

XIII Ogólnopolski Podkarpacki Konkurs Chemiczny – 2021/2022

ETAP II – 18.12.2021 r. Godz. 11.30-13.30



Uwaga! Masy molowe pierwiastków podano na końcu zestawu.

Zadanie 1 (12 pkt)

1. Złoto rozтворя się wg równania: $x \text{ Au} + 8 \text{ KCN} + y \text{ O}_2 + 2 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow 4 \text{ K}[\text{Au}(\text{CN})_2] + z \text{ KOH}$.
Współczynniki stechiometryczne x , y i z , to odpowiednio:

- a) $x = 4, y = 2, z = 2$
b) $x = 2, y = 2, z = 4$
c) $x = 4, y = 1, z = 4$
d) $x = 4, y = 1, z = 1$

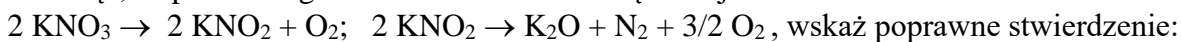
2. $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$ to chlorek heksaakwachromu, ze stopniem utlenienia Cr równym:

- a) II
b) III
c) -III
d) VI

3. Wodorosiarczek potasu hydroлізуje, a produktami reakcji są:

- a) KOH i OH^-
b) HS^- i KOH
c) HS^- , H_2S i OH^-
d) H_2S , OH^-

4. Wiedząc, że podczas ogrzewania KNO_3 zachodzą reakcje:



- a) jest to proces egzotermiczny
b) KNO_3 jest reduktorem
c) KNO_2 jest reduktorem
d) brak poprawnej odpowiedzi

5. Równanie reakcji: $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3 \rightarrow 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O}$ opisuje rozтворяanie miedzi:

- a) w stężonym kwasie azotowym(V)
b) w rozcieńczonym kwasie azotowym(V)
c) w wodzie królewskiej
d) stężenie kwasu azotowego(V) nie ma wpływu na przebieg reakcji

6. Wskaż, który z poniższych podstawników będąc w sześciocząłowym pierścieniu aromatycznym kieruje kolejny podstawnik w pozycję 3:

- a) -OH
b) -CH₃
c) -CHO
d) -F

7. Nadtlenki zawierają:

- a) anion O_2^-
- b) anion O^{2-}
- c) anion O_2^{2-}
- d) anion O_3^{2-}

8. Halogenki to:

- a) Cl, Br, I, At, Rn
- b) brak takich związków
- c) znane są tylko halogenki litowców;
- d) związki halogenów z innymi pierwiastkami

9. Jon bis(tiosiarczano)srebrzanowy(I) to:

- a) $[Ag(SO_3)_2]^{3-}$
- b) $[Ag(S_2O_3)_2]^-$
- c) $[Ag(S_2O_3)_2]^{2-}$
- d) $[Ag(S_2O_3)_2]^{3-}$

10. Hybrydyzacja kolejnych atomów węgla (licząc od lewej do prawej strony) w cząsteczce $CH_3CH=CHCN$ wynosi odpowiednio:

- a) sp^3, sp, sp, sp^2
- b) sp^3, sp^2, sp^2, sp
- c) sp^3, sp^2, sp^2, sp^3
- d) sp^3, sp^2, sp^2, sp^2

11. Związki kompleksowe tworzone są przez:

- a) kwasy i zasady Bronsteda;
- b) kwasy Lewisa (atom lub jon metalu) i zasady Lewisa (ligandy)
- c) kwasy i zasady Arheniusa;
- d) kwasy Lewisa i zasady Bronsteda

12. Wskaż szereg z kwasami ułożonymi wg wzrastającej ich mocy:

- a) $HClO, HClO_2, HClO_4, HClO_3$
- b) $HClO_4, HClO_3, HClO_2, HClO$
- c) $HClO, HClO_3, HClO_2, HClO_4$
- d) $HClO, HClO_2, HClO_3, HClO_4$

Łącznie zadanie 1: 12 pkt

Zadanie 2 (20 pkt)

Do roztworu o objętości 25 cm^3 zawierającego kwas siarkowy(VI) o stężeniu $0,1 \text{ mmol/cm}^3$ oraz bromek amonu o stężeniu $0,1 \text{ mmol/cm}^3$ dodano 25 cm^3 roztworu wodorotlenku baru o stężeniu $0,12 \text{ mmol/cm}^3$. Do uzyskanego roztworu następnie wprowadzono 125 cm^3 gazowego amoniaku pod ciśnieniem $0,1 \text{ MPa}$ w temperaturze 30°C .

