



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

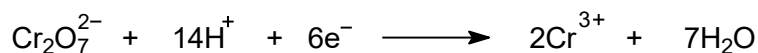
15 puncte

<p>1. 2⁴ stereoisomeri</p> <p style="text-align: right;">(1p)</p> <p style="text-align: right;">(4 X 0,25p = 1p)</p>	<p>2p</p>
<p>2.</p> <p style="text-align: center;">Rha-C10-C10</p> <p style="text-align: right;">(1p)</p>	<p>1p</p>
<p>3.</p> <p style="text-align: center;">X Y T</p> <p style="text-align: right;">(3 X 1p = 3p)</p>	<p>3p</p>
<p>4. Acetonă și CO₂</p> <p style="text-align: right;">(2 X 1p = 2p)</p>	<p>2p</p>
<p>5.</p> <p style="text-align: center;">A B D E F</p> <p style="text-align: right;">(5 X 1p = 5p)</p>	<p>5p</p>
<p>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)</p>	<p>2p</p>

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

<p>5. a) – [Cr³⁺]; b) – [lactat]; c) – [acid lactic]; d) – [Cr₂O₇²⁻]</p> <p style="text-align: right;">(4 X 0,5p = 2p)</p>	2p												
<p>6. La echivalență, s-au consumat:</p> $n_{H^+_{cons(1)}} = n_{lactat\ ad} = C_{lactat} \cdot V_s(e) = 2 \cdot 0,075 = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol (protonarea lactatului)}$ $n_{H^+_{cons(2)}} = 8 \cdot n_{Cr_2O_7^{2-}} = 8 \cdot C_{Cr_2O_7^{2-}} \cdot V_s(B) = 8 \cdot 0,1 \cdot 5 \cdot 10^{-2} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ mol (în reacția redox)}$ $n_{H^+_{cons}} = (1,5 \cdot 10^{-2} + 4 \cdot 10^{-2}) \text{ mol} = 5,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$ <p style="text-align: right;">(1p)</p>													
$n_{H_2SO_4} = C_M \cdot V_s(B) = 1 \cdot 0,05 = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$ <p>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.</p> $n_{HSO_4^-} = n_{init} - n_{disoc} = 0,05 - 0,005 = 0,045 \text{ mol}$ $n_{SO_4^{2-}} = 0,005 \text{ mol}$ <p style="text-align: right;">(1p)</p>													
<p>HSO₄⁻ este un acid mai tare decât acidul piruvic și pHe este scăzut comparativ cu pKa (ac.piruvic), astfel încât se poate neglija disocierea acidului piruvic.</p> $HSO_4^- \rightleftharpoons H^+ + SO_4^{2-}$ <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <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> <p style="text-align: right;">(1p)</p>	I (mol)	0,045	0	0,005	C/F (mol)	-x	+x	+x	E (mol)	(0,045-x)	x	(0,005+x)	5p
I (mol)	0,045	0	0,005										
C/F (mol)	-x	+x	+x										
E (mol)	(0,045-x)	x	(0,005+x)										
$V_s(e) = 50 + 7,5 = 57,5 \text{ mL} = 5,75 \cdot 10^{-2} \text{ L}$ $[H^+]_e = \frac{x}{V_s(e)}$ $[HSO_4^-]_e = \frac{0,045 - x}{V_s(e)}$ $[SO_4^{2-}]_e = \frac{0,005 + x}{V_s(e)}$ $K_a = \frac{[H^+]_e \cdot [SO_4^{2-}]_e}{[HSO_4^-]_e}$ $\Rightarrow K_a = \frac{\frac{x}{V_s(e)} \cdot \frac{0,005 + x}{V_s(e)}}{\frac{0,045 - x}{V_s(e)}} = \frac{x \cdot (0,005 + x)}{V_s(e) \cdot (0,045 - x)}$ <p style="text-align: right;">(1p)</p>													
$0,012 = \frac{x \cdot (0,005 + x)}{0,0575(0,045 - x)} \Rightarrow x^2 + 5,69 \cdot 10^{-3}x - 3,105 \cdot 10^{-5} = 0 \Rightarrow x = 3,412 \cdot 10^{-3}$ $[H^+]_e = \frac{x}{V_s(e)} = \frac{3,412 \cdot 10^{-3}}{5,75 \cdot 10^{-2}} = 0,05934 \text{ M} \Rightarrow pH_e = -\lg[H^+] = 1,23$ <p style="text-align: right;">(1p)</p>													

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:



$$\varepsilon = \varepsilon^\circ_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}, \text{H}^+|\text{Cr}^{3+}} + \frac{0,059}{6} \lg \frac{[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}] \cdot [\text{H}^+]^{14}}{[\text{Cr}^{3+}]^2}$$

