

OLIMPIADA LA CHIMIE

etapa raională/municipală, 14 februarie 2026, clasa a XII-a

Timp de lucru: 240 minute

Mult succes!

Nu uitați să stabiliți coeficienții stoichiometrici în ecuațiile reacțiilor!

Test (26 p.) (În itemii 1 – 8 selectați răspunsul corect)

<p>1. O probă de hidroxid de potasiu cu masa de 1,0886 g a fost dizolvată într-un balon cotat cu volumul de 250,0 mL. Pentru titrarea a 50,0 mL volum alicot de soluție obținută se consumă 38,47 mL soluție de acid sulfuric cu concentrația de 0,0503 mol/L. Gradul de puritate (%) al probei de hidroxid de potasiu este:</p> <p>a) 97,5; b) 100,0; c) 99,5; d) 98,9.</p>	2 p.
<p>2. Efectul termic al reacției de neutralizare a amoniacului cu acid azotic este $Q_r = 106,09$ kJ/mol. Determinați masa apei care se poate evapora datorită căldurii degajate în reacția de neutralizare a 212,5 kg de amoniac. Căldura specifică de vaporizare a apei: $L = 2684$ kJ/kg.</p> <p>a) 494,1 g; b) 39,53 g; c) 494,1 kg; d) 39,53 kg.</p>	2 p.
<p>3. Pentru a mări de 8 ori viteza reacției chimice care decurge conform ecuației $2CO + O_2 \longrightarrow 2CO_2$ este necesar de a mări concentrația:</p> <p>a) oxidului de carbon(II) de 8 ori; b) oxidului de carbon(II) de 2 ori; c) oxigenului de 4 ori; d) oxigenului de 8 ori.</p>	1 p.
<p>4. La producerea carburii de calciu în calitate de materii prime este folosit antracitul cu un conținut de 96% carbon și varul nestins (în continuare „var”) cu un conținut de 85% CaO. Pentru a obține 1 tonă de carbură de calciu tehnică cu un conținut de 90% CaC_2 este nevoie de:</p> <p>a) 536,2 kg var; 726,9 kg antracit; b) 926,4 kg var; 527,3 kg antracit; c) 230,9 kg var; 626,4 kg antracit; d) 762,3 kg var; 625,2 kg antracit.</p>	2 p.
<p>5. Se consideră reacția elementară $2A + B \rightarrow C + 3D$. Viteza de reacție este egală cu $2,0 \cdot 10^{-5}$ mol/(L·s). La mărirea temperaturii cu fiecare $10^\circ C$ viteza de reacție crește de 3 ori. Concentrația substanței B (mol/L) reacționată timp de 10 s la o temperatură cu $50^\circ C$ mai mare este:</p> <p>a) 0,00486; b) 0,1458; c) 0,0486; d) 0,0972.</p>	3 p.
<p>6. Produsul ionic al apei este egal cu $K_w = 1 \cdot 10^{-14}$. Gradul de disociere al apei α este:</p> <p>a) $1,0 \cdot 10^{-7}$ %; b) $3,5 \cdot 10^{-9}$ % ; c) $1,8 \cdot 10^{-7}$ %; d) $1,0 \cdot 10^{-12}$ %.</p>	1 p.
<p>7. Patru soluții (A – D) au fost obținute prin dizolvarea în volume egale de apă (1 L) a 3 g de sulfat de sodiu (soluția A), 5 g de clorură de amoniu (soluția B), 2 g de etilat de sodiu (etoxid de sodiu) (soluția C), 5 g de acetat de sodiu (soluția D). Valoarea pH-ului soluțiilor crește conform șirului:</p> <p>a) $A < B < D < C$; b) $B < A < D < C$; c) $C < D < B < A$; d) $A < B < D < C$.</p>	2 p.
<p>8. Cu ce este egală valoarea pH-lui soluției, obținute prin amestecarea a 1 L soluție de hidroxid de sodiu cu $pOH = 3$ și 1 L soluție de acid acetic cu $pH = 3$? Constanta de disociere a acidului acetic $K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$.</p> <p>a) 3; b) 7 c) 8; d) 9.</p>	2 p.
<p>9. Prezentați formulele de structură (fără a ține cont de stereochimie) pentru substanțele X^{1-7} din următorul lanț de transformări, dacă se știe că X^7 este un alcool monohidroxilic saturat secundar cu masa molară mai mică de 100 g/mol:</p> $ \begin{array}{ccccccc} X^1 & \xrightarrow{Cl_2, hv} & X^2 & \xrightarrow{NaOH, H_2O} & X^3 & \xrightarrow{CuO, t^\circ} & X^4 & \xrightarrow{+X^5 \text{ (eter abs.)}} & X^6 & \xrightarrow{H_2O, H^+} & X^7 \\ & & \downarrow Mg \text{ (eter abs.)} & & & & & & & & \\ & & X^5 & & & & & & & & \end{array} $	7 p.

