

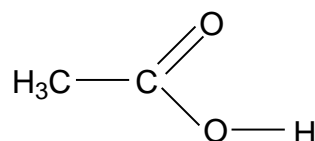
OLIMPIADA DE CHIMIE
etapa județeană/municipiului București
23 martie 2024
Clasa a IX-a

- 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**

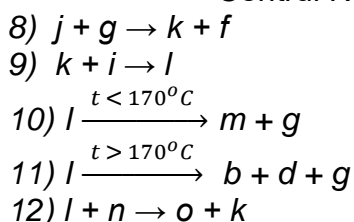
La temperatura de 0°C solubilitatea amoniacului este 90 g/100 g H_2O . Exprimă solubilitatea amoniacului în L NH_3 /L H_2O la aceeași temperatură. Se consideră densitatea apei la 0°C de 1 g/mL.

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 $20^{\circ}C$.

(Se dau: $\rho_{H_2SO_4 (pur)} = 1,84 \text{ g/cm}^3$; $\rho_{H_2O} = 1,05 \text{ g/cm}^3$; $\rho_{H_2SO_4 (80\%)} = 1,73 \text{ g/cm}^3$ la $20^{\circ}C$).

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 $-53^{\circ}C$; celălalt vas are volumul de 0,100 L și conține O_2 la presiunea de 0,758 atm și temperatura de $-53^{\circ}C$. Din reacție se formează $N_2O_4(s)$ 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 $N_2O_4(s)$).

