

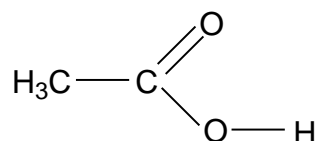
OLIMPIADA DE CHIMIE
etapa județeană/municipiului București
23 martie 2024
Clasa a IX-a

- 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

Scrive ecuațiile reacțiilor prin care se poate obține hidroxidul de tetraaminocupru(II), folosind ca materii prime: cupru, H_2SO_4 , aer lichid și apă (maxim 5 etape).

E...... 2,5 puncte

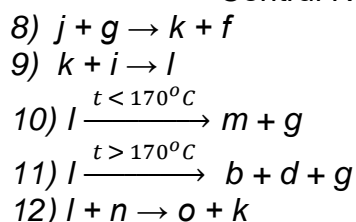
La temperatura de 0°C solubilitatea amoniacului este 90 g/100 g H_2O . Exprimă solubilitatea amoniacului în L NH_3 /L H_2O la aceeași temperatură. Se consideră densitatea apei la 0°C de 1 g/mL.

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 pm = 10^{-12} 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

1		2										3										4										5										6										7										8										9										10										11										12										13										14										15										16										17										18																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
1A		2A		3A		4A		5A		6A		7A		8A		9A		10A		11A		12A		13A		14A		15A		16A		17A		18A																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
1	H	3	Li	11	Na	19	K	37	Rb	55	Cs	87	Fr	131	At	173	Uue	113	Bh	151	Uus	189	Uuh	127	Uut	165	Uuq	203	Uup	241	Uup	279	Uuq	317	Uut	355	Uuq	393	Uut	431	Uup	469	Uuq	507	Uup	545	Uuq	583	Uup	621	Uuq	659	Uup	697	Uuq	735	Uup	773	Uuq	811	Uup	849	Uuq	887	Uup	925	Uuq	963	Uup	1001	Uuq	1039	Uup	1077	Uuq	1115	Uup	1153	Uuq	1191	Uup	1229	Uuq	1267	Uup	1305	Uuq	1343	Uup	1381	Uuq	1419	Uup	1457	Uuq	1495	Uup	1533	Uuq	1571	Uup	1609	Uuq	1647	Uup	1685	Uuq	1723	Uup	1761	Uuq	1799	Uup	1837	Uuq	1875	Uup	1913	Uuq	1951	Uup	1989	Uuq	2027	Uup	2065	Uuq	2103	Uup	2141	Uuq	2179	Uup	2217	Uuq	2255	Uup	2293	Uuq	2331	Uup	2369	Uuq	2407	Uup	2445	Uuq	2483	Uup	2521	Uuq	2559	Uup	2597	Uuq	2635	Uup	2673	Uuq	2711	Uup	2749	Uuq	2787	Uup	2825	Uuq	2863	Uup	2901	Uuq	2939	Uup	2977	Uuq	3015	Uup	3053	Uuq	3091	Uup	3129	Uuq	3167	Uup	3205	Uuq	3243	Uup	3281	Uuq	3319	Uup	3357	Uuq	3395	Uup	3433	Uuq	3471	Uup	3509	Uuq	3547	Uup	3585	Uuq	3623	Uup	3661	Uuq	3699	Uup	3737	Uuq	3775	Uup	3813	Uuq	3851	Uup	3889	Uuq	3927	Uup	3965	Uuq	4003	Uup	4041	Uuq	4079	Uup	4117	Uuq	4155	Uup	4193	Uuq	4231	Uup	4269	Uuq	4307	Uup	4345	Uuq	4383	Uup	4421	Uuq	4459	Uup	4497	Uuq	4535	Uup	4573	Uuq	4611	Uup	4649	Uuq	4687	Uup	4725	Uuq	4763	Uup	4801	Uuq	4839	Uup	4877	Uuq	4915	Uup	4953	Uuq	4991	Uup	5029	Uuq	5067	Uup	5105	Uuq	5143	Uup	5181	Uuq	5219	Uup	5257	Uuq	5295	Uup	5333	Uuq	5371	Uup	5409	Uuq	5447	Uup	5485	Uuq	5523	Uup	5561	Uuq	5599	Uup	5637	Uuq	5675	Uup	5713	Uuq	5751	Uup	5789	Uuq	5827	Uup	5865	Uuq	5903	Uup	5941	Uuq	5979	Uup	6017	Uuq	6055	Uup	6093	Uuq	6131	Uup	6169	Uuq	6207	Uup	6245	Uuq	6283	Uup	6321	Uuq	6359	Uup	6397	Uuq	6435	Uup	6473	Uuq	6511	Uup	6549	Uuq	6587	Uup	6625	Uuq	6663	Uup	6701	Uuq	6739	Uup	6777	Uuq	6815	Uup	6853	Uuq	6891	Uup	6929	Uuq	6967	Uup	7005	Uuq	7043	Uup	7081	Uuq	7119	Uup	7157	Uuq	7195	Uup	7233	Uuq	7271	Uup	7309	Uuq	7347	Uup	7385	Uuq	7423	Uup	7461	Uuq	7499	Uup	7537	Uuq	7575	Uup	7613	Uuq	7651	Uup	7689	Uuq	7727	Uup	7765	Uuq	7803	Uup	7841	Uuq	7879	Uup	7917	Uuq	7955	Uup	7993	Uuq	8031	Uup	8069	Uuq	8107	Uup	8145	Uuq	8183	Uup	8221	Uuq	8259	Uup	8297	Uuq	8335</

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