10. Prezentați formula de structură a substanței organice cu partea de masă a carbonului 64,58%, dacă se știe, că: **4 p.**

- soluția acestei substanțe în eter dietilic nu reacționează cu sodiu metallic;
- substanța dată nu reacționează cu apa de brom;
- la arderea substanței în oxigen se formează doar CO₂ și H₂O;
- în spectrul RMN ¹H (fig. 1) sunt prezente trei semnale cu un raport de 3:2:9 între numărul de atomi de hidrogen;
- substanța se supune hidrolizei și în produșii de hidroliză se conține metanol;
- masa molară a substanței este mai mică de 250 g/mol.

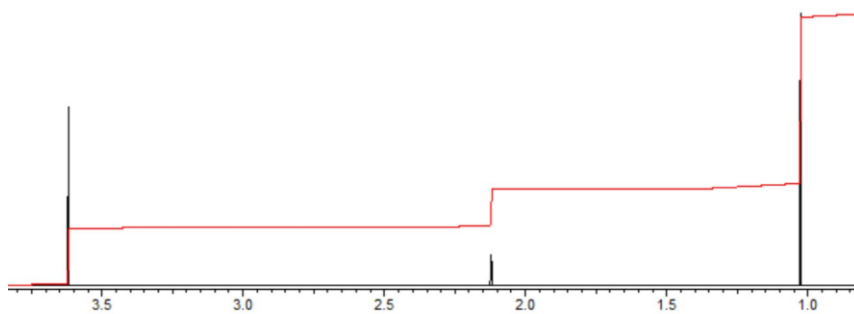


Fig. 1. Spectrul RMN ¹H

Problema 1. (11 p.)

După conținutul de CO₂ ($c_m(\text{CO}_2)$), vinurile se clasifică în următoarele tipuri: vinuri calme ($c_m(\text{CO}_2) < 1 \text{ g/L}$); vinuri frizzante ($c_m(\text{CO}_2) = 1\text{--}4 \text{ g/L}$); vinuri spumante ($c_m(\text{CO}_2) > 4 \text{ g/L}$). Pentru determinarea conținutului de CO₂, 25,00 mL probă de vin se supune degazării totale, iar gazul obținut este absorbit cantitativ de 50,00 mL soluție NaOH ($c = 0,1000 \text{ M}$). După sedimentarea ionilor carbonat și filtrarea precipitatului, filtratul (soluția obținută) se titrează cu 11,70 mL soluție HCl ($c = 0,1000 \text{ M}$).

- Determinați concentrația de CO₂ în vin ($c(\text{CO}_2)$ (în mol/L) și $c_m(\text{CO}_2)$ (în g/L)). Prezentați calculele dvs. Scrieți ecuațiile reacțiilor chimice care au avut loc în procesul absorbției și titrării.
- Reieșind din concentrația CO₂ obținută, atribuiți vinul analizat unuia din tipurile menționate.

Conform legii lui Henry, la temperatură constantă cantitatea gazului dizolvat într-un lichid este direct proporțională cu presiunea parțială a acestui gaz deasupra soluției:

$$c(X) = k_H \cdot p(X),$$

unde X – substanța gazoasă; k_H - constanta lui Henry; $p(X)$ - presiunea parțială a gazului; $c(X)$ - concentrația molară a substanței X în soluție.

La temperatura de 20°C constanta lui Henry pentru CO₂ în vin este: $k_H = 3,4 \cdot 10^{-2} \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{atm}}$.

