



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. Afirmția **incorectă** este:

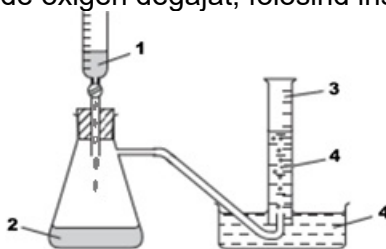
- a) Energia de ionizare primară a Al este mai mică decât energia de ionizare primară a Mg;
- b) Energia de ionizare secundară a Mg este mai mare decât energia de ionizare secundară a Na;
- c) Energia de ionizare primară a Na este mai mică decât energia de ionizare primară a Mg;
- d) Energia de ionizare terțiară a Mg este mai mare decât energia de ionizare terțiară a Al;
- e) Energia de ionizare primară a Al este mult mai mică decât energia de ionizare primară a Mg.

2. Informație: Etilendiamina, $H_2NCH_2CH_2NH_2$, este abreviată cu **(en)** în formulele chimice ale combinațiilor complexe.

În tabel sunt formulele chimice ale unor combinații complexe. Asocierea corectă dintre formula chimică a combinației complexe și valoarea numărului de coordinare (N.C.), respectiv valoarea numărului de oxidare (N.O.) a ionului metalic central este corectă în cazul:

	a)		b)		c)		d)		e)	
	N.C.	N.O.	N.C.	N.O.	N.C.	N.O.	N.C.	N.O.	N.C.	N.O.
$[Cu(NH_3)_4]^{2+}$	4	0	2	+2	4	+2	4	+1	4	+2
$[Ni(CN)_2(NH_3)_2]$	2	+2	2	0	4	+4	4	+2	4	+2
$[Cr(CO)_6]$	4	+2	6	+2	2	+6	2	+3	6	0
$[Co(en)_2Br(NO_2)]^+$	2	+4	2	+2	2	+2	4	+3	4	+3

3. Pentru dozarea ionilor hipoclorit dintr-o soluție de înălbitor se tratează o probă de 10 mL de soluție cu apă oxigenată și se măsoară volumul de oxigen degajat, folosind instalația din figura de mai jos:



Soluțiile și substanțele implicate în procesul de dozare a ionilor hipoclorit sunt:

- a) 1 - apă distilată; 2 - soluție de apă oxigenată; 3 - oxigen gazos; 4 - probă de înălbitor;
- b) 1 - soluție de apă oxigenată; 2 - probă de înălbitor; 3 - oxigen gazos; 4 - apă distilată;
- c) 1 - probă de înălbitor; 2 - apă distilată; 3 - oxigen gazos; 4 - soluție de apă oxigenată;
- d) 1 - soluție de apă oxigenată; 2 - apă distilată; 3 - oxigen gazos; 4 - probă înălbitor;
- e) 1 - apă distilată; 2 - oxigen gazos; 3 - probă de înălbitor; 4 - soluție de apă oxigenată.

4. Pentru hidrurile BH_3 , CH_4 , NH_3 , BeH_2 , H_2O ordinea creșterii unghiului H-E-H este:

- a) CH_4 , NH_3 , H_2O , BH_3 , BeH_2 ;
- b) CH_4 , NH_3 , H_2O , BeH_2 , BH_3 ;
- c) BH_3 , CH_4 , NH_3 , BeH_2 , H_2O ;
- d) H_2O , NH_3 , CH_4 , BH_3 , BeH_2 ;
- e) H_2O , CH_4 , BH_3 , NH_3 , BeH_2 .

5. Elementele chimice Y și Z se află în perioada 3 a Tabelului periodic. Clorurile celor două elemente prezintă următoarele caracteristici:

- clorura elementului Y în prezența apei formează o soluție cu $pH = 2$;
- clorura elementului Z în prezența apei formează o soluție cu $pH = 7$.

