

MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII ȘTIINȚIFICE
INSPECTORATUL ȘCOLAR JUDEȚEAN GALAȚI
OLIMPIADA NAȚIONALĂ DE CHIMIE
EDIȚIA a XLIX-a
GALAȚI
5-10 APRILIE 2015

Proba teoretică
Clasa a VIII-a

Subiectul I

(20 de puncte)

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

1. Prin analiză chimică s-au stabilit următoarele formule de compoziție pentru trei compuși anorganici (A) $H_{14}ZnSO_{11}$, (B) $H_4N_2O_3$, (C) $HMgOCl$. Căror clase de compuși le aparțin aceste substanțe ?
 - a. toate trei substanțele sunt acizi;
 - b. compusul (A) nu poate exista iar (B) și (C) sunt acizi;
 - c. compusul (A) este o sare, (B) este un acid iar (C) nu poate exista;
 - d. toate trei substanțele sunt săruri;
 - e. compusul (A) este un complex, iar (B) și (C) sunt săruri.
2. Elementul X formează compuși binari cu elementele Y și respectiv Z. Compusul binar al elementelor X și Y, la interacția cu apa, formează o soluție care înroșește fenolftaleina. Compusul binar al elementelor X și Z, la interacția cu apa, formează o soluție care înroșește turnesolul. Compusul ternar al elementelor X, Y și Z este insolubil în apă dar se solubilizează dacă în suspensia apoasă se barbotează CO_2 . Cele trei elemente sunt:
 - a. X - S; Y - Ca; Z - C;
 - b. X - O; Y - Ca; Z - C;
 - c. X - O; Y - Mg; Z - S;
 - d. X - O; Y - Ba; Z - C;
 - e. X - S; Y - Ba; Z - C.
3. Prin încălzirea a **3,2 g** substanță cristalină, de culoare albă, s-a obținut un amestec gazos ce conține doar N_2 și H_2O . În condiții normale, volumul de azot rezultat este **1,12 L**. Despre ce compus este vorba?
 - a. HNO_3 ;
 - b. HNO_2 ;
 - c. NH_4NO_2 ;
 - d. NH_4NO_3 ;
 - e. $[NH_2NH_3]NO_3$.

4. Formula oxidică a unei argile care la analiza chimică a condus la următoarea compoziție masică:
Al - 20,93%, Si - 21,71%, O - 55,81%, H - 1,55% este:
- $H_4Al_2Si_2O_9$;
 - $Al_2O_3 \cdot SiO_2 \cdot H_2O$;
 - $2 Al_2O_3 \cdot SiO_2 \cdot H_2O$;
 - $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot H_2O$;
 - $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$.
5. Care dintre următoarele reacții pot avea loc prin încălzirea substanțelor la temperatură mai mică de 1000°C ?
- $2 KNO_3 \rightarrow K_2O + 2NO_2 + \frac{1}{2} O_2 \uparrow$
 - $KClO_3 \rightarrow KCl + \frac{3}{2} O_2 \uparrow$
 - $4 KClO_3 \rightarrow KCl + 3 KClO_4$
 - $2 NaOH \rightarrow Na_2O + H_2O$
 - $CaSO_4 \rightarrow CaO + SO_3 \uparrow$
- 1,2,3,4,5;**
 - 1,2,5;**
 - 2,3;**
 - 2,3,5;**
 - 1,2.**
6. Considerând-se atomii următoarelor elemente: **(A) Ne, (B) Ar, (C) Kr, (D) Xe și (E) Ca**, care dintre aceștia conțin numai straturi electronice complet ocupate?
- (A) și (B);**
 - (B);**
 - (B) și (C);**
 - (A), (B), (C) și (D);**
 - (A).**
7. Soluția apoasă concentrată a unei substanțe **A** poate reacționa cu două substanțe solide **B** și **C**. La interacția substanței **A** cu substanța **B** se formează un produs gazos **D**, mai ușor ca aerul. La interacția substanței **A** cu substanța **C**, de culoare brun-neagră, se formează un produs gazos **E**, de culoare galbenă-verzuie, mai greu ca aerul. Prin reacție, gazele **D** și **E** reformează substanța **A**. Compușii **A, B, C, D, E** sunt:
- HCl; Zn; MnO₂; H₂; Cl₂;**
 - HCl; Fe; KClO₃; H₂; Cl₂;**
 - HCl; Cu; MnO₂; H₂; Cl₂;**
 - NH₄Cl; Cu(OH)₂; H₂C₂O₄; NH₃; HCl;**
 - NH₄Cl; NaOH; H₂SO₄; NH₃; HCl.**