Valoarea pH-lui vinului este aproximativ egală cu 3,2. În aceste condiții poate fi neglijată disocierea moleculelor de H₂CO₃.

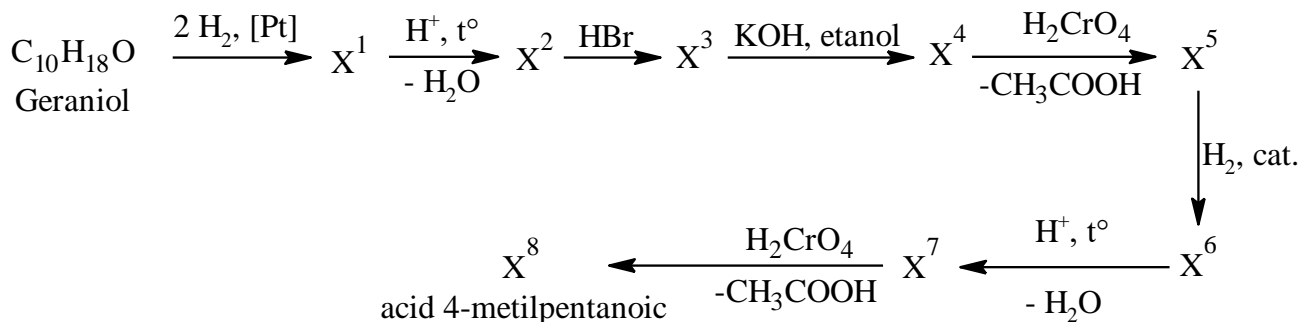
- Determinați, ce presiune de CO₂ (în atm) a fost necesar de creat pentru ca să fie atinsă valoarea conținutului de CO₂, pe care ați obținut-o în baza calculelor în punctul a). Dacă nu ați reușit să rezolvați punctul a), luați pentru calculele în punctul c) concentrația de CO₂ egală cu 6 g/L.
- Explicați, de ce la deschiderea unei sticle de vin spumant începe degajarea energetică a gazului.

Problema 2. (18 p.)

Geraniolul și nerolul reprezintă izomeri cis-trans unul față de altul. Geraniolul (izomerul trans) este componentul principal al uleiului de flori de trandafir. Nerolul (izomerul cis) se conține în uleiul de bergamotă. Se știe, că:

- geraniolul reacționează cu sodiul metallic în raportul molar de 1:1, cu degajare de hidrogen;
- la ozonoliza 1 mol de geraniol se formează 1 mol de propan-2-onă, 1 mol de 2-hidroxiacetal și 1 mol de 4-oxopentanal;
- la oxidarea 1 mol de geraniol cu acid cronic se formează 1 mol de propan-2-onă, 1 mol de acid 4-oxopentanoic și 2 mol de oxid de carbon(IV).

Pentru elucidarea deplină a structurii a fost realizat un șir de transformări, prezentat în schema de mai jos:



Prezentați formulele de structură pentru geraniol și nerol (luând în considerare stereochemia) și substanțele X¹-X⁸ (fără a lua în considerare stereochemia). Dați denumirile conform IUPAC pentru substanțele X¹-X⁷.

Problema 3. (21 p.)

În eprubetele numerotate **1 – 6** se află câte o soluție din șirul prezentat în tabelul 1 (una și aceeași soluție nu poate fi în diferite eprubete). Pentru determinarea conținutului eprubetelor a fost analizată culoarea soluțiilor, s-a realizat analiza soluțiilor cu ajutorul unui indicator acido-bazic, și, volume egale de soluții s-au amestecat câte două. Observațiile obținute sunt prezentate în tabelul 2.

- Indicați soluția cărei substanțe se află în fiecare dintre eprubetele **1 – 6**.
- Scrieți în formă ionică redusă ecuațiile tuturor reacțiilor care au avut loc în procesul amestecării perechilor de soluții. Indicați între soluțiile din care eprubete s-a produs fiecare reacție (exemplu de prezentare a răspunsului: **(1) + (2):** $2\text{I}^- + \text{Pb}^{2+} = \text{PbI}_2$).

Tabelul 1. Lista soluțiilor și a concentrațiilor lor molare.

