



Clasa a XII-a

OLIMPIADA DE CHIMIE – etapa județeană

27 februarie 2016

Subiectul I.....20 puncte

A.8 puncte

Se ard 44 kg combustibil care conține CO , H_2 și C_2H_2 în raport molar 2:3:1. Puterea calorică inferioară a combustibilului este $q_i = 12 \text{ MJ/m}^3$. Se dau următoarele date termodinamice :

$\Delta H_f^\circ \text{CO}_2 = -393,5 \text{ kJ/mol}$; $\Delta H_f^\circ \text{CO} = -110,5 \text{ kJ/mol}$; $\Delta H_f^\circ \text{C}_2\text{H}_2 = 226,5 \text{ kJ/mol}$; entalpia de vaporizare a apei $\Delta_{\text{vap}} H^\circ_{\text{H}_2\text{O}} = +44 \text{ kJ/mol}$.

a) Calculează căldura degajată la arderea celor 44 Kg combustibil, exprimată în MJ;

b) Determină puterea calorică superioară a combustibilului, exprimată în MJ/m^3 .

B.12 puncte

Se supun electrolizei 17,8 g amestec echimolecular de săruri de sodiu ale unor acizi monocarboxilici saturați omologi. La anod se obține un amestec gazos cu masa molară medie 44 g/mol, iar în spațiul catodic 200 g soluție NaOH cu densitatea $1,092 \text{ g/cm}^3$. Electroliza este totală, cantitatea de electricitate consumată este de 25733,33 C, iar soluția de NaOH este neutralizată de o soluție de H_2SO_4 cu densitatea $1,14 \text{ g/cm}^3$.

a) Determină formulele moleculare ale celor două săruri;

b) Calculează cu cât va scădea masa catodului dacă curentul este furnizat de un acumulator cu plumb;

c) Calculează randamentul de curent;

d) Determină volumul și concentrația normală a soluției de acid sulfuric necesar neutralizării soluției de NaOH dacă variația temperaturii este de $16,42^\circ\text{C}$, căldura specifică a soluției finale este $4,6504 \text{ J/g}\cdot^\circ\text{C}$; iar $\Delta H_{\text{neutralizare}} = -57,27 \text{ kJ/mol}$.

Subiectul II.....25 puncte

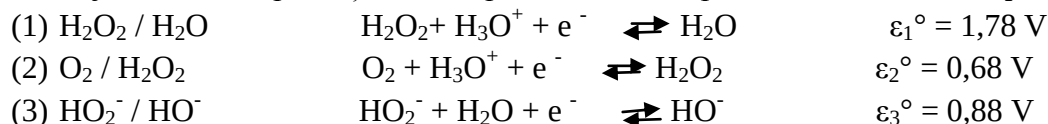
Cromarea suprafețelor de oțel se realizează în containere galvanice care conțin un electrolit alcătuit din 200g/l acid dicromic și 5 g/l acid sulfuric. Piese cromate trec apoi într-un alt container în care sunt spălate continuu cu jet de apă curentă. Apele de spălare conțin 10^{-1} g/l crom pur, sub formă de ion dicromat și $2,5 \cdot 10^{-3} \text{ g/l}$ acid sulfuric. Debitul acestor ape de spălare poluate este de 1000 l/oră. Apele poluate care conțin crom sunt periculoase pentru mediul înconjurător, concentrația maximă de crom admisă în apa din mediul înconjurător este de $0,1 \cdot 10^{-3} \text{ g/l}$.

a) Calculează ce volum, exprimat în m^3 , trebuie să aibă un lac de acumulare a apelor poluate rezultate în procesul de producție pe an (250 zile lucrătoare) astfel încât concentrația acestora în crom să fie de $0,1 \cdot 10^{-3} \text{ g/l}$;

b) Pentru decromatizare apa poluată rezultată din producția pe zi se tratează cu o soluție de sulfat acid de sodiu de concentrație 200 g/l și apoi cu hidroxid de calciu solid. Notați ecuațiile reacțiilor chimice, folosind semiecuatii ale proceselor redox, unde este cazul, și stabiliți coeficienții stoechiometrici;

c) Determină cantitatea maximă de soluție de bisulfat de sodiu, exprimată în m^3/an , necesară decromatizării pentru tratarea apelor poluate din producția pe un an (250 zile lucrătoare);

- d) Calculează cantitatea de hidroxid de calciu solid utilizată la tratarea apei poluate din producția pe un an (250 zile lucrătoare) exprimată în kg/an ;
- e) Compușii cromului (VI) din apele reziduale ale secțiilor galvanice și din industria pielăriei, la $\text{PH} < 3,5$, se reduc până la crom (III), folosind peroxidul de hidrogen. Această metodă este avantajoasă datorită produșilor cu impact mai mic asupra mediului. Se dau cuplurile redox:



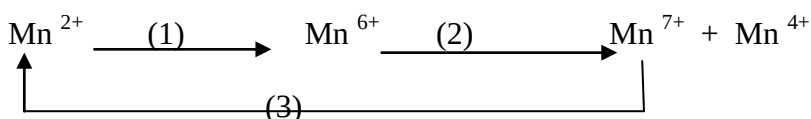
Se cere :

- 1) Stabilește coeficienții stoechiometrici ale semireacțiilor date;
- 2) Propune o pilă electrică folosind cuplurile (1) și (3). Scrie ecuația reacției globale care stă la baza funcționării pilei și reprezentarea convențională a acesteia ;
- 3) Calculează t.e.m în condiții standard ;
- 4) Aranjează cele trei cupluri redox în ordinea creșterii puterii oxidante.

