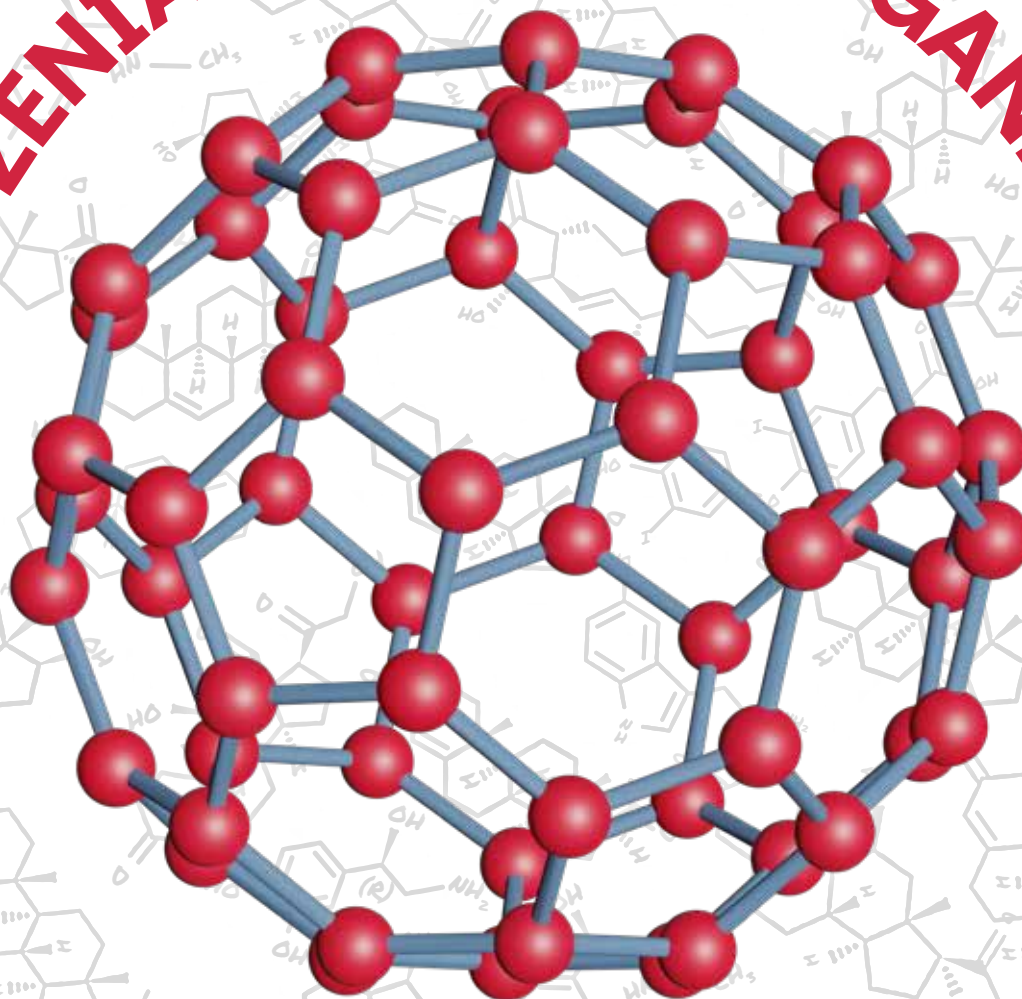


Karolina Kula

# OBLICZENIA W CHEMII ORGANICZNEJ



AKADEMICKI ZBIÓR ZADAŃ  
Z ROZWIĄZANIAMI

Radom 2024

### **Konsultacja**

dr inż. Karolina Zawadzińska  
mgr inż. Mikołaj Sadowski  
mgr inż. Przemysław Woliński

### **Recenzja**

dr Ewa Dresler  
dr Bartłomiej Gostyński  
dr inż. Beata Synkiewicz-Musialska

### **Redakcja**

Marcin Kępa

### **Projekt okładki**

Wojciech Matłacki

© Copyright by Karolina Kula

© Copyright by Radomskie Towarzystwo Naukowe

### **Radomskie Towarzystwo Naukowe**

26-600 Radom, Rynek 15  
rtn.radom.pl

ISBN 978-83-88100-43-7

*Nauczyciele powinni łączyć autorytet  
z ciepłem, otwartością i pewnością siebie.*

Carolyn Boyes

*Niniejszy skrypt pragnę zadedykować moim promotorom rozprawy doktorskiej  
**dr inż. Agnieszce Łapczuk** oraz **prof. dr. hab. inż. Radomirowi Jasińskiemu**.*

*Dziękuję za nieocenioną pomoc i nieustanne wsparcie w początkach mojej kariery zawodowej,  
które doprowadziły mnie do miejsca, gdzie obecnie się znajduję.*

## Spis treści

Wstęp .....	4
1. Liczebność materii .....	5
2. Stechiometria wzorów chemicznych .....	9
3. Stechiometria równań chemicznych .....	14
4. Stężenia roztworów i rozpuszczalność substancji .....	21
5. Wydajność procesów fizycznych i reakcji chemicznych .....	28
Notatki .....	41
Odpowiedzi do zadań .....	43
Właściwości fizykochemiczne wybranych związków organicznych	48
Układ okresowy pierwiastków .....	50

## Wstęp

Nie sposób mówić o chemii bez uwzględnienia niektórych zagadnień związanych z matematyką oraz fizyką. Te elementarne przedmioty są ze sobą ściśle powiązane i stanowią główne filary nauk inżynieryjno-technicznych, medycznych, czy przyrodniczych. Dla adeptów rozpoczynających swoją przygodę w świecie nauki istotnym aspektem jest opanowanie umiejętności i nabranie biegłości w wykonywaniu podstawowych obliczeń rachunkowych. Nie inaczej jest w przypadku studentów chemii i kierunków pokrewnych, dla których wiedza ta jest szczególnie istotna. Ma to związek z szeregiem niezbędnych czynności jednostkowych, jakie należy podjąć, aby rzetelnie zaplanować dany eksperyment czy syntezę niezbędnego nam związku, a następnie, w sposób prawidłowy przeprowadzić interpretację otrzymanych wyników. Dlatego też poprawność w wykonywaniu obliczeń rachunkowych ma wpływ nie tylko na precyzyjną i bezpieczną pracę w laboratorium podczas okresu nauki akademickiej, ale jest także pożądana w późniejszych etapach kariery zawodowej. Zatem uzasadniona staje się konieczność opanowania wiedzy z zakresu podstawowych obliczeń chemicznych oraz umiejętność jej praktycznego zastosowania.

