



OLIMPIADA NAȚIONALĂ DE CHIMIE
DEVA, 2-7 aprilie 2023
Ediția a LVI-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. Dintre seriile acizilor date mai jos, ordinea corectă a creșterii acidității o prezintă:

- a. $\text{CH}_3\text{COOH} < \text{H}_2\text{O} < \text{H}_2\text{S} < \text{HNO}_2 < \text{HF} < \text{H}_3\text{PO}_4 < \text{H}_3\text{O}^+$
- b. $\text{H}_2\text{O} < \text{H}_2\text{S} < \text{CH}_3\text{COOH} < \text{HNO}_2 < \text{HF} < \text{H}_3\text{PO}_4 < \text{H}_3\text{O}^+$
- c. $\text{H}_3\text{PO}_4 < \text{H}_2\text{O} < \text{H}_3\text{O}^+ < \text{HF} < \text{HNO}_2 < \text{CH}_3\text{COOH} < \text{H}_2\text{S}$
- d. $\text{H}_2\text{O} < \text{H}_2\text{S} < \text{CH}_3\text{COOH} < \text{HNO}_2 < \text{HF} < \text{H}_3\text{O}^+ < \text{H}_3\text{PO}_4$
- e. $\text{H}_2\text{O} < \text{HNO}_2 < \text{CH}_3\text{COOH} < \text{H}_2\text{S} < \text{HF} < \text{H}_3\text{PO}_4 < \text{H}_3\text{O}^+$

2. pH-ul unei soluții apoase ce conține 4,48 g KOH dizolvat în 8 L soluție este:

- a. 2; b. 4; c. 12; d. 6; e. 8

3. Soluțiile apoase ale sărurilor așezate în ordinea descrescătoare a pH-ului:

- a. $\text{Na}_2\text{CO}_3 < \text{NaCl} < \text{NH}_4\text{Cl}$; b. $\text{Na}_2\text{CO}_3 > \text{NaCl} > \text{NH}_4\text{Cl}$; c. $\text{NH}_4\text{Cl} < \text{Na}_2\text{CO}_3 < \text{NaCl}$;
- d. $\text{NaCl} > \text{Na}_2\text{CO}_3 > \text{NH}_4\text{Cl}$; e. $\text{Na}_2\text{CO}_3 < \text{NH}_4\text{Cl} < \text{NaCl}$.

4. Numerele atomice ale elementelor A și B care **nu** pot forma un compus cu formula AB_3 sunt:

- a. $Z_A = 26$; $Z_B = 17$ b. $Z_A = 7$; $Z_B = 8$ c. $Z_A = 15$; $Z_B = 1$ d. $Z_A = 13$; $Z_B = 9$ e. $Z_A = 16$; $Z_B = 8$

5. Referitor la caracterul acido-bazic al oxizilor metalelor Cr, V, Mn, Fe, stabilește care dintre seriile au numai caracter amfoter:

- a. Cr_2O_3 , Mn_2O_3 , V_2O_3 , Fe_2O_3 ; b. CrO , VO , MnO , FeO ; c. Cr_2O_3 , V_2O_5 , Mn_2O_3 , FeO ;
- d. CrO_3 , V_2O_3 , MnO_2 , Fe_2O_3 ; e. VO , Mn_2O_3 , FeO , MnO .

6. Tabelul următor conține valorile punctelor de fierbere ale unor gaze din aer:

Gaz	Azot	Oxygen	Dioxid de carbon	Helium	Neon	Argon
Punctul de fierbere °C	-196	-183	-79	-269	-246	-186

Oxygenul din aer se separă prin distilare fracționată. Înaintea acestei etape, aerul se răcește la -200°C . Gazele necondensate la -200°C sunt A și B. Frația obținută la distilarea aerului conține oxygen și un alt gaz D. Dioxidul de carbon se elimină înainte de răcirea aerului sau după distilarea oxygenului?

