DZIAŁ 16

KWASY KARBOKSYLOWE ESTRY I TŁUSZCZE



Kurs maturalny z chemii
samurajchemiczny.elms.pl

Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

Zaplanuj naukę!

Poniżej podaję dokładną liczbę zadań. Dzięki temu możesz dokładnie zaplanować naukę, dzieląc liczbę zadań przez liczbę dni, przez które planujesz nauczyć się tego tematu.

- Liczba godzin video na żądanie: 13
- Liczba zadań: 192
  W tym:
  - CKE: 166
  - Własne: 26
- Zalecane zadania z tomu 3 Barbary Pac: **67 zadania**

PRZYKŁADOWY PLAN NAUKI

166+26+67 = 259 zadań.

Aby rozwiązać taką liczbę zadań i poukładać sobie wiedzę warto rozłożyć naukę na minimum 12 dni, większość tych zadań jest szybkich, ale mimo wszystko to oznacza przerabianie:

259/10 = 26 zadań dziennie.

Dodatkowo 11 tego dnia zrób test końcowy. Na test końcowy zarezerwuj sobie 90 minut- sam test zrobisz w około 30 minut, ale potem trzeba przeanalizować błędy, zrobić notatki lub poszukać wyjaśnienia w notatkach/zadaniach, na to potrzebujesz spokojnego dnia i pracy w skupieniu. 12nastego dnia powtórz wszystko co do tej pory było w chemii organicznej.

Poniżej znajdziesz podstawę programową z komentarzami i zalecane numery zadań ze zbioru Barbary Pac. Ich celem jest doprecyzowanie wymagań i zwrócenie Ci uwagi na to co jest ważne i może pojawić się na maturze, lub już się pojawiło.



Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

WYMAGANIA Z PODSTAWY PROGRAMOWEJ
i dodatkowe zalecane zadania z ALDEHYDÓW I KETONÓW

BUDOWA I WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNE

1. **na podstawie wzoru sumarycznego, półstrukturalnego (grupowego), opisu budowy lub właściwości fizykochemicznych klasyfikuje dany związek chemiczny do: kwasów karboksylowych i estrów.**
2. **stosuje pojęcia: homolog, szereg homologiczny, wzór ogólny, rzędowość**
3. **przedstawia tendencje zmian właściwości fizycznych (np. temperatura topnienia, temperatura wrzenia, rozpuszczalność w wodzie) w szeregach homologicznych;**
4. **wyjaśnia wpływ budowy cząsteczek (kształtu łańcucha węglowego oraz obecności podstawnika lub grupy funkcyjnej) na właściwości związków organicznych;**
5. **wskazuje grupę karboksylową i resztę kwasową we wzorach kwasów karboksylowych (alifatycznych i aromatycznych);**
6. **wymienia zastosowania kwasów karboksylowych;**
7. **opisuje strukturę cząsteczek estrów i wiązania estrowego;**
8. **opisuje budowę tłuszczów stałych i ciekłych (jako estrów glicerolu i długołańcuchowych kwasów tłuszczowych) oraz ich właściwości fizyczne i zastosowania;**
9. **wymienia zastosowania estrów;**

Po przerobieniu zadań z kursu zajrzyj do zbioru Barbary Pac tom 3:
zadania: 152, 153, 154, 160, 179, 202,

NAZEWNICTWO

1. **na podstawie wzoru strukturalnego lub półstrukturalnego (grupowego) podaje nazwy systematyczne (lub zwyczajowe) kwasów karboksylowych; na podstawie nazwy systematycznej (lub zwyczajowej) rysuje wzory strukturalne lub półstrukturalne (grupowe);**
2. **tworzy nazwy (systematyczne lub zwyczajowe) estrów kwasów karboksylowych i tlenowych kwasów nieorganicznych; rysuje wzory strukturalne i półstrukturalne (grupowe) estrów na podstawie ich nazwy;**

Po przerobieniu zadań z kursu zajrzyj do zbioru Barbary Pac tom 3:
zadania: 190, 200, 211,



Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

OTRZYMYWANIE I WŁAŚCIWOŚCI CHEMICZNE

1. **pisze równania reakcji otrzymywania kwasów karboksylowych (np. z alkoholi lub z aldehydów);**
2. **pisze równania dysocjacji elektrolitycznej rozpuszczalnych w wodzie kwasów karboksylowych i nazywa powstające w tych reakcjach jony;**
3. **opisuje właściwości chemiczne kwasów karboksylowych na podstawie reakcji tworzenia: soli, estrów, amidów; pisze odpowiednie równania reakcji;**
4. **opisuje czynniki wpływające na moc kwasów karboksylowych (długość łańcucha węglowego, obecność polarnych podstawników);**
5. **wyjaśnia przyczynę zasadowego odczynu wodnych roztworów niektórych soli, np. octanu sodu i mydła; pisze odpowiednie równania reakcji;**
6. **opisuje budowę hydroksykwasów; wyjaśnia możliwość tworzenia estrów międzycząsteczkowych (laktydy, poliestry) i wewnątrzcząsteczkowych (laktony) przez niektóre hydroksykwasy; pisze odpowiednie równania reakcji; opisuje występowanie i zastosowania hydroksykwasów (np. kwasu mlekowego i salicylowego).**
7. **projektuje i przeprowadza reakcje estryfikacji; pisze równania reakcji alkoholiz kwasami nieorganicznymi i karboksylowymi; wskazuje na funkcję stężonego H_2SO_4;**
8. **wskazuje wpływ różnych czynników na położenie stanu równowagi reakcji estryfikacji lub hydrolizy estru;**
9. **wyjaśnia i porównuje przebieg hydrolizy estrów (np. octanu etylu) w środowisku kwasowym (reakcja z wodą w obecności kwasu siarkowego(VI)) oraz w środowisku zasadowym (reakcja z wodorotlenkiem sodu); pisze odpowiednie równania reakcji;**
10. **opisuje proces utwardzania tłuszczów ciekłych; pisze odpowiednie równanie reakcji;**
11. **opisuje proces zmydlania tłuszczów; pisze odpowiednie równania reakcji;**
12. **wyjaśnia, w jaki sposób z glicerydów otrzymuje się kwasy tłuszczowe lub mydła; pisze odpowiednie równania reakcji;**
13. **wyjaśnia, na czym polega proces usuwania brudu; bada wpływ twardości wody na powstawanie związków trudno rozpuszczalnych; zaznacza fragmenty hydrofobowe i hydrofilowe we wzorach cząsteczek substancji powierzchniowo czynnych;**

Po przerobieniu zadań z kursu zajrzyj do zbioru Barbary Pac tom 3:
Zadania: 155, 157, 158, 161, 165, 166, 169, 171, 182, 188, 189, 192, 197, 198, 214, 216, 217,



REAKCJE REDOKS

1. **uzasadnia przyczynę redukujących właściwościach kwasu metanowego (mrówkowego); projektuje i przeprowadza doświadczenie, którego wynik wykaże właściwości redukujące kwasu metanowego (mrówkowego) (reakcja HCOOH z MnO4-); pisze odpowiednie równania reakcji;**

Po przerobieniu zadań z kursu zajrzyj do zbioru Barbary Pac tom 3:
zadania: 156, 181, 184, 205, 206, 207, 210, 213, 215,

DOŚWIADCZENIA

1. **projektuje i przeprowadza doświadczenia pozwalające otrzymywać sole kwasów karboksylowych (w reakcjach kwasów z: metalami, tlenkami metali, wodorotlenkami metali i solami kwasów o mniejszej mocy);**
2. **projektuje i przeprowadza doświadczenie, którego wynik dowiedzie, że dany kwas organiczny jest kwasem słabszym np. od kwasu siarkowego(VI) i mocniejszym np. od kwasu węglowego; na podstawie wyników doświadczenia porównuje moc kwasów;**
3. **projektuje i przeprowadza doświadczenie, którego wynik wykaże podobieństwo we właściwościach chemicznych kwasów nieorganicznych i kwasów karboksylowych;**
4. **projektuje i przeprowadza doświadczenie, którego wynik dowiedzie, że w skład oleju jadalnego wchodzą związki o charakterze nienasyconym;**

Po przerobieniu zadań z kursu zajrzyj do zbioru Barbary Pac tom 3:
zadania: 159, 162, 163, 164, 170, 176, 177, 180, 183, 186, 187, 194, 195, 196, 203, 204, 208, 212,

PROJEKTOWANIE CIĄGÓW

1. **planuje ciągi przemian chemicznych wiążące ze sobą właściwości poznanych węglowodorów i ich pochodnych; pisze odpowiednie równania reakcji.**

Po przerobieniu zadań z kursu zajrzyj do zbioru Barbary Pac tom 3:
Zadania: 178,



Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

IZOMERIA KONSTYTUCYJNA, GEOMETRYCZNA I OPTYCZNA

1. **Rysuje wzory strukturalne i półstrukturalne (grupowe) izomerów konstytucyjnych o podanym wzorze sumarycznym; wśród podanych wzorów węglowodorów i ich pochodnych wskazuje izomery konstytucyjne;**
2. **wyjaśnia zjawisko izomerii geometrycznej (cis–trans); uzasadnia warunki wystąpienia izomerii geometrycznej w cząsteczce związku o podanej nazwie lub o podanym wzorze strukturalnym (lub półstrukturalnym); rysuje wzory izomerów geometrycznych;**
3. **wyjaśnia zjawisko izomerii optycznej; wskazuje centrum stereogeniczne (asymetryczny atom węgla); rysuje wzory w projekcji Fischera izomerów optycznych: enancjomerów i diastereoizomerów; uzasadnia warunki wystąpienia izomerii optycznej w cząsteczce związku o podanej nazwie lub o podanym wzorze; ocenia, czy cząsteczka o podanym wzorze stereochemicznym jest chiralna;**
4. **porównuje właściwości różnych izomerów konstytucyjnych; porównuje właściwości stereoizomerów (enancjomerów i diastereoizomerów);**

Po przerobieniu zadań z kursu zajrzyj do zbioru Barbary Pac tom 3:
Zadania: 167, 168, 172, 174, 185, 191, 201, 209

TYPY I MECHANIZMY REAKCJI CHEMICZNYCH

1. **klasyfikuje reakcje związków organicznych ze względu na typ procesu (addycja, eliminacja, substytucja, polimeryzacja, kondensacja) i mechanizm reakcji (elektrofilowy, nukleofilowy, rodnikowy); wyjaśnia mechanizmy reakcji; pisze odpowiednie równania reakcji.**

Po przerobieniu zadań z kursu zajrzyj do zbioru Barbary Pac tom 3:
Zadania:

OBLICZENIA

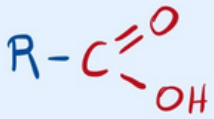
1. **Kwasy, estry to dogodne działy do zadań opartych na równowadze w roztworach.**

Po przerobieniu zadań z kursu zajrzyj do zbioru Barbary Pac tom 3:
Zadania: 173, 175, 193, 199, 218



Kwasy karboksylowe, estry, tłuszcze

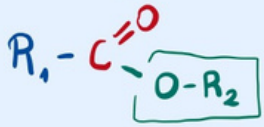
Kwasy karboksylowe



R-COOH

np. $HCOOH$ kwas metanowy
CH_3COOH kwas etanowy

estry

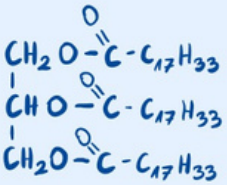


część od alkoholu lub od fenolu

np. $HCOOCH_2CH_3$ metanian etylu
CH_3COOCH_3 etanian metylu

tłuszcze

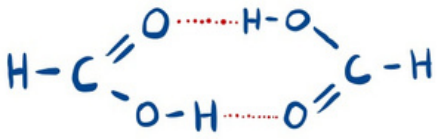
np



trioleinian glicerolu

H z F, O, N

Wiązania wodorowe



$(HCOOH)_2$
dimer kwasu mrówkowego

nie pomyl z kwasem szczawiowym:



$(COOH)_2$

Metameria to rodzaj izomerii konstytucyjnej polegającej na zmianie grupy funkcyjnej:

$CH_3 - CH_2 - COOH$ kwas propanowy

$CH_3 - COOCH_3$ etanian metylu

$H - COOCH_2CH_3$ metanian etylu

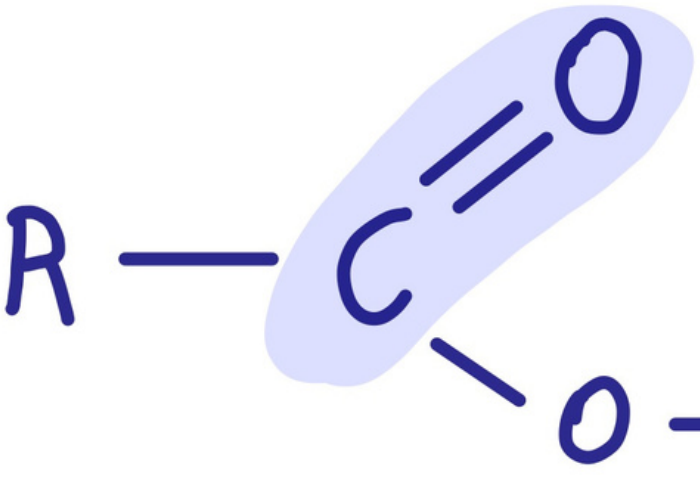
CH_3CH_2CHO
z $CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3$

CH_3CH_2OH
CH_3-O-CH_3



Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

kwasy karboksylowe



grupa karbonylowa

$HCOOH$ kwas metanowy (mrówkowy)

CH_3COOH kwas etanowy (octowy)

CH_3CH_2COOH kwas propanowy (propionowy)

$CH_3CH_2CH_2COOH$ kw. butanowy (masłowy)



Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

Wyższe kw. karboksylowe

stałe

siedemnaście

$C_{17}H_{35}COOH$ — kwas stearynowy

$C_{15}H_{31}COOH$ — kwas palmitynowy

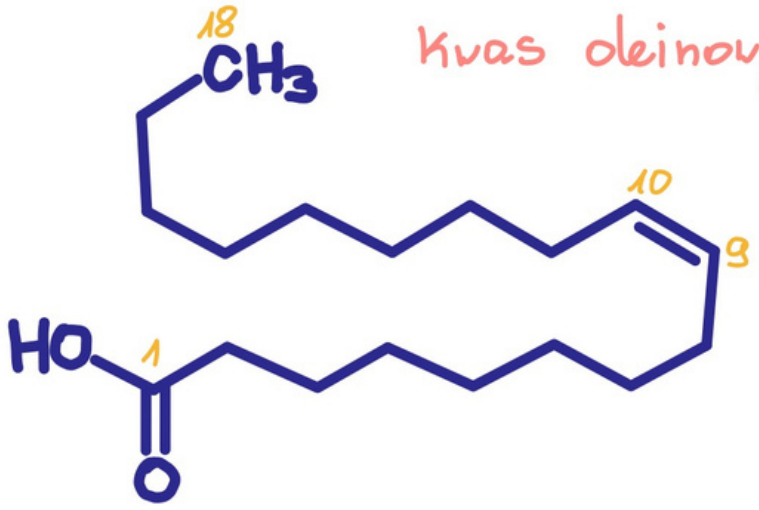
piętnaście

ciecze

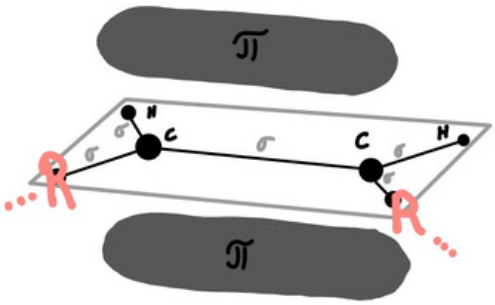
$C_{17}H_{33}COOH$ — kwas oleinowy ($\Delta 9$)

$C_{17}H_{31}COOH$ — kwas linolowy ($\Delta 9,12$)

$C_{17}H_{29}COOH$ — kwas linolenowy ($\Delta 9,12,15$)



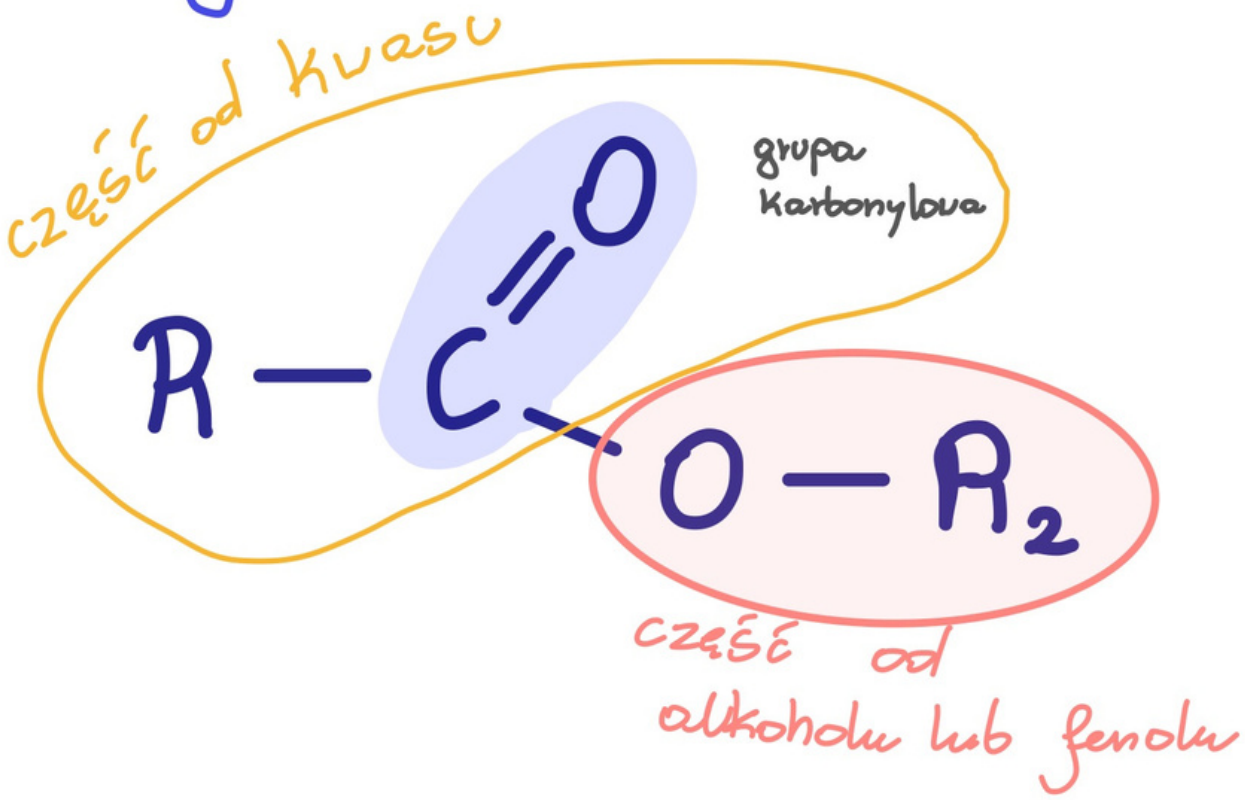
Kwas oleinowy:





Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

Estry



$HCOOCH_3$ metanian metylu

$CH_3COOC_3H_7$ etanian propylu

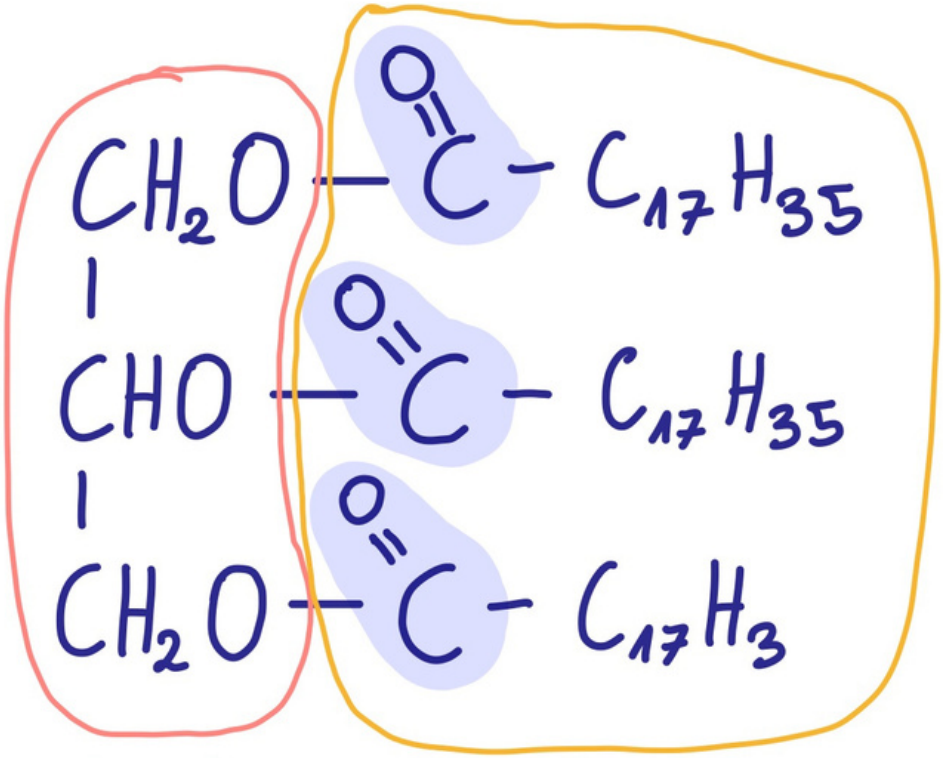
$CH_3CH_2COOC_6H_5$ propanian fenylu

Kwasy karboksylowe i estry o tej samej liczbie atomów węgla są **metamerami**, czyli izomerami konstytucyjnymi różniącymi się grupami funkcyjnymi.

np. CH_3COOH : $HCOOCH_3$

Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

Tłuszcze



część od glicerolu

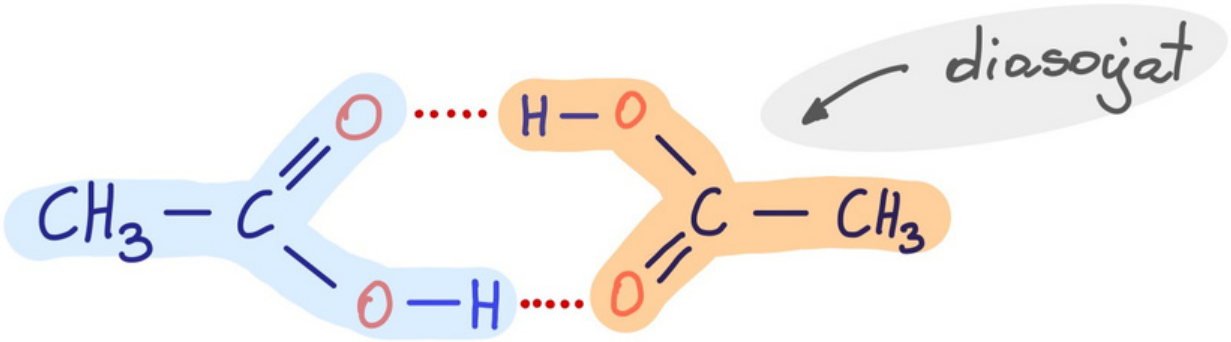
część od wyższych kwasów karboksylowych

tristearynian glicerolu

Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

Wiązania wodorowe

występuje pomiędzy cząsteczkami kwasów, w wyniku czego kwasy występują w postaci cyklicznych dimerów.

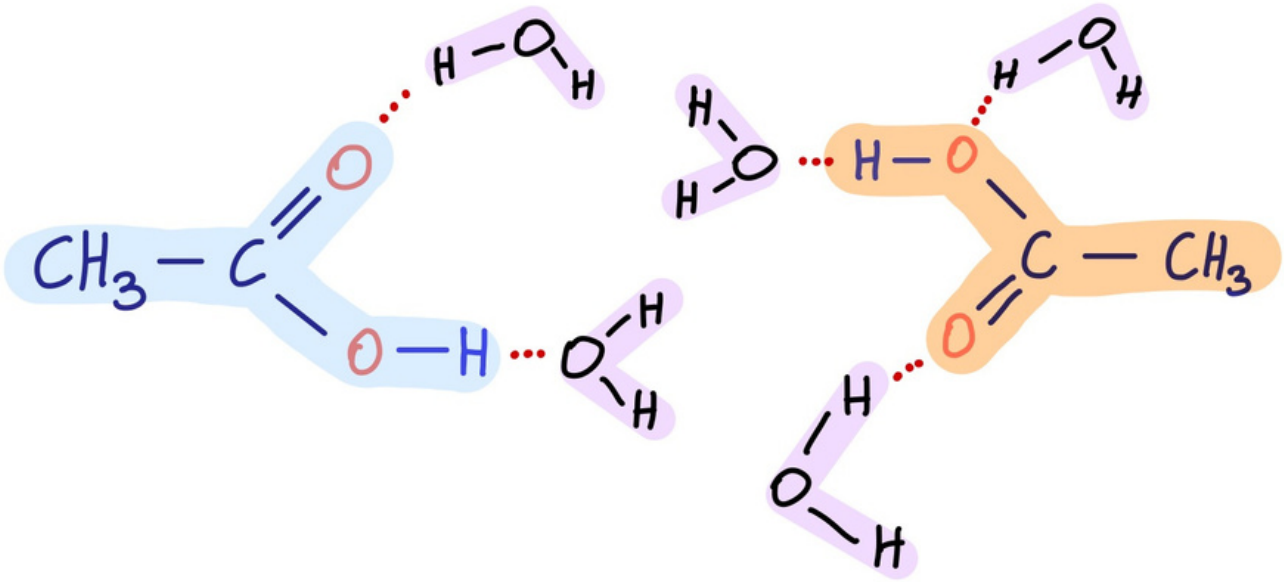


dimer kwasu octowego

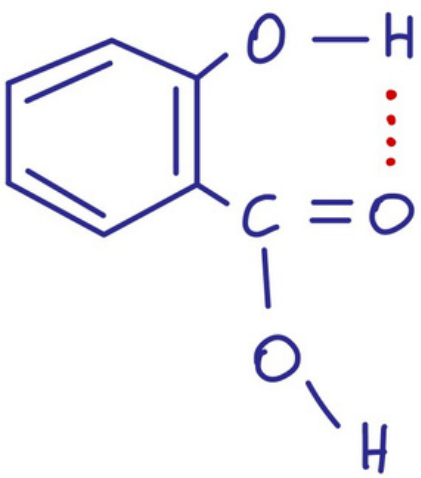
Kwasy karboksylowe mają znacznie wyższe temperatury wrzenia niż alkohole o tej samej liczbie atomów węgla, co wynika z tworzących się cyklicznych dimerów.

CH_3COOH $T_{wr} = 117,9°C$ > CH_3CH_2OH $78,3°C$

Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com



Dimery kwasów karboksylowych zanikają podczas rozcieńczania wodą. W rozcieńczonych roztworach nie występują, ponieważ cząsteczki wody wchodzą pomiędzy i tworzą wiązania wodorowe z cząsteczkami kwasów.



Wiązanie wodorowe może występować wewnątrzcząsteczki

w tym przypadku obecność wiązania wodorowego ↑ moc kwasu karboksylowego

$HCOOH$  kwas metanowy (kwas mrówkowy)

- bezbarwna ciecz o ostrym zapachu ($T_{wr} = 100,7°C$)
- składnik jadu mrówek i pokrzyw
- zawiera grupę aldehydową, przez co posiada wł. redukujące.
- stosowany np. do zmiękczania skóry w garbarstwie czy do dezynfekcji beczek do wina i piwa.

CH_3COOH  kwas etanowy (kwas octowy)

- ciecz o ostrym zapachu "octu" ($T_{wr} = 118,1°C$)
- 100%, bezwodny krzepnie w temp 16,7°C tworząc podobne do lodu kryształy stąd nazwa "lodowaty kwas octowy".
- stosowany np. syntezy organiczne, ocet konsumpcyjny (5-10% w)

$(COOH)_2$  kwas etanodiowy (kw. szczawiowy)

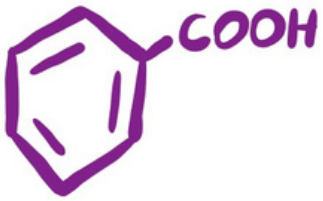
- ciało stałe ($T_{topn} = 160°C$)
- bardzo dobrze rozpuszcza się w wodzie
- mocniejszy niż kwas octowy ale słabszy od mrówkowego
- w reakcji z silnym utleniaczem ($KMnO_4$ / $K_2Cr_2O_7$) wykazuje wł. redukujące przechodząc w CO_2.



$CH_2=CH-COOH$

Kwas prop-2-enowy
(kwas akrylowy)

- bezbarwna ciecz, która łatwo polimeryzuje tworząc szklistą ciecz



Kwas benzenokarboksylowy
(kwas benzoesowy)

- krystaliczne ciało stałe słabo rozpuszczalne w wodzie
($T_{topn} = 122,34°C$)
- zastosowanie ma C_6H_5COONa - benzoesan sodu w przemyśle jako konserwant. Stosowany w syntezie organicznej.

$CH_3-\underset{\underset{OH}{|}}{CH}-COOH$

Kwas 2-hydroksypropanowy
(kw. mlekowy)

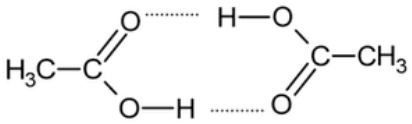
- ciało stałe, b. dobrze rozpuszczalny w wodzie
- nazwę mlekowy zawdzięcza powstawaniu w fermentacji cukru mlekowego - laktozy
- powstaje w tkance mięśniowej w wyniku rozpadu glikogenu - cukru zapasowego i podczas spalania glukozy przy niedoborze tlenu → rośnie stężenie kwasu mlekowego i wywołuje ból - następnie ból szybko znika - w max 2h. organizm pozbywa się kw. mlekowego.
- wabi komary! ("atraktant")



1.1

Zadanie 32. (0–1)

Cząsteczki kwasu etanowego mogą tworzyć dimer:



Dimer ten występuje w stanie gazowym oraz w roztworach kwasu etanowego w rozpuszczalnikach nietworzących z nim wiązań wodorowych.

Uzupełnij poniższe zdania. Wybierz i podkreśl jedną odpowiedź spośród podanych w każdym nawiasie.

Przedstawiony w informacji dimer powstaje w wyniku tworzenia się wiązań (kowalencyjnych / jonowych / wodorowych) między cząsteczkami kwasu etanowego. Rozcieńczony roztwór kwasu etanowego w wodzie (nie zawiera dimerów / zawiera dimery), ponieważ woda (nie tworzy wiązań wodorowych / tworzy wiązania wodorowe) z cząsteczkami kwasu etanowego.

1.2

🕮 Informacja do zadania 28 i 29

Kwasy tłuszczowe o wzorach $C_{17}H_{35}COOH$ (kwas stearynowy) i $C_{17}H_{33}COOH$ (kwas oleinowy) należą do różnych szeregów homologicznych.

Zadanie 28. *(1 pkt)*

Określ różnicę w budowie cząsteczek tych związków. W tym celu w każdym nawiasie wybierz i podkreśl właściwe określenie.

Kwas oleinowy, w przeciwieństwie do kwasu stearynowego, jest kwasem (nasyconym / nienasyconym).

W cząsteczce kwasu stearynowego pomiędzy atomami węgla (występuje jedno wiązanie podwójne / występują tylko wiązania pojedyncze).

1.3

Zadanie 28. *(3 pkt)*

Dane są wzory trzech kwasów karboksylowych: $C_{17}H_{33}COOH$, $C_{17}H_{35}COOH$, $C_{15}H_{31}COOH$ oraz zestawione w poniższej tabeli wartości ich temperatury topnienia.

Porównaj budowę kwasów o podanych powyżej wzorach i uzupełnij tabelę.

Wzór kwasu			
Charakter kwasu (nasycony, nienasycony)			
Temperatura topnienia, °C	70	63	16
Stan skupienia w temperaturze 25 °C			

Na podstawie: W. Mizerski, *Tablice chemiczne,* Warszawa 2003.



1.4

🕮 Informacja do zadania 26 i 27

Właściwości substancji są uwarunkowane budową ich cząsteczek i charakterem występujących wiązań. W cząsteczkach kwasów karboksylowych można wyróżnić dwa fragmenty o przeciwstawnych właściwościach: polarną grupę karboksylową –COOH i niepolarny fragment węglowodorowy –R. W kwasach o krótkich łańcuchach węglowych dominuje grupa polarna. W miarę wzrostu długości łańcucha węglowego maleje wpływ grupy karboksylowej na właściwości związków.
W poniższej tabeli zestawiono temperatury wrzenia wybranych kwasów karboksylowych (pod ciśnieniem 1013 hPa).

Wzór półstrukturalny (grupowy) kwasu	Temperatura wrzenia, °C
CH_3COOH	118
$CH_3CH_2CH_2COOH$	163
$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2COOH$	206

Na podstawie: *W. Mizerski, Tablice chemiczne, Warszawa 2003*

Zadanie 26. *(1 pkt)*

Na podstawie analizy danych zawartych w informacji wprowadzającej sformułuj wniosek, który określa związek pomiędzy długością łańcucha węglowego a lotnością kwasów karboksylowych.

.....

.....

Zadanie 27. *(1 pkt)*

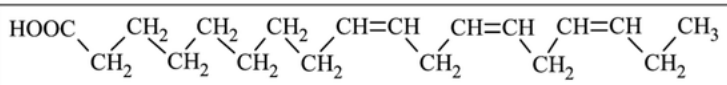
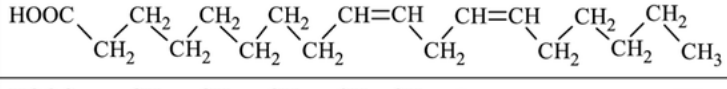
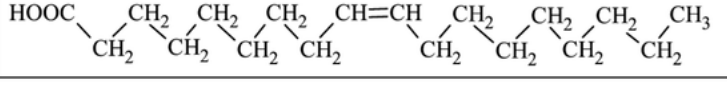
Ustal, który z kwasów karboksylowych wymienionych w informacji wprowadzającej jest najlepiej rozpuszczalny w wodzie, i napisz jego wzór półstrukturalny (grupowy).

.....

1.5

Informacja do zadań 31.–34.

Nienasycone kwasy tłuszczowe, *NNKT*, to kwasy, które nie są syntezowane w organizmie człowieka i muszą być dostarczane wraz z pożywieniem. Zalicza się do nich kwasy omega-3, omega-6 oraz omega-9. Poniżej wymieniono przykłady *NNKT*.

Kwas omega-3 *Kwas α-linolenowy*	
Kwas omega-6 *Kwas linolowy*	
Kwas omega-9 *Kwas oleinowy*	

Zadanie 31. *(1 pkt)*

Znajdź i opisz związek między numerem w nazwie kwasu omega (-3, -6, -9) a budową jego cząsteczki.

.....

.....

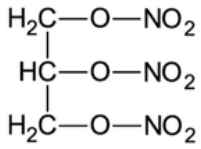
.....



1.6

Zadanie 33. (0–1)

Poniżej przedstawiono wzór związku zawierającego azot.



Zaznacz poprawne dokończenie zdania.

Związek o podanym wzorze jest

A. solą kwasu azotowego(III).

B. solą kwasu azotowego(V).

C. estrem kwasu azotowego(V).

D. związkiem nitrowym.

1.7

Zadanie 33. (0–1)

Izomeryczne kwasy: 2-hydroksybenzenokarboksylowy, 3-hydroksybenzenokarboksylowy i 4-hydroksybenzenokarboksylowy, różnią się mocą. Jeden z nich jest znacznie mocniejszy ($K_a = 1{,}0 \cdot 10^{-3}$) niż dwa pozostałe (wartości K_a są równe $8{,}3 \cdot 10^{-5}$ oraz $2{,}6 \cdot 10^{-5}$). Na moc kwasu wpływają wewnątrzcząsteczkowe wiązania wodorowe. W jednym z izomerów wiązanie tlen – wodór w grupie karboksylowej jest osłabione wskutek udziału atomu tlenu w wiązaniu wodorowym. W pozostałych izomerach wzajemne położenie grup –COOH oraz –OH sprawia, że powstawanie takich wewnątrzcząsteczkowych wiązań wodorowych jest niemożliwe.