W większości podręczników i opracowań akademickich tematyka bezpośrednio związana z obliczeniami rachunkowymi jest omawiana głównie dla chemii nieorganicznej. Zagadnienia z dziedziny chemii organicznej stanowią niewielki odsetek zadań, a niekiedy są nawet całkowicie pomijane. Dlatego niniejsze opracowanie ma na celu uzupełnić tę lukę.

Zbiór *Obliczenia w chemii organicznej* stanowi zestaw zadań rachunkowych, które mają pomóc czytelnikowi usystematyzować i utrwalić wiedzę z zakresu podstawowych pojęć, takich jak liczba Avogadra, mol i masa molowa, gęstość substancji, prężność pary, objętość gazu w warunkach normalnych, czy równanie Clapeyrona w kontekście chemii organicznej. Niniejszym podręcznik zawiera ponad 200 zadań (wraz z odpowiedziami), w których poruszana jest problematyka stechiometrii wzorów i równań chemicznych, rozpuszczalności substancji, stężeń roztworów, jak również wydajności procesów fizycznych i reakcji chemicznych. Ponadto w zbiorze znalazły się także wzory oraz stałe fizykochemiczne, które są niezbędne do rozwiązania tych zadań. Dzięki zwięzłym i merytorycznym informacjom wstępnym umieszczonym w niektórych zadaniach opracowanie stanowi również doskonałe narzędzie zapoznające czytelnika z zagadnieniami dotyczącymi wybranych aspektów chemii organicznej. Aby bardziej uatrakcyjnić zadania, w wybranych przykładach poruszana jest także tematyka związana z izomerią konstytucyjną związków organicznych.

Mam nadzieję, że dzięki niniejszemu zbiorowi nauka chemii organicznej będzie dla studentów przyjemnym i owocnym doświadczeniem.



**dr inż. Karolina Kula**

# 1. Liczebność materii

## Zadanie 1

Wyznacz liczbę atomów, jaka znajduje się w 0,2 mola węgla.

## Zadanie 2

Wyznacz liczbę cząsteczek, jaka znajduje się w 15 milimolach aniliny.

## Zadanie 3

Wyznacz liczbę cząsteczek, jaka znajduje się w 2 molach bromu.

## Zadanie 4

Wyznacz liczbę atomów, jaka znajduje się w 0,5 mola gazowego chloru.

## Zadanie 5

Oblicz, jaką liczbę moli stanowi próbka nitrometanu, w której znajduje się  $3,613 \cdot 10^{23}$  cząsteczek.

## Zadanie 6

Oblicz, jaką liczbę moli stanowi próbka dichlorometanu, w której znajduje się  $2,409 \cdot 10^{24}$  atomów.

## Zadanie 7

Oblicz, ile atomów wodoru zawartych jest w 2,5 milimolach eteru dietylowego.

## Zadanie 8

Oblicz, ile atomów tlenu zawartych jest w 0,04 kilomola kwasu szczawiowego.

## Zadanie 9

Na podstawie odpowiednich obliczeń ustal, która z próbek zawiera więcej wszystkich atomów: 0,8 mola octanu etylu czy 1,2 mola mrówczanu metylu.

## Zadanie 10

Na podstawie odpowiednich obliczeń ustal, która z próbek zawiera więcej atomów wodoru: 0,75 mola mrówczanu etylu czy 0,75 mola octanu metylu.

## Zadanie 11

Wyznacz stosunek molowy pierwiastków w 1,3,5-tribromobenzenie.

## Zadanie 12

Wyznacz stosunek molowy pierwiastków w dioctanie hydrochinonu.

## Zadanie 13

Wyznacz stosunek masowy pierwiastków w dichlorometanie.

## Zadanie 14

Wyznacz stosunek masowy pierwiastków w eterze dietylowym.

**Zadanie 15**

Zmieszano ze sobą 150 g kwasu benzoowego z 60 g kwasu cyjanonowego. Dokonując odpowiednich obliczeń ustal, w jakim stosunku molowym zostały zmieszane te substancje.

**Zadanie 16**

Acetanilid został zmieszany z kwasem szczawowym w stosunku masowym 3:1. Dokonując odpowiednich obliczeń ustal, w jakim stosunku molowym zostały zmieszane te substancje.

**Zadanie 17**

Oblicz, ile wynosi łączna liczba wszystkich atomów zawarta w 0,03 kg aniliny.

**Zadanie 18**

Oblicz, ile wynosi liczba atomów węgla zawarta w 120 mg chloroformu.

**Zadanie 19**

Na podstawie odpowiednich obliczeń ustal, czy 2 mole nitrometanu zawierają tyle samo moli atomów tlenu co 3 mole kwasu szczawowego.

**Zadanie 20**

Na podstawie odpowiednich obliczeń ustal, czy 0,3 kilomola octanu etylu zawiera tyle samo moli atomów węgla co 150 moli acetanilidu.

**Zadanie 21**

Wyznacz masę 250 milimoli dioctanu hydrohinonu.

**Zadanie 22**

Wyznacz masę 0,001 kilomola metanu.

**Zadanie 23**

Oblicz, w ilu molach 1,3,5-tribromobenzenu znajduje się 12 g bromu.

**Zadanie 24**

Oblicz, w ilu molach etanolu znajduje się 900 mg wodoru.

