

ODPOWIEDZI

Okręgowy Komitet Egzaminacyjny w Poznaniu  
 Materiał ćwiczeniowy z chemii 2014  
 Poziom rozszerzony

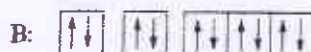
**Zadanie 1. (1 pkt)**

Tworzenie się związku typu  $A_2B$  można przedstawić modelem orbitalowym następująco:

- schemat poziomów energetycznych ilustrujący rozmieszczenie elektronów w atomach A i B (w stanie podstawowym) przed utworzeniem związku.



- schemat poziomów energetycznych ilustrujący rozmieszczenie elektronów w dwóch atomach A i B po utworzeniu związku.



Podaj wzór sumaryczny powstałego związku chemicznego, stopnie utlenienia pierwiastków A i B w związku i określ rodzaj powstałego wiązania chemicznego.

Wzór sumaryczny związku $A_2B$	Stopień utlenienia pierwiastka A	Stopień utlenienia pierwiastka B	Rodzaj wiązania w związku $A_2B$
$Na_2O$	+I	-II	jonowe

**Zadanie 2. (2 pkt)**

Okresy półtrwania nuklidów radioizotopów  $^{25}Na$  i  $^{45}O$  mają się do siebie jak 1:2. Masę początkową próbek obydwu izotopów są sobie równe.

Oblicz stosunek masy izotopu sodu  $^{25}Na$  do masy izotopu tlenu  $^{45}O$  pozostałych po czasie równym czterem okresom półtrwania izotopu sodu.

Obliczenia:

$$\tilde{n}_{\frac{1}{2}} ^{25}Na : \tilde{n}_{\frac{1}{2}} ^{45}O = 1:2 \quad n = \frac{\tilde{n}}{\tilde{n}_{\frac{1}{2}}} \quad m_x = \frac{m_0}{2^n}$$

$$m_0 ^{25}Na = m_0 ^{45}O$$

$$x = 4 \cdot \tilde{n}_{\frac{1}{2}} ^{25}Na = 2 \tilde{n}_{\frac{1}{2}} ^{45}O \quad m_x ^{25}Na = \frac{m_0}{2^n} = \frac{m_0}{2^4} = \frac{m_0}{16}$$

$$\frac{m_x ^{25}Na}{m_x ^{45}O} = ? \quad m_x ^{45}O = \frac{m_0}{2^2} = \frac{m_0}{4}$$

$$\frac{m_x ^{25}Na}{m_x ^{45}O} = \frac{\frac{m_0}{16}}{\frac{m_0}{4}} = \frac{m_0}{16} \cdot \frac{4}{m_0} = \frac{1}{4}$$

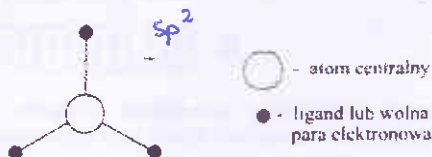
Odpowiedź: 1:4

### Zadanie 3. (1 pkt)

Według teorii VSEPR (ang. Valence Shell Electron Pair Repulsion – odpychanie par elektronowych powłoki walencyjnej) liczba przestrzenna ( $L_p$ ) jest wartością pozwalającą na określenie kształtu cząsteczki. Jest ona równa sumie liczby wiązań  $\sigma$  (sigma) w wiązanach z ligandami i liczbie wolnych par elektronowych dookoła atomu centralnego cząsteczki.

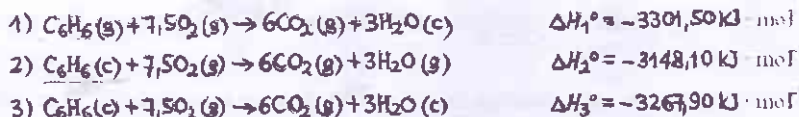
Na podstawie K.-H. Lautenschläger, W. Schröter, A. Wamlinger, *Niewczesne koncepty chemii*, Warszawa 2007.

Spośród przedstawionych poniżej cząsteczek i jonów wybierz, i podkreśl wszystkie, dla których liczba przestrzenna wynosi 3, a kształt cząsteczki lub jonu odpowiada strukturze przedstawionej schematem (schemat nie uwzględnia proporcji rozmiarów atomów ani krotności wiązań w dwublinach).



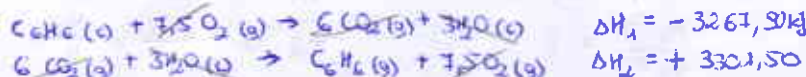
### Zadanie 4. (2 pkt)

Efekt energetyczny spalania jednego mola benzenu w warunkach standardowych można przedstawić na trzy sposoby:



Na podstawie K.-H. Lautenschläger, W. Schröter, A. Wamlinger, *Niewczesne koncepty chemii*, Warszawa 2007.

Oblicz entalpię parowania jednego mola benzenu:  $\text{C}_6\text{H}_6(\text{c}) \rightarrow \text{C}_6\text{H}_6(\text{g})$ ; wynik podaj z dokładnością do jednego miejsca po przecinku. Ustal i napisz, czy parowanie benzenu jest procesem egzotermicznym czy endotermicznym.



$$\Delta H_x = \Delta H_1 + \Delta H_2 = -3267,90 \text{ kJ} + 3301,50 \text{ kJ} = 33,6 \text{ kJ}$$

Ciepło parowania jednego mola benzenu wynosi 33,6 kJ

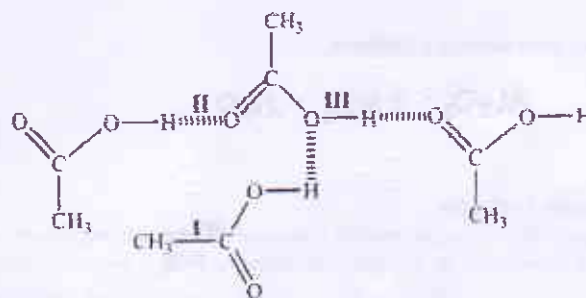
proces ten jest endotermiczny = endoenergetyczny

### Zadanie 5. (2 pkt)

Czysty kwas octowy (etanowy) jest bezbarwną, żrącą cieczą. W stosunku do wyższych homologów charakteryzuje się anomalnie wysoką temperaturą topnienia. W tabeli poniżej podano wartości temperatur topnienia i wrzenia trzech kwasów karboksylowych tworzących szereg homologiczny kwasów alkanowych.

Nazwa kwasu	Temperatura topnienia, °C	Temperatura wrzenia, °C
kwas etanowy	16 °	118,1
kwas propionowy	-20,5	141,3
kwas butanowy	-5,5	163,5

Kryształy stałego kwasu octowego wyglądem przypominają lód i dlatego bezwodny kwas octowy nazywany jest „lodowatym kwasem octowym”. Fragment struktury „lodowatego kwasu octowego” przedstawia rysunek:



- a) Podaj jedną przyczynę anomalnie wysokiej temperatury topnienia kwasu octowego (etanowego).