Na podstawie: K. Pigoń, Z. Ruziewicz, *Chemia fizyczna. Fizykochemia molekularna*, Warszawa 2005.

Narysuj wzór półstrukturalny (grupowy) albo uproszczony tego izomeru kwasu hydroksybenzenokarboksylowego, który tworzy wewnątrzcząsteczkowe wiązania wodorowe.

.....

Nazewnictwo kwasów i estrów

1. Znajdź najdłuższy łańcuch.
2. Ponumeruj łańcuch. Najważniejsza grupa funkcyjna musi mieć najmniejszy lokant.
3. Zapisz nazwę w trzech etapach:

Podstawniki	Łańcuch	Końcówki
w kolejności alfabetycznej "lokant-podstawnik"	nazwa najdłuższego łańcucha	dla łańcucha (an, en, yn) i dla aldehydu (al) i dla ketonu (on)

Nazewnictwa najlepiej uczyć się analizując kolejne przykłady razem z nauczycielem. Rób notatki:)

① kwasów karboksylowych

"-owy"

"-karboksylowy"

①

$HCOOH$

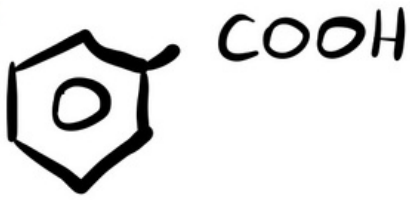
CH_3COOH

CH_3CH_2COOH

$CH_3CH_2CH_2COOH$



Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

2) 

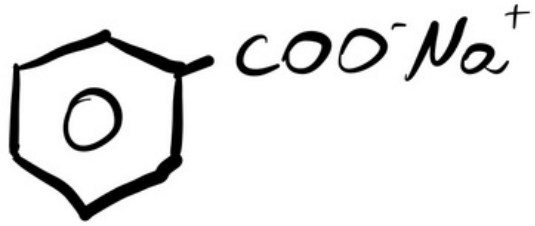
3) 

4) $HOOC-CH_2-CH_2-COOH$

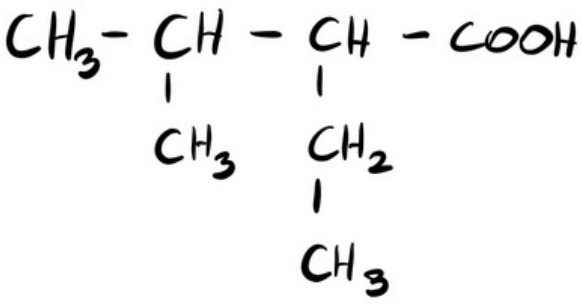
5) $HOOC-\underset{\underset{COOH}{|}}{CH}-CH_2-COOH$

6) $CH_3COO^-Na^+$

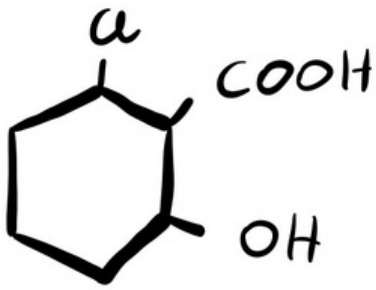
7) $HCOO^-NH_4^+$

8) 

9



10



11

Kwas pentano-1,2,3,5-tetrakarboksylowy

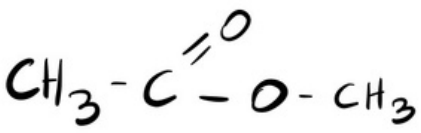
12

Kwas 3-amino-4-nitrobenzenokarboksylowy

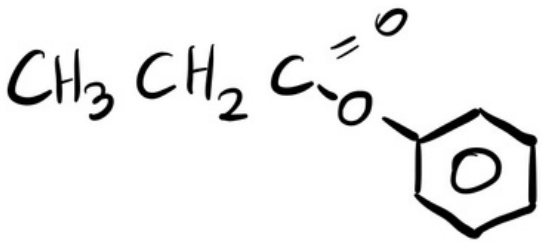
13 Kwas 3-hydroksy-3-metylobutanowy

14 Kwas 1-hydroksypropano-1,2,3-trikarboksylowy

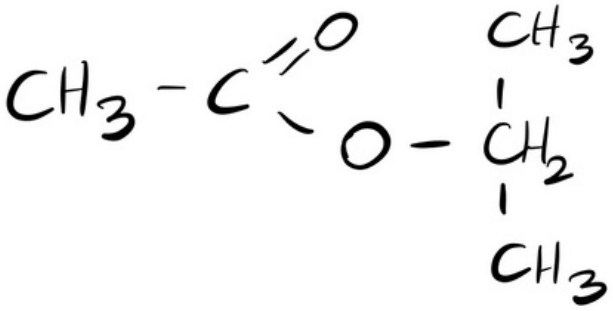
② estrów "-ian, -yl" lub "-an, -yl"

15 

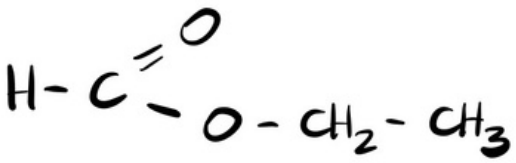
16



17

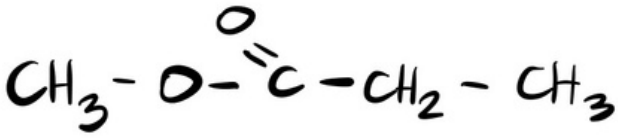


18

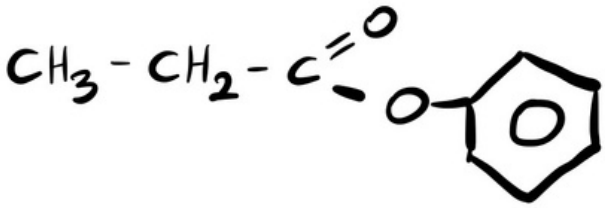


Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

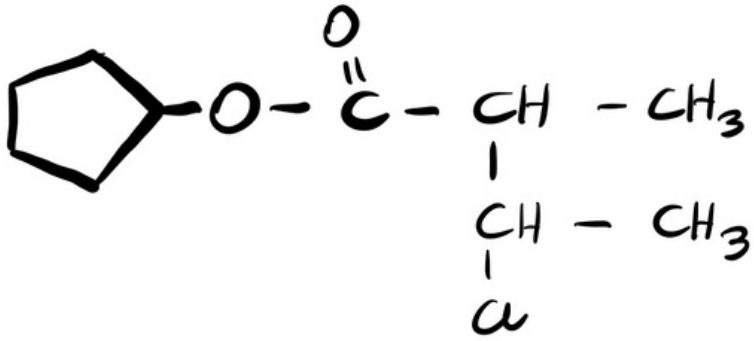
13



20



21



22

stearynian etylu

23

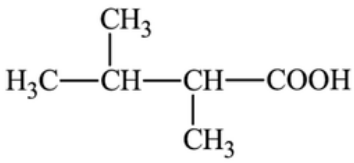
trioctan propano-1,2,3-triylu

Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

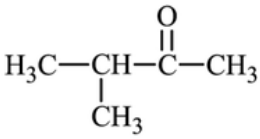
2.1

Informacja do zadań 29.–30.
Poniżej przedstawiono wzory dwóch związków organicznych.

I



II



Zadanie 29. (0–1)
Zaznacz odpowiedź, w której podano poprawne nazwy systematyczne związków I i II.

	I	II
A.	kwas 2,3-dimetyloheksanowy	3-metylobutanal
B.	kwas 2,3-dimetylobutanowy	3-metylobutanon
C.	2,3-dimetylobutanal	3-metylobutanon
D.	kwas 2,3-dimetylobutanowy	3-metylobutanal

2.2

Zadanie 24.

Kwas mlekowy to zwyczajowa nazwa kwasu 2-hydroksypropanowego.

Zadanie 24.1. *(1 pkt)*

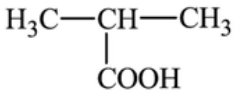
Napisz wzór półstrukturalny (grupowy) kwasu mlekowego.

.....

2.3

Zadanie 24. *(2 pkt)*

Pewien kwas alkanowy ma następujący wzór półstrukturalny (grupowy):



a) Podaj nazwę systematyczną tego kwasu.

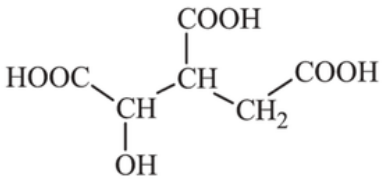
.....



2.4

🕮 Informacja do zadań 14.–16.

Kwas cytrynowy (kwas 2-hydroksypropano-1,2,3-trikarboksylowy) o składzie $C_6H_8O_7$ spełnia ważną funkcję w metabolizmie organizmów jako produkt przejściowy cyklu Krebsa, w którym ulega izomeryzacji do kwasu izocytrynowego o następującym wzorze:



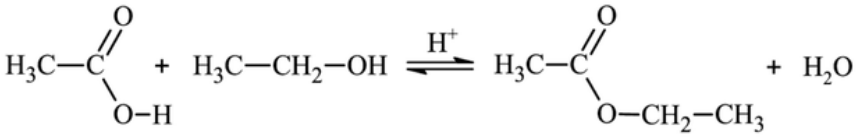
Zadanie 15. *(1 pkt)*

Napisz wzór półstrukturalny (grupowy) kwasu cytrynowego.

2.5

Zadanie 24. *(1 pkt)*

Reakcja kwasu etanowego (octowego) z etanolem przebiega według równania:



Reakcja ta zachodzi w obecności mocnego kwasu, np. kwasu siarkowego(VI).

Podaj nazwę estru powstającego w tej reakcji.

.....

2.6

Zadanie 35. (0–1)

Dodekan-1-ol jest alkoholem o wzorze $CH_3–(CH_2)_{10}–CH_2–OH$. Alkohol ten tworzy z kwasem siarkowym(VI) ester, który reaguje z wodnym roztworem wodorotlenku sodu, w wyniku czego powstaje sól – dodecylosiarczan(VI) sodu.

Napisz wzór półstrukturalny (grupowy) estru dodekan-1-olu i kwasu siarkowego(VI).

.....

2.7

Zadanie 34. (0–1)

Parabeny – środki konserwujące powszechnie stosowane w kosmetykach – są estrami kwasu *para*-hydroksybenzoesowego (kwasu 4-hydroksybenzenokarboksylowego). Do parabenów należy 4-hydroksybenzoesan benzylu – ester kwasu 4-hydroksybenzenokarboksylowego i alkoholu benzylowego, czyli fenylometanolu.

Napisz wzór uproszczony 4-hydroksybenzoesanu benzylu.



Moc kwasów

Im łatwiej kwas odszczepia proton tym jest mocniejszy.

Moc kwasów możemy porównywać na trzy sposoby:

① K_a – zależy od temperatury (25°C w tablicach)

$K_a > 1$ => mocny kwas ($\longrightarrow$)

$HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$ $\quad K_a = 10^7$

$K_a < 1$ => słaby kwas ($\rightleftharpoons$)

$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$

w warunkach izotermicznych im większe K_a tym mocniejszy kwas.

$$K_a = \frac{[CH_3COO^-] \cdot [H^+]}{[CH_3COOH]}$$

stężenia w stanie równowagi

Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

② α stopień dysocjacji

zależy od temperatury i C_{mp}

> w warunkach izotermicznych i przy identycznych początkowych stężeniach molowych kwasów mocniejszy jest ten, który dysocjuje w większym stopniu (większa α)

R-COOH $\alpha = 5\%$

to oznacza, że 5% wprowadzonych cząsteczek R-COOH rozpadło się na jony:

$$RCOOH \rightleftharpoons RCOO^- + H^+$$

C_{mp}	0,1	——	——
ΔC_m	- 0,005	+ 0,005	+ 0,005
C_{mk}	0,095	0,005	0,005

$$\alpha = \frac{0,005}{0,1} \cdot 100\% = 5\%$$



3 Budowa kwasu

a) Łańcuch węglowy ze wzrostem długości łańcucha węglowego maleje rozpuszczalność w wodzie kwasów karboksylowych czemu towarzyszy spadek zdolności do odszczepiania protonu (maleje moc kwasu

b) liczba grup karboksylowych

Wielo protonowe kwasy karboksylowe dysocjują stopniowo. Każdy kolejny kwas jest słabszy od poprzedniego ponieważ posiada mniejszą K_a w tej samej temperaturze.

Kwas 1



Kwas 2



K_{a1} > K_{a2}



Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

UWAGA

H_2CO_3 jest mocniejszy od fenolu!

HCO_3^- jest słabszy od fenolu!

$$H_2O + CO_2 + C_6H_5ONa \longrightarrow C_6H_5OH + NaHCO_3$$

H_2CO_3 $K_{a_1} = 4{,}47 \cdot 10^{-7}$ $>$ $K_a = 1{,}02 \cdot 10^{-10}$ C_6H_5OH

Kwas węglowy jest kwasem mocniejszym od fenolu, co oznacza, że dostarcza na tyle dużo jonów H^+ do roztworu aby przesunąć stan równowagi w prawą stronę dla reakcji $H^+ + C_6H_5O^- \longrightarrow C_6H_5COOH$

$$H_2O + CO_2 + C_6H_5ONa \not\longrightarrow C_6H_5OH + Na_2CO_3$$

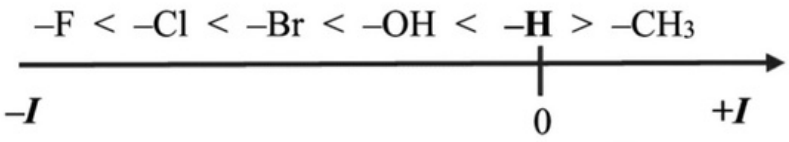
HCO_3^- $K_{a_2} = 4{,}68 \cdot 10^{-11}$ $<$ $K_a = 1{,}02 \cdot 10^{-10}$ C_6H_5OH

Kwas wodorowęglowy HCO_3^- jest kwasem słabszym od fenolu więc nie dostarczy na tyle dużo jonów H^+ aby wytrącić C_6H_5OH z roztworu.



Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

(c) podstawników wywołujących ujemny efekt indukcyjny - im bardziej ujemny, tym bardziej zwiększa moc kwasów.



$CH_2ClCOOH > CH_2BrCOOH$

im bliżej grupy karboksylowej leżą tym bardziej zwiększają moc kwasu karboksylowego.

Wzór kwasu	Stała dysocjacji K_a
$CH_3-CH_2-CH_2-COOH$	$1{,}5\cdot10^{-5}$
$CH_3-CH_2-CHCl-COOH$	$1{,}4\cdot10^{-3}$
$CH_3-CHCl-CH_2-COOH$	$8{,}9\cdot10^{-5}$
$CH_2Cl-CH_2-CH_2-COOH$	$3{,}0\cdot10^{-5}$

Na podstawie: J. McMurry, *Chemia organiczna*, t.2, Warszawa 2000.

im więcej podstawników o ujemnym efekcie indukcyjnym, tym mocniejszy kwas np.

$CH_2ClCOOH < CHCl_2COOH$



④ Na podstawie reakcji

mocniejszy kwas wypiera słabszy kwas z roztworu jego soli, czemu może towarzyszyć:

ⓐ pienienie się roztworu:

$$Na_2CO_3 + 2CH_3COOH \longrightarrow 2CH_3COONa + H_2O + CO_2\uparrow$$

$$CO_3^{2-} + 2CH_3COOH \longrightarrow 2CH_3COO^- + H_2O + CO_2\uparrow$$

ⓑ wytrącenie osadu:

$$CO_2 + H_2O + C_6H_5ONa \longrightarrow C_6H_5OH\downarrow + NaHCO_3$$

pamiętaj: $CO_2 + H_2O + 2C_6H_5ONa \not\longrightarrow 2C_6H_5OH\downarrow + Na_2CO_3$

HCO_3^- słabszy kwas niż C_6H_5OH

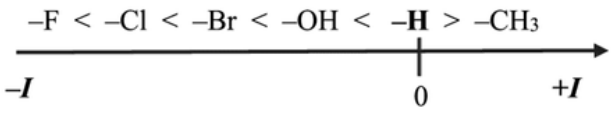
$$C_{15}H_{35}COONa + HCOOH \longrightarrow C_{17}H_{35}COOH\downarrow + HCOONa$$



3.1

Zadanie 32. (0–2)

Na kwasowość i zasadowość związków organicznych mają wpływ podstawniki znajdujące się w cząsteczkach w sąsiedztwie grup funkcyjnych. Przykładem takiego wpływu jest efekt indukcyjny, czyli oddziaływanie podstawników polegające na przyciąganiu (*–I*) lub odpychaniu (*+I*) elektronów, co prowadzi do zmiany stopnia polaryzacji wiązań w cząsteczce. Ujemny efekt indukcyjny (*–I*) skutkuje wzrostem mocy kwasów i obniżeniem mocy zasad. Przeciwnie działa dodatni efekt indukcyjny (*+I*).
Na poniższym schemacie przedstawiono kierunek i wielkość efektu indukcyjnego wybranych podstawników względem wodoru.



Odpowiedz na poniższe pytania i uzasadnij odpowiedź. W uzasadnieniu porównaj wpływ podstawników na efekt indukcyjny.

1. Czy kwas 2-chloropropanowy jest mocniejszy niż kwas 2-hydroksypropanowy?

(TAK / NIE), ponieważ: .....

.....

.....

2. Czy 2-hydroksypropanoamina jest mocniejszą zasadą niż propanoamina?

(TAK / NIE), ponieważ: .....

.....

.....

3.2

Zadanie 32. ***(1 pkt)***

Moc łańcuchowych kwasów karboksylowych zależy między innymi od liczby atomów węgla w cząsteczce, a także od obecności połączonych z atomami węgla atomów pierwiastków o dużej elektroujemności, np. chloru. Wpływ elektroujemnych atomów jest następujący:

- im większa jest ich liczba w cząsteczce, tym moc kwasu jest większa,
- im bardziej atomy te są oddalone od grupy karboksylowej, tym moc kwasu jest mniejsza.

Uszereguj podane poniżej kwasy zgodnie <u>ze wzrostem ich mocy</u> i napisz ich numery.

$CH_3CH(Cl)CH_2COOH$	$C_2H_5C(Cl_2)COOH$	$C_2H_5CH_2COOH$	$C_2H_5CH(Cl)COOH$
I	II	III	IV

.....

3.3

Zadanie 34. (0–1)

Badano właściwości czterech kwasów. Podczas doświadczenia stwierdzono, że zachodzą następujące reakcje:

$$CHCl_2–COOH + CH_2Cl–COONa \rightarrow CHCl_2–COONa + CH_2Cl–COOH$$

$$CH_2Cl–COOH + CH_3–COONa \rightarrow CH_2Cl–COONa + CH_3–COOH$$

$$CH_2Cl–COOH + C_6H_5–COONa \rightarrow CH_2Cl–COONa + C_6H_5–COOH$$

a reakcja:

$$C_6H_5–COONa + CH_3–COOH \rightarrow \text{nie zachodzi}$$

Na podstawie wyników przeprowadzonego doświadczenia uporządkuj badane kwasy od najsłabszego do najmocniejszego.

.....

najsłabszy kwas najmocniejszy kwas

3.4

Zadanie 29. *(1 pkt)*

W poniższej tabeli zestawiono wartości stałej dysocjacji (w temperaturze 25 °C) kwasu butanowego i jego monochloropochodnych.

Wzór kwasu	Stała dysocjacji K_a
$CH_3-CH_2-CH_2-COOH$	$1{,}5\cdot10^{-5}$
$CH_3-CH_2-CHCl-COOH$	$1{,}4\cdot10^{-3}$
$CH_3-CHCl-CH_2-COOH$	$8{,}9\cdot10^{-5}$
$CH_2Cl-CH_2-CH_2-COOH$	$3{,}0\cdot10^{-5}$

Na podstawie: J. McMurry, *Chemia organiczna*, t.2, Warszawa 2000.

Oceń, czy poniższe informacje są prawdziwe. Zaznacz P, jeśli informacja jest prawdziwa, albo F – jeśli jest fałszywa.

1.	Wprowadzenie jednego atomu chloru do cząsteczki kwasu butanowego jest przyczyną zwiększenia zdolności tej cząsteczki do odszczepiania protonu.	**P**	**F**
2.	Wpływ atomu chloru na moc kwasów chlorobutanowych jest tym mniejszy, im bardziej atom ten jest oddalony od grupy karboksylowej.	**P**	**F**
3.	Kwas 4-chlorobutanowy jest kwasem słabszym od kwasu butanowego.	**P**	**F**



3.5

Zadanie 24. ***(2 pkt)***

W poniższej tabeli podane są wartości stałej dysocjacji wybranych kwasów organicznych w temperaturze 25 °C.

Nazwa kwasu	K_a
metanowy (mrówkowy)	$1{,}7 \cdot 10^{-4}$
etanowy (octowy)	$1{,}7 \cdot 10^{-5}$
benzenokarboksylowy (benzoesowy)	$6{,}3 \cdot 10^{-5}$
o-chlorobenzenokarboksylowy (o-chlorobenzoesowy)	$1{,}2 \cdot 10^{-3}$

Na podstawie: R. Morrison, R. Boyd, *Chemia organiczna,* Warszawa 1985.

Trzy kwasy HX, HY i HZ różnią się mocą. W temperaturze 25 °C stosunek stałych dysocjacji $K_{HZ} : K_{HY}$ jest równy 0,1. Kwas HX reaguje z solą NaY zgodnie ze schematem:

$$HX + NaY \rightarrow NaX + HY$$

a) Skorzystaj z powyższej informacji i przyporządkuj wzorom HX, HY, HZ nazwy odpowiednich kwasów.

HX: .....

HY: .....

HZ: .....

b) Napisz, jaki wpływ na moc kwasu ma wprowadzenie do pierścienia kwasu benzenokarboksylowego w pozycję *orto*- kolejnego podstawnika takiego jak –Cl.

.....

3.6

Zadanie

Do wodnego roztworu węglanu sodu dodano wodnego roztworu diwodorofosforanu(V) sodu. Oceń czy zaobserwowano wydzielenie się pęcherzyków gazu. Odpowiedź uzasadnij.



Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

3.7

Zadanie 29.

W poniższej tabeli podane są wartości stałej dysocjacji wybranych związków w temperaturze *T*.

Nazwa związku organicznego	K_a
fenol (benzenol)	$1{,}3 \cdot 10^{-10}$
kwas benzoesowy (kwas benzenokarboksylowy)	$6{,}5 \cdot 10^{-5}$
kwas węglowy	$4{,}5 \cdot 10^{-7}$

Na podstawie: J. Sawicka i inni, *Tablice chemiczne*, Gdańsk 2001
oraz L. Pajdowski, *Chemia ogólna*, Warszawa 1982.

W dwóch nieoznakowanych probówkach znajdują się oddzielnie wodne roztwory kwasu benzoesowego i fenolu.

Zadanie 29.1. *(1 pkt)*

Wyjaśnij, dlaczego możliwe jest odróżnienie wodnego roztworu kwasu benzoesowego od wodnego roztworu fenolu przy użyciu stałego Na_2CO_3.

.....

.....

.....

.....

Zadanie 29.2. *(1 pkt)*

Napisz <u>w formie cząsteczkowej</u> równanie reakcji, która jest podstawą eksperymentu.

.....

3.8

Informacja do zadań 15.–16.

Do probówki ze stałym etanianem (octanem) sodu dodano kwas siarkowy(VI) i zawartość naczynia ogrzano. U wylotu próbówki wyczuwalny był charakterystyczny ostry zapach.

Zadanie 15. (0–1)

Napisz, czy użycie do przeprowadzenia opisanego doświadczenia kwasu ortofosforowego(V) zamiast kwasu siarkowego(VI) pozwoli na zaobserwowanie podobnych efektów.

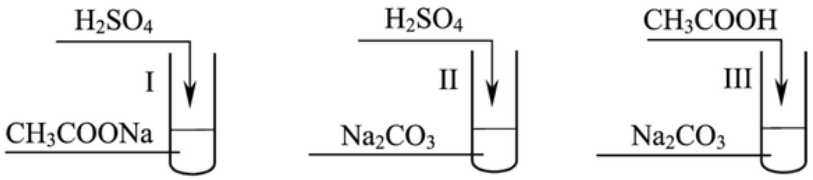
.....



3.9

🕮 Informacja do zadań 15.–17.

Przeprowadzono doświadczenia, których przebieg zilustrowano na poniższym rysunku.



- W probówce I wyczuwało się charakterystyczny zapach octu.
- W probówce II i III reakcje przebiegły gwałtownie i wydzielił się bezbarwny gaz.

Zadanie 15. *(1 pkt)*

Na podstawie informacji wprowadzającej uzupełnij poniższe zdanie. W każdym nawiasie wybierz i podkreśl nazwę właściwego kwasu.

Najmocniejszym kwasem jest kwas (etanowy / siarkowy(VI) / węglowy), a najsłabszym kwasem jest kwas (etanowy / siarkowy(VI) / węglowy).

Zadanie 16. *(2 pkt)*

Napisz <u>w formie cząsteczkowej</u> równania reakcji zachodzących w probówkach I i II.

Probówka I: .....

Probówka II: .....

Zadanie 17. *(2 pkt)*

Powstający w probówce III bezbarwny gaz wprowadzono do zlewki, w której znajdował się wodny roztwór wodorotlenku wapnia.

a) Napisz, co zaobserwowano podczas tego doświadczenia.

.....

b) Przedstaw <u>w formie cząsteczkowej</u> równanie reakcji zachodzącej w <u>zlewce</u>.

.....



3.10

Zadanie 33.

Moc kwasów można porównać na podstawie analizy ich stałych dysocjacji albo metodą doświadczalną. Stała dysocjacji kwasu pirogronowego jest równa $K_a = 4{,}1 \cdot 10^{-3}$ w $t = 25$ °C.

Na podstawie: J. Sawicka i inni, *Tablice chemiczne*, Gdańsk 2004.

Porównaj wartości stałych dysocjacji kwasu pirogronowego i kwasu etanowego, a następnie zaprojektuj doświadczenie, w którym zajdzie reakcja potwierdzająca, że jeden z nich jest mocniejszy.

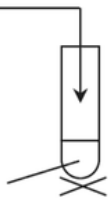
Zadanie 33.1. (0–1)

Uzupełnij poniższy schemat doświadczenia, wpisując wzory użytych odczynników wybranych spośród:

- **$CH_3COCOOH$ (aq)**
- **$CH_3COCOONa$ (aq)**
- **CH_3COOH (aq)**
- **CH_3COONa (aq)**
- **NaOH (aq)**

Schemat doświadczenia:

odczynnik: .....



odczynnik: .....

Zadanie 33.2. (0–1)

Opisz zmiany, które potwierdzają, że wybrany kwas jest mocniejszy od drugiego.

.....

.....

.....

3.11

Informacja do zadań 39.–40.

Hydrolizę estrów katalizują zarówno zasady, jak i kwasy. W warunkach hydrolizy zasadowej kwas karboksylowy otrzymuje się w postaci soli, z której może on zostać wyparty przez mocny kwas nieorganiczny.

Na podstawie: R.T. Morrison, R.N. Boyd, *Chemia organiczna*, Warszawa 2008.

Zadanie 40. *(1 pkt)*

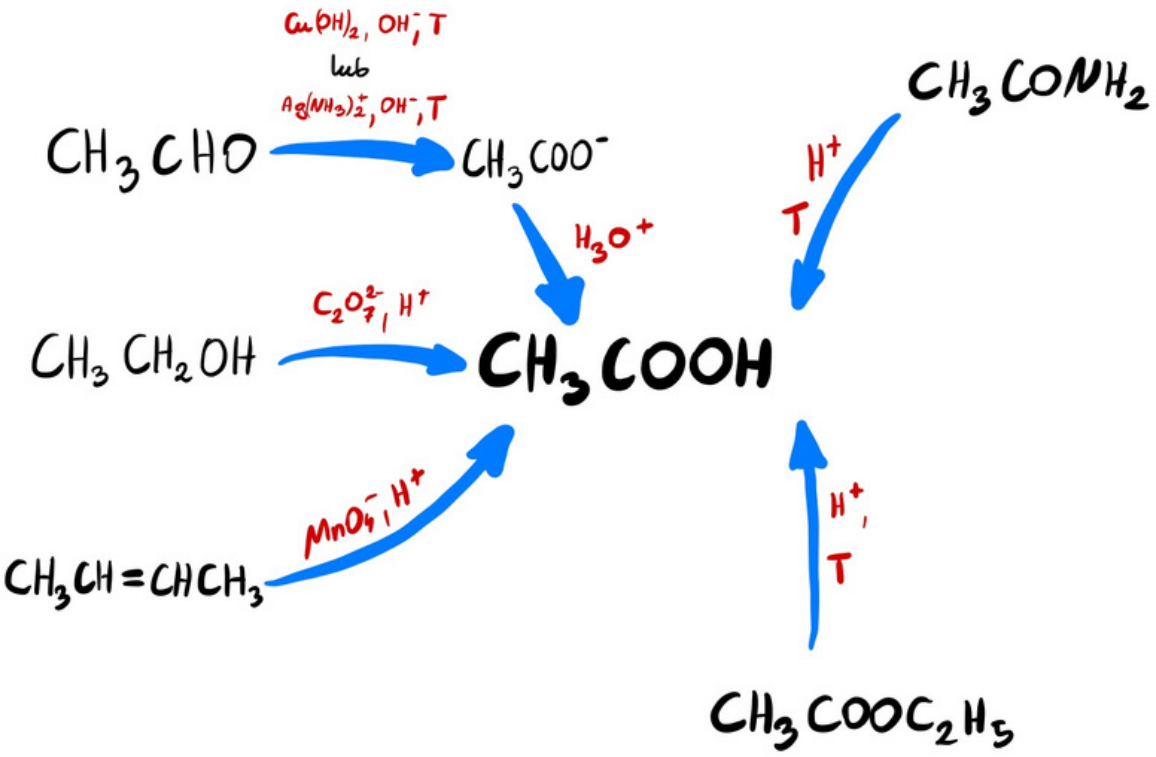
Napisz <u>w formie jonowej skróconej</u> równanie reakcji, w której z soli kwasu octowego rozpuszczonej w wodzie otrzymuje się kwas octowy przez dodanie mocnego kwasu nieorganicznego.

.....



Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

Otrzymywanie kwasów



1. Utlenianie aldehydów

$CH_3CHO \xrightarrow{MnO_4^-, H^+ \text{ lub } Cr_2O_7^{2-}, H^+} CH_3COOH$

jak nie umiesz zapisać i zbilansować tego równania to wróć do notatki z aldehydów - tam znajdziesz zadanie z rozwiązaniem video.

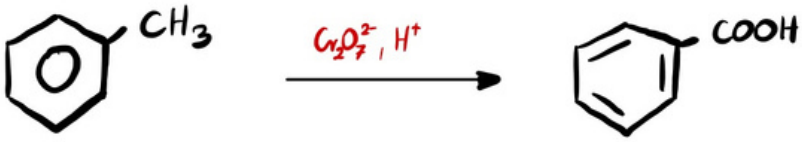
$CH_3CHO \xrightarrow[T]{Cu(OH)_2, OH^- \text{ lub } Ag(NH_3)_2^+, OH^-} CH_3COO^- \xrightarrow{H_3O^+} CH_3COOH$

2. Utlenianie alkenów

$CH_3-CH=CH-CH_3 \xrightarrow{MnO_4^-, H^+} 2\,CH_3COOH$

Zapis równania i opis utleniania utleniania znajdziesz na opracowaniu video w materiałach pomocniczych pt: "reakcje redoks w chemii organicznej"

3. Utlenianie węglowodorów aromatycznych



Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

4. hydroliza kwasowa estrów:

$$CH_3COOC_3H_7 + H_2O \overset{H^+}{\rightleftharpoons} CH_3COOH + C_3H_7OH$$

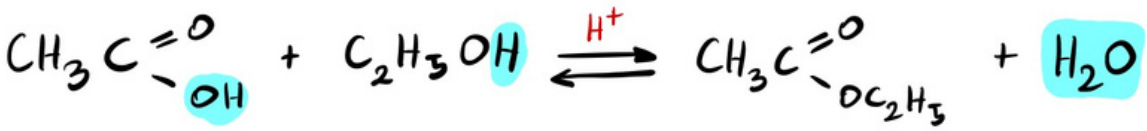
5. hydroliza kwasowa amidów

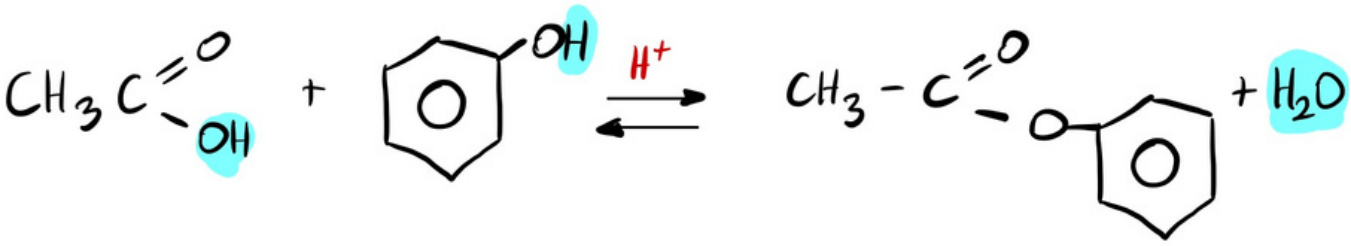
$$CH_3CONH_2 + H_2O + HCl \overset{H^+}{\rightleftharpoons} CH_3COOH + NH_4Cl$$

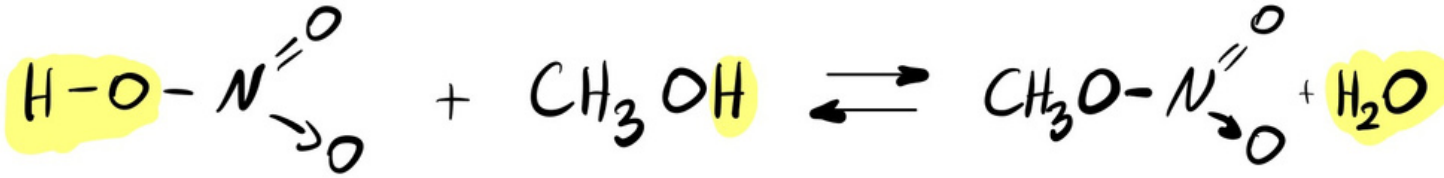


Otrzymywanie estrów i tłuszczy

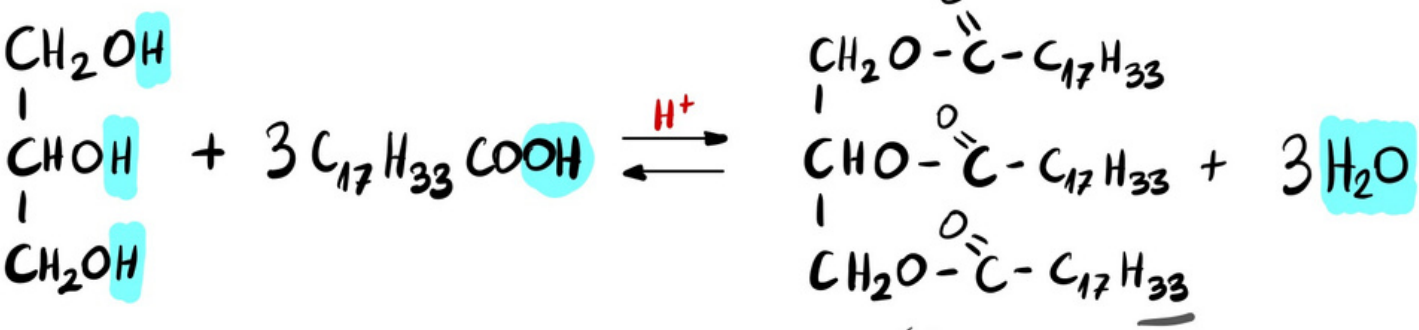
1. Reakcja estryfikacji: KONDENSACJA!







Tłuszcze:



roślinny

4.1

Zadanie 29. (0–1)

Kontrolowane utlenianie alkanów jest stosowane w przemyśle do wytwarzania kwasów tłuszczowych. W odpowiednich warunkach ta reakcja przebiega selektywnie w taki sposób, że utleniona zostaje tylko jedna ze skrajnych grup metylowych.

