



Clasa a VIII-a

Problema I. „Cala sau Floarea Evei” (32p)

Cala este o floare ce impresionează la vedere, însă seva ei conține o substanță periculoasă care poate fi fatală dacă este consumată, provocând senzația de arsuri și iritații la nivelul cavității bucale, tulburări digestive, dureri abdominale și chiar poate fi fatală în cantități mari. Din această cauză este una din plantele care nu se recomandă a fi ținute în casă.

Substanța prezentă în această floare se formează și în organismul nostru, fiind prezentă în așa numitele „pietre la rinichi”.

În problema următoare vă propunem să descoperiți formula acestei substanțe (A), precum și transformările pe care le suferă ea la calcinare. (calcinare = încălzire la temperaturi înalte)

Prin încălzirea a 34,176 g de substanță A la temperatura de 500°C masa acesteia scade cu 21,87%, eliminându-se gazul incolor X. Reziduul obținut (B) este format dintr-o substanță cu compoziție calitativă identică cu a compusului A. Ridicând temperatura la 830°C din compusul B se elimină un alt gaz incolor (Y), ajungându-se la o masă constantă (substanță C) egală cu 14,952 g.



1. Determinați formula moleculară a substanței C, știind că aceasta este un oxid în care cantitățile elementelor componente sunt egale, iar ionul metalic are structura gazului inert ce încheie perioada a treia. (2p)

Rezolvare: gazul inert ce încheie perioada 3 este Ar, înseamnă că metalul poate fi: K, Ca, Sc.
Deoarece $v(\text{Me})=v(\text{O}) \rightarrow$ formula oxidului este MeO, deci metalul e divalent \rightarrow Me este Calciul
Răspuns: substanța C este CaO.

2. Încercuți litera corespunzătoare unui răspuns corect. (2p)

Compusul C are denumirea tehnică:

- a. hematit b. gaz de cahllă c. var nestins d. cuarț.

La dizolvarea în apă a substanței C se obține o soluție care:

- a. schimbă culoarea turnesolului în roșu;
 b. schimbă culoarea metiloranjului în galben;
c. nu schimbă culoarea fenolftaleinei.

3. Identificați formula moleculară a gazul Y, știind că acesta este un compus binar ce conține 72,73% oxigen. (4p)

Rezolvare: Considerăm formula lui Y ca fiind E_2O_n . Dacă $m(\text{Y})=100 \text{ g} \rightarrow m(\text{O})=0,7273 \cdot 100\text{g}=72,73 \text{ g} \rightarrow m(\text{E})=100\text{g}-72,73\text{g}=27,27 \text{ g}$
 $v(\text{O})=72,73\text{g}:16 \text{ g/mol}=4,5456 \text{ mol}$. Din relația $v(\text{E}):v(\text{O})=2:n$ se obține că $v(\text{E})=v(\text{O}) \cdot 2/n=4,5456 \cdot 2/n=9,0912/n$
 $v(\text{E})=m(\text{E})/A_r(\text{E})=27,27/A_r(\text{E}) \rightarrow 9,0912/n=27,27/A_r(\text{E}) \rightarrow A_r(\text{E})=27,27n/9,09=3n$
Dăm valori lui n: $n=1 \rightarrow A_r(\text{E})=3$, nu corespunde niciunui element monovalent
 $n=2 \rightarrow A_r(\text{E})=6$, nu corespunde niciunui element monovalent
 $n=3 \rightarrow A_r(\text{E})=9$, nu corespunde niciunui element monovalent
 $n=4 \rightarrow A_r(\text{E})=12$, elementul este carbonul C, oxidul este CO_2
Răspuns: substanța Y este CO_2 .

4. Despre substanța Y se poate afirma că: (Încercuți literele corespunzătoare unor răspunsuri corecte.) (3p)

- a. la dizolvarea în apă se obține o soluție ce colorează fenolftaleina în roșu-carmin;
 b. este un gaz mai greu decât aerul;
 c. este un gaz ce se consumă în procesul de fotosinteză;
d. este un gaz cu miros de ouă stricate;
 e. conține legături covalente duble.

