

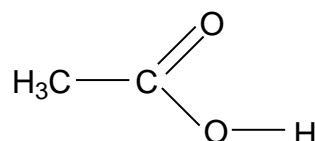
OLIMPIADA DE CHIMIE
etapa județeană/municipiului București
23 martie 2024
Clasa a IX-a

- Pentru rezolvarea cerințelor veți utiliza mase atomice rotunjite din Tabelul periodic, care se găsește la sfârșitul variantei de subiecte.
- Timpul de lucru efectiv este de trei ore.

Subiectul I **(30 de puncte)**

A. **13,5 puncte**

a) Experimente efectuate pentru determinarea masei molare au arătat că acidul acetic pur ($\text{CH}_3 - \text{COOH}$) are masa molară 120 g/mol. Explică această valoare știind că structura acidului acetic este cea de mai jos:



b) Aranjează în ordinea creșterii punctelor de topire substanțele: CaO , Na_2O , Cs_2O , MgO . Explică variația punctelor de topire pentru aceste substanțe.

c) Paramagnetismul este o formă de magnetism prin care unele substanțe sunt slab atrase de un câmp magnetic aplicat extern. Paramagnetismul se datorează prezenței electronilor necuplați. Notează configurațiile electronice și aranjează, în ordinea crescătoare a capacității paramagnetice, speciile chimice: Fe^{3+} , Cr^{3+} , Fe^{2+} , Cr , Cu^+ .

d) Pentru fiecare din perechile următoare de substanțe, alege substanța cu punctul de fierbere mai ridicat. Argumentează.

- (1) CF_4 și CCl_4 ; (2) HF și HCl ; (3) HBr și HI ; (4) Br_2 și ICl .

B. **3 puncte**

Aranjează în ordinea crescătoare a energiei necesare pentru îndepărtarea unui electron următoarele specii chimice și argumentează alegerea:

- a) K^+ , Ar , Cl^- ; b) Fe , Fe^{2+} , Fe^{3+} .

C. **6 puncte**

Modelează formarea legăturilor chimice din următoarele specii chimice: PCl_5 , CS_2 , HClO_4 , BF_3 , BF_4^- , POCl_3 .

D. **5 puncte**

Scrie ecuațiile reacțiilor prin care se poate obține hidroxidul de tetraaminocupru(II), folosind ca materii prime: cupru, acid sulfuric, aer lichid și apă (maxim 5 etape).

E. **2,5 puncte**

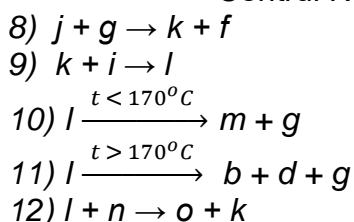
La temperatura de 0°C solubilitatea amoniacului este 90 g/100 g H_2O . Exprimă solubilitatea amoniacului în L NH_3 /L H_2O la aceeași temperatură. Se consideră densitatea apei la 0°C de 1 g/mL.

Subiectul al II-lea **(30 de puncte)**

A. **21 puncte**

Se consideră schema de reacții:

- 1) $a + b \rightarrow c$
- 2) $a + d \rightarrow e$
- 3) $b + d \rightarrow f$
- 4) $c + g \rightarrow h$
- 5) $e + g \rightarrow h + i$
- 6) $i + b \rightarrow f + g$
- 7) $f + b \rightarrow j$



Se cunosc următoarele:

- elementele din care sunt formate substanțele simple **a**, **b**, **d** se găsesc în aceeași perioadă a Tabelului Periodic;
- substanța **d** a fost denumită de Antoine Lavoisier de la cuvântul grecesc $\alpha\zeta\omega\tau\omicron\varsigma$, însemnând „fără viață”;
- substanțele **h** și **i** sunt substanțe cu caracter bazic;
- **i** este un gaz cu miros înțepător;
- substanța **h** conține 66,66% O;
- în substanța binară **f** raportul atomic este 1 : 1;
- **l** este o substanță ternară ce conține 5% H (procente masice);
- masa molară a substanței **d** este 35% din masa molară a substanței **l**;
- substanța **n** este un oxoacid al sulfului cu raportul de masă H : S : O = 1 : 16 : 32;
- substanța **o** este un compus ionic, în care anionul și cationul au valențe egale.

a) Identifică, prin calcul, formulele substanțelor **h**, **l** și **n**.

b) Identifică celelalte substanțe din schemă.

c) Scrie ecuațiile reacțiilor din schemă.