**Zadanie 25**

Oblicz, ile moli stanowi 0,2 dm<sup>3</sup> kwasu octowego, jeżeli jego gęstość wynosi 1,045 g · cm<sup>-3</sup>.

**Zadanie 26**

Oblicz, ile moli stanowi 0,3 dm<sup>3</sup> dichlorometanu, jeżeli jego gęstość wynosi 1,327 g · cm<sup>-3</sup>.

**Zadanie 27**

Na podstawie odpowiednich obliczeń ustal, w ilu gramach benzanilidu znajduje się tyle samo wszystkich atomów, ile jest w 20 g benzoetanu fenylu.

**Zadanie 28**

Na podstawie odpowiednich obliczeń ustal, w jakiej objętości metanolu znajduje się tyle samo atomów tlenu, ile jest w 0,015 dm<sup>3</sup> kwasu mrówkowego. Gęstość kwasu mrówkowego wynosi 1,199 g · cm<sup>-3</sup>, natomiast dla metanolu to 0,794 g · cm<sup>-3</sup>.

**Zadanie 29**

Oblicz, jaką objętość zajmuje 30 milimoli metanu w warunkach normalnych.

**Zadanie 30**

Na podstawie odpowiednich obliczeń ustal, w jakiej objętości gazowego chloru, odmierzonego w warunkach normalnych, znajduje się  $2,409 \cdot 10^{22}$  atomów.

**Zadanie 31**

Na podstawie odpowiednich obliczeń ustal, w jakiej objętości acetyleny, odmierzonego w warunkach normalnych, znajduje się 60 mg węgla.

**Zadanie 32**

Na podstawie odpowiednich obliczeń ustal, w jakiej objętości propanu, odmierzonego w warunkach normalnych, znajduje się 110 mg wodoru.

**Zadanie 33**

Stwierdzono, że 70 mg pewnego gazowego węglowodoru zajmuje w warunkach normalnych objętość  $56 \text{ cm}^3$ . Dokonując odpowiednich obliczeń ustal, jaki to węglowódor, jeżeli wiadomo, że zawiera on dwa atomy węgla.

**Zadanie 34**

Stwierdzono, że 21 g pewnego gazowego węglowodoru zajmuje w warunkach normalnych objętość  $11,2 \text{ dm}^3$ . Dokonując odpowiednich obliczeń ustal, jaki to węglowódor, jeżeli wiadomo, że zawiera trzy atomy węgla.

**Zadanie 35**

Na podstawie odpowiednich obliczeń ustal wzór sumaryczny i podaj nazwę pewnego gazowego węglowodoru, jeżeli wiadomo, że jest on związkem nasyconym, a jego gęstość w warunkach normalnych wynosi  $2,589 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

**Zadanie 36**

Na podstawie odpowiednich obliczeń ustal wzór sumaryczny i podaj nazwę pewnego gazowego węglowodoru, jeżeli wiadomo, że posiada on w swojej budowie jedno wiązanie podwójne, a jego gęstość w warunkach normalnych wynosi  $1,875 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

**Zadanie 37**

Na podstawie odpowiednich obliczeń ustal wzór sumaryczny i podaj nazwę pewnego gazowego węglowodoru, jeżeli wiadomo, że posiada on w swojej budowie jedno wiązanie potrójne, a jego gęstość w warunkach normalnych wynosi  $1,161 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

**Zadanie 38**

Wyznacz masę molową pewnego związku organicznego, którego gęstość par względem wodoru wynosi 34. Zaproponuj, jaki to związek, jeżeli wiadomo, że należy on do grupy alkinów.

**Zadanie 39**

Gęstość par pewnego gazowego węglowodoru względem azotu wynosi 2. Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz masę molową tego związku i oblicz jego gęstość par względem tlenu. Zaproponuj, jaki to związek, jeżeli wiadomo, że należy on do grupy alkenów.

#### Zadanie 40

Gęstość par pewnego gazowego węglowodoru względem helu wynosi 11. Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz masę molową tego związku i oblicz gęstość jego par względem metanu. Zaproponuj, jaki to związek, jeżeli wiadomo, że należy on do grupy alkanów.

#### Zadanie 41

Pewien węglowódor w temperaturze 40 °C i pod ciśnieniem 1025 hPa zajmuje objętość 75 dm<sup>3</sup>. Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz liczbę moli tego związku.

#### Zadanie 42

Oblicz, pod jakim ciśnieniem w temperaturze 20 °C znajduje się 3,2 g metanu, jeżeli gaz ten zajmuje objętość 335 dm<sup>3</sup>.

#### Zadanie 43

Oblicz, w jakiej temperaturze znajduje się 14 g azotu, jeżeli gaz ten pod ciśnieniem 985 hPa zajmuje objętość 15 dm<sup>3</sup>.

#### Zadanie 44

Wyznacz objętość stalowego zbiornika, w którym znajduje się 2,5 kg azotu, jeżeli wiadomo, że gaz ten jest przechowywany w warunkach normalnych.

#### Zadanie 45

Wyznacz objętość stalowego zbiornika, w którym znajduje się 6,55 kg tlenu, jeżeli wiadomo, że gaz ten jest przechowywany w warunkach standardowych.

#### Zadanie 46

Oblicz gęstość gazowego chloru w temperaturze 30 °C i pod ciśnieniem 1140 hPa.

#### Zadanie 47

Oblicz gęstość metanu w temperaturze normalnej i pod ciśnieniem 1017 hPa.

#### Zadanie 48

Oblicz gęstość acetylenu w warunkach standardowych.