5. Identificați formula moleculară a substanței B.

Substanța B este CaCO_3 (1p)

6. Calculați masa de substanță B. (2p)

Rezolvare: $m(\text{B})=34,176 \text{ g} - 0,2187 \cdot 34,176 \text{ g}=34,176 \text{ g} - 7,4743 \text{ g}=26,702 \text{ g}$
Răspuns: $m(\text{B})=26,702 \text{ g}$ (CaCO_3)

7. Despre substanța B se poate afirma că: (Încercuți literele corespunzătoare unor răspunsuri corecte.) (2p)

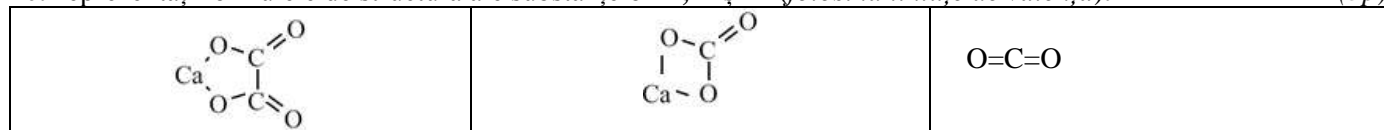
- a. este prezentă în natură ca minereu cu numele de piatră amară;
b. este un electrolit tare;
 c. este o substanță formată prin legături ionice;
 d. este cu o solubilitate redusă în apă.

8. Identificați formula gazului X, știind că acesta are aceeași compoziție calitativă cu gazul Y. X este CO. (1p)

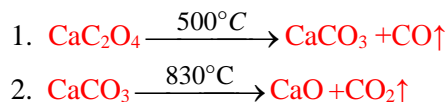
9. Determinați formula chimică a substanței A. (5p)

Rezolvare: $m(\text{CO}) = 0,2187 \cdot 34,176 \text{ g} = 7,4743 \text{ g}$; $v(\text{CO}) = 7,4743 \text{ g} : 28 \text{ g/mol} = 0,267 \text{ mol} \rightarrow v_1(\text{C}) = v_1(\text{O}) = 0,267 \text{ mol}$
 $m(\text{CaCO}_3) = 26,702 \text{ g}$; $v(\text{CaCO}_3) = 26,702 \text{ g} : 100 \text{ g/mol} = 0,267 \text{ mol} \rightarrow v(\text{Ca}) = v_2(\text{C}) = 0,267 \text{ mol}$;
 $v_2(\text{O}) = 3 \cdot 0,267 \text{ mol} = 0,801 \text{ mol}$
 în 34,176 g substanța A găsim: $v(\text{Ca}) = 0,267 \text{ mol}$; $v(\text{C}) = v_1(\text{C}) + v_2(\text{C}) = 0,267 \text{ mol} + 0,267 \text{ mol} = 0,534 \text{ mol}$
 $v(\text{O}) = v_1(\text{O}) + v_2(\text{O}) = 0,267 \text{ mol} + 0,801 \text{ mol} = 1,068 \text{ mol}$
 Determinăm raportul molar din substanța A: $v(\text{Ca}) : v(\text{C}) : v(\text{O}) = 0,267 \text{ mol} : 0,534 \text{ mol} : 1,068 \text{ mol} = 1 : 2 : 4$
 Răspuns: Formula chimică a substanței A este CaC_2O_4 . (oxalat de calciu)

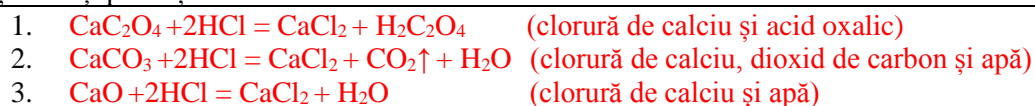
10. Reprezentați formulele de structură ale substanțelor A, B și Y (folosind liniuțe de valență). (3p)



11. Scrieți ecuațiile reacțiilor prin care din substanța A se obțin compușii B și C. (2p)



12. Ce produși se obțin la tratarea substanțelor A, B și C (fiecare separat) cu acid clorhidric? Scrieți ecuațiile reacțiilor și numiți produșii. (5p)

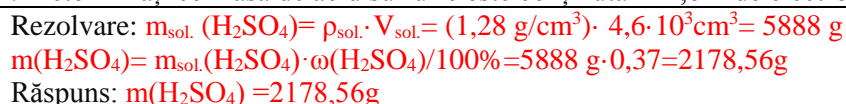


Problema II. „Acidul de baterie” (38p)

Acidul de baterie este denumirea electrolitului ce se găsește în interiorul bateriei pentru autoturisme. Aceasta este o soluție apoasă de acid sulfuric cu partea de masă de 37% și densitatea egală cu 1,28 g/cm³.

