

**CONCURSUL NAȚIONAL PENTRU OCUPAREA POSTURILOR /CATEDRELOR DECLARATE
VACANTE/REZERVATE ÎN ÎNVĂȚĂMÂNTUL PREUNIVERSITAR**

17 iulie 2019

**Probă scrisă
CHIMIE**

Varianta 3

- Toate subiectele sunt obligatorii. Se acordă 10 puncte din oficiu.
- Timpul de lucru efectiv este de 4 ore.

SUBIECTUL I

(30 de puncte)

1. Peste 30 mL soluție de azotat de calciu 0,001 M, se adaugă 10 mL soluție de carbonat de amoniu 0,003 M. Constanta de solubilitate a carbonatului de calciu, la 25°C, este $K_{sCaCO_3(s)} = 4,9 \cdot 10^{-9}$.

- a. Determinați dacă se formează precipitat, la 25 °C.
- b. Calculați solubilitatea molară a carbonatului de calciu, la 25 °C.

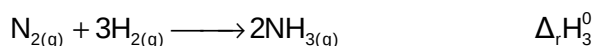
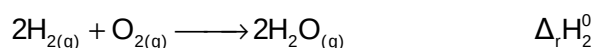
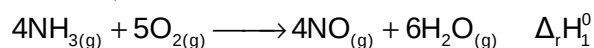
6 puncte

2. Se amestecă 5,4 g pulbere de aluminiu cu 6,4 g de pulbere de sulf. Amestecul se încălzește și se obține un nou amestec solid. După răcire, amestecul solid rezultat este tratat cu o soluție de acid clorhidric de concentrație 2 M.

- a. Calculați cantitatea de substanță în exces din amestecul inițial, exprimată în moli.
- b. Determinați volumul soluției de acid clorhidric, exprimat în litri, de concentrație 2 M, care reacționează cu amestecul rezultat din reacție.

9 puncte

3. Aplicați legea lui Hess pentru a determina entalpia molară de formare standard a NO(g), utilizând ecuațiile reacțiilor și entalpiile de reacție:

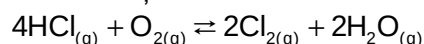


5 puncte

4. Se amestecă 550 mL soluție de acid clorhidric care are pH = 2 cu 450 mL soluție de hidroxid de potasiu care are pH = 12. pH-ul soluțiilor a fost determinat la 25°C. Calculați pH-ul soluției obținute după amestecare.

5 puncte

5. Într-un cilindru se introduc 5 mol de HCl(g) și o cantitate necunoscută de oxigen. În cilindru, la volum constant, are loc reacția:



Raportul molar la echilibru, la 500 K, este HCl : O₂ : Cl₂ : H₂O = 1 : 1 : 2 : 2.

- a. Determinați raportul molar inițial HCl : O₂.
- b. Calculați randamentul de transformare a acidului clorhidric.

5 puncte

Mase atomice: Al- 27; S- 32.

SUBIECTUL al II-lea

(30 de puncte)

1. Prezentați formula de structură a propenei, având în vedere:

- tipul legăturilor chimice dintre atomii de carbon;
- hibridizarea atomilor de carbon;
- lungimea legăturii multiple dintre atomii de carbon.

4 puncte

2. a. Notați denumirile produșilor care se obțin în urma reacției dintre ciclohexenă și:

- I. brom/CCl₄;
- II. reactiv Baeyer;
- III. KMnO₄/ H⁺.

b. Notați numărul de semnale diferite care apar în spectrul ¹H-RMN al 1,4-dimetilbenzenului.

5 puncte

3. Patru compuși bromurați izomeri A, B, C și D cu formula moleculară C₄H₇Br reacționează cu magneziu, în mediu de eter anhidru, formând compușii A', B', C' și D'. Compușii obținuți se supun hidrolizei: din A' și B' se obține aceeași hidrocarbură F, care prezintă diastereoizomeri, iar din compușii C' și D', hidrocarbura E. Hidrogenarea, în prezență de nichel, a hidrocarburilor E și F conduce la același alcan. Compușii A și C

reacționează cu cianura de potasiu. Dintre compușii C și D, numai D prezintă stereoizomeri. Scrieți formulele de structură ale compușilor A, B, C, D, E și F (ale stereoizomerilor acestora, unde este cazul). **6 puncte**

