



OLIMPIADA DE CHIMIE
etapa județeană/ a sectoarelor municipiului București
22 martie 2026
Clasa a VII-a

BAREM DE EVALUARE ȘI DE NOTARE

Orice modalitate de rezolvare corectă a cerințelor va fi punctată corespunzător.
Se acordă 10 puncte din oficiu.

SUBIECTUL I	25 de puncte
A.	10 puncte
1.F 2.F 3.F 4.A 5.A 6.A 7.F 8.F 9.A 10. A	(10x1p)
B.	15 puncte
a. identificarea elementelor chimice: $Z_X = 9$ (F); $Z_Y = 19$ (K); $Z_T = 17$ (Cl); $A_X = 19$	4 puncte
b. configurațiile electronice ale atomilor fiecărui element chimic identificat (3x1p)	3 puncte
c. legătură ionică pentru compusului binar B – KCl	1 punct
modelarea formării legăturii ionice pentru KCl	2 puncte
d. calculul raportului numeric al speciilor chimice din compusul B : $K^+ : Cl^- = 1 : 1$	1 punct
e. notarea a două proprietăți fizice ale compusului B	2 puncte
f. reprezentarea formării moleculei elementului chimic T – Cl ₂	2 puncte
SUBIECTUL al II-lea	20 de puncte
A.	13 puncte
a. separare cu ajutorul unui magnet /magnetizare	1 punct
b. 1. <i>dizolvare în apă</i> (pahar Berzelius; baghetă de sticlă) (1p)	
2. <i>decantare</i> (pahar Berzelius; baghetă de sticlă) (2p)	
3. <i>filtrare</i> (suport universal; suport/inel de prins pâlnia; hârtie de filtru; pâlnie de sticlă; baghetă de sticlă; pahar Erlenmeyer/pahar Berzelius) (2p)	
4. <i>cristalizare</i> (capsulă de porțelan; clește metalic; spirtieră/bec de gaz; trepied; sită cu strat ceramic) (2p)	7 puncte
c. 0,455 kg Cl	0,5 puncte
0,75 kg NaCl	1,5 puncte
d. 26,13 kg O în amestec	0,5 puncte
49 kg SiO ₂	1,5 puncte
puritatea nisipului p = 98%	1 punct
B.	7 puncte
a. 0,108 g H ₂ O pierdută; $3,613 \cdot 10^{21}$ molecule de H ₂ O	2 puncte
b. 0,912 g stîfnat de plumb hidratat	2 puncte
0,160 g fulminat de mercur	2 puncte
1,072 g O în proba inițială	1 punct
SUBIECTUL al III-lea	20 de puncte
A.	10 puncte
a. $Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 = 62$;	
$Z_1 + Z_1 + 1 + Z_3 + Z_3 + 1 = 62$	1 punct
X^{2+} are 10 e ⁻ ; E2 - Mg; E1 - Na	2 puncte
E3 - K; E4 - Ca	2 puncte
b. 4 N _A	1 punct
c. T - KOH, roșu-carmin	1 punct
d. 0,1 mol CaCl ₂ ; 0,2 mol NaCl	1,5 puncte
m = 22,8 g amestec	1,5 puncte



B.	10 puncte
Compusul X: MQ	
60% M; 40% Q; $A_M:A_Q = 3/2$	1,5 puncte
Compusul Y: MR₂	
38,710% M; $A_M:A_R = 1,263$	1,5 puncte
HF..... R = F sau/și Q = O (oxigen) – grupa calcogenilor	1 punct
$A_F = 19$; $A_M = 24$ (Mg); $A_Q = 16$ (O)	2 puncte
X-MgO; Y-MgF₂	1 punct
$m = \rho \cdot V = 133$ kg	2 puncte
4% Mg	1 punct

SUBIECTUL al IV-lea **25 de puncte**

A.	10 puncte
a. La 30°C, c = 68,75%	2 puncte
b. 574 g zahăr și 200 g apă în 774 g soluție saturată la 60°C La 30°C se dizolva 220 g zahăr în 100 g apă; se dizolvă 440 g zahăr în 100 g apă 134 g zahăr cristalizat	4 puncte
c. 130 g zahăr în soluția cu concentrația 65% masa de zahăr adăugată a = 3x; masa de apă adăugată b = x $(130 + 3x) / (200 + x + 3x) = 0,6875$; x = 30 a = 90 g zahăr adăugat	4 puncte
B.	15 puncte
a. Formula chimică a cristalohidratului X : $MeSO_4 \cdot aH_2O$ $36 / 100 = 18a / M$ și $57,6 / 100 = (4+a)16 / M$; $M = 50a$; a = 5; $M = 250$ g/mol $A + 96 + 18a = 250$; A = 64 (Cu) X : $CuSO_4 \cdot 5H_2O$	6 puncte
*Se acordă doar 2 puncte dacă formula chimică nu se determină prin calcul.	
b. x g cristalohidrat $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ conțin 0,64 x g $CuSO_4$ soluția saturată (S₁) conține 0,64 x g $CuSO_4$ masa soluției saturate (S₂) este $1843,81 - 201,57 - 75 = 1567,24$ g 48 g $CuSO_4$ depus la răcire Deoarece (S₁) și (S₂) sunt soluții saturate la aceeași temperatură, raportul masă solvat : masă soluție este același: $0,64 x : 1843,81 = (0,64 x - 48) : 1567,24$	6 puncte
c. 21 g $CuSO_4/100$ g apă	3 puncte

Barem elaborat de:

prof. dr. Carmen-Luiza Gheorghe – Liceul Teoretic de Informatică „Alexandru Marghiloman” din Buzău
prof. dr. Carmen Argeșanu – Colegiul Național „Nichita Stănescu” din Ploiești
prof. Rodica Băruță – Colegiul Național „Horea, Cloșca și Crișan” din Alba-Iulia
prof. dr. Silvia Petrescu – Colegiul Național „Nicolae Bălcescu” din Brăila



OLIMPIADA DE CHIMIE
etapa județeană/ a sectoarelor municipiului București
22 martie 2026
Clasa a VIII-a

BAREM DE EVALUARE ȘI DE NOTARE

Orice modalitate de rezolvare corectă a cerințelor va fi punctată corespunzător.
Se acordă 10 puncte din oficiu.

SUBIECTUL I20 de puncte

Determinarea numerelor atomice Z_M , Z_X , Z_p 1 p

Determinarea, prin calcul, a formulei substanței **s**..... 1 p

21 de substanțe x 0,5 p = 10,5 puncte

M	Ca
a	O ₂
b	CaO
c	Ca(OH) ₂
d	H ₂
e	C
f	CO ₂
g	CaCO ₃
h	Ca(HCO ₃) ₂
i	Cl ₂
j	HCl

k	CaCl ₂
l	N ₂
m	NH ₃
n	NH ₄ Cl
o	SiO ₂
p	Si
q	CaSiO ₃
r	NO
s	Na ₂ HPO ₄
t	Ca ₃ (PO ₄) ₂
v	NaCl

b) 15 ecuații x 0,5 p 7,5 p

- (1) $2\text{Ca} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CaO}$
- (2) $\text{Ca} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 + \text{H}_2$
- (3) $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2$
- (4) $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$
- (5) $\text{CO}_2 + \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- (6) $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Ca(HCO}_3)_2$
- (7) $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{HCl}$
- (8) $\text{Ca} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2$
- (9) $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$
- (10) $\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$
- (11) $\text{Si} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SiO}_2$
- (12) $\text{SiO}_2 + \text{CaO} \rightarrow \text{CaSiO}_3$
- (13) $2\text{NH}_3 + 5/2\text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO} + 3\text{H}_2\text{O}$
- (14) $\text{Ca(HCO}_3)_2 + \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow 2\text{CaCO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$
- (15) $3\text{CaCl}_2 + 2\text{Na}_2\text{HPO}_4 + 2\text{NH}_3 \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 2\text{NH}_4\text{Cl} + 4\text{NaCl}$

SUBIECTUL al II-lea20 de puncte

A. 10 p

- a) Masa de HCl = 488,84 g 1 p
Masa de apă = 1000 g 0,5 p
Masa soluției = 1488,84 g. 0,5 p
Concentrația procentuală = 32,83% 1 p

b) Masa de hidrogen din acidul clorhidric = 13,39 g 0,75 p



Masa de hidrogen din apă = 111,11 g 0,75 p
Procentajul masic de hidrogen = 8,36% H 0,5 p

c) Ecuația reacției chimice: $2\text{Al} + 6\text{HCl} \rightarrow 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2$ 1 p
masa soluției = 222,3256 g 0,5 p
masa de HCl = 73 g 0,5 p
Determinarea substanței în exces – aluminiu 0,5 p
Masa de aluminiu = 9 g 1 p

d) Număr molecule de hidrogen = $6,022 \cdot 10^{23}$ 1,5 p

B. 10 p

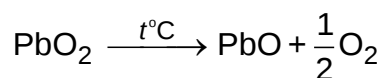
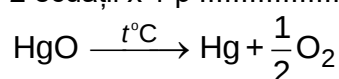
a) 2 ecuații x 0,5 p 1 p
 $\text{Fe} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\uparrow$
 $\text{Ni} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{NiCl}_2 + \text{H}_2\uparrow$
 $v_{\text{H}_2} = 0,065 \text{ mol}$ 1 p
 $v_{\text{Fe}} = 0,06 \text{ mol}$ 1 p
 $v_{\text{Ni}} = 0,005 \text{ mol}$ 1 p
 $\%\text{Fe} = 90,94 \%$ 1 p
 $\%\text{Ni} = 7,98 \%$ 1 p
 $\%\text{C} = 1,08 \%$ 1 p

b) 2 ecuații x 0,5 p 1 p
 $\text{Zn} + \text{FeCl}_2 \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{Fe}$
 $\text{Zn} + \text{NiCl}_2 \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{Ni}$
 $m_{\text{Zn react.}} = 4,225 \text{ g}$ 1 p
 $m_{\text{plăcuță după reacție}} = 19,93 \text{ g}$ 1 p

SUBIECTUL al III-lea 25 de puncte

A. 13 p

2 ecuații x 1 p 2 p



$m_{\text{HgO}} = 32,55 \text{ g}$ 2 p

$m_{\text{PbO}_2} = 35,85 \text{ g}$ 2 p

$m_{\text{impurități}} = 3,2 \text{ g}$ 1 p

$\%\text{HgO} = 45,46\%$ 1 p

$\%\text{PbO}_2 = 50,07\%$ 1 p

$\%\text{impurități} = 4,47\%$ 1 p

$m_{\text{PbO}} = 33,45 \text{ g}$ 1 p

$\%\text{PbO} = 91,27\%$ 1 p

$\%\text{impurități} = 8,73\%$ 1 p

*Observație: la temperatura de calcinare (400°C) a probei **P**, amestecul solid **R** rezultat conține doar PbO și impurități, deoarece mercurul se obține sub formă de vapori.*