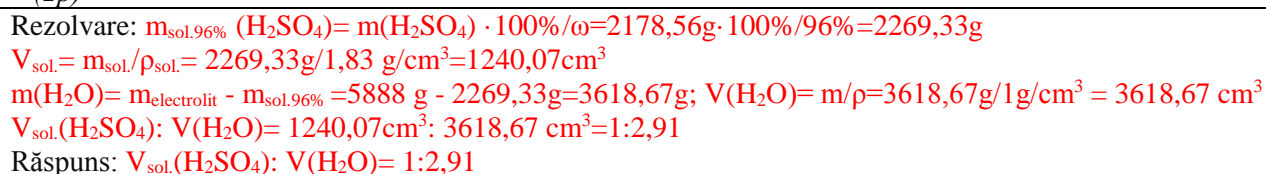


1. Determinați ce masă de acid sulfuric este conținută în 4,6 L de electrolit. (2p)

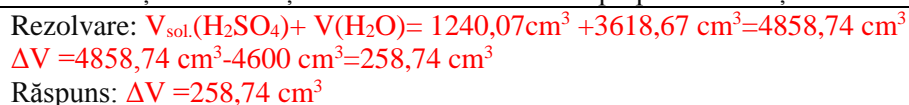


Acidul sulfuric se vinde sub formă de soluții cu $\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = 96-98\%$. Pentru prepararea electrolitului, se folosește o soluție de acid de 96% ($\rho = 1,83 \text{ g/cm}^3$). Dizolvarea acidului în apă este un proces puternic exoterm, însoțit de o contracție de volum importantă.

2. Determinați în ce raport de volum trebuie amestecate soluția de acid concentrat și apa pentru a prepara electrolitul. (2p)



3. Calculați ce contracție de volum se observă la prepararea soluției de electrolit. (2p)



4. Procesul de dizolvare a acidului sulfuric este exoterm deoarece: (Încercuiți litera corespunzătoare unor răspunsuri corecte.) (1p)

- a. se absoarbe energie pentru disocierea moleculelor de acid;
 b. se elimină o cantitate mare de energie la hidratarea ionilor obținuți la disocierea moleculelor de acid;
 c. se absoarbe energie la repartizarea uniformă a moleculelor de acid în apă.

Pentru a prepara electrolitul, trebuie întotdeauna să se verse acidul într-un volum mare de apă și niciodată invers.

5. Precizați pe scurt de ce trebuie respectată această regulă. (1p)

Din cauza degajării unei cantități mari de căldură apa se încălzește puternic și poate să atingă temperatura de fierbere. Trebuie respectată această regulă pentru a evita producerea arsurilor.

Dizolvarea unui mol de acid sulfuric în apă degajă o cantitate de căldură egală cu 84 kJ. Cantitatea de căldură absorbită de apă se poate determina cu formula: $Q = m \cdot c \cdot \Delta t^\circ$, unde c este căldura specifică a apei, care are valoarea de 4,18 J/g·K, această reprezentând cantitatea de căldură necesară pentru a modifica temperatura unui gram de apă cu un grad.

6. Calculați cu câte grade crește temperatura apei la prepararea celor 4,6 L de electrolit. (Se va considera că toată căldura degajată la dizolvarea acidului este absorbită de apă.) (4p)



Rezolvare: $v(\text{H}_2\text{SO}_4)=m/M$, $M(\text{H}_2\text{SO}_4)=98\text{g/mol}$, $v(\text{H}_2\text{SO}_4)=2178,56\text{g}/98\text{g/mol}=22,23\text{ mol}$

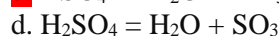
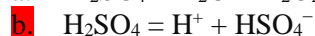
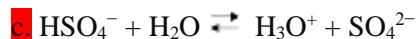
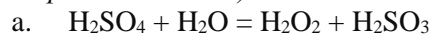
1 mol H_2SO_484kJ

22,23 molQ, $\rightarrow Q=22,23 \cdot 84\text{kJ}=1867,337\text{ kJ}$

$Q=m \cdot c \cdot \Delta t^\circ$, $\Delta t^\circ=Q/m_{\text{ap\u0103}} \cdot c_{\text{ap\u0103}}=1867,337\text{ kJ}/(3618,67\text{g} \cdot 4,18\text{ J/g})=1867337\text{ J}:15126,0406\text{J}=124\text{ K}$

R\u0103spuns: temperatura cre\u0219te cu 124 $^\circ\text{C}$. (varia\u021bia de temperatur\u0103 fiind aceea\u0219i \u00een scara Celsius \u0219i Kelvin)

7. La dizolvarea acidului sulfuric \u00een ap\u0103 au loc urm\u0103toarele reac\u021bii: (*\u00cncercui\u021bi litera/literele corespunz\u0103toare unor r\u0103spunsuri corecte.*) (2p)