HCl (0,3 M)	NaOH (0,1 M)	KOH (0,5 M)	Na ₂ CO ₃ (0,1 M)	Na ₂ S (0,1 M)	Ba(NO ₃) ₂ (0,1 M)
AlCl ₃ (0,05 M)	Fe ₂ (SO ₄) ₃ (0,05 M)	Pb(CH ₃ COO) ₂ (0,01 M)	Cu(NO ₃) ₂ (0,02 M)	AgNO ₃ (0,05 M)	KMnO ₄ (0,05 M)

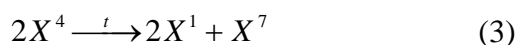
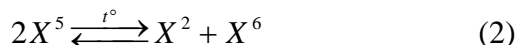
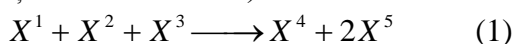
Tabelul 2. Observații.

Nr. eprubetei	1	2	3	4	5	6
1		↓	↓ și ↑ f/m	–	–	↓
2			–	↓	–	–
3				↓ și ↑ f/m	↑ f/m	–
4					–	↓ + ↑ cu miros
5						↑ cu miros
6						
Metiloranj	roșu	galben	galben	roșu	roșu	galben
Culoarea soluției	galben-brun	f/c	f/c	f/c	f/c	f/c

Notă: “–” – nu este efect vizual (formarea precipitatului sau degajarea gazului); “↓” - se formează precipitat; “↑” - se degajă gaz; “f/c” – fără culoare (incolor); “f/m” – fără miros.

Problema 4. (26 p.)

În anul 1973 a fost propusă o schemă principială pentru obținerea unei substanțe simple valoroase pentru sectorul energetic, care include în sine trei reacții legate reciproc cu participarea substanțelor X^{1-7} (în ecuațiile reacțiilor sunt indicați toți coeficienții stoechiometrici):



Se știe că:

- trei substanțe din șirul X^{1-7} sunt substanțe simple;
- substanța X^4 este alcătuită din trei elemente;
- partea de masă a oxigenului în X^4 este de 1,152 ori mai mare decât în X^1 ;
- în c.n. X^2 se află în stare de agregare solidă, iar la încălzire formează vapori de culoare violetă;
- încălzirea substanței X^1 cu praf de zinc în soluție de hidroxid de sodiu duce la degajarea gazului X^8 cu miros specific, care provoacă schimbarea culorii hârtiei umede de fenolftealină;
- încălzirea substanței X^4 cu praf de aluminiu în soluție de hidroxid de sodiu, de asemenea, duce la degajarea gazului X^8 .

a) Scrieți formulele substanțelor X^{1-7} .

b) Scrieți în forma ionică redusă ecuațiile reacțiilor descrise mai sus, care decurg cu formarea gazului X^8 .

Pentru determinarea constantei de echilibru a reacției (2), care decurge în fază gazoasă la temperatură constantă, într-un vas prealabil vidat cu un volum de $2,50 \text{ dm}^3$, la temperatura de 800 K se introduc $0,00762 \text{ mol}$ de substanță X^5 . În rezultat se obțin următoarele valori pentru cantitatea de substanță X^5 în timp:

t, s	0	20	100	500	2500	3000
$\nu(X^5), \text{ mol}$	0,00762	0,00753	0,00720	0,00622	0,00587	0,00587

Calculați:

c) viteza medie de descompunere a substanței X^5 în primele 20 s;

d) viteza medie de formare a substanței X^2 în primele 20 s;

e) presiunea în vas la momentul inițial de timp ($t = 0 \text{ s}$) și în momentul de timp 3000 s ;

f) constanta de echilibru K_C (exprimată prin concentrațiile molare ale substanțelor) pentru reacția (2) la temperatura 800 K .

La efectuarea unui experiment analog la 850 K , s-au obținut următoarele date:

t, s	0	20	100	500	2500	3000
$\nu(X^5), \text{ mol}$	0,00545	0,00531	0,00485	0,00416	0,00413	0,00413

g) Determinați, dacă reacția (2) este exotermă sau endotermă. Argumentați răspunsul dvs.

Notă: în răspunsurile la întrebările c)-g) prezentați calculele dvs. și nu uitați de unitățile de măsură.