



**OLIMPIADA NAȚIONALĂ DE CHIMIE
BUZĂU, 28 aprilie-02 mai 2024
Ediția a LVII-a**

**Proba teoretică
Clasa a IX – a**

Subiectul I

(20 de puncte)

La fiecare din următorii 10 itemi, este corect un singur răspuns. Marchează cu X pe foaia de concurs răspunsul corect. **Nu se admit modificări și ștersături pe foaia de concurs.**

1. Sunt corecte afirmațiile, cu excepția:

- HCN, CS₂, N₂ au geometrie liniară;
- ionul complex [Ni(CN)₄]²⁻ prezintă geometrie plan-pătrată;
- molecula NH₃ are structură piramidală, iar BF₃ are structură tetraedrică;
- AlBr₃ și BF₃ sunt molecule cu deficit de electroni;
- moleculele de SO₃ și CS₂ au momentul de dipol egal cu zero.

2. În reacția nucleară dintre izotopii ²⁴⁹Cf și ⁴⁸Ca s-a sintetizat izotopul ²⁹⁴Og. Alături de acesta a mai rezultat:

- ⁴He și ¹0n;
- 3 ¹0n;
- 3 ⁰-1e;
- 3 ⁰1e;
- 3 ⁰-1e și 3 ⁰1e.

3. Între solubilitatea unei sări anhidre și concentrația procentuală de masă a soluției saturate, la aceeași temperatură, există relația:

- $c = \frac{S}{100+S}$;
- $S = \frac{100 \cdot c}{100-c}$;
- $S = \frac{100+c}{100-c}$;
- $c = \frac{100-S}{100+S}$;
- $c = \frac{100+S}{100-S}$.

4. Seria în care toate afirmațiile despre caracterul acido – bazic al oxizilor cromului sunt corecte, este:

- CrO – oxid bazic; Cr₂O₃ – oxid amfoter; CrO₃ – oxid acid;
- CrO – oxid acid; Cr₂O₃ – oxid bazic; CrO₃ – oxid bazic;
- CrO – oxid acid; Cr₂O₃ – oxid acid; CrO₃ – oxid bazic;
- CrO – oxid acid; Cr₂O₃ – oxid amfoter; CrO₃ – oxid bazic;
- CrO – oxid bazic; Cr₂O₃ – oxid bazic; CrO₃ – oxid acid.

5. Un amestec de monoxid de carbon și dioxid de carbon, aflat în condiții standard (t = 25°C, p = 760 mmHg), are densitatea 1,473 g/L. Raportul molar CO : CO₂, este:

- 1 : 1;
- 1 : 2;
- 1 : 3;
- 2 : 3;
- 3 : 2.

6. O soluție saturată, la 20°C, provenită prin dizolvarea alaiului dublu de potasiu și aluminiu, $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$, are masa de 320 g. Prin evaporarea apei, masa soluției scade la jumătate. Dacă soluția saturată la 20°C, conține 5,5 % $KAl(SO_4)_2$, în procente masice, masa de cristalohidrat care se depune, este:

- 12 g;
- 14 g;
- 17 g;
- 18 g;
- 19 g.

7. Sunt adevărate afirmațiile:

I. La anumite concentrații și temperaturi, HNO_3 reacționează cu Zn în raport molar 2,8 : 1 pentru a forma NO_2 și NO în raport molar de 1 : 3.

II. După 7 dezintegrări α și 4 dezintegrări β^- izotopul radioactiv ${}^{235}_{92}U$ trece într-un izotop stabil al plumbului ${}^{207}_{82}Pb$.

III. Amestecul format din $AgCl_{(s)}$ și $PbCl_{2(s)}$ se poate separa prin tratare cu apă caldă când se dizolvă $PbCl_{2(s)}$.

IV. La identificarea anionului CO_3^{2-} în prezența sulfiților se adaugă în proba analizată H_2O_2 pentru a oxida în prealabil SO_3^{2-} la SO_4^{2-} .