Pe baza comportării clorurilor celor două elemente în prezența apei, enunțul corect este:

- a) Elementul Y este siliciu și elementul Z este fosfor;
- b) Elementul Y este magneziu și elementul Z este sodiu;
- c) Elementul Y este fosfor și elementul Z este aluminiu;
- d) Elementul Y este siliciu și elementul Z este sodiu;
- e) Elementul Y este siliciu și elementul Z este aluminiu.

6. Izotopul ^{68}Ge este util din punct de vedere medical deoarece, în mod natural, se transformă într-un izotop al unui alt element, ^{68}X , care poate fi folosit pentru detectarea tumorilor. Această transformare a izotopului ^{68}Ge are loc atunci când un electron intră în nucleu și schimbă un proton într-un neutron. Este adevărat despre compoziția atomului elementului ^{68}X :

- a) Are 4 electroni în orbitalii p de pe ultimul strat;
- b) Conține 13 electroni pe ultimul strat;
- c) Are 37 de neutroni în nucleu;
- d) Sarcina nucleară este +32;
- e) Are doi orbitali p semiocupați.

7. Molecula cu cel mai mare moment de dipol este:

- a) ClF_3 ; b) BF_3 ; c) SF_6 ; d) CF_4 ; e) BrF_3 .

8. Trei dintre halogeni sunt reprezentați cu L, M și Q. În tabelul următor sunt rezultatele a nouă experimente în care s-au amestecat soluții apoase care conțin substanțele L_2 , M_2 și Q_2 și soluții care conțin ioni L^- , M^- și Q^- .

	$\text{L}^- (\text{aq})$	$\text{M}^- (\text{aq})$	$\text{Q}^- (\text{aq})$
$\text{L}_2 (\text{aq})$	Nu reacționează	Nu reacționează	Nu reacționează
$\text{M}_2 (\text{aq})$	Se formează L_2	Nu reacționează	Se formează Q_2
$\text{Q}_2 (\text{aq})$	Se formează L_2	Nu reacționează	Nu reacționează

Ordinea crescătoare a electronegativității celor trei halogeni este:

- a) L, M, Q; b) L, Q, M; c) M, Q, L; d) Q, L, M; e) M, L, Q.

9. Dintre ecuațiile reprezentate mai jos:

- 1) $\text{BF}_3 + \text{F}^- \rightarrow \text{BF}_4^-$ 2) $\text{CO} + \text{BF}_3 \rightarrow \text{OCBF}_3$ 3) $\text{PCl}_3 + \text{Cl}^- \rightarrow \text{PCl}_4^-$
- 4) $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_4\text{O}^{2+}$ 5) $\text{AlCl}_3 + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AlCl}_4^-$ 6) $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{HO}^-$

corespund unor reacții care se produc și în care se formează o legătură covalent-coordinativă:

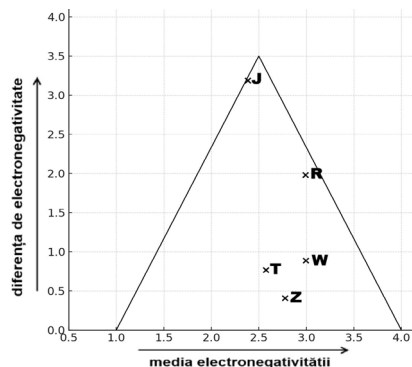
- a) 1, 2, 5, 6; b) 1, 3, 4, 6; c) 1, 3, 5, 6; d) 3, 4, 5, 6; e) 1, 2, 4, 6.

10. Informație: Triunghiurile Van Arkel-Ketelaar permit o apreciere a tipului de legătură chimică dintr-un compus binar (AB).

În tabel sunt valorile electronegativităților unor elemente chimice.