8. Indica\u021bi testele care permit identificarea particulelor prezente \u00een solu\u021bia electrolitului. Scrie\u021bi ecua\u021biile ionice. (2p)

1. pentru H^+ , schimbarea metiloranjului \u00een roz sau a turnesolului \u00een ro\u0219u

2. pentru SO_4^{2-} , reac\u021bia cu ionul Ba^{2+} : $\text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} = \text{BaSO}_4\downarrow$ precipitat alb cristalin

\u00c\n interiorul bateriei, au loc dou\u0103 procese: unul la catod (electrodul pozitiv), care este confec\u021bionat din PbO_2 \u0219i altul la anod (electrodul negativ, confec\u021bionat din Pb). Ambii electrozi se dizolv\u0103 \u00een acid sulfuric cu formarea sulfatului de plumb (II).

9. Reac\u021bia sumar\u0103 a procesului de func\u021bionare a bateriei este: (2p)



Dup\u0103 un anumit timp de func\u021bionare, bateria auto se descarc\u0103. \u00c\n acest moment, densitatea solu\u021biei de electrolit ajunge la valoarea de 1,12 g/cm³.

10. Determina\u021bi concentra\u021bia solu\u021biei de acid \u00een acest moment (*se va considera nesemnificativ\u0103 modificarea volumului solu\u021biei*). (5p)

Rezolvare: $m_{\text{sol.fin}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = \rho_{\text{sol.fin}} \cdot V_{\text{sol.}} = (1,12\text{ g/cm}^3) \cdot 4,6 \cdot 10^3\text{cm}^3 = 5152\text{ g}$

$m_{\text{fin.sol.}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 5888\text{ g} - m(\text{H}_2\text{SO}_4)_{\text{consumat}} + m(\text{H}_2\text{O})_{\text{format}}$

Conform ecua\u021biei reac\u021biei $v(\text{H}_2\text{SO}_4)_{\text{consumat}} = v(\text{H}_2\text{O})_{\text{format}}$. Not\u0103m cu x aceste cantita\u021bi.

$m(\text{H}_2\text{SO}_4)_{\text{consumat}} = v \cdot M = 98x$, iar $m(\text{H}_2\text{O})_{\text{format}} = 18x \rightarrow m_{\text{fin.sol.}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 5888\text{ g} - 98x + 18x = 5888 - 80x$

$5152 = 5888 - 80x \rightarrow x = 9,2\text{ mol} \rightarrow m(\text{H}_2\text{SO}_4)_{\text{consumat}} = 98\text{g/mol} \cdot 9,2\text{ mol} = 901,6\text{ g}$

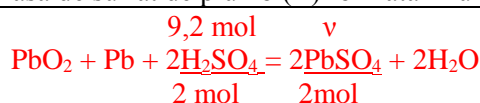
$m_{\text{fin.}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2178,56\text{ g} - 901,6\text{ g} = 1276,96\text{ g}$

$\omega_{\text{fin.}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = m_{\text{fin.}}(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot 100\% / m_{\text{fin.sol.}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1276,96\text{ g} \cdot 100\% / 5152\text{ g} = 24,786\%$

R\u0103spuns: $\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = 24,786\%$

11. Calcula\u021bi masa de sulfat de plumb (II) format\u0103 \u00een urma desc\u0103rc\u0103rii bateriei. (2p)

Rezolvare:



Conform ecua\u021biei reac\u021biei $v(\text{H}_2\text{SO}_4)_{\text{consumat}} = v(\text{PbSO}_4)_{\text{format}} = 9,2\text{ mol}$. $M_r(\text{PbSO}_4) = 303$

$m(\text{PbSO}_4) = 9,2\text{ mol} \cdot 303\text{ g/mol} = 2787,6\text{ g} = 2,787\text{ kg}$

R\u0103spuns: $m(\text{PbSO}_4) = 2,787\text{ kg}$

Una din s\u0103rurile acidului sulfuric este folosit\u0103 ca algicid (produs \u00empotriva algelor) \u00een apele anumitor piscine. Utilizarea ei permite evitarea \u00eenmul\u021birii algelor, p\u0103str\u0103nd apa curat\u0103 \u0219i f\u0103r\u0103 riscuri pentru \u00eenot\u0103tori. Deoarece aceast\u0103 substan\u021b\u0103 este toxic\u0103 \u0219i pentru om dac\u0103 este \u00eenghi\u021bit\u0103, masa maxim\u0103 ad\u0103ugat\u0103 la un litru de ap\u0103 nu trebuie s\u0103 dep\u0103\u0219easc\u0103 10 mg. Substan\u021ba este un cristalohidrat cu formula $\text{MeSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$. Partea de mas\u0103 a apei este de 36%, iar raportul de mas\u0103 Me:S:O este 2:1:2.