(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:

$$n_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \text{ (react)}} = \frac{n_{\text{lactat ad}}}{3} = \frac{10^{-2}}{3} \text{ mol}$$

$$n_{\text{Cr}^{3+} \text{ (format)}} = 2 \cdot \frac{n_{\text{lactat ad}}}{3} = 2 \cdot \frac{10^{-2}}{3} \text{ mol} = 6,67 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \text{ (nereact)}} = n_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}} - n_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \text{ (react)}} = \left(5 \cdot 10^{-3} - \frac{10^{-2}}{3} \right) \text{ mol} = 1,67 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \quad (1\text{p})$$

$$V_s = (50 + 5) \text{ mL} = 5,5 \cdot 10^{-2} \text{ L}$$

$$[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}] = \frac{n}{V_s} = \frac{1,67 \cdot 10^{-3}}{5,5 \cdot 10^{-2}} = 3,03 \cdot 10^{-2} \text{ M}$$

$$[\text{Cr}^{3+}] = \frac{n}{V_s} = \frac{6,67 \cdot 10^{-3}}{5,5 \cdot 10^{-2}} = 0,121 \text{ M}$$

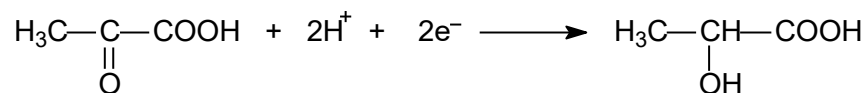
$$[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-0,56} = 0,275 \text{ M}$$

$$\varepsilon = 1,36 + \frac{0,059}{6} \lg \frac{3,03 \cdot 10^{-2} \cdot 0,275^{14}}{0,121^2} = 1,29 \text{ V} \quad (1\text{p})$$

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.



$$\varepsilon = \varepsilon^\circ_{\text{ac. piruvic}|\text{ac. lactic}} + \frac{0,059}{2} \lg \frac{[\text{ac. piruvic}] \cdot [\text{H}^+]^2}{[\text{ac. lactic}]} \quad (1\text{p})$$

Din ecuația reacției globale de oxidare a acidului lactic rezultă:

$$n_{\text{ac. piruvic}} = 3 \cdot n_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}} = 3 \cdot 5 \cdot 10^{-3} = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$n_{\text{ac. lactic}} = C_A \cdot V_{s(A)\text{ad}} - n_{\text{ac. piruvic}} = (2 \cdot 10^{-2} - 1,5 \cdot 10^{-2}) \text{ mol} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \quad (1\text{p})$$

$$V_s = (50 + 10) \text{ mL} = 6 \cdot 10^{-2} \text{ L}$$

$$[\text{ac. piruvic}] = \frac{n}{V_s} = \frac{1,5 \cdot 10^{-2}}{6 \cdot 10^{-2}} = 0,25 \text{ M}$$

$$[\text{ac. lactic}] = \frac{n}{V_s} = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{6 \cdot 10^{-2}} = 0,0833 \text{ M}$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-1,39} = 4,07 \cdot 10^{-2} \text{ M}$$

$$\varepsilon = -0,19 + \frac{0,059}{2} \lg \frac{0,25 \cdot (4,07 \cdot 10^{-2})^2}{8,33 \cdot 10^{-2}} = -0,26 \text{ V} \quad (1\text{p})$$

Subiectul IV.A. (15 puncte)

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

Subiectul IV.B. (15 puncte)