Element chimic	C	O	F	P	Cs	Hg	Br
Electronegativitate	2,55	3,44	3,98	2,19	0,79	2,00	2,96

În triunghiul Van Arkel-Ketelaar este reprezentată grafic variația electronegativității medii a lui A și B, în funcție de diferența de electronegativitate.



a) HgF_2 - **J** - legătură ionică; CsF - **R** - legătură ionică; CBr_4 - **T** - legătură covalentă; CO_2 - **W** - legătură covalentă; PBr_3 - **Z** - legătură covalentă;

b) CO_2 - **J** - legătură covalentă; CBr_4 - **R** - legătură covalentă; HgF_2 - **T** - legătură covalentă; CsF - **W** - legătură ionică; PBr_3 - **Z** - legătură covalentă;

c) PBr_3 - **J** - legătură covalentă; HgF_2 - **R** - legătură covalentă; CBr_4 - **T** - legătură covalentă; CsF - **W** - legătură ionică; CO_2 - **Z** - legătură covalentă;

d) CsF - **J** - legătură ionică; HgF_2 - **R** - legătură ionică; PBr_3 - **T** - legătură covalentă; CO_2 - **W** - legătură covalentă; CBr_4 - **Z** - legătură covalentă;

e) CBr_4 - **J** - legătură covalentă; PBr_3 - **R** - legătură covalentă; CO_2 - **T** - legătură covalentă; HgF_2 - **W** - legătură ionică; CsF - **Z** - legătură ionică.

(25 de puncte)

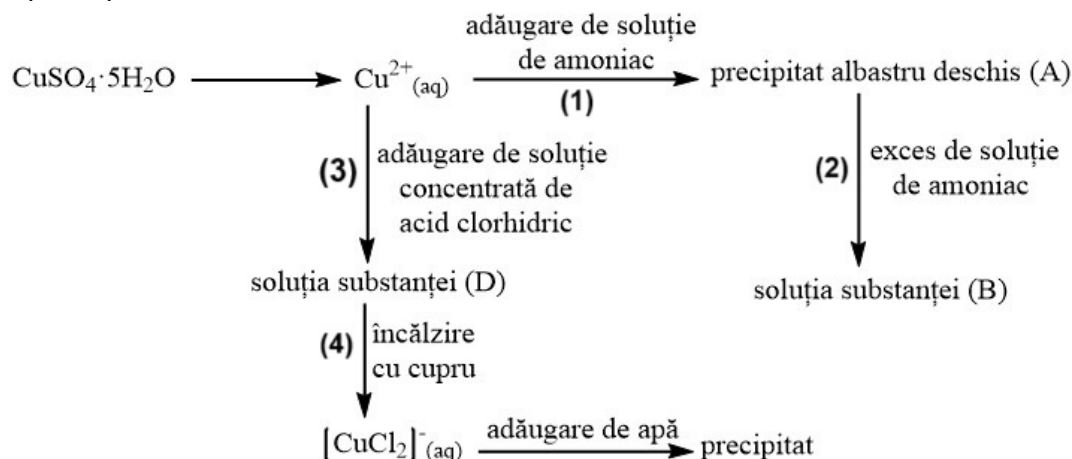
H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	----- METALE TRANZIȚIONALE -----										Ga	Ge	As	Se	Br	Kr

- (1) Un element chimic care are densitatea mai mică decât apa și reacționează ușor cu aceasta.
- (2) Un element chimic al cărui oxid se folosește pentru obținerea industrială a fierului din hematit.
- (3) Elementul chimic cu cea mai mică energie de ionizare primară.
- (4) Elementul chimic care prezintă fenomenul de alotropie, iar una dintre formele alotropice are moleculă unghiulară.
- (5) Elementul chimic din perioada 3 al cărui anion are cea mai mică rază.
- (6) Elementul chimic din perioada 3 care formează o clorură cu punct de topire scăzut ($192\text{ }^{\circ}\text{C}$) și un oxid cu un punct de topire ridicat ($2072\text{ }^{\circ}\text{C}$).
- (7) Un element chimic cu specii monoatomice stabile.
- (8) Elementul chimic din compoziția vitriolilor care formează o moleculă ciclică poliatomică.
- (9) Elementul chimic aflat în stare de agregare lichidă în condiții standard.
- (10) Elementul chimic cu caracter electropozitiv din perioada 3 cu cea mai mare rază atomică.
- (11) Elementul chimic din perioada 3 cu cel mai ridicat punct de topire.
- (12) Un element chimic din perioada 4 care formează un oxid amfoter.

