

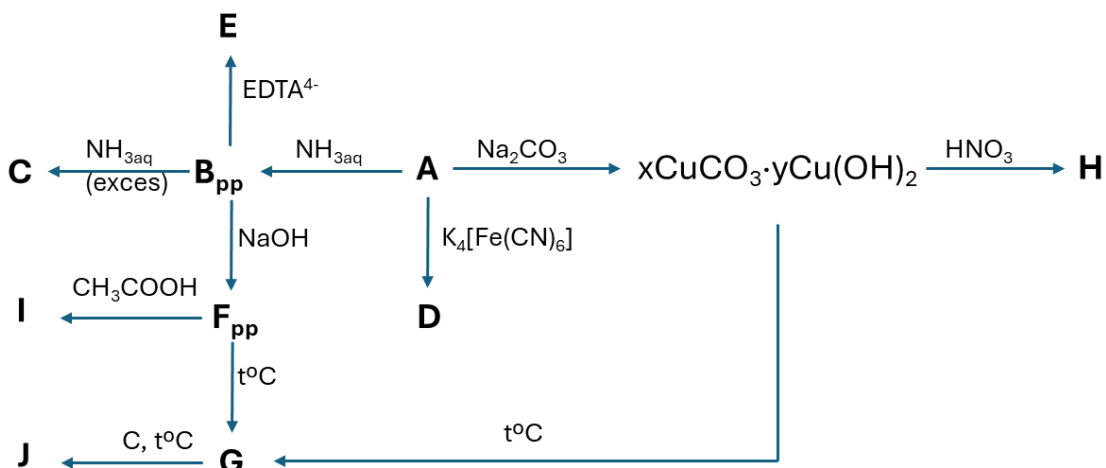
FACULTATEA DE INGINERIE CHIMICĂ ȘI BIOTEHNOLOGII  
CONCURSUL NAȚIONAL DE CHIMIE  
"C.D. NENIȚESCU"

Ediția a XXXII-a - București, 22 Noiembrie 2024

*Chimie Anorganică*

<u>Nr.</u>	<u>Subiect</u>
1.	<p>a) Un element, E, are 11 electroni în stratul M. Scrieți configurația electronică a elementului, identificați elementul precum și blocul din care face parte, determinați numerele cuantice ale electronului distinctiv și termenul spectral fundamental.</p> <p>b) Aranjați în ordinea crescătoare a razei ionii acestui element și explicați acțiunea polarizantă.</p> <p>c) Pentru ionul trivalent, <math>[E(OH)_6]^{3+}</math>, determinați proprietățile magnetice și energia de stabilizare în câmp cristalin de simetrie octaedrică.</p>
2.	<p>Variația energiei de ionizare secundară este ilustrată în graficul de mai jos pentru șase elemente consecutive, cu <math>Z &lt; 20</math>. Aflați care este elementul X.</p> <p>The graph shows a plot of secondary ionization energy versus atomic number (Z) for six consecutive elements with Z &lt; 20. The y-axis is labeled 'Energie ionizare' and the x-axis is 'Numar atomic (Z)'. The plot shows a peak at element X, followed by a sharp drop and a small subsequent rise.</p>
3.	<p>Pentru compuşii xenonului: <math>XeF_4</math>, <math>XeO_4</math>, <math>XeO_3</math>, <math>XeF_2</math></p> <p>a) stabiliți starea de oxidare a Xe și arătați geometria adoptată conform modelului RPESV. Indicați hibridizarea atomului central.</p> <p>b) apreciați polaritatea fiecărui compus pe baza structurii RPESV.</p> <p>c) scrieți ecuațiile reacțiilor de descompunere ale acestor compuşii în elemente în condiții standard. Cunoscând energiile de legătură Xe-F (<math>XeF_2</math>): 130.4 kJ/mol, Xe-F (<math>XeF_4</math>): 142 kJ/mol, Xe=O (<math>XeO_4</math>): 84 kJ/mol, Xe=O (<math>XeO_3</math>): 113 kJ/mol, F-F: 154,8 kJ/mol și O=O: 494 kJ/mol, calculați <math>\Delta H</math> pentru fiecare reacție de descompunere și, pe baza acestor valori, apreciați stabilitatea termică a compuşilor.</p>
4.	<p><i>Verdigris patina</i> este rezultatul unui proces de coroziune a obiectelor/artefactelor din cupru sub acțiunea factorilor atmosferici. Compușii cuprului identificați în <i>verdigris patina</i> sunt: <math>CuCl</math> (nantokit), <math>Cu_2Cl(OH)_3</math> (atacamit), <math>Cu_2CO_3(OH)_2</math> (malachit), <math>Cu_3(CO_3)_2(OH)_2</math> (azurit), <math>Cu_4SO_4(OH)_6</math> (brochantit). Alături de verdigris:</p>

$\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , variantele obținute prin sinteză ale acestor compuși au fost utilizate ca pigmenți în artă.