*Następowanie wiązań wodorowych między cząsteczkami kwasu octowego.*

- b) Podaj nazwy typów wiązań, oznaczonych na rysunku numerami I, II, III, obecnych w strukturze „lodowatego kwasu octowego”. Wybierz jedno określenie spośród następujących:

jonowe, kowalencyjne spolaryzowane, kowalencyjne,  
metaliczne, wodorowe, koordynacyjne

Wiązanie I: *kowalencyjne*

Wiązanie II: *wodorowe*

Wiązanie III: *kowalencyjne spolaryzowane*

**Informacja do zadań 6-7.**

Najliczniejszą grupę mineralów występujących w przyrodzie stanowią glinokrzemiany. Związki te oprócz znaczenia skalotwórczego stanowią także źródło cennych metali (Li, Zr, Ni, stanowią złoża wielu surowców). Kaolin, skaleni, można wśród nich odnaleźć kamienie szlachetne i ozdobne (smaragd, topaz, nefryt). Ze względu na skomplikowaną budowę wzory glinokrzemianów można przedstawiać w dwójaki sposób, jako wzory sumaryczne lub w postaci bardziej przejrzystych wzorów tlenkowych. Na przykład skaleni potasowy (w ortoklaz) ma wzór sumaryczny  $K_2Al_2Si_6O_{16}$  który można przedstawić w postaci tlenkowej jako  $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ .

Na podstawie K.-H. Lautenschläger, W. Schröter, A. Wänninger, Nowoczesne kompendium chemii, Warszawa 2007

**Zadanie 6. (1 pkt)**

Kaolin, czyli tak zwana glina porcelanowa, stosowana do produkcji ceramiki, składa się głównie z glinokrzemianu o nazwie kaolinitu o wzorze sumarycznym  $Al_2(OH)_4Si_2O_5$ .

Napisz wzór tlenkowy kaolinitu.



**Zadanie 7. (2 pkt)**

Przygotowując masę ceramiczną zmieszano 1554 g skalenia wapniowego  $CaAl_2Si_4O_{14}$  z taką ilością krzemionki, że zawartość procentowa  $SiO_2$  w powstałej mieszaninie wynosiła 75%.

Oblicz, ile gramów krzemionki ( $SiO_2$ ) dodano do skalenia wapniowego. Wynik podaj z dokładnością do liczby całkowitej. W obliczeniach przyjmij następujące przybliżone wartości mas molowych pierwiastków:  $M_{Ca} = 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,  $M_{Al} = 27 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,  $M_{Si} = 28 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,  $M_O = 16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

Obliczenia:

$$CaAl_2Si_4O_{14} = CaO \cdot Al_2O_3 \cdot \overbrace{4SiO_2}^{360\%} = 518\% \text{ tlen.} \quad \% SiO_2 \text{ w skaleniu} = \frac{360 \cdot 100\%}{518} = 69,5\%$$

$$m = 1554 \text{ g} \quad m_{SiO_2 \text{ w skaleniu}} = 1554 \cdot \frac{360}{518} = 1080 \text{ g}$$

$$\% SiO_2 = 75\% \quad \% SiO_2 = 75\% = \frac{3}{4}$$

$$m_{\text{dodanego } SiO_2} = ? = x \quad \frac{1080 + x}{1554 + x} = \frac{3}{4}$$

$$4320 + 4x = 4662 + 3x$$

$$x = 342 \text{ g } SiO_2 \text{ dodanego}$$

Odpowiedź: Dodano 342 g krzemionki

**Informacja do zadań 8. i 9.**

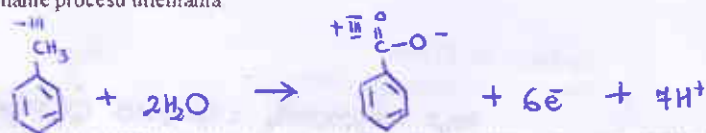
Kwas benzenokarboksylowy (benzoesowy) jest najprostszym aromatycznym kwasem karboksylowym. Zbudowany jest z pierścienia benzenowego zawierającego jedną grupę karboksylową. Stosowany jest jako środek konserwujący do żywności (E210). W niewielkich ilościach występuje w malinach i żurawinie. Do celów przemysłowych kwas ten oraz jego sole otrzymuje się przez utlenianie toluenu (metylobenzenu) silnym utleniaczem, co można zilustrować schematem:



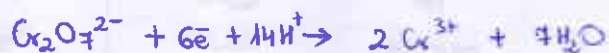
**Zadanie 8. (3 pkt)**

a) Napisz w formie ionowej z uwzględnieniem pobieranych lub oddawanych elektronów (zapis jonowo-elektronowy), równania procesów utleniania i redukcji.

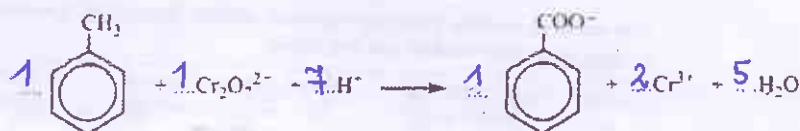
Równanie procesu utleniania



Równanie procesu redukcji:



b) Dobierz współczynniki stechiometryczne w poniższym równaniu reakcji.





**Zadanie 9. (1 pkt)**

Podczas utleniania toluenu do kwasu benzoowego tylko jeden atom węgla zmienia formalny stopień utlenienia.

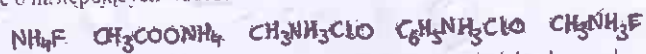


Oceń, czy wraz ze zmianą formalnego stopnia utlenienia nastąpiła zmiana hybrydyzacji tego atomu węgla. Wybierz i podkreśl jedno z określeń podanych w nawiasie tak, aby powstały zdania prawdziwe.

( Nastąpiła zmiana hybrydyzacji Nie nastąpiła zmiana hybrydyzacji i utlenianego atomu węgla. Przed procesem utleniania atomowi węgla w cząsteczce toluenu można było przypisać hybrydyzację typu ( sp sp<sup>2</sup> sp<sup>3</sup> ), po procesie utleniania atomowi węgla w cząsteczce kwasu benzoowego można przypisać hybrydyzację typu ( sp sp<sup>2</sup> sp<sup>3</sup> )

**Zadanie 10. (2 pkt)**

Dane są sole o następujących wzorach



oraz wartości stałych dysocjacji wybranych słabych kwasów i słabych zasad w roztworach wodnych w temperaturze 25 °C

Kwasy	Stała dysocjacji $K_a$	Zasady	Stała dysocjacji $K_b$
HF	$6,3 \cdot 10^{-4}$	$\text{NH}_3$	$1,8 \cdot 10^{-5}$
$\text{CH}_3\text{COOH}$	$1,8 \cdot 10^{-5}$	$\text{CH}_3\text{NH}_2$	$4,3 \cdot 10^{-4}$
HClO	$5,0 \cdot 10^{-8}$	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$	$4,3 \cdot 10^{-10}$

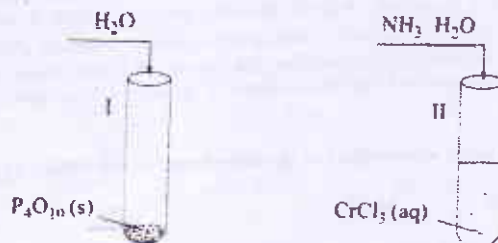
Źródło: A. Bielański, *Podstawy chemii nieorganicznej*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2010  
J. Sawicka, A. Janich-Kilian, W. Cępiński-Mania, G. Urbaniak, *Tablice chemiczne*, Gdańsk 2001

Przeanalizuj podane powyżej wartości stałych dysocjacji kwasów oraz zasad i wpisz wzory soli w odpowiednie miejsca tabeli.