Na podstawie: P. Mastalerz, *Chemia organiczna*, Warszawa 1984.

Napisz wzór sumaryczny alkanu, który może zostać użyty do otrzymania kwasu stearynowego (oktadekanowego) opisaną metodą.

.....

4.2

Zadanie 38. (0–3)

W syntezach organicznych duże znaczenie mają reakcje chlorowania i bromowania alifatycznych kwasów karboksylowych wobec katalitycznych ilości fosforu. W wyniku reakcji tworzy się związek, w którym atom wodoru α (połączony z atomem węgla sąsiadującym z grupą karboksylową) jest zastąpiony atomem halogenu (etap I). Atom halogenu w powstałym halogenokwasie może ulegać reakcji eliminacji (podobnie jak halogenki alkilowe) z udziałem wodorotlenku potasu w środowisku alkoholowym. Powstaje wówczas sól kwasu nienasyconego, halogenek potasu i woda (etap II). Ta sól w środowisku kwasowym przekształca się w kwas nienasycony (etap III).

Na podstawie: R. T. Morrison, R. N. Boyd, *Chemia organiczna,* Warszawa 1998.

Napisz w formie cząsteczkowej równania reakcji trójetapowego procesu otrzymywania podaną metodą nienasyconego kwasu propenowego z kwasu propanowego. W I etapie procesu jako halogenu użyj bromu, a w III etapie użyj kwasu solnego. Zastosuj wzory półstrukturalne (grupowe) związków organicznych.

Etap I

.....

Etap II

.....

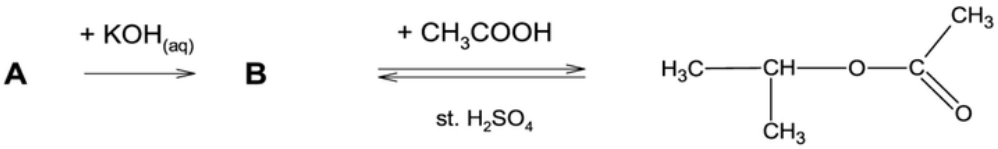
Etap III

.....

4.3

Zadanie 50. *(2 pkt)*

Związek A, będący chloropochodną pewnego alkanu, poddano przemianom, które ilustruje poniższy schemat.



a) Podaj nazwę systematyczną związku A.

.....

b) Napisz, używając wzorów półstrukturalnych (grupowych), równanie reakcji, której ulega związek B.

4.4

Informacja do zadań 27.–30.

Kwas mlekowy (kwas 2-hydroksypropanowy) jest organicznym związkiem chemicznym z grupy hydroksykwasów. Wzór kwasu mlekowego jest następujący:

$$CH_3–CH(OH)–COOH$$

Mleczan magnezu o wzorze $(CH_3–CH(OH)–COO)_2Mg$ jest stosowany jako suplement diety uzupełniający niedobory magnezu.

Zadanie 29. *(1 pkt)*

Mleczan etylu jest estrem stosowanym jako rozpuszczalnik i substancja zapachowa.

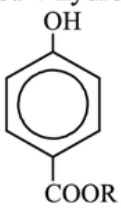
Napisz równanie reakcji otrzymywania tego estru z kwasu i alkoholu. Zastosuj wzory półstrukturalne (grupowe) związków organicznych.

.....

4.5

Zadanie 22. (0–2)

Pewien konserwant należy do estrów kwasu 4-hydroksybenzoesowego o wzorze ogólnym



Masa molowa tego konserwantu jest równa 166 $g \cdot mol^{-1}$.

a) Napisz równanie reakcji estryfikacji prowadzącej do powstania tego estru.

.....

b) Podaj liczbę atomów węgla o hybrydyzacji sp^2 w cząsteczce tego estru.

.....

4.6

🕮 Informacja do zadań 9.–12.

Kwas ortoborowy H_3BO_3 jest bardzo słabym jednoprotonowym kwasem, który w roztworach wodnych działa nie jako donor protonów, lecz jako akceptor jonów wodorotlenkowych, reagując z wodą zgodnie z równaniem:

$$H_3BO_3 + 2H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + [B(OH)_4]^-$$

Stała równowagi tej reakcji jest równa $5{,}8 \cdot 10^{-10}$.
W obecności środków odciągających wodę, np. stężonego H_2SO_4, kwas ortoborowy tworzy z alkoholami estry.

Na podstawie: A. Bielański, *Podstawy chemii nieorganicznej*, Warszawa 2010.

Zadanie 12. *(1 pkt)*

Napisz, posługując się wzorami półstrukturalnymi (grupowymi) związków organicznych, równanie reakcji kwasu ortoborowego z metanolem, w której stosunek molowy kwasu do alkoholu jest równy 1 : 3.

Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

4.7

Zadanie 33. *(1 pkt)*

Monohydroksylowe hydroksykwasy w odpowiednich warunkach ulegają międzycząsteczkowej estryfikacji. Wiązania estrowe mogą tworzyć się między wieloma cząsteczkami hydroksykwasów, prowadząc do powstawania poliestrów.

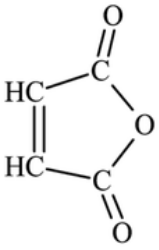
Napisz równanie reakcji powstawania łańcuchowego estru z trzech cząsteczek kwasu 2-hydroksypropanowego (mlekowego), uzupełniając poniższy schemat.



4.8

Informacja do zadań 35.–36.

Kwas maleinowy to nazwa zwyczajowa kwasu *cis*-butenodiowego o wzorze HOOC–CH=CH–COOH. Kwas ten można otrzymać z benzenu. W wyniku katalitycznego utleniania tego węglowodoru powstaje bezwodnik maleinowy o wzorze:



Bezwodnik maleinowy w reakcji z wodą przekształca się w kwas maleinowy.

Zadanie 35.

Przemiany prowadzące od benzenu do kwasu maleinowego zilustrowano na schemacie:

benzen $\xrightarrow{\text{reakcja 1.}}$ bezwodnik maleinowy $\xrightarrow{\text{reakcja 2.}}$ kwas maleinowy

Reakcja 1.: W podwyższonej temperaturze i pod zwiększonym ciśnieniem w obecności katalizatora benzen utlenia się tlenem z powietrza. Produktami ubocznymi są tlenek węgla(IV) i woda.
Reakcja 2.: W temperaturze poniżej 160 °C i pod normalnym ciśnieniem bezwodnik maleinowy reaguje z wodą, w wyniku czego jako główny produkt powstaje kwas maleinowy.

Na podstawie: E. Grzywa, J. Molenda, *Technologia podstawowych syntez organicznych*, Warszawa 2008.

Zadanie 35.2. (0–1)

Kwas bursztynowy powstaje w wyniku addycji cząsteczki wodoru do wiązania podwójnego między atomami węgla w cząsteczce kwasu maleinowego.

Napisz wzór półstrukturalny (grupowy) kwasu bursztynowego i podkreśl nazwę systematyczną tego kwasu.

Wzór: .....

Nazwa systematyczna: kwas (butanodiowy / butenodiowy / butanowy / etanodiowy)



Reakcje kwasów karboksylowych



1. z metalami o ujemnym potencjale redukcji

$$2CH_3COOH + 2Na \longrightarrow 2CH_3COONa + H_2$$

2. z tlenkami metali

$$2CH_3COOH + CuO \longrightarrow (CH_3COO)_2Cu + H_2O$$

3. z wodorotlenkami

$$2\,CH_3COOH + Cu(OH)_2 \longrightarrow (CH_3COO)_2Cu + 2H_2O$$

4. z solami kwasów słabszych

$$2CH_3COOH + Na_2CO_3 \longrightarrow 2CH_3COONa + H_2O + CO_2\uparrow$$

5. hydroliza anionowa soli kwasów

$$CH_3COO^- + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + OH^-$$

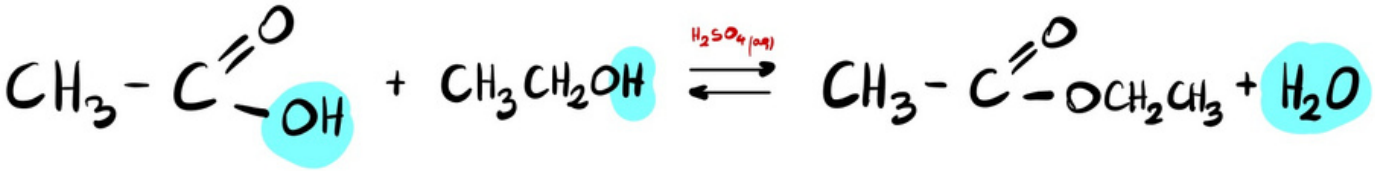


Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

Reakcje kwasów karboksylowych

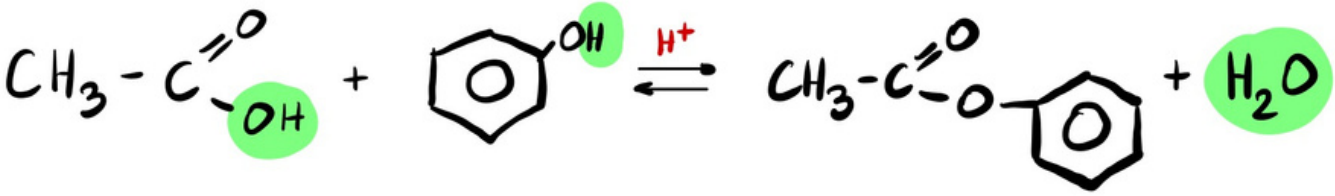


1. Estryfikacja: "kwas + alkohol"

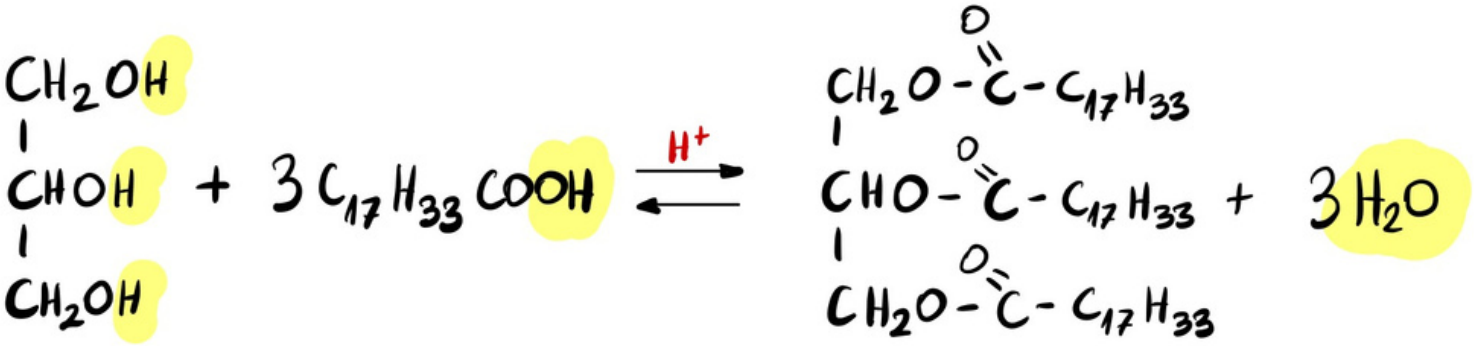




"kwas + fenol"



otrzymywanie tłuszczy:

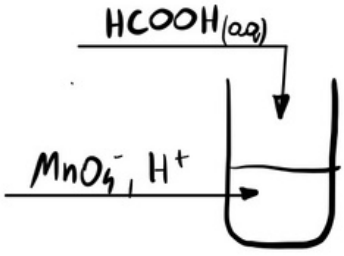


Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

2 Otrzymywanie amidów kwasowych

- $CH_3COOH + NH_3 \longrightarrow CH_3COO^-NH_4^+$
- $CH_3COO^-NH_4^+ \xrightarrow{T} CH_3-C(=O)-NH_2 + H_2O$

3. Utlenianie kwasu mrówkowego

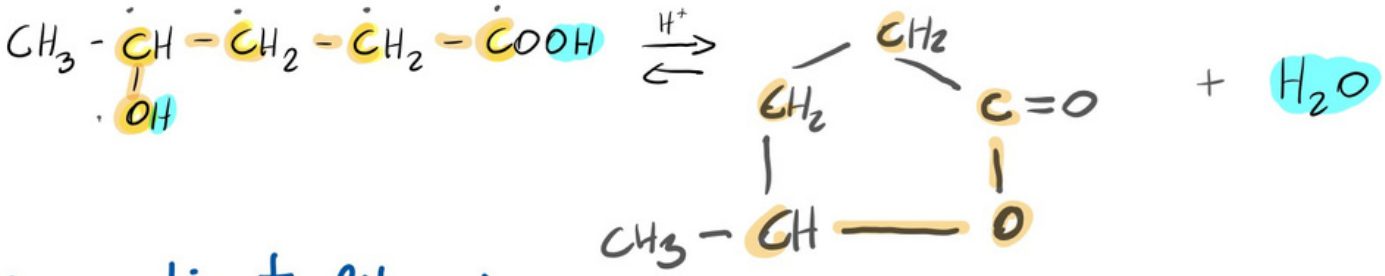


$$HCOOH \longrightarrow CO_2 + 2e^- + 2H^+ \quad /\cdot 5$$
$$+\ MnO_4^- + 5e^- + 8H^+ \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O \quad /\cdot 2$$
$$5HCOOH + 2MnO_4^- + 6H^+ \longrightarrow 5CO_2 + 2Mn^{2+} + 8H_2O$$

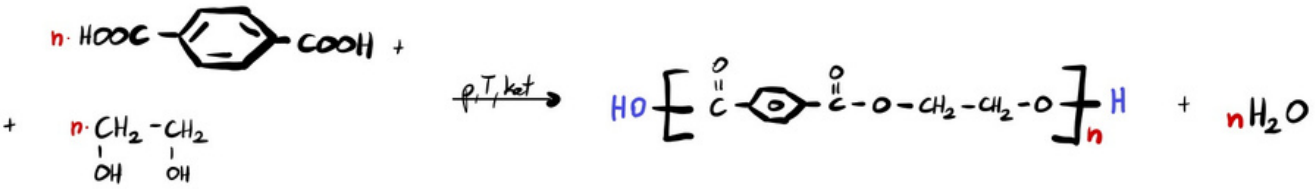
4. Odwodnienie kwasu mrówkowego

$$HCOOH \xrightarrow{H_2SO_4(st)} CO + H_2O$$

5. estryfikacja wewnątrzcząsteczkowa



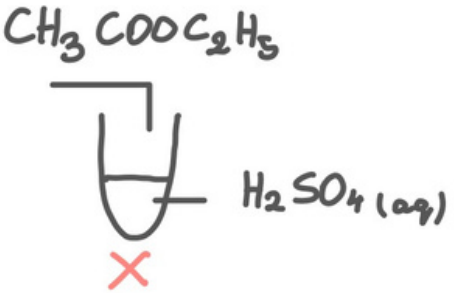
6. poliestryfikacja





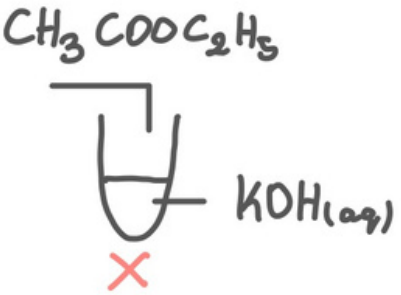
Hydroliza ESTRÓW

a) Kwasowa



$$CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-CH_2-CH_3 + H_2O \overset{H^+}{\rightleftharpoons} CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH + CH_3CH_2OH$$

b) Zasadowa



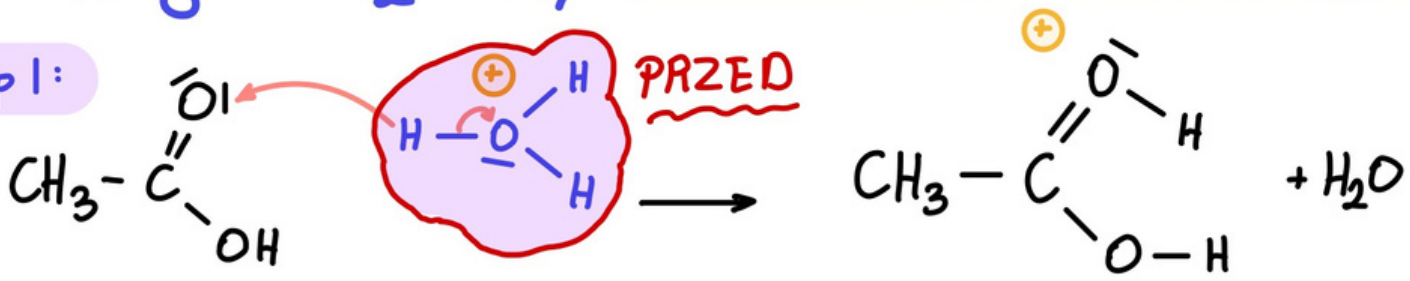
$$CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-CH_2-CH_3 + OH^- \xrightarrow{OH^-} CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O^- + CH_3CH_2OH$$



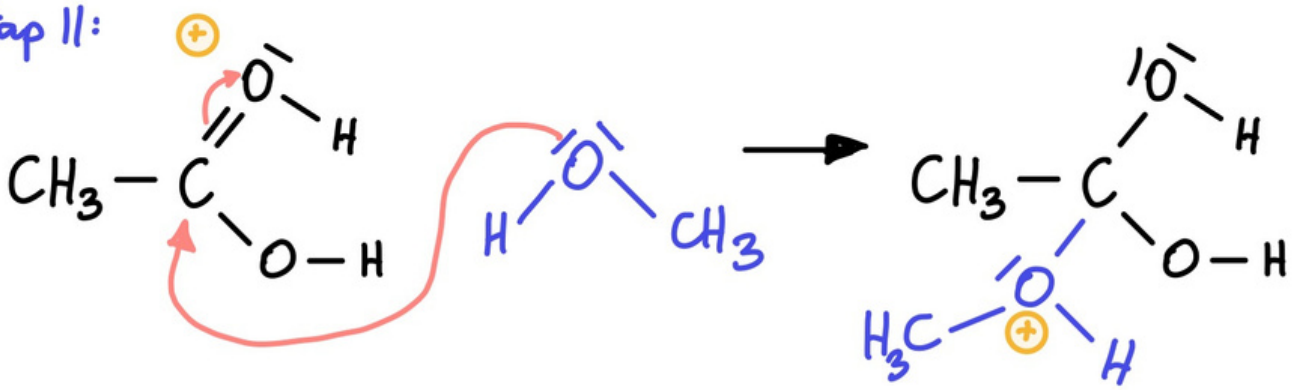
FUNKCJA H_2SO_4

KATALIZATOR, ŚR. ODWADNIAJĄCY

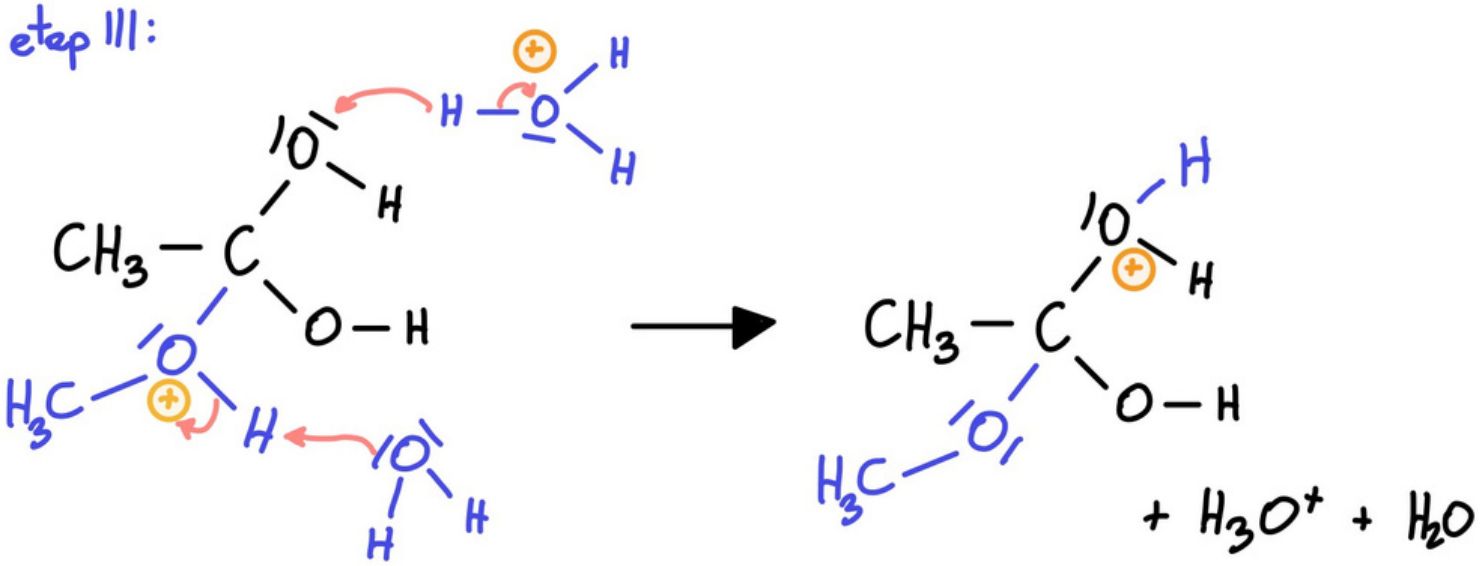
etap I:

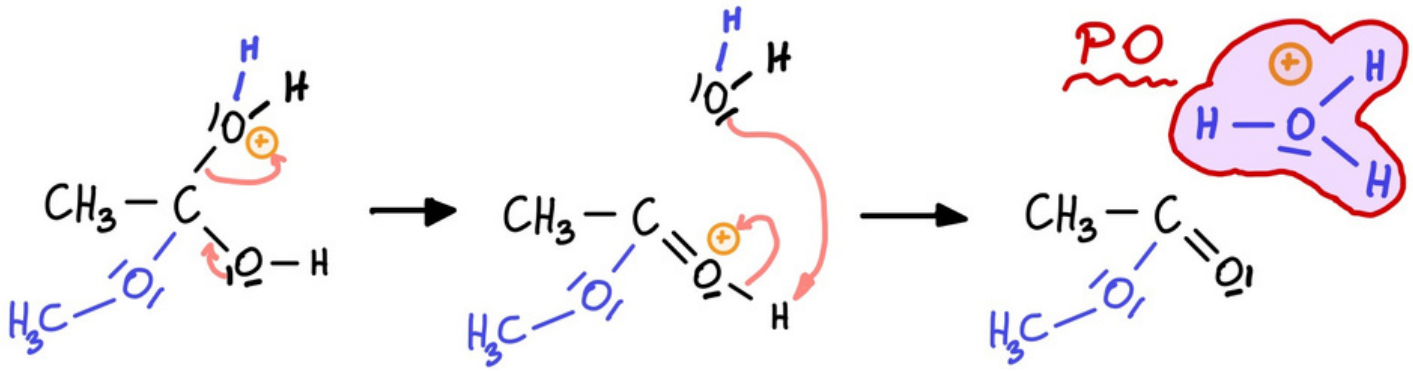


etap II:



etap III:







H_2SO_4 pełni funkcję katalizatora, ponieważ bierze udział w reakcji i odtwarza się na końcu reakcji.

A gdyby zastosować bezwodny kwas i bezwodny alkohol i dodać stężony H_2SO_4?
W takim układzie kwas siarkowy(VI) pełni funkcję katalizatora i środka higroskopijnego:

$$CH_3COOH_{(c)} + CH_3OH \rightleftharpoons CH_3COOCH_3 + H_2O$$

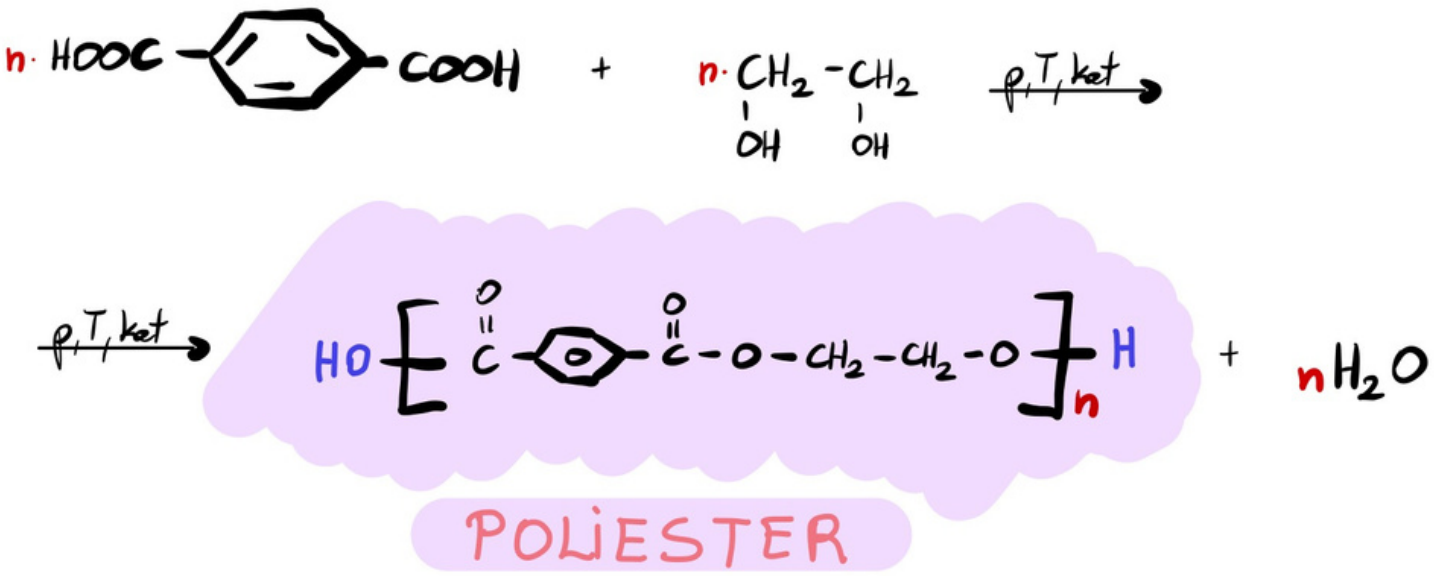
Jako środek odwadniający H_2SO_4 wiąże powstałą wodę, to zaburza stan równowagi i przesuwa stan równowagi w prawą stronę. Tym samym zwiększając wydajność reakcji estryfikacji

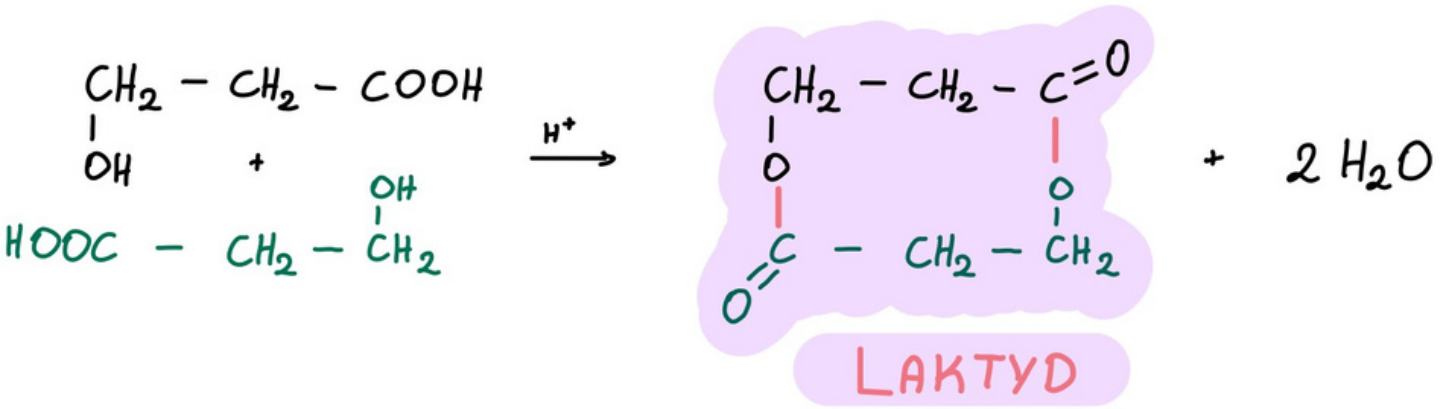
H_2SO_4 jako katalizator przyspiesza reakcję i nie wpływa na wydajność.

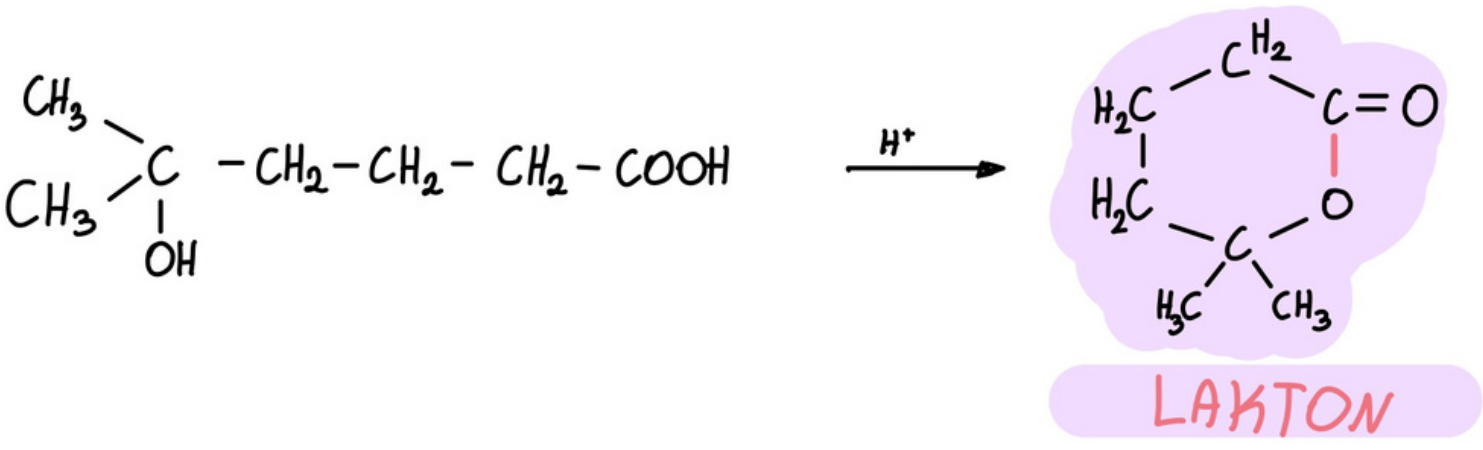
H_2SO_4 jako środek odwadniający zwiększa wydajność estryfikacji.



LAKTYDY, POLIESTRY, LAKTONY





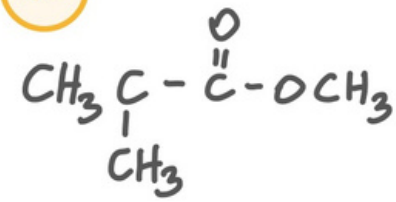


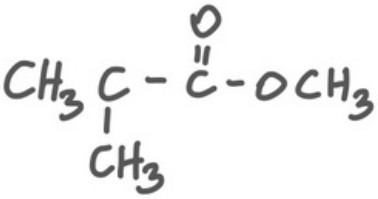
Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

Zadanie 5.1

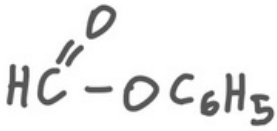
Zapisz równania reakcji hydrolizy kwasowej i zasadowej

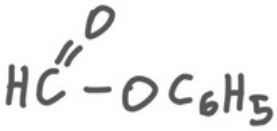
a)



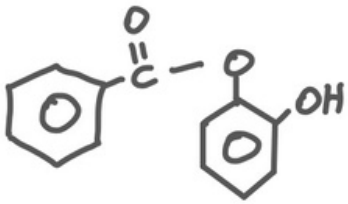


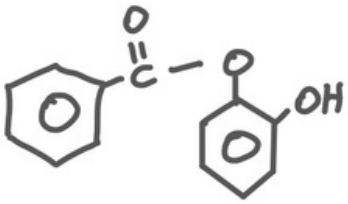
b)



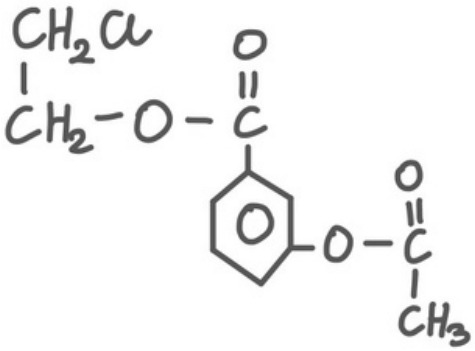


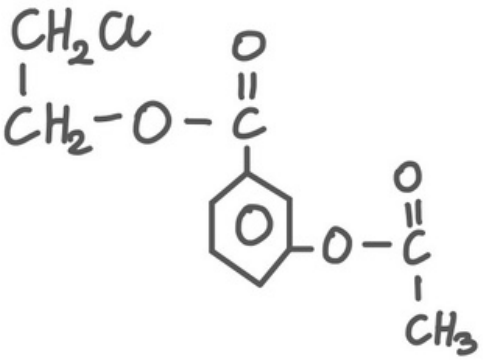
c





d





Zadanie 5.2

Uzupełnij, aby powstało równanie reakcji:

$$\ldots CH_3COOH + \ldots. \longrightarrow \ldots\ldots\ldots + H_2$$

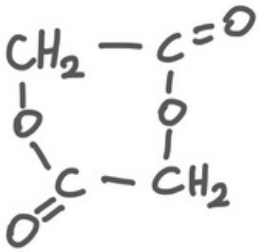
$$\ldots\ldots + \ldots\ldots \rightarrow CH_3COO^- + CH_3OH$$

$$\ldots\ldots + \ldots OH^- \rightarrow (COO)_2^{2-} + \ldots\ldots$$

$$\ldots\ldots + \ldots\ldots \rightarrow C_{17}H_{35}COOH$$

$$CH_3COOH + 2H_2 \xrightarrow{p, T, kat.} \ldots\ldots + \ldots\ldots$$

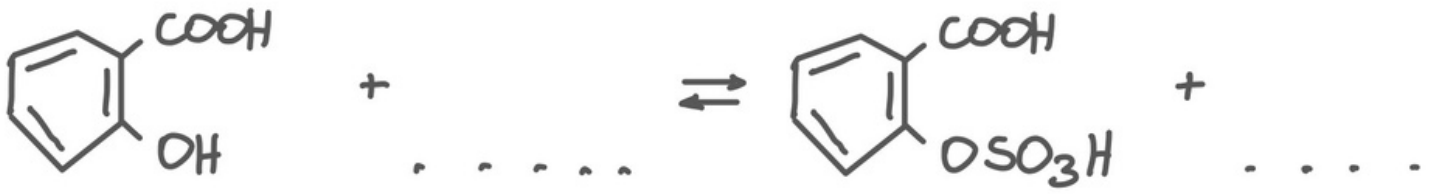
$$\ldots\ldots + \ldots\ldots \xrightarrow{alkohol} \underset{\underset{OH}{|}}{CH_2}COO^- + \ldots. + \ldots..$$



$$+ \ldots\ldots \longrightarrow 2 \cdot \ldots\ldots\ldots$$



2. $CH_2(OH)-CH_2-COOH \longrightarrow$ $+ 2H_2O$









Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

5.3

Zadanie 27. *(2 pkt)*

Dokończ poniższe zapisy, tak aby powstały dwa równania reakcji w formie cząsteczkowej. Zastosuj wzory półstrukturalne (grupowe) związków organicznych.

..... CH_3CH_2COOH + ... Mg → .....

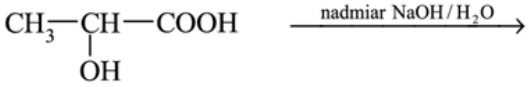
..... $CH_3(CH_2)_{16}COOCH_3$ + ... KOH → .....

5.4

Zadanie 30. *(4 pkt)*

Kwas 2-hydroksypropanowy (mlekowy) reaguje z wodorotlenkiem sodu oraz z metanolem.