B. 12 p

a) Ecuația reacției chimice: $3\text{V}_2\text{O}_5 + 10\text{Al} \rightarrow 5\text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{V}$ 2 p

b) Masa de vanadiu obținută teoretic = 1734 g 2 p



Masa de vanadiu obținută la un randament de 90% = 1560,6 g 1 p
Masă aliaj = 34000 g 2 p

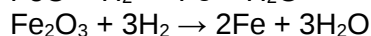
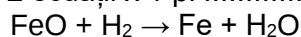
c) Ecuația reacției chimice: $2\text{NH}_4\text{VO}_3 \rightarrow 2\text{NH}_3 + \text{V}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O}$ 2 p

d) Masa de NH_4VO_3 pur = 46,8 g 2 p

Masa de NH_4VO_3 impurificată = 50 g 1 p

SUBIECTUL al IV-lea 25 de puncte

a) 2 ecuații x 1 p. 2 p



b) $v_{\text{Fe}} = 0,007 \text{ mol}$ 2 p

$v_{\text{FeO}} = 0,007 \text{ mol}$ 2 p

$v_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 0,014 \text{ mol}$ 2 p

%Fe = 12,50% 1 p

%FeO = 16,07% 1 p

%Fe₂O₃ = 71,43% 1 p

c) Ecuația reacției: $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$ 1 p

Masa atomică a metalului M = 64 u. $\Rightarrow \text{Cu}$ 1 p

d) m_{CuSO_4} din soluție = 12,8 g 1 p

m_{CuSO_4} reacționat = 6,72 g 1 p

$m_{\text{FeSO}_4} = 6,384 \text{ g}$ 1 p

$m_{\text{S finală}} = 79,664 \text{ g}$ 3 p

$c\%_{\text{CuSO}_4} = 7,63 \%$ 1 p

$c\%_{\text{FeSO}_4} = 8,01 \%$ 1 p

e) $v_{\text{HNO}_3 \text{ react.}} = 0,112 \text{ mol}$ 1 p

$m_{\text{S HNO}_3} = 104,552 \text{ g}$ 3 p

Barem elaborat de:

prof. dr. Daniela Bogdan – Colegiul Național „Sfântul Sava” din București

prof. Mihaela Morcovescu – Colegiul Național „Mihai Viteazul” din Ploiești

prof. Tatiana Mandric – Școala Gimnazială nr. 1 din Ciolpani

prof. Elena Iuliana Mandiuc – Colegiul Național „Garabet Ibrăileanu” din Iași



OLIMPIADA DE CHIMIE
etapa județeană/ a sectoarelor municipiului București
22 martie 2026
Clasa a IX-a

BAREM DE EVALUARE ȘI DE NOTARE

Orice modalitate de rezolvare corectă a cerințelor va fi punctată corespunzător.
Se acordă 10 puncte din oficiu.

SUBIECTUL I **25 de puncte**

A.....(12 puncte)

- a. Determinarea sarcinii nucleare: A (+11), E (+20), G (+13) (1p x 3).....3p
- b. Sensul descrescător al razei ionice: $\text{Ca}^{2+} > \text{Na}^+ > \text{Al}^{3+}$ (1p + 1p)..... 2p
- c. De exemplu: $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ (1p); hidrogenocarbonat de calciu (1p)..... 2p
- d. Modelarea legăturii ionice în NaH1p
- e. $2\text{Al} + 2\text{NH}_3 \rightarrow 2\text{AlN} + 3\text{H}_2$ 1p
- f. Numere de oxidare $\text{Ca}(\text{OCl})_2$: Ca^{+2} , O^{-2} , Cl^{+1} (1p x 3) 3p

B.....(7 puncte)

- a. Elementul **M** este gaz nobil (1p); are cea mai mare energie de ionizare (1p) 2p
- b. 2p
Blocul s:
Q în Gr. I – A (cea mai mică energie de ionizare) (1p)
R în Gr. II-A (sarcină nucleară consecutivă) (1p)
- c. 3p
Fluoruri ale gazului rar **M**: **MF₂**, **MF₄**, **MF₆**, **MF₈** (0,5p x 4)
Fluoruri ale metalelor din blocul s: **QF**, **RF₂** (0,5p x 2)

C(6 puncte)

- a. Tipul de structură: (0,4p x 5).....2p
 ClF_3 – bipiramidă trigonală,
 BF_3 – geometrie trigonală,
 $\text{Fe}(\text{CO})_5$ – bipiramidă trigonală,
 $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_6]\text{Br}_3$ - structură octaedrică,
 MnO_4^- - structură tetraedrică
- b. Tipul de hibridizare a atomului central: (0,4p x 5)2p
 ClF_3 – sp^3d ,
 BF_3 – sp^2 ,
 $\text{Fe}(\text{CO})_5$ – sp^3d ,
 $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_6]\text{Br}_3$ – d^2sp^3 ,
 MnO_4^- – sp^3
- c. Tipul legăturilor chimice: (0,4p x 5).....2p
 ClF_3 – legături covalente polare,
 BF_3 – legături covalente polare,
 $\text{Fe}(\text{CO})_5$ – legături covalente polare și legături covalent – coordinative între Fe și CO,
 $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_6]\text{Br}_3$ - legături covalente polare, legături covalent – coordinative între ionul Cr^{3+} și liganzii NH_3 , legături ionice între ionul complex și sfera exterioară de coordinare,
 MnO_4^- - legături covalente polare

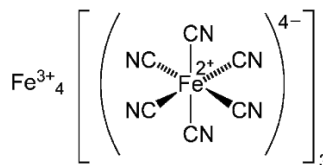
**SUBIECTUL al II-lea****20 de puncte****A.....(6 puncte)**

- a.1p
(E1) $2\text{KI} + \text{Br}_2 \rightarrow 2\text{KBr} + \text{I}_2$ (0,5p)
(E2) $2\text{NaBr} + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{NaCl} + \text{Br}_2$ (0,5p)
- b.1p
(E1) stratul toluen + I_2 are culoare violet (0,5p)
(E2) stratul toluen + Br_2 are culoare brun roșcat (0,5p)
- c.2p
 $\text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > \text{I}_2$ (1p + 1p)
- d.2p
(i) interacțiuni ion – dipol (1p); (ii) forțe de dispersie (1p)

B.....(6 puncte)

- a. 5 ecuații chimice (0,5p x 5) 2,5p
 $2\text{NaCN} + \text{FeSO}_4 \rightarrow \text{Fe}(\text{CN})_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$
 $4\text{NaCN} + \text{Fe}(\text{CN})_2 \rightarrow \text{Na}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$
 $\text{FeSO}_4 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4$
 $2\text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{HCl} \rightarrow 2\text{FeCl}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$
 $3\text{Na}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] + 4\text{FeCl}_3 \rightarrow \text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3 + 12\text{NaCl}$
- b.2p
(i) Fe^{2+} : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6$ (1p)
(ii) Fe^{2+} este diamagnetic (1p)
- c.1,5p

Ionul de Fe^{2+} participă hibridizat d^2sp^3 , având loc o redistribuire a electronilor din orbitalii d , absența electronilor neîmperecheați explicând diamagnetismul și geometria octaedrică

**C.....(8 puncte)**

- a. (0,5p x 8 substanțe)4p
 $\text{LiAl}(\text{SiO}_3)_2$ – spodumen, a- Li_2SO_4 , b- $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, c- SiO_2 , d- Li_2CO_3 , e- HCl , f- LiCl , g- Cl_2
- b. (0,5p x 4 ecuații chimice) 2p
 $2\text{LiAl}(\text{SiO}_3)_2 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Li}_2\text{SO}_4 + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 4\text{SiO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$
 $\text{Li}_2\text{SO}_4 + \text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{Li}_2\text{CO}_3 \downarrow + \text{K}_2\text{SO}_4$
 $\text{Li}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow 2\text{LiCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
 $2\text{LiCl} \xrightarrow{\text{electroliză}} 2\text{Li} + \text{Cl}_2$
- c.2p
 $m_{\text{Li necesar pentru baterii}} = 14 \times 0,1\text{g} = 1,4\text{ g}$ (0,2p)
 $m_{\text{spodumen transformat în Li}} = 37,2\text{ g}$ (1p)
 $\eta = (m_{\text{spodumen transformat}} / m_{\text{spodumen introdus}}) \cdot 100$
 $\eta = (37,2 / 50) \cdot 100 = 74,4\%$ (0,8p)

SUBIECTUL al III-lea**20 de puncte****A.....(13 puncte)**

- a.4p
 $m_{\text{sol calaican}} = 2100\text{ g}$ (0,5p)
 $m_{\text{FeSO}_4} = 60,9\text{ g}$ (0,5p)
 $n_{\text{FeSO}_4} = 0,4\text{ moli}$ (0,5p)
 $m_{\text{apă din sol calaican}} = 2100 - 60,9 = 2039,1\text{g}$ (0,5p)



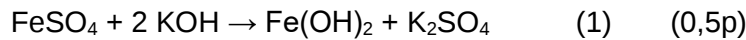
$$\mu_{\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}} = 152 + 126 = 278 \text{ g/mol (0,5p)}$$

$$m_{\text{cristalohidrat}} = 111,38 \text{ g (0,5p)}$$

$$m_{\text{apă cristalizare}} = 50,48 \text{ g (0,5p)}$$

$$m_{\text{apă necesară}} = 1988,617 \text{ g (0,5p)}$$

b.3p

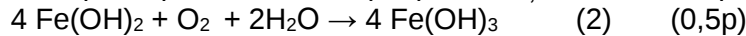


$$n_{\text{KOH, inițial}} = 1,2 \text{ moli (0,1p)}$$

$$n_{\text{KOH, consumat}} = 0,8 \text{ moli (0,1p)}$$

$$n_{\text{KOH, exces}} = 0,4 \text{ moli (0,1p)}$$

În timpul experimentului Fe(OH)_2 a reacționat cu O_2 în prezența apei, conform reacției:



$$V_{\text{aer, vas}} = 15 - 3 - 2 = 10 \text{ L (0,1p)}$$

$$V_{\text{O}_2} = 2 \text{ L}, n_{\text{O}_2} = 2/24,04 = 0,08319 \text{ moli (0,5p)}; V_{\text{N}_2} = 8 \text{ L}, n_{\text{N}_2} = 8/24,04 = 0,33277 \text{ moli}$$