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	8A	2	He	4.003	17	7A	9	10	Ne	20.18
1	1A	1	H	1.008	13	3A	5	13	B	10.81
		2	Li	6.941	14	4A	6	14	C	12.01
		3	Na	22.99	15	5A	7	15	N	14.01
		4	Be	9.012	16	6A	8	16	O	16.00
		11	Mg	24.31	17	7A	9	17	F	19.00
		12	Al	26.98	18	8A	10	18	Ne	20.18
		3	3B	31	31	31	31	31	31	31
		4	4B	40	40	40	40	40	40	40
		5	5B	49	49	49	49	49	49	49
		6	6B	58	58	58	58	58	58	58
		7	7B	69	69	69	69	69	69	69
		8	8B	80	80	80	80	80	80	80
		9	8B	91	91	91	91	91	91	91
		10	8B	102	102	102	102	102	102	102
		11	1B	113	113	113	113	113	113	113
		12	2B	124	124	124	124	124	124	124
		13	3B	135	135	135	135	135	135	135
		14	4B	146	146	146	146	146	146	146
		15	5B	157	157	157	157	157	157	157
		16	6B	168	168	168	168	168	168	168
		17	7B	179	179	179	179	179	179	179
		18	8B	190	190	190	190	190	190	190
		19	9B	201	201	201	201	201	201	201
		20	10B	212	212	212	212	212	212	212
		21	11B	223	223	223	223	223	223	223
		22	12B	234	234	234	234	234	234	234
		23	13B	245	245	245	245	245	245	245
		24	14B	256	256	256	256	256	256	256
		25	15B	267	267	267	267	267	267	267
		26	16B	278	278	278	278	278	278	278
		27	17B	289	289	289	289	289	289	289
		28	18B	300	300	300	300	300	300	300
		29	19B	311	311	311	311	311	311	311
		30	20B	322	322	322	322	322	322	322
		31	21B	333	333	333	333	333	333	333
		32	22B	344	344	344	344	344	344	344
		33	23B	355	355	355	355	355	355	355
		34	24B	366	366	366	366	366	366	366
		35	25B	377	377	377	377	377	377	377
		36	26B	388	388	388	388	388	388	388
		37	27B	399	399	399	399	399	399	399
		38	28B	410	410	410	410	410	410	410
		39	29B	421	421	421	421	421	421	421
		40	30B	432	432	432	432	432	432	432
		41	31B	443	443	443	443	443	443	443
		42	32B	454	454	454	454	454	454	454
		43	33B	465	465	465	465	465	465	465
		44	34B	476	476	476	476	476	476	476
		45	35B	487	487	487	487	487	487	487
		46	36B	498	498	498	498	498	498	498
		47	37B	509	509	509	509	509	509	509
		48	38B	520	520	520	520	520	520	520
		49	39B	531	531	531	531	531	531	531
		50	40B	542	542	542	542	542	542	542
		51	41B	553	553	553	553	553	553	553
		52	42B	564	564	564	564	564	564	564
		53	43B	575	575	575	575	575	575	575
		54	44B	586	586	586	586	586	586	586
		55	45B	597	597	597	597	597	597	597
		56	46B	608	608	608	608	608	608	608
		57	47B	619	619	619	619	619	619	619
		58	48B	630	630	630	630	630	630	630
		59	49B	641	641	641	641	641	641	641
		60	50B	652	652	652	652	652	652	652
		61	51B	663	663	663	663	663	663	663
		62	52B	674	674	674	674	674	674	674
		63	53B	685	685	685	685	685	685	685
		64	54B	696	696	696	696	696	696	696
		65	55B	707	707	707	707	707	707	707
		66	56B	718	718	718	718	718	718	718
		67	57B	729	729	729	729	729	729	729
		68	58B	740	740	740	740	740	740	740
		69	59B	751	751	751	751	751	751	751
		70	60B	762	762	762	762	762	762	762
		71	61B	773	773	773	773	773	773	773
		72	62B	784	784	784	784	784	784	784
		73	63B	795	795	795	795	795	795	795
		74	64B	806	806	806	806	806	806	806
		75	65B	817	817	817	817	817	817	817
		76	66B	828	828	828	828	828	828	828
		77	67B	839	839	839	839	839	839	839
		78	68B	850	850	850	850	850	850	850
		79	69B	861	861	861	861	861	861	861
		80	70B	872	872	872	872	872	872	872
		81	71B	883	883	883	883	883	883	883
		82	72B	894	894	894	894	894	894	894
		83	73B	905	905	905	905	905	905	905
		84	74B	916	916	916	916	916	916	916
		85	75B	927	927	927	927	927	927	927
		86	76B	938	938	938	938	938	938	938
		87	77B	949	949	949	949	949	949	949
		88	78B	960	960	960	960	960	960	960
		89	79B	971	971	971	971	971	971	971
		90	80B	982	982	982	982	982	982	982
		91	81B	993	993	993	993	993	993	993
		92	82B	1004	1004	1004	1004	1004	1004	1004
		93	83B	1015	1015	1015	1015	1015	1015	1015
		94	84B	1026	1026	1026	1026	1026	1026	1026
		95	85B	1037	1037	1037	1037	1037	1037	1037
		96	86B	1048	1048	1048	1048	1048	1048	1048
		97	87B	1059	1059	1059	1059	1059	1059	1059
		98	88B	1070	1070	1070	1070	1070	1070	1070
		99	89B	1081	1081	1081	1081	1081	1081	1081
		100	90B	1092	1092	1092	1092	1092	1092	1092
		101	91B	1103	1103	1103	1103	1103	1103	1103
		102	92B	1114	1114	1114	1114	1114	1114	1114
		103	93B	1125	1125	1125	1125	1125	1125	1125
		104	94B	1136	1136	1136	1136	1136	1136	1136
		105	95B	1147	1147	1147	1147	1147	1147	1147
		106	96B	1158	1158	1158	1158	1158	1158	1158
		107	97B	1169	1169	1169	1169	1169	1169	1169
		108	98B	1180	1180	1180	1180	1180	1180	1180
		109	99B	1191	1191	1191	1191	1191	1191	1191
		110	100B	1202	1202	1202	1202	1202	1202	1202
		111	101B	1213	1213	1213	1213	1213	1213	1213
		112	102B	1224	1224	1224	1224	1224	1224	1224
		113	103B	1235	1235	1235	1235	1235	1235	1235
		114	104B	1246	1246	1246	1246	1246	1246	1246
		115	105B	1257	1257	1257	1257	1257	1257	1257
		116	106B	1268	1268	1268	1268	1268	1268	1268
		117	107B	1279	1279	1279	1279	1279	1279	1279
		118	108B	1290	1290	1290	1290	1290	1290	1290

58	Ce	140.1
59	Pr	140.9
60	Nd	144.2
61	Pm	(145)
62	Sm	150.4</