- Scriveți ecuațiile reacțiilor chimice care au loc.
- Determinați compoziția procentuală masică a pulberii de aluminiu analizate.
- Calculați masa soluției de hidroxid de sodiu de concentrație procentuală masică 20% necesară pentru "dizolvarea" completă a reziduului solid format.

Cristalohidrații cuprului se folosesc la prepararea unei combinații complexe utilizate la dizolvarea celulozei din fibrele de bumbac și în sau la obținerea unor compozite cu nanostructuri de carbon cu stabilitate mărită la variații ale pH -ului.

A. Ionul Cu^{2+} participă la o serie de transformări chimice, conform schemei:

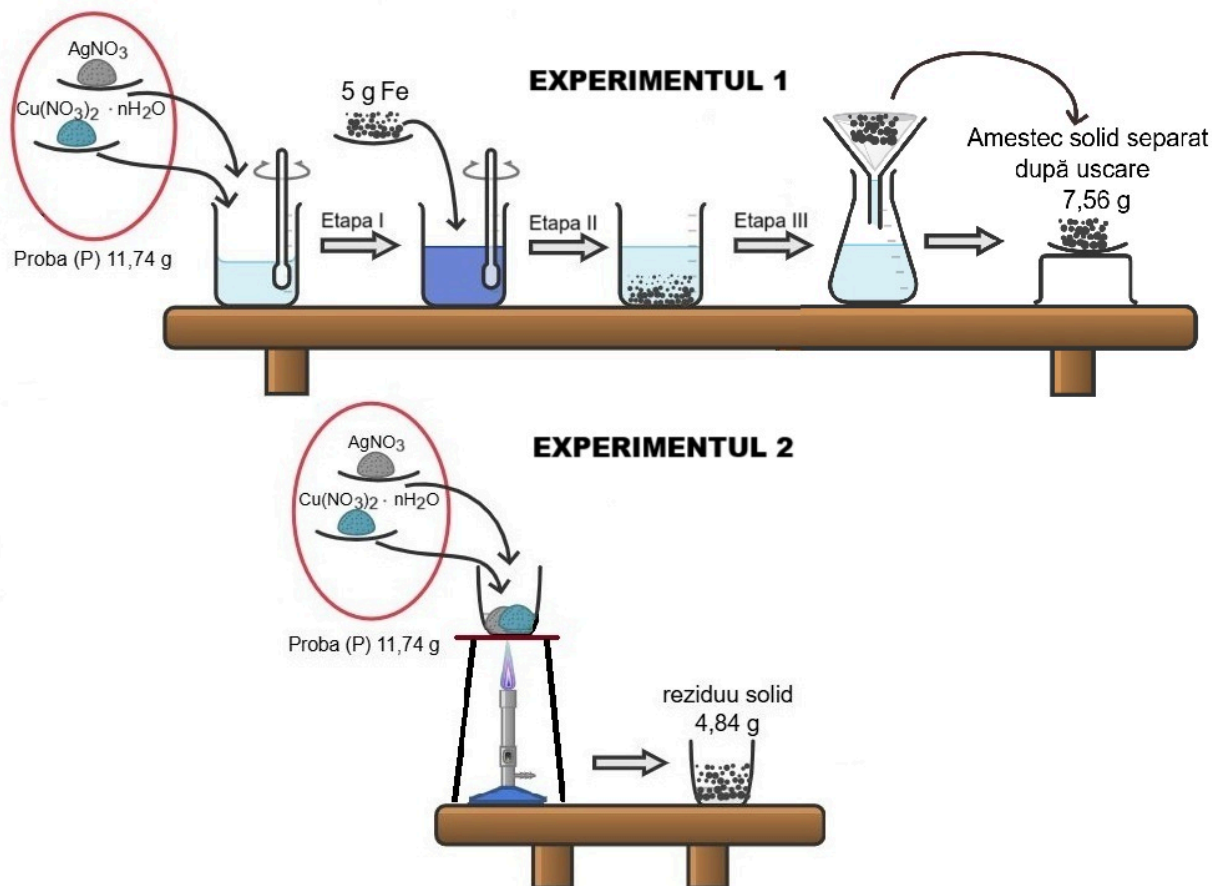


a) Scrieți ecuațiile reacțiilor (1), (2), (3), (4).