Wzory anionowe soli, których roztwory mają $\text{pH} > 7$	Wzory anionowe soli, których roztwory mają $\text{pH} \approx 7$	Wzory kationowe soli, których roztwory mają $\text{pH} < 7$
$\text{CH}_3\text{NH}_3\text{ClO}$	$\text{CH}_3\text{COONH}_4$	$\text{NH}_4\text{F}$ $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3\text{ClO}$ $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{F}$

**Zadanie 11. (2 pkt)**

Przeprowadzono doświadczenia, których przebieg zilustrowano poniższym rysunkiem.



a) Napisz jeden objaw reakcji możliwy do zaobserwowania w probówce I.

osad rozpuścił się i powstał białawy, klarowny roztwór

b) Napisz w formie jonowej skróconej równanie reakcji przebiegającej w probówce II, wiedząc, że w jej wyniku wytrącił się szarozielony osad.



**Zadanie 12. (2 pkt)**

Oblicz, ile gramów  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$  należy rozpuścić w 500 gramach wody, aby otrzymać roztwór o stężeniu równym 5% masowym. Wynik podaj z dokładnością do drugiego miejsca po przecinku. W obliczeniach przyjmij następujące przybliżone wartości mas molowych pierwiastków:  $M_{Cu} = 64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,  $M_S = 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,  $M_O = 16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,  $M_H = 1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

Obliczenia:

$$m_{CuSO_4 \cdot 5H_2O} = ? = x$$

$$m_{H_2O \text{ dodanej}} = 500 \text{ g}$$

$$Cp_{CuSO_4} = 5\%$$

$$M = 250 \text{ g/mol}$$

$$M = 160 \text{ g/mol} \quad M = 90 \text{ g/mol}$$



$$0,64x + 0,36x = 500 \cdot 0,05$$

$$0,64x + 0,36x = 25$$

$$x = 42,37 \text{ g } CuSO_4 \cdot 5H_2O$$

$$Cp_{CuSO_4} = \frac{m_{CuSO_4} \cdot 100\%}{m_{CuSO_4 \cdot 5H_2O} + m_{H_2O \text{ dodanej}}}$$

$$5\% = \frac{0,64x \cdot 100\%}{x + 500 \text{ g}}$$

$$0,05x + 25 = 0,64x$$

$$0,59x = 25$$

$$x = 42,37 \text{ g } CuSO_4 \cdot 5H_2O$$

Odpowiedź: Należy rozpuścić 42,37 g  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$

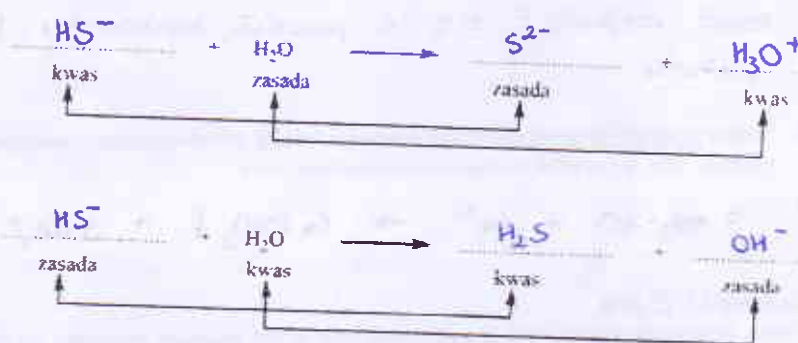
### Zadanie 13. (2 pkt)

W 1923 roku Johannes Nicolaus Bronsted zdefiniował kwasy jako donory protonów, a zasady jako akceptory protonów. Pojęcia donorów protonów, czyli kwasów i akceptorów protonów, czyli zasad, ściśle można w nadziedzonym pojęciu protolitu. Protolity amfoteryczne to jest takie, które reagować mogą zarówno jako kwas, jak i jako zasada, nazywamy amfolitami.  
Na podstawie: K.-H. Lautenschläger, W. Schröter, A. Wanninger, *Nieorganiczne kompandium chemii*, Warszawa 2007

- a) Spośród niżej wymienionych drobin chemicznych wybierz i podkreśl amfolit



- b) Uzasadnij amfoteryczny charakter wybranej drobin i uzupełnij poniższe schematy reakcyjne.



### Zadanie 14. (2 pkt)

Wodorotlenek żelaza(II) jest w pewnym stopniu amfoteryczny, ulega łatwo działaniu kwasów, tworząc sole żelaza(II), można go jednak także częściowo rozpuścić w silnie stężonym roztworze wodorotlenku sodu. Przechodzi wówczas w niebieski heksahydroksotekstyzon(II) sodu.

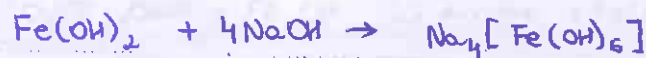
Źródło: A. Bielecki, *Fundamenty chemii nieorganicznej*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2013

Napisz w formie jonowej całkowitej równanie reakcji wodorotlenku żelaza(II) z kwasem bromowodorowym oraz w formie cząsteczkowej równanie reakcji wodorotlenku żelaza(II) z wodorotlenkiem sodu.

Równanie reakcji z kwasem



Równanie reakcji z zasadą





**Zadanie 15. (2 pkt)**

Polisiloksany, znane jako silikony, są związkami łączącymi się z krzemem, charakteryzującymi się obecnością podstawników węglowodorowych przy atomach krzemu w łańcuchach  $-\text{Si}-\text{O}-$ :



poli(dimetylosiloksanu), gdy  $\text{R} = -\text{CH}_3$

Silikony można otrzymać w trójetapowym procesie. W obecności proszku miedziowego, w temperaturze  $300^\circ\text{C}$ , krzem reaguje z halogenowęglowodorami o krótkich łańcuchach, zgodnie ze schematem:

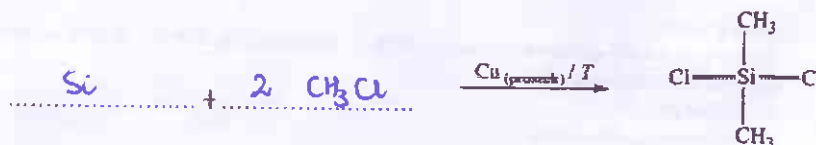


Produkt łatwo ulega reakcji z wodą dając silanol  $\text{R}_2\text{Si}(\text{OH})_2$ , który po eliminacji wody szybko ulega polikondensacji do odpowiedniego polisiloksanu.