B. 9 puncte

a) Scrie formulele chimice ale speciilor moleculare de amoniac care conțin deuteriu.

b) Având la dispoziție apă, apă grea (D_2O), amoniac, litiu și azot scrie ecuațiile reacțiilor de obținere a compușilor de la **subpunctul a**.

Subiectul al III-lea (20 de puncte)

A. 12 puncte

Prin dizolvarea în apă a 4000 g de oleum, care conține 34,1224 % S, se obține acid sulfuric pur.

a) Determină concentrația în procente de masă a SO_3 în oleum.

b) Determină masa de acid sulfuric pur care se obține.

c) Din acid sulfuric pur se obțin, prin diluare cu apă, 2 L soluție de H_2SO_4 80%. Determină contracția de volum la amestecarea acidului sulfuric pur cu apa, la temperatura de 20°C .

(Se dau: $\rho_{\text{H}_2\text{SO}_4(\text{pur})} = 1,84 \text{ g/cm}^3$; $\rho_{\text{H}_2\text{O}} = 1,05 \text{ g/cm}^3$; $\rho_{\text{H}_2\text{SO}_4(80\%)} = 1,73 \text{ g/cm}^3$ la 20°C).

d) Calculează fracția molară a H_2SO_4 în soluția de concentrație 80%.

e) Determină concentrația molară a soluției de H_2SO_4 80%.

B. 8 puncte

Două gaze aflate în vase alăturate sunt aduse în contact prin deschiderea robinetului dintre ele. Primul vas are volumul de 0,250 L și conține NO la presiunea de 1,053 atm și temperatura de -53°C ; celălalt vas are volumul de 0,100 L și conține O_2 la presiunea de 0,758 atm și temperatura de -53°C . Din reacție se formează $\text{N}_2\text{O}_4(\text{s})$ până la consumarea reactantului limitativ.

a) Calculează presiunea gazului rămas după reacție, dacă temperatura crește cu 5 grade (se neglijează volumul ocupat și presiunea de vapori a $\text{N}_2\text{O}_4(\text{s})$).

b) Calculează masa de produs de reacție care se depune, exprimată în miligrame.

c) Explică instabilitatea NO_2 .

Subiectul al IV-lea

(20 de puncte)

Substanța **X** cu formula chimică $A_n[DE_6]_m$ și masa molară 259 g/mol este o sare albă, ușor solubilă în apă, utilizată pe scară largă drept catalizator în sinteza organică și aditiv pentru sticla de calitate superioară.

Despre substanța **X** se cunosc următoarele informații:

- este o combinație complexă și prezintă tipul de rețea a clorurii de sodiu;
 - cationul monovalent al elementului chimic **A** și anionul monovalent al elementului chimic **E** sunt izoelectronici, iar în 0,2 kmol de substanță **AE** se găsesc $24,088 \cdot 10^{26}$ electroni;
 - dacă se tratează DE_5 cu substanță **AE**, în exces, se obține substanța **X**;
 - densitatea substanței **X** este $4,37 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, iar raza cationului monovalent al elementului **A** are valoarea 102 pm ($1 \text{ pm} = 10^{-12} \text{ m}$).
- a) Identifică prin calcul, elementele chimice **A**, **D** și **E**.
 - b) Scrie formulele chimice ale substanțelor DE_5 , **AE** și $A_n[DE_6]_m$.
 - c) Scrie ecuația reacției de obținere a substanței **X**.
 - d) Precizează natura legăturilor chimice din substanța $A_n[DE_6]_m$ și modelează formarea legăturilor chimice în ionul complex $[DE_6]^{n-}$.
 - e) Calculează raza anionului $[DE_6]^{n-}$, exprimată în cm.