30.1. Uzupełnij poniższe schematy – wpisz wzory półstrukturalne (grupowe) organicznych produktów opisanych reakcji.





30.2. Napisz, stosując wzory półstrukturalne (grupowe) związków organicznych, równanie reakcji kondensacji dwóch cząsteczek kwasu 2-hydroksypropanowego (mlekowego), prowadzącej do powstania łańcuchowego produktu organicznego i wody.

.....

Jednym z tworzyw sztucznych ulegających biodegradacji jest poli(kwas mlekowy). Wykorzystywany jest on m.in. do produkcji wchłanialnych nici chirurgicznych.

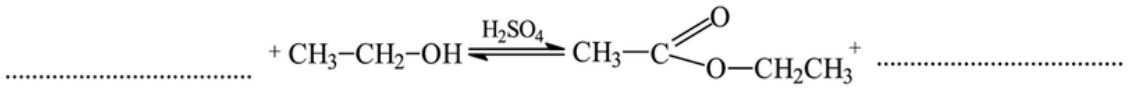
30.3. Narysuj wzór półstrukturalny (grupowy) meru poli(kwasu mlekowego), jeżeli wiadomo, że mer to najmniejszy powtarzający się fragment budowy łańcucha polimeru.

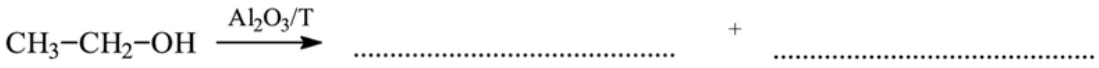


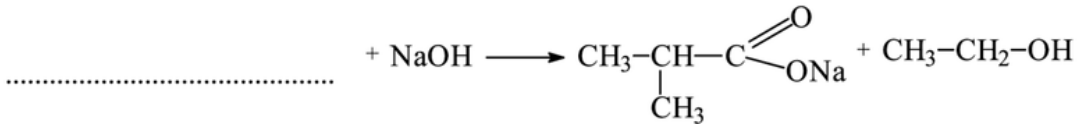
5.5

Zadanie 20. (*3 pkt*)

Posługując się wzorami półstrukturalnymi (grupowymi), uzupełnij poniższe równania ilustrujące procesy, w których etanol jest substratem lub produktem reakcji.



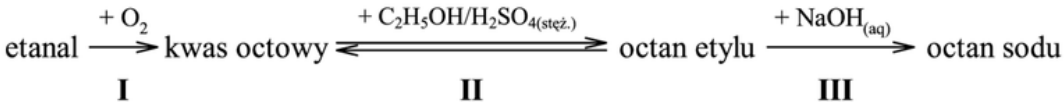




5.6

Zadanie 29. *(3 pkt)*

Przeprowadzono reakcje chemiczne według następującego schematu:



Stosując wzory półstrukturalne (grupowe) związków organicznych, napisz równania reakcji oznaczonych numerami I, II i III.

Równanie reakcji I:

.....

Równanie reakcji II:

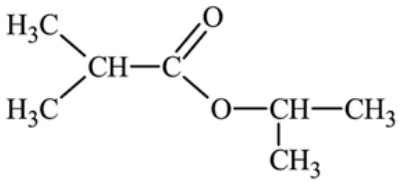
.....

Równanie reakcji III:

.....

5.7

Informacja do zadań 169.–171.
Poniżej przedstawiono wzór pewnego związku organicznego.



Zadanie 169.
Zaznacz odpowiedź poprawnie określającą nazwę grupy związków organicznych, do której zalicza się związek chemiczny o przedstawionym wzorze (patrz → informacja do zadań 169.–171.).
A. Wyższe kwasy karboksylowe.
B. Estry kwasów karboksylowych i alkoholi pierwszorzędowych.
C. Estry kwasów karboksylowych i alkoholi drugorzędowych.
D. Sole kwasów karboksylowych.

Zadanie 170.
Zaznacz odpowiedź przedstawiającą poprawne nazwy systematyczne kwasu i alkoholu, z których powstał związek organiczny o podanym wzorze (patrz → informacja do zadań 169.–171.).
A. kwas 2-metylopropanowy, propan-2-ol
B. kwas 2-metylobutanowy, propan-1-ol
C. kwas izopropanowy, propan-1-ol
D. kwas izobutanowy, propan-2-ol

Zadanie 171.
Na związek organiczny, którego wzór przedstawiono w informacji wstępnej (patrz → informacja do zadań 169.–171.), podziałano wodnym roztworem NaOH. W wyniku reakcji otrzymano 2 nowe związki organiczne oznaczone umownie literami A i B.
Uzupełnij tabelę, wpisując wzory półstrukturalne otrzymanych związków organicznych A i B oraz nazwę wiązania, które uległo rozpadowi w czasie opisanej reakcji chemicznej.

Wzór półstrukturalny związku A	
Wzór półstrukturalny związku B	
Nazwa wiązania	

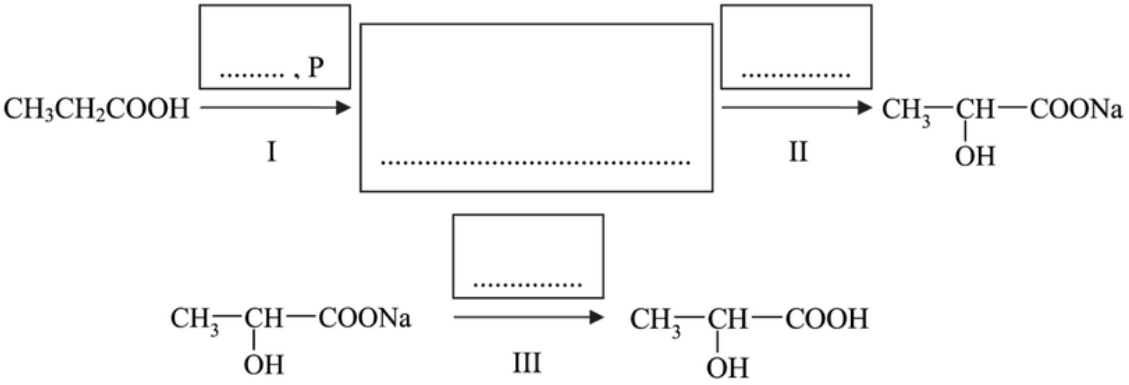


5.8

Zadanie 29. *(1 pkt)*

Alifatyczne kwasy karboksylowe w obecności małych ilości fosforu łatwo reagują z bromem. Produktem tej reakcji jest kwas, w którym atom wodoru, położony przy atomie węgla związanym z grupą karboksylową, zostaje zastąpiony atomem bromu. Atom bromu w tych bromokwasach ulega substytucji w podobny sposób, jak w przypadku bromoalkanów.

Zaplanuj trzy etapy (I, II, III) procesu otrzymywania kwasu 2-hydroksypropanowego (mlekowego) z kwasu propanowego (propionowego). Uzupełnij schemat tego procesu – wpisz w odpowiednie pole wzór kolejnego związku organicznego, a w pola nad strzałkami – wzory nieorganicznych substratów opisanych reakcji.



5.9

Informacja do zadań 27.–30.

Kwas mlekowy (kwas 2-hydroksypropanowy) jest organicznym związkiem chemicznym z grupy hydroksykwasów. Wzór kwasu mlekowego jest następujący:

$$CH_3–CH(OH)–COOH$$

Mleczan magnezu o wzorze $(CH_3–CH(OH)–COO)_2Mg$ jest stosowany jako suplement diety uzupełniający niedobory magnezu.

Zadanie 27. *(2 pkt)*

Mleczan magnezu otrzymuje się w wyniku reakcji węglanu magnezu z kwasem mlekowym (sposób I) lub tlenku magnezu z kwasem mlekowym (sposób II).

Napisz <u>w formie cząsteczkowej</u> równania reakcji otrzymywania mleczanu magnezu opisanymi sposobami. Pamiętaj, że w reakcji węglanu magnezu z kwasem mlekowym jednym z produktów jest gaz.

Sposób I:

.....

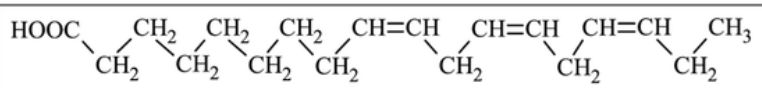
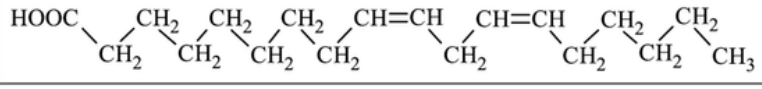
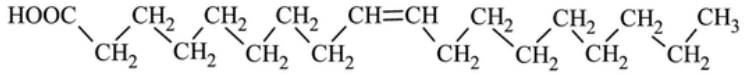
Sposób II:

.....

5. 10

Informacja do zadań 31.–34.

Nienasycone kwasy tłuszczowe, *NNKT*, to kwasy, które nie są syntezowane w organizmie człowieka i muszą być dostarczane wraz z pożywieniem. Zalicza się do nich kwasy omega-3, omega-6 oraz omega-9. Poniżej wymieniono przykłady *NNKT*.

Kwas omega-3 *Kwas α-linolenowy*	
Kwas omega-6 *Kwas linolowy*	
Kwas omega-9 *Kwas oleinowy*	

Zadanie 34. *(2 pkt)*

Napisz <u>w formie cząsteczkowej</u> równanie reakcji kwasu oleinowego z wodorotlenkiem sodu. Zastosuj następujący wzór kwasu: $C_{17}H_{33}COOH$. Wyjaśnij, dlaczego organiczny produkt tej reakcji jest rozpuszczalny w wodzie.

Równanie reakcji:

.....

Wyjaśnienie:

.....

.....

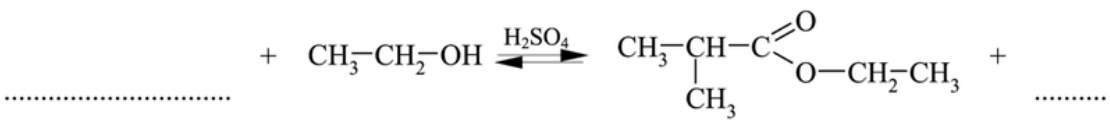
5. 11

Zadanie 30. *(3 pkt)*

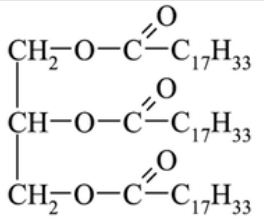
Przeanalizuj poniższe schematy przedstawiające trzy reakcje chemiczne i wpisz wzory brakujących substratów lub produktów. Związki organiczne przedstaw za pomocą wzorów półstrukturalnych (grupowych).



.....



.....



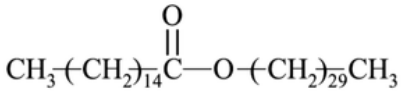
.....

(podaj wzór jednego z możliwych produktów)

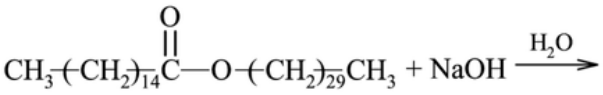
5.
12

Zadanie 34. ***(2 pkt)***

Woski to mieszaniny estrów długołańcuchowych kwasów tłuszczowych i długołańcuchowych alkoholi monohydroksylowych. Na przykład jednym z głównych składników wosku pszczelego jest związek o wzorze



a) Posługując się wzorami półstrukturalnymi (grupowymi) związków organicznych, uzupełnij poniższe równanie reakcji hydrolizy tego estru w środowisku zasadowym.



.....

.....

b) *Znajomość budowy cząsteczek wosku pozwala przewidzieć jego niektóre cechy.*
Uzupełnij poniższe zdanie, wybierając spośród podanych w nawiasie wszystkie właściwości wosku pszczelego. Wybrane właściwości podkreśl.

Wosk pszczeli (ma budowę krystaliczną, jest plastyczny, jest hydrofilowy,

rozpuszcza się w rozpuszczalnikach organicznych).

5.
13

Zadanie 33.

Poniżej zdefiniowano podstawowe pojęcia z chemii analitycznej oraz przedstawiono uproszczoną procedurę oznaczania kwasu salicylowego w spirytusie salicylowym:

roztwór mianowany – roztwór, którego stężenie molowe znane jest z dużą dokładnością, zwykle stosowany jako *titrant* w miareczkowaniach,

miareczkowanie – metoda, w której roztwór mianowany reaguje zgodnie ze stechiometrią reakcji z *analitem*, czyli badanym (oznaczanym) składnikiem próbki, do momentu osiągnięcia punktu równoważnikowego (moment, w którym do analitu została wprowadzona ilość titranta równoważna ilości analitu); objętość lub masa titranta dodanego do osiągnięcia punktu końcowego, który powinien pokrywać się z punktem równoważnikowym, służy do obliczenia ilości substancji oznaczanej.

Roztwór kwasu salicylowego (kwasu 2-hydroksybenzenokarboksylowego) w mieszaninie etanolu i wody to spirytus salicylowy.

Na podstawie: D.A. Skoog, D.M. West, F.J. Holler, S.R. Crouch, *Podstawy chemii analitycznej*, Warszawa 2007.

Oznaczanie kwasu salicylowego w spirytusie salicylowym

Do kolby miarowej o pojemności 250,0 cm^3 wprowadzono 20,7 g odważonego spirytusu salicylowego i dopełniono wodą destylowaną do kreski. Z kolby pobrano trzy próbki po 50,0 cm^3 każda i miareczkowano roztworem wodorotlenku sodu o stężeniu 0,1 $mol \cdot dm^{-3}$ wobec fenoloftaleiny jako wskaźnika. Zużyto średnio 9,0 cm^3 roztworu wodorotlenku sodu. Proces zachodzi w warunkach, w których reaguje tylko bardziej kwasowa grupa funkcyjna, a więc stosunek molowy $n_{\text{wodorotlenku}} : n_{\text{kwasu}} = 1 : 1$.

Na podstawie: M. Zając, A. Jelińska, *Ocena jakości substancji i produktów leczniczych*, Poznań 2010.

Zadanie 33.1. *(1 pkt)*

Napisz w formie cząsteczkowej równanie reakcji zachodzącej podczas opisanego procesu miareczkowania (wodorotlenku z kwasem). Zastosuj wzory półstrukturalne (grupowe) lub uproszczone związków organicznych.



5.
14

Informacja do zadań 34.–36.

Nasycony związek organiczny X o czterech atomach węgla zawiera w cząsteczce dwie różne grupy funkcyjne, które reagują z sodem, ale tylko jedna z nich – z wodorotlenkiem sodu. W wyniku utleniania związku X za pomocą jonów dichromianowych(VI) w obecności jonów H^+ otrzymuje się kwas bursztynowy o wzorze $HOOC–CH_2–CH_2–COOH$.

Zadanie 36. (0–1)

W wysokiej temperaturze kwas bursztynowy $HOOC–CH_2–CH_2–COOH$ ulega odwodnieniu. Jedna cząsteczka kwasu bursztynowego odszczepia jedną cząsteczkę wody i tworzy bezwodnik, którego cząsteczka ma strukturę pierścienia pięcioczłonowego.

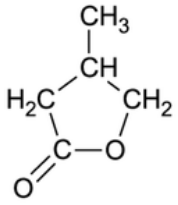
Narysuj wzór półstrukturany (grupowy) bezwodnika kwasu bursztynowego.

5.
15

Zadanie 27. (0–1)

Estry cykliczne powstają w reakcjach wewnątrzcząsteczkowej lub międzycząsteczkowej estryfikacji kwasów karboksylowych, których cząsteczki mają dwie grupy funkcyjne: karboksylową i hydroksylową. Powstałe wiązanie estrowe jest fragmentem pierścienia.

W wyniku reakcji wewnątrzcząsteczkowej estryfikacji pewnego hydroksykwasu otrzymano związek o wzorze przedstawionym poniżej.



Dokończ zdanie. Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Kwas, z którego otrzymano związek o podanym wzorze, to

A. kwas 3-hydroksy-3-metylobutanowy.

B. kwas 4-hydroksy-2-metylobutanowy.

C. kwas 4-hydroksy-3-metylobutanowy.

D. kwas 3-hydroksy-4-metylobutanowy.



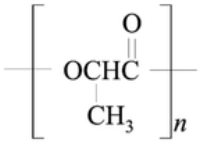
5. 16

Zadanie 37.

Poniżej przedstawiono wzory PGA i PLA, popularnych polimerów, które w pełni ulegają biodegradacji.



PGA



PLA

Zadanie 37.1. *(1 pkt)*

Podaj nazwę klasy tworzyw sztucznych, do których zakwalifikujesz PGA i PLA.

.....

Zadanie 37.2. *(1 pkt)*

Podaj wzór półstrukturalny (grupowy) monomeru PGA i nazwę monomeru PLA.

Wzór monomeru PGA: .....

Nazwa monomeru PLA: .....

5. 17

Informacja do zadań 30.–32.

Kwas akrylowy jest związkiem o wzorze

$$CH_2{=}CHCOOH$$

W warunkach laboratoryjnych jest on cieczą.

Zadanie 31. *(1 pkt)*

Dokończ, stosując wzory półstrukturalne (grupowe), poniższy zapis, tak aby przedstawiał on równanie reakcji polimeryzacji kwasu akrylowego, lub zaznacz, że taka przemiana nie zachodzi.

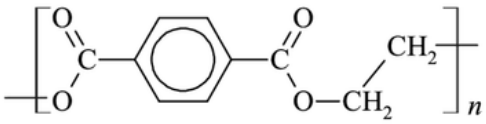
$n\ CH_2{=}CHCOOH \rightarrow$ .....



5. 18

Zadanie 30. *(1 pkt)*

Jednym z termoplastycznych polimerów stosowanych do produkcji włókien syntetycznych i opakowań jest PET, czyli poli(tereftalan) etylenu o wzorze



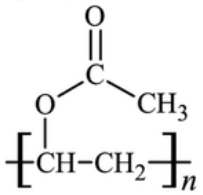
Uzupełnij tabelę. Narysuj wzory półstrukturalne (grupowe) kwasu i alkoholu, z których można otrzymać ten polimer.

Wzór kwasu	Wzór alkoholu

5. 19

Zadanie 27. *(1 pkt)*

Poniżej przedstawiono wzór polimeru stosowanego np. do wyrobu klejów, jako spoiwo do farb emulsyjnych, a także do produkcji poli(alkoholu winylowego).



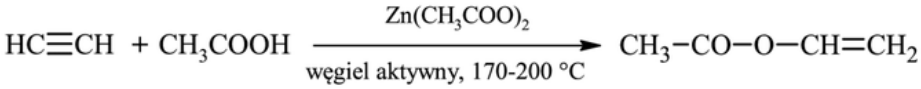
Napisz wzór półstrukturalny (grupowy) związku będącego monomerem opisanego polimeru.

Wzór związku: .....

5. 20

Zadanie 21. (0–2)

Jedną z reakcji, której ulega etyn (acetylen), jest addycja kwasu octowego (etanowego). Przebiega ona zgodnie z równaniem:



Produktem reakcji jest octan winylu. Octan winylu poddany polimeryzacji daje poli(octan winylu), który znajduje wielostronne zastosowanie w produkcji klejów, mas szpachlowych, pokryć podłogowych oraz powłok malarskich (farb lateksowych).

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

a) Uzupełnij poniższe zdanie. Podkreśl w każdym nawiasie poprawną liczbę wiązań.

W cząsteczce octanu winylu jest (9 / 10 / 11) wiązań typu σ i (1 / 2 / 3) typu π.

b) Napisz wzory półstrukturalne (grupowe) dwóch różnych fragmentów tego polimeru, złożonych z dwóch monomerów.

Wzór I	Wzór II



5.
21

Zadanie 28. ***(1 pkt)***

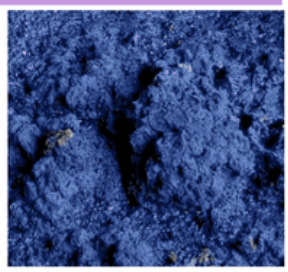
Oceń prawdziwość poniższych zdań i uzupełnij tabelę. Wpisz literę P, jeżeli uznasz zdanie za prawdziwe, lub literę F, jeżeli uznasz je za fałszywe.

	Zdanie	P/F
1.	W tłuszczach ciekłych łańcuchy reszt kwasowych są w większości nasycone, natomiast w tłuszczach stałych przeważają łańcuchy z jednym lub większą liczbą wiązań podwójnych.	
2.	Tłuszcze ciekłe można przekształcić w tłuszcze stałe w reakcji katalitycznego uwodornienia wiązań podwójnych w tzw. procesie utwardzania tłuszczów.	
3.	W reakcji kwasu oleinowego z glicerolem powstaje tłuszcz nienasycony, który powoduje odbarwienie wody bromowej.	



5.
22

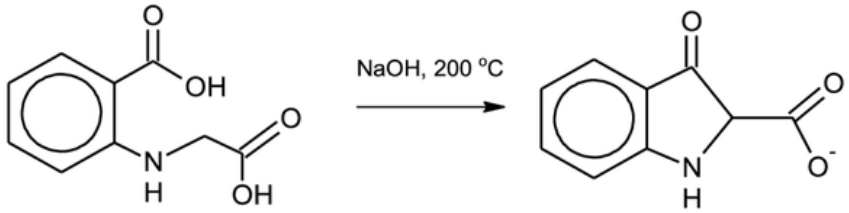
Zadanie 48.



Błękit indygo jest naturalnym barwnikiem, który w końcu XIX w. zaczęto otrzymywać syntetycznie. W jednej z opracowanych wtedy metod produkcji tego związku surowcem była pochodna glicyny, *N*-(2-karboksyfenylo)glicyna (związek I). Ten substrat w pierwszym etapie syntezy ogrzewano z NaOH, co prowadziło do zamknięcia pierścienia pięcioczłonowego.

Tę reakcję opisuje schemat:

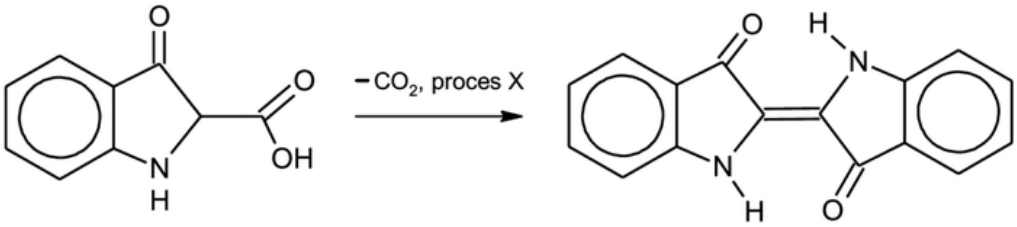
Etap I



związek I sól związku II

Otrzymaną mieszaninę zakwaszono w celu utworzenia związku II. W drugim etapie syntezy zachodziła dekarboksylacja związku II oraz pewien proces X, w którym uczestniczył tlen z powietrza. Reakcje te prowadziły do powstania indyga, zgodnie ze schematem:

Etap II



związek II indygo

Zadanie 48.1. (0–1)

Napisz wzór nieorganicznego produktu ubocznego pierwszego etapu syntezy.

.....

Zadanie 48.2. (0–1)

Podaj stosunek molowy tlenu O_2 do związku II w reakcji zachodzącej podczas procesu X.

.....

Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

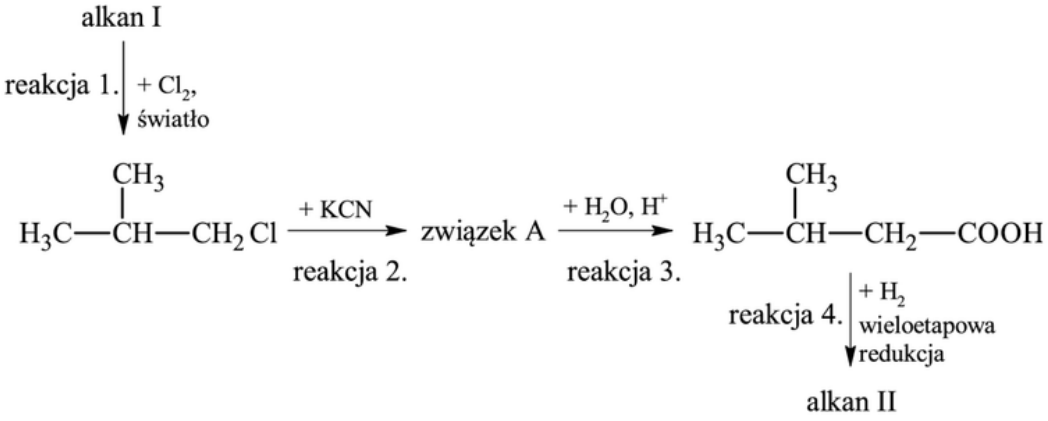
5.
23

Informacja do zadań 26.–27.

Alkanonitryle to związki o wzorze ogólnym R–CN, które otrzymuje się w reakcji odpowiedniego halogenku alkilu z cyjankiem potasu o wzorze KCN. Reakcja przebiega w roztworze wodno-alkoholowym. W wyniku hydrolizy alkanonitryli w środowisku rozcieńczonego kwasu siarkowego(VI) powstaje odpowiedni kwas karboksylowy.

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

Poniżej przedstawiono schemat ciągu reakcji, w wyniku których z alkanu I otrzymano alkan II:



Zadanie 26. (0–1)

Napisz równanie reakcji 2. – zastosuj wzory półstrukturalne (grupowe) związków organicznych. Napisz nazwę systematyczną związku organicznego, który jest produktem reakcji 3.

Równanie reakcji 2.:

.....

Nazwa systematyczna produktu reakcji 3.: .....

5.
24

Zadanie 28. (0–2)

Aldehydy i ketony ulegają redukcji wodorem do odpowiednich alkoholi, przy udziale katalizatora, np. platyny.

Estry ulegają redukcji, dając alkohole pierwszorzędowe. Reduktorem stosowanym zazwyczaj do redukcji estrów jest tetrahydroglinian litu ($LiAlH_4$). Redukcja estrów przebiega według schematu:

$$R_1COOR_2 \xrightarrow{LiAlH_4} R_1CH_2OH + R_2OH$$

Na podstawie: J. McMurry, *Chemia organiczna*, Warszawa 2003.

a) Napisz, stosując wzory półstrukturalne (grupowe) związków organicznych, równanie reakcji redukcji propanalu wodorem. Zaznacz warunki prowadzenia procesu.

.....

b) Napisz wzory półstrukturalne (grupowe) związków otrzymanych w wyniku redukcji propanianu etylu.

.....



5.25

Zadanie 29. (0–1)

Aldehydy, w których cząsteczkach nie ma atomów wodoru w położeniu α (atomy wodoru przy atomie węgla związanym z grupą aldehydową), reagują z mocnymi zasadami zgodnie ze schematem:

$$2RCHO + NaOH \longrightarrow RCOONa + RCH_2OH$$

Podczas tego procesu, zwanego reakcją Cannizzaro, następuje jednoczesne przejście aldehydu w produkty o niższym oraz o wyższym stopniu utlenienia węgla (dysproporcjonowanie lub dysmutacja).

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

Napisz wzór półstrukturalny (grupowy) lub uproszczony aldehydu, z którego w wyniku reakcji Cannizzaro otrzymano benzenokarboksylan sodu (benzoesan sodu) i fenylometanol (alkohol benzylowy), oraz podaj formalne stopnie utlenienia atomów węgla, które uczestniczą w procesie utleniania i redukcji (przed reakcją i po reakcji).

Wzór aldehydu

Stopień utlenienia atomu węgla		
w aldehydzie	w benzoesanie sodu	w alkoholu benzylowym

5.26

Zadanie 23. ***(1 pkt)***

Do naczynia zawierającego tłuszcz dodano wodę bromową. Zawartość naczynia wstrząśnięto i zaobserwowano, że woda bromowa odbarwiła się.

Wskaż wzór tłuszczu, który znajdował się w naczyniu.

A. $CH_2OCOC_{17}H_{35}$ / $CHOCOC_{17}H_{35}$ / $CH_2OCOC_{17}H_{35}$

B. $CH_2OCOC_{15}H_{31}$ / $CHOCOC_{15}H_{31}$ / $CH_2OCOC_{15}H_{31}$

C. $CH_2OCOC_{17}H_{35}$ / $CHOCOC_{17}H_{33}$ / $CH_2OCOC_{17}H_{33}$

D. $CH_2OCOC_{17}H_{35}$ / $CHOCOC_{15}H_{31}$ / $CH_2OCOC_{17}H_{35}$



Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

5.
27

Zadanie 29. *(1 pkt)*

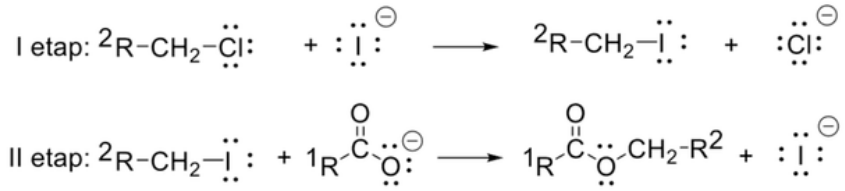
Cyklopentanon można otrzymać w wyniku ogrzewania (w temperaturze ok. 300 °C) kwasu heksanodiowego $HOOC–(CH_2)_4–COOH$ w obecności katalizatora. Produktami ubocznymi reakcji są tlenek węgla(IV) i woda.

Napisz, stosując wzory półstrukturalny (grupowe) związków organicznych, równanie opsanej reakcji. Nad strzałką zaznacz warunki, w jakich ta reakcja zachodzi.

5.
28

Zadanie 32.

Estry można otrzymać w reakcji alifatycznych chlorowcopochodnych z solami kwasów karboksylowych. Poniżej przedstawiono ogólny mechanizm takiej reakcji – zachodzącej w obecności jodków – między pierwszorzędowym halogenkiem alkilowym a anionem karboksylanowym:



Na podstawie: J. McMurry, *Chemia organiczna*, Warszawa 2005.

Zadanie 32.1. (0–1)

Napisz sumaryczne równanie reakcji anionu octanowego z 1-chlorobutanem. Zastosuj wzory półstrukturalne (grupowe) związków organicznych.

.....

Zadanie 32.2. (0–1)

Uzupełnij zdania. Wybierz i zaznacz jedną odpowiedź spośród podanych w każdym nawiasie.

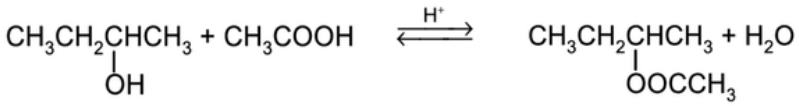
Opisane przemiany, w których udział biorą alifatyczne chlorowcopochodne i sole kwasów karboksylowych, są reakcjami (addycji / substytucji). Anion jodkowy pełni funkcję katalizatora i jego obecność skutkuje (obniżeniem / podwyższeniem) energii aktywacji oraz wzrostem (szybkości / wydajności) reakcji w porównaniu do reakcji prowadzonej bez jego udziału.



5.
29

Informacja do zadań 30.–31.

Reakcja estryfikacji, w której uczestniczą kwas etanowy i butan-2-ol, zachodzi w środowisku kwasowym zgodnie z równaniem:



W temperaturze T stężeniowa stała równowagi tej reakcji K_c = 2,12.

Na podstawie: *Estryfikacja*, https://tsl.wum.edu.pl [dostęp 09.01.2020]

Zadanie 31. (0–1)

Uzupełnij poniższe zdania. Wybierz i podkreśl jedną odpowiedź spośród podanych w każdym nawiasie.

Przy użyciu w opisanej reakcji równomolowej mieszaniny kwasu i alkoholu wydajność tej reakcji jest w temperaturze T (niższa niż / równa / wyższa od) 85%.

Opisaną reakcję przeprowadza się w środowisku kwasowym, ponieważ jony H^+ (katalizują tę reakcję / zwiększają wydajność tej reakcji).

W środowisku zasadowym opisany ester ulega hydrolizie, której produktami są butan-2-ol i (kwas etanowy / sól kwasu etanowego).

5.
30

Zadanie 31.

Fermentacja jabłkowo-mlekowa to naturalny proces zachodzący podczas produkcji wina i wywołany przez bakterie kwasu mlekowego. W tym procesie kwas jabłkowy przekształca się w kwas mlekowy zgodnie z poniższym schematem:



Na podstawie: J. Kurek, *Chemiczne tajemnice wina* w: *Chemia w szkole*, nr 4 2018.

Zadanie 31.3. *(1 pkt)*

Napisz wzory półstrukturalne (grupowe): produktu estryfikacji kwasu jabłkowego kwasem octowym i produktu całkowitej estryfikacji kwasu jabłkowego etanolem.

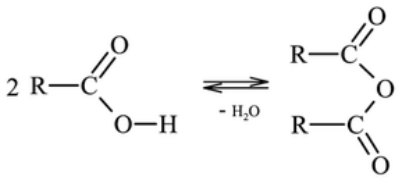
Produkt estryfikacji kwasem octowym:
Produkt estryfikacji etanolem:



5.
31

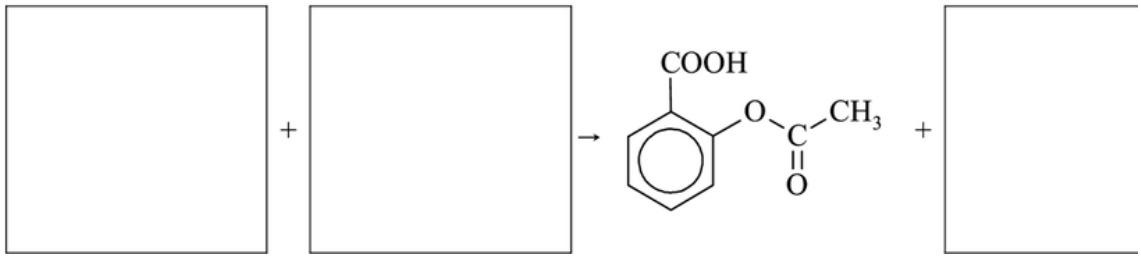
Zadanie 36. (0–1)

Organiczne bezwodniki kwasowe można otrzymać przez odwodnienie kwasów karboksylowych w podwyższonej temperaturze. Jeżeli są to kwasy monokarboksylowe, zachodzi kondensacja z udziałem dwóch cząsteczek kwasu. Przebieg opisanej reakcji przedstawiono na poniższym schemacie:



Produktami reakcji bezwodników kwasowych z fenolami albo alkoholami są estry i kwasy karboksylowe.

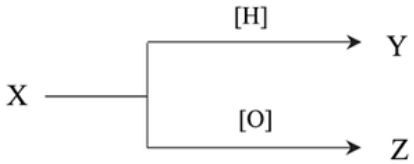
Napisz równanie reakcji otrzymywania kwasu acetylosalicylowego, jeżeli jednym z substratów jest bezwodnik kwasu octowego (etanowego). Uzupełnij wszystkie pola w poniższym schemacie. Zastosuj wzory półstrukturalne (grupowe) związków organicznych.



5.
32

Zadanie 29.

Poniższy schemat ilustruje przemiany chemiczne, w wyniku których otrzymano ze związku X związki organiczne Y i Z.



Związki Y i Z w podwyższonej temperaturze i w obecności kwasu siarkowego(VI) tworzą ester o wzorze $CH_3COOCH_2CH_3$ i wodę.

Zadanie 29.1. *(1 pkt)*

Zapisz wzór półstrukturalny (grupowy) związku X.

.....

Zadanie 29.2. *(1 pkt)*

Podaj nazwę otrzymanego estru.

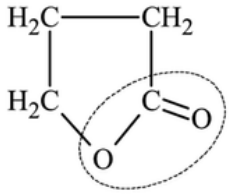
.....



5.
33

Zadanie 34. (0–1)

Cząsteczka pewnego związku organicznego ulega przemianie, w której wyniku traci cząsteczkę wody. Organicznym produktem tej przemiany jest cząsteczka związku o nazwie γ-butyrolakton. Poniżej przedstawiono wzór półstrukturalny γ-butyrolaktonu, w którym linią przerywaną zaznaczono charakterystyczne ugrupowanie atomów.



Napisz nazwę zaznaczonego wiązania oraz wzór półstrukturalny (grupowy) cząsteczki związku, z której po oderwaniu cząsteczki wody powstaje cząsteczka γ-butyrolaktonu.