- Oblicz:
 - ilość milimoli kwasu siarkowego(VI) w roztworze wyjściowym,
 - ilość milimoli gazowego amoniaku wprowadzonego do roztworu zakładając, że jest gazem doskonałym.
- Zapisz jonowo równania wszystkich możliwych reakcji przebiegających po zmieszaniu roztworów.
- Podaj wzory i nazwy oraz ilości jonów (w milimolach) przed i po zakończeniu poszczególnych reakcji. Dla kwasu siarkowego(VI) wykonaj oddzielnie obliczenia bez uwzględniania stałej dysocjacji $K_{a2}(\text{H}_2\text{SO}_4)$ oraz z uwzględnieniem $K_{a2}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1,3 \cdot 10^{-2}$.
- Oblicz stężenie jonów wodorowych $[\text{mol/dm}^3]$ i pH roztworu zawierającego jony NH_4^+ oraz dodany NH_3 . $K_a(\text{NH}_4^+) = 6,3 \cdot 10^{-10}$.
- Oblicz stężenia molowe wskazanych poniżej jonów w roztworze końcowym. Dla związków trudno rozpuszczalnych założyć, że ich rozpuszczalność wynosi zero.
 - $[\text{Ba}^{2+}]$,
 - $[\text{NH}_4^+]$,
 - $[\text{Br}^-]$,
 - $[\text{H}_3\text{O}^+]$,
 - $[\text{OH}^-]$,
 - $[\text{SO}_4^{2-}]$,
 - $[\text{HSO}_4^-]$

Przykładowe rozwiązanie

Ad.1. Ilości milimoli kwasu siarkowego(VI) i amoniaku

<p>a) H_2SO_4; $n = c \cdot V = 0,1 \text{ mmol/cm}^3 \cdot 25 \text{ cm}^3 = 2,5 \text{ mmol}$</p> <p>b) NH_3; z równania stanu gazu doskonałego ($pV = nRT$)</p> $n_{\text{NH}_3} = \frac{pV}{RT} = \frac{0,1 \cdot 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot 125 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3}{8,314 \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 303,15 \text{ K}} = 0,005 \text{ mol} = 5 \text{ mmol}$	2 pkt
--	-------

Ad.2. Równania jonowe reakcji przebiegające po zmieszaniu roztworów

<p>W roztworze zachodzą reakcje (odpowiednich jonów):</p> <ul style="list-style-type: none">kwasu siarkowego(VI) z wodorotlenku baru z i powstaje trudno rozpuszczalny siarczan(VI) baru (reakcje 1 i 2),bromku amonu z wodorotlenku baru z i powstaje amoniak (reakcja 5)reakcje zobojętnienia (równania 3 i 4)
--

L.p.	Reakcja	
1	$SO_4^{2-} + Ba^{2+} \rightarrow BaSO_4\downarrow$	0,5 pkt
2	$HSO_4^- + Ba^{2+} \rightarrow BaSO_4\downarrow + H^+$, <i>lub</i> $HSO_4^- + Ba^{2+} \xrightarrow{H_2O} BaSO_4\downarrow + H_3O^+$	0,5 pkt
3	$H_3O^+ + OH^- \rightleftharpoons 2H_2O$, <i>lub</i> $H^+ + OH^- \rightleftharpoons H_2O$	0,5 pkt
4	$HSO_4^- + OH^- \rightleftharpoons H_2O + SO_4^{2-}$	0,5 pkt
5	$NH_4^+ + OH^- \rightleftharpoons NH_3 \cdot H_2O$	0,5 pkt

Ad. 3. Wzory i nazwy oraz ilości jonów (w milimolach) przed reakcją i po zakończeniu reakcji.

