



Problema nr. 1- „Agenți de afânare” (52p)



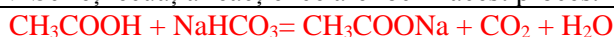
Agenții de afânare sunt substanțe sau amestecuri de substanțe care eliberează gaz, măbind astfel volumul aluatului. Cel mai cunoscut agent de afânare, E500, este  $\text{NaHCO}_3$  - bicarbonatul de sodiu sau soda alimentară, care la temperatura de  $65^\circ\text{C}$  se descompune cu degajare de dioxid de carbon. Se găsește în orice bucătărie. O folosim nu doar pentru prăjituri ci și pentru calmarea tusei, a durerilor în gât și chiar pentru spălări nazale în caz de răceală.

1. Explicați (utilizând ecuații chimice) de ce se elimină dioxid de carbon la dizolvarea sodiei în apă caldă, dar și în apa rece. (2p)

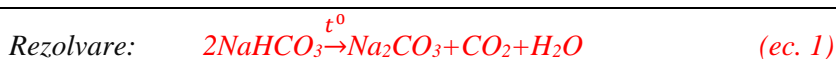


Stingerea sodiei cu oțet este unul din primele experimente la care ați asistat în copilărie.

2. Scrieți ecuația reacției ce are loc în acest proces. (2p)



3. Determinați raportul dintre cantitățile de gaz obținute în cazul stingerii sodiei cu oțet și al descompunerii termice a sodiei. (3p)



Fie  $x = v(\text{NaHCO}_3) \Rightarrow v_1(\text{CO}_2) = \frac{x}{2}$ ;  $v_2(\text{CO}_2) = x$

$\frac{v_1}{v_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{x/2}{x} = \frac{1}{2} \Rightarrow V_2$  este de 2 ori mai mare decât  $V_1$

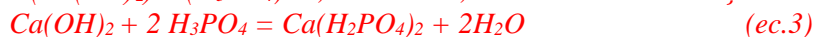
Răspuns:  $V(\text{gaz})_{\text{reacție cu oțet}} : V(\text{gaz})_{\text{descompunere}} = 2:1$

Un pliculet de Praf de copt Dr. Oetker conține 10 g dintr-un amestec de soda alimentară, un acidifiant și amidon alimentar. Amidonul are rolul de a absorbi umezeala. Acidifiantul folosit în această rețetă este o sare acidă, de aceea la prepararea aluaturilor cu acest aditiv nu se recomandă stingerea prafului cu oțet. Această sare se obține prin interacțiunea a 1,057 g hidroxid de calciu cu 2,8 g acid ortofosforic. Cantitatea de sare obținută din această interacțiune este cea conținută în plic.

4. Determinați formula și denumirea sării acide. (5p)

Rezolvare:  $v(\text{Ca}(\text{OH})_2) = \frac{1,057\text{g}}{74\text{g/mol}} = 0,0143\text{ mol}$ ;  $v(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{2,8\text{g}}{98\text{g/mol}} = 0,0268\text{ mol}$ ;

$v(\text{Ca}(\text{OH})_2) : v(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,0143\text{ mol} : 0,0268\text{ mol} = 1:2 \Rightarrow$  ecuația reacției este:



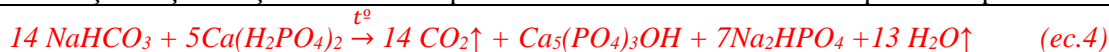
Răspuns: Sarea acidă (acidifiantul) este  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  – dihidrogenofosfatul de calciu

Reacția dintre soda alimentară și sarea acidă începe în momentul umezirii celor două săruri. Se obține dioxid de carbon, apă și alți doi fosfați:  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$  și  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ .

5. Numele minereului natural care are în compoziție primul fosfat este: (Încercuiți varianta corectă.) (1p)

- a. calcar      b. gips       c. apatită      d. fosforită

6. Scrieți ecuația reacției ce are loc în procesul afânării aluatului cu acest praf de copt. (4p)



7. Determinați compoziția procentuală a prafului de copt, dacă pentru prepararea celor 10 g de produs cele două săruri se amestecă în cantități stoechiometrice. (6p)

Rezolvare: conform ec.3,  $v(\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2) = v(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 0,0143\text{ mol}$

Conform ec.4,  $\frac{v(\text{NaHCO}_3)}{14} = \frac{v(\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2)}{5}$ ;  $v(\text{NaHCO}_3) = \frac{0,0143\text{ mol} \cdot 14}{5} = 0,04\text{ mol}$

$m(\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2) = 234\text{ g/mol} \cdot 0,0143\text{ mol} = 3,346\text{ g}$ ;  $m(\text{NaHCO}_3) = 84\text{ g/mol} \cdot 0,04\text{ mol} = 3,36\text{ g}$

$\omega(\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2) = 3,346\text{ g} \cdot 100\% / 10\text{ g} = 33,46\%$ ;  $\omega(\text{NaHCO}_3) = 3,36\text{ g} \cdot 100\% / 10\text{ g} = 33,6\%$ ;  $\omega(\text{amidon}) = 100\% - 33,46\% - 33,6\% = 32,94\%$

Răspuns:  $\omega(\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2) = 33,46\%$ ;  $\omega(\text{NaHCO}_3) = 33,6\%$ ;  $\omega(\text{amidon}) = 32,94\%$

8. Calculați volum de gaz se elimină dintr-un pachet de praf de copt în procesul coacerii, dacă la temperatura de coacere (180°C) volumul molar al gazelor are valoarea 37,17 L/mol. (3p)

*Rezolvare: Producții gazoși eliminați la temperatura de coacere (180°C) sunt CO<sub>2</sub> și H<sub>2</sub>O.*

*Conform ec.4,  $v(\text{CO}_2) = v(\text{NaHCO}_3) = 0,04 \text{ mol}$ ; ;  $v(\text{H}_2\text{O}) = \frac{0,04 \text{ mol} \cdot 13}{14} = 0,037 \text{ mol}$*

*$v_{\text{total gaz}} = v(\text{CO}_2) + v(\text{H}_2\text{O}) = 0,04 \text{ mol} + 0,037 \text{ mol} = 0,077 \text{ mol}$*

*$V_{\text{gaz}} = 37,17 \text{ L/mol} \cdot 0,077 \text{ mol} = 2,862 \text{ L}$*

*Răspuns:  $V_{\text{gaz}} = 2,862 \text{ L}$*

Bicarbonatul de sodiu este obținut, în cantități mari, prin procesul Solvay (numele provenind de la chimist belgian care l-a inventat), un proces tehnologic ciclic elaborat în anul 1861. Transformările care au loc sunt următoarele:



Gazul **D** consumat la producerea sodiei în (reacția 2) este regenerat în urma reacției (4) și este recirculat.

9. Identificați substanțele notate cu literele **A-F**, dacă se știe că substanța **E** conține 6,33% hidrogen, 15,19 % carbon, 17,72% azot și restul oxigen. **D** este 2,588 de ori mai ușor decât **B**. (5p)

*Rezolvare: La descompunerea CaCO<sub>3</sub> se obține CaO și CO<sub>2</sub>. Deoarece **E** este mai ușor decât **B**, tragem concluzia **B** este CO<sub>2</sub>, **A** este CaO.*

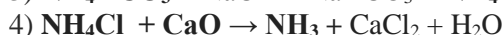
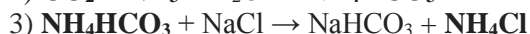
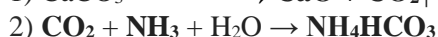
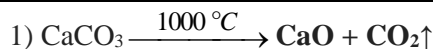
*Dacă **D** este mai ușor de 2,588 ori decât **B** (CO<sub>2</sub>), atunci  $M_r(\text{D}) = 44 : 2,588 = 17$ . **D** este NH<sub>3</sub>.*

*Substanța **E** are raportul molar N:H:C:O =  $\frac{17,72}{14} : \frac{6,33}{1} : \frac{15,19}{12} : \frac{60,76}{16} = 1,266 : 6,33 : 1,266 : 3,778 = 1:5:1:3 \Rightarrow \text{NH}_4\text{HCO}_3$*