Conform ecuației reacției (2): 0,4 moli Fe(OH)_2 ar absorbi 0,1 moli O_2

Cantitatea de oxigen este limitativă și asigură transformarea parțială a Fe(OH)_2 în Fe(OH)_3

$$n_{\text{Fe(OH)}_2, \text{transformat}} = 0,33277 \text{ moli}; n_{\text{Fe(OH)}_2, \text{rămas}} = 0,4 - 0,33277 \text{ moli} = 0,06723 \text{ moli (0,5p)}$$

$$n_{\text{Fe(OH)}_3, \text{obținut}} = 0,33277 \text{ moli (0,5p)}$$

$$\text{raport molar Fe(OH)}_3 : \text{Fe(OH)}_2 = 0,33277 : 0,06723 = 4,949 : 1 \approx 4,95 : 1 \text{ (0,1p)}$$

c.3p

La sfârșitul experimentului în vas se găsesc:

$$n_{\text{KOH, exces}} = 0,4 \text{ moli}, m_{\text{KOH, exces}} = 0,4 \cdot 56 = 22,4 \text{ g (0,3p)}$$

$$n_{\text{K}_2\text{SO}_4} = 0,4 \text{ moli}, m_{\text{K}_2\text{SO}_4} = 0,4 \cdot 174 = 69,6 \text{ g (0,3p)}$$

$$m_{\text{apă din sol calaican}} = 2039,1 \text{ g}$$

$$m_{\text{apă din sol KOH}} = 2992,8 \text{ g (0,3p)}; m_{\text{sol KOH}} = 3000 \cdot 1,02 = 3060 \text{ g}, m_{\text{KOH}} = 62,7 \text{ g}$$

$$m_{\text{apă cons}} = 2 \cdot 0,0832 \cdot 18 = 2,9952 \text{ g (0,3p)}$$

$$m_{\text{apă din soluția finală}} = 2039,1 + 2992,8 - 2,9952 = 5028,9 \text{ g (0,3p)}$$

$$m_{\text{amestec final}} = 22,4 + 69,6 + 5028,9 = 5120,9 \text{ g (0,6p)}$$

$$\% \text{ KOH} = 0,437 \% \text{ (0,3p)}$$

$$\% \text{ K}_2\text{SO}_4 = 1,359 \% \text{ (0,3p)}$$

$$\% \text{ H}_2\text{O} = 98,2 \% \text{ (0,3p)}$$

d.1p

Variația de culoare: Fe(OH)_2 verde oliv (inițial alb) (0,5p)

Fe(OH)_3 brun roșcat (0,5p)

e.2p

$$V_{\text{N}_2} = 8 \text{ L}, n_{\text{N}_2} = 8/24,04 = 0,33277 \text{ moli}$$

$$p_1 = 1 \text{ atm (0,5p)}$$

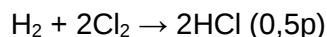
$$p_1 V = n_1 RT, p_2 V = n_2 RT, p_1/n_1 = p_2/n_2$$

$$n_1 = 10 \text{ L} / 24,04 = 0,4159 \text{ moli (0,5p)} \quad (0,08319 \text{ moli O}_2, 0,3327 \text{ moli N}_2)$$

$$1/0,4159 = p_2/0,3327 \text{ (0,5p)}, p_2 = 0,8 \text{ atm (determinată de N}_2 \text{ rămas) (0,5p)}$$

B.(7 puncte)

a.4p



Raționament corect (2,5p) repartizate pentru:

Inițial: a mol H_2 și b mol Cl_2

Se consumă 0,9b mol H_2 și 0,9 b mol Cl_2

Se formează 1,8b mol HCl

Amestecul final conține: (a + b) mol

Din calcule reiese că a = 1,375b

Amestecul inițial va conține: b mol + 1,375b mol = 2,375b mol

$$57,89\% \text{ H}_2 \text{ (0,5p)}; 42,10\% \text{ Cl}_2 \text{ (0,5p)}$$

b.1,5p

$$\text{Raționament corect (1p), } \mu(\text{amestec final}) = 31,052 \text{ g/mol (0,5p)}$$



- c.1,5p
 Raționament corect (1p), $d_{\text{amestec final/O}_2} = 0,97$ (0,5p)

SUBIECTUL al IV-lea**25 de puncte****A.(17 puncte)**

- a.9p

Identificarea substanței n: H_2SO_5 (1p)

Identificarea substanțelor: a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, o, p, q (0,5p x 16 substanțe)

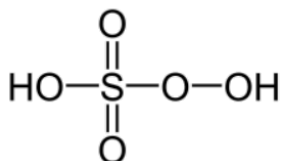
a - S	g- H_2S	m- H_2O_2
b- O_2	h- S_2Cl_2	o- H_2O
c- SO_2	i- SCl_2	p- CO
d- SO_3	j- SO_2Cl_2	q- CO_2
e- H_2	k- SOCl_2	
f- Cl_2	l- H_2SO_4	

- b. 0,5p x 12 ecuații.....6p

- | | |
|--|--|
| (1) $\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2$ | (7) $\text{SO}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{SO}_2\text{Cl}_2$ |
| (2) $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$ | (8) $\text{SO}_3 + \text{SCl}_2 \rightarrow \text{SOCl}_2 + \text{SO}_2$ |
| (3) $\text{S} + \text{H}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{S}$ | (9) $\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$ |
| (4) $2\text{S} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{S}_2\text{Cl}_2$ | (10) $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_5 + \text{H}_2\text{O}$ |
| (5) $\text{S}_2\text{Cl}_2 + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{SCl}_2$ | (11) $\text{C} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ |
| (6) $\text{SO}_2 + 2\text{C} \rightarrow \text{S} + 2\text{CO}$ | (12) $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{S} \rightarrow 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$ |

- c.2p

Formula structurală (1p)

Raportul (electroni π) : (electroni p) = 1 : 5 (1p)**B.(8 puncte)**

- a.4p

0°C $S_1 = 14,3 \text{ g KH}_2\text{PO}_4 / 100 \text{ g apă}$ (1p)
 60°C $S_2 = 48,6 \text{ g KH}_2\text{PO}_4 / 100 \text{ g apă}$ (1p)
 20°C $S_3 = 22,69 \text{ g KH}_2\text{PO}_4 / 100 \text{ g apă}$ (1p)
 $S_1 < S_3 < S_2$ (1p)

- b. Coeficienții de solubilitate cresc odată cu creșterea temperaturii1p

- c.3p

La 20°C sunt n = 0,06 moli dizolvați în 36 g apă (2p)
 Molalitatea m = 1,66 mol/g (1p)

Barem elaborat de:

prof. Aldea Alexandrina – Colegiul Național „George Coșbuc” din Cluj Napoca
 prof. Cerăceanu Cornelia – Colegiul Național „Frații Buzești” din Craiova
 prof. Farcaș Irina – Colegiul Național „Vasile Alecsandri” din Iași
 prof. Timotin Ana – Complexul Educațional Laude - Reut din București



OLIMPIADA DE CHIMIE
etapa județeană/ a sectoarelor municipiului București
22 martie 2026
Clasa a X-a

BAREM DE EVALUARE ȘI DE NOTARE

Orice modalitate de rezolvare corectă a cerințelor va fi punctată corespunzător.
Se acordă 10 puncte din oficiu.

SUBIECTUL I

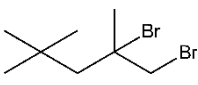
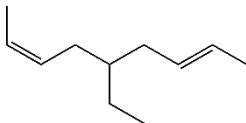
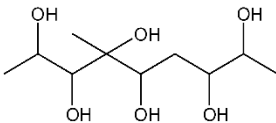
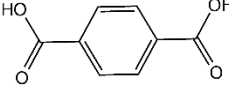
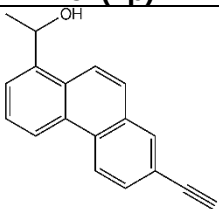
25 de puncte

A. (19 puncte)

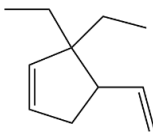
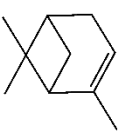
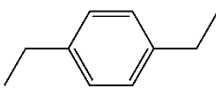
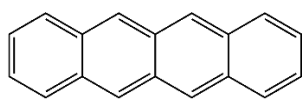
1. precizarea denumirii științifice (I.U.P.A.C.) pentru hidrocarburi (4p) distribuite astfel:

A (0,5p)	B (0,5p)	C (1p)
4-etil-2,2,5-trimetilhexan	2,4,4-trimetil-1-pentenă	5-etil-2-nonen-7-ină
D (0,5p)	E (0,5p)	F (1p)
4-metil-2,4,7-nonatrienă	1-izopropil-4-metilbenzen	1-etenil-7-etinilfenantren

2. scrierea formulei de structură a produsului organic (5x1p = 5p) distribuite astfel:

a. (1p)	b. (1p)	c. (1p)	d. (1p)	e. (1p)
				

3. notarea formulei de structură pentru izomeri (5x2p = 10p) distribuite astfel:

a. (2p)	b. (2p)	c. (2p)	d. (2p)	e. (2p)
				

B. (6 puncte)

a. atribuirea valorilor punctelor de fierbere (2x0,4p = 0,8p)

n-hexan	1-hexină
68,8 °C	71 °C

b. precizarea tipului de amestec din pahar: amestec omogen (0,2p)

c. etapele de separare

- tratarea amestecului de hidrocarburi cu un metal reactiv, până încetează degajarea de hidrogen/ reactiv Tollens/ clorură de diaminocupru(I) etc. **(1p)**

- separarea compusului solid **(0,5p)**

- tratarea precipitatului obținut cu un acid mai tare pentru regenerarea 1-hexinei **(1p)**

- separarea 1-hexinei (faza organică) de faza apoasă **(0,5p)**

d. scrierea ecuațiilor reacțiilor corespunzătoare etapelor de separare (2x1p = 2p)

