



LICEUL DE CREATIVITATE ȘI INVENTICĂ "PROMETEU-PRIM"

CONCURSUL DE CHIMIE "IChemist"

16 aprilie 2016

Clasa a IX-a

Problema 1. Hidrogenul (35p)

Hidrogenul este cel mai răspândit element din univers (75%) și cel mai important component al Soarelui.

1. Hidrogenul este numit "combustibilul viitorului" deoarece... (*încercuți litera corespunzătoare răspunsului corect*):

(1p)

- a) se găsește în cantități suficient de mari pentru a asigura sursa de energie pentru o perioadă îndelungată de timp.
- b) degajă la ardere cea mai mare cantitate de energie dintre toți combustibilii
- c) nu poluează atmosfera în urma arderii.

La formarea unui mol de apă prin arderea hidrogenului se degajă 286 kJ.

2. Scrieți ecuația reacției de ardere a hidrogenului.

(1p)

ecuația reacției:

3. Calculați ce cantitate de energie se va obține la arderea a 1,0 m³ de hidrogen (c.n.).

(2p)

Rezolvare:

Răspuns: Q =

Pentru producerea industrială a hidrogenului se utilizează mai multe procedee. Cel mai utilizat dintre acestea presupune conversia metanului cu vapori de apă la temperatura de 850°C. În urma realizării unei reacții de acest tip s-au obținut 200,0 m³ de "gaz de sinteză" (CO și H₂), la presiunea de 40,0 atm. În următoarele întrebări vom considera toate gazele ca fiind gaze ideale.

4. Scrieți ecuația reacției de formare a hidrogenului prin procedeul menționat.

(2p)

5. Calculați părțile de volum ale componentelor gazului de sinteză obținut.

(2p)

Rezolvare:

Răspuns: $\varphi(\text{CO}) = \dots\dots\dots$ $\varphi(\text{H}_2) = \dots\dots\dots$

6. Determinați volumul gazului de sinteză în condiții normale.

(2p)

Rezolvare:

Răspuns: V(gaz de sinteză) =

7. Calculați cantitățile celor două gaze.
(2p)

Rezolvare:

Răspuns: $\nu(\text{CO}) = \dots\dots\dots$ $\nu(\text{H}_2) = \dots\dots\dots$

8. În urma conversiei metanului, presiunea amestecului gazos introdus în raport stoechiometric în reactor: (se consideră volumul și temperatura constantă) (Încercuți litera corespunzătoare răspunsului corect)
(1p)

- a. se mărește de patru ori c. se micșorează de două ori
b. se mărește de două ori d. se mărește de trei ori.

Producătorii de mașini studiază diverse metode de a produce hidrogenul, necesar motoarelor electrice, prin descompunerea apei.

Una din aceste metode utilizează ciclul $\text{CeO}_2\text{-Ce}_2\text{O}_3$. Acest proces implică descompunerea termică a dioxidului de ceriu la 2000°C cu formarea trioxidului de diceriu, care ulterior este tratat cu apă la 400°C , regenerând dioxidul de ceriu.

9. Scrieți ecuațiile reacțiilor menționate în ciclul $\text{CeO}_2\text{-Ce}_2\text{O}_3$ și indicați oxidantul și reducătorul în fiecare din cele două reacții.
(4p)

ec. 1

oxidant: reducător

ec. 2

oxidant: reducător

10. Scrieți reacția globală a ciclului.
(1p)

La calcinarea ($t^\circ=2000^\circ\text{C}$) până la masă constantă a 39,62 kg amestec de oxizi de ceriu se obține 38,44 kg amestec solid.

11. Care este volumul maxim de hidrogen (c.n.) ce poate fi obținut în urma unui singur ciclu de reacție?
(7p)

Rezolvare:

Răspuns: $V_{\max}(\text{H}_2) = \dots\dots\dots$

Depart de atmosfera terestră, hidrogenul este produs în condiții geologice de adâncime, prin oxidarea anaerobă a ionilor de fier prezenți în rețeaua cristalină a *olivinei* cu apă. *Olivina* (sau *faialitul*) este un minereu din familia silicaților ce conține în procente de masă de 4 ori mai mult fier față de siliciu (procente

de masă), și o cantitate dublă de oxigen comparativ cu cea de fier.

12. Determinați formula moleculară a fayalit-ului.
(3p)

Rezolvare:

Răspuns: formula moleculară a fayalit-ului este

În urma reacției fayalitului cu apa acesta este transformat într-un amestec de oxizi. În oxidul metalic raportul de masă Fe:O este de 2,625:1.