b) Precizați culorile corespunzătoare soluțiilor B și D.

c) În soluția apoasă care conține ionul $[CuCl_2]^{-}$ se adaugă apă și se observă formarea precipitatului de clorură de cupru (I). Scrieți configurația electronică a cationului din precipitat și notați culoarea clorurii de cupru (I).

B. Un elev din clasa a IX-a studiază proprietățile unor săruri. Din referatul primit își realizează o schemă cu etapele care trebuie urmate în activitatea experimentală (Schema 1).



Schema 1

Analizați etapele implicate și determinați prin calcul formula chimică a cristalohidratului din probă.

A. Trifluorura de clor, ClF_3 cunoscută sub numele de "substanța $\mathcal{N}$ " a fost folosită în timpul celui de-al doilea Război Mondial drept combustibil în aruncătoarele de flăcări. Scrieți ecuațiile reacțiilor:

- (1) $\text{Cl}_2 + \dots \text{F}_2 \rightarrow \dots$ _____
- (2) $\text{ClF}_3 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3 \text{ } _____ + \text{ } _____ + \text{ } _____$
- (3) $6\text{NiO} + 4\text{ClF}_3 \rightarrow \dots \text{ } _____ + \dots \text{ } _____ + 2 \text{ } _____$
- (4) $3\text{N}_2\text{H}_4 + \dots \text{ClF}_3 \rightarrow \dots \text{ } _____ + 3 \text{ } _____ + 2 \text{ } _____$
- (5)* $6\text{NaClO}_3 + 4\text{ClF}_3 \rightarrow 6 \text{ } _____ + 2 \text{ } _____ + 3 \text{ } _____ + 6 \text{ } _____$

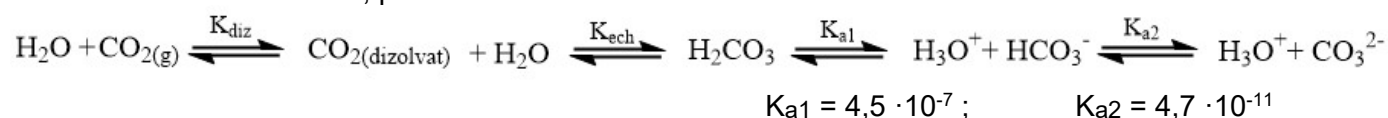
*Sursa: doi.org/10.1002/ejic.202000908

B. Informație: Soluțiile tampon (denumite și sisteme tampon sau mai simplu tampon chimic) sunt soluții cu mai multe componente (amestecuri de acizi și bazele lor conjugate, în anumite proporții) ce prezintă proprietatea de a menține constantă valoarea pH-ului atunci când se adaugă volume limitate de baze sau acizi.

Legea lui Henry este una din principalele legi ale gazelor și a fost enunțată de William Henry în anul 1803. Formularea ei este: „La temperatură constantă, cantitatea de gaz dizolvată într-un lichid, la saturație, variază direct proporțional (constanta lui Henry) cu presiunea parțială a gazului aflat în contact cu lichidul.”

Sângele este fluidul care transportă gazele respirației, nutrienții și produșii de catabolism tisular între diferite organe și țesuturi. Starea de sănătate se poate aprecia și prin valoarea pH-ului sângelui care trebuie să fie 7,4 cu o fluctuație de zecime de pH. Aceasta se datorează sistemului tampon format de ioni fosfat, proteine, hemoglobină și a sistemului ion hidrogenocarbonat/dioxid de carbon *dizolvat* care joacă un rol important.