Na podstawie: K.-H. Lautenschläger, W. Schröter, A. Wöhringer, *Nowoczesne kompendium chemii*, Warszawa 2007.

Uzupełnij brakujące reagenty i współczynniki stechiometryczne w równaniach reakcji, prowadzących do otrzymania poli(dimetylosiloksanu).

Etap I



Etap II



Etap III



**Zadanie 16. (1 pkt)**  
Przepraważono reakcję chemiczną, w trakcie której zaobserwowano zmianę barwy: z pomarańczowej na zieloną. Proces zilustrowano schematem, w którym brakuje jednego z produktów reakcji oraz niektórych współczynników stechiometrycznych.

$$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 3\text{SnCl}_2 + 14\text{HCl} \longrightarrow 2\text{CrCl}_3 + 3\text{SnCl}_4 + 2\text{KCl} + 7\text{H}_2\text{O}$$

**Zadanie 17. (6 pkt)**  
Ruchomy do materiału homogenicznego dwóch lub więcej substancji. Poziomym naczyniowi w wypełnionym do połowy jest układ dyspersyjny. oznacza to, że w wszystkie roztwory są układami dyspersyjnymi, ale nie wszystkie układy dyspersyjne są roztworami. Układy dyspersyjne dzielą się według u zależności rozpraszacza i rozpraszanej.

Na podstawie: F. H. Lössenachlager, W. Schinner, A. Wamser, Schweitzer-Kompensator - Bau  
"Wagner 500"

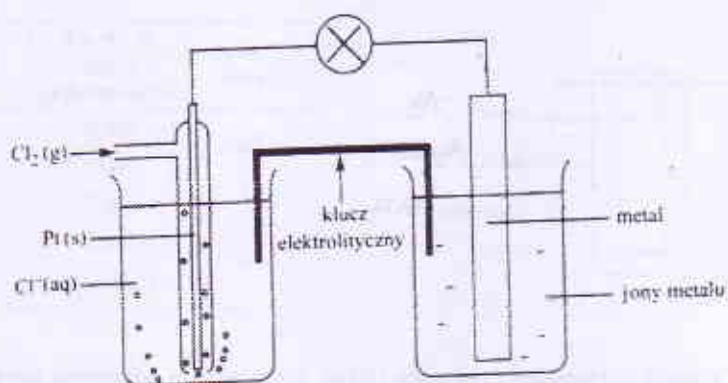
a) Wpłk przykłady układów dyspersyjnych w odpowiednie miejsca tabeli, wybierając spośród następujących:

- b) Wpisać wyrażenie przenikała lub nie przenikała w zdaniach, dotyczących przenikalności cząsteczek fazy rozproszonej przez bibulę filtracyjną.

Nazwa układu dyspersyjnego	Roztwory właściwe (czyste)	Układy koloidalne	Zawiesiny
Wielkość cząstek fazy rozproszonej, m	$10^{-9}$	$1 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^{-7}$	$5 \cdot 10^{-3}$
Przykłady układów dyspersyjnych	Eterol 2 wody Kwasa 2 metanolu Kwasy olejowy 2 wody	Stearniany sole z wodą Żelazyna 2 wody	Kwasa 2 węglanem na próż
Przenikalność cząstek fazy rozproszonej przez błonę filtracyjną	przenikają	przenikają	nie przenikają

**Zadanie 18. (2 pkt)**

W aparacie o schematycznym rysunku zaprojektuj ogniwu galwaniczne, w którym półogniwo chloranu  $\text{Pt}(s) | \text{Cl}_2(\text{g}) | \text{Cl}^-(\text{aq})$  o potencjale standardowym równym  $1,35\text{V}$  stanowiłoby jedno z półogniw. Na podstawie szeregu elektrochemicznego metali, dobierz odpowiednie półogniwo metaliczne tak, aby w warunkach standardowych ogniwu pracowało z siłą elektromotoryczną równą  $1,03\text{V}$ .



- a) Oblicz potencjał standardowy poszukiwanego półogniwa. Wynik podaj z dokładnością do dwóch miejsc po przecinku.

Obliczenia

$$\begin{aligned} E^\circ_{\text{cell}} &= E^\circ_{\text{K}} - E^\circ_{\text{A}} \\ 1,03\text{V} &= 1,35\text{V} - E^\circ_{\text{A}} \\ E^\circ_{\text{A}} &= +0,32\text{V} \Rightarrow \text{Bi} | \text{Bi}^{3+} \end{aligned}$$

Odpowiedź  $E^\circ_{\text{Bi} | \text{Bi}^{3+}} = +0,32\text{V}$ 

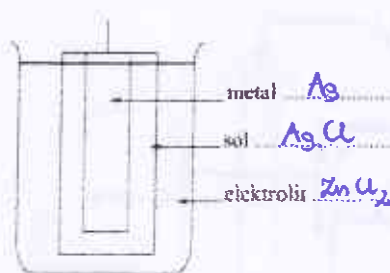
- b) Zapisz w formie jonowej skróconej sumaryczne równanie reakcji, zachodzącej podczas pracy tego ogniw.



### Zadanie 19. (2 pkt)

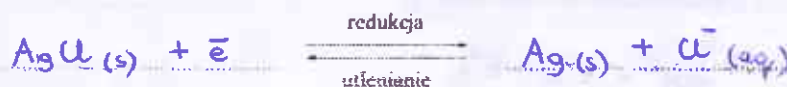
Ze względu na budowę i skład chemiczny wyodrębnia się półogniwa drugiego rodzaju czyli tzw. półogniwa odwracalne względem anionu. Podstawę takiego ogniw stanowi metal szlachetny, który podany jest warstwą wstawną soli trudno rozpuszczalnej w wodzie, całość zanurzona jest w roztworze elektrolitu zawierającym anion wspólny z solą pokrywającą metal. W trakcie procesu redukcji elektrony łączą się z kationem metalu zawartym w soli (s), tworząc metal w stanie wolnym (s), aniony zawarte w soli (s) przechodzą do roztworu (aq). W trakcie utleniania procesy zachodzą w odwróconym kierunku.

- a) Uzupełnij opis ogniw drugiego rodzaju, wybierając spośród podanych odpowiednio: metal, sól trudno rozpuszczalna i elektrolit. Wpisz symbol wybranego metalu i wzór soli oraz elektrolitu w wykreślane miejsce schematu.