	A	B	D	
a.	He	Ar	Ne	Dioxidul de carbon se elimină după răcirea aerului
b.	Ne	He	Ar	Dioxidul de carbon se elimină înainte de răcirea aerului
c.	Ar	Ne	He	Dioxidul de carbon se elimină înainte de răcirea aerului
d.	He	Ne	Ar	Dioxidul de carbon se elimină după distilarea oxygenului
e.	He	Ne	Ar	Dioxidul de carbon se elimină înainte de răcirea aerului la -200°C

7. Precizează specia ionică sau moleculară care este izostructurală cu XeF_4 :

- a. ICl_4^{2-} b. ICl_4 c. SO_4^{2-} d. SF_4 e. CCl_4

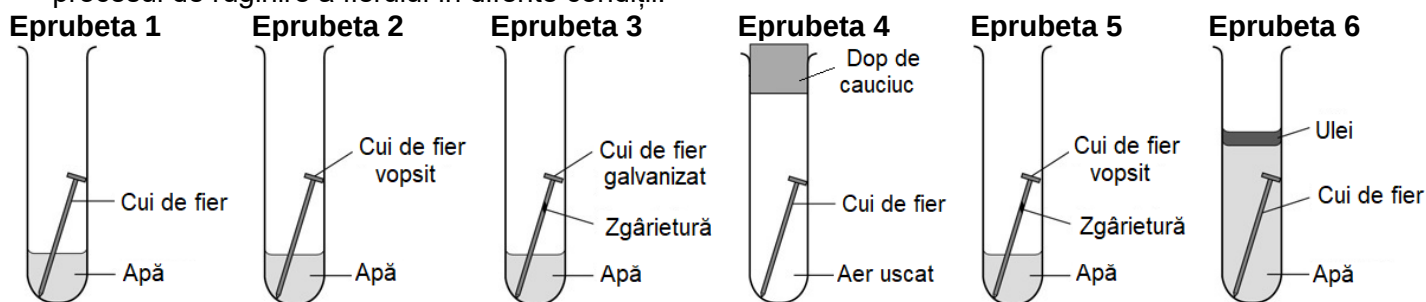
8. Perechea de ioni poliatomici care are la atomul metalic central numărul de oxidare egal cu numărul coloanei din Tabelul periodic din care face parte:

- a. $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, MnO_4^{2-} b. VO_2^+ , TiO_2^{2+} c. $\text{Cr}_3\text{O}_{10}^{2-}$, MnO_4^- d. VO_2^+ , CrO_4^{4-} e. TiO_2^{2+} , MnO_4^{2-}

9. Un elev a încălzit un pahar Berzelius ce conține gheață și apă lichidă. Pe parcursul procesului de încălzire a măsurat temperatura din pahar în condițiile din laborator (1 atm, 25°C). Selectează diagrama care descrie corect variația temperaturii din paharul Berzelius și tipul de interacție intermoleculară existentă pe segmentele A-B, B-C și C-D:

a.	b.	c.
A-B legături de hidrogen B-C dipol-dipol C-D Van der Waals	A-B legături de hidrogen B-C dipol-dipol C-D dipol-dipol	A-B dipol-dipol B-C legături de hidrogen și dipol-dipol C-D legături de hidrogen
d.	e.	
A-B legături de hidrogen și dipol-dipol B-C legături de hidrogen și dipol-dipol C-D Van der Waals	A-B legături de hidrogen B-C dipol-dipol C-D dipol-dipol	

10. În figura următoare sunt prezentate șase eprubete pe care un elev le-a pregătit pentru a investiga procesul de ruginire a fierului în diferite condiții.



Etapile metodei folosite pentru fiecare eprubetă au fost:

1. Determinarea masei cuiului de fier folosind o balanță. Elevul folosește cuie cu aceeași masă determinată.
2. Cuiele de fier rămân în eprubete timp de 10 zile.
3. Cântărirea cuielor de fier după 10 zile.

Variația masei cuiului de fier în cazul celor șase eprubete este:

Eprubeta	1	2	3	4	5	6
a.	Constant	Creștere	Constant	Creștere	Constant	Creștere
b.	Creștere	Constant	Constant	Constant	Crește	Constant
c.	Scădere	Constant	Creștere	Constant	Creștere	Constant
d.	Creștere	Scădere	Constant	Creștere	Constant	Creștere
e.	Constant	Constant	Scădere	Constant	Creștere	Constant

A.