Nazwa wiązania: .....

Wzór półstrukturalny cząsteczki, z której powstała cząsteczka γ-butyrolaktonu:

Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

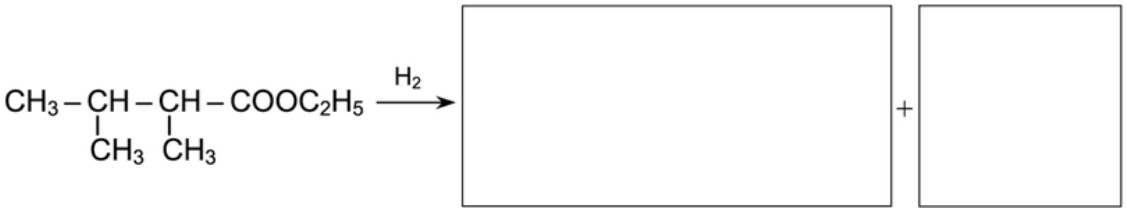
5.
34

Zadanie 30. *(1 pkt)*

Estry można redukować przez katalityczne uwodornienie za pomocą wodoru cząsteczkowego. Reakcja ta przebiega pod zwiększonym ciśnieniem i w podwyższonej temperaturze. Ester ulega rozszczepieniu z utworzeniem pierwszorzędowego alkoholu, odpowiadającego „kwasowej części" estru, oraz alkoholu lub fenolu, z którego ester uprzednio zsyntetyzowano.

Na podstawie: R.T. Morrison, R.N. Boyd: *Chemia organiczna*, Warszawa 1998

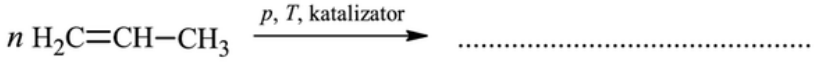
Uzupełnij schemat opisanego procesu redukcji estru, podając wzory półstrukturalne (grupowe) powstałych produktów.

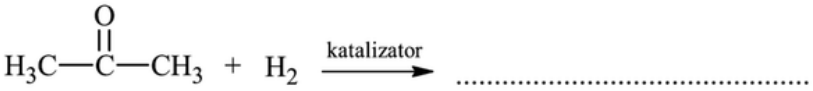


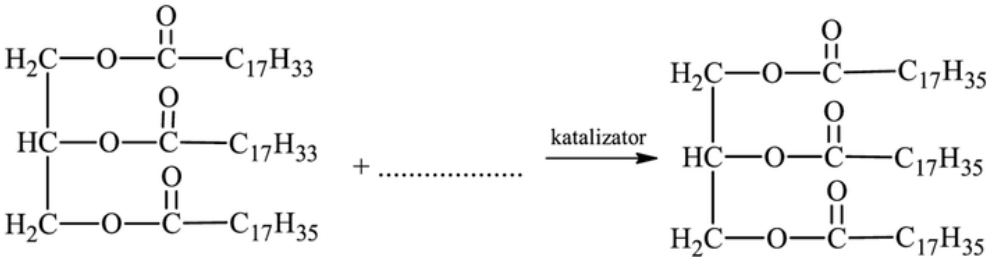
5.
35

Zadanie 30. *(3 pkt)*

Przeanalizuj poniższe schematy trzech reakcji chemicznych i wpisz brakujące wzory oraz uzupełnij współczynniki stechiometryczne. Związki organiczne przedstaw za pomocą wzorów półstrukturalnych (grupowych).



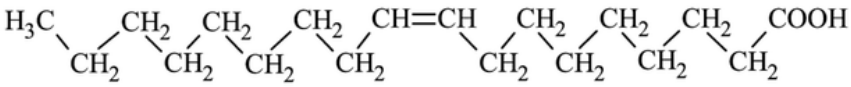




5.
36

Zadanie 23. *(1 pkt)*

Budowę cząsteczki pewnego związku przedstawia poniższy wzór:



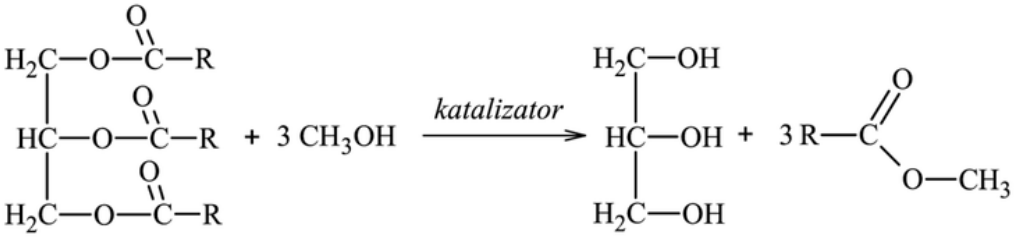
Oceń, czy poniższe informacje są prawdziwe. Zaznacz P, jeśli informacja jest prawdziwa, albo F – jeśli jest fałszywa.

1.	Cząsteczka związku, którego wzór przedstawiono powyżej, zawiera 17 atomów węgla.	**P**	**F**
2.	Ten związek jest związkiem nienasyconym.	**P**	**F**
3.	Ten związek w reakcji z glicerolem tworzy glicerydy, a w reakcji z wodnym roztworem wodorotlenku sodu tworzy sole.	**P**	**F**

5.
37

🕮 Informacja do zadań 27. i 28.

Paliwa do silników wysokoprężnych otrzymywane z ropy naftowej można zastąpić biopaliwami. Wytwarzanie biopaliwa polega na ogrzewaniu oleju roślinnego z dużą ilością alkoholu w obecności katalizatora. Proces ten można zilustrować ogólnym równaniem, w którym R oznacza grupę węglowodorową:

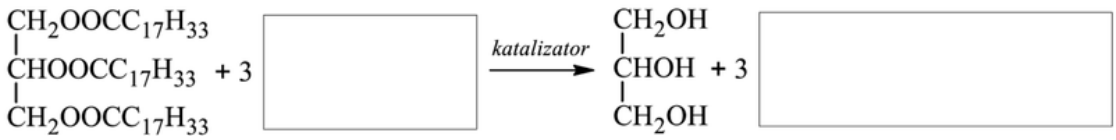


olej roślinny metanol glicerol biopaliwo

Na podstawie: Gary W. vanLoon, Stephen J. Duffy, *Chemia środowiska*, Warszawa 2008

Zadanie 27. *(1 pkt)*

Uzupełnij poniższy schemat równania reakcji otrzymywania biopaliwa z trioleinianu glicerolu i metanolu, wpisując wzory półstrukturalne (grupowe) brakującego substratu i produktu.



Mydła

To sole kwasów tłuszczowych - najczęściej sodowe i potasowe kwasów: palmitynowego, stearynowego i oleinowego

Otrzymywanie:

a) zobojętnianie kwasów tłuszczowych

$$C_{17}H_{35}COOH + NaOH \xrightarrow{T} C_{17}H_{35}COONa + H_2O$$

$$C_{17}H_{33}COOH + NaOH \longrightarrow C_{17}H_{33}COONa + H_2O$$

b) zmydlanie, czyli hydrolizę zasadową tłuszczy

$$\begin{array}{l} CH_2OOCC_{17}H_{35} \\ | \\ CHOOCC_{17}H_{35} \\ | \\ CH_2OOCC_{17}H_{35} \end{array} + 3NaOH \xrightarrow{T} \begin{array}{l} CH_2OH \\ | \\ CHOH \\ | \\ CH_2OH \end{array} + 3C_{17}H_{35}COOH$$

jeśli nie usuniemy glicerolu to nasze mydło będzie maziste!

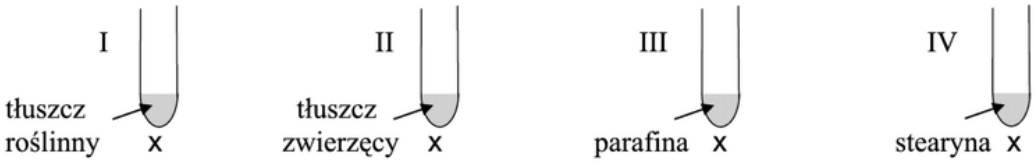


Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

6.1

Zadanie 22. ***(2 pkt)***

Do probówek oznaczonych numerami I – IV, zawierających substancje organiczne, dodano zasadę sodową. Zawartość każdej z probówek ogrzano.



Podaj numery wszystkich probówek, w których otrzymano mydło.

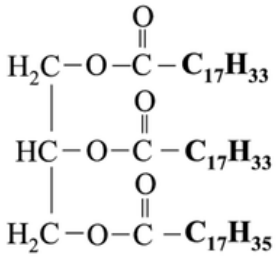
.....

6.2

Zadanie 36.

Tłuszcz X jest związkiem czynnym optycznie. W wyniku reakcji uwodornienia tego tłuszczu przebiegającej w stosunku molowym $n_{\text{tłuszczu}} : n_{\text{wodoru}} = 1 : 2$ można otrzymać tłuszcz Y niewykazujący czynności optycznej. W wyniku hydrolizy tłuszczu Y z wodorotlenkiem sodu otrzymuje się wyłącznie dwa produkty.

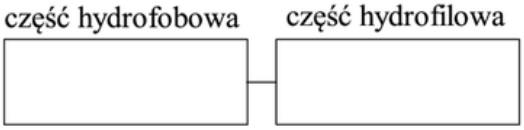
Tłuszcz X:



Zadanie 36.2. (0–1)

Jeden z produktów hydrolizy zasadowej tłuszczu Y jest stosowany jako środek usuwający brud.

Narysuj wzór półstrukturalny (grupowy) produktu hydrolizy tłuszczu Y stosowanego jako środek usuwający brud. Wzór produktu wpisz w odpowiednie pola poniższego schematu.

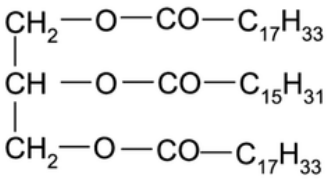




6.3

Zadanie 36. ***(1 pkt)***

Podaj wzory półstrukturalne (grupowe) wszystkich produktów całkowitej hydrolizy zasadowej (w roztworze wodnym NaOH) związku o wzorze:

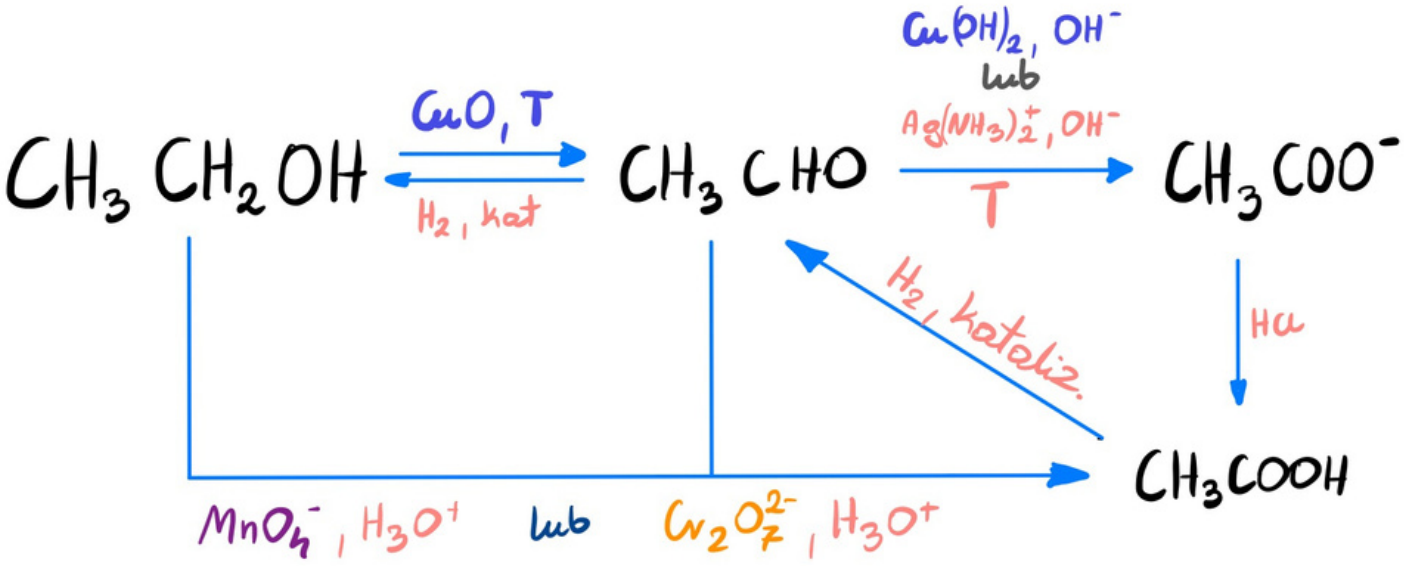


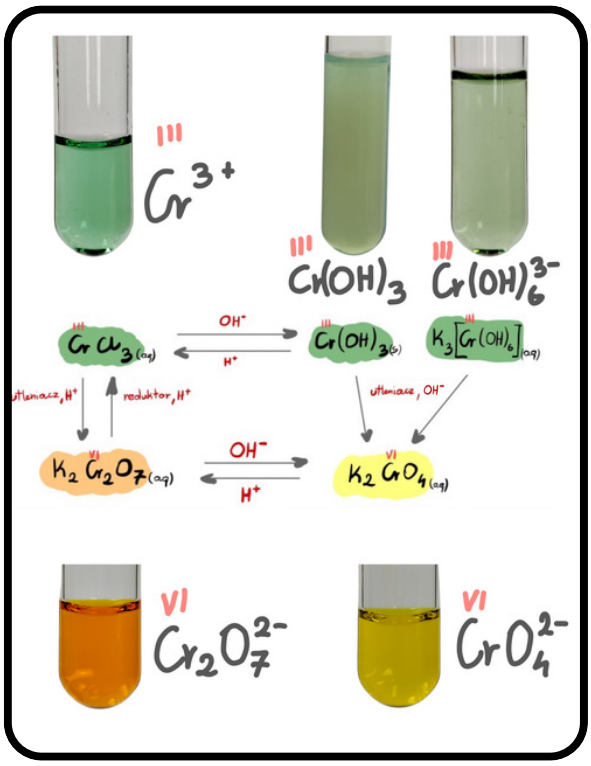
Uwaga: Grupy alkilowe przedstaw w postaci wzorów sumarycznych, tak jak w powyższym wzorze.

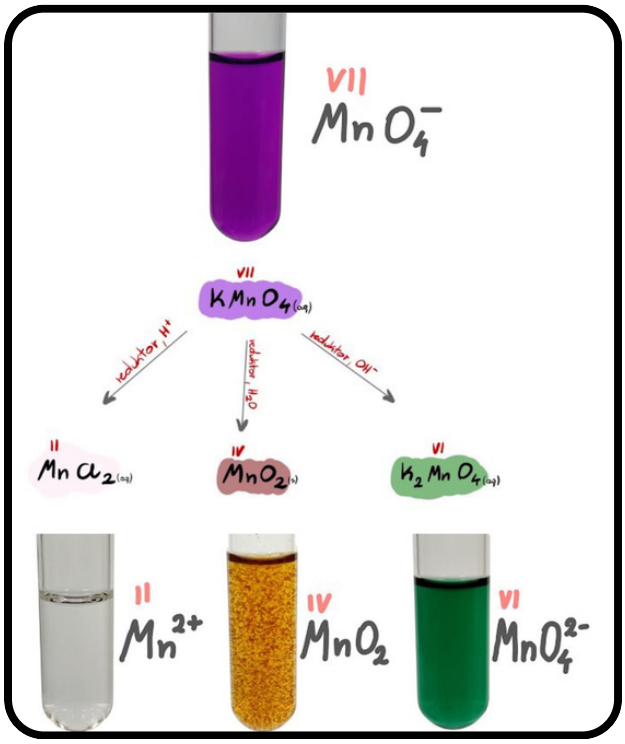
Wzory grupowe związków:

Redoksy

Powtarzamy materiał związany z otrzymywaniem kwasów za pomocą reakcji redukcji i utlenienia. Następnie przechodzimy do właściwości redukujących wybranych kwasów karboksylowych (mrówkowy, szczawiowy)

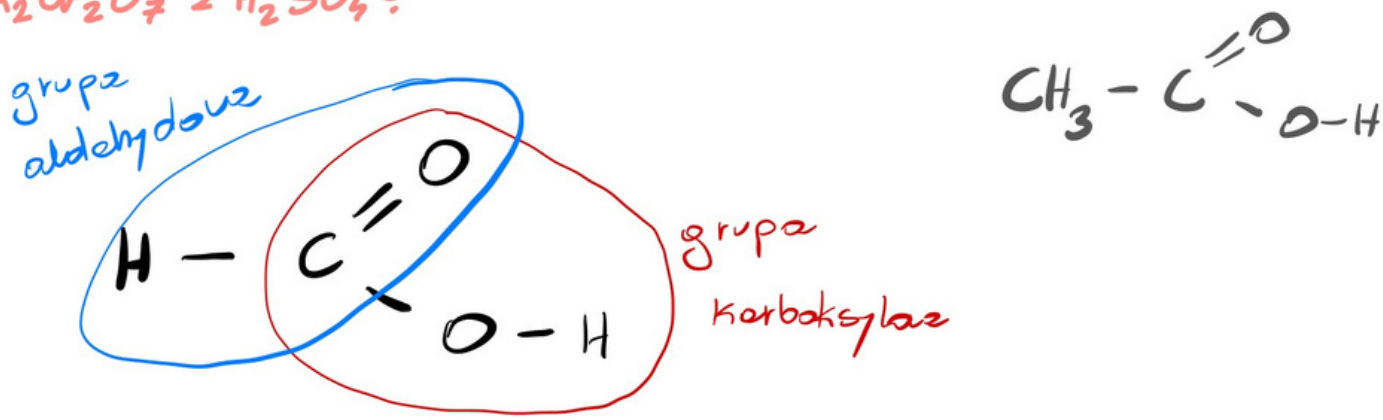






Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

Właściwości redukujące wykazuje tylko kwas mrówkowy w reakcji: Tollensa, $KMnO_4$ z H_2SO_4, $K_2Cr_2O_7$ z H_2SO_4!



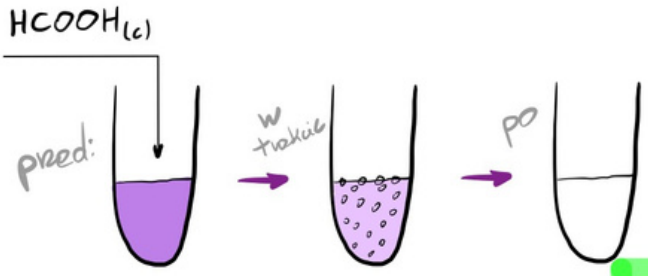
Spośród wszystkich kwasów karboksylowych tylko mrówkowy posiada atom H związany z atomem węgla. W efekcie kwas mrówkowy jako jedyny kwas karboksylowy posiada grupę aldehydową, która odpowiada za właściwości redukujące kwasu mrówkowego:

- ✓ pozytywny wynik w próbie Tollensa
- ✓ reakcja z $KMnO_4$ z H_2SO_4
- ✓ reakcja z $K_2Cr_2O_7$ z H_2SO_4

Uwaga kwas mrówkowy daje negatywny wynik próby Trommera!



Badanie wł. redukujących HCOOH:

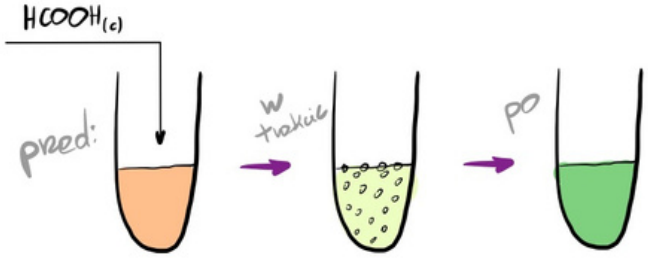


$KMnO_{4\,(aq)}$,
$H_2SO_{4\,(aq)}$

obserwujemy odbarwienie się fioletowego roztworu oraz wydzielenie pęcherzyków bezbarwnego i bezwonnego gazu

II IV

$$5\,HCOOH + 2\,MnO_4^- + 6H^+ \longrightarrow 5\,CO_2 + 2\,Mn^{2+} + 8\,H_2O$$



$K_2Cr_2O_{7\,(aq)}$,
$H_2SO_{4\,(aq)}$

Obserwujemy zmianę barwy roztworu z pomarańczowej na zieloną oraz wydzielenie się pęcherzyków bezbarwnego i bezwonnego gazu.

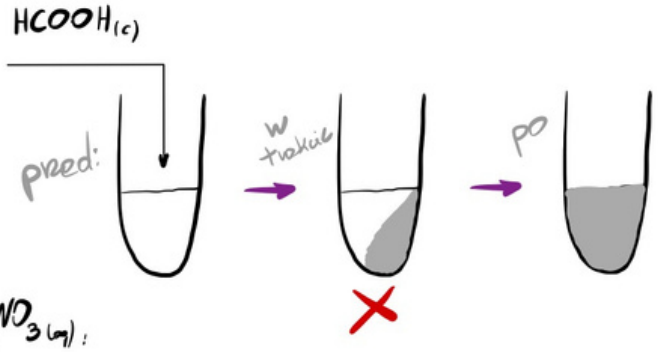
$$3\,HCOOH + Cr_2O_7^{2-} + 8H^+ \longrightarrow 3\,CO_2 + 2\,Cr^{3+} + 7\,H_2O$$

Gdy użyjemy kwasu $(COOH)_2$ w miejsce kwasu mrówkowego to pamiętaj, że jest to ciało stałe więc dodatkowo zaobserwujemy zanik ciała stałego:

$$5\,(COOH)_2 + 2\,MnO_4^- + 6H^+ \longrightarrow 10\,CO_2 + 2\,Mn^{2+} + 8\,H_2O$$

$$3\,(COOH)_2 + Cr_2O_7^{2-} + 8H^+ \longrightarrow 6\,CO_2 + 2\,Cr^{3+} + 7\,H_2O$$



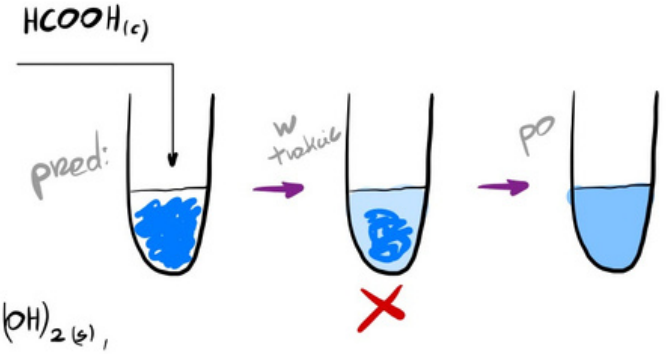


Obserwujemy wytrącenie lustra srebrnego na ściankach naczynia.

$AgNO_{3(aq)}$:
$NH_{3(aq)}$

$$HCOO^- + 2\,[Ag(NH_3)_2]^+ + 3OH^- \xrightarrow{T} CO_3^{2-} + 2H_2O + 4NH_3 + 2Ag$$

Uwaga kwas mrówkowy daje negatywny wynik próbie Trommera:



Obserwujemy zanik niebieskiego osadu i zabarwienie roztworu na niebiesko

$Cu(OH)_{2(s)}$,
$NaOH_{(aq)}$

$$2HCOOH + Cu(OH)_2 \xrightarrow{(T)} 2HCOO^- + Cu^{2+} + 2H_2O$$

Należy stwierdzić, że w warunkach prowadzonego doświadczenia $Cu(OH)_2$ i Cu^{2+} są zbyt słabymi utleniaczami aby utlenić anion mrówczanowy do dwutlenku węgla.

A czemu niektóre zadania podają, że po ogrzaniu niebieski osad zmienia się w czarny osad?

Dzieje się tak, gdy dodamy niedomiar kwasu mrówkowego względem $Cu(OH)_2$. W tej sytuacji dojdzie do częściowego roztworzenia $Cu(OH)_2$ a po ogrzaniu pozostały wodorotlenek rozkłada się:

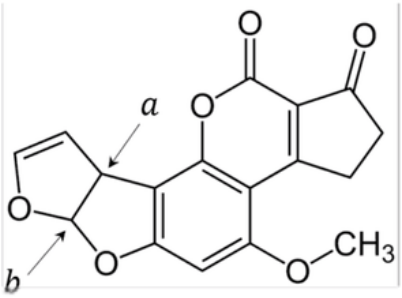
$$\underset{\text{niebieski}}{Cu(OH)_2} \xrightarrow{T} \underset{\text{czarny}}{CuO} + H_2O$$



7.1

Zadanie 28. (0–1)

Jednym z silnie toksycznych związków wytwarzanych przez pleśnie jest aflatoksyna B1, wykazująca właściwości rakotwórcze. Poniższy wzór przedstawia strukturę cząsteczki tego związku.



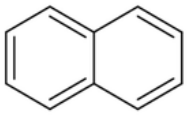
Uzupełnij tabelę. Wpisz formalne stopnie utlenienia atomów węgla oznaczonych literami *a* i *b* we wzorze cząsteczki aflatoksyny B1 oraz określ typ hybrydyzacji, jaki można przypisać orbitalom walencyjnym atomu węgla *a*.

Stopień utlenienia atomu węgla *a*	Stopień utlenienia atomu węgla *b*	Hybrydyzacja orbitali atomu węgla *a*

7.2

Informacja do zadań 23.–24.

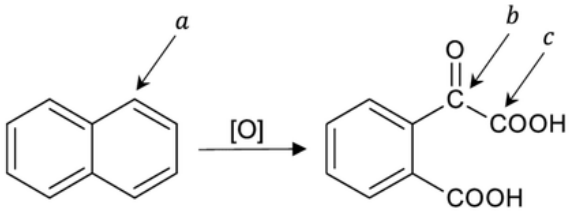
Naftalen to organiczny związek chemiczny o wzorze sumarycznym $C_{10}H_8$, będący najprostszym policyklicznym węglowodorem aromatycznym o dwóch skondensowanych pierścieniach. Jego wzór przedstawiono poniżej.



Naftalen ma właściwości podobne do benzenu, np. ulega analogicznym reakcjom chemicznym, jednak w przeciwieństwie do benzenu ten związek dość łatwo utlenia się pod wpływem silnych utleniaczy.

Zadanie 24. (0–2)

W odpowiednich warunkach naftalen może zostać utleniony zgodnie z poniższym schematem:



W tej reakcji powstaje również tlenek węgla(IV).

Na podstawie: A. Daly, *The oxidation of naphthalene to phthalonic acid by alkaline solutions of permanganate*; J. Phys. Chem. 11 (2), (1907), 93.

Uzupełnij tabelę – wpisz formalny stopień utlenienia: atomu węgla oznaczonego literą *a* we wzorze cząsteczki naftalenu oraz atomów węgla oznaczonych literami *b* i *c* we wzorze produktu reakcji. Napisz, ile moli elektronów oddaje 1 mol naftalenu w opisanym procesie utlenienia.

Stopień utlenienia atomu węgla *a*	Stopień utlenienia atomu węgla *b*	Stopień utlenienia atomu węgla *c*

Liczba moli elektronów: .....



7.3

Zadanie 31.

Fermentacja jabłkowo-mlekowa to naturalny proces zachodzący podczas produkcji wina i wywołany przez bakterie kwasu mlekowego. W tym procesie kwas jabłkowy przekształca się w kwas mlekowy zgodnie z poniższym schematem:

$$HOOC–CH_2–CH(OH)–COOH \xrightarrow{\text{bakterie}} CH_3–CH(OH)–COOH + CO_2$$

Na podstawie: J. Kurek, *Chemiczne tajemnice wina* w: *Chemia w szkole*, nr 4 2018.

Zadanie 31.1. *(2 pkt)*

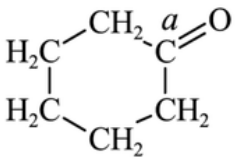
Dla cząsteczek kwasu jabłkowego i mlekowego określ: formalny stopień utlenienia 3. atomu węgla oraz liczbę atomów węgla o danym typie hybrydyzacji orbitali walencyjnych. Uzupełnij tabelę.

	kwas jabłkowy	kwas mlekowy
stopień utlenienia 3. atomu węgla		
liczba atomów węgla o hybrydyzacji orbitali walencyjnych typu:		
sp^2		
sp^3		

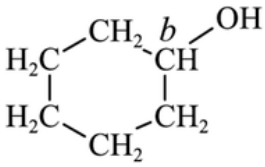
7.4

Zadanie 30. (0–2)

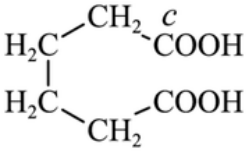
Poniżej przedstawiono wzory: cykloheksanonu, cykloheksanolu i kwasu adypinowego. Literami *a*, *b* i *c* oznaczono wybrane atomy węgla.



cykloheksanon



cykloheksanol



kwas adypinowy

Określ formalne stopnie utlenienia oraz typ hybrydyzacji (*sp*, sp^2, sp^3) atomów węgla oznaczonych w podanych wzorach literami *a*, *b* i *c*. Uzupełnij tabelę.

Atom węgla	w cykloheksanonie	w cykloheksanolu	w kwasie adypinowym
	a	*b*	*c*
Stopień utlenienia			
Typ hybrydyzacji			

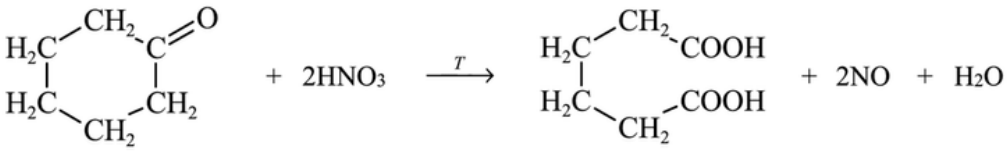


7.5

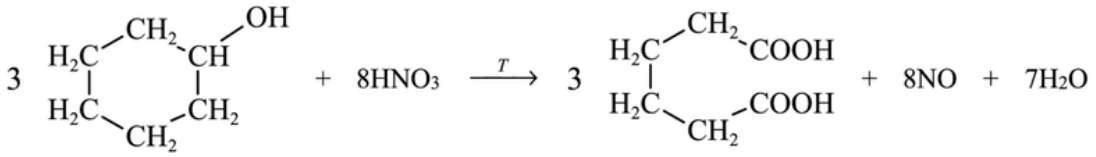
Zadanie 31. (0–1)

Kwas adypinowy jest ważnym surowcem w produkcji tworzyw sztucznych. Na skalę techniczną otrzymuje się go przez utlenianie mieszaniny cykloheksanonu oraz cykloheksanolu. Poniżej przedstawiono równania tych przemian.

Przemiana I



Przemiana II



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

Podaj liczbę moli elektronów oddawanych przez 1 mol cykloheksanonu i 1 mol cykloheksanolu podczas opisanych przemian.

Przemiana I: .....

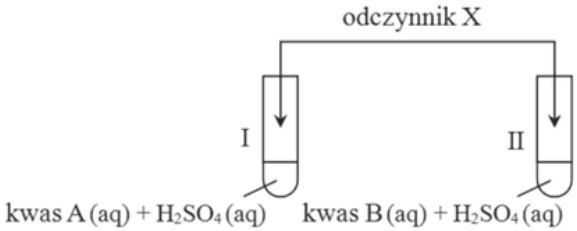
Przemiana II: .....

7.6

Informacja do zadań 160. i 161.

W celu rozróżnienia wodnych roztworów kwasu metanowego (mrówkowego) i kwasu etanowego (octowego) do probówek z roztworami tych kwasów dodano kilka kropli wodnego roztworu kwasu siarkowego(VI) i wprowadzono odczynnik X wybrany spośród następujących: wodny roztwór wodorotlenku sodu, wodny roztwór manganianu(VII) potasu, wodny roztwór dichromianu(VI) potasu.

Przebieg doświadczenia ilustruje poniższy schemat.



Zaobserwowano, że w probówkach I i II roztwory zabarwiły się na fioletowo. Pod wpływem ogrzewania otrzymany w probówce II roztwór odbarwił się, a mieszanina pieniła się. Stwierdzono, że wydzielał się gaz. Podczas ogrzewania roztworu otrzymanego w probówce I nie zaobserwowano zmian.

Zadanie 160.

a) Podaj nazwę lub wzór użytego odczynnika.

Zadanie 160.

b) Podaj nazwę kwasu A, którego roztwór znajdował się w probówce I i nazwę kwasu B, którego roztwór znajdował się w probówce II.

Zadanie 161.

a) Podaj nazwę procesu, któremu ulega kwas B podczas opisanego doświadczenia (patrz → informacja do zadań 160. i 161.) **oraz określ, jaką funkcję pełni ten kwas w zachodzącej reakcji.**

b) Napisz wzory drobin <u>powstałych</u> w wyniku przemiany, której uległ kwas B i odczynnik X.



Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

7.7

Zadanie 28. *(4 pkt)*

Poniżej przedstawiony jest schemat reakcji:

$$MnO_4^- + CH_3CHO + OH^- \rightarrow MnO_4^{2-} + CH_3COO^- + H_2O$$

28.1. Napisz <u>w formie jonowej</u> z uwzględnieniem liczby oddawanych lub pobieranych elektronów (zapis jonowo-elektronowy) równanie reakcji redukcji i równanie reakcji utleniania zachodzących podczas tej przemiany.

Równanie reakcji redukcji:

.....

Równanie reakcji utleniania:

.....

28.2. Uzupełnij współczynniki stechiometryczne w poniższym schemacie.

..... MnO_4^- + ... CH_3CHO + ... $OH^- \rightarrow$ ..... MnO_4^{2-} + ... CH_3COO^- + ... H_2O

7.8

Zadanie 23.

Manganian(VII) potasu reaguje z kwasem szczawiowym (kwasem etanodiowym HOOC–COOH) w środowisku kwasowym według następującego schematu:

$$MnO_4^- + (COOH)_2 + H^+ \rightarrow Mn^{2+} + CO_2 + H_2O$$

Zadanie 23.1. (0–2)

Napisz <u>w formie jonowej</u>, z uwzględnieniem liczby oddawanych lub pobieranych elektronów (zapis jonowo-elektronowy), równania procesów redukcji i utleniania zachodzących podczas tej przemiany.

Równanie procesu redukcji:

.....

Równanie procesu utleniania:

.....

Zadanie 23.2. (0–1)

Dobierz i uzupełnij współczynniki stechiometryczne w poniższym schemacie.

..... MnO_4^- + ... $(COOH)_2$ + ... $H^+ \rightarrow$ ..... Mn^{2+} + ... CO_2 + ... H_2O

Zadanie 23.3. (0–1)

Napisz wzory drobin (cząsteczek lub jonów), które w opisanej przemianie pełnią funkcję utleniacza i reduktora.

Utleniacz: ..... Reduktor: .....



7.9

Zadanie 22. (*3 pkt*)

Kwas octowy (etanowy) można otrzymać w reakcji etanolu (alkoholu etylowego) z dichromianem(VI) potasu.

Stosując zasadę bilansu elektronowego, dobierz współczynniki w poniższym równaniu reakcji. Podaj wzór substancji pełniącej rolę utleniacza oraz wzór substancji pełniącej rolę reduktora.

..... CH_3CH_2OH + ... $K_2Cr_2O_7$ + ... H_2SO_4 →

→ ..... CH_3COOH + ...$Cr_2(SO_4)_3$ + ... K_2SO_4 + ... H_2O

Bilans elektronowy: .....

.....

.....

Wzór substancji pełniącej rolę utleniacza: .....

Wzór substancji pełniącej rolę reduktora: .....

7.10

Zadanie 130.

Niektóre odczynniki utleniające powodują rozpad wiązania podwójnego w alkenach. Na przykład manganian(VII) potasu w środowisku obojętnym lub kwaśnym rozszczepia alkeny, dając produkty zawierające grupę karbonylową. Jeżeli przy podwójnym wiązaniu znajduje się atom wodoru, to powstają kwasy karboksylowe, a jeżeli 2 atomy wodoru są obecne przy 1 atomie węgla, tworzy się tlenek węgla(IV).
Poniżej przedstawiono schemat rozszczepienia alkenu:

$$CH_3CH(CH_3)CH_2CH_2CH_2CH(CH_3)CH{=}CH_2 \xrightarrow{KMnO_4,H_3O^+} X + Z$$

Na podstawie: J. McMurry, *Chemia organiczna*, Warszawa 2003, s. 241.

b) Podaj nazwy systematyczne wszystkich reagentów tego procesu.