#### Przydatne wiadomości

- |   |   |
|---|---|
| ✓ wzór ogólny alkanów: $C_nH_{2n+2}$                    | ✓ obj. 1 mola gazu (warunki normalne): $V = 22,4 \text{ dm}^3$                              |
| ✓ wzór ogólny alkenów: $C_nH_{2n}$                      | ✓ równanie Clapeyrona: $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$                                      |
| ✓ wzór ogólny alkinów: $C_nH_{2n-2}$                    | ✓ uniwersalna stała gazowa: $R = 8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ |
| ✓ liczba Avogadra: $6,022 \cdot 10^{23}$                | ✓ warunki normalne: $T = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ ; $p = 1013,25 \text{ hPa}$              |
| ✓ liczba moli substancji: $n = \frac{m}{M}$             | ✓ warunki standardowe: $T = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ ; $p = 1013,25 \text{ hPa}$          |
| ✓ gęstość substancji: $d = \frac{m}{V}$                 | ✓ $0 \text{ }^\circ\text{C} = 273 \text{ K}$  |
| ✓ gęstość par substancji: $X = \frac{m_{pr.}}{m_{wz.}}$ | ✓ $1 \text{ Pa} = 0,0075 \text{ mmHg}$  |

## 2. Stechiometria wzorów chemicznych

### Zadanie 49

Oblicz masowe udziały procentowe wszystkich pierwiastków w kwasie szczawiowym.

### Zadanie 50

Oblicz masowe udziały procentowe wszystkich pierwiastków w dichlorometanie.

### Zadanie 51

Oblicz masową zawartość procentową azotu w anilinie.

### Zadanie 52

Oblicz masową zawartość procentową tłenu w octanie etylu.

### Zadanie 53

W pewnym związku organicznym stosunek masowy węgla do wodoru wynosi C:H → 4:1. Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz jego wzór empiryczny. Zaproponuj wzór rzeczywisty oraz podaj nazwę tego związku, jeżeli wiadomo, że należy on do grupy alkanów.

### Zadanie 54

W pewnym związku organicznym stosunek masowy węgla do wodoru wynosi C:H → 12:1. Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz jego wzór empiryczny. Zaproponuj wzór rzeczywisty oraz podaj nazwę tego związku, jeżeli wiadomo, że jest to związek aromatyczny.

### Zadanie 55

W pewnym związku organicznym stosunek masowy węgla do wodoru i do tlenu wynosi C:H:O → 3:1:4. Zaproponuj wzór rzeczywisty oraz podaj nazwę tego związku, jeżeli wiadomo, że jest on alkoholem monohydroksylowym, a jego wzór empiryczny jest jednocześnie jego wzorem rzeczywistym.

### Zadanie 56

Na podstawie odpowiednich obliczeń ustal wzór empiryczny węglowodoru alifatycznego, jeżeli wiadomo, że w wyniku jego analizy elementarnej powstaje 80% masowych węgla. Zaproponuj wzór rzeczywisty oraz podaj nazwę tego związku.

### Zadanie 57

Na podstawie odpowiednich obliczeń ustal wzór empiryczny węglowodoru aromatycznego, jeżeli wiadomo, że w wyniku jego analizy elementarnej powstaje 91,3% masowych węgla. Zaproponuj, jaki związek mógł zostać poddany analizie, jeżeli wiadomo, że jego wzór empiryczny jest jednocześnie jego wzorem rzeczywistym.

### Zadanie 58

Na podstawie odpowiednich obliczeń ustal wzór empiryczny homodialkiloowego eteru liniowego, jeżeli wiadomo, że w wyniku jego analizy elementarnej powstaje 64,9% masowych węgla oraz 13,5% masowych wodoru. Zaproponuj, jaki związek mógł zostać poddany analizie, jeżeli wiadomo, że jego wzór empiryczny jest jednocześnie jego wzorem rzeczywistym.

### Zadanie 59

Na podstawie odpowiednich obliczeń ustal wzór empiryczny kwasu karboksylowego, jeżeli wiadomo, że w wyniku jego analizy elementarnej powstaje 26,1% masowych węgla oraz 4,3% masowych wodoru. Zaproponuj, jaki związek mógł zostać poddany analizie, jeżeli wiadomo, że jego wzór empiryczny jest jednocześnie jego wzorem rzeczywistym.

### Zadanie 60

Na podstawie odpowiednich obliczeń ustal wzór empiryczny węglowodoru aromatycznego, jeżeli wiadomo, że w wyniku jego analizy elementarnej powstaje 68,9% masowych węgla oraz 4,9% masowych wodoru. Zaproponuj, jaki związek mógł zostać poddany analizie, jeżeli wiadomo, że jego wzór empiryczny jest jednocześnie jego wzorem rzeczywistym.

### Zadanie 61

Podaj wzór rzeczywisty oraz nazwę węglowodoru alifatycznego, jeżeli wiadomo, że zawiera on 87% masowych węgla, a jego masa molowa wynosi  $138 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ . Do jakiej grupy węglowodorów należy ten związek?

### Zadanie 62

Podaj wzór rzeczywisty oraz nazwę węglowodoru alifatycznego, jeżeli wiadomo, że zawiera on 83,7% masowych węgla, a jego masa molowa wynosi  $86 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ . Do jakiej grupy węglowodorów należy ten związek?

### Zadanie 63

Podaj wzór rzeczywisty oraz nazwę węglowodoru alifatycznego, jeżeli wiadomo, że zawiera on 85,7% masowych węgla, a jego masa molowa wynosi  $112 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ . Do jakiej grupy węglowodorów należy ten związek?

### Zadanie 64

Podaj wzór rzeczywisty oraz nazwę węglowodoru alifatycznego, jeżeli wiadomo, że zawiera on 82,8% masowych węgla, a 145 mg tego związku zajmuje w warunkach normalnych objętość 56 ml. Do jakiej grupy węglowodorów należy ten związek?

### Zadanie 65

Podaj wzór rzeczywisty oraz nazwę węglowodoru alifatycznego, jeżeli wiadomo, że zawiera on 85,7% masowych węgla, a 210 mg tego związku zajmuje w warunkach normalnych objętość 112 ml. Do jakiej grupy węglowodorów należy ten związek?