SUBIECTUL al II-lea
20 de puncte
A. (5 puncte)

 nr. at. de H de la C_{primar} = 12 **(1p)**

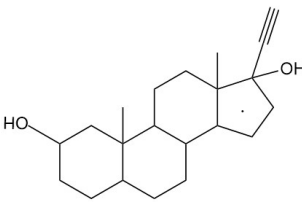
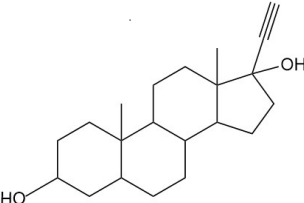
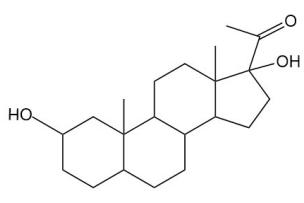
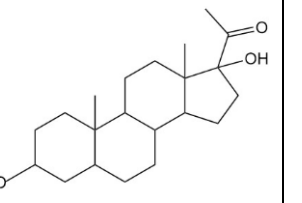
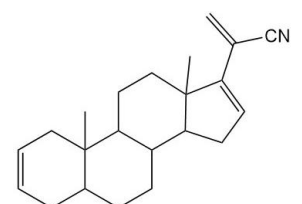
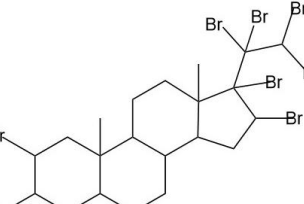
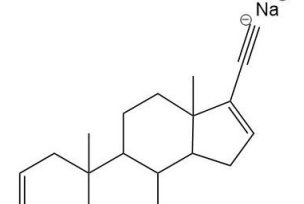
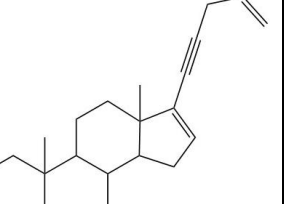
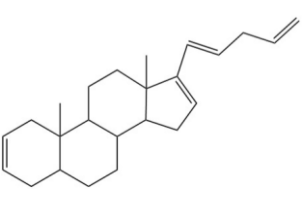
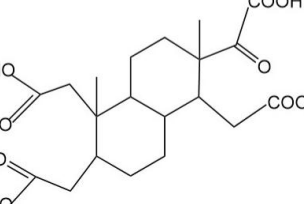
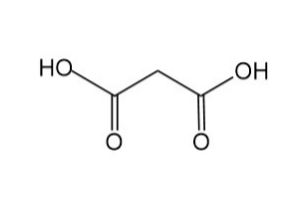
 nr. at. de H de la C_{terțiar} = 2 **(1p)**

$$\frac{57,143}{100} = \frac{12 \cdot v_1}{12 \cdot v_1 + 2 \cdot v_2}$$

$$\frac{42,857}{100} = \frac{2 \cdot v_2}{12 \cdot v_1 + 2 \cdot v_2}$$

$$v_1 : v_2 = 1 : 4,5 \quad \textbf{(3p)}$$

B. (15 puncte)
a. (9p) distribuite astfel:

A1/ A2 (0,5p)	A2/A1 (0,5p)	B1/ B2 (1p)	B1/B2 (1p)
			
D (0,5p)	E (1p)	F (1p)	G (1p)
			
H (0,5p)	I/J (1p)	J/I (1p)	
			

b. (4p) distribuite astfel:

 m_{Br2} = 320 mg Br₂ **(0,5p)**

 notare relație de calcul m_s (inițial) **(0,5p)**

 notare relație de calcul m_s (final) **(0,5p)**

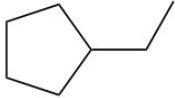
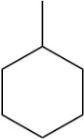
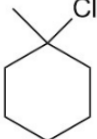
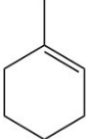
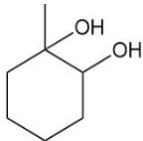
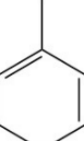
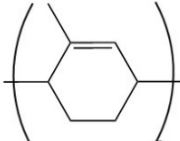
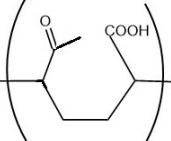
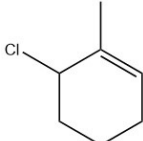
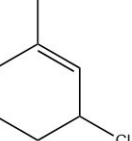
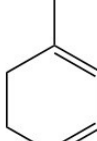
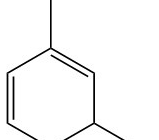
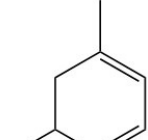
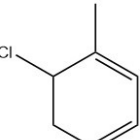
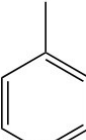
 notare relație de calcul m_d (inițial) **(0,5p)**

 notare relație de calcul m_d (final) **(0,5p)**

 m_s (inițial) = 19,5 g **(1,5p)**
c. V = 13,33 mL soluție K₂Cr₂O₇ 0,2 M **(2p)**

SUBIECTUL al III-lea
25 de puncte

A. (20 puncte)
(20p) distribuite astfel:

A (2p)	B (2p)	D (1p)	E (1p)
			
F (1p)	G (1p)	H (2p)	I (2p)
			
K1 (1p)	K2 (1p)	L (1p)	M1/M2 (1p)
			
M2/M1 (1p)	M3/M4 (1p)	M4/M3 (1p)	N (1p)
			

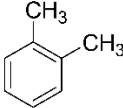
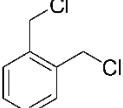
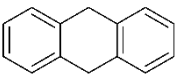
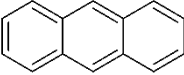
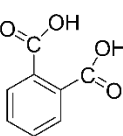
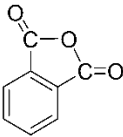
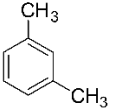
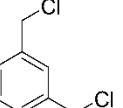
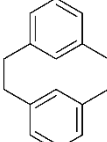
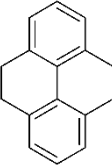
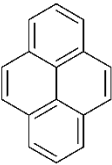
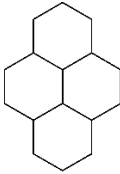
B. (5 puncte)
(5p) distribuite astfel:

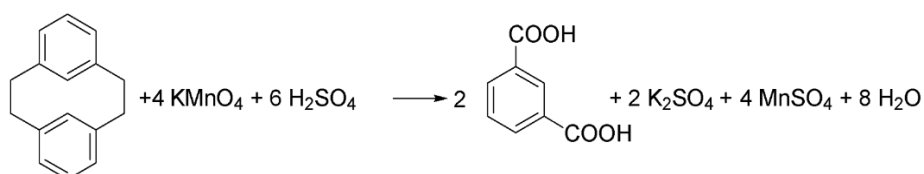
	A	$\rightleftharpoons$	B
I	0,075		0,2
C	x		-
E	0,075 - x (1p)		0,2 + x (1p)

$$K_c = \frac{[B]}{[A]} \Rightarrow 6,993 = \frac{0,2+x}{0,075-x} \Rightarrow x = 0,04 \quad (2p)$$

$$\Rightarrow n_A : n_B = 35 : 240 = 7 : 48 \text{ sau } 1 : 6,857 \text{ sau } 0,1458 : 1 \quad (1p)$$

SUBIECTUL al IV-lea
20 de puncte
a. (15p) distribuite astfel:

H (1p)	I (1p)	J (1p)
		
K (1p)	L (1p)	M (1p)
		
H' (1p)	N (1p)	O (2p)
		
P (2p)	Q (2p)	R (1p)
		

b. scrierea formulelor reactanților și produșilor de reacție (1p) egalarea ecuației reacției (1 p)

c. (3p) distribuite astfel:

- 1,4-dimetilbenzen (**0,5p**) - are gradul de simetrie cel mai ridicat (**0,5p**)
- nucleele condensate din antracen (**K**) au caracter aromatic mai puțin pronunțat (**0,5p**) decât cele două nucleee benzenice izolate din compusul **O** (**0,5p**)
- tetraclorura de carbon (**0,5p**), toluenul și benzenul reacționează cu clorul în condiții fotochimice (**0,5p**)

Barem elaborat de:

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

prof. Dejanu Mariana, Liceul Teoretic “Ion Mihalache” Topoloveni

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

prof. Sava Alexandru, Liceul Tehnologic Ferdinand I, Curtea de Argeș



OLIMPIADA DE CHIMIE
etapa județeană/ a sectoarelor municipiului București
22 martie 2026
Clasa a XI-a

BAREM DE EVALUARE ȘI DE NOTARE

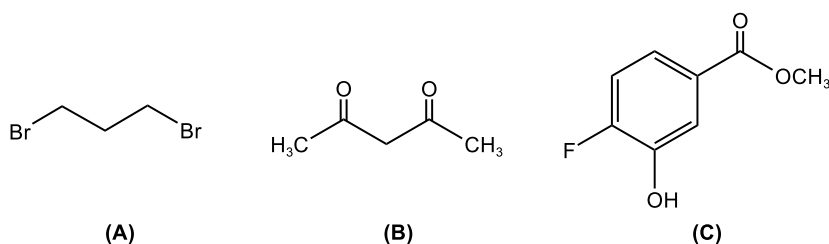
Orice modalitate de rezolvare corectă a cerințelor va fi punctată corespunzător.
Se acordă 10 puncte din oficiu.

SUBIECTUL I

25 de puncte

Subiectul A.13 puncte

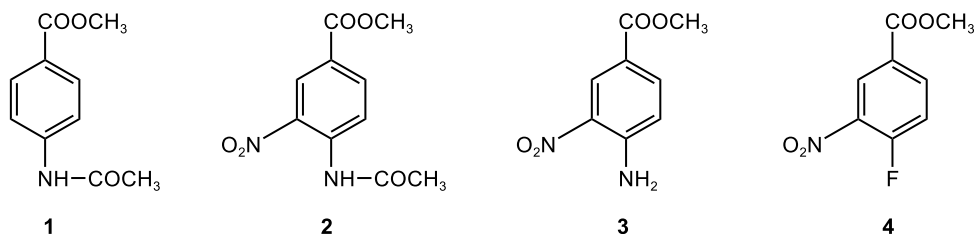
1. scrierea formulelor de structură ale substanțelor notate cu literele (A), (B), (C) (3 x 1p = 3p)



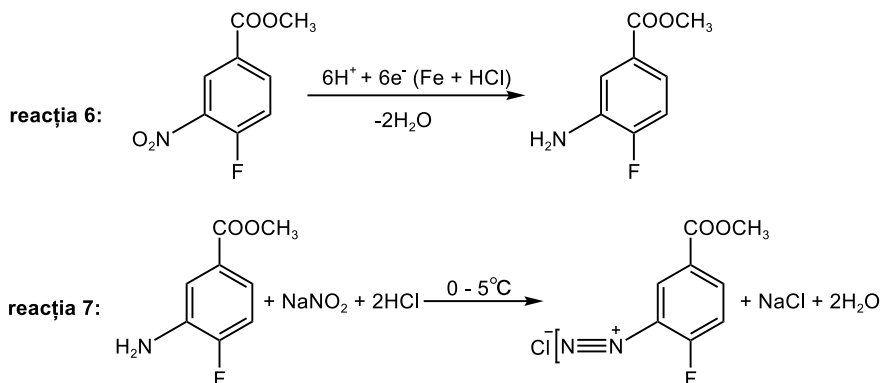
2. notarea raportului numeric electroni pi: electroni neparticipanți: 4:10 = 2:5 (0,5p)

3.