- a) Identificați compușii **A-J** și scrieți ecuațiile reacțiilor chimice, știind că:
- din 0,025 moli **A** și 0,027 moli  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  se obțin 2,66 g  $x\text{CuCO}_3 \cdot y\text{Cu}(\text{OH})_2$  cu randament 96%.
  - **B** este un produs de coroziune al sculpturilor din bronz amplasate în zone urbane poluate cu  $\text{SO}_x$ .
  - **C** și **E** sunt combinații complexe solubile, obținute în operația de restaurare a operelor de artă. Pentru complexul **E** indicați numărul de coordinație și desenați formula structurală.
  - **D** este un precipitat roșu-brun cu compoziția procentuală masică: 37,65% Cu, 16,47% Fe, 21,18% C și 24,7% N. Scrieți reacțiile lui **D** cu  $\text{NH}_3\text{aq}$ ,  $\text{NaOH}_{\text{aq}}$  și  $\text{Na}_4\text{EDTA}_{\text{aq}}$ .
- b) Statuia Libertății din portul orașului New York este plasată în proximitatea unei ape cu salinitate ridicată și atacat este compusul majoritar identificat în stratul de *verdigris patina*. Știind că ecuația Nernst pentru semireacția  $\text{O}_2, 2\text{H}^+/2\text{H}_2\text{O}$  este:
- $$\text{O}_2(\text{g}) + 4\text{H}^+(\text{aq}) + 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad E = +1,23\text{V} - (0,059\text{V}) \cdot \text{pH}$$
- și potențialul standard de reducere pentru cuplul redox  $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})/\text{Cu}^0(\text{s})$  este  $E^0 = +0,34\text{V}$ , arătați dacă la un  $\text{pH} = 7,87$ , corespunzător unei salinități de 35%, reacția de oxidare a  $\text{Cu}^0$  se produce. Scrieți reacția globală.

5. Recipientele cu autoîncălzire pentru cafea/ceai conțin, în căptușeala exterioară, o substanță care produce o reacție exotermă cu apa. În recipient, volumul de lichid este de 200 mL, iar substanțele testate pentru efectul de auto-încălzire sunt:
- $\text{CaO}$ , solubilitate în apă: 1.6 g/L;  $\Delta H_f^0 = -635 \text{ kJ/mol}$ , respectiv,
  - $\text{MgO}$ , solubilitate în apă: 0.1 g/L;  $\Delta H_f^0 = -606 \text{ kJ/mol}$
- a) Cunoscând valorile  $\Delta H_f^0$  pentru  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  și  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ : -1003 kJ/mol, -286 kJ/mol și, respectiv, -851 kJ/mol, calculați valoarea variației de entalpie standard pentru reacțiile  $\text{CaO}$  și, respectiv,  $\text{MgO}$  cu apa.