### Zadanie 66

Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz wzór empiryczny związku organicznego, jeżeli wiadomo, że w wyniku spalania 240 mg tej substancji powstaje 352 mg dwutlenku węgla oraz 144 mg wody. Zaproponuj wzór rzeczywisty oraz podaj nazwę tego związku, jeżeli wiadomo, że jego wzór empiryczny jest jednocześnie jego wzorem rzeczywistym.

### Zadanie 67

Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz wzór empiryczny związku organicznego, jeżeli wiadomo, że w wyniku spalania 420 mg tej substancji powstaje 880 mg dwutlenku węgla oraz 180 mg wody. Zaproponuj wzór rzeczywisty oraz podaj nazwę tego związku, jeżeli wiadomo, że jego wzór empiryczny jest jednocześnie jego wzorem rzeczywistym.

### Zadanie 68

Wyznacz wzór rzeczywisty oraz podaj nazwę węglowodoru alifatycznego, jeżeli wiadomo, że w wyniku spalania 172 mg tej substancji powstaje 528 mg dwutlenku węgla oraz 252 mg wody, a masa molowa tego związku wynosi  $86 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

### Zadanie 69

Wyznacz wzór rzeczywisty oraz podaj nazwę alkoholu polihydroksylowego, jeżeli wiadomo, że w wyniku spalania 186 mg tej substancji powstaje 264 mg dwutlenku węgla oraz 162 mg wody, a gęstość par tego związku względem wodoru wynosi 31.

### Zadanie 70

Wyznacz wzór rzeczywisty oraz podaj nazwę aldehydu, jeżeli wiadomo, że w wyniku spalania 176 mg tej substancji powstaje 352 mg dwutlenku węgla oraz 144 mg wody, a gęstość par tego związku względem helu wynosi 11.

### Zadanie 71

W wyniku analizy elementarnej 43 mg substancji organicznej otrzymano 77 mg dwutlenku węgla, 18 mg wody oraz 16 mg dwutlenku siarki. Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz wzór empiryczny tego związku. Zaproponuj wzór rzeczywisty oraz podaj nazwę tego związku, jeżeli wiadomo, że jest on węglowodorem aromatycznym, a jego wzór empiryczny jest jednocześnie jego wzorem rzeczywistym.

### Zadanie 72

W wyniku spalania próbki pewnego węglowodoru alifatycznego o masie 30 mg otrzymano  $46,3 \text{ cm}^3$  dwutlenku węgla odmierzonego w warunkach normalnych. Dokonując odpowiednich obliczeń wyznacz wzór rzeczywisty oraz podaj nazwę tego związku, jeżeli wiadomo, że jego masa molowa wynosi  $58 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ . Do jakiej grupy węglowodorów należy ten związek?

### Zadanie 73

W wyniku pirolizy próbki pewnego węglowodoru alifatycznego o masie 280 mg otrzymano  $448 \text{ cm}^3$  wodoru odmierzonego w warunkach normalnych. Dokonując odpowiednich obliczeń wyznacz wzór rzeczywisty oraz podaj nazwę tego związku, jeżeli wiadomo, że jego masa molowa wynosi  $70 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ . Do jakiej grupy węglowodorów należy ten związek?

### Zadanie 74

W wyniku analizy elementarnej 9,3 mg pewnej substancji organicznej otrzymano 1,2175 ml azotu pod ciśnieniem 765 mmHg i w temperaturze normalnej. Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz procentową zawartość azotu w badanej próbce.

### Zadanie 75

W wyniku analizy elementarnej 180 mg pewnej substancji organicznej otrzymano 165 ml dwutlenku węgla pod ciśnieniem 980 mmHg i w temperaturze  $15 \text{ }^\circ\text{C}$ . Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz procentową zawartość węgla w badanej próbce.

### Zadanie 76

W wyniku analizy elementarnej 35,6 mg pewnej substancji organicznej otrzymano 30 ml pary wodnej pod ciśnieniem 850 mmHg i w temperaturze standardowej. Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz procentową zawartość wodoru w tej próbce. Zaproponuj wzór rzeczywisty

oraz podaj nazwę tego związku, jeżeli wiadomo, że jest on węglowodorem aromatycznym, a jego wzór empiryczny jest jednocześnie jego wzorem rzeczywistym.

#### Zadanie 77

610 mg kwasu benzoowego rozpuszczono w 15 g pewnego rozpuszczalnika organicznego. Spowodowało to obniżenie temperatury krzepnięcia tego roztworu o 1,63 °C. Na podstawie podanych informacji wyznacz stałą krioskopową tego rozpuszczalnika oraz podaj jego nazwę.

#### Zadanie 78

400 mg benzanilidu rozpuszczono w 5 g pewnego rozpuszczalnika organicznego. Spowodowało to podwyższenie temperatury wrzenia tego roztworu o 1,48 °C. Na podstawie podanych informacji wyznacz stałą ebulioskopową tego rozpuszczalnika oraz podaj jego nazwę.

#### Zadanie 79

Dokonując odpowiednich obliczeń wyznacz masę molową związku organicznego, jeżeli wiadomo, że 5,2 g tej substancji po rozpuszczeniu w 50 g benzenu obniża temperaturę krzepnięcia tego rozpuszczalnika do 2,7 °C. Czysty benzen krzepnie w temperaturze 6,4 °C, a stała krioskopowa dla tego rozpuszczalnika wynosi 5,1 °C · kg · mol<sup>-1</sup>.

#### Zadanie 80

Dokonując odpowiednich obliczeń wyznacz masę molową związku organicznego, jeżeli wiadomo, że 4,6 g tej substancji po rozpuszczeniu w 35 g eteru dietylowego podwyższa temperaturę wrzenia tego rozpuszczalnika do 36,5 °C. Czysty eter wrze w temperaturze 35,3 °C, a stała ebulioskopowa dla tego rozpuszczalnika wynosi 2,2 °C · kg · mol<sup>-1</sup>.