4. Un alcool (A) cu catenă aciclică saturată are în moleculă un număr de atomi de carbon egal cu numărul atomilor de oxigen. O probă de 0,25 mol de alcool (A) se dizolvă în 36 g de apă, iar prin tratarea soluției cu sodiu se degajă 33,6 L de hidrogen, măsurați în condiții normale de temperatură și de presiune.

a. Determinați formula moleculară a alcoolului (A).

b. Scrieți formulele de proiecție Fischer ale stereoizomerilor alcoolului determinat.

c. Calculați concentrația procentuală masică a soluției de alcool obținută la dizolvare. **6 puncte**

5. Un amestec de fructoză și zaharoză cu masa 15,84 g este dizolvat în apă. Soluția obținută este încălzită în mediu acid și apoi tratată cu 100 mL soluție apoasă de brom, de concentrație 0,4 M. Determinați raportul molar fructoză : zaharoză din amestecul inițial, știind că reacțiile au loc cu randament 100%. **5 puncte**

6. La hidroliza totală a 0,1 mol de peptidă se formează 11,7 g de α -aminoacid monoaminomonocarboxilic saturat (A) care are raportul masic C : N = 30 : 7 și 15 g dintr-un alt α -aminoacid monoaminomonocarboxilic saturat (B) cu 42,66% O, procente masice. Determinați formula de structură a peptidei supusă hidrolizei, dacă (A) este α -aminoacidul N-terminal. (Notă: α -aminoacizii nu conțin și alte grupe funcționale.) **4 puncte**

Mase atomice: H-1; C-12; N-14; O-16. Volumul molar (condiții normale): $V = 22,4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$.

SUBIECTUL al III-lea

(30 de puncte)

a. Următoarea secvență face parte din programa școlară de chimie pentru clasa a XII-a:

Competențe specifice	Conținuturi pentru TC	Conținuturi pentru CD
2.1 Utilizarea investigației în vederea obținerii unor explicații de natură științifică	▪ Identificarea cationilor ([...] Pb^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Cu^{2+});	[...]

(PROGRAME ȘCOLARE PENTRU CICLUL SUPERIOR AL LICEULUI, **CHIMIE**, CLASA A XII-A¹, OMECI 5099/09.09.2009)

Profesorul utilizează conținuturile ca mijloace pentru formarea/dezvoltarea competențelor specifice. Prezentați conținuturile științifice din secvența dată, utilizate de către profesor pentru formarea/dezvoltarea competenței specifice 2.1, având în vedere ecuația reacției de identificare a cationului respectiv, cu notarea speciilor chimice prezente în soluția apoasă sau în stare solidă, după caz și precizarea culorilor produșilor de reacție respectivi.

Notă: pentru cationii Fe^{2+} și Cu^{2+} se va prezenta o singură metodă/ cale de identificare, pentru cationul Pb^{2+} se vor prezenta două metode/ căi de identificare, iar pentru cationul Fe^{3+} se vor prezenta două metode/ căi de identificare, dintre care una cu ajutorul unei combinații complexe.

b. În secvența de mai jos, care face parte din programa școlară pentru clasa a IX-a, sunt prezentate competențe specifice și conținuturi asociate acestora.

Competențe specifice	Conținuturi pentru TC	Conținuturi pentru CD
2.1. Efectuarea de investigații pentru evidențierea unor caracteristici, proprietăți, relații	[...]	- * Prepararea de soluții apoase de diferite concentrații procentuale folosind cristalohidrați. [...]

(PROGRAME ȘCOLARE PENTRU CICLUL INFERIOR AL LICEULUI, **CHIMIE**, CLASA a IX-a, OMECI 5099/09.09.2009)

Elaborați o fișă de activitate experimentală cu tema "**Prepararea de soluții apoase de diferite concentrații procentuale folosind cristalohidrați**" în care să completați detaliat: reactivii, ustensilele necesare și modul de lucru (în care să prezentați și calculele necesare) pentru a prepara 100 g soluție de sulfat de cupru, de concentrație procentuală masică 1,6% din cristalohidratul corespunzător sării anhidre.

Mase atomice: H-1; O-16; S- 32; Cu- 64.

**CONCURSUL NAȚIONAL PENTRU OCUPAREA POSTURILOR /CATEDRELOR DECLARATE
VACANTE/REZERVATE ÎN ÎNVĂȚĂMÂNTUL PREUNIVERSITAR
17 iulie 2019
Probă scrisă
CHIMIE**

BAREM DE EVALUARE ȘI DE NOTARE

Varianta 3

- Se punctează oricare alte formulări/modalități de rezolvare corectă a cerințelor.
- Nu se acordă punctaje intermediare, altele decât cele precizate explicit în barem. Nu se acordă fracțiuni de punct.
- Se acordă 10 puncte din oficiu. Nota finală se calculează prin împărțirea punctajului total acordat pentru lucrare la 10.

