

OLIMPIADA NAȚIONALĂ DE CHIMIE TÂRGOVIȘTE, 19-24 aprilie 2017 Ediția a II-a

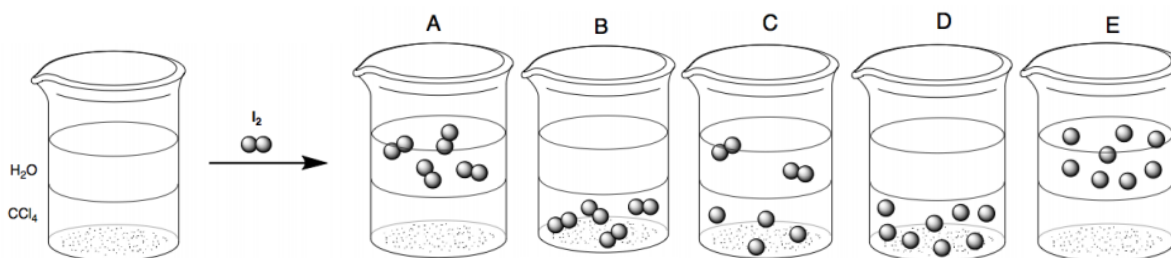
Proba teoretică Clasa a IX -a

Indicație: Pentru rezolvarea problemelor utilizați masele atomice din anexa 1 (valori nerotunjite)

Subiectul I (20 de puncte)

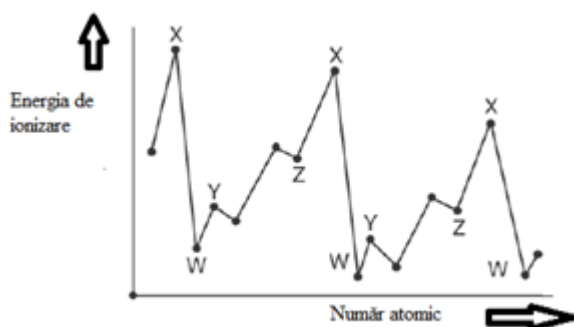
La fiecare din următorii 10 itemi, este corect un singur răspuns. Marchează cu **X** pe foaia de concurs răspunsul corect. **Nu se admit modificări și ștersături pe foaia de concurs.**

- In paharul care conține apă și tetraclorură de carbon se adaugă iod solid. Se agită puternic și apoi se lasă un timp pentru a se stabili un echilibru între fazele sistemului. În imaginea de mai jos starea cea mai probabilă a sistemului este reprezentată în paharul:



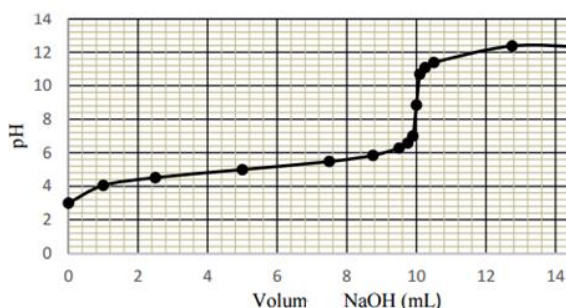
- Raza ionică este o mărime care caracterizează dimensiunea unui ion într-un cristal ionic. Razele ionilor cresc conform seriei:
 - $Cs^+ < Al^{+3} < S^{-2} < Se^{-2}$;
 - $Al^{+3} < Mg^{+2} < Na^+ < H^+$;
 - $Cs^+ < Cl^- < O^{-2} < Se^{-2}$;
 - $Fe^{+2} < Fe^{+3} < Ca^{+2} < Sr^{+2}$;
 - $Al^{+3} < F^- < O^{-2} < N^{-3}$;
- Ordinea crescătoare a acidității este redată corect de seria:
 - $H_2S < H_2Se < HF < HCl < HI$;
 - $H_2Se < H_2S < HF < HCl < HI$;
 - $H_2S < H_2Se < HI < HCl < HF$;
 - $H_2Se < H_2S < HI < HCl < HF$;
 - $H_2Se < H_2S < HI < HF < HCl$.
- Se consideră substanțele $NaHCO_3$ și NH_4Cl . Este incorectă afirmația:
 - anionul HCO_3^- are caracter amfoter;
 - soluțiile apoase ale celor două săruri sunt neutre;
 - anionul HCO_3^- și cationul NH_4^+ fac schimb de protoni cu apa;
 - soluția apoasă de $NaHCO_3$ are $pH > 7$, iar soluția apoasă de NH_4Cl are $pH < 7$;
 - cationul din $NaHCO_3$ și anionul din NH_4Cl sunt practic inactivi din punct de vedere acido-bazic.