3.1. scrierea formulelor de structură ale compușilor 1, 2, 3 și 4 (4 x 1p = 4p)



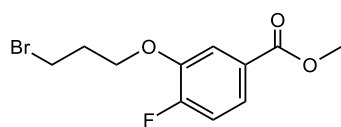
3.2. scrierea ecuațiilor reacțiilor 6 și 7 (2 x 1p = 2p)



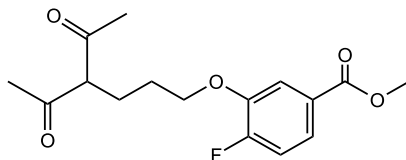
4.

4.1. notarea valorii NE = 8 (0,5p)

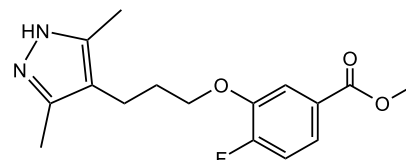
4.2. scrierea formulelor de structură ale compușilor (Y), (Z) și (W) (3 x 1p = 3p)



(Y)



(Z)



(W)

Subiectul B. 12 puncte

1.a. determinarea formulei moleculare: $C_{19}H_{24}N_2O_4$ (0,5p)

notarea valorii NE = 9 (0,5p)

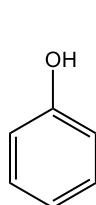
b. notarea denumirii grupelor funcționale prezente în moleculă (5 x 0,5p = 2,5 p)

- grupă fenolică
- grupă alcool secundar
- grupă amină secundară
- grupă amidă
- grupă eter

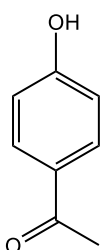
c. determinarea numărului de centre chirale: 2 atomi de carbon asimetric (0,5 p)

stabilirea configurației absolute R/S: configurația R (2 x 0,25p = 0,5 p).

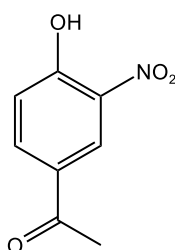
2. scrierea formulelor de structură ale substanțelor notate cu literele (A), (B), (C), (D), (E), (F) și (G)



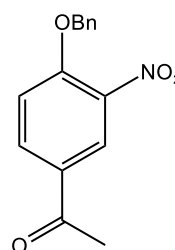
(A)
(0,5p)



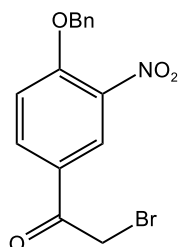
(B)
(0,5p)



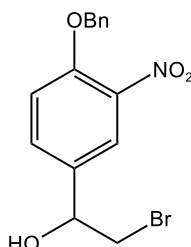
(C)
(0,5p)



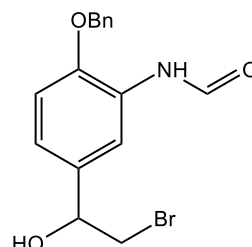
(D)
(0,5p)



(E)
(0,5p)

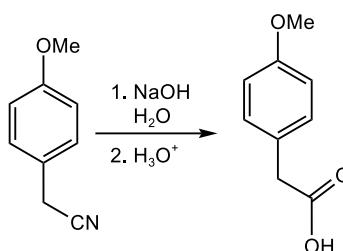


(F)
(1p)

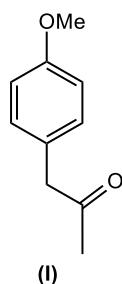


(G)
(1p)

3.a. scrierea ecuațiilor reacțiilor prin care 4-metoxifenilacetonitrilul se transformă în compusul (H) (2 x 1p = 2p)



b. scrierea formulei de structură a compusului (I) (1p)

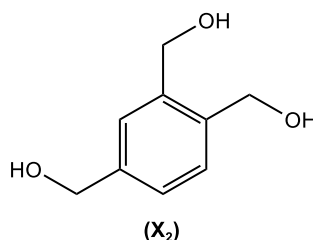
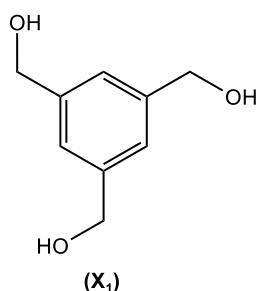


SUBIECTUL al II-lea

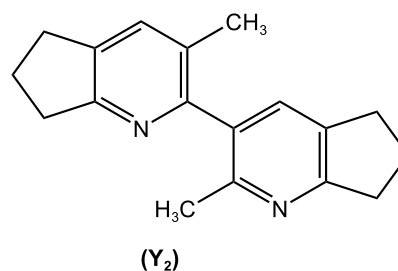
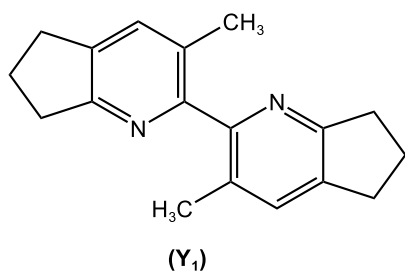
20 de puncte

Subiectul A.9 puncte

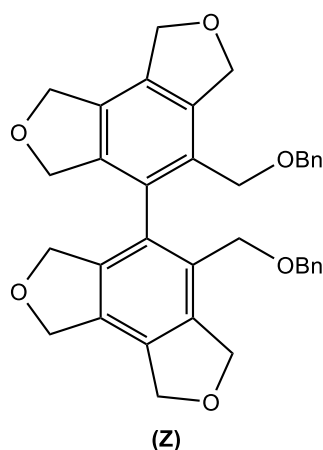
1. scrierea formulelor de structură ale compușilor (X₁) și (X₂) (2 x 1p = 2p)



2. scrierea formulelor de structură ale compușilor (Y₁) și (Y₂) (2 x 2p = 4p)



3. scrierea formulei de structură a compusului (Z) (2p)



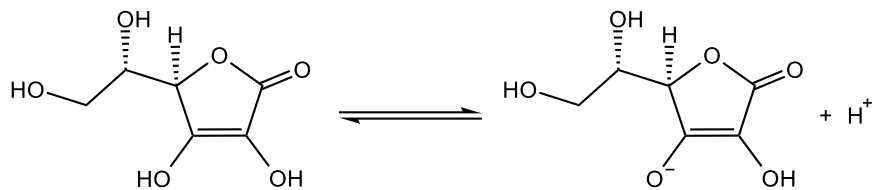
notarea valorii NE a compusului (Z): NE=20 (1p)

Subiectul B.11 puncte

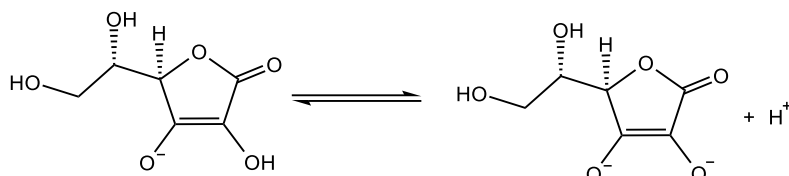
B₁. 1. identificarea celor două centre chirale: C₄ și C₅ (conform numerotării structurii) (2 x 0,5p = 1p)

2. stabilirea configurației absolute R/S a fiecărui atom de carbon asimetric: C₄ = R; C₅ = S (2 x 0,5p = 1p)

3. scrierea ecuației primei etape de ionizare a acidului ascorbic (2p)



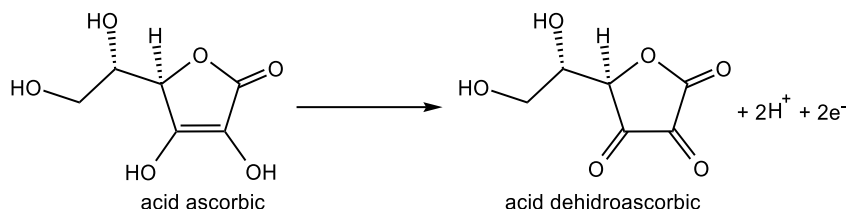
4. scrierea ecuației celei de-a doua etape de ionizare a acidului ascorbic (2p)



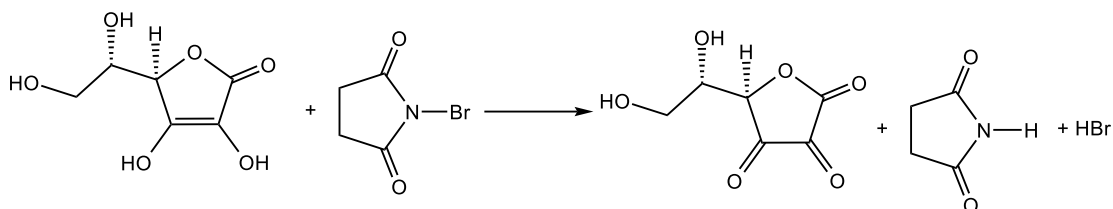
5. determinarea valorilor constantelor de aciditate (2 x 0,5p = 1p)

$$K_{a1} = 7,94 \cdot 10^{-5} M; K_{a2} = 2,51 \cdot 10^{-12} M$$

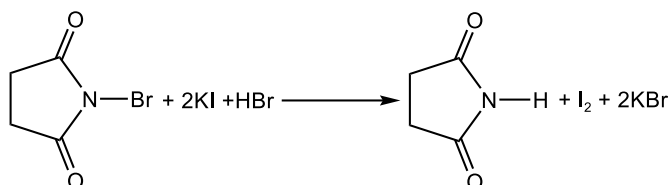
B₂. 1. scrierea ecuației procesului de oxidare a acidului ascorbic la acid dehidroascorbic (1p)



2. scrierea ecuației reacției care au loc la titrarea acidului ascorbic cu NBS în prezență de KI și amidon (1p)