A. Przed reakcją jonów		
<p style="text-align: center;">Kwas siarkowy(VI)</p> <ul style="list-style-type: none"> Bez uwzględnienia stałej dysocjacji K_{a2} <p>Roztwór zawierał 2,5 milimoli kwasu siarkowego(VI) - H_2SO_4, zatem w roztworze: ($H_2SO_4 \rightarrow 2H^+ + SO_4^{2-}$ <i>lub</i> $H_2SO_4 + 2 H_2O \rightarrow 2 H_3O^+ + SO_4^{2-}$), zatem w roztworze: 5 milimoli H_3O^+ (jony hydroniowe) <i>lub</i> 5 milimoli H^+ (jony wodorowe), oraz 2,5 milimola SO_4^{2-} (jony siarczanowe(VI))</p>		1,5 pkt
<ul style="list-style-type: none"> Z uwzględnieniem stałej dysocjacji $K_{a2} (H_2SO_4) = 1,3 \cdot 10^{-2}$ $C_K \quad C_K \quad C_K$ $H_2SO_4 \rightarrow HSO_4^- + H^+$ $C_K - x \quad x \quad x$ $HSO_4^- \rightleftharpoons SO_4^{2-} + H^+$ $K_{a2} = \frac{[H^+] \cdot [SO_4^{2-}]}{[HSO_4^-]} = \frac{(x + C_k) \cdot x}{C_k - x}$ <p>Wariant 1 (założenie: $C_K \gg x$, obliczenia wg wzorów uproszczonych)</p> $K_{a2} = \frac{C_k \cdot x}{C_k} = x = [SO_4^{2-}] = 1,3 \cdot 10^{-2} M$ $n_{SO_4^{2-}} = [SO_4^{2-}] \cdot V = 1,3 \cdot 10^{-2} \frac{mmol}{cm^3} \cdot 25 cm^3 = \mathbf{0,32 mmol}$ $n_{HSO_4^-} = 2,5 mmol - 0,32 mmol = \mathbf{2,18 mmol}$ $n_{H^+} = 2,5 mmol + 0,32 mmol = \mathbf{2,82 mmol}$ <p>Sprawdzenie bilansu ładunku jonów ($2 \cdot 0,32 mmol + 2,18 mmol$) = 2,82 mmol ($V = const.$)</p> <p>Wariant 2 (założenie: $C_K \approx x$, obliczenia pełne, bez wzorów uproszczonych)</p> $K_{a2} = \frac{(x + C_k) \cdot x}{C_k - x}$ $K_{a2}(C_k - x) = x^2 + C_k \cdot x; \quad K_{a2}C_k - K_{a2}x = x^2 + C_k \cdot x; \quad x^2 + C_k \cdot x + K_{a2}x - K_{a2}C_k = 0$ $x^2 + x(C_k + K_{a2}) - K_{a2}C_k = 0 \text{ (równanie kwadratowe)}$		3 pkt

$\Delta = (C_k + K_{a2})^2 + 4K_{a2}C_k; \quad \sqrt{\Delta} = \sqrt{(C_k + K_{a2})^2 + 4K_{a2}C_k}$ <p>Pierwiastki równania</p> $x_1 = \frac{-(C_k + K_{a2}) - \sqrt{(C_k + K_{a2})^2 + 4K_{a2}C_k}}{2} = \text{wartość ujemna (nierealna jako stężenie jonów)}$ $x_2 = \frac{-(C_k + K_{a2}) + \sqrt{(C_k + K_{a2})^2 + 4K_{a2}C_k}}{2}$ $x_2 = \frac{-(0,1 + 1,3 \cdot 10^{-2}) + \sqrt{(0,1 + 1,3 \cdot 10^{-2})^2 + 4 \cdot (0,1 \cdot 1,3 \cdot 10^{-2})}}{2} = 1,05 \cdot 10^{-2} M$ $n_{SO_4^{2-}} = [SO_4^{2-}] \cdot V = 1,05 \cdot 10^{-2} \frac{mmol}{cm^3} \cdot 25 cm^3 = 0,26 mmol$ $n_{HSO_4^-} = 2,5 mmol - 0,26 mmol = 2,24 mmol$ $n_{H^+} = 2,5 mmol + 0,26 mmol = 2,76 mmol$ <p>Sprawdzenie bilansu ładunku jonów $(2 \cdot 0,26 mmol + 2,24 mmol) = 2,76 mmol$ ($V = const$)</p>									
<p style="text-align: center;">Bromek amonu (NH₄Br)</p> <p>W roztworze: 2,5 milimola bromku amonu, tj. 2,5 milimola jonów NH₄⁺ i 2,5 milimola jonów Br⁻</p>	0,5 pkt								
<p style="text-align: center;">Wodorotlenek baru Ba(OH)₂</p> <p>W roztworze 3 milimole Ba(OH)₂, tj. 3 milimole jonów Ba²⁺ i 6 milimoli jonów OH⁻</p>	0,5 pkt								
<p style="text-align: center;">Po reakcji jonów</p>									
<p style="text-align: center;">Jony SO₄²⁻ i HSO₄⁻</p> <p>W roztworze brak jonów SO₄²⁻ i HSO₄⁻, tworzą trudno rozpuszczalny osad BaSO₄ (w ilości 2,5 milimola)</p>	0,5 pkt								
<p style="text-align: center;">Jony OH⁻</p> <p>Jony OH⁻ z Ba(OH)₂ - brak Jony OH⁻ (6 milimoli) pochodzące z Ba(OH)₂ zobojętniają kwas siarkowy(VI) - (5 milimoli OH⁻), pozostałe jony OH⁻ (1 milimol) przereagowują z jonami NH₄⁺ wytwarzając 1 milimol NH₃·H₂O</p>	1 pkt								
<p style="text-align: center;">Jony Ba²⁺, Br⁻, NH₄⁺ oraz NH₃·H₂O</p> <p>Do roztworu dodano 5 milimoli gazowego amoniaku NH_{3(g)}. Po reakcji w roztworze obecne jony i cząsteczki (mmol):</p> <table style="margin-left: 20px;"> <tr><td>Ba²⁺</td><td>- 0,5</td></tr> <tr><td>Br⁻</td><td>- 2,5</td></tr> <tr><td>NH₄⁺</td><td>- 1,5</td></tr> <tr><td>NH₃·H₂O</td><td>- 6</td></tr> </table>	Ba ²⁺	- 0,5	Br ⁻	- 2,5	NH ₄ ⁺	- 1,5	NH ₃ ·H ₂ O	- 6	2 pkt
Ba ²⁺	- 0,5								
Br ⁻	- 2,5								
NH ₄ ⁺	- 1,5								
NH ₃ ·H ₂ O	- 6								

Ad. 4. Stężenie jonów wodorowych i pH roztworu

$NH_4^+ \rightleftharpoons NH_3 + H^+$ $K_{NH_4^+} = \frac{[NH_3] \cdot [H^+]}{[NH_4^+]} \quad [mol/dm^3]$	3 pkt
--	-------

$[H^+] = K_{NH_4^+} \cdot \frac{[NH_4^+]}{[NH_3]} \quad [\text{mol/dm}^3]$ $V_{r-ru} = \text{const.}$ $[H^+] = 6,3 \cdot 10^{-10} [\text{mol/dm}^3] \cdot \frac{1,5 \text{ mmol}}{6 \text{ mmol}} = 1,6 \cdot 10^{-10} \quad [\text{mol/dm}^3]$ <p>Wykładnik stężenia jonów wodorowych (pH) roztworu zawierającego NH₃ oraz NH₄⁺ obliczony:</p> <ul style="list-style-type: none"> zgodnie z równaniem: $pH = -\log 1,6 \cdot 10^{-10} = 9,8$ lub wg wzoru w formie wykładniczej: $pH = pK_{NH_4^+} + \log \frac{[NH_3]}{[NH_4^+]} = 9,2 + \log \frac{6 \text{ mmol}}{1,5 \text{ mmol}} = 9,8$ 	
---	--

Ad. 5.

Dla objętości roztworu 50 cm ³ , końcowe stężenia jonów wynoszą:		
L.p.	Stężenie jonów	
a	$[Ba^{2+}] = 0,5 \text{ mmol}/50 \text{ cm}^3 = 0,01 \text{ mmol/cm}^3 = \mathbf{0,01} \text{ mol/dm}^3$	0,5 pkt
b	$[NH_4^+] = 1,5 \text{ mmol}/50 \text{ cm}^3 = 0,03 \text{ mmol/cm}^3 = \mathbf{0,03} \text{ mol/dm}^3$	0,5 pkt
c	$[Br^-] = 2,5 \text{ mmol}/50 \text{ cm}^3 = 0,05 \text{ mmol/cm}^3 = \mathbf{0,05} \text{ mol/dm}^3$	0,5 pkt
d	$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-9,8} = \mathbf{1,6 \cdot 10^{-10}} \text{ mol/dm}^3$	0,5 pkt
e	$[OH^-] = \frac{K_{H_2O}}{[H^+]} = \frac{10^{-14}}{1,6 \cdot 10^{-10}} = \mathbf{6,3 \cdot 10^{-5}} \text{ mol/dm}^3$	0,5 pkt
f	$[SO_4^{2-}] = \mathbf{0} \text{ mol/dm}^3$	0,5 pkt
g	$[HSO_4^-] = \mathbf{0} \text{ mol/dm}^3$	0,5 pkt

Łącznie zadanie 2: 20 pkt.

Zadanie 3 (28 pkt)

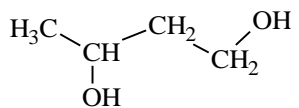
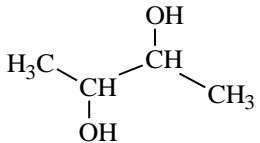
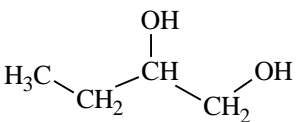
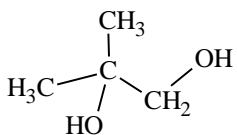
Pewien związek organiczny **1** spala się jasnym płomieniem, nie stwierdzono w nim obecności azotu, siarki, fluorowców i fosforu. Związek ten rozpuszcza się w wodzie i nie rozpuszcza się w eterze. Reaguje z sodem i daje pozytywny wynik próby z kwasem borowym. Po dodaniu związku **1** do siarczanu(VI) miedzi(II), w środowisku zasadowym roztwór barwi się na szafirowo. Spalenie próbki związku **1** o masie 0,257 g daje 0,502 g CO₂ i 0,2565 g H₂O. Masa cząsteczkowa związku **1** wynosi 90 u. Związek **1** nie ulega próbie jodoformowej, w środowisku kwaśnym przekształca się w związek **2**, który reaguje z 2,4-dinitrofenylohydrazyną i daje pozytywny wynik próby Fehlinga.

A. Podaj (wyznacz) wzór najprostszy i wzór rzeczywisty związku **1**. Podane wzory uzasadnij odpowiednimi obliczeniami.

B. Narysuj dwa izomery położenia, dwa izomery łańcuchowe i dwa izomery grup funkcyjnych związku o wyznaczonym wzorze rzeczywistym oraz podaj nazwy tych izomerów.

- C. Podaj wzór strukturalny i nazwę związku **1**.
- D. Napisz reakcje związku **1** z sodem, kwasem borowym, siarczanem(VI) miedzi(II) w środowisku zasadowym oraz reakcję przekształcenia związku **1** w związek **2** pod wpływem kwasu.
- E. Podaj wzór strukturalny i nazwę związku **2**.
- F. Napisz równanie reakcji związku **2** z 2,4-dinitrofenylohydrazyną i odczynnikiem Fehlinga.
- G. Zaproponuj trzy metody otrzymywania związku **1**, za każdym razem wychodząc z innego substratu (z różnych klas związków organicznych). Podaj odpowiednie równania reakcji i nazwy tych substratów.
- H. Podaj jaki rodzaj izomerii przestrzennej wykazuje związek **1** (oprócz konformacyjnej).
- I. Napisz równanie reakcji związku **2** ze związkiem **1** w środowisku kwaśnym. Podaj, jakie zastosowanie ma taka reakcja?
- J. Podaj, co powstanie jeżeli na związek **2** podziałamy zasadą sodową, a następnie ogrzejemy mieszaninę reakcyjną, podaj odpowiednie równania reakcji i nazwę półproduktu i produktu końcowego.

Przykładowe rozwiązanie

A	$44 \text{ g CO}_2 - 12 \text{ g C} \qquad\qquad\qquad 18 \text{ g H}_2\text{O} - 2 \text{ g H}$ $0,502 \text{ g CO}_2 - x, \quad x = 0,1369 \text{ g C} \qquad\qquad\qquad 0,2565 \text{ g H}_2\text{O} - y, \quad y = 0,0285 \text{ g H}$	0,5 pkt	
	Masa tlenu w próbce: $m_{\text{O}} = 0,257 \text{ g} - 0,1369 \text{ g} - 0,0285 \text{ g} = 0,0916 \text{ g O}$		
	Ilość moli poszczególnych pierwiastków w badanym związku wynosi: węgiel: $0,1369/12 \text{ [g/g/mol]} = 0,0114 \text{ mola C}$ wodór: $0,0285/1 \text{ [g/g/mol]} = 0,0285 \text{ mola H}$ tlen: $0,0916/16 \text{ [g/g/mol]} = 0,0057 \text{ mola O}$ Wzór najprostszy: $\text{C} : \text{H} : \text{O} = 0,0114 : 0,0285 : 0,0057 = 2 : 5 : 1$, czyli C₂H₅O		0,5 pkt
	Masa cząsteczkowa wynikająca ze wzoru najprostszego: $2 \cdot 12 \text{ u} + 5 \cdot 1 \text{ u} + 1 \cdot 16 \text{ u} = 45 \text{ u}$, $90/45 = 2$ – zatem wzór rzeczywisty związku: C₄H₁₀O₂	0,5 pkt	
B	Izomery położenia:	2x0,5 pkt	
			
	butano-1,3-diol		butano-2,3-diol
	Izomery łańcuchowe:	2x0,5 pkt	
			
	butano-1,2-diol	2-metylopropano-1,2-diol	2x0,5 pkt

	Izomery grup funkcyjnych:		2x0,5 pkt
	butano-1,4-diol	3-metoksypropan-1-ol	2x0,5 pkt
C			1 pkt
	butano-1,2-diol		1 pkt
			1 pkt
			1 pkt
D	$\text{CuSO}_4 + 2 \text{NaOH} \longrightarrow \text{Cu(OH)}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$		
			1 pkt
			1 pkt
E			1 pkt
	butanal		1 pkt
			1 pkt
F	$\text{CuSO}_4 + 2 \text{NaOH} \longrightarrow \text{Cu(OH)}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$		
			1 pkt
			1 pkt
G	1,2-dichlorobutan		0,5 pkt
			1 pkt
	but-1-en		0,5 pkt

	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{HC}(\text{O})-\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{H}^+} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_2\text{OH}$	1 pkt
	1,2-epoksybutan, 2-etyloksiran	0,5 pkt
H	Enancjomerię, ma jedno centrum stereogeniczne	1 pkt
I	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_2\text{OH} + \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CHO} \xrightarrow[\text{-H}_2\text{O}]{\text{H}^+} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{O})-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	1 pkt
	Jest to metoda zabezpieczania grup karbonylowych w aldehydach i ketonach lub grup hydroksylowych	1 pkt
J	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CHO} + \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CHO} \xrightarrow{\text{OH}^-} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}(\text{O})-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	1 pkt
	2-etylo-3-hydroksyheksanal	0,5 pkt
	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}(\text{O})-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \xrightarrow[\text{-H}_2\text{O}]{\text{T}} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{C}(\text{O})-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	1 pkt
	2-etyloheks-2-enal	0,5 pkt

Łącznie zadanie 3: 28 pkt

Informacje dodatkowe

Masy molowe (g/mol): H – 1; C – 12; O – 16

Stała gazowa: $R = 8,314 \frac{\text{N}\cdot\text{m}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$

MPa – jednostka ciśnienia, megapascal