5. Se dau următoarele specii chimice: H_2O , AsH_3 , Mg^{+2} , Sr^{+2} , HBr , H_2Se , Br^- . Sunt izoelectronice:
- A. H_2O , AsH_3 , Mg^{+2} , Sr^{+2} , HBr , H_2Se , Br^- ;
 B. AsH_3 , Mg^{+2} , Sr^{+2} , H_2Se , Br^- ;
 C. AsH_3 , Sr^{+2} , HBr , H_2Se , Br^- ;
 D. H_2O , Sr^{+2} , HBr , H_2Se , Br^- ;
 E. AsH_3 , Mg^{+2} , Sr^{+2} , HBr , H_2Se , Br^- .
6. Variația energiei de ionizare primară cu numărul atomic este prezentată în figura următoare:



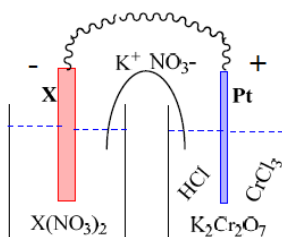
În acest grafic metalele alcaline sunt notate cu litera:

- A. X; B. W; C. Z; D. Y; E. Z sau Y.
7. Un amestec gazos format din NO_2 , NH_3 și O_2 reacționează complet formând numai N_2 și H_2O . Raportul molar NO_2 : NH_3 : O_2 în amestecul inițial este:
 A. 2:4:1; B. 2:1:2; C. 1:2:1; D. 1:4:3; E. 1:3:4.
8. Un elev a titrat o soluție apoasă a unui acid monoprotic slab folosind o soluție de NaOH și a înregistrat variația pH-ului în graficul de mai jos:

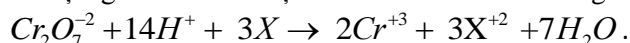


pH-ul la punctul de echivalență pentru această titrare este:

- A. 11; B. 4,8; C. 7; D. 8,8; E. 12,2.
9. Cu acidul azotic, cuprul reacționează violent, conform ecuației:
 $Cu + HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + NO + NO_2 + H_2O$.
 Dacă NO și NO_2 se formează în raport molar de 2: 3, volumul soluției de HNO_3 4M care reacționează cu 0,9 mol Cu este: A. 0,7 L; B. 0,6 L; C. 0,5 L; D. 0,625 L; E. 0,8 L.
10. Imaginea de mai jos prezintă schema unui element galvanic:



Reacția globală de funcționarea a acestei element galvanic este:



Sunt adevărate afirmațiile, cu excepția:

A. La anod are loc procesul: $X \rightarrow X^{+2} + 2e^-$

B. Dacă masa anodului scade, masa catodului rămâne constantă.

C. În timpul funcționării elementului galvanic concentrația soluției din puntea de sare scade.

D. La catod are loc procesul: $Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \rightarrow 2Cr^{+3} + 7H_2O$.

E. Concentrația soluției din compartimentul anodic scade.

Subiectul al II-lea

(25 de puncte)

A.6 puncte

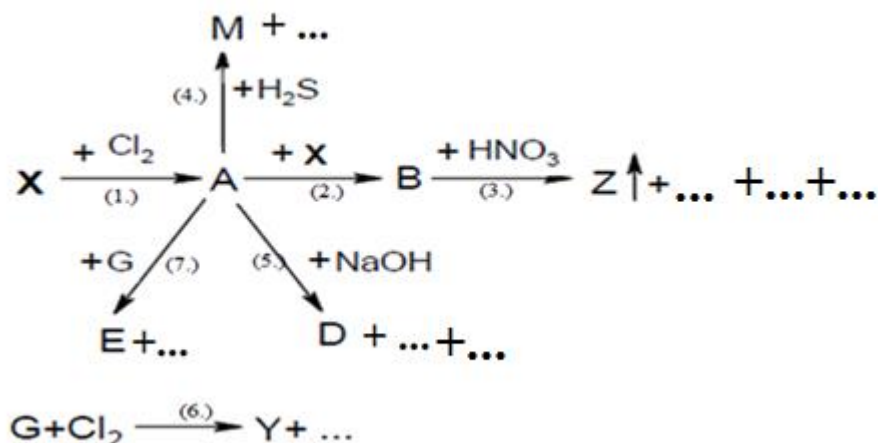
Coperniciu, element chimic sintetic și radioactiv cu simbolul Cn și numărul atomic 112, a fost obținut în 1996 la *Gesellschaft für Schwerionenforschung*, în Germania.