Symbol metalu	Wzór soli trudno rozpuszczalnej	Wzór elektrolitu
Zn	$ZnCl_2$	$ZnCl_2$
Ag	$AgCl$	$ZnCl_2$
Na	$AgCl$	$AgNO_3$
Cu	$NaCl$	$Na_2SO_4$
	$Cu(NO_3)_2$	

- b) Uzupełnij równowagowe równanie reakcji, zachodzącej w półogniwie odwracalnym względem anionu, stosując szczegółowy opis postaci, w której występuje substancja, gdzie: (s) – stały stan skupienia, (c) – ciecz, (g) – gaz, (aq) – wodny roztwór.



### Zadanie 20. (1 pkt)

„Superfosfat zwyczajny” to sztuczny nawóz fosforowy, będący mieszaniną dobrze rozpuszczalnego w wodzie dwuodorotlenofosforanu(II) wapnia –  $Ca(H_2PO_4)_2$  oraz gipsu  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ , który w masie nawozu stanowi wyłącznie balast. „Superfosfat zwyczajny” otrzymuje się przez działanie wodnym roztworem kwasu siarkowego(VI) na drobno zmielone gipsy i fosfory, zawierające głównie nierozpuszczalny w wodzie ortofosforan(II) wapnia.

Napisz w formie cząsteczkowej równanie reakcji otrzymywania „superfosfatu zwyczajnego”.



**Zadanie 21. (2 pkt)**

W elektroliczniku znajduje się  $0,5 \text{ dm}^3$  roztworu otrzymanego przez zmieszanie w stosunku objętościowym  $2:3$  roztworów  $\text{AgNO}_3$  i  $\text{Cu(NO}_3)_2$  o takich samych stężeniach molowych równych  $0,25 \text{ mol dm}^{-3}$ . Roztwór poddano elektrolizie na elektrodach platynowych, przepuszczając prąd o natężeniu  $5 \text{ A}$ .

Oblicz, ile minut należy prowadzić elektrolizę, aby na katodzie osadził się tylko jeden z metali. Wynik podaj z dokładnością do liczby całkowitej. W obliczeniach przyjmij wartość stałej Faradaya  $F = 96500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

Obliczenia:

$$\begin{aligned}
 V_{\text{AgNO}_3} &= \frac{2}{5} \cdot 500 \text{ cm}^3 = 200 \text{ cm}^3 & c_{\text{AgNO}_3} &= 0,25 \text{ mol dm}^{-3} & n &= c \cdot V \\
 V_{\text{Cu(NO}_3)_2} &= \frac{3}{5} \cdot 500 \text{ cm}^3 = 300 \text{ cm}^3 & c_{\text{Cu(NO}_3)_2} &= 0,25 \text{ mol dm}^{-3} & n_{\text{AgNO}_3} &= 0,05 \text{ mol} = n_{\text{Ag}^+} \\
 & & & & n_{\text{Cu(NO}_3)_2} &= 0,075 \text{ mol} = n_{\text{Cu}^{2+}}
 \end{aligned}$$

K (-):  $\text{Ag}^+ + e^- \rightarrow \text{Ag}$     jako pierwszy na katodzie redukuje się  $\text{Ag}^+$ , ponieważ ma wyższy potencjał

$\text{Cu}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Cu}$

$$\begin{aligned}
 I &= 5 \text{ A} & 1 \text{ mol } e^- & \xrightarrow{96500 \text{ C}} 1 \text{ mol Ag} \\
 t &= ? & & \xrightarrow{96500 \text{ C}} 1 \text{ mol Ag} \\
 & & & \xrightarrow{193000 \text{ C}} 0,05 \text{ mol Ag} \\
 & & x &= 4825 \text{ C} = q
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 q &= I \cdot t \\
 t &= \frac{q}{I} = \frac{4825 \text{ C}}{5 \text{ A}} \\
 t &= 965 \text{ s} = 16 \text{ min}
 \end{aligned}$$

Odpowiedź: 16 minut

**Zadanie 22. (2 pkt)**

Sole podwójne w trakcie dysocjacji elektrolitycznej zawsze rozpadają się na jony proste, z których są zbudowane. W trakcie dysocjacji elektrolitycznej sole kompleksowych anionów i kationów kompleksowych praktycznie nie ulegają zmianom.

Na podstawie: E.-H. Lauenroth, W. Schmitz, A. Wamlinger, *Handbuch der Chemie*, Walter de Gruyter, Warszawa 2007.

Dokończ równania reakcji dysocjacji elektrolitycznej soli:

a) siarczian(VI) glinu potasu (alumu glinowo-potasowego)



b) siarczian(VI) tetraamminmiedzi(II)





**Zadanie 23. (2 pkt)**

Najważniejszymi typami reakcji chemicznych zachodzących w chemii organicznej są reakcje substytucji (symbol  $S$ ), addycji (symbol  $A$ ), eliminacji (symbol  $E$ ), które mogą przebiegać według mechanizmu rodnikowego (indeks  $R$ ), elektrofilowego (indeks  $E$ ) lub nukleofilowego (indeks  $N$ ). Dziewięć podstawowych typów reakcji zestawiono w poniższej tabeli.

$S_R$	$S_E$	$S_N$
$A_R$	$A_E$	$A_N$
$E_R$	$E_E$	$E_N$

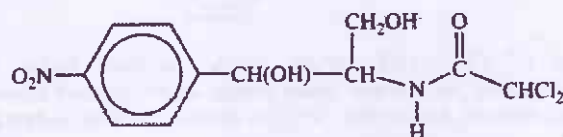
Na podstawie: K.-H. Lautenschläger, W. Schröter, A. Wanninger, *Nowoczesne kompendium chemii*, Warszawa 2007

Do podanych poniżej równań, ilustrujących mechanizmy reakcji, dopisz odpowiednie, wybrane z tabeli, oznaczenie dwuliterowe typu i mechanizmu reakcji.

	Mechanizm:	Dwuliterowe oznaczenie
Reakcja 1	<p>Etap I:</p> $\begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \backslash & / \\ & \text{C}=\text{C} \\ & / & \backslash \\ \text{H} & & \text{H} \end{array} + \text{H}-\text{Cl} \rightarrow \begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\   & &   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}^+-\text{H} \\   & &   \\ \text{H} & & \text{H} \end{array} + \text{Cl}^-$ <p>Etap II:</p> $\begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\   & &   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}^+-\text{H} \\   & &   \\ \text{H} & & \text{H} \end{array} + \text{Cl}^- \rightarrow \begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\   & &   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   & &   \\ \text{H} & & \text{H} \end{array} \text{Cl}$	$A_E$
Reakcja 2	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{Cl}-\text{C} \\   \\ \text{R} \end{array} + \text{OH}^- \rightleftharpoons \begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{Cl} \cdots \text{C} \cdots \text{OH} \\   \\ \text{R} \end{array} \rightleftharpoons \text{Cl}^- + \begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{R} \end{array}$	$S_N$
Reakcja 3	<p>Etap I:</p> $\begin{array}{c} \text{H} & \text{Cl} \\   &   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   &   \\ \text{H} & \text{H} \end{array} + \text{OH}^- \rightarrow \begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\   &   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}^+-\text{H} \\   &   \\ \text{H} & \text{H} \end{array} + \text{Cl}^-$ <p>Etap II:</p> $\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\   &   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}^+-\text{H} \\   &   \\ \text{H} & \text{H} \end{array} \rightarrow \begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \backslash & / \\ & \text{C}=\text{C} \\ & / & \backslash \\ \text{H} & & \text{H} \end{array} + \text{H}^+$	$Błąd!$ $E_N ?$

