



OLIMPIADA NAȚIONALĂ DE CHIMIE
SIBIU, 25-29 aprilie 2026
Ediția a LIX-a

Barem de evaluare și de notare

Proba Teoretică
Clasa a XII-a

- Se punctează corespunzător orice modalitate de rezolvare corectă a subiectelor.
- Se acordă 10 puncte din oficiu

Subiectul I

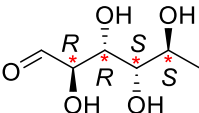
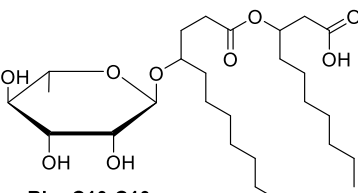
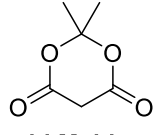
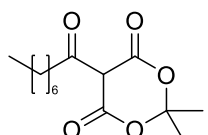
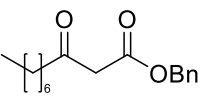
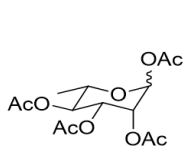
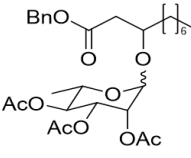
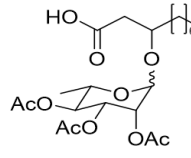
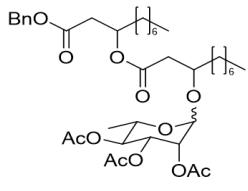
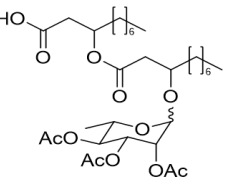
20 de puncte

1. E; 2. B; 3. E; 4. B; 5. D; 6. A; 7. C; 8. C; 9. D; 10. A.

(10 X 2p = 20p)

Subiectul al II-lea

15 puncte

1. 2⁴ stereoisomeri (1p)  (4 X 0,25p = 1p)	2p
2.  (1p)	1p
3.  acid Meldrum X  Y  T (3 X 1p = 3p)	3p
4. Acetonă și CO₂ (2 X 1p = 2p)	2p
5.  A  B  D  E  F (5 X 1p = 5p)	5p
6. Între moleculele de Rha-C10-C10: legături de hidrogen (1p) Între ansamblurile supramoleculare și colorant: legături de hidrogen și forțe de dispersie London (2 X 0,5 = 1p)	2p