(Burrow, A., Holman, J., Parson, A., Pilling, G., Price, G., *Introducing Inorganic, Organic and Physical Chemistry*, 3th edition, Oxford University Press, 2017)

- constanta universală a gazelor: $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
- numărul lui Avogadro: $N = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
- volumul molar $V = 22,4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ (condiții normale)

Subiecte propuse de:

prof. Constantin Guceanu de la Colegiul Național „Mihai Eminescu”, din Botoșani

prof. Carmen-Luiza Gheorghe de la Liceul Teoretic de Informatică „Alexandru Marghiloman”, din Buzău

prof. Carmen Istodor de la Colegiul Național „Gheorghe Șincai”, din București

prof. Daniel Radu de la Colegiul Economic „Ion Ghica”, din Târgoviște

ANEXA: TABELUL PERIODIC AL ELEMENTELOR

18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
8A	7A	6A	5A	4A	3A	2B	1B	8B	8B	7B	8B	6B	5B	4B	3B	2A	1A
2 He 4.003	9 F 19.00	8 O 16.00	7 N 14.01	6 C 12.01	5 B 10.81												1 H 1.008
10 Ne 20.18																4 Be 9.012	3 Li 6.941
18 Ar 39.95	17 Cl 35.45	16 S 32.07	15 P 30.97	14 Si 28.09	13 Al 26.98											12 Mg 24.31	11 Na 22.99
36 Kr 83.80	35 Br 79.90	34 Se 78.97	33 As 74.92	32 Ge 72.61	31 Ga 69.72	30 Zn 65.39	29 Cu 63.55	28 Ni 58.69	27 Co 58.93	26 Fe 55.85	25 Mn 54.94	24 Cr 52.00	23 V 50.94	22 Ti 47.88	21 Sc 44.96	20 Ca 40.08	19 K 39.10
54 Xe 131.3	53 I 126.9	52 Te 127.6	51 Sb 121.8	50 Sn 118.7	49 In 114.8	48 Cd 112.4	47 Ag 107.9	46 Pd 106.4	45 Rh 102.9	44 Ru 101.1	43 Tc (98)	42 Mo 95.95	41 Nb 92.91	40 Zr 91.22	39 Y 88.91	38 Sr 87.62	37 Rb 85.47
86 Rn (222)	85 At (210)	84 Po (209)	83 Bi 209.0	82 Pb 207.2	81 Tl 204.4	80 Hg 200.6	79 Au 197.0	78 Pt 195.1	77 Ir 192.2	76 Os 190.2	75 Re 186.2	74 W 183.8	73 Ta 180.9	72 Hf 178.5	71 La 138.9	70 Ba 137.3	69 Cs 132.9
118 Og (294)	117 Ts (294)	116 Lv (293)	115 Mc (289)	114 Fl (289)	113 Nh (286)	112 Cn (285)	111 Rg (272)	110 Ds (281)	109 Mt (266)	108 Hs (265)	107 Bh (262)	106 Sg (263)	105 Db (262)	104 Rf (261)	103 Ac (227)	102 Ra (226)	101 Fr (223)

71 Lu 175.0	70 Yb 173.0	69 Tm 168.9	68 Er 167.3	67 Ho 164.9	66 Dy 162.5	65 Tb 158.9	64 Gd 157.3	63 Eu 152.0	62 Sm 150.4	61 Pm (145)	60 Nd 144.2	59 Pr 140.9	58 Ce 140.1
103 Lr (262)	102 No (259)	101 Md (258)	100 Fm (257)	99 Es (252)	98 Cf (251)	97 Bk (247)	96 Cm (247)	95 Am (243)	94 Pu (244)	93 Np (237)	92 U 238.0	91 Pa 231.0	90 Th 232.0