8. Asociați numerele din prima coloană cu literele din coloana a doua.

- | | |
|-------------------|--------------------|
| 1) grafit | a) apă la rece |
| 2) Na | b) apă + KI |
| 3) Mg | c) CS ₂ |
| 4) S ₈ | d) apă la cald |
| 5) I ₂ | e) insolubil |

- a. **1b 2a 3c 4d 5e;**
b. **1e 2d 3a 4b 5c;**
c. **1e 2a 3d 4c 5b;**
d. **1c 2a 3d 4e 5b;**
e. **1c 2e 3b 4a 5d.**

9. Se dau următorii reactanți: acid clorhidric, azotat de bariu, hidroxid de sodiu, permanganat de potasiu. Substanța care reacționează cu toți reactanții, pe rând, este:

- a. **sulfat de amoniu;**
b. **azotit de potasiu;**
c. **sulfit de amoniu;**
d. **azotat de sodiu;**
e. **carbonat de sodiu.**

10. Platina, având rol de catalizator, este deosebit de eficace sub formă de nanoparticule, adică ansambluri de 20 atomi, notat „Pt₂₀”, al căror diametru este mai mic de **100 nm**.

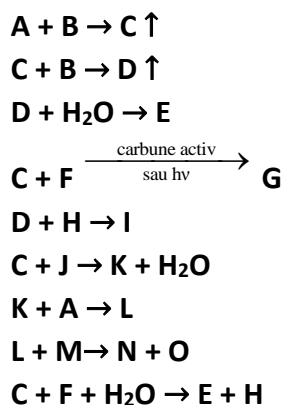
Numărul de nanoparticule Pt₂₀ care se pot obține din **3,5 cm³** de metal cu densitatea **21,45 g/cm³** este :

- a. **1,159235·10²²;**
b. **11,59235·10²²;**
c. **1,159235·10²¹;**
d. **2,31847·10²¹;**
e. **6,62420·10²¹.**

Subiectul II

(25 de puncte)

1. Se dă următoarea schemă-program ce descrie ecuații ale unor procese chimice:



Cunoscându-se următoarele informații:

- **A** este un element ale cărui molecule sunt alcătuite din 8 atomi;
 - **B** este un gaz ce intră în alcătuirea aerului și este indispensabil vieții;
 - **F** este un element care în condiții normale se găsește sub forma unui gaz de culoare galben-verzuie extrem de toxic;
 - **H** este un acid tare care în condiții normale este gaz;
 - **J** este o substanță folosită în industria săpunului, având un caracter extrem de caustic;
 - **K** este o sare neutră;
 - **M** este o substanță cu molecule nepolare și are proprietatea de a sublima formând vapori de culoare violetă;
 - **N** este un compus binar.
- a. Scrie formulele chimice ale substanțelor notate cu litere de la **A ÷ O**.
 - b. Notează toate ecuațiile chimice din schema-program și stabilește coeficienții stoichiometrici.
2. Se prepară soluția 1 din **10 g** de **SO₃** ce se amestecă cu **1,8 g H₂O**; se prepară soluția 2 prin amestecarea a **4 g** de **SO₃** cu **985,2 g H₂O**. Cele două soluții se amestecă și soluția rezultată este adăugată la **1 L** soluție ce conține câte **0,1** moli din azotații următorilor ioni: **Ca²⁺**, **Sr²⁺** și **Ba²⁺**.
 - a. Calculează concentrațiile procentuale masice ale soluțiilor 1 și 2.
 - b. Determină masa și compoziția procentuală masică a precipitatului care se obține (se consideră că volumele soluțiilor sunt aditive, precum și că densitatea tuturor soluțiilor este de **1 g/cm³**).