12. Identifica\u021bi metalul ce intr\u0103 \u00een compozi\u021bia s\u0103rii. (2p)

Rezolvare: raportul de mas\u0103 Me:S:O = 2:1:2. Amplific\u0103m rela\u021bia cu 32 pentru a ajunge la valoarea $A_r(\text{S})$.

Me:S:O = 64:32:64. $A_r(\text{Me}) = 64 \rightarrow$ metalul este cupru.

R\u0103spuns: Metalul este Cu

13. Determina\u021bi formula cristalohidratului. (3p)

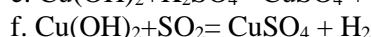
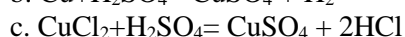
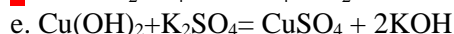
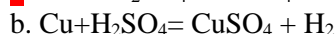
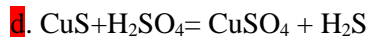
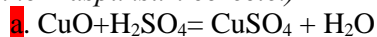
Rezolvare: $M_r(\text{H}_2\text{O}) = 18$, $M_r(\text{MeSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}) = 160 + 18x$

$18x$ 36% H_2O

$160 + 18x$ 100% $\rightarrow 1800x = 36(160 + 18x) \rightarrow 1800x = 5760 + 648x \rightarrow x = 5$.

R\u0103spuns: Formula cristalohidratului este $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

14. Ecua\u021bia ce reprezint\u0103 o reac\u021bie de ob\u021binere a sulfatului de cupru (II) este: (*\u00cncercui\u021bi litera/literele corespunz\u0103toare unor r\u0103spunsuri corecte.*) (3p)



Prin dizolvarea \u00een ap\u0103 a 200 g de cristalohidrat se prepar\u0103 20 L de solu\u021bie. Se consider\u0103 densitatea solu\u021biei egal\u0103 cu 1 g/cm³.

15. Calcula\u021bi partea de mas\u0103 a sulfatului de cupru (II) \u00een aceast\u0103 solu\u021bie. (2p)

Rezolvare: $m_{\text{sol.}}(\text{CuSO}_4) = \rho_{\text{sol.}} \cdot V_{\text{sol.}} = 1 \text{ g/cm}^3 \cdot 20 \cdot 10^3 \text{ cm}^3 = 20000 \text{ g}$
 $M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 250 \text{ g/mol}$, $M(\text{CuSO}_4) = 160 \text{ g/mol}$
 $250 \text{ g CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \dots\dots\dots 160 \text{ g CuSO}_4$
 $200 \text{ g CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \dots\dots\dots x \text{ g CuSO}_4 \rightarrow x = 160 \text{ g} \cdot 200 \text{ g} / 250 \text{ g} = 128 \text{ g CuSO}_4$
 $\omega(\text{CuSO}_4) = m(\text{CuSO}_4) \cdot 100\% / m_{\text{sol.}}(\text{CuSO}_4) = 128 \text{ g} \cdot 100\% / 20000 \text{ g} = 0,64\%$
Răspuns: $\omega(\text{CuSO}_4) = 0,64\%$

16. Indicați ce culoare are soluția de sulfat de cupru (II)? (1p) Răspuns: **albastră**

Conținutul recipientului este dispersat în apa dintr-o piscină care are volumul de 50 m³.

17. Aratați dacă se respectă normele de securitate a vieții în această situație. (2 p)

Rezolvare: $V = 50 \text{ m}^3 = 50000 \text{ L}$
 $1 \text{ L H}_2\text{O} \dots\dots\dots 10 \text{ mg CuSO}_4$
 $50000 \text{ L} \dots\dots\dots m_{\text{admis}}(\text{CuSO}_4) \rightarrow m_{\text{admis}}(\text{CuSO}_4) = 50000 \text{ L} \cdot 10 \text{ mg} / 1 \text{ L} = 500000 \text{ mg} = 500 \text{ g}$
 $m(\text{CuSO}_4) = 128 \text{ g} < 500 \text{ g}$
Răspuns: **Se respectă normele de securitate.**

(problemă realizată în colaborare cu Anca Ciobanu, dr. în chimie, Bacău)

Total – 70 p