- I, III, IV;
- I, II, III, IV;
- II, III, IV;
- I, II, IV;
- I, II, III.

8. Fie următoarele molecule : $CHCl_3$ (I), BF_3 (II), SO_2 (III), CBr_4 (IV), $SiCl_4$ (V), CS_2 (VI), PCl_5 (VII). Moleculele cu moment de dipol nul sunt:

- toate;
- II, IV, V, VI;
- II, IV, V, VI, VII;
- IV, V, VI;
- I, IV, V, VI.

9. Se amestecă 600 mL soluție de acid clorhidric, cu concentrația molară $1,5 \cdot 10^{-3}$ M, cu 400 mL soluție de hidroxid de potasiu, cu concentrația molară $2,5 \cdot 10^{-3}$ M. pH – ul soluției finale este:

- 4;
- 6;
- 7;
- 10;
- 12.

10. Conțin legături π toate moleculele din șirul:

- NH_3 , N_2 , HCN , H_2S ;
- PH_3 , P_4 , HCl , O_2 ;
- CO_2 , H_2O , CH_4 , CCl_4 ;
- $CHCl_3$, CS_2 , S_8 , SO_2 ;
- HCN , CO_2 , N_2 , CS_2 .

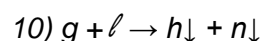
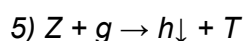
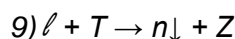
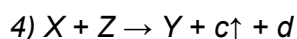
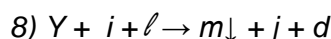
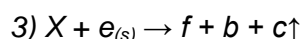
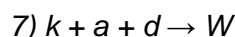
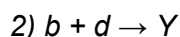
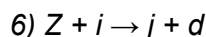
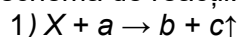
Subiectul al II-lea

(30 de puncte)

A.

20 de puncte

Se dă schema de reacții:



Se cunosc următoarele:

- **X** este un compus binar format din două elemente consecutive din blocul p;
- raportul între numărul de atomi din compusul **X** este 4:3;
- **b** și **c** sunt anhidride acide și se obțin în raport molar 1:3;
- în reacția 4) raportul molar al oxoacizilor **Z:Y** = 4:1;
- compușii **Y**, **Z** și **W** au constantele de aciditate $K_{aY} < K_{aW} < K_{aZ}$;
- **e** și **f** conțin metalul **M₁** și sunt săruri ale acizilor proveniți de la halogenul galben-verzui cu miros înțepător;
- **f** și **i** conțin metalele alcaline **M₁** și **M₂** pentru care $Z_{M_1} + Z_{M_2} = 30$ și ale căror energii primare de ionizare sunt în ordinea: $I_{M_2} > I_{M_1}$;
- **a** se poate obține prin descompunerea termică a sării **e**;
- **g** este reactivul de identificare al acidului **Z**;
- **k** este un gaz brun roșcat;
- **n** este precipitatul alb, solubil în amoniac, obținut la identificarea hidracidului **T**;
- soluția apoasă a compusului **i** albăstrește turnesolul.

a) Determinați formulele substanțelor notate cu litere din schema de mai sus;

b) Scrieți ecuațiile reacțiilor chimice din schemă;

c) Modelați formarea legăturilor chimice din molecula substanței **b**.

B.

10 puncte

Acidul sulfuric este un acid diprotic, care în prima treaptă de ionizare se comportă ca un acid tare, complet disociat, iar în a doua treaptă, ca un acid slab ($K_{a2} = 1,2 \cdot 10^{-2}$ mol/L).

a) Scrieți procesele de disociere ale acidului sulfuric în cele două trepte de ionizare;

b) Determinați concentrațiile speciilor chimice dintr-o soluție de acid sulfuric 0,02 M.

Subiectul al III-lea

(30 de puncte)

A.