1. Scrieți configurația electronică a elementului cu numărul atomic 112 cu ajutorul gazului nobil $_{86}Rn$ și precizați poziția acestuia în tabelul periodic al elementelor.

2. Presupunând că elementul Cn are aceeași comportare chimică ca și omologii grei din grupă, scrieți ecuațiile reacțiilor chimice ale acestuia cu HNO_3 și clorul.

B.19 puncte

Autoritatea pentru Siguranța Alimentelor și Medicamentelor(FDA) din SUA a descoperit că unele creme pentru albirea tenului precum și cremele antirid conțin substanțe care produc tremur al corpului, probleme de memorie, iritabilitate și modificari ale vederii sau auzului. Compusul chimic prezent în aceste creme are în compoziție substanța elementară X, care participă la următoarele reacții chimice:



1. Determinați substanțele necunoscute X, A, B, Z, M, G, Y, D, E, știind că:

- substanța X în reacție cu Cl_2 la o temperatură 70-120 °C formează substanță A, care în exces de X, la 250 °C, trece în compusul B;

- substanța Z este un gaz brun;

- compusul D, obținut prin tratarea lui A cu exces de NaOH, este un precipitat galben. Acesta poate fi obținut și printr-o reacție de combinare între două substanțe simple(reacția 8), culoarea fiind roșie. Diferența de culoare apare datorită gradului de dispersie diferit (mărimea particulelor).

- compusul E este un reactiv utilizat în chimia analitică, format prin reacția substanței A cu o soluție saturată a unui compus binar al potasiului, G;

- compusul Y, dizolvat în CCl_4 , formează o soluție de culoare violet;

- compusul M, obținut prin tratarea substanței A cu H_2S timp îndelungat, s-a folosit ca pigment roșu la fabricarea vopselelor, utilizarea fiind substanțial limitată din cauza toxicității elementului X.

- raportul maselor molare $\mu_D : \mu_M = 0,931$.

2. Scrieți ecuațiile reacțiilor chimice.

3. Compusul G este utilizat în chimia analitică pentru standardizarea unei soluții cu caracter oxidant. Scrieți ecuația reacției chimice care are loc atunci când compusul G reacționează cu permanganat de potasiu în prezența acidului sulfuric.

4. Substanța **M** poate exista în mai multe sisteme cristaline. Una dintre ele prezintă o rețea cubică de tip NaCl distorsionată. Sistemul cristalin cubic prezintă trei rețele cristaline: cub simplu, cub centrat intern și cub cu fețe centrate.

Calculați numărul particulelor care aparțin celulei elementare din fiecare tip de rețea cubică.

Subiectul al III-lea

(25 de puncte)

A.13 puncte

Azoturile derivă din amoniac, prin înlocuirea tuturor atomilor de hidrogen cu elemente care au electronegativitatea mai mică decât a azotului și reprezintă o clasă de compuși cu o varietate mare de proprietăți și aplicații.

1. Scrieți ecuația reacției cu apa (hidroliză) a azoturii de sodiu.

2. Indicați o metodă de obținere a azoturii de magneziu și calculați numărul de moli din aceasta, care reacționează total cu 20 mL soluție HCl 2M.

3. Triclorura de azot, NCl_3 , cunoscută și sub denumirea de tricloramină, este un lichid galben, uleios, exploziv și urât mirositor. NCl_3 se obține prin trecerea unui curent de clor printr-o soluție concentrată de amoniac.

a. Precizați dacă NCl_3 este o azotură.

b. Scrieți ecuația reacției de obținere a NCl_3 .

c. NCl_3 hidrolizează la cald rezultând amoniac și un oxiacid. Scrieți ecuația reacției de hidroliză a NCl_3 .

d. Reprezentați structura compusului NCl_3 .

e. Comparați polaritatea și caracterul bazic al NH_3 cu al NCl_3 .

B.12 puncte

O halogenură acidă este un compus care în reacție cu apa (reacție de hidroliză) formează un oxiacid și un hidracid.