**Zadanie 24. (3 pkt)**

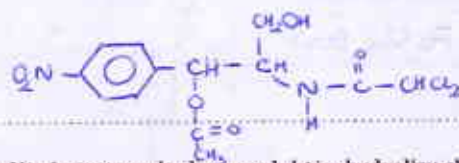
Antybiotyki są substancjami wytwarzanymi przez mikroorganizmy, które działają na procesy metaboliczne innych drobnoustrojów, hamując ich wzrost i podział. Poniżej przedstawiono wzór chloramfenikolu, związku o działaniu bakteriostatycznym, który produkowany jest przez grzyby rodzaju *Streptomyces*. Odnacza się on prostą budową i dzięki temu obecnie produkowany jest głównie na drodze syntetycznej.



Chloramfenikol słabo rozpuszcza się w wodzie a jego roztwory mają intensywnie gorzki smak. W farmacji stosuje się estry, które pozbawione są gorzkiego smaku. Podczas rozpuszczania chloramfenikolu w zakwaszonych roztworach obecne w związku wiązanie peptydowe może ulegać hydrolizie.

Na podstawie: P. Kubikowski, W. Kostowski, *Farmakologia*, PZWL 1979

- a) Napisz wzór estru chloramfenikolu wiedząc, że produkt reakcji estryfikacji jest etanianem (octanem) alkoholu drugorzędowego.



- b) Napisz wzory obydwu produktów hydrolizy chloramfenikolu.

Wzór I:	Wzór II:

**Zadanie 25. (2 pkt)**

Parabeny to grupa związków, będących estrami kwasu 4-hydroksybenzoesowego:

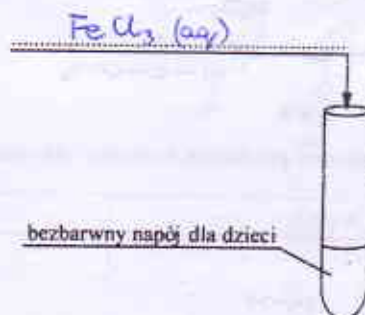


gdzie  $R = -CH_3, -C_2H_5, -C_3H_7, -C_4H_9$ . Parabeny blokują rozwój drobnoustrojów i przeciwdziałają powstawaniu pleśni dlatego są powszechnie stosowane do konserwowania żywności, napojów, kosmetyków i środków leczniczych, mogą jednak powodować alergię.

Zaprojektuj doświadczenie pozwalające na potwierdzenie obecności parabenów w bezbarwnym napoju dla dzieci.

a) Uzupełnij schemat doświadczenia, wpisując nazwę lub wzór użytego odczynnika wybranego spośród następujących:

- wodny roztwór azotanu(V) srebra z dodatkiem wodnego roztworu amoniaku,
- woda bromowa z dodatkiem wodnego roztworu wodorowęglanu sodu,
- świeżo przygotowany wodny roztwór chlorku żelaza(III),
- świeżo strącony wodorotlenek miedzi(II).



b) Napisz obserwację, potwierdzającą obecność parabenów w napoju dla dzieci.

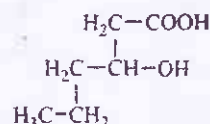
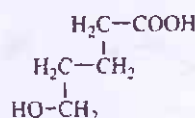
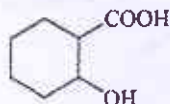
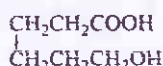
...Roztwór zabarwi się na fioletowo

**Zadanie 26. (2 pkt)**

Jeżeli w cząsteczce hydroksykwasu grupa hydroksylowa i karboksylowa są odpowiednio usytuowane względem siebie, może dojść do wewnątrzcząsteczkowej reakcji estryfikacji, dzięki czemu powstanie cykliczny ester zwany laktosem. Najtrwalsze laktony powstają w przypadkach, w których dochodzi do utworzenia pierścienia pięcio- lub sześciocłonowego.

Na podstawie: R. Morrison, R. Boyd, *Chemia Organiczna*, PWN 1985

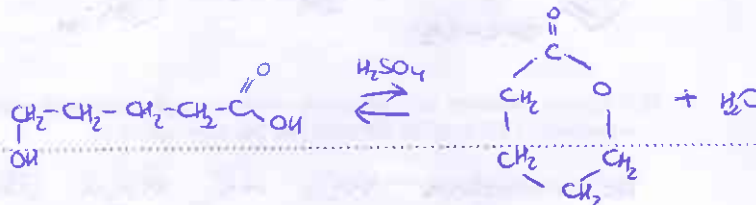
Spośród podanych poniżej hydroksykwasów wybierz ten, który ulega wewnątrzcząsteczkowej reakcji kondensacji dając najtrwalszy laktone.



- a) Podaj nazwę systematyczną wybranego hydroksykwasu, posługując się nomenklaturą zgodną z IUPAC.

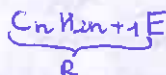
kwas 5-hydrokspentanowy

- b) Napisz w formie cząsteczkowej równanie reakcji powstawania laktonu z wybranego hydroksykwasu. Zaznacz nad strzałką niezbędne warunki reakcji.

**Zadanie 27. (1 pkt)**

Pewien związek organiczny należący do jednofunkcyjnych pochodnych węglowodorów R-E (gdzie R – to grupa alkilowa zawierająca tylko atomy węgla o hybrydyzacji  $sp^3$ , E – to grupa funkcyjna), wkładano do probówki zawierającej wodny roztwór wodorotlenku sodu. Probówkę poddano łagodnemu ogrzewaniu. Do powstałej miesztiny dodano kwas azotowy(V) w celu zobojęcenia nadmiaru zasady. Następnie dodano kilka kropel wodnego roztworu azotanu(I) srebra. W wyniku reakcji wytrącił się biały, serowaty osad ciemniejący pod wpływem światła.

Napisz wzór półstrukturalny (grupowy) badanego związku wiedząc, że jego masa cząsteczkowa wynosi 78,55 u, a podstawnik E przyłączony jest do pierwszorzędnego atomu węgla.