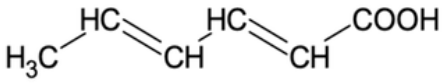
Nazwa alkenu	
Nazwa związku X	
Nazwa związku Z	



7.
11

Informacja do zadań 29.–31.

Przeciwutleniacze i konserwanty to ważne dodatki do żywności. Przeciwutleniacze zawierają w swoich cząsteczkach takie elementy budowy, które mogą ulegać utlenianiu, dzięki czemu zapobiegają utlenianiu innych substancji. Z kolei działanie konserwantów polega na dezaktywacji enzymów oraz na zahamowaniu rozwoju drobnoustrojów. Jako konserwantów można używać kwasu sorbowego oraz jego soli, sorbinianów: sodu, potasu, wapnia. Wzór kwasu sorbowego podano poniżej:



W poniższej tabeli zebrano kilka ważniejszych właściwości fizykochemicznych dla kwasu sorbowego i sorbinianiu potasu.

Właściwość	Kwas sorbowy	Sorbinian potasu
barwa i stan skupienia	białe ciało stałe	białe ciało stałe
temperatura topnienia, °C	134,5	270 (rozkład)
temperatura wrzenia, °C	228 (rozkład)	———
rozpuszczalność w wodzie, g/100 g; 25°C	ok. 0,17	ok. 58,5

Wartość K_a dla kwasu sorbowego wynosi $1{,}7 \cdot 10^{-5}$.

Na podstawie: Z. E. Sikorski (red.), *Chemia żywności*, Warszawa 2007 oraz W. Grajek (red.), *Przeciwutleniacze w żywności*, Warszawa 2007.

Zadanie 29. (0–1)

Rozstrzygnij, czy kwas sorbowy może pełnić funkcję przeciwutleniacza. W uzasadnieniu odwołaj się do elementów budowy cząsteczki kwasu.

Rozstrzygnięcie: .....

Uzasadnienie: .....

.....

.....

Zadanie 30. (0–2)

Kwas sorbowy jest najczęściej stosowany do konserwacji margaryn i innych tłuszczów, rzadziej – do konserwacji win, cydrów i napojów, które konserwuje się sorbinianami.

Wskaż cechy budowy i właściwości fizykochemiczne kwasu sorbowego oraz jego soli, które powodują, że te substancje służą jako konserwanty odpowiednich produktów żywnościowych. Wybierz i zaznacz jedną odpowiedź spośród podanych w każdym nawiasie.

1) Do konserwacji margaryn i innych tłuszczów wybierany jest częściej kwas sorbowy, ponieważ jego cząsteczki zawierają fragmenty (polarne / niepolarne).
2) Do konserwacji win, cydrów i napojów używa się sorbinianów zamiast kwasu sorbowego, ponieważ ze względu na budowę jonową te sole wykazują (większą / mniejszą) od kwasu sorbowego rozpuszczalność w wodzie.

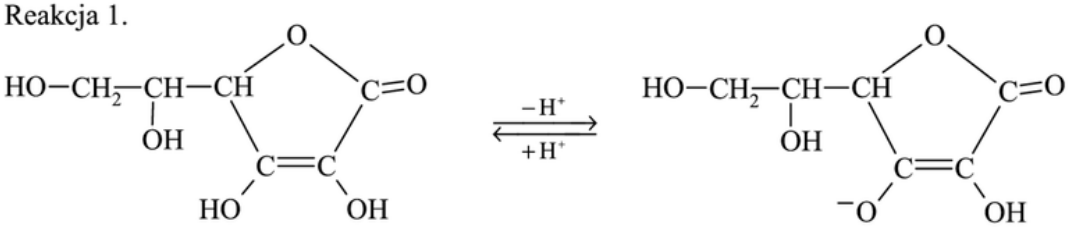


7.
12

Informacja do zadań 36.–38.

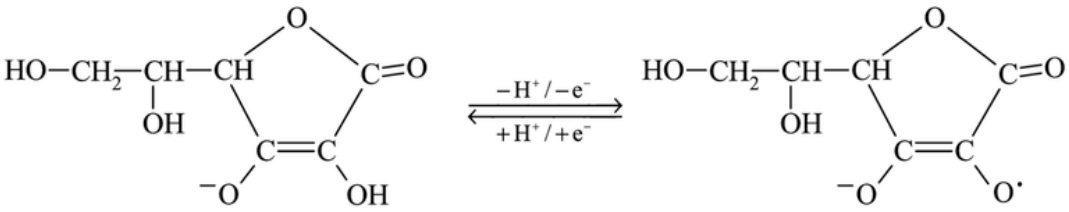
Kwas askorbinowy ulega przemianie w kwas dehydroaskorbinowy zgodnie z poniższym schematem. Odszczepienie jednego protonu od cząsteczki witaminy C prowadzi do powstania anionu askorbinianowego (reakcja 1.). W wyniku oddania przez anion askorbinianowy elektronu i drugiego protonu powstaje rodnik askorbylowy (reakcja 2.). Wskutek utraty elektronu przez rodnik askorbylowy tworzy się kwas dehydroaskorbinowy (reakcja 3.).

Reakcja 1.



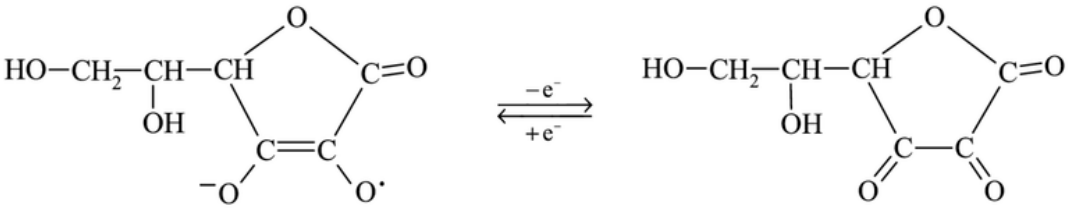
kwas askorbinowy — anion askorbinianowy

Reakcja 2.



anion askorbinianowy — rodnik askorbylowy

Reakcja 3.



rodnik askorbylowy — kwas dehydroaskorbinowy

Na podstawie: J. Szymańska-Pasternak, A. Janicka, J. Bober, *Witamina C jako oręż w walce z rakiem,* „Onkologia w praktyce klinicznej", 2011/1.

Zadanie 36. (0–1)

Oceń, czy poniższe informacje są prawdziwe. Zaznacz P, jeśli informacja jest prawdziwa, albo F – jeśli jest fałszywa.

1.	Anion askorbinianowy – w zależności od warunków reakcji – może przyłączać albo oddawać proton.	**P**	**F**
2.	Rodnik askorbylowy jest reaktywny chemicznie, ponieważ występuje w nim jeden niesparowany elektron.	**P**	**F**
3.	Kwas dehydroaskorbinowy jest produktem redukcji rodnika askorbylowego.	**P**	**F**



7. 13

Zadanie 24.

Do określania położenia podwójnego wiązania w cząsteczkach alkenów wykorzystuje się ich utlenianie, np. za pomocą roztworu $KMnO_4$ w środowisku kwasowym i w podwyższonej temperaturze. W tych warunkach dochodzi do rozerwania wiązania podwójnego węgiel – węgiel. W zależności od budowy cząsteczki alkenu mogą powstać kwasy karboksylowe, ketony lub tlenek węgla(IV).

Z ugrupowania $\left(R_2-\overset{R_1}{\overset{|}{C}}=\right)$ powstaje keton, z ugrupowania $\left(H-\overset{R}{\overset{|}{C}}=\right)$ powstaje kwas, a tlenek węgla(IV) powstaje z ugrupowania $\left(H_2C=\right)$, gdzie R, R_1 i R_2 oznaczają grupy alkilowe.

Na podstawie: R. Morrison, R. Boyd, *Chemia organiczna*, Warszawa 1985.

Izomeryczne alkeny A i B utleniano $KMnO_4$ w środowisku kwasowym. W wyniku przemiany, której uległ alken A, otrzymano jeden organiczny produkt, natomiast w wyniku utleniania alkenu B powstały dwa związki należące do różnych grup związków organicznych. W reakcji 1 mola alkenu B z 1 molem wodoru powstaje 2-metylopentan. Alken A występuje w postaci izomerów geometrycznych *cis–trans*.

Zadanie 24.2. (0–1)

Podaj nazwy wszystkich związków organicznych, które powstały w wyniku utleniania alkenów A i B.

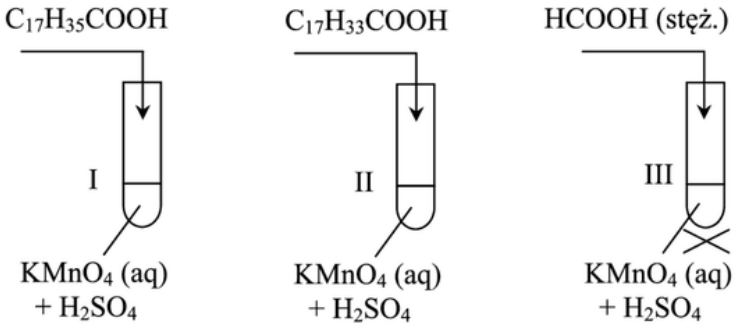
.....

.....

7. 14

Zadanie 30. (0–1)

Przeprowadzono doświadczenie, którego przebieg zilustrowano na poniższym schemacie.



Napisz, jakie objawy reakcji (lub ich brak) umożliwią rozróżnienie substancji dodawanych do probówek I, II i III.

.....

.....

.....

.....

7. 15

🕮 Informacja do zadania 23. i 24.

Jedną z ogólnych metod określania struktury związku jest degradacja – rozpad cząsteczki związku o nieznanej strukturze na kilka mniejszych cząsteczek, łatwiejszych do zidentyfikowania. Metoda ta jest wykorzystywana do określania położenia podwójnego wiązania w cząsteczkach alkenów. Stosowane jest wówczas ich utlenianie, np. za pomocą roztworu $KMnO_4$, prowadzone w środowisku kwasowym. Podczas tej reakcji, w zależności od budowy cząsteczki alkenu, mogą powstać kwasy karboksylowe, ketony lub tlenek węgla(IV).

Z ugrupowania $\left(R_2-\overset{\overset{R_1}{|}}{C}=\right)$ powstaje keton, z ugrupowania $\left(H-\overset{\overset{R}{|}}{C}=\right)$ powstaje kwas, a tlenek węgla(IV) powstaje z ugrupowania $\left(H_2C=\right)$.

Zadanie 23. *(2 pkt)*

Pewien alken utleniany nadmiarem $KMnO_4$ w środowisku kwasowym daje dwa różne kwasy karboksylowe, zaś w reakcji 1 mola tego alkenu z 1 molem wodoru powstaje n-heksan.

a) Napisz wzór półstrukturalny (grupowy) tego alkenu.

.....

b) Podaj nazwy systematyczne dwóch kwasów karboksylowych powstałych podczas utleniania tego alkenu.

1. .....

2. .....

7. 16

Zadanie 24. *(1 pkt)*

W dwóch nieoznakowanych kolbach znajdowały się dwa alkeny (każdy w innym naczyniu). Wiadomo, że jednym związkiem był 2-metyloprop-1-en, a drugim but-2-en. W celu odróżnienia 2-metyloprop-1-enu od but-2-enu przeprowadzono doświadczenie, podczas którego do obu naczyń dodano zakwaszony, wodny roztwór $KMnO_4$.

Korzystając z powyższych informacji, wymień po jednej obserwacji, która pozwoli na odróżnienie obu związków. Uzupełnij poniższą tabelę.

Obserwacja potwierdzająca obecność w kolbie	
2-metyloprop-1-enu	but-2-enu

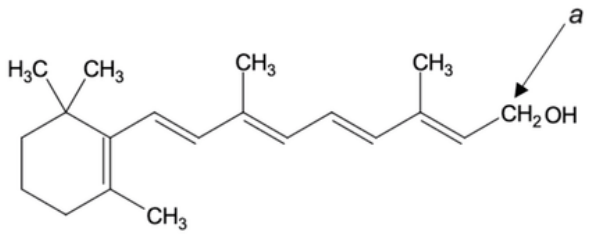


7.
17

Zadanie 27.

Wzory szkieletowe związków organicznych odzwierciedlają kształt łańcucha węglowego. W tych wzorach pomija się symbole atomów węgla i połączonych z nimi atomów wodoru, a szkielet węglowy rysuje się jako linię łamaną i zaznacza – występujące w cząsteczce – wiązania wielokrotne. Zapisuje się symbole podstawników innych niż wodór oraz wzory grup funkcyjnych. Niekiedy, w celu jednoznacznej interpretacji wzoru, uwzględnia się w nich atom węgla.

Poniżej przedstawiono wzór witaminy A (retinolu):



Na podstawie: P. Mastalerz, *Chemia organiczna*, Wrocław 2016.

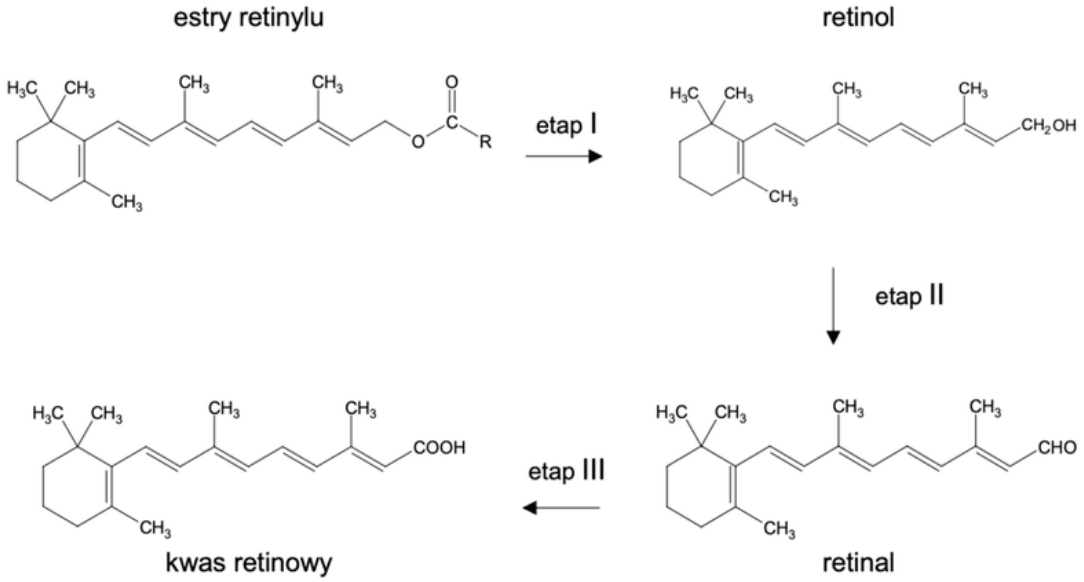
Zadanie 27.1. (0–2)

Uzupełnij tabelę. Wpisz formalny stopień utlenienia oraz typ hybrydyzacji (*sp*, *sp*^{2}, *sp*^{3}) orbitali walencyjnych atomu węgla oznaczonego literą *a* w cząsteczce witaminy A (retinolu) oraz liczbę wszystkich wiązań π w tej cząsteczce.

Stopień utlenienia atomu węgla oznaczonego literą *a*	Typ hybrydyzacji orbitali walencyjnych atomu węgla oznaczonego literą *a*	Liczba wiązań π w cząsteczce witaminy A (retinolu)

Zadanie 27.2. (0–1)

Witamina A (retinol) to substancja niezbędna do prawidłowego funkcjonowania organizmu. Jej źródłem są m.in. estry – związki takie jak palmitynian czy octan retinylu. Z tych estrów powstaje retinol, który ulega kolejnym przemianom. Na schemacie przedstawiono wybrane etapy metabolizmu witaminy A w komórkach.



Na podstawie: M. Zasada, A. Adamczyk, *Witamina A. Budowa i mechanizm działania*, „Kosmetologia Estetyczna" 2018, nr 5, vol. 7.

Oceń prawdziwość poniższych zdań. Zaznacz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	Podczas etapu I, w którym powstaje retinol, zachodzi hydroliza estrów.	**P**	**F**
2.	W etapie III 1 mol retinalu oddaje 2 mol elektronów.	**P**	**F**

Zadanie 27.3. (0–1)

Dokończ zdanie. Wybierz i zaznacz odpowiedź A albo B oraz uzasadnienie 1., 2. albo 3.

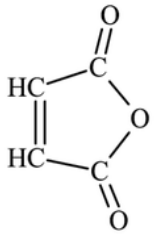
Retinol i retinal

A.	są	względem siebie izomerami, ponieważ ich cząsteczki	**1.**	nie różnią się wzorami sumarycznymi.
B.	nie są		**2.**	nie różnią się liczbą atomów węgla.
			3.	różnią się wzorami sumarycznymi.

7.
18

Informacja do zadań 35.–36.

Kwas maleinowy to nazwa zwyczajowa kwasu *cis*-butenodiowego o wzorze HOOC–CH=CH–COOH. Kwas ten można otrzymać z benzenu. W wyniku katalitycznego utleniania tego węglowodoru powstaje bezwodnik maleinowy o wzorze:



Bezwodnik maleinowy w reakcji z wodą przekształca się w kwas maleinowy.

Zadanie 35.

Przemiany prowadzące od benzenu do kwasu maleinowego zilustrowano na schemacie:

$$\text{benzen} \xrightarrow{\text{reakcja 1.}} \text{bezwodnik maleinowy} \xrightarrow{\text{reakcja 2.}} \text{kwas maleinowy}$$

Reakcja 1.: W podwyższonej temperaturze i pod zwiększonym ciśnieniem w obecności katalizatora benzen utlenia się tlenem z powietrza. Produktami ubocznymi są tlenek węgla(IV) i woda.

Reakcja 2.: W temperaturze poniżej 160 °C i pod normalnym ciśnieniem bezwodnik maleinowy reaguje z wodą, w wyniku czego jako główny produkt powstaje kwas maleinowy.

Na podstawie: E. Grzywa, J. Molenda, *Technologia podstawowych syntez organicznych*, Warszawa 2008.

Zadanie 35.1. (0–2)

Napisz równanie reakcji utleniania benzenu (reakcja 1.) i równanie reakcji prowadzącej do powstania kwasu maleinowego (reakcja 2.). Zastosuj wzory półstrukturalne (grupowe) związków organicznych.

Równanie reakcji 1.:
Równanie reakcji 2.:



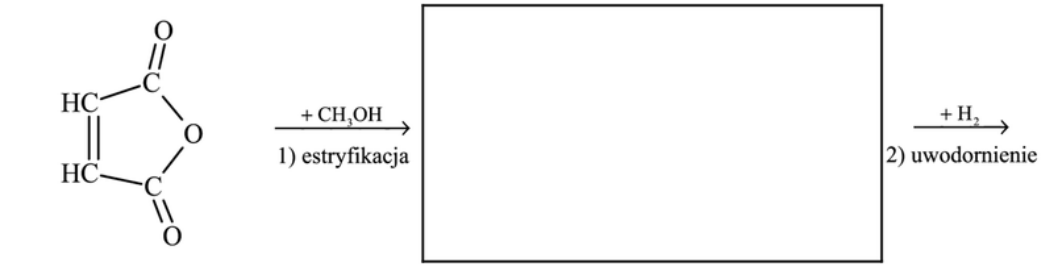
Zadanie 35.3. (0–1)

Bezwodnik maleinowy jest stosowany w produkcji butano-1,4-diolu. Proces technologiczny przebiega w trzech etapach:

1) estryfikacja bezwodnika maleinowego metanolem
2) katalityczne uwodornienie maleinianu dimetylu do bursztynianu dimetylu
3) katalityczne uwodornienie bursztynianu dimetylu do butano-1,4-diolu.

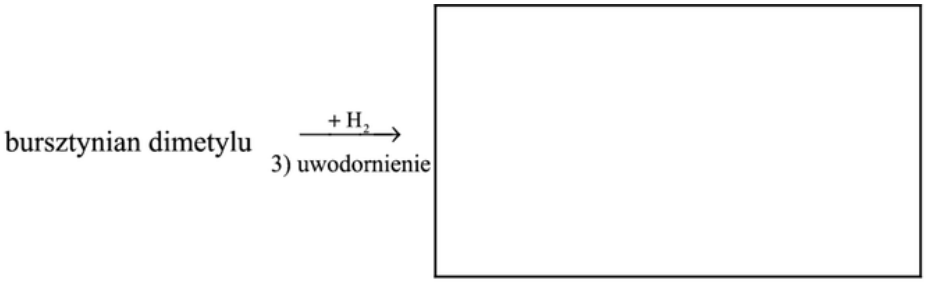
Na podstawie: E. Grzywa, J. Molenda, *Technologia podstawowych syntez organicznych*, Warszawa 2008.

Uzupełnij poniższy schemat opisanego procesu – wpisz wzory półstrukturalne (grupowe) maleinianu dimetylu oraz butano-1,4-diolu.



bezwodnik maleinowy

maleinian dimetylu

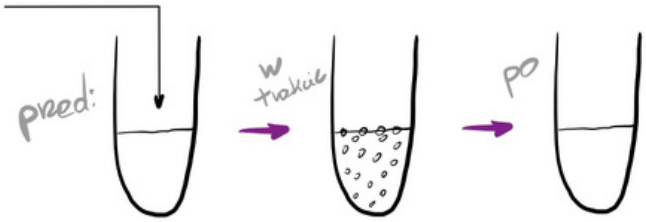


butano-1,4-diol

Różnice w mocy kwasów w doświadczeniach:

- mocniejszy kwas wypiera słabszy kwas z roztworu jego soli:

$CH_3COOH_{(c)}$



obserwujemy wydzielenie pęcherzyków bezbarwnego gazu (roztwór się pieni)

$Na_2CO_{3(aq)}$

$$Na_2CO_3 + 2CH_3COOH \rightarrow 2CH_3COONa + H_2O + CO_2$$

sól + kwas → sól + kwas

$K_{a_{H_2CO_3}} < K_{a_{CH_3COOH}}$

PRZYPOMNIJ SOBIE:

⑤ sól + kwas → sól + kwas

× reakcja zachodzi gdy mocniejszy kwas wypiera kwas lotny z soli. Mocniejszy kwas ma większą wartość K_a.

np. $CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2\uparrow$

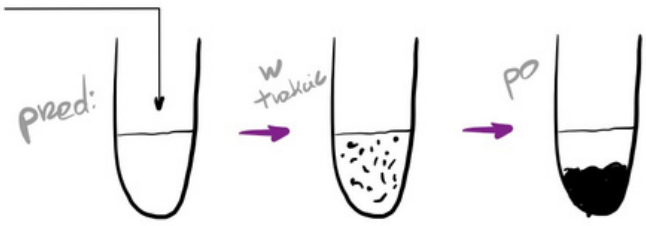
$Na_2S + 2HNO_3 \rightarrow 2NaNO_3 + H_2S\uparrow$

× reakcja zachodzi gdy rozpuszcza się osad lub wytrąca się osad

np. $CaCO_3 + H_2O \cdot CO_2 \rightarrow Ca(HCO_3)_2$

$3Ca(NO_3)_2 + 2H_3PO_4 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2\downarrow + 6HNO_3$

$CH_3COOH_{(c)}$



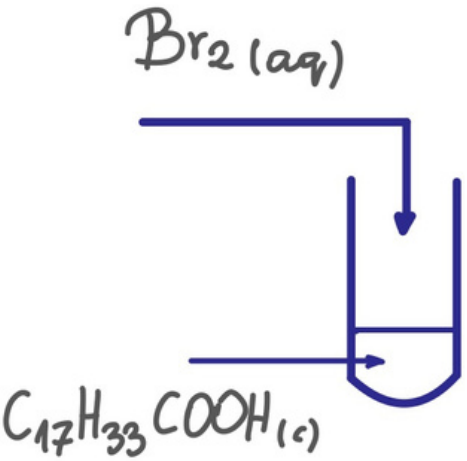
obserwujemy wytrącenie się osadu

$C_{17}H_{35}COONa_{(aq)}$

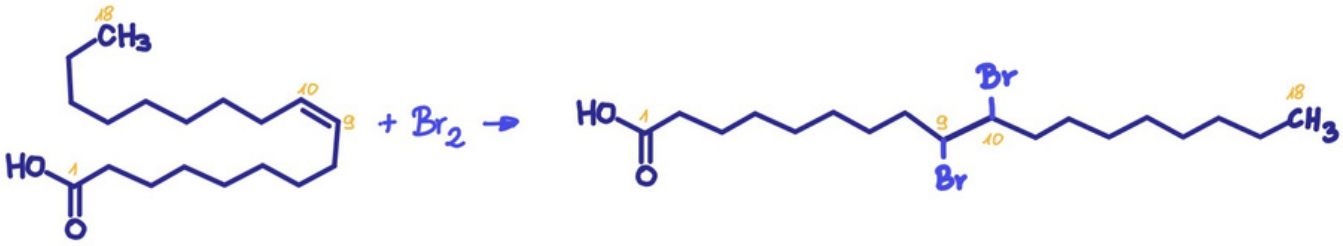
$$CH_3COOH + C_{17}H_{35}COO^- \rightarrow CH_3COO^- + C_{17}H_{35}COOH\downarrow$$

$$CH_3COOH + C_6H_5O^- \Rightarrow CH_3COO^- + C_6H_5OH\downarrow$$



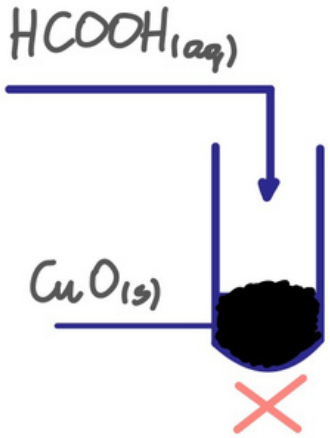


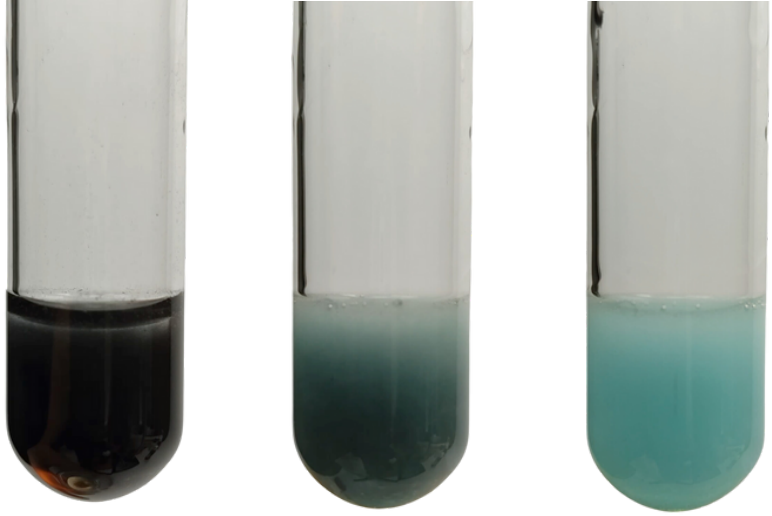




obserwacje: powstają dwie niemieszające się warstwy. Po zmieszaniu brunatna ciecz odbarwia się a z mieszaniny wytrąca się biały osad.

wniosek: Kwas oleinowy przyłącza cząsteczkę bromu do wiązania podwójnego pomiędzy atomami węgla zmieniając kształt łańcucha, co powoduje wytrącenie osadu.



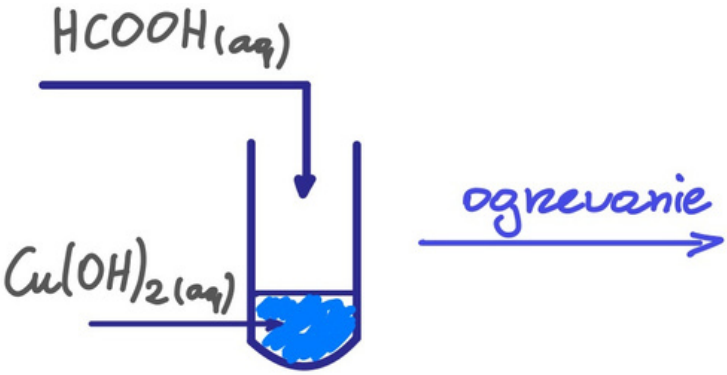


$$HCOOH + CuO \longrightarrow (HCOO)_2Cu + H_2O$$

obserwacje: czarne ciało stałe stałe zanikło roztwór zabarwia się na niebiesko.

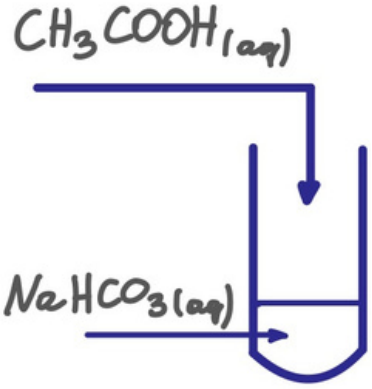
wniosek: tlenek miedzi(II) reaguje z kwasem mrówkowym. Tlenek miedzi(III) może mieć charakter zasadowy lub amfoteryczny.





obserwacje: niebieskie ciało stałe zanika, roztwór zabarwia się na niebiesko. Ogrzewanie niebieskiego roztworu nie wywołuje zmian.

wniosek: $Cu(OH)_2$ reaguje z $HCOOH$.



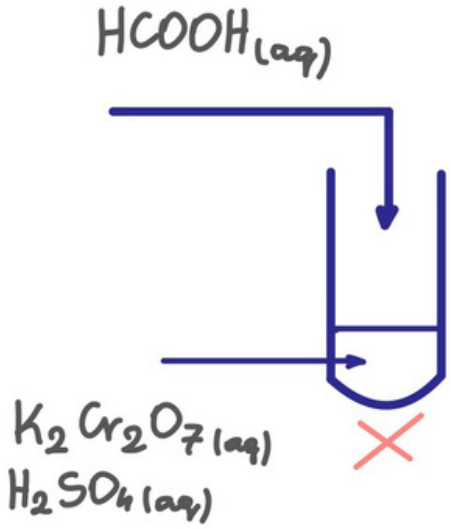


$$CH_3COOH + NaHCO_3 \longrightarrow CH_3COONa + H_2O + CO_2\uparrow$$

obserwacje: roztwór intensywnie się pieni.

wniosek: Kwas octowy jest mocniejszy od kwasu węglowego





$$HCOOH \rightarrow CO_2 + 2e^- + 2H^+ \quad /\cdot 3$$

$$Cr_2O_7^{2-} + 6e^- + 14H^+ \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O \quad /\cdot 1$$

$$3HCOOH + Cr_2O_7^{2-} + 8H^+ \rightarrow 3CO_2 + 2Cr^{3+} + 7H_2O$$

$$3HCOOH + K_2Cr_2O_7 + 4H_2SO_4 \rightarrow 3CO_2 + Cr_2(SO_4)_3 + 7H_2O + K_2SO_4$$

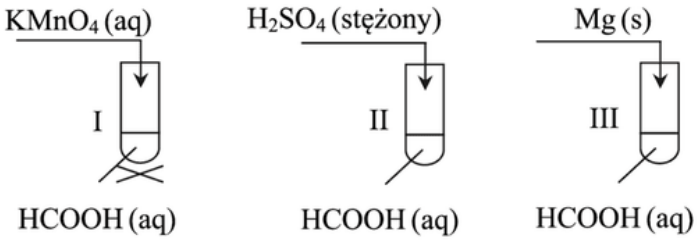
obserwacje: pomarańczowy roztwór zmienia barwę na zieloną.

wniosek: HCOOH w reakcji z $K_2Cr_2O_7$ wykazuje właściwości redukujące.



8.1

Informacja do zadań 162.–164.
W celu zbadania właściwości kwasu metanowego przeprowadzono doświadczenie zilustrowane schematem:



Stwierdzono, że w probówce II wydzielił się bezbarwny gaz. Objawy reakcji zaobserwowano również w probówkach I i III.

Zadanie 163.
Oceń, czy wykonanie w probówce I (patrz → informacja do zadań 162.–164.) **podobnej próby, w której zamiast kwasu metanowego użyjemy kwasu etanowego, doprowadzi do tego samego efektu. Swoją odpowiedź uzasadnij.**

Zadanie 164.
Gaz, który wydzielił się w probówce II (patrz → informacja do zadań 162.–164.) spalono, a produkt spalania (substancję X) poddano identyfikacji.
Dokończ zdanie. Wybierz i zaznacz nazwę odczynnika A lub B oraz spostrzeżenia 1. albo 2.
W celu identyfikacji substancji X wprowadzono ją do

A	wody wapiennej	i zaobserwowano	1.	zmianę barwy roztworu.
B	wody destylowanej		2.	zmętnienie roztworu.

8.2

Informacja do zadań 15.–16.
Wykonano doświadczenie zilustrowane na poniższym schemacie.



Zadanie 15. (0–2)
Określ odczyn roztworu powstałego w probówce I i odczyn roztworu powstałego w probówce II oraz napisz w formie jonowej skróconej równania reakcji zachodzących podczas tego doświadczenia.

Nr probówki	Odczyn roztworu	Równanie reakcji
I		
II		

8.3

Zadanie 26. *(2 pkt)*

W trzech oddzielnych, nieoznakowanych probówkach znajdują się wodne roztwory: etanolu, glicerolu i kwasu mrówkowego. W celu ich identyfikacji wykonano następujące doświadczenia:

a) Do każdego roztworu dodano świeżo strąconego wodorotlenku miedzi(II) i zaobserwowano, że niebieski, galaretowaty osad wodorotlenku miedzi(II) rozpuścił się tylko w probówce III.

b) Zawartość pozostałych dwóch probówek ogrzano i zaobserwowano, że w probówce I wydzielił się ceglasty osad, a w probówce II powstał czarny osad.

Napisz nazwę związku znajdującego się w probówce II oraz nazwę związku znajdującego się w probówce III.

Probówka II: .....

Probówka III: .....

Napisz równanie reakcji, która zaszła w probówce I, stosując wzory półstrukturalne (grupowe) związków organicznych.

.....

.....

8.4

🕮 Informacja do zadania 28 i 29

Kwasy tłuszczowe o wzorach $C_{17}H_{35}COOH$ (kwas stearynowy) i $C_{17}H_{33}COOH$ (kwas oleinowy) należą do różnych szeregów homologicznych.

Zadanie 29. *(2 pkt)*

Zaprojektuj doświadczenie, którego przebieg pozwoli potwierdzić nienasycony charakter kwasu tłuszczowego.

a) Uzupełnij schemat doświadczenia, wpisując wzory odczynników wybranych z poniższej listy:

- **$C_{17}H_{33}COOH$**
- **$C_{17}H_{35}COOH$**
- **$Br_{2\,(aq)}$**
- **$NaOH_{(aq)}$**
- **$FeCl_{3\,(aq)}$**

Schemat doświadczenia:

Kwas tłuszczowy o wzorze .....



.....

b) Napisz, co zaobserwowano podczas tego doświadczenia.

.....

.....

8.5

Zadanie 20. (0–1)

W temperaturze T sporządzono trzy bezbarwne wodne roztwory:

- I – octanu sodu (CH_3COONa)
- II – kwasu octowego (CH_3COOH)
- III – wodorotlenku sodu ($NaOH$)

o jednakowych stężeniach molowych równych $0{,}01\ \mathrm{mol \cdot dm^{-3}}$.
Do identyfikacji tych roztworów wybrano dwa wskaźniki kwasowo-zasadowe: tymoloftaleinę i zieleń bromokrezolową. Wyniki doświadczenia przedstawiono na zdjęciach.

Uzupełnij tabelę. Wpisz wzory substancji, których wodne roztwory identyfikowano.

Wskaźnik	Roztwór I	Roztwór II	Roztwór III
Tymoloftaleina			
Zieleń bromokrezolowa			
Wzór substancji	.....	.....	.....

8.6

Informacja do zadań 15.–16.

Do probówki ze stałym etanianem (octanem) sodu dodano kwas siarkowy(VI) i zawartość naczynia ogrzano. U wylotu próbówki wyczuwalny był charakterystyczny ostry zapach.