13. Determinați formula oxidului metalic.
(2p)

Rezolvare:

Răspuns: formula oxidului este

14. Scrieți ecuația reacției fayalitului cu apa și egalați-o prin metoda bilanțului electronic.
(5p)

Problema 2 – Cupru, metalul electrotehnicii (42p)

Cuprul este metalul cu cea mai mare utilizare în industria electrotehnică datorită proprietăților sale: maleabilitate foarte bună, conductibilitate electrică înaltă, rezistență la coroziune. Este un metal ce se sudează ușor și se lipește bine.

Elementul cupru se găsește în natură sub forma a doi izotopi: ^{63}Cu și ^{65}Cu .

1. Determinați părțile de masă ale izotopilor în natură, dacă $A_r(\text{Cu})$ este 63,546.
(3p)

Rezolvare:

Răspuns: $\omega(^{63}\text{Cu}) = \dots\dots\dots$ $\omega(^{65}\text{Cu}) = \dots\dots\dots$

Chile este țara cu cea mai mare producție de cupru: cca 5.700.000 tone/an. Unul din procedeele de producere a cuprului este oxidarea minereului de cupru numit calcocit (Cu_2S), în urma reacției obținându-se oxidul de cupru de culoare roșie cărămizie, care în exces de calcocit se transformă în cupru metalic.

2. Scrieți ecuațiile celor două etape ale procesului de producere.
(4p)

1.

2.

3. În a doua etapă a procesului oxidul de cupru are rol de: (Încercuiți litera corespunzătoare răspunsului corect) (1p)

a. oxidant b. reducător c. redox amfoter.

4. Calculați ce masă de cupru tehnic (cu o puritate de 95%) se va obține din 112,84 kg de calcocit ce conține 10 % impurități, dacă procesul are un randament total de 80%.
(6p)

Rezolvare:

Răspuns: $m(\text{Cu tehnic}) = \dots\dots\dots$

Cupru este mai rezistent la coroziune decât fierul care rugineste ușor în aer umed. Însă, în timp, pe suprafața cuprului poate apărea un strat de culoare verzuie, numit "cocleală", ce conține 20% CuO, 30% Cu(OH)₂, 50% CuCO₃. Pentru curățarea cuprului înainte de lipire suprafața metalică se tratează cu soluție de acid clorhidric de 36,5% (sol. = 1,25 g/cm³).

5. Scrieți ecuația reacției ce se produce la curățarea suprafeței cuprului. (3p)

6. Calculați ce masă de "cocleală" se găsește pe un vas de cupru, dacă pentru curățarea lui se consumă 11,4 cm³ soluție de HCl. (5p)

Rezolvare:

Răspuns: $m(\text{cocleală}) = \dots\dots\dots$

Inițial, cupru se extrăgea din minereul numit "malahit" (CuOH)₂CO₃ prin reducere cu monoxid de carbon.

7. Scrieți ecuația reacției de producere a cuprului prin această metodă. (2p)

Un minereu similar malahitei este "azuritul" - xCuCO₃·yCu(OH)₂. Pentru a determina formula acestuia, se calcinează o probă de 1,73 g, până la masă constantă. Ca rezultat, se degajă 0,224 L de CO₂ (c.n.), iar reziduu conține o substanță neagră cu masa de 1,2 g.

8. Scrieți ecuația reacției de calcinare a azuritelui. (2p)

9. Determinați formula azuritelui. (4p)

Rezolvare:

Răspuns: formula azuritului este.....

Aliajele cuprului au diverse aplicații. Primele monede care au circulat prin Moldova conțineau cupru, staniu și zinc. Pentru determinarea compoziției cantitative, o monedă cu masa de 5,00 g a fost dizolvată în soluție de hidroxid de potasiu. În urma reacției masa monedei scade cu 0,25 g și se degajă 54,88 mL gaz (c.n.).

10. Scrieți ecuațiile reacțiilor ce au loc la dizolvarea monedei în soluția de bază alcalină. (5p)

11. Determinați părțile de masă ale metalelor din aliajul din care este confecționată moneda. (7p)

Rezolvare:

Răspuns: $\omega(\text{Cu}) = \dots\dots\dots$ $\omega(\text{Sn}) = \dots\dots\dots$ $\omega(\text{Zn}) = \dots\dots\dots$

Problema 3 – Siliciul (35p)

Silicagel sau *gel de silice* este un material granular cu porozitate mare obținut prin deshidratarea în condiții speciale a gelului de dioxid de siliciu. Este folosit în tehnică ca absorbant pentru umezeală și suport pentru catalizatori.