1. $\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\text{COOH} \longrightarrow \text{H}_3\text{C}-\underset{\text{O}}{\text{C}}-\text{COOH} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \text{ (oxidare)}$ $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6\text{e}^- \longrightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O} \text{ (reducere)}$ Ecuatia reacției globale: $3 \text{H}_3\text{C}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\text{COOH} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 8\text{H}^+ \longrightarrow 3 \text{H}_3\text{C}-\underset{\text{O}}{\text{C}}-\text{COOH} + 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$ (3 X 1p = 3p)	3p
2. $E^\circ = \varepsilon_{(+)} - \varepsilon_{(-)} = \varepsilon_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \text{Cr}^{3+}, \text{H}^+}^\circ - \varepsilon_{\text{ac. piruvic} \text{ac. lactic}}^\circ = 1,36 + 0,19 = 1,55 \text{ V} > 0$ Rezultă că reacția are loc în sensul oxidării acidului lactic. (1p)	1p
3. Înainte de echivalență: $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{HSO}_4^-$ $\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+ \longrightarrow \text{H}_3\text{C}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\text{COOH} + \text{H}_2\text{O}$ $\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\text{COO}^- + \text{HSO}_4^- \longrightarrow \text{H}_3\text{C}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\text{COOH} + \text{SO}_4^{2-}$ $3 \text{H}_3\text{C}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\text{COOH} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 8\text{H}^+ \longrightarrow 3 \text{H}_3\text{C}-\underset{\text{O}}{\text{C}}-\text{COOH} + 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$ (4 X 1p = 4p)	6p
După echivalență: $\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\text{COO}^- + \text{HSO}_4^- \longrightarrow \text{H}_3\text{C}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\text{COOH} + \text{SO}_4^{2-}$ $\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\text{COO}^- + \text{H}_3\text{C}-\underset{\text{O}}{\text{C}}-\text{COOH} \longrightarrow \text{H}_3\text{C}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\text{COOH} + \text{H}_3\text{C}-\underset{\text{O}}{\text{C}}-\text{COO}^-$ (2 X 1p = 2p)	
4. $V_{\text{s (A)}}$ = volumul de soluție A $V_{\text{s (probă)}} = 70 \text{ mL} = 0,07 \text{ L}$ = volumul soluției de probă de lactat de sodiu $V_{\text{s (e)}} = 7,5 \text{ mL} = 0,0075 \text{ L}$ = volumul de soluție A adăugat la echivalență $V_{\text{s (K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7)} = 50 \text{ mL} = 0,05 \text{ L}$ = volumul soluției de dicromat de potasiu $n_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} = C_{\text{M}} \cdot V_{\text{s (K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7)} = 0,1 \cdot 0,05 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ Conform ecuației globale a reacției chimice: $n_{\text{lactat ad (e)}} = n_{\text{ac. lactic