#### Zadanie 81

Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz masę nitrobenzenu, jaka została użyta do rozpuszczenia próbki 3-nitrobenzoesu metylu o masie 4,2 g, jeżeli temperatura krzepnięcia otrzymanego roztworu wynosi 2,5 °C. Czysty nitrobenzen krzepnie w temperaturze 5,7 °C, a stała krioskopowa dla tego rozpuszczalnika wynosi 7,0 °C · kg · mol<sup>-1</sup>.

#### Zadanie 82

Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz masę próbki dioctanu hydrochinonu, jaka została rozpuszczona w 120 g cykloheksanu, jeżeli temperatura wrzenia otrzymanego roztworu wynosi 81,5 °C. Czysty cykloheksan wrze w temperaturze 80,7 °C, a stała ebulioskopowa dla tego rozpuszczalnika wynosi 2,8 °C · kg · mol<sup>-1</sup>.

#### Zadanie 83

Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz masę nitrobenzenu, jaka została użyta do rozpuszczenia próbki 3-nitrobenzoesu metylu o masie 1,5 g, jeżeli temperatura wrzenia otrzymanego roztworu wynosi 213,7 °C. Czysty nitrobenzen wrze w temperaturze 210,8 °C, a stała ebulioskopowa dla tego rozpuszczalnika wynosi 5,2 °C · kg · mol<sup>-1</sup>.

#### Zadanie 84

Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz masę próbki dioctanu hydrochinonu, jaka została rozpuszczona w 10 g cykloheksanu, jeżeli temperatura krzepnięcia otrzymanego roztworu wynosi -1,5 °C. Czysty cykloheksan krzepnie w temperaturze 6,6 °C, a stała krioskopowa dla tego rozpuszczalnika wynosi 20,2 °C · kg · mol<sup>-1</sup>.

### Zadanie 85

Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz, ile wynosi temperatura krzepnięcia roztworu uzyskanego przez rozpuszczenie próbki 1,3,5-tribromobenzenu o masie 1,3 g w 20 g kwasu octowego. Czysty kwas octowy krzepnie w temperaturze 16,6 °C, a stała krioskopowa dla tego rozpuszczalnika wynosi 3,1 °C · kg · mol<sup>-1</sup>.

### Zadanie 86

Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz, ile wynosi temperatura wrzenia roztworu uzyskanego przez rozpuszczenie próbki kwasu cyjankowego o masie 4,5 g w 35 g acetonu. Czysty aceton wrze w temperaturze 56,2 °C, a stała ebullioskopowa dla tego rozpuszczalnika wynosi 1,7 °C · kg · mol<sup>-1</sup>.

### Zadanie 87

Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz, ile wynosi temperatura krzepnięcia roztworu uzyskanego przez rozpuszczenie próbki 1,3-dinitrobenzenu o masie 2,5 g w 150 g benzenu. Czysty benzen krzepnie w temperaturze 6,4 °C, a stała krioskopowa dla tego rozpuszczalnika wynosi 5,1 °C · kg · mol<sup>-1</sup>.

### Zadanie 88

Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz, ile wynosi temperatura wrzenia roztworu uzyskanego przez rozpuszczenie próbki hydrochinonu o masie 5,4 g w 75 g alkoholu etylowego. Czysty etanol wrze w temperaturze 78,3 °C, a stała ebullioskopowa dla tego rozpuszczalnika wynosi 1,2 °C · kg · mol<sup>-1</sup>.

### Zadanie 89

Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz, ile wynosi temperatura krzepnięcia roztworu uzyskanego przez rozpuszczenie próbki 2-naftolu o masie 4,3 g w 40 g chloroformu. Czysty chloroform krzepnie w temperaturze -63,1 °C, a stała krioskopowa dla tego rozpuszczalnika wynosi 4,9 °C · kg · mol<sup>-1</sup>.

### Zadanie 90

Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz, ile wynosi temperatura wrzenia roztworu uzyskanego przez rozpuszczenie próbki 4-toluidyny o masie 10,7 g w 85 g eteru dietylowego. Czysty eter wrze w temperaturze 35,3 °C, a stała ebullioskopowa dla tego rozpuszczalnika wynosi 2,2 °C · kg · mol<sup>-1</sup>.

### Przydatne wiadomości

stała krioskopowa	stała ebullioskopowa
wartość określająca <u>o ile obniża się</u> temperatura krzepnięcia roztworu zawierającego 1 mol substancji rozpuszczonej w 1 kg rozpuszczalnika, <u>w stosunku do czystego rozpuszczalnika</u> . Dla wody stała ta wynosi 1,86 °C · kg · mol <sup>-1</sup> $K_{KR} = \frac{\Delta T \cdot m_{rozp.}}{n_s}$	wartość określająca <u>o ile podwyższa się</u> temperatura krzepnięcia roztworu zawierającego 1 mol substancji rozpuszczonej w 1 kg rozpuszczalnika, <u>w stosunku do czystego rozpuszczalnika</u> . Dla wody stała ta wynosi 0,52 °C · kg · mol <sup>-1</sup> $K_{EB} = \frac{\Delta T \cdot m_{rozp.}}{n_s}$

### 3. Stechiometria równań chemicznych

#### Zadanie 91

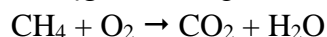
Acetylen jest najprostszym przedstawicielem szeregu homologicznego alkinów. Pod kątem fizycznym związek ten jest bezbarwnym gazem o nieprzyjemnym zapachu podobnym do czosnku. Otrzymuje się go m.in. w reakcji hydrolizy karbidu.



Określ stosunek masowy i molowy dla reakcji otrzymywania acetylenu z karbidu.

#### Zadanie 92

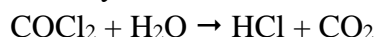
Metan jest gazem palnym. Produkty jego spalania zależą od ilości dostępnego tlenu. Obok pary wodnej przy dostatecznej ilości tlenu powstaje dwutlenek węgla, a przy ograniczonym dostępie tlenu możliwe jest otrzymanie tlenku węgla, zwanego czadem, lub węgla w postaci sadzy.