În procedeul de producere a silicagelului se utilizează ca materie primă o soluție apoasă de silicat de sodiu – *sticlă solubilă* (ce conține 19,01% Na, 34,71% Si, restul oxigen) care este acidulată cu acid sulfuric, rezultând un precipitat gelatinos care este spălat și ulterior deshidratat pentru a obține silicagel incolor.

1. Determinați formula moleculară a silicatului de sodiu. (3p)

Rezolvare:

Răspuns: formula silicatului este:

2. Scrieți ecuația reacției de producere a silicagelului din silicatul de sodiu. (2p)

În unele cazuri, silicagelul este amestecat cu clorura de cobalt (II) el obținând astfel culoarea albastră în stare anhidră și culoarea roz în stare hidratată.

3. Variația de culoare se datorează: (1p)

a) reacției silicagelului cu apă; b) formării unor aquacomplecși de către CoCl_2 ; c) interacțiunii CoCl_2

cu SiO₂.

Când cumperi pantofi, sau chiar alte produse, găsești în ambalaj **un pliculeț de silicon** pe care scrie "**silica gel**". Un astfel de pachetel cu granule cântărește 2,835 g. La temperatura de 25 °C, silicagelul poate absorbi 32,89 % de apă din masa sa.

4. Calculați volumul maxim de apă ($\rho=1,000\text{g/cm}^3$) pe care îl poate absorbi un pachet de silicagel la 25 °C? (2p)

Rezolvare:

Răspuns: $V_{\max}(\text{H}_2\text{O}) = \dots\dots\dots$

Situație practică: Din întâmplare, ți-ai scăpat telefonul mobil în apă. L-ai deconectat repede, și ai cântărit că masa lui este de 127,46 g. Din motive obscure, vrei să renunți la uscătorul de păr și să pui mobilul ud împreună cu câteva pachete de silicagel într-o pungă de polietilenă, ca să usuci complet telefonul mobil. Știi că masa telefonului mobil uscat este de 121,81 g.

5. Care este numărul minim de pliculețe de silicagel care ar fi necesare pentru a usca complet un telefon mobil? (2p)

Rezolvare:

Răspuns: nr. pliculețe =

Temperatura de topire a cuarțului este de 1713°C, iar a dioxidului de carbon de -56,6°C.

6. Această diferență se explică prin faptul că: (*Încercuți litera corespunzătoare răspunsului corect*) (1p)

- a) polaritatea legăturii C-O este mai mare decât a legăturii Si-O.
- b) legătura dintre atomii dioxidului de carbon este covalentă σ și π .
- c) dioxidul de siliciu cristalizează într-o rețea atomică.

7. Reprezentați legăturile dintre atomii ce formează dioxidul de siliciu. (1p)

"Silicea pirogenică" (fumed silica) este utilizată în producerea produselor cosmetice, în pasta de dinți etc. Ea se obține prin piroliza în flacăra oxihidrică a tetraclorurii de siliciu.

8. Scrieți ecuația reacției de producere a siliceii pirogenice.

(3p)

Dioxidul de siliciu este practic insolubil în apă sau acizi. Totuși, acesta se dizolvă în acid fluorhidric și alcalii.

9. Scrieți ecuațiile reacțiilor de dizolvare a silicagelului în soluții de HF și, respectiv, în KOH.

(5p)

1.

2.

Bazele alcaline și acidul fluorhidric sunt reactivi care se comercializează în bidoane de polietilenă.

10. Acest fapt se explică prin faptul că (*Încercuți litera corespunzătoare răspunsului corect*):

(1p)

- a. Bidoanele din plastic sunt mai ușoare.
- b. Polietilena se dizolvă în acid fluorhidric și alcalii.
- c. Sticla conține dioxid de siliciu, astfel ea dizolvându-se în acești reactivi.

Sticla obișnuită de geam conține 75% SiO₂, 13% Na₂O și 12% CaO (procente de masă).

11. Propuneți formula sticlei obișnuite.

(2p)

Formula sticlei obișnuite este:

12. Scrieți ecuațiile reacțiilor de producere a sticlei solubile și a sticlei obișnuite.

(4p)

1.

2.

Un experiment spectaculos numit "grădina cu săruri" are la bază adăugarea în silicat de sodiu a substanțelor $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ și $KCr(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$. La adăugarea soluțiilor celor două săruri, în vas încep să crească "tufe" de culoare albă și verde.

13. Scrieți ecuațiile reacțiilor ce au loc și indicați compușii ce formează "tufele".

(8p)

1.

"Tufa albă" este compusul:

2.

"Tufa verde" este compusul: