul <math>\frac{x}{y} = \frac{2,078 \cdot 34}{1 \cdot 106}</math>, care reprezintă tocmai raportul molar al celor două componente: <math>v(\text{Na}_2\text{CO}_3) : v(\text{H}_2\text{O}_2)</math></i>  <math>\Rightarrow \frac{x}{y} = \frac{2,078 \cdot 34}{1 \cdot 106} = \frac{70,652}{106}</math>. <i>Simplificăm prin 70,652 și obținem: <math>\frac{x}{y} = \frac{1}{1,5}</math> sau <math>\frac{x}{y} = \frac{2}{3}</math>, care reprezintă raportul molar cerut.</i></p> <p><i>Răspuns: <math>v(\text{Na}_2\text{CO}_3) : v(\text{H}_2\text{O}_2) = 2 : 3</math>.</i></p>
--

În 2015, firma Bosch lansează mașinile de spălat dotate cu butonul *ActiveOxygen*, care eliberează la începutul programului de spălare și înaintea clătirii finale o ceață fină de *oxigen activ*. Aceasta elimină până la 99,99% din bacteriile și germenii care se găsesc, de obicei, în îmbrăcăminte. Această tehnologie are la bază un mecanism similar celui din natură: acțiunea radiațiilor UV asupra aerului.

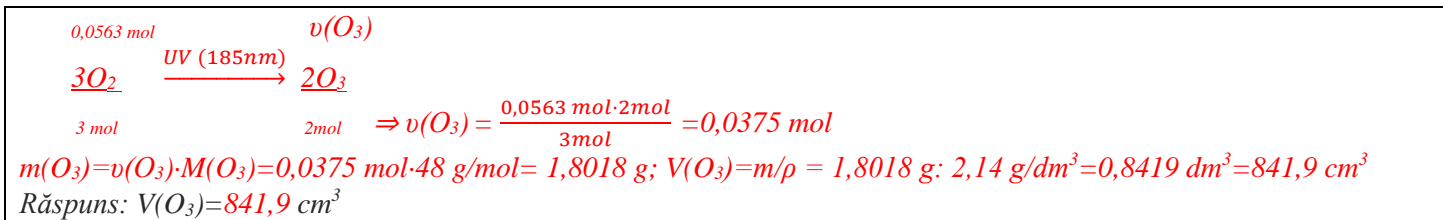
Sub acțiunea radiațiilor UV cu lungime de undă de 185 nm, oxigenul din aer se transformă în ozon. Pentru fiecare mol de ozon se consumă o cantitate de energie de 34,5 kcal. Radiațiile UV cu lungime de undă de 254 nm distrug ozonul, cu formare de oxigen activ.

4. Calculați câți  $\text{cm}^3$  de ozon ( $\rho = 2,14 \text{ g/dm}^3$ ) se poate obține din  $6 \text{ dm}^3$  aer. Se va considera că aerul conține 21% (de volum) oxigen, iar densitatea oxigenului este egală cu  $1,43 \text{ g/dm}^3$ .

(6 p)

<p><i>Rezolvare: <math>6 \text{ dm}^3 \text{ aer} \dots\dots\dots 100\%</math></i></p> <p><math>V(\text{O}_2) \dots\dots\dots 21\% \Rightarrow V(\text{O}_2) = \frac{6 \text{ dm}^3 \cdot 21\%}{100\%} = 1,26 \text{ dm}^3</math>; <math>m(\text{O}_2) = \rho \cdot V = 1,43 \text{ g/dm}^3 \cdot 1,26 \text{ dm}^3 = 1,8018 \text{ g}</math></p> <p><math>v(\text{O}_2) = 1,8018 \text{ g} : 32 \text{ g/mol} = 0,0563 \text{ mol}</math>.</p>
---



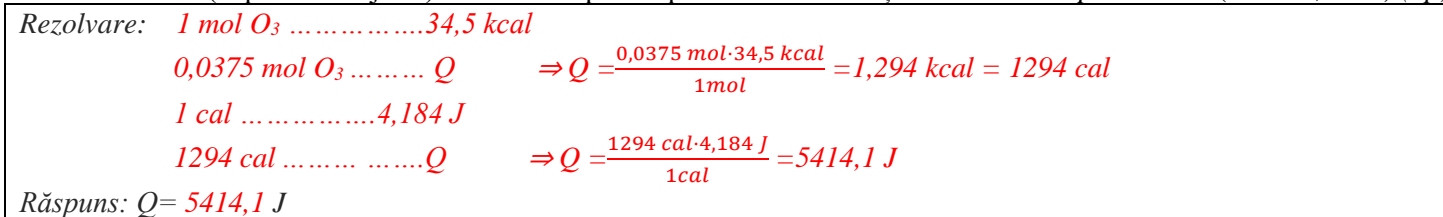


5. Despre ozon se poate afirma că: (Încercuți litera/literele corespunzătoare unui răspuns corect.) (2p)

- a. este o formă alotropică mai stabilă a oxigenului;  
 b. este un gaz incolor, inodor, la fel ca și oxigenul;  
 c. interacționează mai ușor cu substanțele decât oxigenul.