oxidat}} = 3 \cdot n_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} = 3 \cdot 5 \cdot 10^{-3} = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$ $C_{\text{lactat (sol A)}} = \frac{n_{\text{lactat (e)}}}{V_{\text{s (e)}}} = \frac{1,5 \cdot 10^{-2}}{7,5 \cdot 10^{-3}} = 2 \text{ M}$ $n_{\text{lactat (sol A)}} = n_{\text{lactat (proba)}}; C_{\text{lactat (sol A)}} \cdot V_{\text{s (A)}} = C_{\text{lactat (proba)}} \cdot V_{\text{s (proba)}}$ $C_{\text{lactat (proba)}} = \frac{C_{\text{lactat (sol A)}} \cdot V_{\text{s (A)}}}{V_{\text{s (proba)}}} = \frac{2 \cdot 0,25}{0,07} = 7,14 \text{ M}$ (2p)	2p

5. a) – [Cr ³⁺]; b) – [lactat]; c) – [acid lactic]; d) – [Cr ₂ O ₇ ²⁻]		2p												
(4 X 0,5p = 2p)														
6. La echivalență, s-au consumat: $n_{H^+_{cons(1)}} = n_{lactat\ ad} = C_{lactat} \cdot V_s(e) = 2 \cdot 0,075 = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$ (protonarea lactatului) $n_{H^+_{cons(2)}} = 8 \cdot n_{Cr_2O_7^{2-}} = 8 \cdot C_{Cr_2O_7^{2-}} \cdot V_s(B) = 8 \cdot 0,1 \cdot 5 \cdot 10^{-2} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$ (în reacția redox) $n_{H^+_{cons}} = (1,5 \cdot 10^{-2} + 4 \cdot 10^{-2}) \text{ mol} = 5,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$		5p												
(1p)														
$n_{H_2SO_4} = C_M \cdot V_s(B) = 1 \cdot 0,05 = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$ Din cei 0,055 mol de ioni H ⁺ consumați, 0,05 moli reprezintă ionii generați de acidul sulfuric în prima treaptă de ionizare, iar restul de 0,005 moli sunt generați în a doua treaptă de ionizare. $n_{HSO_4^-} = n_{init} - n_{disoc} = 0,05 - 0,005 = 0,045 \text{ mol}$ $n_{SO_4^{2-}} = 0,005 \text{ mol}$														
(1p)														
HSO ₄ ⁻ este un acid mai tare decât acidul piruvic și pH _e este scăzut comparativ cu pK _a (ac.piruvic), astfel încât se poate neglija disocierea acidului piruvic.														
HSO₄⁻ ↔ H⁺ + SO₄²⁻ <table><tr><td>I (mol)</td><td>0,045</td><td>0</td><td>0,005</td></tr><tr><td>C/F (mol)</td><td>-x</td><td>+x</td><td>+x</td></tr><tr><td>E (mol)</td><td>(0,045-x)</td><td>x</td><td>(0,005+x)</td></tr></table>		I (mol)	0,045	0	0,005	C/F (mol)	-x	+x	+x	E (mol)	(0,045-x)	x	(0,005+x)	(1p)
I (mol)	0,045	0	0,005											
C/F (mol)	-x	+x	+x											
E (mol)	(0,045-x)	x	(0,005+x)											
$V_s(e) = 50 + 7,5 = 57,5 \text{ mL} = 5,75 \cdot 10^{-2} \text{ L}$ $[H^+]_e = \frac{x}{V_s(e)};$ $[HSO_4^-]_e = \frac{0,045 - x}{V_s(e)};$ $[SO_4^{2-}]_e = \frac{0,005 + x}{V_s(e)}$ $K_a = \frac{[H^+]_e \cdot [SO_4^{2-}]_e}{[HSO_4^-]_e}$ $\Rightarrow K_a = \frac{\frac{x}{V_s(e)} \cdot \frac{0,005 + x}{V_s(e)}}{\frac{0,045 - x}{V_s(e)}} = \frac{x \cdot (0,005 + x)}{V_s(e) \cdot (0,045 - x)}$		(1p)												
$0,012 = \frac{x \cdot (0,005 + x)}{0,0575(0,045 - x)} \Rightarrow x^2 + 5,69 \cdot 10^{-3}x - 3,105 \cdot 10^{-5} = 0 \Rightarrow x = 3,412 \cdot 10^{-3}$ $[H^+]_e = \frac{x}{V_s(e)} = \frac{3,412 \cdot 10^{-3}}{5,75 \cdot 10^{-2}} = 0,05934 \text{ M} \Rightarrow pH_e = -\lg[H^+] = 1,23$		(1p)												