18 puncte

Combinatiile complexe conțin în structura ionului complex un ion metalic central (acid Lewis) care are în conectivitate ioni negativi sau molecule care îndeplinesc rolul de liganzi (baze Lewis). Numărul de coordinație este egal cu numărul de situs-uri ocupate de liganzi. Izomerii sunt substanțe cu aceeași formulă chimică dar structură și proprietăți diferite. În cazul combinațiilor complexe se pot întâlni mai multe tipuri de izomerie. De exemplu:

i) Izomeria de ionizare – izomerii de ionizare diferă printr-un tip de ligand care și-a schimbat locul cu un anion sau o moleculă neutră aflată inițial în afara ionului complex.

Cerință i) Scrie formula chimică a unui izomer de ionizare pentru următoarele combinații complexe: $[\text{PtCl}_2(\text{NH}_3)_4]\text{Br}_2$, $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_5(\text{OSO}_3)]\text{Br}$;

ii) Izomerie de solvatare – acest tip de izomerie rezultă prin înlocuirea unui ligand cu o moleculă de solvent. În cazul apei, aceasta se numește izomerie de hidratare. Trei probe din soluții apoase cu volume egale, ce conțin combinații complexe cu formula $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ se tratează cu soluție de azotat de argint. Raportul volumelor soluțiilor de azotat de argint de concentrație 1M folosit pentru precipitarea totală este 3 : 2 : 1.

Cerință ii) Scrie formulele izomerilor de solvatare corespunzătoare formulei chimice $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

iii) Izomeria de coordonare – apare în compuși care conțin ioni complecși anionici și cationici având loc schimbul unuia sau a mai multor liganzi între ionul complex cationic și ionul complex anionic.

Cerință iii) Scrie formulele izomerilor de coordonare pentru: $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6][\text{Cr}(\text{CN})_6]$, $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4][\text{ZnCl}_4]$.

iv) Izomeria de legătură – apare în combinații complexe cu liganzi ambidentari care se pot coordina cu atomi donori diferiți din structura lor.

Cerință iv) Scrie formulele de structură pentru $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5(\text{NO}_2)]\text{Cl}_2$, precizând atomul donor al ligandului ambidentat pentru izomerii de legătură corespunzători.

v) Izomeria geometrică – izomerii diferă prin poziția diferită a liganzilor față de ionul metalic central.

Cerință v) Scrie structura a doi izomeri geometrici pentru fiecare din următoarele combinații complexe: $\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2$, $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]\text{Cl}$.

B.

12 puncte

Agenția Națională pentru Resurse Minerale (ANRM) a aprobat lista apelor minerale naturale recunoscute și analizate zilnic în România, fiind recunoscute 68 de mărci de ape minerale, patru dintre acestea fiind extrase din trei izvoare din județul Hunedoara. Acestea sunt: apa minerală Aqua Sara – izvorul Boholt, locul de exploatare fiind Boholt, apa minerală Cezara – izvorul Băcăia (Băcăia), K-Classic F6 – izvorul Boholt (Boholt) și Perla Apusenilor FH2 – izvorul Chimindia (Chimindia-Deva). Apele minerale naturale sunt controlate cu mare rigoare, în cazul lor analizele se fac zilnic. Apa minerală carbogazeificată este îmbogățită cu dioxid de carbon dizolvat sub presiune, la rece. Pentru consum, apa minerală carbogazeificată poate fi transformată în limonadă prin adăugarea sucului de lămâie sau pentru alcalinizare se adaugă o cantitate mică de hidrogenocarbonat de sodiu.

a) Scrie ecuațiile reacțiilor de echilibru care pot apărea la dizolvarea dioxidului de carbon în apă.

b) Precizează sensul în care se deplasează echilibrul chimic la adăugarea sucului de lămâie, pentru etapa caracterizată de constanta de aciditate mai mare.

c) Precizează sensul în care se deplasează echilibrul chimic la adăugarea hidrogenocarbonatului de sodiu, pentru etapa caracterizată de constanta de aciditate mai mică.

Subiectul al III-lea

(20 puncte)

A.

