

FACULTATEA DE INGINERIE CHIMICĂ ȘI BIOTEHNOLOGII
CONCURSUL NAȚIONAL DE CHIMIE
"C.D. NENITESCU"
Ediția a XXXI-a - București, 25 Noiembrie 2023

Chimie Anorganică

Subiectul 1.:

I. (2p) Scrieți configurația electronică a speciilor următoare:

a) ${}_{47}\text{Ag}$ b) ${}_{76}\text{Os}$ c) ${}_{46}\text{Pd}$ d) ${}_{44}\text{Ru}^{3+}$ e) ${}_{80}\text{Hg}^{2+}$

II. (3p) Completați ecuațiile reacțiilor chimice, apreciind caracterul de acid Lewis al speciilor ionice ale mercurului.

a) $\text{Hg}_{(l)} + \text{Cl}_{2(g)} =$ (la încălzire)

b) $\text{Hg}_{(l)} + \text{I}_{2(s)} =$ (la încălzire)

III. (2p) Pentru ec. b (pct. II) calculați raportul molar în care se formează produșii de reacție, un amestec de compuși ai mercurului, dacă se folosesc mase egale de reactanți care se consumă în totalitate.

IV. (3p) Pentru fiecare dintre speciile complexe enumerate, stabiliți numărul de oxidare (NO) al ionului metalic central și configurația electronică a ionului în câmpul cristalin exercitat de liganzi (de forma $t_{2g}^{\square}e_g^{\square}$ sau $e^{\square}t_2^{\square}$, după caz).

a) $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$

b) $[\text{FeCl}_4]^{2-}$

c) $[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]^{3-}$; $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ = anion oxalat, $^{-}\text{OOC}-\text{COO}^{-}$

d) $[\text{Co}(\text{en})_3]^{3+}$; en=etilendiamină, $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2$

Subiectul 2.

I. (6p) Indicați răspunsul corect și explicați alegerea în cazul:

a) (2p) elementul cu energie de ionizare primară mai mare este Ca sau Ga?

b) (2p) elementul cu energie de ionizare primară mai mare este Mg sau Ca?

c) (2p) elementul cu afinitate pentru electron mai mare (în valoare absolută) este Si sau P?

II. (4p) Valoarea energiei de ionizare secundară a ${}^6\text{C}$ și valoarea energiei de ionizare primară a ${}^5\text{B}$ corespund procesului $1s^22s^22p^1 \rightarrow 1s^22s^2 + e^-$. Comparați cele două valori: 24,383 eV și 8,298 eV și arătați care sunt factorii care explică valorile.

Subiectul 3.

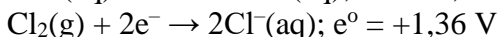
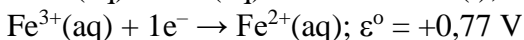
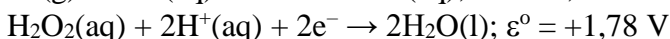
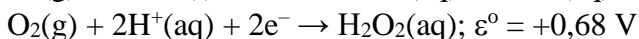
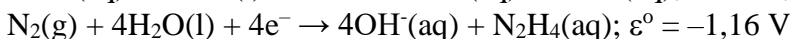
I. (5p) Pentru molecula XeOF_4 , stabiliți starea de oxidare a Xe și arătați geometria adoptată conform modelului RPESV.

II. (5p) Pentru speciile poliatomice: anion azidă, N_3^- , și cation pentazeniu, N_5^+ , modelați structurile Lewis și arătați care dintre structurile limită/rezonanță au o contribuție majoritară.

Subiectul 4. O probă de 10 mL dintr-o soluție de apă oxigenată este titrată cu 34,81 mL soluție 0,0998 M KMnO_4 .