În urma metabolismului celular acidul carbonic rezultat din dioxidul de carbon disociază cu formare de ioni hidroniu. Schematic, procesul are loc astfel:



Dioxidul de carbon dizolvat în apă sau plasmă este în echilibru conform legii Henry (constanta lui Henry $K_{\text{H}} = 2,26 \cdot 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{Pa}^{-1}$). Dioxidul de carbon din sânge se combină cu fluidele apoase ale corpului rezultând acid carbonic care ionizează în ioni hidrogenocarbonat și ioni hidroniu.

În plasma sangvină: $[\text{HCO}_3^-] + [\text{CO}_2] = 2,52 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

Informație: la $\text{pH}=7,4$ se poate neglija $[\text{CO}_3^{2-}]$

a) Scrieți ecuațiile chimice care justifică acțiunea sistemului tampon ion hidrogenocarbonat/dioxid de carbon *dizolvat*.

b) Calculați concentrația molară a dioxidului de carbon *dizolvat* care produce o presiune parțială de 5,332 kPa.

c) Calculați raportul $[\text{HCO}_3^-]/[\text{CO}_{2(\text{dizolvat})}]$ în sângele cu $\text{pH}=7,4$.

Informație: $10^{-7,4} = 3,98 \cdot 10^{-8}$

d) Determinați concentrația molară a ionilor hidrogenocarbonat și concentrația molară a dioxidului de carbon *dizolvat* în sângele cu $\text{pH}=7,4$.

e) Dacă o persoană face exerciții fizice, presiunea parțială a dioxidului de carbon crește datorită metabolismului. Calculați concentrația molară a dioxidului de carbon *dizolvat* dacă presiunea parțială a dioxidului de carbon crește de 4 ori în condiții de exercițiu fizic și precizează modul în care organismul acționează pentru a reduce concentrația dioxidului de carbon pentru a preveni oboseala.

Notă: Timp de lucru 3 ore.

**Comisia Centrală a Olimpiadei
Naționale de Chimie
Vă urează
Succes!**

Subiecte propuse de:

prof. univ. dr. Ion Ion – Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București

prof. Bud Ionel, Colegiul Național „Vasile Lucaciu”, Baia Mare

prof. Costeniuc Iuliana, Colegiul Național „Grigore Moisil”, București

prof. Szövérfi János, Liceul Teoretic „Bolyai Farkas”, Târgu Mureș

prof. Mitrescu Elena, Colegiul Național Pedagogic „Constantin Cantacuzino”, Târgoviște

prof. Popescu Elena Irina, Colegiul Național „Ion Luca Caragiale”, Ploiești

ANEXA: TABELUL PERIODIC AL ELEMENTELOR

18 8A																
	2	He	4.003													
17 7A	9	F	19.00													
	8	O	16.00													
16 6A	7	N	14.01													
	6	C	12.01													
15 5A	5	B	10.81													
	4	Si	28.09													
14 4A	13	Al	26.98													
	12	B	10.81													
13 3A	11	Li	6.941													
	10	Be	9.012													
12 2A	9	Na	22.99													
	8	Mg	24.31													
11 1A	7	K	39.10													
	6	Ca	40.08													
10 8A	5	Sc	44.96													
	4	Ti	47.88													
9 7A	3	V	50.94													
	2	Cr	52.00													
8 6A	1	Mn	54.94													
	0	Fe	55.85													
7 5A	29	Cu	63.55													
	30	Zn	65.39													
6 4A	47	Ag	107.9													
	48	Cd	112.4													
5 3A	79	Au	197.0													
	80	Hg	200.6													
4 2A	81	Tl	204.4													
	82	Pb	207.2													
3 1A	83	Bi	209.0													
	84	Po	(209)													
2 8A	113	Nh	(286)													
	114	Fl	(289)													
1 8A	115	Mc	(289)													
	116	Lv	(293)													
0 8A	117	Ts	(294)													
	118	Og	(294)													

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)