Zadanie 16. (0–1)

W dwóch nieopisanych probówkach znajdują się wodne roztwory dwóch soli (każdy roztwór w innej probówce). Wiadomo, że jednym roztworem jest wodny roztwór etanianu (octanu) magnezu, a drugim – wodny roztwór etanianu (octanu) sodu.

Oceń, czy po dodaniu wodnego roztworu kwasu ortofosforowego(V) do obu probówek i ogrzaniu ich zawartości możliwe będzie wskazanie, w której probówce znajdował się wodny roztwór etanianu magnezu, a w której – wodny roztwór etanianu sodu. Odpowiedź uzasadnij.

Ocena: .....

Uzasadnienie:

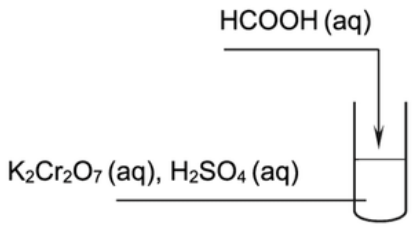
.....

.....

8.7

Zadanie 32.

Celem doświadczenia przedstawionego na poniższym schemacie było potwierdzenie właściwości redukujących kwasu metanowego.



Zadanie 32.1. (0–1)

Spośród poniższych obserwacji wybierz i podkreśl <u>wszystkie te</u> zmiany, które można zaobserwować podczas wykonanego doświadczenia.

- wytrąca się zielony osad
- roztwór zmienia barwę z pomarańczowej na ciemnozieloną
- fioletowy roztwór się odbarwia
- roztwór zmienia barwę z pomarańczowej na żółtą
- wydziela się gaz

Zadanie 32.2. (0–1)

Wyjaśnij na podstawie budowy cząsteczki, dlaczego kwas metanowy wykazuje właściwości redukujące.

.....

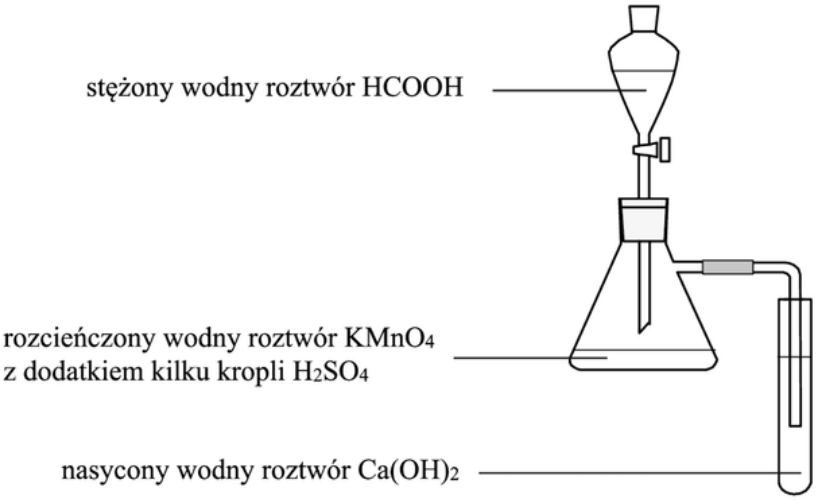
.....



8.8

Zadanie 32. (0–2)

Przeprowadzono doświadczenie, którego przebieg przedstawiono na poniższym schemacie.



Po delikatnym ogrzaniu kolby z mieszaniną reakcyjną zaobserwowano odbarwianie roztworu w kolbie oraz powstanie białego osadu w probówce.

Uzupełnij poniższy zapis, tak aby przedstawiał on <u>w formie jonowej skróconej</u> równanie reakcji, która zaszła <u>w kolbie</u> podczas przeprowadzonego doświadczenia. Oceń, czy gdyby do opisanego doświadczenia użyto kwasu etanowego zamiast kwasu metanowego, również zaobserwowano by odbarwienie roztworu w kolbie oraz powstanie osadu w probówce. Uzasadnij swoje stanowisko.

Równanie reakcji:

..... $HCOOH$ + ... MnO_4^- + ... $H^+ \xrightarrow{T}$ .....

Ocena wraz z uzasadnieniem:

.....

.....

.....

.....

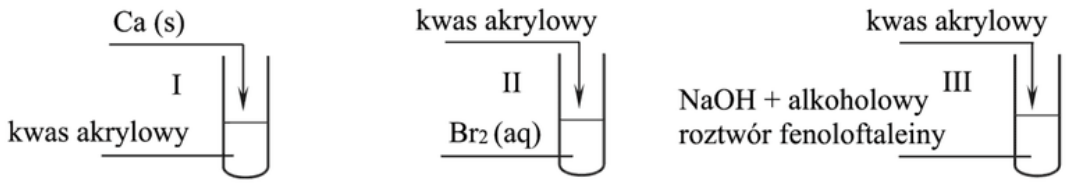
8.9

Informacja do zadań 30.–32.
Kwas akrylowy jest związkiem o wzorze

$$CH_2=CHCOOH$$

W warunkach laboratoryjnych jest on cieczą.

Zadanie 30. ***(1 pkt)***
Przeprowadzono doświadczenie z udziałem kwasu akrylowego zgodnie z poniższym schematem:



Opisz możliwe do zaobserwowania objawy reakcji w każdej probówce, jeżeli w każdej z przemian kwas akrylowy był reagentem użytym w nadmiarze.

Probówka I:

.....

Probówka II:

.....

Probówka III:

.....

8.10

Zadanie 34. (0–1)
W dwóch nieoznakowanych probówkach znajdują się parafina i stearyna.

Zaznacz poprawne dokończenie zdania.

W celu zidentyfikowania tych substancji należy

A. porównać ich rozpuszczalność w wodzie.
B. zbadać ich zachowanie wobec wody bromowej.
C. zbadać ich zachowanie wobec wodorotlenku sodu.
D. zbadać ich zachowanie wobec stężonego kwasu azotowego(V).



8.
11

Poniżej przedstawiono wzór kwasu winowego:

HOOC–CH(OH)–CH(OH)–COOH

Zadanie 27.1. *(1 pkt)*

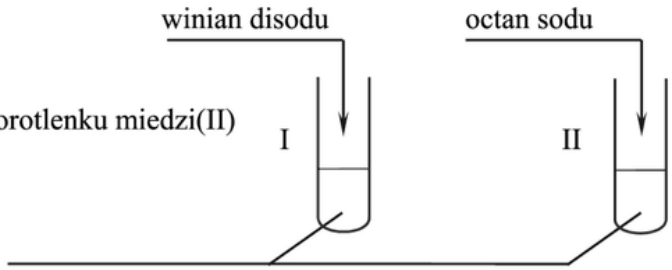
Uzupełnij schemat doświadczenia. Podkreśl nazwę odczynnika, który – po dodaniu do niego roztworów opisanych związków i wymieszaniu zawartości probówek – umożliwi zaobserwowanie różnic w przebiegu doświadczenia z udziałem winianu disodu i octanu sodu.

Odczynnik:

– zawiesina świeżo wytrąconego wodorotlenku miedzi(II)

– odczynnik Tollensa

– wodny roztwór oranżu metylowego



Zadanie 27.2. *(1 pkt)*

Opisz zmiany możliwe do zaobserwowania w czasie doświadczenia, pozwalające na potwierdzenie, że do probówki I wprowadzono roztwór winianu disodu, a do probówki II – roztwór octanu sodu.

Probówka I: .....

.....

Probówka II: .....

.....



8.
12

Zadanie 31. *(3 pkt)*

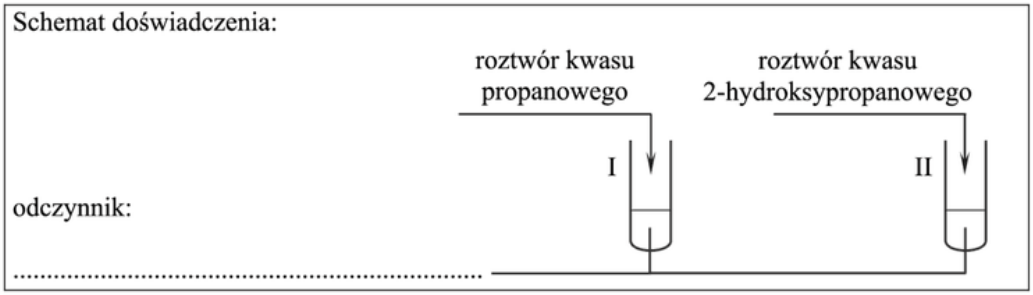
Wykonano doświadczenie, w którym do dwóch probówek z tym samym odczynnikiem wprowadzono wodne roztwory kwasów. Do probówki I wprowadzono wodny roztwór kwasu propanowego, a do probówki II – wodny roztwór kwasu 2-hydroksypropanowego. W warunkach doświadczenia obydwa wodne roztwory kwasów były bezbarwnymi cieczami.

Zaprojektuj doświadczenie, którego przebieg pozwoli na potwierdzenie, że roztwór kwasu propanowego wprowadzono do probówki I, a roztwór kwasu 2-hydroksypropanowego – do probówki II, przy założeniu, że przemiana zachodząca podczas doświadczenia nie prowadzi do zerwania wiązania węgiel–węgiel w cząsteczce kwasu.

31.1. Uzupełnij poniższy schemat doświadczenia. Wpisz wzór lub nazwę odczynnika, który – po dodaniu do niego roztworów kwasów, wymieszaniu i ogrzaniu zawartości probówek – umożliwi zaobserwowanie różnic w przebiegu doświadczenia z udziałem kwasu propanowego i kwasu 2-hydroksypropanowego. Odczynnik wybierz spośród następujących:

- **zawiesina $Cu(OH)_2$**
- **$KMnO_4$ (aq) z dodatkiem H_2SO_4**
- **NaOH (aq)**

Schemat doświadczenia:



31.2. Opisz zmiany możliwe do zaobserwowania w czasie doświadczenia, pozwalające na potwierdzenie, że do probówki I wprowadzono roztwór kwasu propanowego, a do probówki II – roztwór kwasu 2-hydroksypropanowego.

Probówka I: .....

.....

Probówka II: .....

.....

31.3. Napisz, stosując wzory półstrukturalne (grupowe) związków organicznych, schemat reakcji, która była podstawą eksperymentu.

Wzór substratu przemiany	→	Wzór produktu przemiany



8.
13

Informacja do zadań 32.–34.
Uczniowie porównywali właściwości kwasowo-zasadowe i redukujące alkanali i kwasów alkanowych na przykładzie aldehydu octowego i kwasu octowego. Za pomocą papierka uniwersalnego zbadali odczyn wodnych roztworów tych związków, a dzięki przeprowadzeniu próby Trommera – ich właściwości redukujące. Wyniki doświadczenia przedstawili w poniższej tabeli.

Badany związek	Odczyn wodnego roztworu	Właściwości redukujące
aldehyd octowy	obojętny	tak
kwas octowy	kwasowy	nie

Na podstawie przebiegu doświadczenia sformułowali następujący wniosek ogólny na temat odczynu i właściwości redukujących aldehydów i kwasów karboksylowych:

Alkanale nie ulegają w wodnych roztworach dysocjacji jonowej, ale mają właściwości redukujące. Kwasy alkanowe ulegają w wodnych roztworach dysocjacji jonowej w sposób charakterystyczny dla kwasów, ale nie mają właściwości redukujących.

Aby potwierdzić ten wniosek, przeprowadzili analogiczne doświadczenie dla aldehydu mrówkowego i kwasu mrówkowego. Zaobserwowali, że:
Papierek uniwersalny zanurzony w formalinie (czyli wodnym roztworze aldehydu mrówkowego) nie zmienił zabarwienia, a zanurzony w wodnym roztworze kwasu mrówkowego zabarwił się na czerwono. W wyniku ogrzewania formaliny ze świeżo strąconym wodorotlenkiem miedzi(II) w środowisku silnie zasadowym powstał ceglasty osad. Taki sam efekt dało ogrzewanie świeżo strąconego wodorotlenku miedzi(II) w środowisku silnie zasadowym z roztworem kwasu mrówkowego.

Zadanie 32. (0–1)
Wypełnij poniższą tabelę – wpisz wyniki doświadczenia z udziałem aldehydu i kwasu mrówkowego.

Badany związek	Odczyn wodnego roztworu	Właściwości redukujące
aldehyd mrówkowy		
kwas mrówkowy		

Zadanie 33. (0–1)
Oceń, czy przebieg doświadczenia z udziałem aldehydu mrówkowego i kwasu mrówkowego potwierdził sformułowany przez uczniów ogólny wniosek na temat odczynu i właściwości redukujących alkanali i kwasów alkanowych. Odpowiedź uzasadnij.

.....

.....

.....

.....



8. 14

Zadanie 29. ***(3 pkt)***

W trzech nieoznakowanych probówkach znajdują się wodne roztwory metanolu, kwasu metanowego (mrówkowego) i kwasu etanowego (octowego). W celu identyfikacji tych substancji przeprowadzono doświadczenia:

- Zbadano odczyn roztworu w każdej probówce za pomocą wskaźnikowego papierka uniwersalnego. W probówce I papierek uniwersalny nie zmienił barwy, w probówce II i III zabarwił się na czerwono.
- Do probówek II i III dodano roztwór wodorotlenku sodu w celu wytworzenia silnie zasadowego odczynu, a następnie dodano odczynnik Tollensa i ogrzewano w łaźni wodnej. Lustro srebrne powstało tylko na ściankach probówki III.

a) Na podstawie opisu wyników reakcji identyfikacyjnych podaj nazwy substancji znajdujących się w probówkach I i II.

W probówce I znajdował się .....

W probówce II znajdował się .....

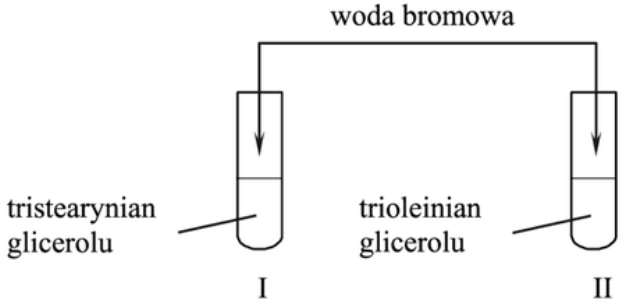
b) Napisz, czy substancja znajdująca się w probówce III jest w reakcji z odczynnikiem Tollensa utleniaczem, czy reduktorem.

.....

8. 15

Zadanie 24. ***(1 pkt)***

Do probówki I wprowadzono próbkę tristearynianu glicerolu, a do probówki II – próbkę trioleinianu glicerolu. Następnie do obu probówek dodano wodę bromową i zawartość każdej probówki wstrząśnięto.



Oceń, czy w obu probówkach zaobserwowano odbarwianie się wody bromowej. Odpowiedź uzasadnij.

.....

.....

.....

8.
16

Zadanie 33. ***(1 pkt)***

Napisz wzór półstrukturalny (grupowy) cząsteczki triglicerydu kwasu oleinowego (trioleinianu glicerolu). Grupy węglowodorowe kwasu oleinowego zapisz w formie sumarycznej: $-C_{17}H_{33}$.



izomeria konstytucyjna,

Teoria obecna w poprzednich działach. Nic nowego nie dochodzi, jeśli już umiesz możesz przejść do treningu na zadaniach

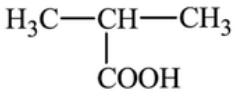


Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

9.1

Zadanie 24. ***(2 pkt)***

Pewien kwas alkanowy ma następujący wzór półstrukturalny (grupowy):



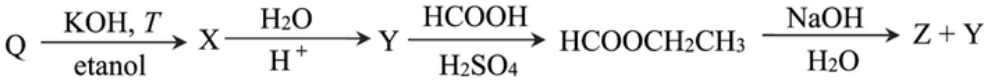
b) Narysuj wzór półstrukturalny (grupowy) innego kwasu alkanowego o takim samym wzorze sumarycznym.

.....

9.2

Informacja do zadań 30.– 32.

Poniżej przedstawiono ciąg przemian chemicznych, w których biorą udział związki organiczne umownie oznaczone literami Q, X, Y i Z oraz metanian etylu.



Zadanie 31. (0–1)

Narysuj wzory półstrukturalne (grupowe) cząsteczek dwóch związków będących izomerami metanianu etylu oraz podaj nazwy tych związków.

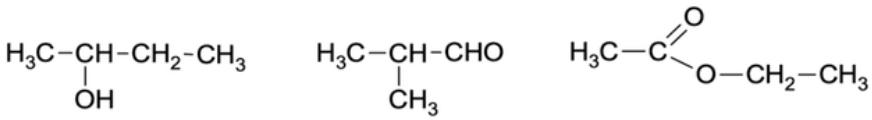
Wzór I	Wzór II
Nazwa	Nazwa



9.3

Informacja do zadań 25.–26.

Poniżej podano wzory półstrukturalne (grupowe) trzech związków organicznych.



A **B** **C**

Zadanie 26. (0–2)

Każdy ze związków A, B, C ma izomery. Poniżej opisano trzy z nich – oznaczone odpowiednio jako związki A1, B1, C1.

- Związek A1 to izomer związku A, który można utlenić do związku B.
- Związek B1 to izomer związku B, który można zredukować do związku A.
- Związek C1 to izomer związku C, który można otrzymać przez utlenienie związku B.

Narysuj wzory półstrukturalne (grupowe) związków A1, B1 i C1.

A1	B1	C1

9.4

Zadanie 28. (0–1)

Poniżej przedstawiono wzory sześciu związków organicznych.

I C_6H_5CHO	II C_6H_5OH	III $C_6H_5CH_2OH$
IV CH_3COOH	V CH_3CH_2COOH	VI $HCOOCH_3$

Uzupełnij poniższe zdania. Wpisz numery, którymi oznaczono wzory odpowiednich związków.

1. Octan fenylu jest produktem reakcji związków oznaczonych numerami ..... i ..... .
2. Izomerami są związki oznaczone numerami ..... i ..... .
3. W wyniku redukcji związku oznaczonego numerem I powstaje związek oznaczony numerem ..... .



9.5

Zadanie 29. *(1 pkt)*

Kwas acetylosalicylowy (znany pod handlową nazwą „aspiryna") to pochodna kwasu salicylowego, którą można otrzymać w wyniku przemiany opisanej poniższym schematem.



kwas salicylowy — kwas acetylosalicylowy

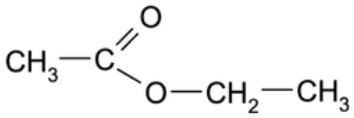
Oceń, czy poniższe informacje są prawdziwe. Zaznacz P, jeśli informacja jest prawdziwa, albo F – jeśli jest fałszywa.

1.	Kwas salicylowy i kwas acetylosalicylowy są względem siebie izomerami.	**P**	**F**
2.	Ze względu na obecność w cząsteczce kwasu salicylowego grupy karboksylowej i hydroksylowej może on tworzyć estry zarówno z alkoholami, jak i z kwasami.	**P**	**F**
3.	Drugim (obok kwasu salicylowego) substratem reakcji estryfikacji prowadzącej do powstania kwasu acetylosalicylowego jest kwas etanowy (octowy).	**P**	**F**

9.6

Zadanie 27. *(2 pkt)*

Poniżej przedstawiono wzór półstrukturalny (grupowy) etanianu (octanu) etylu.



Zapisz wzory półstrukturalne (grupowe) jednego estru i jednego kwasu będących izomerami octanu etylu.

Wzór estru	Wzór kwasu

9.7

Zadanie 30. (0–2)
Pewien trigliceryd zawierający reszty kwasów palmitynowego i stearynowego poddano hydrolizie. W wyniku tej przemiany otrzymano glicerol oraz dwa kwasy – palmitynowy i stearynowy – w stosunku molowym 1 : 2.

Oceń, czy na podstawie powyższych danych można jednoznacznie ustalić wzór półstrukturalny triglicerydu. Jeśli uznasz, że tak – uzasadnij krótko swoje stanowisko i narysuj wzór opisanego związku. Jeśli uznasz, że nie – uzasadnij krótko swoje stanowisko i napisz wzory możliwych triglicerydów.

Ocena i uzasadnienie stanowiska:

.....

.....

.....

Wzór / wzory

9.8

Zadanie 32. ***(1 pkt)***
W wyniku całkowitej hydrolizy pewnego triglicerydu (tłuszczu) w wodnym roztworze NaOH otrzymano palmitynian i stearynian sodu w stosunku molowym 2:1 oraz glicerol.

Zaproponuj wzór półstrukturalny (grupowy) triglicerydu poddanego hydrolizie.



Izomeria geometryczna

Teoria obecna w poprzednich działach. Nic nowego nie dochodzi, jeśli już umiesz możesz przejść do treningu na zadaniach



Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

10.1

Informacja do zadań 30.–32.

Kwas akrylowy jest związkiem o wzorze

$$CH_2=CHCOOH$$

W warunkach laboratoryjnych jest on cieczą.

Zadanie 32. *(1 pkt)*

Napisz, czy wzór półstrukturalny $CH_2=CHCOOH$ odpowiada dwóm izomerom geometrycznym *cis–trans*. Odpowiedź uzasadnij.

.....

.....

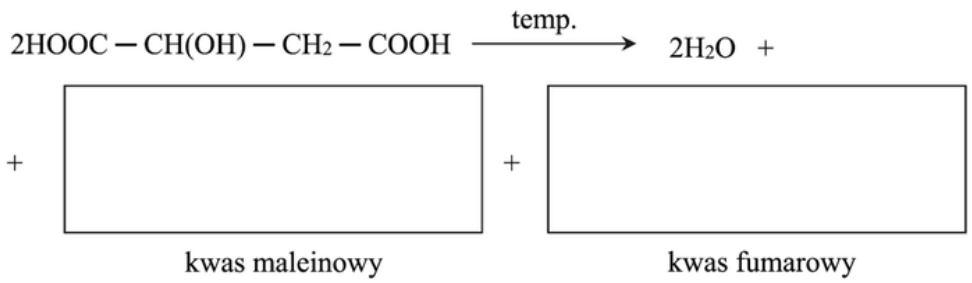
10.2

Zadanie 37. (0–1)

Kwas jabłkowy ogrzewany bez dostępu powietrza ulega procesowi dehydratacji. W tej reakcji powstają kwasy fumarowy i maleinowy oraz woda. Kwasy fumarowy i maleinowy należą do grupy nienasyconych kwasów dikarboksylowych i są względem siebie izomerami geometrycznymi.

Kwas fumarowy ma nazwę systematyczną: kwas *trans*-butenodiowy.

Uzupełnij poniższy schemat tak, aby otrzymać równanie opisanej reakcji dehydratacji kwasu jabłkowego. Zastosuj wzory półstrukturalne (grupowe) związków organicznych i uwzględnij powstanie dwóch izomerów geometrycznych.



Izomeria optyczna

Teoria obecna w poprzednich działach. Nic nowego nie dochodzi, jeśli już umiesz możesz przejść do treningu na zadaniach

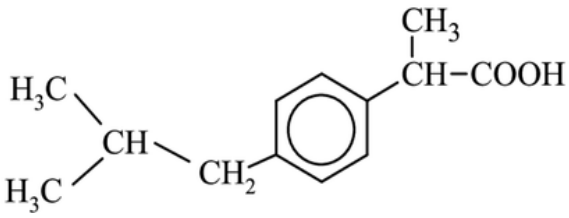


Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

11.1

Zadanie 34. *(1 pkt)*

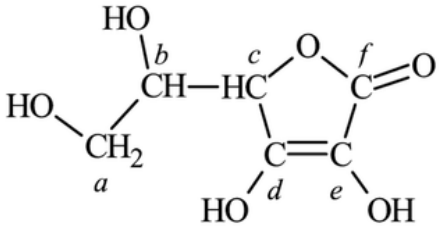
W poniższym wzorze ilustrującym budowę cząsteczki ibuprofenu podkreśl symbol asymetrycznego atomu węgla.



11.2

Informacja do zadań 33.–35.

W cząsteczce kwasu askorbinowego (witaminy C) występują dwa enolowe atomy węgla, czyli atomy węgla o hybrydyzacji sp^2 z przyłączonymi grupami hydroksylowymi. Cząsteczka tego związku zawiera ponadto dwa asymetryczne atomy węgla – o hybrydyzacji sp^3 z przyłączonymi czterema różnymi podstawnikami. Poniżej przedstawiono wzór witaminy C, w którym małymi literami oznaczono poszczególne atomy węgla.



Zadanie 33. (0–1)

Napisz litery (*a*–*f*), którymi oznaczono w powyższym wzorze kwasu askorbinowego wszystkie enolowe atomy węgla oraz wszystkie asymetryczne atomy węgla.

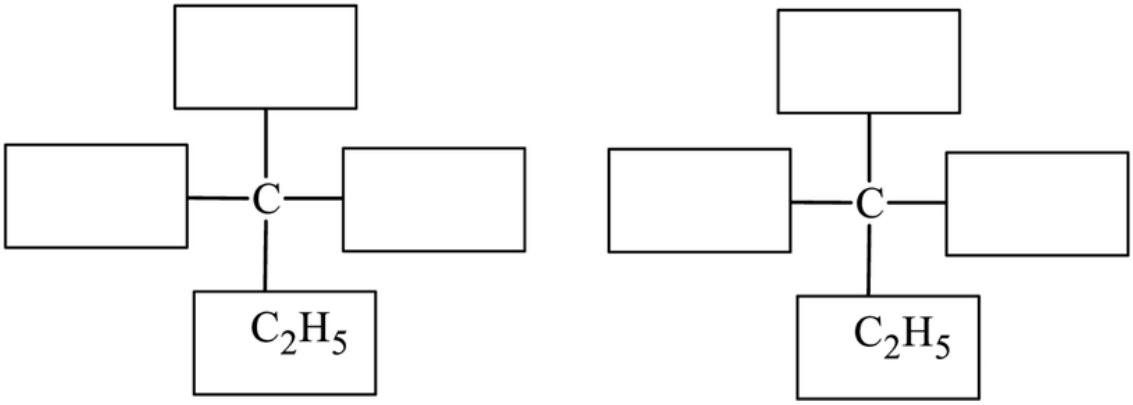
Enolowe atomy węgla: ..... Asymetryczne atomy węgla: .....

11.3

Zadanie 33. (0–1)

Cząsteczki kwasu 2-hydroksybutanowego są chiralne.

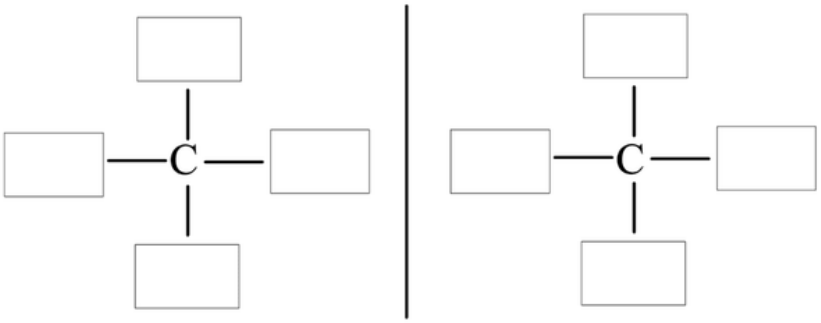
Uzupełnij poniższy schemat, tak aby otrzymać wzory enancjomerów kwasu 2-hydroksybutanowego w projekcji Fischera.



11.4

Zadanie 31. (0–2)
Kwas jabłkowy należy do dwufunkcyjnych pochodnych węglowodorów, a jego cząsteczki są chiralne.

a) Uzupełnij poniższy schemat, tak aby powstały wzory enancjomerów kwasu jabłkowego.



11.5

Enancjomer D Enancjomer L

Informacja do zadań 25.–26.
Poniżej przedstawiono wzór kwasu winowego:

HOOC–CH(OH)–CH(OH)–COOH

Zadanie 25.2. *(1 pkt)*
Uzupełnij poniższe schematy – utwórz wzory w projekcji Fischera dwóch stereoizomerów kwasu winowego będących diastereoizomerami.

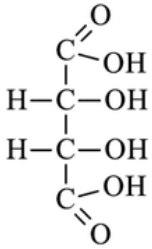


Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

11.6

Zadanie 51. ***(2 pkt)***

Zaznacz gwiazdką asymetryczne atomy węgla w podanym niżej wzorze cząsteczki oraz wyjaśnij, dlaczego związek ten nie wykazuje czynności optycznej.



.....

.....

11.7

Zadanie 31. ***(1 pkt)***

Spośród poniższych wzorów wybierz wszystkie, które przedstawiają związki mogące wykazywać czynność optyczną, i napisz ich numery.

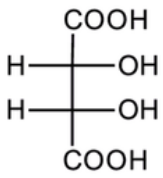
$HO–CH_2CH(OH)CHO$ (I) $CH_3CH(OH)CH_3$ (II) $CH_3CH_2CH(OH)COOH$ (III) $CH_3CH_2CH(OH)CH_3$ (IV)

Czynność optyczną mogą wykazywać związki .....

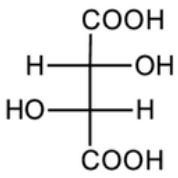
11.8

Zadanie 47.

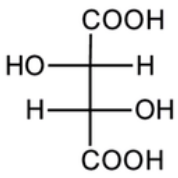
Poniżej przedstawiono wzory Fischera trzech stereoizomerów kwasu winowego (2,3-dihydroksybutanodiowego).



I



II



III

Zadanie 47.2. (0–1)

Wymienionym w tabeli właściwościom fizycznym substancji przyporządkuj wzory właściwych stereoizomerów (I i II) – wpisz ich numery. Dla stereoizomeru III wpisz w tabeli przewidywane wartości temperatury topnienia, rozpuszczalności i skręcalności właściwej.

Numer stereoizomeru	Temperatura topnienia, °C	Rozpuszczalność, g/100 g H_2O	Skręcalność właściwa
	170	139	+12°
	148	125	0°
III			

Na podstawie: J. McMurry, *Chemia organiczna*, Warszawa 2003.



11. 9

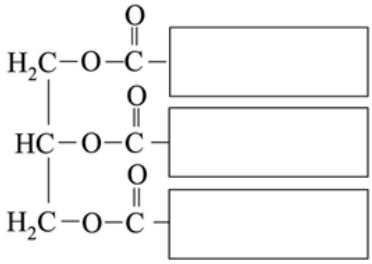
Zadanie 36.

Tłuszcz X jest związkiem czynnym optycznie. W wyniku reakcji uwodornienia tego tłuszczu przebiegającej w stosunku molowym $n_{\text{tłuszczu}} : n_{\text{wodoru}} = 1 : 2$ można otrzymać tłuszcz Y niewykazujący czynności optycznej. W wyniku hydrolizy tłuszczu Y z wodorotlenkiem sodu otrzymuje się wyłącznie dwa produkty.

Zadanie 36.1. (0–1)

Uzupełnij poniższy schemat tak, aby otrzymać wzór tłuszczu X. W tym celu w puste miejsca wpisz wzory odpowiednich grup węglowodorowych wybranych spośród:

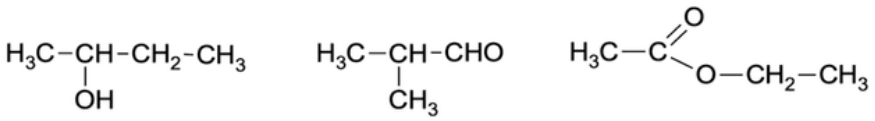
$-C_{15}H_{31}$
$-C_{17}H_{33}$
$-C_{17}H_{35}$



11. 10

Informacja do zadań 25.–26.

Poniżej podano wzory półstrukturalne (grupowe) trzech związków organicznych.



A **B** **C**

Zadanie 25. (0–1)

Wybierz związek (A, B albo C), którego cząsteczki są chiralne, i napisz literę, którą oznaczono jego wzór. Uzasadnij swój wybór – odwołaj się do budowy cząsteczek tego związku.

Związek: .....

Uzasadnienie: .....

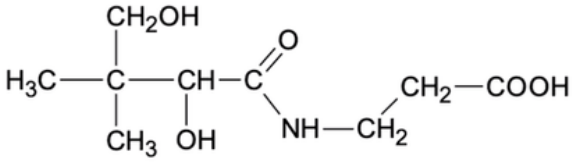
.....

.....

11.
11

Informacja do zadań 32.–33.

Kwas pantotenowy wchodzi w skład witaminy B_5. Jego wzór chemiczny przedstawiono poniżej:



Kwas pantotenowy może ulegać hydrolizie zasadowej.

Zadanie 33. (0–1)

Rozstrzygnij, czy cząsteczka kwasu pantotenowego jest chiralna. Odpowiedź uzasadnij.

Rozstrzygnięcie: .....

Uzasadnienie: .....

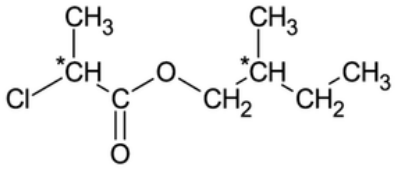
.....

.....

11.
12

Informacja do zadań 27.–28.

Poniżej przedstawiono wzór estru, w którego cząsteczkach są obecne dwa asymetryczne atomy węgla – oznaczone gwiazdką:



W laboratorium przeprowadzono reakcję, w której racemiczną mieszaninę kwasu 2-chloropropanowego (równomolową mieszaninę obu enancjomerów) poddano reakcji estryfikacji z jednym z enancjomerów 2-metylobutan-1-olu. W wyniku tej reakcji otrzymano dwa rodzaje estrów.

Zadanie 27. (0–1)

Rozstrzygnij, czy otrzymane estry są względem siebie enancjomerami. Uzasadnij odpowiedź.

Rozstrzygnięcie: .....

Uzasadnienie: .....

.....

.....

Zadanie 28. (0–1)

Napisz <u>w formie jonowej skróconej</u> równanie hydrolizy zasadowej estru opisanego w informacji. Zastosuj wzory półstrukturalne (grupowe) związków organicznych.

.....



11.
13

Zadanie 33.

Ester E o masie molowej 178 $g \cdot mol^{-1}$ zawiera 74,16% masowych węgla. Ten związek otrzymano w reakcji nasyconego monohydroksylowego alkoholu A wykazującego czynność optyczną oraz monokarboksylowego aromatycznego kwasu B. Sól sodowa kwasu B jest stosowana jako konserwant.

Zadanie 33.2. (0–1)

Napisz <u>w formie jonowej skróconej</u> równanie hydrolizy estru E przebiegającej w środowisku zasadowym.

.....

11.
14

Informacja do zadań 34.–36.

Nasycony związek organiczny X o czterech atomach węgla zawiera w cząsteczce dwie różne grupy funkcyjne, które reagują z sodem, ale tylko jedna z nich – z wodorotlenkiem sodu. W wyniku utleniania związku X za pomocą jonów dichromianowych(VI) w obecności jonów H^+ otrzymuje się kwas bursztynowy o wzorze $HOOC–CH_2–CH_2–COOH$.

Zadanie 34. (0–2)

Uzupełnij poniższą tabelę. Narysuj wzory półstrukturalne (grupowe) związku X oraz jednego izomeru związku X o budowie łańcuchowej, którego cząsteczki są chiralne. Zaznacz (*) asymetryczny atom węgla (centrum stereogeniczne).

Wzór związku X	Wzór izomeru związku X



Mechanizmy

Teoria obecna w poprzednich działach. Nic nowego nie dochodzi, jeśli już umiesz możesz przejść do treningu na zadaniach

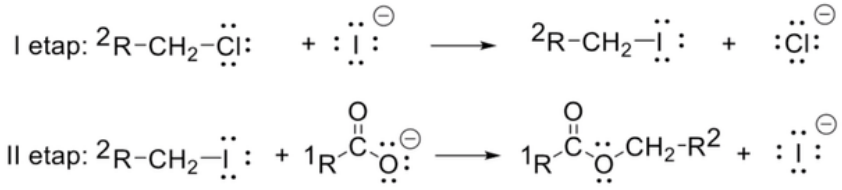


Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

12.1

Zadanie 28.

Estry można otrzymać w reakcji alifatycznych chlorowcopochodnych z solami kwasów karboksylowych. Poniżej przedstawiono mechanizm reakcji – zachodzącej w obecności jodków – między pierwszorzędowym halogenkiem alkilowym a anionem karboksylanowym:



Na podstawie: J. McMurry, *Chemia organiczna*, Warszawa 2005.