Subiectul III

(25 de puncte)

1. La **100 mL** soluție de **Ag₂SO₄** s-au adăugat **100 mL** soluție de **BaI₂**. După filtrare și uscare s-au obținut **21,09 g** amestec solid. Filtratului rezultat în experimentul precedent i s-au adăugat **100 mL** soluție de **Pb(NO₃)₂** ce conține **0,1** moli la fiecare litru de soluție, care determină precipitarea completă a plumbului. După o nouă filtrare și uscare, s-a determinat o masă de precipitat, în acest experiment, egală cu **4,61 g**.
 - a. Scrie ecuațiile reacțiilor chimice care au loc.
 - b. Calculează numărul de moli de solut din cele două soluții inițiale.
2. Peste un amestec solid format din hidrură de litiu și fosfură de aluminiu se adaugă **212 mL** apă și se obține o soluție. Masa soluției apoase astfel obținută este cu **74 g** mai mică decât suma maselor amestecului solid și a apei adăugate. Știind că soluția rezultată conține o singură substanța dizolvată a cărei concentrație procentuală masică este **25,5%**,
 - a. Scrie ecuațiile reacțiilor chimice care au loc.
 - b. Calculează masele de substanțe din amestecul solid.

Subiectul IV

(30 de puncte)

1. Scrie ecuațiile reacțiilor chimice și calculează cantitatea de acid azotic, exprimată în moli, din **50 mL** soluție de acid azotic, cunoscând următoarele rezultate ale unor determinări experimentale:
 - Adăugând cei **50 mL** de soluție de acid azotic peste cupru metalic în exces s-au degajat **672 cm³** amestec gazos (c.n.);
 - amestecul gazos obținut în experiența anterioară este captat și barbotat prin **40 cm³** soluție de hidroxid de bariu ce conține câte **0,25** moli la fiecare litru; numărul de moli de bază scade la jumătate, iar soluția conține pe lângă hidroxid de bariu un amestec echimolar de săruri ale acestui cation.

2. Calcinând total ($t = 290^{\circ}\text{C}$) **7,6 g** de amestec ce conține azotat de amoniu, azotit de amoniu, carbonat bazic de magneziu și bicromat de amoniu s-au degajat **0,18 moli** de amestec gazos și a rămas un reziduu cu masa de **3,12 g** (neglijând interacțiunile posibile între componente, la temperatură ridicată). Tratând aceeași cantitate de amestec cu un exces de soluție apoasă de hidroxid de sodiu s-a degajat un gaz care a fost neutralizat complet de **100 mL** soluție HCl ce conține **0,5 moli** acid la fiecare litru de soluție.
- Scrisse ecuațiile reacțiilor chimice care au loc.
 - Determină raportul molar al substanțelor din amestecul inițial.

Mase atomice:

H – 1, Li-7, C – 12, N – 14, O - 16, Ne – 20, Na – 23, Mg - 24, Al - 27, Si – 28, P - 31, S – 32, Cl - 35,5, K – 39, Ca – 40, Cr - 52, Mn – 55, Fe - 56, Ni – 59, Co - 59, Cu - 64, Br - 80, Kr – 84, Sr – 88, Ag - 108, Cd - 112, I – 127, Xe - 131, Ba – 137, Pt – 195, Hg - 201, Pb – 207;

Numere atomice:

Ne – 10, Ar – 18, Ca – 20, Kr – 36, Xe - 54

Numărul lui Avogadro $6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Volumul molar $V_{\mu} = 22,4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$

Comisia Centrală a Olimpiadei

Naționale de Chimie

Vă urează

Succes!

Notă: Timp de lucru 3 ore.

Subiecte elaborate de:

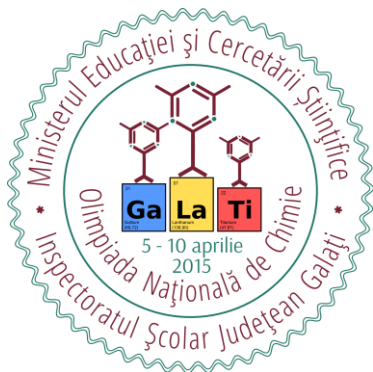
Milica Alexandru, Școala Gimnazială nr.24, Constanța

Florin Ilieș, Colegiul Național *Decebal*, Deva

Anița Luncan, Colegiul Național *Emanuil Gojdu*, Oradea

Iuliana Simon, Școala Gimnazială *Petőfi Sándor*, Tg.Secuiesc

Vlad Chiriac, *Universitatea de Vest din Timișoara*



MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII ȘTIINȚIFICE
INSPECTORATUL ȘCOLAR JUDEȚEAN GALAȚI
OLIMPIADA NAȚIONALĂ DE CHIMIE
EDIȚIA a XLIX-a
GALAȚI
5-10 APRILIE 2015

Barem de evaluare și de notare
Proba teoretică
Clasa a VIII-a

Subiectul I (20 de puncte)

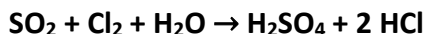
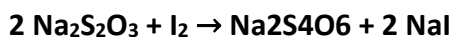
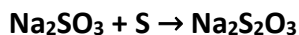
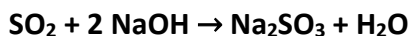
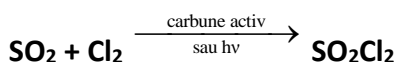
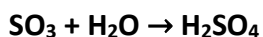
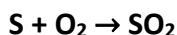
1d; 2b; 3c; 4e; 5c; 6e; 7a; 8c; 9c; 10a.