7. La un volum de titrant $V_{s(A)} = 5 \text{ mL}$, înainte de punctul de echivalență, acidul lactic este complet oxidat și, pentru a evalua potențialul soluției, trebuie să ținem cont de procesul: $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6\text{e}^- \longrightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$ $\varepsilon = \varepsilon^\circ_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}, \text{H}^+ \text{Cr}^{3+}} + \frac{0,059}{6} \lg \frac{[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}] \cdot [\text{H}^+]^{14}}{[\text{Cr}^{3+}]^2}$ (1p)	
$V_{s(A)} = 5 \text{ mL}$ soluție A dăugată $\Rightarrow n_{\text{lactat ad}} = C_M \cdot V_s = 2 \cdot 0,005 = 10^{-2} \text{ mol}$ Din ecuația reacției globale de oxidare rezultă: $n_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \text{ (react)}} = \frac{n_{\text{lactat ad}}}{3} = \frac{10^{-2}}{3} \text{ mol}$ $n_{\text{Cr}^{3+} \text{ (format)}} = 2 \cdot \frac{n_{\text{lactat ad}}}{3} = 2 \cdot \frac{10^{-2}}{3} \text{ mol} = 6,67 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ $n_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \text{ (nereact)}} = n_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}} - n_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \text{ (react)}} = \left(5 \cdot 10^{-3} - \frac{10^{-2}}{3} \right) \text{ mol} = 1,67 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ (1p)	
$V_s = (50 + 5) \text{ mL} = 5,5 \cdot 10^{-2} \text{ L}$ $[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}] = \frac{n}{V_s} = \frac{1,67 \cdot 10^{-3}}{5,5 \cdot 10^{-2}} = 3,03 \cdot 10^{-2} \text{ M}$ $[\text{Cr}^{3+}] = \frac{n}{V_s} = \frac{6,67 \cdot 10^{-3}}{5,5 \cdot 10^{-2}} = 0,121 \text{ M}$ $[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-0,56} = 0,275 \text{ M}$ $\varepsilon = 1,36 + \frac{0,059}{6} \lg \frac{3,03 \cdot 10^{-2} \cdot 0,275^{14}}{0,121^2} = 1,29 \text{ V}$ (1p)	6p
La un volum de titrant adăugat $V_{s(A)} = 10 \text{ mL}$, s-a trecut de punctul de echivalență. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ s-a consumat și potențialul soluției este dat de cuplul acid piruvic acid lactic. $\text{pH} = 1,39$ este suficient de acid pentru a neglija disocierea acidului lactic și a acidului piruvic. $\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}-\text{COOH} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{H}_3\text{C}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\text{COOH}$ $\varepsilon = \varepsilon^\circ_{\text{ac. piruvic} \text{ac. lactic}} + \frac{0,059}{2} \lg \frac{[\text{ac. piruvic}] \cdot [\text{H}^+]^2}{[\text{ac. lactic}]}$ (1p)	
Din ecuația reacției globale de oxidare a acidului lactic rezultă: $n_{\text{ac. piruvic}} = 3 \cdot n_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}} = 3 \cdot 5 \cdot 10^{-3} = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$ $n_{\text{ac. lactic}} = C_A \cdot V_{s(A)} - n_{\text{ac. piruvic}} = (2 \cdot 10^{-2} - 1,5 \cdot 10^{-2}) \text{ mol} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ (1p)	
$V_s = (50 + 10) \text{ mL} = 6 \cdot 10^{-2} \text{ L}$ $[\text{ac. piruvic}] = \frac{n}{V_s} = \frac{1,5 \cdot 10^{-2}}{6 \cdot 10^{-2}} = 0,25 \text{ M}$ $[\text{ac. lactic}] = \frac{n}{V_s} = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{6 \cdot 10^{-2}} = 0,0833 \text{ M}$ $[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-1,39} = 4,07 \cdot 10^{-2} \text{ M}$ $\varepsilon = -0,19 + \frac{0,059}{2} \lg \frac{0,25 \cdot (4,07 \cdot 10^{-2})^2}{8,33 \cdot 10^{-2}} = -0,26 \text{ V}$ (1p)	