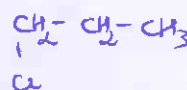


$$M_R = 78,55 \text{ g/mol} - 35,55 \text{ g/mol} = 43 \text{ g/mol}$$

$$12n + 2n + 1 = 43$$

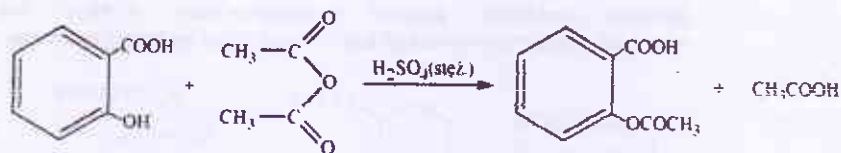
$$14n = 42$$

$$n = 3 \Rightarrow$$

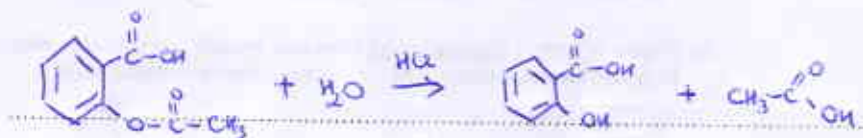


**Zadanie 28. (2 pkt)**

Kwas acetylosalicylowy, składnik czynny aspiryny, otrzymuje się w reakcji kwasu salicylowego (o-hydroksybenzoesowego) z bezwodnikiem octowym w obecności kwasu siarkowego(VI) jako katalizatora.



- a) Zapisz w formie cząsteczkowej równanie reakcji, zachodzącej w żołądku po wypiciu roztworu aspiryny. Pamiętaj o tym, że w żołądku znajduje się kwas solny.



- b) Wyjaśnij, dlaczego tzw. aspiryna musująca z dodatkiem wodorowęglanu sodu jest łagodniejsza dla żołądka niż aspiryna bez tego dodatku.

Wodorowęglan sodu ma odrobinę lekko zasadowy i zobojętnia parotoczną + wynika hydroliza aspiryny kwas salicylowy, który podrażnia żołądek.

Obecność  $\text{NaHCO}_3$  podwyższa pH środowiska żołądka (zobojętnienie  $\text{HCl}$ ), przez co mniej aspiryny ulegnie hydrolizie w żołądku i mniej drażniącego kwasu salicylowego powstanie. Lek zostanie uchroniony w innej części przewodu pokarmowego, która jest mniej wrażliwa na drażniące działanie kwasu salicylowego niż żołądek.

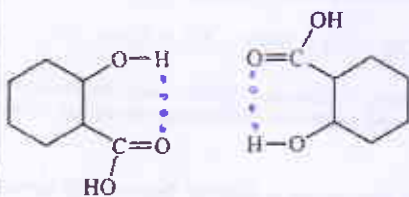
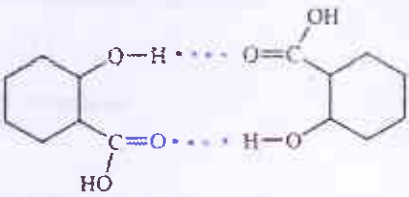


**Zadanie 29. (1 pkt)**

Oprócz wiązań wodorowych intermolekularnych czyli międzycząsteczkowych, mostki wodorowe mogą powstawać także wewnątrz cząsteczek, jako tak zwane wiązania intramolekularne. Obvódwa typy wiązań wodorowych spotyka się między innymi w hydroksykwasach i aminokwasach. Zwyczajowo mostki wodorowe przedstawia się w postaci linii kropkowej.

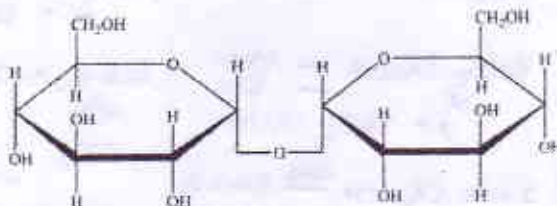
Na podstawie: K.-H. Lautenschläger, W. Schröter, A. Wanningen, *Nowoczesne kompendium chemii*, Warszawa 2007.

Wpisz, w postaci linii kropkowej (.....), pomiędzy atomy wodoru i atomy tlenu wiązania wodorowe intramolekularne i intermolekularne.

Wiązania wodorowe intramolekularne	Wiązania wodorowe intermolekularne
	

**Zadanie 30. (1 pkt)**

Trehaloza jest dwucukrem zbudowanym z dwóch cząsteczek glukozy połączonych wiązaniem  $\alpha$ ,  $\alpha$ -1,1-glikozydowym. Disacharyd ten jest głównym materiałem zapasowym drożdży i niektórych grzybów, obecny jest w organizmach owadów, nicieni i skorupiaków. Organizm ludzki zdolny jest do trawienia trehalozy dzięki obecności enzymu trehalazy. Następuje wówczas hydroliza, prowadząca do otrzymania dwóch cząsteczek  $\alpha$ -D-glukopiranozy (D-glukozy).



Ustal, na podstawie opisu budowy i wzoru trehalozy, czy związek ten należy do grupy cukrów redukujących. Odpowiedź uzasadnij.

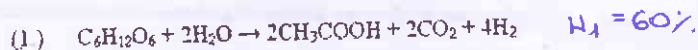
Jest to cukier nie redukujący, ponieważ obie anomeryczne grupy -OH są zablockowane przez wiązanie O-glikozydowe.

\* Trehaloza jest składnikiem naturalnych i bogatych w cukry do smaku Trehaloz.

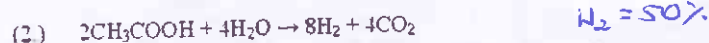
**Zadanie 31. (2 pkt)**

Produkcja wodoru metodami biotechnologicznymi wymaga mniejszego wkładu energii niż wytwarzanie wodoru metodami termnochemicznymi lub elektrochemicznymi. Obecnie uważa się, że sposobem na poprawienie wydajności uzyskiwania wodoru jest fermentacja dwustopniowa.

Etap pierwszy – faza ciemna przeprowadzana przez bakterie beztlenowe zachodzi zgodnie z reakcją (1).



Etap drugi – fotofermentacja zachodzi zgodnie z reakcją (2):



Na podstawie: J. Kijewski, M. Kijewska, *Druga droga do energii i surowców ze źródeł odnawialnych*, opracowanie Maja Nauk Chemicznych pod redakcją B. Marciniaka, Poznań 2011.