<p>1. Mecanismul (1)</p> $\text{O}_3 \xrightleftharpoons{\text{rapid}} \text{O}_2 + \text{O} \quad K_P$ $\text{O}_3 + \text{O} \xrightarrow{\text{lent}} 2\text{O}_2$ <hr/> $2\text{O}_3 \longrightarrow 3\text{O}_2$ <p>Etapa lentă este determinantă de viteză. $\Rightarrow v = k' \cdot P_{\text{O}_3} \cdot P_{\text{O}}$ (1)</p> <p>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)</p>	
<p>Din relațiile (1) și (2) rezultă:</p> $v = k' \cdot K_P \cdot \frac{P_{\text{O}_3}^2}{P_{\text{O}_2}} \Rightarrow v = k \cdot \frac{P_{\text{O}_3}^2}{P_{\text{O}_2}}, \text{ unde } k = k' \cdot K_P$ <p>Concluzie: Mecanismul (1) este în concordanță cu legea vitezei stabilită experimental. (1p)</p>	6p
<p>Mecanismul (2)</p> $2\text{O}_3 \xrightleftharpoons{\text{rapid}} 2\text{O}_2 + 2\text{O} \quad K_P$ $2\text{O} \xrightarrow{\text{lent}} \text{O}_2$ <hr/> $2\text{O}_3 \longrightarrow 3\text{O}_2$ <p>Etapa lentă este determinantă de viteză. $\Rightarrow v = k' \cdot P_{\text{O}}^2$ (3)</p> <p>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)</p>	
<p>Din (3) și (4) rezultă: $v = k' \cdot K_P \cdot \frac{P_{\text{O}_3}^2}{P_{\text{O}_2}^2} \Rightarrow v = k \cdot \frac{P_{\text{O}_3}^2}{P_{\text{O}_2}^2}, \text{ unde } k = k' \cdot K_P$</p> <p>Concluzie: Mecanismul (2) nu este în concordanță cu legea vitezei stabilită experimental. (1p)</p>	
<p>2. $t_1 = 21 \text{ }^\circ\text{C} \Rightarrow T_1 = 294 \text{ K}$</p> $P_{\text{O}_2}^\circ = 0,2 \text{ atm}; P_{\text{O}_3}^\circ = \frac{P_{\text{O}_3} \cdot V_{\text{O}_3}}{V_{\text{cilindru}}} = \frac{0,2 \cdot 0,1}{200} = 10^{-4} \text{ atm}$ <p>$P_{\text{O}_2}^\circ \gg P_{\text{O}_3}^\circ \Rightarrow$ 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.</p> <p>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 $2A \rightarrow \text{produsi}$). $v = -\frac{1}{2} \cdot \frac{dP_{\text{O}_3}}{dt} = k_2 \cdot P_{\text{O}_3}^2$</p> <p>Ecuția 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>	3p
$P_{\text{O}_3} = P_{\text{O}_3}^\circ - \frac{97,8}{100} \cdot P_{\text{O}_3}^\circ = 0,022 \cdot P_{\text{O}_3}^\circ$ $k_2 = \frac{1}{2 \cdot 1} \cdot \left(\frac{1}{0,022 \cdot 10^{-4}} - \frac{1}{10^{-4}} \right) = 222272,72 \text{ atm}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \Rightarrow k_{294 \text{ K}} = k_2 \cdot P_{\text{O}_2}^\circ = 44454,5 \text{ min}^{-1}$ <p>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)</p>	

<p>3. Similar, la $t_2 = -50\text{ }^\circ\text{C} \Rightarrow T_2 = 223\text{ K}$</p> <p>$P_{O_2}^\circ = 0,2\text{ atm}$</p> $P_{O_3}^\circ = \frac{P_{O_3} \cdot V_{O_3}}{V_{\text{cilindru}}} = \frac{0,2 \cdot 0,1}{200} = 10^{-4}\text{ atm}$ <p>$P_{O_2}^\circ \gg P_{O_3}^\circ \Rightarrow$ presiunea parțială a oxigenului este practic constantă pe parcursul experimentului: $P_{O_2} = P_{O_2}^\circ = 0,2\text{ atm} = \text{const} \Rightarrow$ presiunea parțială a oxigenului, P_{O_2}, poate fi înglobată în constanta de viteză. Rezultă că: $v = k_2 \cdot P_{O_3}^2$, unde $k_2 = \frac{k}{P_{O_2}}$ (legea vitezei pentru o reacție de ordinul 2, de forma $2A \rightarrow \text{produsi}$).</p> $\frac{1}{P_{O_3}} - \frac{1}{P_{O_3}^\circ} = 2k_2 \cdot t \Rightarrow k_2 = \frac{1}{2t} \cdot \left(\frac{1}{P_{O_3}} - \frac{1}{P_{O_3}^\circ} \right)$ <p style="text-align: right;">(2p)</p>	3p
$P_{O_3} = P_{O_3}^\circ - \frac{0,02}{100} \cdot P_{O_3}^\circ = 0,9998 \cdot P_{O_3}^\circ$ $k_2 = \frac{1}{2 \cdot 1} \cdot \left(\frac{1}{0,9998 \cdot 10^{-4}} - \frac{1}{10^{-4}} \right) = 1\text{ atm}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ <p>$\Rightarrow k_{223\text{ K}} = k_2 \cdot P_{O_2}^\circ = 0,2\text{ min}^{-1}$</p> <p>sau $k_2 = 1,667 \cdot 10^{-2}\text{ atm}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \Rightarrow k_{223\text{ K}} = k_2 \cdot P_{O_2}^\circ = 3,334 \cdot 10^{-3}\text{ s}^{-1}$</p> <p style="text-align: right;">(1p)</p>	
<p>4.</p> $k = A \cdot e^{-\frac{E_a}{RT}}$ $\ln \frac{k_{T_1}}{k_{T_2}} = \frac{E_a}{R} \cdot \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) \Rightarrow E_a = \frac{RT_1 T_2}{T_1 - T_2} \ln \frac{k_{T_1}}{k_{T_2}}$ <p>$k_{T_1} = k_{294\text{ K}} = 740,9\text{ s}^{-1}$</p> <p>$k_{T_2} = k_{223\text{ K}} = 3,334 \cdot 10^{-3}\text{ s}^{-1}$</p> $E_a = \frac{8,314 \cdot 294 \cdot 223}{294 - 223} \ln \frac{740,9}{3,334 \cdot 10^{-3}} = 94517,6\text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} = 94,5\text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ <p style="text-align: right;">(3p)</p>	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