Subiectul III..... 25 puncte

A.10 puncte

Considerăm următoarele modificări ale numărului de oxidare al manganului:



- a) Scrie un șir de reacții chimice prin care se pot realiza modificările numerelor de oxidare indicate în schema de mai sus, stabilește semiecuțiile proceselor redox și coeficienții stoechiometrici;
- b) Notează simbolurile pilelor electrice ce pot funcționa pe baza reacțiilor propuse;
- c) Argumentează dependența potențialelor de oxido-reducere de pH pentru reacția (3) .

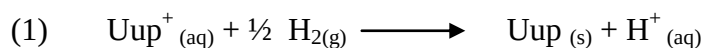
B.15 puncte

Descoperit în august 2003 prin bombardarea Am (243) cu ioni de calciu (48) conform reacțiilor nucleare:



elementul 115 a fost prezentat lumii științifice în februarie 2004, iar pe 30 decembrie 2015 a fost recunoscut de IUPAC, ca nou element chimic în sistemul periodic alături de 113, 117 și 118 .

S-a încercat să se prevadă proprietățile chimice ale elementului 115(unupentium-Uup) pentru care s-au propus două denumiri: langevinium sau moscovium. Astfel, s-au estimat entalpia și entropia standard pentru reacția:



din următoarele date termodinamice (la $t = 25^\circ\text{C}$) :

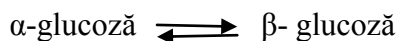
$\Delta_{\text{subl.}}\text{H}^\circ_{\text{Uup}} = 1,5 \text{ eV}$; $E_{\text{i(Uup)}} = 5,52 \text{ eV}$; $\Delta_{\text{hidr.}}\text{H}^\circ_{(\text{Uup}^+, \text{aq})} = -3,22 \text{ eV}$; $S^\circ_{(\text{Uup}^+, \text{aq})} = 1,34 \text{ meV} \cdot \text{K}^{-1}$;
 $S^\circ_{(\text{Uup}, \text{s})} = 0,69 \text{ meV} \cdot \text{K}^{-1}$; $\Delta\text{H}_{\text{H-H}} = 4,5 \text{ eV}$; $E_{\text{i(H)}} = 13,6 \text{ eV}$; $\Delta_{\text{hidr.}}\text{H}^\circ_{(\text{H}^+)} = -11,3 \text{ eV}$; $S^\circ_{(\text{H}_2, \text{g})} = 1,354 \text{ meV} \cdot \text{K}^{-1}$

- a) Scrie succesiunea reacțiilor termochimice corespunzătoare reacției globale (1) utilizând datele termodinamice de mai sus;

- b) Calculează $\Delta_r H$, $\Delta_r S$ și $\Delta_r G$ exprimate în kJ/mol ;
 c) Calculează potențialul standard așteptat al cuplului U_{up^+}/U_{up} în condiții standard .

Subiectul IV..... 30 puncte

În anul 1747 Andreas Marggraf a descoperit glucoza, iar un secol mai târziu Emil Fischer a demonstrat existența celor doi anomeri α și β , anomeri care au confirmat structura ciclică, semiacetalică și apariția hidroxilului semiacetalic. La studiul reacției reversibile de ordin 1 :



s-au obținut următoarele date experimentale:

t, min.	0	30	60
[α -glucoză]	0,500	0,400	0,333
[β -glucoză]	0	0,100	0,167

- Determină valoarea constantei de echilibru;
- Calculează valorile constantelor medii de viteză a reacției directe și inverse;
- Determină timpul de înjumătățire;
- Calculează cantitatea de α -glucoză la $t=90$ min (exprimată în mol /l);
- La arderea a 0,9 g glucoză într-un calorimetru se degajă 14,086 KJ. Știind că variația de entalpie liberă care însoțește reacția este de -14,337 KJ :
 - Notează ecuația termochimică de ardere catabolică a glucozei;
 - Calculează valoarea energiei de organizare a particulelor pentru 1 mol de glucoză;
 - Din cantitatea de căldură eliberată la arderea a 1 mol glucoză , 40% se depozitează sub formă de molecule de ATP . Calculează căldura depozitată de 1 mol ATP;
 - Explică de ce întreaga cantitate de energie nu se eliberează, ci trebuie depozitată în ATP.
 - Determină puterea calorică a glucozei exprimată în cal/g glucoză.

Se dau :

- mase atomice: H – 1; C–12; N – 14; O – 16; Na–23; Mg – 24; Al –27; S–32; Cl– 35,5; K – 39; Ca–40; Cr– 52; Fe – 56; Co – 59; C u – 64; Zn–65; Ag – 108; Ba – 137; Pb–207
- volumul molar = 22,4 L/mol
- numărul lui Avogadro $N_A=6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
- 1 cal=4,184 J
- F=96500 C
- 1eV=96,485 KJ/mol
- $e^{1,09}=2,974$; $e^{1,091}=2,977$
- $\ln 4,323=1,464$; $\ln 2,057=0,721$; $\ln 1,444=0,367$; $\ln 4,329=1,465$

NOTĂ: Timp de lucru 3 ore.

Subiecte prelucrate de Rusu Maria, profesor la Colegiul Tehnic „Petru Poni”-Roman și Leancă Paula, profesor la Liceul Tehnologic „Vasile Sav”-Roman

La clasa a XIIa subiectul III B entropia H^+ în soluție apoasă este 0 eVmK^{-1} .

La subiectul IB, cerința b se neglijează capacitatea calorică pentru acumulatorul cu Pb.