Subiectul IV.A. (15 puncte)

1. $C_7H_8(\ell) + 9O_2(g) \rightarrow 7CO_2(g) + 4H_2O(\ell)$	(1p)	1p
2. $\Delta_c H^\circ_{C_7H_8(\ell)} = 7 \cdot \Delta_f H^\circ_{CO_2(g)} + 4 \cdot \Delta_f H^\circ_{H_2O(\ell)} - 1 \cdot \Delta_f H^\circ_{C_7H_8(\ell)}$ $\Rightarrow \Delta_f H^\circ_{C_7H_8(\ell)} = +13,7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	(1p)	1p
3. $H_2(g) \rightarrow 2H \cdot(g)$ $\Delta_{at} H^\circ_{H_2(g)}$ $C_7H_8(\ell) \rightarrow C_7H_8(g)$ $\Delta_{vap} H^\circ_{C_7H_8(\ell)} = \Delta_f H^\circ_{C_7H_8(g)} - \Delta_f H^\circ_{C_7H_8(\ell)}$ $C_7H_8(g) \rightarrow C_6H_5CH_2 \cdot(g) + H \cdot(g)$ $\Delta H^\circ_{C-H} = 1 \cdot \Delta_f H^\circ_{C_6H_5CH_2 \cdot(g)} + 1 \cdot \Delta_f H^\circ_{H \cdot(g)} - \Delta_f H^\circ_{C_7H_8(g)}$ $\Delta_f H^\circ_{C_7H_8(g)} = \Delta_{vap} H^\circ_{C_7H_8(\ell)} + \Delta_f H^\circ_{C_7H_8(\ell)}$ $\Delta_f H^\circ_{H \cdot(g)} = \frac{1}{2} \cdot \Delta_{at} H^\circ_{H_2(g)}$ $\Delta H^\circ_{C-H} = 1 \cdot \Delta_f H^\circ_{C_6H_5CH_2 \cdot(g)} + \frac{1}{2} \cdot \Delta_{at} H^\circ_{H_2(g)} - \Delta_{vap} H^\circ_{C_7H_8(\ell)} - \Delta_f H^\circ_{C_7H_8(\ell)}$	(3p)	4p
$\Delta_f H^\circ_{C_6H_5CH_2 \cdot(g)} = \Delta_f H^\circ_{C_7H_8(\ell)} + \Delta_{vap} H^\circ_{C_7H_8(\ell)} + \Delta H^\circ_{C-H} - \frac{1}{2} \cdot \Delta_{at} H^\circ_{H_2(g)}$ $\Delta_f H^\circ_{C_6H_5CH_2 \cdot(g)} = 212,1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	(1p)	
4. $\Delta_{vap} G^\circ_{C_7H_8(\ell)} = \Delta_{vap} H^\circ_{C_7H_8(\ell)} - T \cdot \Delta_{vap} S^\circ_{C_7H_8(\ell)}$ $\Delta_{vap} G^\circ_{C_7H_8(\ell)} = 38 - 298 \cdot 99 \cdot 10^{-3} = 8,5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	(1p)	2p
$C_7H_8(\ell) \rightarrow C_7H_8(g)$ $\Delta_{vap} G^\circ_{C_7H_8(\ell)} > 0$ Rezultă că procesul nu este spontan la 298 K. Deci, la 298 K, toluenul este lichid.	(1p)	
5. $C_{14}H_{14}(s) \rightarrow C_{14}H_{14}(g)$ $\Delta_{sub} H^\circ_{C_{14}H_{14}(s)} = \Delta_f H^\circ_{C_{14}H_{14}(g)} - \Delta_f H^\circ_{C_{14}H_{14}(s)}$ $C_{14}H_{14}(g) \rightarrow 2C_6H_5CH_2 \cdot(g)$ $\Delta H^\circ_{C-C} = 2 \cdot \Delta_f H^\circ_{C_6H_5CH_2 \cdot(g)} - \Delta_f H^\circ_{C_{14}H_{14}(g)}$	(2p)	3p
$\Delta H^\circ_{C-C} = 2 \cdot \Delta_f H^\circ_{C_6H_5CH_2 \cdot(g)} - \Delta_f H^\circ_{C_{14}H_{14}(g)} - \Delta_{sub} H^\circ_{C_{14}H_{14}(s)} = 287,7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	(1p)	
6. $\Delta_{vap} S^\circ_{C_7H_8(\ell)} = \frac{\Delta_{vap} H^\circ_{C_7H_8(\ell)}}{T_f} \Rightarrow T_f = \frac{\Delta_{vap} H^\circ_{C_7H_8(\ell)}}{\Delta_{vap} S^\circ_{C_7H_8(\ell)}}$ $T_f = \frac{38}{99 \cdot 10^{-3}} = 383,83 \text{ K} \approx 384 \text{ K} \Rightarrow t_f = 111^\circ \text{C}$	(2p)	2p
7. $P_1 = 1 \text{ atm}$, $T_{f_1} = 384 \text{ K}$ $P_{\text{absolut}} = P_{\text{manometric}} + 1$; $P_2 = P_{\text{absolut}} = 1,1 + 1 = 2,1 \text{ bar}$ $\ln \frac{P_2}{P_1} = -\frac{\Delta_{vap} H^\circ}{R} \cdot \left(\frac{1}{T_{f_2}} - \frac{1}{T_{f_1}} \right)$ $\ln \frac{2,1}{1} = -\frac{38000}{8,314} \cdot \left(\frac{1}{T_{f_2}} - \frac{1}{384} \right) \Rightarrow T_{f_2} = 409,5 \text{ K} \approx 410 \text{ K} \Rightarrow t_{f_2} \approx 137^\circ \text{C}$	(2p)	2p

Subiectul IV.B. (15 puncte)