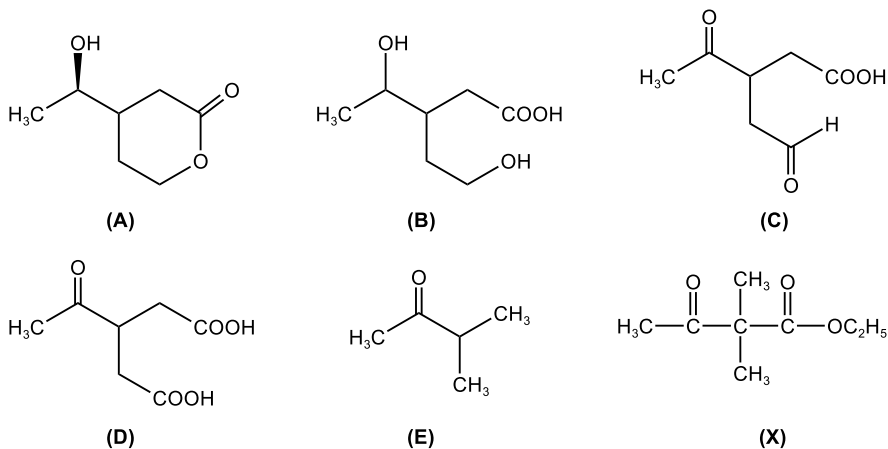
3. scrierea ecuației reacției de formare a iodului molecular (1p)



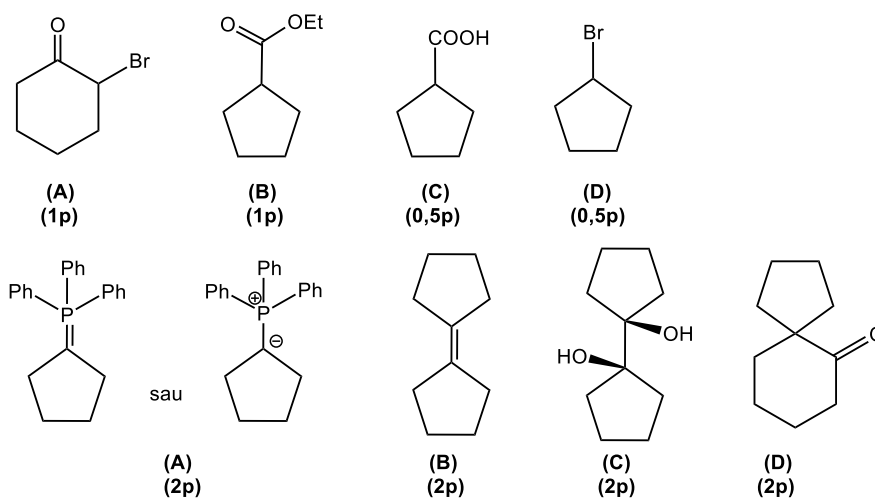
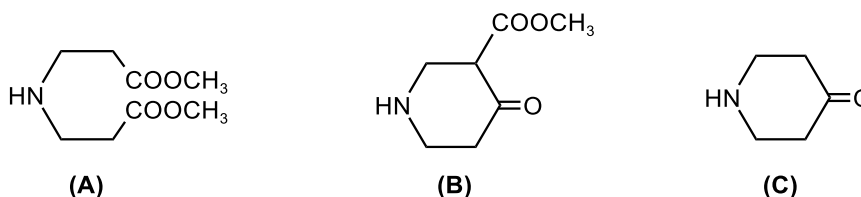
precizarea rolului amidonului în metodă de titrare redox (0,5p)

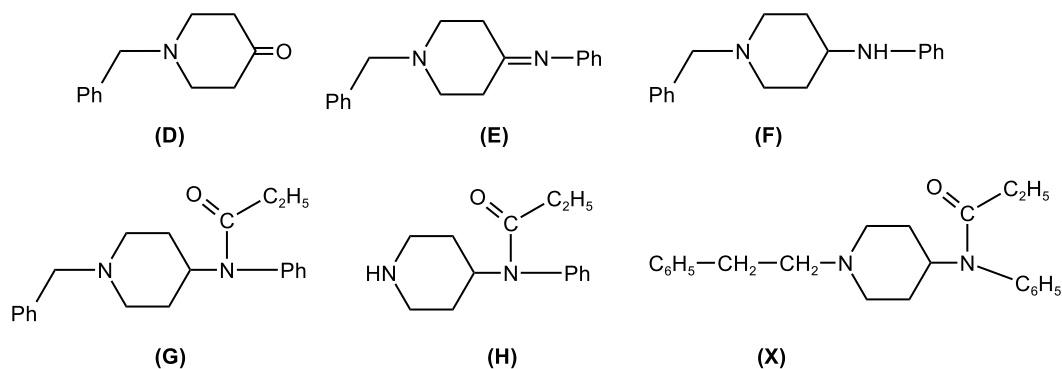
După oxidarea completă a acidului ascorbic, excesul de NBS oxidează ionii iodură (I^-) la iod molecular (I_2), iar acesta formează cu amidonul un complex albastru-negru, indicând punctul final al titrării.

4. determinarea concentrației molare a soluției de acid ascorbic: $C = 0,005 M$ (0,5p)

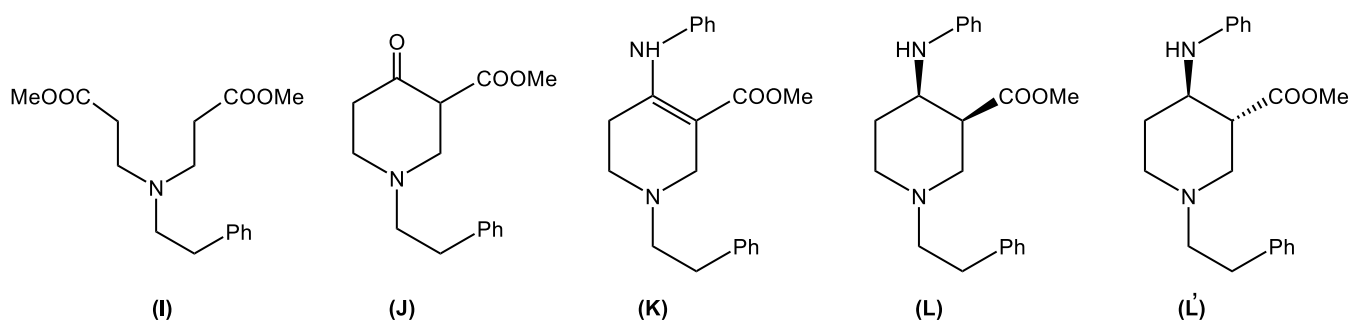
SUBIECTUL al III-lea
20 de puncte
Subiectul A.9 puncte
a. identificarea compușilor (A), (B), (C), (D), (E) și (X) (6 x 1p = 6p)

b. notarea numărului de atomi de carbon asimetric din molecula compușilor (A), (B) și (C) (3 x 1p = 3p)

Compusul	(A)	(B)	(C)
Numărul atomilor de carbon asimetric	2	2	1

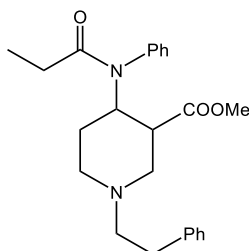
Subiectul B.11 puncte
scrierea formulelor de structură ale compușilor (A), (B), (C), (D), (E), (F), (G) și (H)

SUBIECTUL al IV-lea
25 de puncte
A1. scrierea formulelor de structură ale substanțelor (A), (B), (C), (D), (E), (F), (G), (H) și (X) (9 x 1p = 9p)




A2.1. formulele de structură ale substanțelor (I), (J), (K), (L), (L') (5 x 2p = 10p)



- notarea numărului de atomi de carbon asimetric moleculele compușilor din compușii (L) și (L')
 - 2 atomi de carbon asimetric în molecula compusului (L) (1p)
 - 2 atomi de carbon asimetric în molecula compusului (L') (1p)
- notarea relației de izomerie stereochemică dintre compușii (L) și (L')
 - diastereoizomeri de configurație/diastereoizomeri (cis/trans) (0,5p)
- notarea numărului total de stereoizomeri posibili pentru compușii (L) și (L').
 - câte 2 pentru fiecare compus (1p)
- formula de structură plană a compusului 3-carbometoxi-fentanilul (2p)



numărul total de stereoizomeri: 4 stereoizomeri (0,5p)

Barem elaborat de:

prof. Gheorghe Costel, Colegiul Național "Vlaicu Vodă" din Curtea de Argeș

prof. Guceanu Constantin, Colegiul Național "Mihai Eminescu" din Botoșani

prof. Rotariu Dan, Colegiul Național "Moise Nicoară" din Arad

prof. Trifan Iuliana, Colegiul Național "Vasile Alecsandri" din Galați



OLIMPIADA DE CHIMIE
etapa județeană/ a sectoarelor municipiului București
22 martie 2026
Clasa a XII-a

BAREM DE EVALUARE ȘI DE NOTARE

Orice modalitate de rezolvare corectă a cerințelor va fi punctată corespunzător.
Se acordă 10 puncte din oficiu.