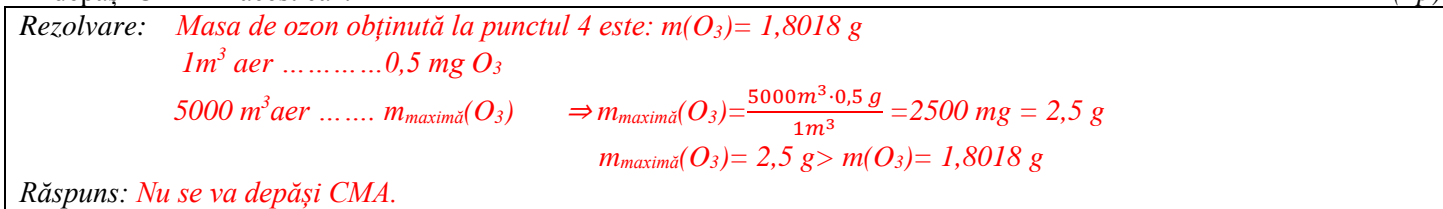
Reacția de transformare a oxigenului în ozon este endotermă, pentru fiecare mol de ozon creat consumându-se 34,5 kcal.

6. Câtă căldură (exprimată în jouli) se consumă pentru producerea cantității de ozon de la punctul 5? (1 cal=4,184 J) (2p)



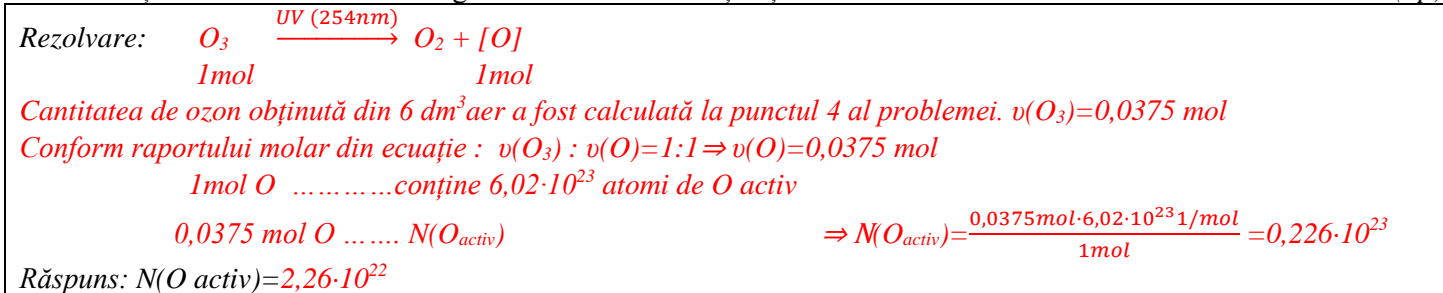
În cantități mari, ozonul este toxic pentru organismul uman. Concentrația minimă de ozon admisă în aer este de 0,2 mg/m<sup>3</sup>, iar concentrația maximă admisibilă (CMA) este de 0,5 mg/m<sup>3</sup>.

7. Se consideră că tot ozonul obținut la punctul 4 este eliberat într-o încăpere cu volumul de 5000 m<sup>3</sup>. Apreciați dacă se va depăși CMA în acest caz. (2p)



Sub acțiunea radiațiilor UV cu lungimea de undă de 254 nm, ozonul se descompune cu formarea de oxigen activ.

8. Calculați numărul de atomi de oxigen activ care vor fi obținuți la iradierea cu UV a 6 dm<sup>3</sup> de aer? (3p)



Este binecunoscut rolul stratului de ozon aflat la suprafața Terrei. Prin procesul de poluare a aerului, în compoziția sa apar gaze (agenți poluanți) care pot reacționa cu ozonul, distrugându-l.

9. Indicați formulele chimice a doi agenți poluanți care pot distruge stratul de ozon și scrieți ecuațiile reacțiilor care vor avea loc. (6p)



Total –88 p