Oblicz liczbę gramów wodoru otrzymanego metodą fermentacji dwustopniowej, jeżeli masa glukozy użytej do reakcji (1.) wynosiła 900 gramów, a wydajności reakcji (1.) i (2.) wynosiły kolejno 60% i 50%. Wynik podaj z dokładnością do liczby całkowitej. W obliczeniach przyjmij następujące przybliżone wartości mas molowych pierwiastków:  $M_C = 12 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,  $M_H = 1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,  $M_O = 16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

Obliczenia:

(1) 1 mol  $C_6H_{12}O_6$   $\xrightarrow{60\%}$  2 mole  $CH_3COOH$   
 $\frac{180 \text{ g}}{900 \text{ g}} = \frac{2 \cdot 60 \text{ g}}{x}$   
 $x = 600 \text{ g } CH_3COOH$

(2) 2 mole  $CH_3COOH$   $\xrightarrow{50\%}$  8 mole  $H_2$   
 $\frac{2 \cdot 60 \text{ g}}{360 \text{ g}} = \frac{8 \cdot 2 \text{ g}}{b}$   
 $b = 48 \text{ g } H_2$

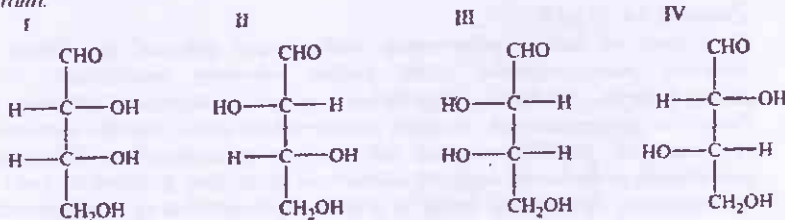
48 g  $H_2$   $\xrightarrow{50\%}$  24 g  $H_2$   $c = 24 \text{ g } H_2$

m całk.  $H_2 = 24 \text{ g} + 24 \text{ g} = 48 \text{ g}$

Odpowiedź: Otrzymano 48 g  $H_2$ .

**Zadanie 32. (2 pkt)**

Związek organiczny o nazwie: 2,3,4-trihydroksybutanal można przedstawić następującymi wzorami:



Na podstawie: K.-H. Lautenschläger, W. Schröter, A. Wanninger, *Nowoczesne kompendium chemii*.  
Warszawa 2007.

Uzupełnij poniższe zdania dotyczące izomerii 2,3,4-trihydroksybutanalu, podkreślając jedno z wyrażeń zawartych w nawiasie.

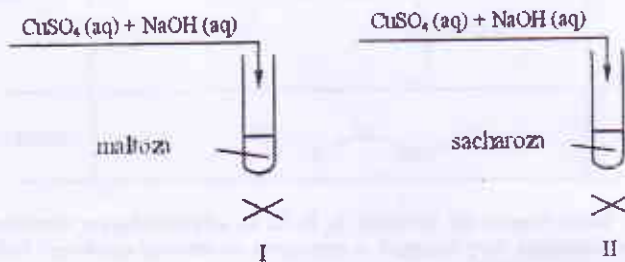
2,3,4-trihydroksybutanal jest cukrem należącym do ( aldotriozy / ketotetrozy / aldotetrozy ).  
w jego cząsteczce obecne są ( 2 / 3 / 4 ) asymetryczne atomy węgla.

Związki przedstawione wzorami I oraz II, jak również III i IV, stanowią pary  
( enancjomerów / tautomerów / diastereoizomerów ).

Związki przedstawione wzorami I oraz III, jak również II i IV, stanowią pary  
( diastereoizomerów / homologów / enancjomerów ).

**Zadanie 33. (1 pkt)**

Wykonano doświadczenia zilustrowane na poniższym rysunku:



Napisz, jakie zmiany zaobserwowano w probówce I i II.

Probówka I: Niebieski galaretowaty osad zmienił się w ceglano-czerwony osad

Probówka II: Niebieski galaretowaty osad zmienił się w biały osad

**Zadanie 34. (1 pkt)**

Ze względu na budowę przestrzenną białka można opisywać na czterech poziomach. Struktura pierwszorzędowa białek podaje sekwencję aminokwasów w łańcuchu polipeptydowym, struktura drugorzędowa opisuje przestrzenne ułożenie fragmentów łańcuchów polipeptydowych, struktura trzeciorzędowa ustala ułożenia elementów struktury drugorzędowej. Najmniej poznana jest struktura czwartorzędowa, która opisuje układ przestrzenny podjednostek będących oddzielnymi łańcuchami polipeptydowymi i elementami niebiałkowymi. Za tworzenie każdej ze struktur odpowiedzialne są określone rodzaje wiązań chemicznych.

W poniższej tabeli podano informacje o najważniejszych rodzajach wiązań występujących w białkach.

Oznaczenie literowe	Przykładowa struktura	Rodzaj wiązania
A.	$\cdots\text{CH}_2\text{COO}^\ominus \quad \text{}^\oplus\text{NH}_3\text{CH}_2\cdots$	jonowe
B.	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \cdots\text{C}-\text{N}\cdots \\   \\ \text{H} \end{array}$	peptydowe
C.	$\begin{array}{c} \cdots\text{N}-\text{H}\cdots\text{O}=\text{C}\cdots\text{N}-\text{H} \\ \parallel \quad \quad \quad \parallel \\ \text{O} \quad \quad \quad \text{O} \end{array}$	wodorowe
D.	$\cdots\text{CH}_2\text{S}\text{---}\text{S}\text{---}\text{CH}_2\cdots$	mostki disiarczkowe

Wpisz do tabeli oznaczenie literowe A, B, C, D, odpowiadające określonym rodzajom wiązań chemicznych decydujących o tworzeniu określonej struktury białka (pierwszo-, drugo- czy trzeciorzędowej). Dane oznaczenie literowe może być wykorzystane kilkakrotnie.

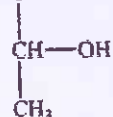
Rodzaj struktury białka	Oznaczenie literowe rodzaju wiązania chemicznego decydującego o tworzeniu określonej struktury białka
pierwszorzędowa	B
drugorzędowa	C
trzeciorzędowa	A, C, D

### Zadanie 35. (1 pkt)

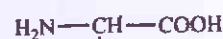
W wyniku hydrolizy pewnego tripeptydu otrzymano trzy aminokwasy białkowe: tyrozynę, treoninę i alaninę. Wzory półstrukturalne (grupowe) tych aminokwasów przedstawiono poniżej. N-aminokwas, którego reszta obecna jest w cząsteczce tripeptydu może istnieć w postaci czterech stereozomerów, C-aminokwas może tworzyć tylko jedną parę enancjomerów. Trzeci z aminokwasów, którego reszta wchodzi w skład badanego tripeptydu zawiera w swojej cząsteczce jeden asymetryczny atom węgla. Obecność tego aminokwasu w cząsteczce tripeptydu powoduje, że po namieszczeniu kilku kropeł stężonego kwasu azotowego(V) na próbkę z badanym tripeptydem pojawia się żółte zabarwienie.



tyrozyna (Tyr)



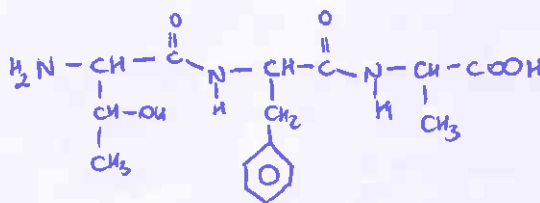
treonina (Thr)



alanina (Ala)

Na podstawie powyższych informacji narysuj wzór półstrukturalny (grupowy), poddanego hydrolizie tripeptydu.

Wzór tripeptydu:



Thr-Tyr-Ala