*Presupunem că (3) este o reacție de schimb, **F** este NH<sub>4</sub>Cl.*

*Răspuns: **A=CaO, B=CO<sub>2</sub>, D=NH<sub>3</sub>, E=NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub>, F=NH<sub>4</sub>Cl***

10. Scrieți ecuațiile reacțiilor (1-4). (8p)



11. Despre substanța **D** se poate afirma (*încercuțiți litera/literele corespunzătoare unui răspuns corect.*): (2p)

a. este un gaz inodor

este un gaz mai ușor decât aerul

soluția sa apoasă colorează turnesolul în albastru

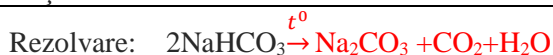
d. este un gaz cafeniu

12. Argumentați de ce se poate considera că substanța **D** joacă rolul unui catalizator în acest proces tehnologic. (2p)

**Se poate considera substanța **D** un catalizator deoarece ea se reface în urma reacției 4, masa lui rămâne neschimbată.**

De fapt, produsul principal al procedurii Solvay este soda calcinată, obținută prin descompunerea bicarbonatului de sodiu la 160-230°C. Produsul obținut prin acest procedeu are o puritate de 75%.

13. Calculați ce masa de calcar (cu puritate de 85%) este necesară pentru a produce o tonă de sodă calcinată cu puritatea menționată. (6p)



*Dacă se produce o tonă de sodă calcinată, cu puritatea menționată (75%), atunci  $m(\text{Na}_2\text{CO}_3)_{\text{pur}} = 0,75 \cdot 1 \text{ tonă} = 750 \text{ kg}$*

*$v(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{750 \text{ kg}}{\frac{106 \text{ g}}{\text{mol}}} = 7075,47 \text{ mol}$ ; conform ecuației reacției:*

*$v(\text{NaHCO}_3) = 2 \cdot 7075,47 \text{ mol} = 14150,94 \text{ mol}$ .*

*$\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CO}_2 \rightarrow \text{NH}_4\text{HCO}_3 \rightarrow \text{NaHCO}_3 \Rightarrow v(\text{CaCO}_3) = v(\text{NaHCO}_3) = 14150,94 \text{ mol}$*

*$m(\text{CaCO}_3)_{\text{pur}} = 100 \text{ g/mol} \cdot 14150,94 \text{ mol} = 1415,1 \text{ kg}$*

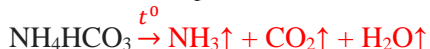
*$m(\text{CaCO}_3)_{\text{tehnic}} = 1415,1 \text{ kg} : 0,85 = 1664,82 \text{ kg}$*

*Răspuns:  $m(\text{calcar}) = 1664,82 \text{ kg}$*

Un alt produs *Dr. Oetker*, numit *Amoniu pentru prăjituri* conține 7 g de compusul **E**. Acest agent de afânare se descompune termic ușor și nu lasă reziduu. Mirosul înțepător care se elimină însă în timpul coacerii le face pe unele gospodine să îl ocolească.

14. Apreciați, pe baza raportului de volume ale gazelor degajate la utilizarea celor două produse, care agent de afânare este mai eficient: *Amoniu pentru prăjituri* sau *Praful de copt*. (3p)

*Rezolvare: compusul **E** este NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub>*



*$v(\text{NH}_4\text{HCO}_3) = \frac{7 \text{ g}}{79 \text{ g/mol}} = 0,0886 \text{ mol}$*



Conform ecuației de descompunere: 1 mol de compus **E** crează 3 mol de gaz.

$$v_{\text{gaz}} = 3 \cdot 0,0886 \text{ mol} = 0,266 \text{ mol}$$

La temperatura de coacere,  $V_{\text{gaz}} = 37,17 \text{ L/mol} \cdot 0,266 \text{ mol} = 9,88 \text{ L}$

$$\frac{V_{\text{gaz Amoniu pt. prăjituri}}}{V_{\text{gaz praf de copt}}} = \frac{9,88 \text{ L}}{2,862 \text{ L}} = 3,45$$

Răspuns:  $V(\text{gaz})_{\text{Amoniu}} : V(\text{gaz})_{\text{praf de copt}} = 3,45$ , produsul mai eficient este: **Amoniu pentru prăjituri**

## „Erythronium” (43p)



*Erythronium* este un metal care a fost descoperit în 1801, dar savantul care l-a descoperit a fost convins patru ani mai târziu că acesta este de fapt cromul. După 30 de ani elementul este redescoperit și primește un alt nume.