SUBIECTUL I

(30 de puncte)

1. 6 puncte repartizate astfel:

a. 4 puncte repartizate astfel:

1 punct pentru ecuația reacției dintre azotatul de calciu și carbonatul de amoniu

1 punct pentru calculul concentrației molare a ionilor de calciu în soluția finală: $7,5 \cdot 10^{-4}$ mol/L

1 punct pentru calculul concentrației molare a ionilor carbonat în soluția finală: $7,5 \cdot 10^{-4}$ mol/L

1 punct pentru comparație între valoarea produsului dintre concentrațiile molare ale ionilor de calciu și ionilor carbonat: $5,625 \cdot 10^{-7}$ și valoarea constantei de solubilitate a carbonatului de calciu $4,9 \cdot 10^{-9}$ și concluzia că se formează precipitat

pentru erori de calcul se scade **1 punct** din punctajul total acordat

b. 2 puncte repartizate astfel:

1 punct pentru ecuația reacției $\text{CaCO}_{3(s)} \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+}_{(aq)} + \text{CO}^{2-}_{3(aq)}$

1 punct pentru calculul solubilității molare a carbonatului de calciu, la 25 °C: $S = \sqrt{K_s} = 7 \cdot 10^{-5}$ mol/L

2. 9 puncte repartizate astfel:

a. 4 puncte repartizate astfel:

1 punct pentru ecuația reacției dintre aluminiu și sulf

1 punct pentru concluzia că aluminiul este în exces

1 punct pentru cantitatea de aluminiu care a reacționat: $\frac{0,4}{3}$ mol

1 punct pentru cantitatea de aluminiu în exces: $\frac{0,2}{3}$ mol = 0,066 mol

pentru erori de calcul se scade **1 punct** din punctajul total acordat

b. 5 puncte repartizate astfel:

1 punct pentru cantitatea de sulfură de aluminiu: $\frac{0,2}{3}$ mol

1 punct pentru ecuația reacției dintre aluminiu și acidul clorhidric

1 punct pentru ecuația reacției dintre sulfura de aluminiu și acidul clorhidric

1 punct pentru cantitatea de acid clorhidric consumat: 0,6 mol

1 punct pentru volumul soluției de acid clorhidric: 0,3 L

pentru erori de calcul se scade **1 punct** din punctajul total acordat

3. 5 puncte repartizate astfel:

1 punct pentru ecuația reacției de sinteză a NO(g)

4 puncte pentru calculul entalpiei molare de formare standard: (4 etape x 1 punct)

$$\Delta_f H^0_{\text{NO(g)}} = \frac{1}{4} \Delta_f H^0_1 - \frac{3}{4} \Delta_f H^0_2 + \frac{1}{2} \Delta_f H^0_3$$

4. 5 puncte repartizate astfel:

1 punct pentru cantitatea de acid clorhidric din soluție: $0,55 \cdot 10^{-2}$ mol

1 punct pentru cantitatea de hidroxid de potasiu din soluție: $0,45 \cdot 10^{-2}$ mol

1 punct pentru raportul molar (stoechiometric) $\frac{n_{\text{HCl}}}{n_{\text{KOH}}} = \frac{1}{1}$

1 punct pentru stabilirea excesului de acid clorhidric: 10^{-3} mol

1 punct pentru calculul concentrației acidului clorhidric în exces: $10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ și pentru calculul pH-ului: $\text{pH} = 3$
pentru erori de calcul se scade **1 punct** din punctajul total acordat

5. **5 puncte** repartizate astfel:

a. **3 puncte** repartizate astfel:

1 punct pentru completarea tabelului:

	$4\text{HCl(g)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightleftharpoons 2\text{Cl}_2\text{(g)} + 2\text{H}_2\text{O(g)}$			
Inițial (mol)	5	a	-	-
Consumat (mol)	4x	x	-	-
Echilibru (mol)	5-4x	a-x	2x	2x

1 punct pentru determinarea lui x: $\frac{n_{\text{HCl}}}{n_{\text{Cl}_2}} = \frac{5-4x}{2x} \Rightarrow x = 1 \text{ mol}$ și pentru determinarea lui a:

$$\frac{n_{\text{O}_2}}{n_{\text{Cl}_2}} = \frac{a-x}{2x} \Rightarrow a = 2 \text{ mol}$$