Subiectul I 15 puncte

A. (10 puncte)

$m_s = 300 \text{ g}$ soluție de H_2SO_4 49% $m_d = 147 \text{ g}$ H_2SO_4 ; $m_{\text{H}_2\text{O}} = 153 \text{ g}$ $n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 1,5 \text{ mol}$ $n_{\text{H}_2\text{O}} = 8,5 \text{ mol}$ (2p)	10p
Pentru această soluție: $x = \frac{n_{\text{H}_2\text{O}}}{n_{\text{H}_2\text{SO}_4}} = \frac{8,5}{1,5} = 5,67 \frac{\text{mol H}_2\text{O}}{\text{mol H}_2\text{SO}_4}$ $Q_{\text{diz}} = \frac{74,8 \cdot x}{1,8 + x} = \frac{74,8 \cdot 5,67}{1,8 + 5,67} = 56,78 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ (2p)	
$\text{SO}_3(\ell) + \text{H}_2\text{O}(\ell) \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4(\ell) \quad \Delta H_1^\circ = -97 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ $\text{SO}_3(\ell) \rightarrow \text{SO}_3(\text{g}) \quad \Delta H_2^\circ = +33 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ $\text{H}_2\text{SO}_4(\ell) \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}(\ell)} \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \quad \Delta_{\text{diz}} H^\circ = -56,78 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ $\text{SO}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\ell) \longrightarrow \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \quad \Delta H^\circ$ $\Delta H^\circ = \Delta H_1^\circ - \Delta H_2^\circ + \Delta_{\text{diz}} H^\circ$ (3p) $\Delta H^\circ = -186,78 \frac{\text{kJ}}{\text{mol H}_2\text{SO}_4}$ (1p) Pentru soluția care conține 1,5 mol H_2SO_4 : $Q = -n \cdot \Delta H^\circ = -1,5 \cdot (-186,78) = +280,17 \text{ kJ}$ (2p)	

B. (5 puncte)

$2\text{C}(\text{s, grafit}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta_r H^\circ$ (1p)	5p
$\Delta_r H^\circ = (-1) \cdot \Delta_r H_1^\circ + \frac{1}{2} \cdot \Delta_r H_2^\circ + 1 \cdot \Delta_r H_4^\circ - \frac{1}{2} \cdot \Delta_r H_5^\circ + \frac{1}{2} \cdot \Delta_r H_6^\circ$ (3p)	
Ecuția termochimică (3) nu este necesară. $\Delta_r H^\circ = 227,05 \text{ kJ}$	
$\Delta_r H^\circ = 1 \cdot \Delta_r H_{\text{C}_2\text{H}_2(\text{g})}^\circ \Rightarrow \Delta_r H_{\text{C}_2\text{H}_2(\text{g})}^\circ = +227,05 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ (1p)	

Subiectul al II-lea 20 de puncte

a) $3 \cdot \varepsilon_{\text{Fe}^{3+} \text{Fe}}^{\circ} = 1 \cdot \varepsilon_{\text{Fe}^{3+} \text{Fe}^{2+}}^{\circ} + 2 \cdot \varepsilon_{\text{Fe}^{2+} \text{Fe}}^{\circ} \Rightarrow \varepsilon_{\text{Fe}^{3+} \text{Fe}^{2+}}^{\circ} = 0,772 \text{ V} \quad (2\text{p})$	2p
b) (1) $\text{Br}^{-} + \text{Fe}^{3+} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + \frac{1}{2} \text{Br}_2$ $\text{Fe}^{3+} + \text{e}^{-} \rightarrow \text{Fe}^{2+} \quad \varepsilon_{(+)} = \varepsilon_{\text{Fe}^{3+} \text{Fe}^{2+}}^{\circ}$ $\text{Br}^{-} \rightarrow \frac{1}{2} \text{Br}_2 + \text{e}^{-} \quad \varepsilon_{(-)} = \varepsilon_{\text{Br}_2 \text{Br}^{-}}^{\circ}$ $E^{\circ} = \varepsilon_{(+)} - \varepsilon_{(-)} = -0,294 \text{ V} < 0$. Rezultă că, în condiții standard, reacția (1) nu este spontană în sens direct. (2p)	
(2) $\text{Fe}^{2+} + 2\text{Br}^{-} \rightarrow \text{Fe} + \text{Br}_2$ $\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Fe} \quad \varepsilon_{(+)} = \varepsilon_{\text{Fe}^{2+} \text{Fe}}^{\circ}$ $2\text{Br}^{-} \rightarrow \text{Br}_2 + 2\text{e}^{-} \quad \varepsilon_{(-)} = \varepsilon_{\text{Br}_2 \text{Br}^{-}}^{\circ}$ $E^{\circ} = \varepsilon_{(+)} - \varepsilon_{(-)} = -1,506 \text{ V} < 0$. Rezultă că, în condiții standard, reacția (2) nu este spontană în sens direct. (2p)	
(3) $\text{I}^{-} + \text{Fe}^{3+} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + \frac{1}{2} \text{I}_2$ $\text{Fe}^{3+} + \text{e}^{-} \rightarrow \text{Fe}^{2+} \quad \varepsilon_{(+)} = \varepsilon_{\text{Fe}^{3+} \text{Fe}^{2+}}^{\circ}$ $\text{I}^{-} \rightarrow \frac{1}{2} \text{I}_2 + \text{e}^{-} \quad \varepsilon_{(-)} = \varepsilon_{\text{I}_2 \text{I}^{-}}^{\circ}$ $E^{\circ} = \varepsilon_{(+)} - \varepsilon_{(-)} = +0,237 \text{ V} > 0$. Rezultă că, în condiții standard, reacția (3) este spontană în sens direct. (2p) (4) $\text{Fe}^{2+} + 2\text{I}^{-} \rightarrow \text{Fe} + \text{I}_2$ $\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Fe} \quad \varepsilon_{(+)} = \varepsilon_{\text{Fe}^{2+} \text{Fe}}^{\circ}$ $2\text{I}^{-} \rightarrow \text{I}_2 + 2\text{e}^{-} \quad \varepsilon_{(-)} = \varepsilon_{\text{I}_2 \text{I}^{-}}^{\circ}$ $E^{\circ} = \varepsilon_{(+)} - \varepsilon_{(-)} = -0,975 \text{ V} < 0$. Rezultă că, în condiții standard, reacția (4) nu este spontană în sens direct. (2p) Concluzie: În soluție, în condiții standard, numai ionul I^{-} poate reduce doar ionul Fe^{3+}. Observație: Se poate calcula și $\Delta_r G^{\circ}$ pentru fiecare reacție.	8p

c) Experiment (1) KI reacționează doar cu ionii Fe^{3+} din soluție. $2\text{I}^- + 2\text{Fe}^{3+} \rightarrow 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2 \quad (1\text{p})$ Iodul rezultat se titrează cu o soluție de tiosulfat de sodiu. $\text{I}_2 + 2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \rightarrow 2\text{NaI} + \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6 \quad (2\text{p})$ $n_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} = 0,002 \text{ mol} \Rightarrow n_{\text{I}_2} = 0,001 \text{ mol} \Rightarrow n_{\text{Fe}^{3+}} = 0,002 \text{ mol initial} \quad (1\text{p})$	10p
Experiment (2) Conform concluziilor de la subpunctul (2), bromul oxidează ionii Fe^{2+} la Fe^{3+}. $2\text{Fe}^{2+} + \text{Br}_2 \rightarrow 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Br}^- \quad (1\text{p})$ Se determină cantitatea totală de ioni Fe^{3+} din soluție. $n_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} = 0,005 \text{ mol} \Rightarrow n_{\text{I}_2} = 0,0025 \text{ mol} \Rightarrow n_{\text{Fe}^{3+}} = 0,005 \text{ mol final} \quad (1\text{p})$ $n_{\text{Fe}^{2+}} = n_{\text{Fe}^{3+}(\text{final})} - n_{\text{Fe}^{3+}(\text{initial})} = 0,005 - 0,002 = 0,003 \text{ mol Fe}^{2+} \quad (2\text{p})$ $[\text{Fe}^{2+}] = \frac{n}{V_s} = \frac{0,003}{0,1} = 0,03 \text{ M} \quad (1\text{p}) \quad [\text{Fe}^{3+}] = \frac{n}{V_s} = \frac{0,002}{0,1} = 0,02 \text{ M} \quad (1\text{p})$	

Subiectul al III-lea 25 de puncte

a) t = 950 °C, în absența aerului $\text{CaC}_2\text{O}_4(\text{s}) \xrightarrow{950\text{ }^\circ\text{C}} \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{CO}(\text{g}) \quad \Delta_r H_1^\circ$ (2X2p) $\text{CaCO}_3(\text{s}) \xrightarrow{950\text{ }^\circ\text{C}} \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta_r H_2^\circ$	7p
t = 500 °C, în prezența aerului $\text{CaC}_2\text{O}_4(\text{s}) \xrightarrow{500\text{ }^\circ\text{C}} \text{CaCO}_3(\text{s}) + \text{CO}(\text{g}) \quad \Delta_r H_3^\circ$ $\text{CO}(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \xrightarrow{500\text{ }^\circ\text{C}} \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta_r H_4^\circ$ $\text{CaC}_2\text{O}_4(\text{s}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \xrightarrow{500\text{ }^\circ\text{C}} \text{CaCO}_3(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta_r H^\circ$ (3p)	
b) Masa probei scade datorită apei de cristalizare vaporizate: $m_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{9,184}{100} \cdot 19,6 = 1,8 \text{ g}$ Masa probei P' este: $m_{\text{P}'} = m_{\text{P}} - m_{\text{H}_2\text{O}} = 19,6 - 1,8 = 17,8 \text{ g}$ (2p)	
$\Delta_r H_1^\circ = +221,5 \frac{\text{kJ}}{\text{mol CaC}_2\text{O}_4}$ (2p) $\Delta_r H_2^\circ = +178,3 \frac{\text{kJ}}{\text{mol CaCO}_3}$ (2p) $n_{\text{CaC}_2\text{O}_4} = a \text{ mol} ; n_{\text{CaCO}_3} = b \text{ mol}$ t = 950 °C $\Delta H^\circ = +31,065 \text{ kJ} = a \cdot \Delta_r H_1^\circ + b \cdot \Delta_r H_2^\circ$ (1) $m_{\text{P}'} = 128a + 100b = 17,8 \text{ g}$ (2) Din ecuațiile (1) și (2) rezultă: $a = 0,1 \text{ mol CaC}_2\text{O}_4 ; b = 0,05 \text{ mol CaCO}_3$ (2p) $m = 0,1 \cdot 128 = 12,8 \text{ g CaC}_2\text{O}_4 \text{ anhidru}$ $p_{\text{CaC}_2\text{O}_4} = \frac{12,8}{19,6} \cdot 100 = 65,3\%$ (2p)	10p



c) $m_{\text{H}_2\text{O}} = 1,8 \text{ g} \Rightarrow n_{\text{H}_2\text{O}} = 0,1 \text{ mol}$ $n_{\text{CaC}_2\text{O}_4} = 0,1 \text{ mol}$ $\text{CaC}_2\text{O}_4 : \text{H}_2\text{O} = 1 : 1$ (raport molar) Formula chimică a cristalohidratului este: $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (3p)	3p
d) $t = 500^\circ\text{C}$, în prezența aerului – Vezi subpunctul a) $\Delta_r H_3^\circ = +43,2 \frac{\text{kJ}}{\text{mol CaC}_2\text{O}_4}$ $\Delta_r H_4^\circ = -283 \frac{\text{kJ}}{\text{mol CO}}$ $\Delta_r H^\circ = \Delta_r H_3^\circ + \Delta_r H_4^\circ = -239,8 \frac{\text{kJ}}{\text{mol CaC}_2\text{O}_4}$ (3p) $Q = -n \cdot \Delta_r H^\circ = -0,1 \cdot (-239,8) = 23,98 \text{ kJ}$ (2p)	5p