O halogenură acidă mixtă A are formula moleculară SO_aClX_b . O probă de compus A, în reacție cu hidroxidul de bariu, formează un precipitat alb. O altă probă cu masa identică din compusul A, în reacție cu AgNO_3 în exces, formează un alt precipitat (amestec echimolecular de două halogenuri) a cărui masă este de 1,419 ori mai mare decât cea a primului precipitat.

a. Determinați formula compusului A, știind că elementul cu cea mai mică electronegativitate din compus are numărul de oxidare maxim.

b. Scrieți ecuațiile reacțiilor chimice ale compusului A cu apa, hidroxidul de bariu și azotatul de argint.

c. Reprezentați structura compusului A.

Subiectul al IV-lea

(30 de puncte)

A.12 puncte

Se dau următoarele 3 serii de substanțe:

I. Fe_3O_4 , Pb_3O_4 , Mn_3O_4 , Cl_2O_7 , V_2O_5 , Co_3O_4 ;

II. Mn_2O_7 , CO_2 , MnO , P_2O_5 , N_2O , NO_2 , SiO_2 ;

III. O_3 , CO_2 , H_2O , N_2H_4 , BF_3 , SO_2 .

1. Din seria I, selectați oxizii care conțin atomii aceluiași metal în diferite trepte de oxidare. Scrieți ecuațiile reacțiilor oxizilor respectivi cu soluție de HCl conc..

2. Selectați, din seria a II-a, oxizii care la dizolvare în apă formează soluții acide. Scrieți ecuațiile reacțiilor oxizilor respectivi cu soluție de KOH cu formare de săruri neutre.

3. Din seria a III-a, selectați compușii chimici care au molecula polară.

B.18 puncte

În chimia anorganică, hidrații, numiți și cristalohidrați, sunt săruri anorganice care conțin molecule de apă într-un raport definit, ca parte integrală a cristalului.

Pentru a determina formula unui cristalohidrat, al unui metal din perioada a 4-a (*Me*) a tabelului periodic al elementelor, $Me_xA_y \cdot zH_2O$, se fac următoarele analize:

a. 1,981 g cristalohidrat, $Me_xA_y \cdot zH_2O$, este încălzit în prezența de clorură de tionil, $SOCl_2$, în exces. Gazele rezultate sunt barbotate într-un vas care conține apă oxigenată și clorură de bariu, rezultând 11,669 g precipitat care conține 13,74% S, procente de masă.

b. O altă probă din același cristalohidrat, $Me_xA_y \cdot zH_2O$, cu masa de 1,248 g se dizolvă în apă rezultând 100 cm³ soluție diluată. 20 cm³ din această soluție reacționează cu 10,50 cm³ soluție de azotat de argint 0,2 M formându-se un 0,301g precipitat.

1. Determinați formula moleculară a cristalohidratului folosind toate informațiile date.

2. Scrieți ecuațiile reacțiilor chimice care au loc.

Se dau :

1. ANEXA 1 : TABELUL PERIODIC AL ELEMENTELOR
2. ANEXA 2 : Scala de electronegativitate a lui Pauling, revizuită
3. Volumul molar = 22,4 L/mol

Mase atomice:

Notă: Timp de lucru 3 ore.

Comisia Centrală a Olimpiadei

Naționale de Chimie

Vă urează

Succes!

Subiecte elaborate de:

1. Prof.dr. Ion Ion -Universitatea „Politehnica” din București
2. Prof. Gheorghe Costel-Colegiul Național „Vlaicu Vodă”, Curtea de Argeș
3. Prof. Rosenschein Mariana - Colegiul Național „Gheorghe Vranceanu”, Bacău