1. Mecanismul (1) $\text{O}_3 \xrightleftharpoons{\text{rapid}} \text{O}_2 + \text{O} \quad K_P$ $\text{O}_3 + \text{O} \xrightarrow{\text{lent}} 2\text{O}_2$ $2\text{O}_3 \longrightarrow 3\text{O}_2$ Etapă lentă este determinantă de viteză. $\Rightarrow v = k' \cdot P_{\text{O}_3} \cdot P_{\text{O}}$ (1) Din echilibrul rapid: $K_P = \frac{P_{\text{O}_2} \cdot P_{\text{O}}}{P_{\text{O}_3}} \Rightarrow P_{\text{O}} = K_P \cdot \frac{P_{\text{O}_3}}{P_{\text{O}_2}}$ (2) (2p)	
Din relațiile (1) și (2) rezultă: $v = k' \cdot K_P \cdot \frac{P_{\text{O}_3}^2}{P_{\text{O}_2}} \Rightarrow v = k \cdot \frac{P_{\text{O}_3}^2}{P_{\text{O}_2}}, \text{ unde } k = k' \cdot K_P$ Concluzie: Mecanismul (1) este în concordanță cu legea vitezei stabilită experimental. (1p)	6p
Mecanismul (2) $2\text{O}_3 \xrightleftharpoons{\text{rapid}} 2\text{O}_2 + 2\text{O} \quad K_P$ $2\text{O} \xrightarrow{\text{lent}} \text{O}_2$ $2\text{O}_3 \longrightarrow 3\text{O}_2$ Etapă lentă este determinantă de viteză. $\Rightarrow v = k' \cdot P_{\text{O}}^2$ (3) Din echilibrul rapid: $K_P = \frac{P_{\text{O}_2} \cdot P_{\text{O}}^2}{P_{\text{O}_3}^2} \Rightarrow P_{\text{O}}^2 = K_P \cdot \frac{P_{\text{O}_3}^2}{P_{\text{O}_2}^2}$ (4) (2p)	
Din (3) și (4) rezultă: $v = k' \cdot K_P \cdot \frac{P_{\text{O}_3}^2}{P_{\text{O}_2}^2} \Rightarrow v = k \cdot \frac{P_{\text{O}_3}^2}{P_{\text{O}_2}^2}, \text{ unde } k = k' \cdot K_P$ Concluzie: Mecanismul (2) nu este în concordanță cu legea vitezei stabilită experimental. (1p)	
2. $t_1 = 21^\circ\text{C} \Rightarrow T_1 = 294\text{ K}$ $P_{\text{O}_2}^\circ = 0,2\text{ atm}; P_{\text{O}_3}^\circ = \frac{P_{\text{O}_3} \cdot V_{\text{O}_3}}{V_{\text{cilindru}}} = \frac{0,2 \cdot 0,1}{200} = 10^{-4}\text{ atm}$ $P_{\text{O}_2}^\circ \gg P_{\text{O}_3}^\circ \Rightarrow$ presiunea parțială a oxigenului este practic constantă pe parcursul experimentului: $P_{\text{O}_2} = P_{\text{O}_2}^\circ = 0,2\text{ atm} = \text{const} \Rightarrow$ presiunea parțială a oxigenului, P_{O_2}, poate fi înglobată în constanta de viteză. Rezultă că: $v = k_2 \cdot P_{\text{O}_3}^2$, unde $k_2 = \frac{k}{P_{\text{O}_2}^\circ}$ (legea vitezei pentru o reacție de ordinul 2, de forma $2A \rightarrow \text{produsi}$). $v = -\frac{1}{2} \cdot \frac{dP_{\text{O}_3}}{dt} = k_2 \cdot P_{\text{O}_3}^2$ Ecuatia cinetică integrală este: $\frac{1}{P_{\text{O}_3}} - \frac{1}{P_{\text{O}_3}^\circ} = 2k_2 \cdot t \Rightarrow k_2 = \frac{1}{2t} \cdot \left(\frac{1}{P_{\text{O}_3}} - \frac{1}{P_{\text{O}_3}^\circ} \right)$ (2p) $P_{\text{O}_3} = P_{\text{O}_3}^\circ - \frac{97,8}{100} \cdot P_{\text{O}_3}^\circ = 0,022 \cdot P_{\text{O}_3}^\circ$ $k_2 = \frac{1}{2 \cdot 1} \cdot \left(\frac{1}{0,022 \cdot 10^{-4}} - \frac{1}{10^{-4}} \right) = 222272,72\text{ atm}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \Rightarrow k_{294\text{ K}} = k_2 \cdot P_{\text{O}_2}^\circ = 44454,5\text{ min}^{-1}$ sau $k_2 = 3704,5\text{ atm}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \Rightarrow k_{294\text{ K}} = k_2 \cdot P_{\text{O}_2}^\circ = 740,9\text{ s}^{-1}$ (1p)	3p