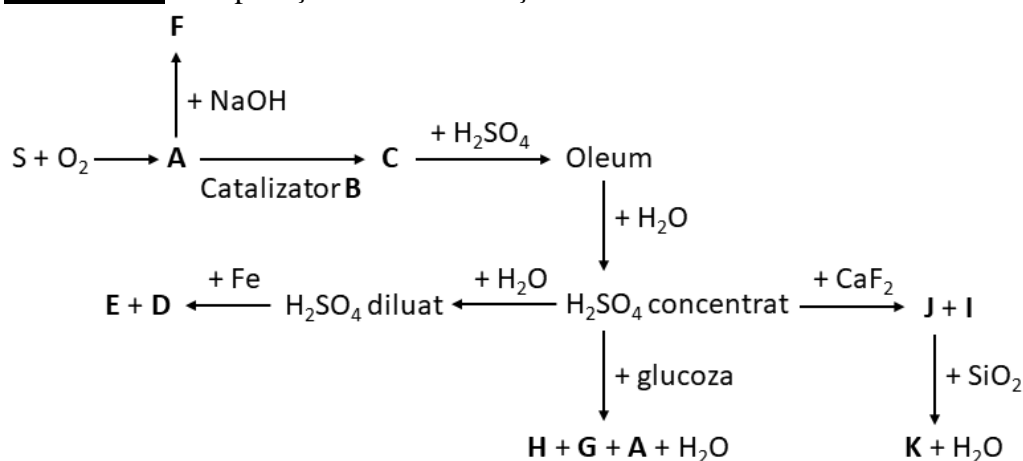
I. (3p) Care este concentrația procentuală a soluției de apă oxigenată știind că densitatea acesteia este 1,08 g/mL?

II. (4p) Ce masă de hidrazină este necesară stoichiometric pentru a reacționa complet cu masa de apă oxigenată de mai sus? Ce rol redox are apa oxigenată în reacția cu hidrazina? Argumentați pe baza valorilor potențialelor standard pentru semi-reacțiile:



III. (3p) Ce rol redox are apa oxigenată în reacțiile cu a) sulfatul feros în mediu acid; b) clor? Scrieți ecuațiile corespunzătoare reacțiilor chimice indicate și stabiliți coeficienții.

Subiectul 5. Completați schema de reacții:



I. (4p) Identificați compușii **A - K**, știind că **A**, **C**, **D**, **G** și **I** sunt în stare gazoasă în condiții normale; **B** este utilizat pentru a cataliza reacția în cadrul procedurii Contact de obținere a acidului sulfuric. *Reacția dintre glucoză și H₂SO₄ se desfășoară în două etape: deshidratare, urmată de oxidare.*

II. (1p) Care dintre compușii din schemă pot fi folosiți ca agenți reducători?

III. (3p) Desenați structurile Lewis pentru **A**, **C**, **G** și **K**. Specificați hibridizarea atomului central și geometria moleculelor.

IV. (2p) Scrieți reacțiile lui **H** cu **I** și, respectiv, SiO₂.

Subiectul 6. Considerând tabelul următor:

Reactanți		Reacția chimică	Observații
[Ni(OH ₂) ₆] ²⁺ (aq)	NaOH(aq)	[Ni(OH ₂) ₆] ²⁺ + HO ⁻ (aq) = A (s)	Precipitat verde, A (s)
NH ₃ conc	A (s)	A (s) + NH ₃ (aq) = B (aq) + 2HO ⁻ (aq)	A se dizolvă; soluția devine albastră → B (aq)
HCl _{conc}	[Ni(OH ₂) ₆] ²⁺ (aq)	[Ni(OH ₂) ₆] ²⁺ (aq) + HCl(aq) = C (aq) + H ₂ O	Soluția verde, [Ni(OH ₂) ₆] ²⁺ (aq),

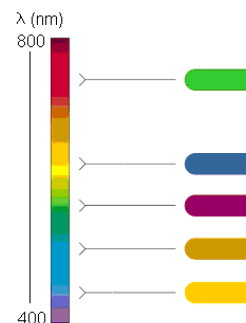
			devine galbenă → $C_{(aq)} (NC_{Ni}= 4)$
en = etilendiamină _(l)	$B_{(aq)}$	$B_{(aq)} + en_{(l)} = D_{(aq)} + NH_{3(aq)}$	Soluția albastră, $B_{(aq)}$, devine violetă → $D_{(aq)}$

I. (3p) Identificați compușii A – D.

II. (4p) Desenați structurile compușilor coordinativi și precizați geometria ionului metalic central.

III. (3p) Pe baza Teoriei Câmpului Cristalin, stabiliți în ce ordine crește lungimea de undă a radiației absorbite pentru ionii complecși $[Ni(OH_2)_6]^{2+}$, B și D, absorbție care determină culoarea acestora și poziția liganzilor în seria spectrochimică.