ANEXA 1 : TABELUL PERIODIC AL ELEMENTELOR

1	1A	1	2		13	14	15	16	17	18									
		1A	2A	3A							4A	5A	6A	7A	8A				
1	H	2	He	3	Li	4	Be	5	B	6	C	7	N	8	O	9	F	10	Ne
1.008	1.008	6.941	9.012	4.003	6.941	9.012	12.01	10.81	10.81	12.01	14.01	14.01	14.01	16.00	16.00	19.00	19.00	20.18	20.18
11	Na	12	Mg	13	Al	14	Si	15	P	16	S	17	Cl	18	Ar	19	K	20	Ca
22.99	22.99	24.31	24.31	26.98	26.98	28.09	28.09	30.97	30.97	32.07	32.07	35.45	35.45	39.95	39.95	39.10	40.08	40.08	40.08
19	K	20	Ca	21	Sc	22	Ti	23	V	24	Cr	25	Mn	26	Fe	27	Co	28	Ni
39.10	39.10	40.08	40.08	44.96	44.96	47.88	47.88	50.94	50.94	52.00	52.00	54.94	54.94	55.85	55.85	58.93	58.93	58.69	58.69
37	Rb	38	Sr	39	Y	40	Zr	41	Nb	42	Mo	43	Tc	44	Ru	45	Rh	46	Pd
85.47	85.47	87.62	87.62	88.91	88.91	91.22	91.22	92.91	92.91	95.95	95.95	(98)	(98)	101.1	101.1	102.9	102.9	106.4	106.4
55	Cs	56	Ba	57	La	58	Hf	59	Ta	60	W	61	Re	62	Os	63	Ir	64	Pt
132.9	132.9	137.3	137.3	138.9	138.9	178.5	178.5	180.9	180.9	183.8	183.8	186.2	186.2	192.2	192.2	192.2	192.2	195.1	195.1
87	Fr	88	Ra	89	Ac	90	Rf	91	Db	92	Sg	93	Bh	94	Hs	95	Mt	96	Ds
(223)	(223)	(226)	(226)	(227)	(227)	(261)	(261)	(262)	(262)	(263)	(263)	(262)	(262)	(265)	(265)	(266)	(266)	(281)	(281)
81	Tl	82	Pb	83	Bi	84	Po	85	At	86	Rn	87	Fr	88	Ra	89	Ac	90	Rf
204.4	204.4	207.2	207.2	209.0	209.0	208.98	208.98	210	210	222	222	(294)	(294)	(294)	(294)	(294)	(294)	(294)	(294)
112	Cn	113	Nh	114	Fl	115	Mc	116	Lv	117	Ts	118	Og	119	Uue	120	Uub	121	Uut
(285)	(285)	(286)	(286)	(289)	(289)	(289)	(289)	(293)	(293)	(294)	(294)	(294)	(294)	(294)	(294)	(294)	(294)	(294)	(294)
67	Ho	68	Er	69	Tm	70	Yb	71	Lu	72	Hf	73	Ta	74	W	75	Re	76	Os
164.9	164.9	167.3	167.3	168.9	168.9	173.0	173.0	175.0	175.0	178.5	178.5	180.9	180.9	183.8	183.8	186.2	186.2	192.2	192.2
99	Es	100	Fm	101	Md	102	No	103	Lr	104	Rf	105	Db	106	Sg	107	Bh	108	Hs
(255)	(255)	(257)	(257)	(258)	(258)	(259)	(259)	(262)	(262)	(263)	(263)	(262)	(262)	(263)	(263)	(265)	(265)	(266)	(266)

ANEXA 2 : Scala de electronegativitate a lui Pauling, revizuită

Scala de electronegativitate a lui Pauling revizuită:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	H 2.20																	He
2	Li 0.98	Be 1.57											B 2.04	C 2.55	N 3.04	O 3.44	F 3.98	Ne
3	Na 0.93	Mg 1.31											Al 1.61	Si 1.90	P 2.19	S 2.58	Cl 3.16	Ar
4	K 0.82	Ca 1.00	Sc 1.36	Ti 1.54	V 1.63	Cr 1.66	Mn 1.55	Fe 1.83	Co 1.88	Ni 1.91	Cu 1.90	Zn 1.65	Ga 1.81	Ge 2.01	As 2.18	Se 2.55	Br 2.96	Kr 2.90
5	Rb 0.82	Sr 0.95	Y 1.22	Zr 1.33	Nb 1.60	Mo 2.16	Tc 1.90	Ru 2.20	Rh 2.28	Pd 2.20	Ag 1.93	Cd 1.69	In 1.78	Sn 1.96	Sb 2.05	Te 2.10	I 2.66	Xe
6	Cs 0.79	Ba 0.89	La 1.27	Hf 1.30	Ta 1.50	W 2.36	Re 1.90	Os 2.20	Ir 2.20	Pt 2.28	Au 2.54	Hg 2.00	Tl 2.04	Pb 2.33	Bi 2.02	Po 2.00	At 2.20	Rn