3. Similar, la $t_2 = -50\text{ }^{\circ}\text{C} \Rightarrow T_2 = 223\text{ K}$ $P_{\text{O}_2}^{\circ} = 0,2\text{ atm}$ $P_{\text{O}_3}^{\circ} = \frac{P_{\text{O}_3} \cdot V_{\text{O}_3}}{V_{\text{cilindru}}} = \frac{0,2 \cdot 0,1}{200} = 10^{-4}\text{ atm}$ $P_{\text{O}_2}^{\circ} \gg P_{\text{O}_3}^{\circ} \Rightarrow$ presiunea parțială a oxigenului este practic constantă pe parcursul experimentului: $P_{\text{O}_2} = P_{\text{O}_2}^{\circ} = 0,2\text{ atm} = \text{const} \Rightarrow$ presiunea parțială a oxigenului, P_{O_2}, poate fi înglobată în constanta de viteză. Rezultă că: $v = k_2 \cdot P_{\text{O}_3}^2$, unde $k_2 = \frac{k}{P_{\text{O}_2}^{\circ}}$ (legea vitezei pentru o reacție de ordinul 2, de forma $2A \rightarrow \text{produsi}$). $\frac{1}{P_{\text{O}_3}} - \frac{1}{P_{\text{O}_3}^{\circ}} = 2k_2 \cdot t \Rightarrow k_2 = \frac{1}{2t} \cdot \left(\frac{1}{P_{\text{O}_3}} - \frac{1}{P_{\text{O}_3}^{\circ}} \right)$ (2p)	3p
$P_{\text{O}_3} = P_{\text{O}_3}^{\circ} - \frac{0,02}{100} \cdot P_{\text{O}_3}^{\circ} = 0,9998 \cdot P_{\text{O}_3}^{\circ}$ $k_2 = \frac{1}{2 \cdot 1} \cdot \left(\frac{1}{0,9998 \cdot 10^{-4}} - \frac{1}{10^{-4}} \right) = 1\text{ atm}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ $\Rightarrow k_{223\text{ K}} = k_2 \cdot P_{\text{O}_2}^{\circ} = 0,2\text{ min}^{-1}$ sau $k_2 = 1,667 \cdot 10^{-2}\text{ atm}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \Rightarrow k_{223\text{ K}} = k_2 \cdot P_{\text{O}_2}^{\circ} = 3,334 \cdot 10^{-3}\text{ s}^{-1}$ (1p)	
4. $k = A \cdot e^{-\frac{E_a}{RT}}$ $\ln \frac{k_{T_1}}{k_{T_2}} = \frac{E_a}{R} \cdot \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) \Rightarrow E_a = \frac{RT_1 T_2}{T_1 - T_2} \ln \frac{k_{T_1}}{k_{T_2}}$ $k_{T_1} = k_{294\text{ K}} = 740,9\text{ s}^{-1}$ $k_{T_2} = k_{223\text{ K}} = 3,334 \cdot 10^{-3}\text{ s}^{-1}$ $E_a = \frac{8,314 \cdot 294 \cdot 223}{294 - 223} \ln \frac{740,9}{3,334 \cdot 10^{-3}} = 94517,6\text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} = 94,5\text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ (3p)	3p

Barem elaborat de:

Prof. Dr. Ionuț-Valentin LEDEȚI, Universitatea de Medicină și Farmacie *Victor Babeș* din Timișoara
 Conf. Dr. Habil. Mihaela MATACHE, Universitatea din București
 Prof. Vasile SOROHAN, Colegiul Național *Costache Negruzzi*, Iași
 Ștefan DIMITRIU, Universitatea din București
 Prof. Iuliana SHAJAANI, Colegiul Național *Matei Basarab*, București
 Prof. Daniela IFTODE, Colegiul Național *Costache Negruzzi*, Iași
 Prof. Carmen-Mihaela VIȘAN, Colegiul Național *Petru Rareș*, Piatra-Neamț
 Prof. Dr. Izabella IRSAL, Liceul Teoretic *Bolyai FARKAS*, Târgu-Mureș