Określ stosunek masowy i objętościowy dla reakcji całkowitego spalania metanu.

#### Zadanie 93

Fosgen jest bezbarwnym gazem o zapachu świeżo skoszonej trawy. Ma właściwości silnie duszące, przez co jest wykorzystywany jako bojowy środek trujący. Związek ten powoduje wypełnianie płuc płynem i uniemożliwia tym samym przyswajanie tlenu przez organizm. Pod wpływem wody ulega on hydrolizie z wytworzeniem chlorowodoru i dwutlenku węgla.



Określ stosunek masowy i molowy dla reakcji hydrolizy fosgeny.

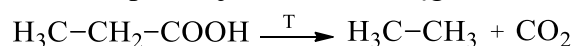
#### Zadanie 94

Określ typy dla podanych poniżej reakcji organicznych.

1.  $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{C} + \text{D}$
2.  $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{AB}$
3.  $\text{AB} \rightarrow \text{A} + \text{B}$

#### Zadanie 95

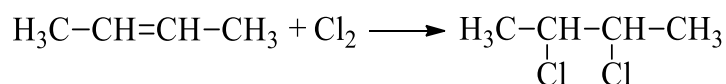
Jedną z metod syntezy alkanów jest termiczna dekarboksylacja kwasów karboksylowych. W wyniku tej reakcji obok alkanu powstaje dwutlenek węgla.



Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz masę etanu oraz objętość dwutlenku węgla, odmierzoną w warunkach normalnych, jaka powstanie podczas dekarboksylacji kwasu propionowego, jeżeli wiadomo, że do przeprowadzenia reakcji użyto 20 milimoli tego kwasu.

#### Zadanie 96

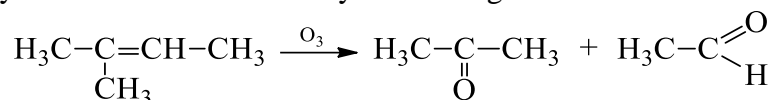
Halogenowanie alkenów w temperaturze pokojowej jest przykładem addycji elektrofilowej. W reakcji wiązanie podwójne ulega rozerwaniu, tworząc dihalogenowe pochodne alkanów.



Oblicz, ile  $\text{dm}^3$  but-2-enu, odmierzonego w warunkach normalnych, jest potrzebne do reakcji chlorowania but-2-enu, aby docelowo otrzymać 63,5 g 2,3-dichlorobutanu.

### Zadanie 97

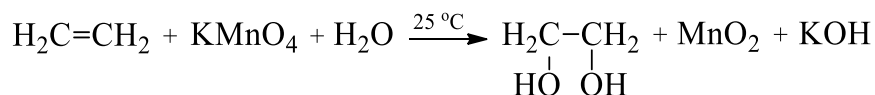
Ozonoliza to rodzaj reakcji alkenu z ozonem. W zależności od budowy alkenu w wyniku tej przemiany finalnie powstają aldehydy bądź ketony. Przykładowo, ozonoliza 2-metylobut-2-enu prowadzi do otrzymania acetonu oraz aldehydu octowego.



Oblicz, ile  $\text{cm}^3$  acetonu powstanie w opisanej reakcji, jeżeli wiadomo, że do jej przeprowadzenia użyto  $4,48 \text{ dm}^3$  2-metylobut-2-enu odmierzonego w warunkach normalnych. Gęstość acetonu wynosi  $0,785 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ .

### Zadanie 98

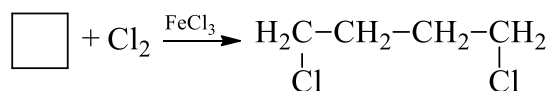
Utlenianie alkenów przy użyciu manganianu(VII) potasu prowadzi do otrzymania różnych produktów organicznych. Jest to spowodowane środowiskiem i temperaturą, w której zachodzi ta reakcja. W przypadku utleniania etylenu za pomocą  $\text{KMnO}_4$  w środowisku obojętnym oraz w temperaturze pokojowej jako produkt organiczny powstaje najprostszy wicynalny diol, czyli glikol etylenowy. Pod pojęciem wicynalnego diolu rozumie się taki alkohol, który posiada dwie grupy hydroksylowe umiejscowione przy sąsiednich atomach węgla.



Oblicz, ile  $\text{dm}^3$  etylenu, odmierzonego w warunkach normalnych, zostało użyte w opisanej reakcji, jeżeli wiadomo, że ostatecznie powstaje  $30,0 \text{ cm}^3$  wicynalnego diolu. Gęstość glikolu etylenowego wynosi  $1,113 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ .

### Zadanie 99

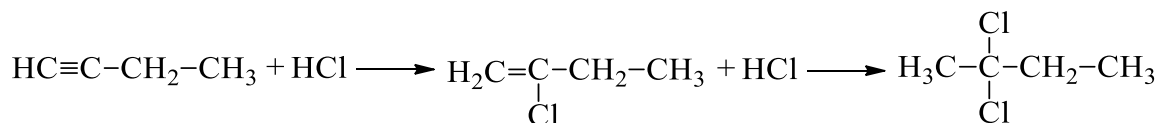
Wiązania bananowe są obecne w pierścieniach cyklopropanu oraz cyklobutanu. Wykazują one własności pośrednie między własnościami charakterystycznymi dla wiązań  $\sigma$  oraz wiązań  $\pi$ . W konsekwencji wspomniane związki ulegają reakcjom addycji. W wyniku tych przemian powstają terminalne dihalogenowe pochodne alkanów. Przykładowo, chlorowanie cyklobutanu w obecności chlorku żelaza(III) finalnie prowadzi do otrzymania 1,4-dichlorobutanu.



Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz masę 1,4-dichlorobutanu, jaka powstanie w opisanej reakcji, jeżeli wiadomo, że do jej przeprowadzenia użyto  $1,2 \text{ dm}^3$  chloru odmierzonego w temperaturze  $30^\circ\text{C}$  i pod ciśnieniem  $1015 \text{ hPa}$ .