Acest element intră în compoziția unui compus cu proprietăți supraconductoare, care este folosit pentru producerea supercondensatorilor – o soluție eficientă pentru înlocuirea motoarelor ce funcționează cu benzină.

Compusul are formula **XN** și este obținut prin reacția amoniacului la 900 °C cu *eythronium* (notat cu **X**).

1. Identificați metalul **X** (*erythronium*), dacă se știe că la interacțiunea cu amoniacul a 2,274 g metal se degajă 1,5 L hidrogen (c.n.). (5p)

Rezolvare:  $2\text{NH}_3 + 2\text{X} = \text{XN} + 3\text{H}_2$

$$\frac{2,274 \text{ g}}{2M} = \frac{1,5 \text{ L}}{3 \cdot 22,4 \text{ L}} \Rightarrow M = \frac{2,274 \text{ g} \cdot 3 \cdot 22,4 \text{ L}}{2 \cdot 1,5 \text{ L}} = 50,937; A_r(V) = 50,94$$

Răspuns: metalul **X** este **V (vanadiu)**.

2. Despre elementul **X** se poate afirma (încercuți litera/literele corespunzătoare unui răspuns corect): (1p)
- a. are gradul de oxidare superior +3;     b. poate avea valența II;    c. este un metal greu.

*Erythronium* se găsește în natură doar sub formă de compuși, unul din mineralele din care este extras are formula  $\text{Pb}_5(\text{XO}_4)_3\text{Cl}$ . Procesul de producție parcurge mai multe etape: (a) minereul este amestecat cu NaCl și oxidat. Se degajă clor și reziduul conține  $\text{NaXO}_3$  și oxid de plumb (II). Sarea de sodiu se transformă prin reacția cu clorura de amoniu, în sare de amoniu (b), care este apoi calcinată (c). În ultima etapă, metalul **X** se obține prin reducerea cu calciu a pentaoxidului obținut la calcinarea sării de amoniu (d).

3. Calculați partea de masă a metalului **X** în acest minereul. (2p)

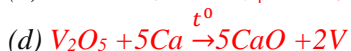
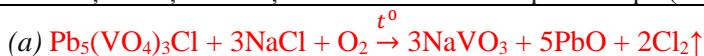
Rezolvare: *Minereul ce conține  $\text{Pb}_5(\text{XO}_4)_3\text{Cl}$  este Vanadinitul:  $\text{Pb}_5(\text{VO}_4)_3\text{Cl}$*

$$M_r(\text{Pb}_5(\text{VO}_4)_3\text{Cl}) = 207 \cdot 5 + (51 + 4 \cdot 16) \cdot 3 + 35,5 = 1415,5$$

$$\omega(V) = \frac{3 \cdot 51}{1415,5} \cdot 100\% = 10,81\%$$

Răspuns: *Minereul conține 10,81 % metal X.*

4. Scrieți ecuațiile reacțiilor ce au loc în cele patru etape (a-d). (8p)



5. Dintre cele 4 reacții sunt reacții de oxido-reducere: (încercuți litera/literele corespunzătoare unui răspuns corect): (1p)

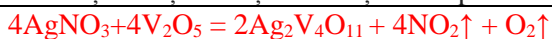
a. (b) și (c)    b. (a), (b) și (c)     c. (a) și (d)    d. (a), (c) și (d)

6. Indicați rolul clorurii de sodiu în reacția ce are loc în prima etapă. (1p)

Rolul lui NaCl este de **reducător** ( $2\text{Cl}^{-1} \xrightarrow{-2e^-} \text{Cl}_2^0$ )

Pentaoxidul de *erythronium* este utilizat pentru producerea  $\text{Ag}_2\text{X}_4\text{O}_{11}$ , compus din care se confecționează catodul bateriilor pentru implanturile cardiace defibrilatoare. Metoda patentată în 1999 presupune calcinarea azotatului de argint cu pentaoxid de metal **X**, în urma reacției degajându-se dioxid de azot și oxigen.