Subiectul al IV-lea 30 de puncte

a) Celula (1) Catod (-): Pt; Anod (+): C (2p) Celula (2) Catod (-): Me; Anod (+): Pt (2p)	4p
b) Celula (1) $\text{Me}^{z+} + z\text{e}^- \rightarrow \text{Me}$ $n_{\text{Me}} = \frac{m_{\text{Me}}}{A_{\text{Me}}} = \frac{I \cdot t}{z \cdot F} \Rightarrow A_{\text{Me}} = \frac{m_{\text{Me}} \cdot z \cdot F}{I \cdot t}$ $m_{\text{Me depus}} = 1,164 \text{ g} = C_p \Rightarrow C_t = \frac{C_p \cdot 100}{\eta} = \frac{1,164 \cdot 100}{65} = 1,79 \text{ g Me}$ (1p) $A_{\text{Me}} = \frac{1,79 \cdot z \cdot 96485}{1,5 \cdot 3600} = 32z$ (1p) Pentru $z = 2 \Rightarrow A_{\text{Me}} = 64 \Rightarrow \text{Me este Cu}$ (1p)	3p
c) Celula (2) $m_{\text{CuCl}_2} = \frac{C \cdot m_s}{100} = \frac{C \cdot \rho_s \cdot V_s}{100} = \frac{10 \cdot 1,08 \cdot 100}{100} = 10,8 \text{ g}$ $n_{\text{CuCl}_2} = \frac{m}{M} = \frac{10,8}{135} = 0,08 \text{ mol}$ $n_{\text{Cu depus E(1)}} = \frac{I \cdot t}{z \cdot F} = \frac{1,5 \cdot 3600}{2 \cdot 96485} = 0,028 \text{ mol}$ (1p) $\Rightarrow n_{\text{Cu depus E(2)}} = 0,08 - 0,028 = 0,052 \text{ mol}$ (1p) $n_{\text{Me}} = \frac{I \cdot t}{z \cdot F} \Rightarrow t = \frac{n_{\text{Me}} \cdot z \cdot F}{I}$ $t = \frac{0,052 \cdot 2 \cdot 96485}{1,5} = 6689,62 \text{ s} \approx 1,86 \text{ h}$ (1p)	3p

d) $m_{\text{Cu}_i} = m \text{ g}$ $m_{\text{Cu}_f} = m_{\text{Cu}_i} + m_{\text{Cu}_{\text{dep}} (E1)} - m_{\text{Cu}_{\text{react}} (E2)}$ $\Delta m_{\text{Cu}} = m_{\text{Cu}_f} - m_{\text{Cu}_i} = m_{\text{Cu}_{\text{dep}} (E1)} - m_{\text{Cu}_{\text{react}} (E2)}$ $m_{\text{Cu}_{\text{dep}} (E1)} = n_{\text{Cu}_{\text{dep}} (E1)} \cdot A_{\text{Cu}} = 0,028 \cdot 64 = 1,792 \text{ g}$ $n_{\text{Cu}_{\text{react}} (E2)} = \frac{I \cdot t}{z \cdot F} = \frac{1,5 \cdot 6689,62}{2 \cdot 96485} = 0,052 \text{ mol}$ $m_{\text{Cu}_{\text{react}} (E2)} = 0,052 \cdot 64 = 3,328 \text{ g}$ $\Delta m_{\text{Cu}} = m_{\text{Cu}_{\text{dep}} (E1)} - m_{\text{Cu}_{\text{react}} (E2)} = 1,792 - 3,328 = -1,536 \text{ g} \quad (1\text{p})$ Masa electrodului de Cu scade cu 1,536 g. (1p)	2p
e) Experimentul (1) – Celula (1) În celula (1), în soluție există următoarele specii chimice: Cu^{2+}, NO_3^-, H_2O, H^+. Anod (+) – C(grafit) Ionul azotat, în care azotul are număr de oxidare maxim, nu se poate oxida la anod. La anod are loc procesul: $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \frac{1}{2}\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \quad (1\text{p}) \quad \varepsilon_{\text{O}_2, \text{H}^+ \text{H}_2\text{O}} = \varepsilon_{\text{O}_2, \text{H}^+ \text{H}_2\text{O}}^{\circ} + \frac{0,059}{2} \lg(P_{\text{O}_2}^{1/2} \cdot [\text{H}^+]^2) + \Delta\varepsilon_{\text{O}_2}$ $\varepsilon_{\text{O}_2, \text{H}^+ \text{H}_2\text{O}} = 1,23 + \frac{0,059}{2} \lg(10^{-3})^2 + 0,79 = 1,843 \text{ V} \quad (1\text{p})$ Catod (-) – Pt $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu} \quad (1\text{p}) \quad \varepsilon_{\text{Cu}^{2+} \text{Cu}} = \varepsilon_{\text{Cu}^{2+} \text{Cu}}^{\circ} + \frac{0,059}{2} \lg[\text{Cu}^{2+}] = 0,34 \text{ V} \quad (1\text{p})$ $[\text{Cu}^{2+}] = 1 \text{ M}$ Ecuția procesului global este: $\text{Cu}^{2+} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{electroliză}} \text{Cu} + \frac{1}{2}\text{O}_2 + 2\text{H}^+ \quad (1\text{p})$ sau $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{electroliză}} \text{Cu} + \frac{1}{2}\text{O}_2 + 2\text{HNO}_3$	5p
Experimentul (1) – Celula (2) În celula (2), în soluție există următoarele specii chimice: Cu^{2+}, Cl^-, H^+, H_2O. Anod (+) – Pt Procese posibile la anod: (1) $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \frac{1}{2}\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$ $\varepsilon_{\text{O}_2, \text{H}^+ \text{H}_2\text{O}} = \varepsilon_{\text{O}_2, \text{H}^+ \text{H}_2\text{O}}^{\circ} + \frac{0,059}{2} \lg(P_{\text{O}_2}^{1/2} \cdot [\text{H}^+]^2) + \Delta\varepsilon_{\text{O}_2}$ $\varepsilon_{\text{O}_2, \text{H}^+ \text{H}_2\text{O}} = 1,23 + \frac{0,059}{2} \lg(10^{-3})^2 + 0,96 = 2,013 \text{ V} \quad (1\text{p})$ (2) $2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$ (1p) $\varepsilon_{\text{Cl}_2 \text{Cl}^-} = \varepsilon_{\text{Cl}_2 \text{Cl}^-}^{\circ} + \frac{0,059}{2} \lg \frac{P_{\text{Cl}_2}}{[\text{Cl}^-]^2} + \Delta\varepsilon_{\text{Cl}_2} = 1,357 \text{ V} \quad (1\text{p})$	7p

$C_M(\text{CuCl}_2) = \frac{10 \cdot \rho_s \cdot C\%}{M} = \frac{10 \cdot 1,08 \cdot 10}{135} = 0,8 \text{ M} \Rightarrow [\text{Cl}^-] = 2 \cdot C_M = 1,6 \text{ M}; [\text{Cu}^{2+}] = 0,8 \text{ M}$ La anod are procesul (2). Catod (-) – Cu $(1) \text{Cu}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Cu} \quad \varepsilon_{\text{Cu}^{2+} \text{Cu}} = \varepsilon_{\text{Cu}^{2+} \text{Cu}}^0 + \frac{0,059}{2} \lg[\text{Cu}^{2+}] = 0,337 \text{ V} \quad (1\text{p})$ $[\text{Cu}^{2+}] = 0,8 \text{ M}$ Deci, la electrozi au loc procesele: Anod (+) – Pt: $2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2e^- \quad (2 \times 1\text{p})$ Catod (-) – Cu: $\text{Cu}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Cu}$ $\text{Cu}^{2+} + 2\text{Cl}^- \xrightarrow{\text{electroliză}} \text{Cu} + \text{Cl}_2 \quad (1\text{p})$	
f) Experimentul (2) – Celula (1) În celula (1) în soluție există următoarele specii chimice: Cu^{2+}, NO_3^-, H_2O, H^+. Anod (+) – Cu Procese posibile la anod: $(1) \text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2e^- \quad \varepsilon_{\text{Cu}^{2+} \text{Cu}} = \varepsilon_{\text{Cu}^{2+} \text{Cu}}^0 + \frac{0,059}{2} \lg[\text{Cu}^{2+}] = 0,329 \text{ V} \quad (1\text{p})$ $n_{\text{Cu}^{2+}(\text{E2})} = n_{\text{Cu}^{2+}(\text{init})} - n_{\text{Cu}^{2+}(\text{depus E1})} = 0,05 - 0,028 = 0,022 \text{ mol}$ $[\text{Cu}^{2+}]_{\text{E2}} = \frac{0,022}{0,05} = 0,44 \text{ M}$ $(2) \text{H}_2\text{O} \rightarrow \frac{1}{2}\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2e^- \quad \varepsilon_{\text{O}_2, \text{H}^+ \text{H}_2\text{O}} = \varepsilon_{\text{O}_2, \text{H}^+ \text{H}_2\text{O}}^0 + \frac{0,059}{2} \lg(P_{\text{O}_2}^{1/2} \cdot [\text{H}^+]^2)$ $\varepsilon_{\text{O}_2, \text{H}^+ \text{H}_2\text{O}} = 1,23 + \frac{0,059}{2} \lg(10^{-3})^2 = 1,05 \text{ V} \quad (1\text{p})$ La anod are loc procesul (1). Catod (-) – Pt $\text{Cu}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Cu} \quad \varepsilon_{\text{Cu}^{2+} \text{Cu}} = \varepsilon_{\text{Cu}^{2+} \text{Cu}}^0 + \frac{0,059}{2} \lg[\text{Cu}^{2+}] = 0,329 \text{ V} \quad (1\text{p})$ $[\text{Cu}^{2+}]_{\text{E2}} = \frac{0,022}{0,05} = 0,44 \text{ M}$ Deci, la electrozi au loc procesele: Anod (+) – Cu $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2e^- \quad (2 \times 1\text{p})$ Catod (-) – Pt $\text{Cu}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Cu}$ $\text{Cu} + \text{Cu}^{2+} \xrightarrow{\text{electroliză}} \text{Cu}^{2+} + \text{Cu} \quad (1\text{p})$	6p

Barem elaborat de:

prof. Vasile Sorohan, Colegiul Național *Costache Negruzzi* din Iași
prof. Iuliana Shajaani, Colegiul Național *Matei Basarab* din București
prof. Daniela Tudor, Colegiul Național *Mihai Viteazul* din București
prof. Mihaela Vișan, Colegiul Național *Petru Rareș* din Piatra-Neamț