15 puncte

Din reacția a două soluții (**S₁**) și (**S₂**), ce conțin cantități stoechiometrice din sărurile (**A**) și (**B**), se obține sarea metalului divalent (**M**), sub forma unui precipitat (**P**), cu masa de 1,25 g. Precipitatul (**P**) este încălzit la 1100°C și se obțin, în raport molar 1:1, doi oxizi: un oxid gazos (**T**) și oxidul metalului divalent (**M**), cu masa de 0,70 g.

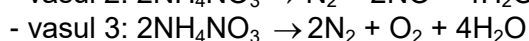
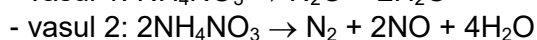
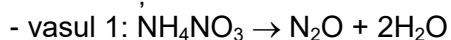
Filtratul este supus evaporării și se obține un reziduu uscat (**F**), cu masa de 2,00 g. Reziduuul se descompune termic la 215°C și se obține un amestec gazos cu volumul de 1,68 dm³ (c.n.) format din doi compuși: 0,90 g vapori de apă și un oxid gazos (**V**).

Determinați, prin calcul, substanțele necunoscute și scrieți ecuațiile reacțiilor chimice precizate în text.

B.

10 puncte

Acidul azotic este utilizat la obținerea azotatului de amoniu, utilizat ca îngrășământ chimic (34 % N) sau explozibil. În trei vase diferite s-a introdus azotat de amoniu. La temperaturi diferite, au loc următoarele reacții chimice:



După terminarea reacțiilor, produșii sunt aduși în condiții normale de temperatură și presiune, iar apa rezultată se îndepărtează. Prin introducerea tuturor compușilor gazoși într-un recipient comun, se constată o scădere a volumului lor cu 2,8 L (c.n.). În amestecul final gazele se găsesc în următoarele rapoarte ale presiunilor parțiale: $\frac{P_{\text{O}_2}}{P_{\text{N}_2\text{O}}} = 1,5$; $\frac{P_{\text{O}_2}}{P_{\text{N}_2}} = 0,4$.

Determinați raportul molar în care s-a aflat NH_4NO_3 în cele trei vase.

C.

5 puncte

Prin procedeul Haber – Bosch se obține amoniac. Azotul și hidrogenul s-au introdus în raport molar $\text{H}_2:\text{N}_2 = 4:1$, iar la sfârșitul procesului procentul volumetric al amoniacului este de 20%. Calculați procentul molar al hidrogenului, respectiv al azotului la sfârșitul procesului.

A.**10 puncte**

O probă de zinc, cu masa de 3,90 g, se *dizolvă* în soluție de hidroxid de potasiu și azotat de potasiu. Concentrația azotatului de potasiu din soluție este 3 M. Gazul degajat este captat în soluție de azotat mercurios.

- Scrieți ecuațiile reacțiilor chimice;
- Modelați formarea legăturilor chimice din ionul complex format;
- Determinați volumul soluției de azotat de potasiu utilizat;
- Calculați volumul de gaz degajat știind că temperatura la *dizolvare* a fost 91°C.

B.**10 puncte**

Polifosfazenele reprezintă o clasă de compuși macromoleculari anorganici care conțin atomi de fosfor și atomi de azot, legați alternativ. H.N.Stokes a obținut prin încălzirea la 120 – 150°C a pentaclorurii de fosfor cu clorură de amoniu, alături de acid clorhidric, polifosfazene. Acești compuși conțin P, N, Cl și au aceeași formulă brută. Raportul masic în care se găsesc fosforul și azotul în acești compuși este 7,75 : 3,5. Pentru a separa acești compuși s-a utilizat distilarea fracționată și s-au obținut astfel patru compuși cu masele moleculare: 348; 464; 580 și 696.

- Determinați formulele moleculare ale acestor compuși;
- Scrieți formulele de structură ale compușilor cu masele moleculare 348, respectiv 464, ținând cont de alternanța P, N, cu respectarea trivalenței azotului și pentavalenței fosforului;
- Determinați numărul de compuși care se obțin prin înlocuirea în structura fosfazenei, cu masa moleculară 348, a doi atomi de clor cu doi atomi de fluor.