	<p>b) Calculați energia necesară pentru a încălzi 200 mL de cafea cu 40°C, considerând valoarea căldurii specifice pentru cafea 4,18 J/(K·g), iar densitatea, 1 g/mL.</p> <p>c) Calculați masa minimă de CaO și, respectiv, MgO necesară pentru a furniza energia calculată la punctul b).</p> <p>d) Scrieți reacția între CaO și, respectiv, MgO cu C. Ce pH va avea soluția rezultată din amestecul produșilor de reacție și apă ?</p>
6.	<p>a) Pentru a obține Silicagel, SiO<sub>2</sub> reacționează cu Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, în raport molar de 1:2, la 1500°C. Din reacție rezultă o sare, X, și un gaz incolor, Y. Desenați structura anionului din sarea X și a gazului Y. Specificați geometria speciei și hibridizarea atomului central în ambele cazuri.</p> <p>b) Reacția lui X cu o soluție apoasă diluată de HCl duce la formarea unui precipitat gelatinos, SiO<sub>2</sub>·nH<sub>2</sub>O, care este uscat, granulat și păstrat în pliculețe. Scrieți reacția de obținere a SiO<sub>2</sub>·11H<sub>2</sub>O.</p> <p>c) SiO<sub>2</sub> este componenta majoritară a sticlei. Pentru a crea modele pe sticla, se folosește HF. Scrieți ecuația reacției chimice în condițiile respectării stoichiometriei și, respectiv, exces de HF.</p> <p>d) Completați schema de reacție:</p> $  \begin{array}{ccccccc}  & & + \text{Carbon} & & + \text{Cl}_2 & & + \text{H}_2 \\  \text{SiO}_2 & \longrightarrow & \text{A} & \longrightarrow & \text{B} & \longrightarrow & \text{C} \\  & & & & \downarrow + \text{Mg} & & \\  & & & & \text{C} + \text{D} & &   \end{array}  $ <p>e) În condiții normale, dioxidul de carbon, CO<sub>2</sub>, este gaz iar dioxidul de siliciu, SiO<sub>2</sub>, este solid. Cunoscând energiile de legătură: C-O 360 kJ/mol; C=O 743 kJ/mol; Si-O 466 kJ/mol; Si=O 640 kJ/mol, explicați această diferență.</p>
7.	<p>a) Medaliiile de bronz care se oferă în cadrul competițiilor sportive internaționale conțin majoritar cupru. O probă de 0,800 g dintr-o medalie de bronz a fost dizolvată într-o soluție concentrată, fierbinte de acid azotic. După răcire, peste soluția rezultată (diluată în prealabil) s-a adăugat o soluție de KI în exces, volumul total ajungând la 250 mL. O probă de 25 mL a fost titrată până la momentul virajului cu 12,20 cm<sup>3</sup> soluție tiosulfat de sodiu 0,1 M, în prezența amidonului. Calculați procentul masic de cupru din medalia de bronz.</p> <p>b) Medaliiile de aur conțin aur, argint și cupru. O probă de 5,000 g dintr-o medalie de aur a fost introdusă într-o soluție fierbinte de acid azotic concentrat. Reziduul rămas nedizolvat a fost recuperat prin filtrare, spălat și uscat, masa acestuia fiind de 0,067 g. Un exces de HCl (soluție apoasă diluată) a fost adăugat peste filtrat. Precipitatul format a fost separat prin filtrare, spălat și uscat. Masa rezultată a fost de 6,144 g. Calculați procentele masice de aur, argint și cupru din medalia de aur.</p>