13 puncte

Cloratul de potasiu este întrebuințat ca oxidant, la fabricarea chibriturilor, în industria explozivilor, în vopsitorie și ca antiseptic. Dicromatul de potasiu are utilizări importante în serigrafia fotografică, fiind utilizat ca agent oxidant împreună cu un acid tare.

a) La încălzirea a 0,18 mol de clorat de potasiu se formează 0,18 mol de oxigen. Știind că au loc două reacții paralele, calculează compoziția procentuală molară a sărurilor din amestecul final.

b) Se consideră două probe identice (**P1 și P2**), fiecare cu masa de 19,5 g, care conțin clorat de potasiu și dicromat de potasiu.

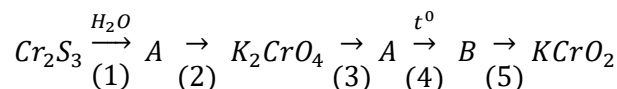
Proba **P1** se supune calcinării și rezultă 0,672 L gaz **G1**, măsurat în condiții normale de temperatură și presiune. În această etapă au loc doar două reacții chimice, din care rezultă patru componenți în stare solidă.

Proba **P2** se tratează cu soluție de acid clorhidric concentrat și rezultă 6,72 L gaz **G2**, măsurat în condiții normale de temperatură și presiune.

Calculează procentul de impurități din probe.

B.**7 puncte**

Se dă următoarea schemă:



Compusul A, în soluție apoasă, este un precipitat verde-cenușiu gelatinos și are caracter amfoter. Este utilizat în industria vopselelor și de prelucrare a lânii.

Compusul B apare în natură ca un mineral rar numit eskolait. A fost descoperit pentru prima dată într-o mină din Outokumpu. Se găsește în argile din Irlanda și în pietricele din râul Merume din Guyana. De asemenea, a fost recunoscut ca o componentă rară în meteoriți. Se utilizează ca pigment verde la imprimarea bancnotelor, în industria sticlei, ceramicii, cernelurilor, vopselurilor etc.

a. Identifică compușii A și B.

b. Scrie ecuațiile reacțiilor posibile (1) - (5).

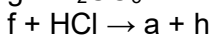
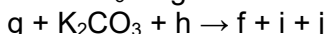
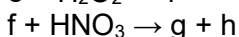
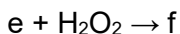
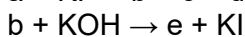
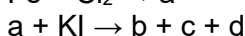
Subiectul al IV-lea**(30 de puncte)****A.****18 puncte**

În județul Hunedoara sunt multe localități cu vechi tradiții în minerit. Una dintre acestea este comuna Ghelari ai cărei locuitori se ocupau cu exploatarea minereului de fier. Încă din anul 215 aici se extrăgea magnetita, conform unei inscripții din "Corpus Inscriptionum Latinorum".

O probă de magnetită cu masa de 14,5 grame și puritate 80% este tratată cu 165,91 mL de soluție de acid clorhidric de concentrație procentuală masică 20% și densitate 1,1 g/mL (impuritățile sunt inerte chimic și nu se dizolvă în apă). În soluția rezultată se adaugă pilitură de fier în exces. Determină raportul molar al componentelor din soluția finală.

B.**12 puncte**

Determină formulele substanțelor notate de la **a** la **j** din schema de mai jos și scrie ecuațiile reacțiilor chimice:

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

Subiecte elaborate de:

Prof. Univ. Dr. Ion Ion – Universitatea din București

Prof. Mariana Dejanu - Școala Gimnazială „Mihai Eminescu” Pitești

Prof. Serenella Liliana Dinu – Colegiul Național Pedagogic „Spiru Haret” Buzău

Prof. Carmen-Luiza Gheorghe – Seminarul Teologic Ortodox „Chesarie Episcopul” Buzău

Prof. Lavinia Mureșan - Liceul Teoretic „Onisifor Ghibu” Cluj-Napoca

Prof. Anca Niculae - Colegiul Național „Preparandia - Dimitrie Țichindeal” Arad

Prof. Irina Popescu - Colegiul Național „Ion Luca Caragiale” Ploiești

Se dau:

Numărul lui Avogadro: $N = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ Volumul molar $V = 22,4 \text{ L mol}^{-1}$

Olimpiada Națională de Chimie 2023
Proba teoretică - Clasa a IX -a

Pagină 5 din 5