Se dau:

- constanta universală a gazelor: $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
- $1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg}$
- volumul molar $V = 22,4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ (condiții normale)
- masele atomice se regăsesc în Tabelul Periodic din anexă.

Comisia Centrală**a Olimpiadei Naționale de Chimie****Notă: Timp de lucru 3 ore.****Vă urează****Succes!**

Subiecte elaborate de:

- Prof. univ. dr. Ion – Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București
Prof. Constantin Guceanu – Colegiul Național „Mihai Eminescu” Botoșani
Prof. Carmen Istodor – Colegiul Național „Gheorghe Șincai” București
Prof. Ada Ionela Burescu – Colegiul Național „Garabet Ibrăileanu” Iași
Prof. Gina Marin – Colegiul Național „Mircea cel Bătrân” Constanța
Prof. Daniel Radu – Colegiul Economic „Ion Ghica” Târgoviște

Anexă: Tabelul periodic al elementelor

18	8A	2	He	4.003	10	Ne	20.18	17	7A	9	F	19.00	16	6A	8	O	16.00	15	5A	7	N	14.01	14	4A	6	C	12.01	13	3A	5	B	10.81	12	2B	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	19	K	39.10	37	Rb	85.47	55	Cs	132.9	87	Fr	(223)	3	3B	21	Sc	44.96	39	Y	88.91	57	La	138.9	89	Ac	(227)	4	4B	22	Ti	47.88	40	Zr	91.22	72	Hf	178.5	80	Rf	(261)	5	5B	23	V	50.94	41	Nb	92.91	73	Ta	180.9	105	Db	(262)	6	6B	24	Cr	52.00	42	Mo	95.95	74	W	183.8	106	Sg	(263)	7	7B	25	Mn	54.94	43	Tc	(98)	75	Re	186.2	107	Bh	(262)	8	8B	26	Fe	55.85	44	Ru	101.1	76	Os	190.2	108	Hs	(265)	9	8B	27	Co	58.93	45	Rh	102.9	77	Ir	192.2	109	Mt	(266)	10	8B	28	Ni	58.69	46	Pd	106.4	78	Pt	195.1	110	Ds	(281)	11	11B	29	Cu	63.55	47	Ag	107.9	79	Au	197.0	111	Rg	(272)	12	2B	30	Zn	65.39	48	Cd	112.4	80	Hg	200.6	112	Cn	(285)	13	3A	13	Al	26.98	31	Ga	69.72	49	In	114.8	81	Tl	204.4	113	Nh	(286)	14	4A	14	Si	28.09	32	Ge	72.61	50	Sn	118.7	82	Pb	207.2	114	Fl	(289)	15	5A	15	P	30.97	33	As	74.92	51	Sb	121.8	83	Bi	209.0	115	Mc	(289)	16	6A	16	S	32.07	34	Se	78.97	52	Te	127.6	84	Po	(209)	116	Lv	(295)	17	7A	17	Cl	35.45	35	Br	79.90	53	I	126.9	85	At	(210)	117	Ts	(294)	18	8A	18	Ar	39.95	36	Kr	83.80	54	Xe	131.3	86	Rn	(222)	118	Og	(294)
1	1A	1	H	1.008	3	Li	6.941	11	Na	22.99	19	K	39.10	37	Rb	85.47	55	Cs	132.9	87	Fr	(223)	58	Ce	140.1	90	Th	232.0	59	Pr	140.9	91	Pa	231.0	60	Nd	144.2	92	U	238.0	61	Pm	(145)	93	Np	(237)	62	Sm	150.4	94	Pu	(244)	63	Fm	(257)	95	Am	(243)	64	Gd	157.3	96	Cm	(247)	65	Tb	158.9	97	Bk	(247)	66	Dy	162.5	98	Cf	(251)	67	Ho	164.9	99	Es	(252)	68	Er	167.3	100	Fm	(257)	69	Tm	168.9	101	Md	(258)	70	Yb	173.0	102	No	(259)	71	Lu	175.0	103	Lr	(262)																																																																																																																																																																																																																				