Zadanie 28.1. (0–1)

Napisz sumaryczne równanie reakcji anionu octanowego z 1-chlorobutanem. Zastosuj wzory półstrukturalne (grupowe) związków organicznych.

.....

Zadanie 28.2. (0–1)

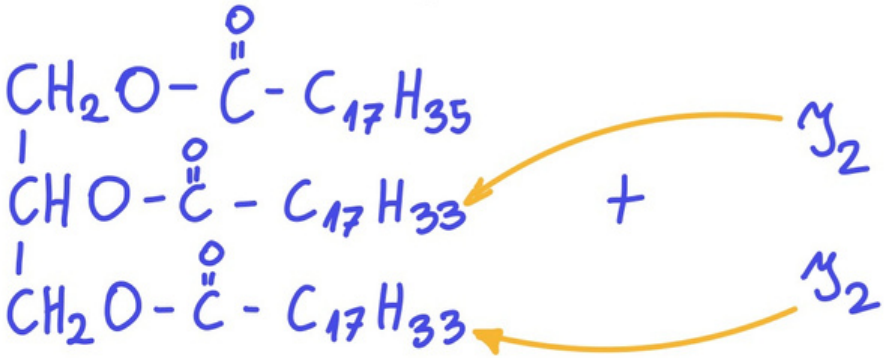
Uzupełnij poniższe zdania. Wybierz i zaznacz jedną odpowiedź spośród podanych w każdym nawiasie.

Opisane przemiany, w których udział biorą alifatyczne chlorowcopochodne i sole kwasów karboksylowych, są reakcjami (addycji / substytucji). Anion jodkowy pełni funkcję katalizatora i jego obecność skutkuje (obniżeniem / podwyższeniem) energii aktywacji oraz wzrostem (szybkości / wydajności) reakcji w porównaniu do reakcji prowadzonej bez jego udziału.



Liczba jodowa

liczba gramów fluorowca, przeliczona na liczbę gramów jodu, która ulega addycji do atomów węgla związanych wiązaniem wielokrotnym zawartych w 100 g badanej substancji.



$M = 406\ g/mol$ $M_{I_2} = 254\ g/mol$

$2 \cdot 254 =$

406 g tłuszczu —— 508 g I_2

100 g tłuszczu —— $\frac{508 \cdot 100}{406} = 125\ g\ I_2$

$$\Rightarrow L_{jodowa} = \frac{n \cdot M_{I_2} \cdot 100}{M_{tłuszczu}}$$

n – liczba moli jodu, którą przyłącza 1 mol tłuszczu.



Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

13.1

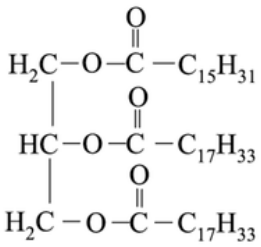
Zadanie 36. (0–1)

Liczba jodowa jest miarą liczby wiązań nienasyconych, np. w tłuszczach. Określa ona liczbę gramów jodu, który może przyłączyć w warunkach standardowych 100 gramów tłuszczu.

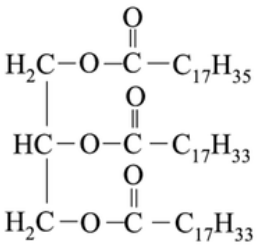
Na podstawie: *Encyklopedia szkolna. Chemia*, Kraków 2005.

Poniżej podano wzory trzech tłuszczów.

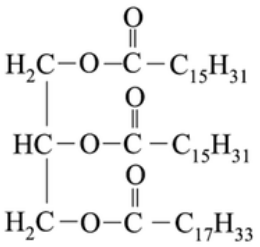
I



II



III



Uszereguj tłuszcze o podanych wzorach zgodnie ze wzrastającą liczbą jodową – zapisz w kolejności numery, którymi je oznaczono.

.....

13.2

Zadanie 29.

Do parametrów charakteryzujących tłuszcze należy tzw. liczba jodowa. Jest ona miarą nienasycenia tłuszczu i odpowiada liczbie gramów jodu, który może przereagować z próbką tłuszczu o masie 100 g.

Tłuszcze poddaje się w przemyśle m.in. transestryfikacji, która polega na wymianie reszt kwasowych na inne lub na podstawieniu innego alkoholu w miejscu glicerolu.

Zadanie 29.1. (0–2)

Napisz równanie reakcji kwasu oleinowego z jodem oraz równanie transestryfikacji trioleinianu glicerolu z metanolem. Zastosuj wzory półstrukturalne (grupowe) reagentów organicznych.

.....

.....



13.3

Zadanie 29.

Do parametrów charakteryzujących tłuszcze należy tzw. liczba jodowa. Jest ona miarą nienasycenia tłuszczu i odpowiada liczbie gramów jodu, który może przereagować z próbką tłuszczu o masie $100\ g$.

Tłuszcze poddaje się w przemyśle m.in. transestryfikacji, która polega na wymianie reszt kwasowych na inne lub na podstawieniu innego alkoholu w miejscu glicerolu.

Zadanie 29.2. (0–2)

Pewien trigliceryd, którego cząsteczki nie są chiralne, ma liczbę jodową ok. 30. Ten związek poddano transestryfikacji z metanolem i stwierdzono, że w produktach znajdują się tylko dwa estry: oleinian metylu i palmitynian metylu.

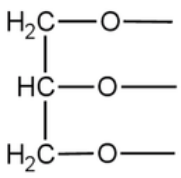
Wykonaj odpowiednie obliczenia i uzupełnij poniższy wzór, tak aby przedstawiał trigliceryd, który poddano opisanym reakcjom.

Przyjmij wartości mas molowych:

$M_{\text{glicerolu}} = 92\ g \cdot mol^{-1}$, $M_{\text{kwasu oleinowego}} = 282\ g \cdot mol^{-1}$, $M_{\text{kwasu palmitynowego}} = 256\ g \cdot mol^{-1}$

Obliczenia:

Wzór triglicerydu:



Obliczenia

Różne zadania, kwasy i estry to ulubiony dział do zadań z pH, roztworów, stałej stężeniowej. Zapraszam do solidnej powtórki



Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

14.1

Informacja do zadań 2.–4.
Pewien związek organiczny zawiera 54,55% masowych węgla, 36,36% masowych tlenu i 9,09% masowych wodoru. Jego masa molowa jest równa $M = 88\ g \cdot mol^{-1}$.

Zadanie 3. (0–1)
W cząsteczce opisanego związku znajduje się jedna grupa funkcyjna. W roztworze wodnym związek ten dysocjuje z odszczepieniem jonu wodorowego.

Napisz wzory półstrukturalne (grupowe) wszystkich związków spełniających warunki podane w informacji do zadania.

.....

.....

Zadanie 4. (0–1)
Napisz, jaka dodatkowa informacja o budowie cząsteczki opisanego związku byłaby niezbędna do jednoznacznego ustalenia jego wzoru półstrukturalnego (grupowego).

.....

.....

14.2

Zadanie 29. *(2 pkt)*
Pewien dwufunkcyjny związek organiczny ma masę molową równą 90 g/mol. W jego cząsteczce stosunek liczby atomów węgla, wodoru i tlenu wynosi 1:2:1.

a) Napisz wzór sumaryczny opisanego związku.

b) Wiedząc, że związek ten w roztworze wodnym dysocjuje z odszczepieniem jonu wodorowego oraz że jego cząsteczka jest achiralna, narysuj wzór półstrukturalny (grupowy) tego związku.



14.3

Informacja do zadań 2.–4.
Pewien związek organiczny zawiera 54,55% masowych węgla, 36,36% masowych tlenu i 9,09% masowych wodoru. Jego masa molowa jest równa $M = 88\ g \cdot mol^{-1}$.

Zadanie 2. (0–2)
Wykonaj obliczenia i ustal sumaryczny wzór rzeczywisty opisanego związku.

Obliczenia:

14.4

Zadanie 29. (0–2)
W cząsteczce pewnego związku organicznego stosunek liczby atomów węgla, wodoru i tlenu wynosi 1 : 2 : 1, natomiast masa molowa tego związku jest równa $90\ g \cdot mol^{-1}$.
Poniżej podano dwie dodatkowe informacje dotyczące opisanego związku.
1. W jego cząsteczce można wyróżnić dwie różne grupy funkcyjne, a w roztworze wodnym związek ten dysocjuje z odszczepieniem jonu wodorowego.
2. Jego cząsteczka jest chiralna.

Ustal, czy do narysowania wzoru półstrukturalnego (grupowego) opisanego związku organicznego należy wykorzystać informacje 1. i 2. W tym celu uzupełnij zdania I–III. Podkreśl wybrany zwrot w każdym nawiasie, uzasadnij swoje stanowisko i napisz wzór półstrukturalny (grupowy) tego związku.

I Do ustalenia wzoru półstrukturalnego (grupowego) związku (należy wykorzystać informację 1. / nie trzeba wykorzystywać informacji 1.), ponieważ .....

.....

.....

II Do ustalenia wzoru półstrukturalnego (grupowego) związku (należy wykorzystać informację 2. / nie trzeba wykorzystywać informacji 2.), ponieważ .....

.....

.....

III Opisany związek ma wzór półstrukturalny (grupowy): .....



14.5

Zadanie 33.

Ester E o masie molowej 178 $g \cdot mol^{-1}$ zawiera 74,16% masowych węgla. Ten związek otrzymano w reakcji nasyconego monohydroksylowego alkoholu A wykazującego czynność optyczną oraz monokarboksylowego aromatycznego kwasu B. Sól sodowa kwasu B jest stosowana jako konserwant.

Zadanie 33.1. (0–2)

Wykonaj odpowiednie obliczenia i ustal wzór półstrukturalny (grupowy) opisanego estru.

Obliczenia:

Wzór estru:

14.6

Zadanie 26. (0–4)

Próbkę pewnego związku organicznego A o masie 4,4 g spalono w tlenie i otrzymano wyłącznie 8,8 g tlenku węgla(IV) oraz 3,6 g wody. Stwierdzono, że:

- łańcuch węglowy cząsteczki tego związku jest nierozgałęziony
- ten związek w roztworze wodnym dysocjuje z odszczepieniem jonu wodorowego
- całkowite spalenie 0,05 mol tego związku wymaga użycia 0,25 mol tlenu.

Ustalono także, że związki umownie oznaczone literami X i Y są izomerami związku organicznego A. Związek X jest kwasem karboksylowym. Cząsteczki związku Y o nierozgałęzionym łańcuchu węglowym nie są chiralne, a wynik reakcji tego związku z odczynnikiem Trommera przedstawiono na zdjęciu. Związek Y może brać udział w reakcjach estryfikacji.



Napisz wzór półstrukturalny (grupowy) opisanego związku organicznego A oraz wzory półstrukturalne (grupowe) związków X i Y.

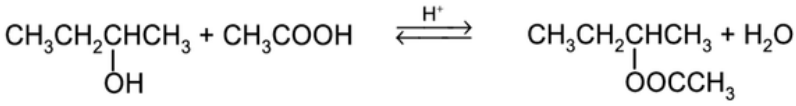
Obliczenia:



14.7

Informacja do zadań 30.–31.

Reakcja estryfikacji, w której uczestniczą kwas etanowy i butan-2-ol, zachodzi w środowisku kwasowym zgodnie z równaniem:



W temperaturze T stężeniowa stała równowagi tej reakcji $K_c = 2{,}12$.

Na podstawie: *Estryfikacja*, https://tsl.wum.edu.pl [dostęp 09.01.2020]

Zadanie 30. (0–2)

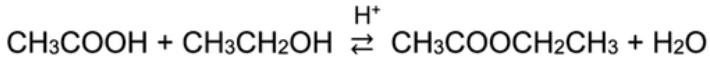
Oblicz, ile gramów bezwodnego kwasu etanowego należy użyć do reakcji z jednym molem butan-2-olu w temperaturze T, aby przereagowało 85% początkowej ilości butan-2-olu.

Obliczenia:

14.8

Zadanie 34. (0–2)

W temperaturze 25 °C do 1 mola kwasu etanowego dodano 1 mol etanolu i uzyskano mieszaninę o objętości V. Do otrzymanej mieszaniny dodano niewielką ilość stężonego kwasu siarkowego(VI). Przebiegła reakcja i w temperaturze 25 °C ustalił się stan równowagi, co zilustrowano równaniem:



Stężeniowa stała równowagi tej reakcji w temperaturze 25 °C jest równa $K_c = 4$.

Oblicz wydajność opisanej reakcji estryfikacji w temperaturze 25 °C.

Obliczenia:



14.9

Informacja do zadań 29.–30.
Do kolby kulistej wprowadzono 2 mole pewnego ciekłego estru R_1COOR_2, 2 mole wody i 1 mol bezwodnego ciekłego kwasu karboksylowego R_1COOH. Naczynie zamknięto korkiem z osadzoną chłodnicą zwrotną i ogrzewano do temperatury T wyższej od temperatury panującej w laboratorium. W kolbie zachodził proces opisany równaniem:

$$R_1COOR_2\,(c) + H_2O\,(c) \rightleftharpoons R_1COOH\,(c) + R_2OH\,(c)$$

Reakcję przerwano, kiedy w kolbie ustalił się stan równowagi dynamicznej. W warunkach doświadczenia stężeniowa stała równowagi hydrolizy estru R_1COOR_2 jest równa 1,0.

Zadanie 29. (0–2)

Oblicz, ile moli alkoholu R_2OH znajdowało się w kolbie w momencie osiągnięcia stanu równowagi dynamicznej przez układ.

Obliczenia:

14.10

Informacja do zadań 29.–30.
Do kolby kulistej wprowadzono 2 mole pewnego ciekłego estru R_1COOR_2, 2 mole wody i 1 mol bezwodnego ciekłego kwasu karboksylowego R_1COOH. Naczynie zamknięto korkiem z osadzoną chłodnicą zwrotną i ogrzewano do temperatury T wyższej od temperatury panującej w laboratorium. W kolbie zachodził proces opisany równaniem:

$$R_1COOR_2\,(c) + H_2O\,(c) \rightleftharpoons R_1COOH\,(c) + R_2OH\,(c)$$

Reakcję przerwano, kiedy w kolbie ustalił się stan równowagi dynamicznej. W warunkach doświadczenia stężeniowa stała równowagi hydrolizy estru R_1COOR_2 jest równa 1,0.

Zadanie 30. (0–1)

Poniżej wymieniono cztery modyfikacje opisanego doświadczenia.

I Wprowadzenie do kolby dwóch moli zamiast jednego mola kwasu karboksylowego R_1COOH.
II Wprowadzenie do kolby trzech moli zamiast dwóch moli wody.
III Wprowadzenie do kolby jednego mola zamiast dwóch moli estru R_1COOR_2.
IV Wprowadzenie do kolby stężonej zasady sodowej.

Spośród wymienionych modyfikacji doświadczenia wybierz te, które spowodują zwiększenie ilości otrzymywanego alkoholu R_2OH w wyniku opisanej hydrolizy estru. Napisz numery, którymi je oznaczono.

.....



14. 11

Zadanie 168.

Pewien ester o wzorze sumarycznym $C_6H_{12}O_2$ otrzymuje się w reakcji kwasu karboksylowego X z alkoholem Y w obecności kwasu siarkowego(VI). Alkohol Y jest alkoholem drugorzędowym, który utleniany dichromianem(VI) potasu w środowisku kwasowym daje propanon.

W roztworze wodnym pewnego kwasu R–COOH o stężeniu $c_m = 0{,}2\ \text{mol} \cdot \text{dm}^{3}$ stopień dysocjacji tego kwasu wynosi 2%.

c) Oblicz stałą dysocjacji kwasu.

14. 12

Zadanie 13. (0–2)

Jon CH_3COO^- jest – zgodnie z teorią Brønsteda – zasadą, więc w roztworze wodnym ulega dysocjacji zasadowej zgodnie z równaniem:

$$CH_3COO^- + H_2O \rightleftarrows CH_3COOH + OH^-$$

Równowagę tej reakcji opisuje stała dysocjacji zasadowej K_b wyrażona następującym równaniem:

$$K_b = \frac{[CH_3COOH] \cdot [OH^-]}{[CH_3COO^-]}$$

Iloczyn stałej dysocjacji kwasowej K_a kwasu CH_3COOH i stałej dysocjacji zasadowej K_b sprzężonej z nim zasady CH_3COO^- jest równy iloczynowi jonowemu wody: $K_a \cdot K_b = K_w$.

W temperaturze 25 °C iloczyn jonowy wody jest równy $K_w = 1{,}0 \cdot 10^{-14}$.

Na podstawie: J. Minczewski, Z. Marczenko, *Chemia analityczna. Podstawy teoretyczne i analiza jakościowa*, Warszawa 2001 oraz pr. zb. pod red. Z. Galusa, *Ćwiczenia rachunkowe z chemii analitycznej*, Warszawa 2006.

Zmieszano wodne roztwory KOH i CH_3COOH o jednakowych stężeniach równych $0{,}10\ \text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ w stosunku objętościowym 1 : 1.

Oblicz wartość pH otrzymanego roztworu. Sprawdź, czy możesz zastosować uproszczony wzór wiążący stałą dysocjacji ze stężeniem jonów OH^-.

Obliczenia:



14.
13

Zadanie 27. (0–2)

W temperaturze 25 °C przygotowano 200 cm^3 wodnego roztworu kwasu octowego o stężeniu 0,10 $mol \cdot dm^{-3}$.

Oblicz, do jakiej objętości należy rozcieńczyć przygotowany roztwór, aby stopień dysocjacji kwasu był równy 4 %.

Obliczenia:

14.
14

Zadanie 31. (0–2)

Oblicz pH wodnego roztworu kwasu etanowego o stężeniu 6,0% masowych i gęstości 1,00 $g \cdot cm^{-3}$ ($t = 25\ °C$), dla którego stopień dysocjacji $\alpha < 5\%$. Wynik końcowy zaokrąglij do pierwszego miejsca po przecinku.

Obliczenia:



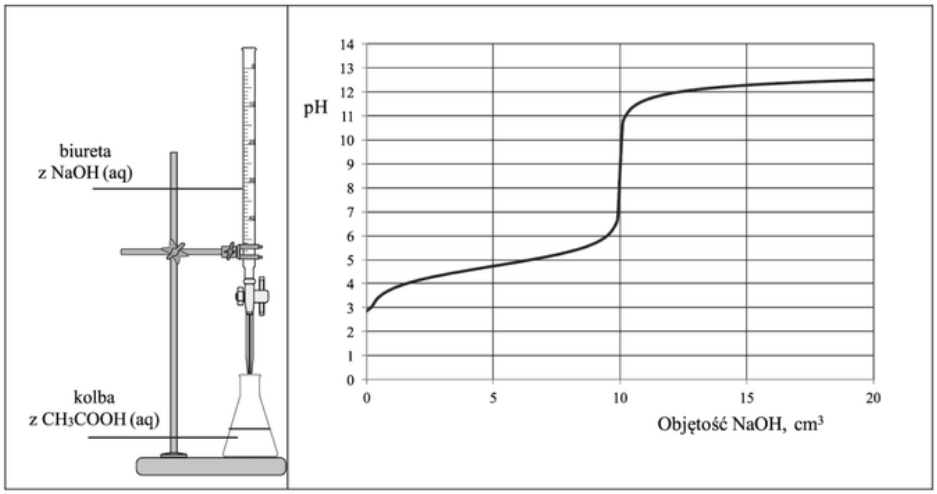
14.
15

Informacja do zadań 11.–13.

Do wodnego roztworu kwasu etanowego (octowego) o określonej objętości, ale o nieznanym stężeniu, dodawano kroplami wodny roztwór wodorotlenku sodu o znanym stężeniu i za pomocą pehametru mierzono pH mieszaniny reakcyjnej. W ten sposób przeprowadzono tzw. miareczkowanie pehametryczne, które jest jedną z metod analizy ilościowej. W czasie doświadczenia zachodziła reakcja opisana równaniem:

$$CH_3COOH + NaOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O$$

Zestaw użyty w tym doświadczeniu przedstawiono na poniższym schemacie, a otrzymane wyniki miareczkowania umieszczono na wykresie.



Po dodaniu takiej objętości roztworu wodorotlenku sodu, w jakiej znajdowała się liczba moli NaOH równa liczbie moli CH_3COOH w roztworze wziętym do analizy, w układzie został osiągnięty punkt równoważnikowy. Ustalono, że w opisanym doświadczeniu pH w punkcie równoważnikowym było równe 9.

Zadanie 12. (0–1)

Uzupełnij poniższe zdanie – wybierz i podkreśl jedno określenie spośród podanych w nawiasie. Odpowiedź uzasadnij, odwołując się do procesu zachodzącego w roztworze.

W opisanym doświadczeniu odczyn roztworu w punkcie równoważnikowym jest

(kwasowy / obojętny / zasadowy).

Uzasadnienie:

.....

.....

.....

Zadanie 13. (0–1)

Podaj wzór jonu, którego stężenie jest <u>największe</u> w roztworze otrzymanym po dodaniu 18 cm^3 wodnego roztworu wodorotlenku sodu do analizowanego roztworu kwasu etanowego.

.....

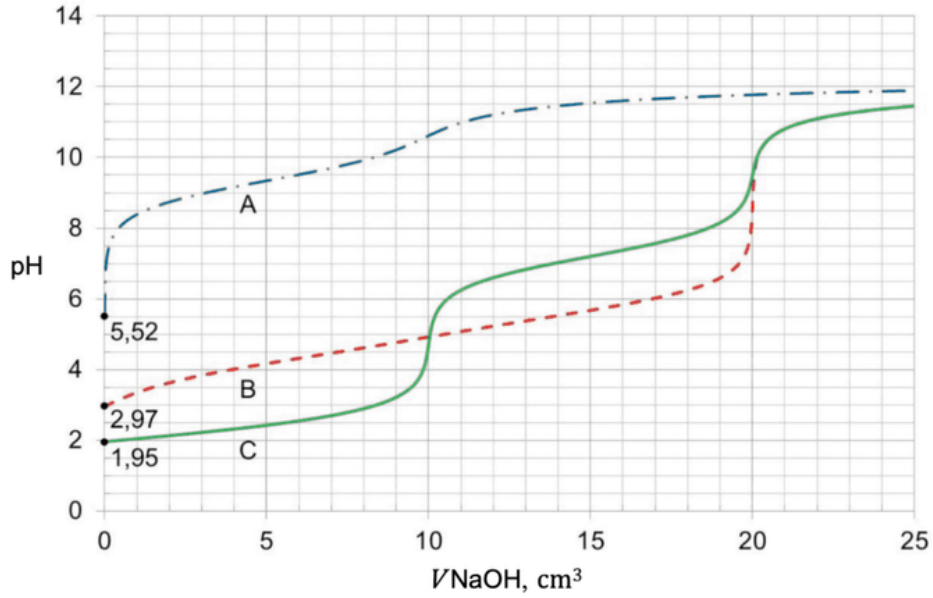
14. 16

Informacja do zadań 14.–16.

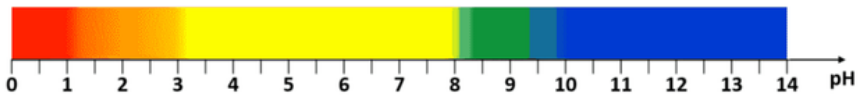
Poniżej przedstawiono informacje pozwalające porównać moc trzech substancji, które wykazują kwasowy charakter chemiczny w roztworach wodnych ($T = 25\ °C$, $p = 1000\ hPa$):

Substancja (H_2X)	pK_{a1}	pK_{a2}
benzeno-1,2-diol, $C_6H_4(OH)_2$	9,34	12,6
kwas butanodiowy, $HOOC–(CH_2)_2–COOH$	4,21	5,64
tlenek siarki(IV), SO_2 (aq, nas.), [H_2SO_3]	1,85	7,20

Próbkę wodnego roztworu każdej z substancji (analitu) o objętości $10{,}0\ cm^3$ i stężeniu molowym $0{,}020\ mol \cdot dm^{-3}$, umieszczano w kolbie i miareczkowano roztworem titranta: NaOH (aq) o stężeniu molowym $0{,}020\ mol \cdot dm^{-3}$. Krzywe miareczkowania oznaczone literami A, B i C przedstawiono na wykresie.



Punkt równoważnikowy (PR) to punkt na krzywej miareczkowania odpowiadający takiej ilości titranta, która jest równoważna stechiometrycznej ilości analitu. W pobliżu PR podczas miareczkowania zachodzą wyraźne zmiany wartości pH, zwane skokiem miareczkowania. Schemat przedstawia zmiany barwy wskaźnika kwasowo-zasadowego – błękitu tymolowego – w roztworach o różnej wartości pH (zakresy zmiany barwy: 1,2– 2,8 oraz 8,0– 9,6):



Na podstawie: W.M. Haynes, *CRC Handbook of Chemistry and Physics*, 97th edition, 2016.

Zadanie 14. (0–1)

Oceń, prawdziwość poniższych zdań. Zaznacz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	Krzywa C obrazuje zmiany pH podczas miareczkowania najmocniejszego kwasu, a krzywa A – zmiany pH podczas miareczkowania kwasu pośredniej mocy spośród wymienionych.	**P**	**F**
2.	W przebiegu krzywej B jest widoczny jeden skok miareczkowania, a pH w punkcie równoważnikowym miareczkowania okazuje się większe od 7.	**P**	**F**



Zadanie 15. (0–1)

W wodnych roztworach kwasów diprotonowych (H_2X) oraz podczas miareczkowania ich roztworów za pomocą NaOH (aq) zachodzi wiele procesów, np.:

Proces	Równanie
I	$H_2X + H_2O \rightleftarrows HX^- + H_3O^+$
II	$HX^- + H_2O \rightleftarrows X^{2-} + H_3O^+$
III	$HX^- + H_2O \rightleftarrows H_2X + OH^-$
IV	$X^{2-} + H_2O \rightleftarrows HX^- + OH^-$

Na podstawie krzywej miareczkowania oznaczonej literą C wskaż, który z procesów I–IV decyduje o pH roztworu obecnego w kolbie, w różnych momentach miareczkowania. Uzupełnij poniższą tabelę. Wpisz numer procesu lub numery procesów.

Proces decydujący o pH układu:	
przed wprowadzeniem NaOH	
w chwili wprowadzenia 10 cm^3 roztworu NaOH	
w chwili wprowadzenia 20 cm^3 roztworu NaOH	

Zadanie 16. (0–1)

Przeanalizuj krzywe miareczkowania i rozstrzygnij, czy można odróżnić wszystkie badane roztwory przy użyciu błękitu tymolowego po wprowadzeniu 4 i 14 cm^3 titranta. Zaznacz słowo TAK albo NIE przy każdym stwierdzeniu.

Po wprowadzeniu 4 cm^3 titranta możliwe jest odróżnienie analitów.	TAK	NIE
Po wprowadzeniu 14 cm^3 titranta możliwe jest odróżnienie analitów.	TAK	NIE



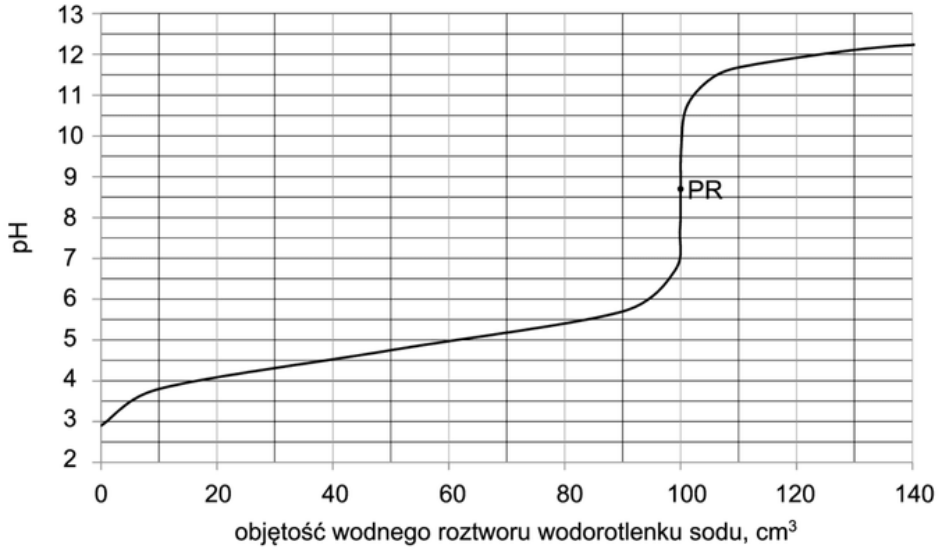
14.
17

Informacja do zadań 15.–16.

Przeprowadzono doświadczenie, podczas którego do kolby zawierającej 100 cm^3 wodnego roztworu jednoprotonowego kwasu HA dodawano porcjami wodny roztwór wodorotlenku sodu o stężeniu 0,1 $mol \cdot dm^{-3}$ i mierzono pH mieszaniny reakcyjnej. Podczas doświadczenia zachodziła reakcja opisana schematem:

$$HA + NaOH \rightarrow NaA + H_2O$$

Doświadczenie prowadzono w temperaturze 25 °C. Jego przebieg zilustrowano poniższym wykresem, zwanym krzywą miareczkowania.



Po dodaniu takiej objętości roztworu wodorotlenku sodu, w jakiej znajdowała się liczba moli NaOH równa liczbie moli kwasu HA w roztworze wziętym do analizy, w układzie został osiągnięty punkt równoważnikowy (PR). W opisanym doświadczeniu pH w punkcie równoważnikowym było równe 8,6.

Zadanie 16.

Krzywa miareczkowania może służyć do wyznaczenia wartości stałej dysocjacji kwasu (K_a), a przez to pozwala zidentyfikować kwas poddawany miareczkowaniu. Jedna z metod polega na wyznaczeniu tak zwanego punktu połowicznego zmiareczkowania (PP), w którym stężenie HA jest równe stężeniu A^-.

Stała równowagi dysocjacji kwasu HA opisana jest wyrażeniem:

$$K_a = \frac{[H_3O^+]\cdot[A^-]}{[HA]}, \qquad \text{czyli} \quad [H_3O^+] = \frac{K_a \cdot [HA]}{[A^-]}$$

Stężenie HA jest równe stężeniu A^- po dodaniu połowy objętości roztworu NaOH potrzebnej do osiągnięcia punktu równoważnikowego (PR). Wtedy:

$$[H_3O^+] = K_a, \quad \text{czyli}$$
$$pH = -\log [H_3O^+] = -\log K_a = pK_a$$

Tak więc w punkcie połowicznego zmiareczkowania pH jest równe $-\log K_a$.

Zadanie 16.1. (0–2)

Odczytaj z wykresu krzywej miareczkowania i napisz wartość pH w punkcie połowicznego zmiareczkowania (PP). Który z wymienionych poniżej kwasów mógł być użyty w opisanym doświadczeniu? Wybierz i zaznacz jego wzór.

Wartość pH w punkcie połowicznego zmiareczkowania: .....

Wzór kwasu:

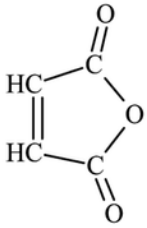
$HClO$ CH_3COOH $HClO_2$



14.
18

Informacja do zadań 35.–36.

Kwas maleinowy to nazwa zwyczajowa kwasu *cis*-butenodiowego o wzorze HOOC–CH=CH–COOH. Kwas ten można otrzymać z benzenu. W wyniku katalitycznego utleniania tego węglowodoru powstaje bezwodnik maleinowy o wzorze:



Bezwodnik maleinowy w reakcji z wodą przekształca się w kwas maleinowy.

Zadanie 36.

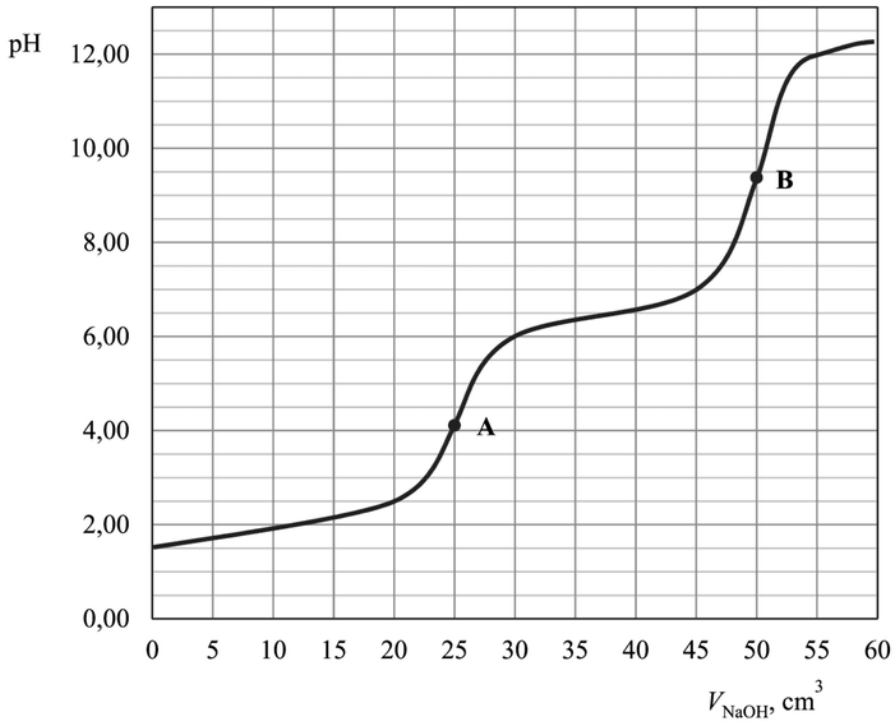
Kwasy wieloprotonowe ulegają reakcji zobojętniania stopniowo, np. *n*-protonowy kwas H_nR reaguje z NaOH zgodnie z poniższym schematem:

pierwszy etap zobojętnienia: $H_nR + NaOH \rightarrow NaH_{n-1}R + H_2O$

ostatni etap zobojętnienia: $Na_{n-1}HR + NaOH \rightarrow Na_nR + H_2O$

Z krzywej zależności pH od objętości dodanej zasady można wyznaczyć punkty równoważnikowe, które odpowiadają kolejnym etapom zobojętniania.

Przeprowadzono miareczkowanie, w którym do 25 cm^3 wodnego roztworu kwasu maleinowego o nieznanym stężeniu dodawano porcjami wodny rozwór wodorotlenku sodu o stężeniu 0,10 $mol \cdot dm^{-3}$. Podczas doświadczenia mierzono pH otrzymanego roztworu. Uzyskano krzywą miareczkowania, na której widoczne są dwa skoki pH – w pobliżu punktów A i B:



Na podstawie: D.A. Skoog, D.M. West, F.J. Holler, S.R. Crouch, *Podstawy chemii analitycznej*, Warszawa 2006.

Zadanie 36.1. (0–1)

Napisz wzory półstrukturalne (grupowe) jonów, które stanowią dominującą formę kwasu maleinowego w punkcie A oraz w punkcie B miareczkowania.

Jon dominujący w punkcie A:

.....

Jon dominujący w punkcie B:

.....



14.
19

Zadanie 32. *(2 pkt)*

Reakcja hydrolizy pewnego estru w środowisku zasadowym przebiega zgodnie ze schematem

$$R_1COOR_2 + OH^- \rightarrow R_1COO^- + R_2OH$$

Przygotowano roztwór o temperaturze 30 °C, w którym stężenia estru i wodorotlenku sodu były jednakowe i wynosiły 0,05 $mol \cdot dm^{-3}$. W celu zbadania szybkości hydrolizy estru pobierano co 5 minut z badanego roztworu próbkę o objętości 10 cm^3 i oznaczano ilość znajdującego się w niej wodorotlenku sodu. Wykorzystano w tym celu reakcję wodorotlenku sodu z kwasem solnym.
Zależność objętości użytego kwasu solnego w funkcji czasu trwania eksperymentu przedstawiono na poniższym wykresie.



32.1. Oblicz, ile cm^3 kwasu solnego zostanie zużytych na zobojętnienie wodorotlenku sodu w próbce o objętości 10 cm^3, w której uległo hydrolizie 20% estru. Wynik zaokrąglij do jedności.

Obliczenia:

Odpowiedź:

32.2. Odczytaj z wykresu czas, po którym w próbce pobranej do analizy uległo hydrolizie 20% początkowej ilości estru.

.....