1 <b>H</b> hydrogen 1.0080 ± 0.0002																	18 <b>He</b> helium 4.0026 ± 0.0001						
3 <b>Li</b> lithium 6.94 ± 0.05	4 <b>Be</b> beryllium 9.0122 ± 0.0001																	13 <b>B</b> boron 10.81 ± 0.02	14 <b>C</b> carbon 12.011 ± 0.002	15 <b>N</b> nitrogen 14.007 ± 0.001	16 <b>O</b> oxygen 15.999 ± 0.001	17 <b>F</b> fluorine 18.998 ± 0.001	10 <b>Ne</b> neon 20.180 ± 0.001
11 <b>Na</b> sodium 22.990 ± 0.001	12 <b>Mg</b> magnesium 24.305 ± 0.002																	13 <b>Al</b> aluminium 26.982 ± 0.001	14 <b>Si</b> silicon 28.085 ± 0.001	15 <b>P</b> phosphorus 30.974 ± 0.001	16 <b>S</b> sulfur 32.06 ± 0.02	17 <b>Cl</b> chlorine 35.45 ± 0.01	18 <b>Ar</b> argon 39.95 ± 0.16
19 <b>K</b> potassium 39.098 ± 0.001	20 <b>Ca</b> calcium 40.078 ± 0.004	21 <b>Sc</b> scandium 44.956 ± 0.001	22 <b>Ti</b> titanium 47.867 ± 0.001	23 <b>V</b> vanadium 50.942 ± 0.001	24 <b>Cr</b> chromium 51.996 ± 0.001	25 <b>Mn</b> manganese 54.938 ± 0.001	26 <b>Fe</b> iron 55.845 ± 0.002	27 <b>Co</b> cobalt 58.933 ± 0.001	28 <b>Ni</b> nickel 58.693 ± 0.001	29 <b>Cu</b> copper 63.546 ± 0.003	30 <b>Zn</b> zinc 65.38 ± 0.02	31 <b>Ga</b> gallium 69.723 ± 0.001	32 <b>Ge</b> germanium 72.630 ± 0.008	33 <b>As</b> arsenic 74.922 ± 0.001	34 <b>Se</b> selenium 78.971 ± 0.008	35 <b>Br</b> bromine 79.904 ± 0.003	36 <b>Kr</b> krypton 83.798 ± 0.002						
37 <b>Rb</b> rubidium 85.468 ± 0.001	38 <b>Sr</b> strontium 87.62 ± 0.01	39 <b>Y</b> yttrium 88.906 ± 0.001	40 <b>Zr</b> zirconium 91.224 ± 0.002	41 <b>Nb</b> niobium 92.906 ± 0.001	42 <b>Mo</b> molybdenum 95.95 ± 0.01	43 <b>Tc</b> technetium [97]	44 <b>Ru</b> ruthenium 101.07 ± 0.02	45 <b>Rh</b> rhodium 102.91 ± 0.01	46 <b>Pd</b> palladium 106.42 ± 0.01	47 <b>Ag</b> silver 107.87 ± 0.01	48 <b>Cd</b> cadmium 112.41 ± 0.01	49 <b>In</b> indium 114.82 ± 0.01	50 <b>Sn</b> tin 118.71 ± 0.01	51 <b>Sb</b> antimony 121.76 ± 0.01	52 <b>Te</b> tellurium 127.60 ± 0.03	53 <b>I</b> iodine 126.90 ± 0.01	54 <b>Xe</b> xenon 131.29 ± 0.01						
55 <b>Cs</b> caesium 132.91 ± 0.01	56 <b>Ba</b> barium 137.33 ± 0.01	57-71 lanthanoids	72 <b>Hf</b> hafnium 178.49 ± 0.01	73 <b>Ta</b> tantalum 180.95 ± 0.01	74 <b>W</b> tungsten 183.84 ± 0.01	75 <b>Re</b> rhenium 186.21 ± 0.01	76 <b>Os</b> osmium 190.23 ± 0.03	77 <b>Ir</b> iridium 192.22 ± 0.01	78 <b>Pt</b> platinum 195.08 ± 0.02	79 <b>Au</b> gold 196.97 ± 0.01	80 <b>Hg</b> mercury 200.59 ± 0.01	81 <b>Tl</b> thallium 204.38 ± 0.01	82 <b>Pb</b> lead 207.2 ± 1.1	83 <b>Bi</b> bismuth 208.98 ± 0.01	84 <b>Po</b> polonium [209]	85 <b>At</b> astatine [210]	86 <b>Rn</b> radon [222]						
87 <b>Fr</b> francium [223]	88 <b>Ra</b> radium [226]	89-103 actinoids	104 <b>Rf</b> rutherfordium [261]	105 <b>Db</b> dubnium [268]	106 <b>Sg</b> seaborgium [269]	107 <b>Bh</b> bohrium [270]	108 <b>Hs</b> hassium [269]	109 <b>Mt</b> meitnerium [277]	110 <b>Ds</b> darmstadtium [281]	111 <b>Rg</b> roentgenium [282]	112 <b>Cn</b> copernicium [285]	113 <b>Nh</b> nihonium [286]	114 <b>Fl</b> flerovium [290]	115 <b>Mc</b> moscovium [290]	116 <b>Lv</b> livermorium [293]	117 <b>Ts</b> tennessine [294]	118 <b>Og</b> oganeson [294]						

57 <b>La</b> lanthanum 138.91 ± 0.01	58 <b>Ce</b> cerium 140.12 ± 0.01	59 <b>Pr</b> praseodymium 140.91 ± 0.01	60 <b>Nd</b> neodymium 144.24 ± 0.01	61 <b>Pm</b> promethium [145]	62 <b>Sm</b> samarium 150.36 ± 0.02	63 <b>Eu</b> europium 151.96 ± 0.01	64 <b>Gd</b> gadolinium 157.25 ± 0.03	65 <b>Tb</b> terbium 158.93 ± 0.01	66 <b>Dy</b> dysprosium 162.50 ± 0.01	67 <b>Ho</b> holmium 164.93 ± 0.01	68 <b>Er</b> erbium 167.26 ± 0.01	69 <b>Tm</b> thulium 168.93 ± 0.01	70 <b>Yb</b> ytterbium 173.05 ± 0.02	71 <b>Lu</b> lutetium 174.97 ± 0.01
89 <b>Ac</b> actinium [227]	90 <b>Th</b> thorium 232.04 ± 0.01	91 <b>Pa</b> protactinium 231.04 ± 0.01	92 <b>U</b> uranium 238.03 ± 0.01	93 <b>Np</b> neptunium [237]	94 <b>Pu</b> plutonium [244]	95 <b>Am</b> americium [243]	96 <b>Cm</b> curium [247]	97 <b>Bk</b> berkelium [247]	98 <b>Cf</b> californium [251]	99 <b>Es</b> einsteinium [252]	100 <b>Fm</b> fermium [257]	101 <b>Md</b> mendelevium [258]	102 <b>No</b> nobelium [259]	103 <b>Lr</b> lawrencium [262]

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