1 punct pentru raportul molar $\frac{n_{\text{HCl}}}{n_{\text{O}_2}} = \frac{5}{2}$

b. **2 puncte** repartizate astfel:

1 punct pentru calculul cantității de acid clorhidric transformată: 4 mol

1 punct pentru calculul randamentului de transformare a acidului clorhidric: 80%
pentru erori de calcul se scade **1 punct** din punctajul total acordat

SUBIECTUL al II-lea

(30 de puncte)

1. **4 puncte** repartizate astfel:

1 punct pentru notarea formulei de structură a propenei cu reprezentarea legăturii duble C=C ($\sigma + \pi$) și a legăturii simple C-C (σ)

1 punct pentru notarea hibridizării sp^2 a atomilor de carbon implicați în dubla legătură C=C

1 punct pentru notarea hibridizării sp^3 a atomului de carbon implicat în legătura simplă C-C

1 punct pentru notarea lungimii legăturii C sp^2 -C sp^2 : 1,33 Å

2. **5 puncte** repartizate astfel:

a. **3 puncte** repartizate astfel:

câte **1 punct** pentru notarea fiecărei denumiri:

I. *trans*-1,2-dibromociclohexan

II. *cis*-1,2-dihidroxiciclohexan

III. acid 1,6-hexandioic sau acid adipic

b. **2 puncte** pentru notarea numărului de semnale diferite din spectrul ^1H RMN al 1,4-dimetilbenzenului:

2 semnale diferite

3. **6 puncte** repartizate astfel:

1 punct pentru scrierea formulei de structură a stereoizomerilor 1-bromo-2-butenei, compusul A

1 punct pentru scrierea formulei de structură a stereoizomerilor 2-bromo-2-butenei, compusul B

1 punct pentru scrierea formulei de structură a 1-bromo-3-butenei, compusul C

1 punct pentru scrierea formulelor de structură a stereoizomerilor 1-bromo-1-butenei, compusul D

1 punct pentru scrierea formulei de structură a 1-butenei, hidrocarbura E

1 punct pentru scrierea formulei de structură a stereoizomerilor 2-butenei, hidrocarbura F

4. **6 puncte** repartizate astfel:

a. **4 puncte** repartizate astfel:

1 punct pentru formula generală a alcoolului $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}_n$

1 punct pentru ecuația reacției dintre alcool și sodiu

1 punct pentru ecuația reacției dintre apă și sodiu

1 punct pentru determinarea formulei moleculare a alcoolului: $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}_4$

- b. **1 punct** pentru scrierea formulelor de proiecție Fischer ale stereoizomerilor alcoolului
c. **1 punct** pentru calculul concentrației procentuale de masă a soluției de alcool: 45,86%
pentru erori de calcul se scade **1 punct** din punctajul total acordat

5. **5 puncte** repartizate astfel:

- 1 punct** pentru ecuația reacției de hidroliză a zaharozei
1 punct pentru ecuația reacției de oxidare a glucozei cu apă de brom
1 punct pentru calculul cantității de zaharoză: 0,04 mol
1 punct pentru calculul cantității de fructoză: 0,012 mol
1 punct pentru calculul raportului molar fructoză : zaharoză = 3 : 10
pentru erori de calcul se scade **1 punct** din punctajul total acordat

6. **4 puncte** repartizate astfel:

- 1 punct** pentru determinarea α -aminoacidului (A): valina
1 punct pentru determinarea α -aminoacidului (B): glicina
1 punct pentru calculul raportului molar (A) : (B) = 1 : 2
1 punct pentru formula de structură a valil-glicil-glicinei

SUBIECTUL al III-lea

(30 de puncte)

a. **18 puncte** pentru prezentarea conținuturilor științifice din secvența de programă școlară dată, repartizate astfel:

- câte 2 puncte** pentru fiecare ecuație a reacției de identificare (6 ecuații x 2 puncte)
câte 1 punct pentru precizarea culorii precipitatului respectiv (6 culori x 1 punct)

b. **12 puncte** pentru completarea detaliată a fișei de activitate experimentală repartizate astfel:

- 1 punct** pentru reactivi
1 punct pentru ustensile
4 puncte pentru calculul masei necesare de cristalohidrat și a volumului de apă:
2,5 g $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ și 97,5 mL H_2O (2x 2puncte)
6 puncte pentru modul de lucru