Pentru un anumit ion metalic, liganzii din sfera de coordinare (pentru același număr de coordinație, NC) pot fi ordonați după valorile crescătoare ale parametrului de scindare, Δ , calculat din spectrele electronice. Se construiește astfel seria spectrochimică a liganzilor.



Subiectul 7. La amestecarea soluțiilor a două substanțe necunoscute în raport stoichiometric, se formează 1,25 g de precipitat, MA, care reprezintă o sare a unui metal M^{2+} . Când precipitatul este încălzit la $900^\circ C$, se descompune în 0,70 g de oxid de metal solid MO și un alt oxid gazos. Filtratul se evaporă și la sec rămâne un reziduu uscat cu o masă de 2,0 g. Din acest reziduu, prin descompunere termică la $215^\circ C$, rezultă un oxid gazos, E_xO_y , și 0,90 g de apă (vapori). Volumul total al amestecului gazos este de 1,68 L (condiții standard).

I. (8p) Identificați compușii necunoscuți: sarea metalului M^{2+} , oxidul gazos E_xO_y , M, MO.

II. (2p) Scrieți reacțiile chimice corespunzătoare: reacția de precipitare, reacțiile de descompunere termică (la $900^\circ C$ și cea de la $215^\circ C$).

Se dau:

Z: Fe-26, Co-27, Ca-20, Ga-31, Mg-12, Si-14, P-15, S-16, O-8, S-16, H-1, F-9, N-7, Xe-54

A (uam): Hg-200, I-127, K-39, Mn-55, Ca-40, Mg-24, Cl-35.5, O-16, C-12, S-32, H-1

$N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$; $R = 8,314 \text{ J/mol}\cdot K$; 1 atm = 101325 Pa; condiții standard (IUPAC): 273,15 K, 10^5 Pa (0.98692 atm)

Key																					
atomic number		Symbol		atomic weight		atomic weight		atomic weight		atomic weight		atomic weight		atomic weight		atomic weight					
1	H	2	He	3	Li	4	Be	5	B	6	C	7	N	8	O	9	F	10	Ne		
11	Na	12	Mg	13	Al	14	Si	15	P	16	S	17	Cl	18	Ar	19	K	20	Ca		
21	Sc	22	Ti	23	V	24	Cr	25	Mn	26	Fe	27	Co	28	Ni	29	Cu	30	Zn		
37	Rb	38	Sr	39	Y	40	Zr	41	Nb	42	Mo	43	Tc	44	Ru	45	Rh	46	Pd		
55	Cs	56	Ba	57-71	lanthanoids					72	Hf	73	Ta	74	W	75	Re	76	Os	77	Ir
87	Fr	88	Ra	89-103	actinoids					104	Rf	105	Db	106	Sg	107	Bh	108	Hs	109	Mt
117	Uu	118	Uu	119	Uu	120	Uu	121	Uu	122	Uu	123	Uu	124	Uu	125	Uu	126	Uu	127	Uu
101	La	102	Ce	103	Pr	104	Nd	105	Pm	106	Sm	107	Eu	108	Gd	109	Tb	110	Dy	111	Ho
121	Ac	122	Th	123	Pa	124	U	125	Np	126	Pu	127	Am	128	Cm	129	Bk	130	Cf	131	Es
131	Lu	132	Hf	133	Ta	134	W	135	Re	136	Os	137	Ir	138	Pt	139	Au	140	Hg	141	Tl
151	Yb	152	Lu	153	Hf	154	Ta	155	W	156	Re	157	Os	158	Ir	159	Pt	160	Au	161	Hg
171	No	172	Lr	173	Hf	174	Ta	175	W	176	Re	177	Os	178	Ir	179	Pt	180	Au	181	Hg

Notă: Toate subiectele sunt notate cu 10 puncte. Succes!