10 x 2 puncte = 20 puncte

Subiectul II (25 de puncte)

1. _____ 15 puncte

Schema:



9 reacții x 1 p = 9 puncte

- A = S sulf
- B = O₂ oxigen
- C = SO₂ dioxid de sulf
- D = SO₃ trioxid de sulf
- E = H₂SO₄ acid sulfuric
- F = Cl₂ clor
- G = SO₂Cl₂ clorura de sulfuril
- H = HCl acid clorhidric
- I = HSO₃Cl acid clorsulfonic
- J = NaOH hidroxid de sodiu
- K = Na₂SO₃ sulfit de sodiu
- L = Na₂S₂O₃ tiosulfat de sodiu
- M = I₂ iod
- O = Na₂S₄O₆ tetratonat de sodiu
- N = NaI iodură de sodiu

15 substanțe x 0,4 puncte = 6 puncte

2. _____ 10 puncte
- Soluția (1) este un oleum cu **16.949% SO₃ liber** (aproximativ **16,95%**). 2 puncte
- Soluția (2) este o soluție de acid sulfuric **0,495%** (aproximativ **0,5%**). 2 puncte
- Soluția obținută conține **0,175 moli H₂SO₄** 1 punct
- Avem reacția **M²⁺ + H₂SO₄ → MSO₄ ↓ + 2H⁺** 1 punct
- Ordina în care are loc precipitarea este data de creșterea caracterului covalent al legăturii, respectiv **BaSO₄, SrSO₄** și în final, **CaSO₄**.
- 0,1 moli BaSO₄** și respectiv **0,075 moli SrSO₄**
- masa de precipitat **m = 37,1 g** 3 puncte
- compoziția precipitatului **62,80% BaSO₄; 37,20% SrSO₄** 1 punct

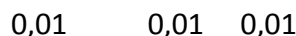
Subiectul III (25 de puncte)

1. _____ 15 puncte



$$v_{\text{Pb}^{2+}} = 0,01 \text{ moli} \Rightarrow 0,01 \text{ moli precipitat}$$

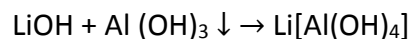
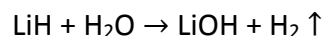
$$\mu_{\text{precipitat}} = 461 \text{ g/mol} \Rightarrow \text{precipitatul este PbI}_2 \quad 3 \text{ puncte}$$



$$2x \cdot 235 + x \cdot 233 = 21,09 \quad \Rightarrow x = 0,03 \text{ moli Ag}_2\text{SO}_4 \quad 3 \text{ puncte}$$

$$v_{\text{BaI}_2} = 0,03 + 0,01 = 0,04 \text{ moli} \quad 3 \text{ puncte}$$

2. _____ 10 puncte



3 ecuații x2 p = 6 puncte

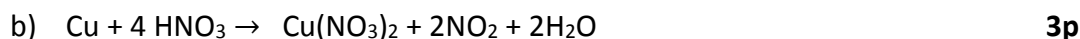
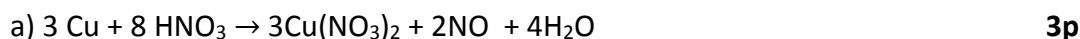
4g LiH, 58g AlP

4 puncte

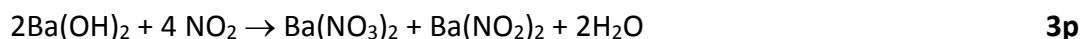
Subiectul IV (30 de puncte)

1. _____ 15 puncte

În cazul acidului azotic, în funcție de concentrația acestuia, sunt posibile cel puțin două ecuații care să descrie desfășurarea procesului:



Deoarece gazul obținut în prima experiență se absoarbe doar parțial în soluția de apă de barită, înseamnă că avem de-a face cu un amestec de NO și NO₂ din care doar NO₂ reacționează conform ecuației:



formând un amestec echimolar de azotat și azotit de bariu.