7. Scrieți ecuația reacției de obținere a produsului  $\text{Ag}_2\text{X}_4\text{O}_{11}$ . (3p)



8. Determinați compoziția (în procente de volum) a gazului degajat. (2p)

Rezolvare: *gazul degajat conține  $\text{NO}_2$  și  $\text{O}_2$ . Raportul molar  $\text{NO}_2 : \text{O}_2 = 4:1$ .*

*Dacă notăm cu x volumul de  $\text{O}_2$  degajat, atunci  $V(\text{NO}_2) = 4x$ , volumul total de gaz =  $5x$*



Partea de volum:  $\varphi(O_2) = \frac{x}{5x} \cdot 100\% = 20\%$ ,  $\varphi(O_2) = 100\% - 20\% = 80\%$

Răspuns: Gazul degajat conține 80% dioxid de azot și 20% oxigen.

Sărurile apoase ale elementului *erythronium* au diferite culori: violet, verde, albastru sau galben, în dependență de gradul de oxidare. Cei patru ioni se găsesc în bateria reîncărcabilă **VRB**, studiată de NASA în anii 1970. Deoarece electrolitul utilizat în baterie are la bază acidul sulfuric, putem considera că în baterie se întâlnesc patru sulfați. Compoziția lor este redată în tabelul următor:

Substanța	<b>B</b>	<b>A</b>	<b>D</b>	<b>C</b>
culoare	verde	albastru	violet	galben
%X	26,16	31,29	34,69	38,93
%S	24,61	19,63	21,77	12,21

9. Identificați formulele și denumirile sulfaților **A-D**.

(12p)

Rezolvare: *Determinăm raportul molar pentru fiecare compus.*

$$V:S:O = \frac{26,16}{51} : \frac{24,61}{32} : \frac{100-(26,16+24,61)}{16} = 0,515:0,769:3,077 = 1:1,5:6 = 2:3:12 \Rightarrow V_2S_3O_{12}$$

compusul **B** este sulfat de vanadiu(III) =  $V_2(SO_4)_3$

$$V:S:O = \frac{31,29}{51} : \frac{19,63}{32} : \frac{100-(31,29+19,63)}{16} = 0,613:0,613:3,067 = 1:1:5 \Rightarrow VSO_5$$

compusul **A** este sulfat de vanadil =  $VOSO_4$

$$V:S:O = \frac{34,69}{51} : \frac{21,77}{32} : \frac{100-(34,69+21,77)}{16} = 0,68:0,68:2,72 = 1:1:4 \Rightarrow VSO_4$$

compusul **D** este sulfat de vanadiu(II) =  $VSO_4$

$$V:S:O = \frac{38,93}{51} : \frac{12,21}{32} : \frac{100-(38,93+12,21)}{16} = 0,763:0,381:3,053 = 2:1:8 \Rightarrow V_2SO_8$$

compusul **C** este sulfat de dioxovanadiu =  $(VO_2)_2SO_4$

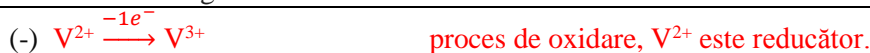
Răspuns: **A** este  $VOSO_4$ , **B** este  $V_2(SO_4)_3$ , **C** este  $(VO_2)_2SO_4$ , **D** este  $VSO_4$ .

10. Scrieți ecuația reacției metalului **X** cu acidul sulfuric concentrat, știind că produsul reacției este cel mai stabil compus - compusul albastru. (3p)



Când bateria se descarcă, în celula electrodului negativ soluția are culoare violet, iar în a celui pozitiv culoarea este galbenă. În timpul funcționării, soluția galbenă devine albastră, iar cea violet se schimbă în verde.

11. Scrieți (în formă ionică) ecuațiile electronice pentru procesele ce decurg la electrozi, știind că la unul din ele participă și ionii de hidrogen din electrolit. (4p)



12. În procesul funcționării bateriei (încercuiți litera/literele corespunzătoare unui răspuns corect): (1p)

a. ionul galben are rol de oxidant

c. ionul albastru se reduce

b. ionul verde participă la procesul de reducere

d. ionul violet se oxidează.

**Total – 97p**