Din volumul amestecului gazos calculăm numărul de milimoli (x – NO; y – NO₂):

$$x + y = \frac{V}{V_{0\mu}} = \frac{672}{22,4} = 30 \text{ mmoli} \quad \mathbf{1p}$$

Din volumul și concentrația apei de barită putem calcula numărul de milimoli de $\text{Ba}(\text{OH})_2$ reacționat (z):

$$z = \frac{1}{2} \cdot V \cdot M = \frac{1}{2} \cdot 40 \cdot 0,25 = 5 \text{ mmoli Ba}(\text{OH})_2 \quad \mathbf{1p}$$

Din stoechiometria reacției de absorbție a dioxidului de azot obținem:

$$y = 2z = 10 \text{ mmoli NO}_2$$

$$x = 30 - y = 20 \text{ mmoli NO}$$

Din stoechiometria reacțiilor chimice obținem numărul de milimoli de acid azotic consumat:

$$v_1 = 4x = 80 \text{ mmoli}; \quad \mathbf{1p}$$

$$v_2 = 2y = 20 \text{ mmoli} \quad \mathbf{1p}$$

$$\text{Total} = 100 \text{ mmoli} \quad \mathbf{2p}$$

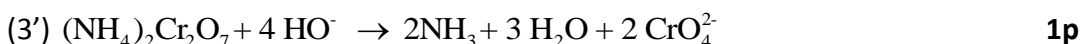
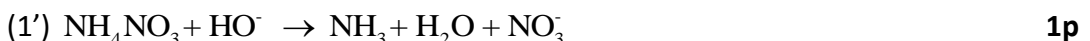
2. _____ **15 puncte**

Notăm cu x numărul de moli de NH_4NO_3 , cu y numărul de moli de NH_4NO_2 , cu z numărul de moli de carbonat bazic de magneziu și cu u numărul de moli de bicromat de amoniu. Masele moleculare ale compușilor au valorile: $\mu_{\text{NH}_4\text{NO}_3} = 80$; $\mu_{\text{NH}_4\text{NO}_2} = 64$; $\mu_{\text{Mg}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3} = 142$ și $\mu_{(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7} = 252$.

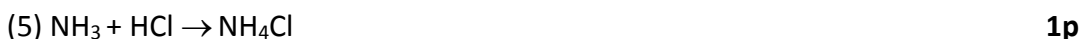
Reacțiile de descompunere termică ale celor patru componente ale amestecului considerate independente (neglijând interacțiunile posibile între componente, la temperatură ridicată), sunt:



La tratarea cu hidroxid alcalin reacționează doar azotatul, azotitul și dicromatul de amoniu, conform ecuațiilor:



Amoniacul degajat în acest proces reacționează cu acidul clorhidric:



$$0,05 \text{ moli NH}_3 \text{ reacționat} \quad \mathbf{2p}$$

Gazul care se degajă în timpul calcinării reprezintă un amestec de N_2O , N_2 , CO_2 și H_2O numărul de moli ai amestecului fiind:

$$v = \frac{V}{V_{0\mu}} = \frac{4,032}{22,4} = 0,18 \quad \mathbf{1p}$$

Reziduu obținut după calcinare este alcătuit din oxid de magneziu ($\mu_{\text{MgO}} = 40$) și oxid de crom trivalent ($\mu_{\text{Cr}_2\text{O}_3} = 152$).

Aplicând bilanțul de materiale pentru toate procesele care au avut loc în cursul experimentului obținem următorul sistem de patru ecuații:

$$(a) 3x + 3y + 2z + 5u = 0,18 - \text{din volumul de gaz}$$

$$(b) x + y + 2u = 0,05 - \text{din tratarea cu hidroxid}$$

$$(c) 2z \cdot 40 + u \cdot 152 = 3,12 - \text{din reziduu}$$

(d) $80x + 64y + 142z + 252u = 7,6$ – masa de amestec inițial

0,5 p fiecare ecuație din sistem = **2 p**

$x = 0,02$ moli NH_4NO_3

$y = 0,01$ moli NH_4NO_2

$z = 0,02$ moli $\text{Mg}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$

$u = 0,01$ moli $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

$x, y, z, u = 0,5 \text{ p} \times 4 = 2\text{p}$

Notă: Orice variantă de rezolvare corectă va fi luată în considerare!