### Zadanie 100

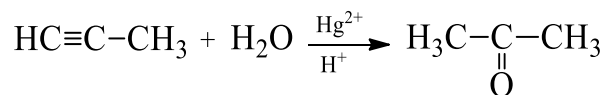
Addycja halogenowodoru do alkinu jest procesem dwuetapowym. Samej reakcji nie daje się zatrzymać na etapie powstawania pochodnej alkenowej. W wyniku tej addycji tworzą się geminalne dihalogenopochodne, czyli takie, które posiadają oba atomy chlorowca przy tym samym atomie węgla. Np. reakcja but-1-ynu z chlorowodorem finalnie prowadzi do otrzymania 2,2-dichlorobutanu.



Oblicz, ile  $\text{dm}^3$  chlorowodoru, odmierzonego w warunkach normalnych, jest sumarycznie potrzebna do przeprowadzenia opisanej reakcji, jeżeli wiadomo, że ostatecznie powstaje  $3,8 \text{ g}$  2,2-dichlorobutanu.

### Zadanie 101

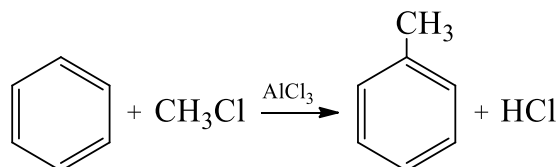
Reakcja Kuczerowa polega na addycji wody do alkinu w środowisku kwasowym i w obecności katalizatora, którym są jony rtęci(II). W wyniku tej reakcji dla acetylenu tworzy się aldehyd octowy, zaś w przypadku alkinów zawierających więcej niż dwa atomy węgla powstają ketony. Przykładowo, w wyniku addycji wody do propynu tworzy się aceton.



Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz objętość acetonu, jaka powstanie w opisanej reakcji, jeżeli wiadomo, że do jej przeprowadzenia użyto  $13,5 \text{ dm}^3$  propynu odmierzonego w warunkach normalnych. Gęstość acetonu wynosi  $0,785 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ .

### Zadanie 102

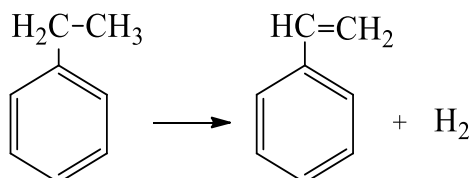
Toluen można otrzymać m.in. w reakcji Friedla-Craftsa. Reakcja ta jest przykładem substytucji elektrofilowej. Polega ona na alkilowaniu benzenu za pomocą halogenometanu, np. chlorometanu, w obecności katalizatora, jakim jest kwas Lewisa.



Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz masę toluenu, jaka powstanie w opisanej reakcji, jeżeli wiadomo, że do jej wykonania użyto  $15 \text{ cm}^3$  benzenu. Gęstość benzenu wynosi  $0,877 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ .

### Zadanie 103

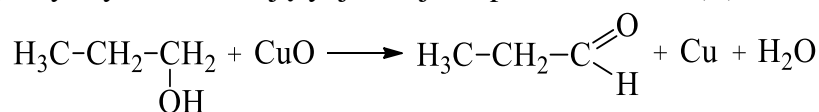
Styren jest nienasyconym związkiem aromatycznym, który jest wykorzystywany do produkcji kopolimerów i żywic polimerowych. Około 80% światowej produkcji tego związku opiera się o reakcję odwodornienia etylbenzenu.



Dokonując odpowiednich obliczeń wyznacz masę styrenu, jaka powstanie w opisanej reakcji, jeżeli wiadomo, że do jej w wyniku reakcji powstanie  $3750 \text{ dm}^3$  wodoru odmierzonego w temperaturze  $520 \text{ }^\circ\text{C}$  i pod ciśnieniem  $1050 \text{ hPa}$ .

### Zadanie 104

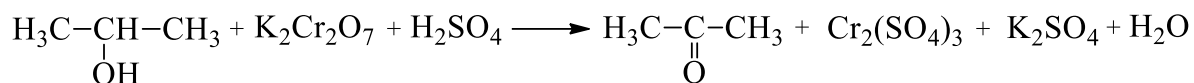
Alkohole pierwszorzędowe łatwo ulegają reakcjom utlenienia pod wpływem typowych środków utleniających, takich jak manganian(VII) potasu, dichromian(VI) potasu, czy nadtlenek wodoru. Produktami takich przemian są początkowo aldehydy, jednak mogą one ulegać utlenieniu jeszcze łatwiej niż wyjściowe alkohole. W konsekwencji prowadzi to do otrzymania kwasów karboksylowych. Aby zatrzymać reakcję na etapie tworzenia się aldehydu, można zastosować łagodny czynnik utleniający, jakim jest np. tlenek miedzi(II).



Oblicz, ile gram miedzi powstanie podczas reakcji utleniania propan-1-olu, jeżeli wiadomo, że do jej wykonania użyto  $150 \text{ cm}^3$  alkoholu. Gęstość propan-1-olu wynosi  $0,804 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ .

### Zadanie 105

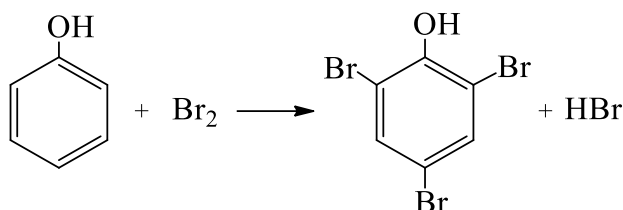
Alkohole drugorzędowe ulegają utlenieniu do ketonów, niezależnie od zastosowanego środka utleniającego. Przykładem utleniacza powszechnie stosowanego w tym celu jest dichromian(VI) potasu. Reakcję prowadzi się w środowisku kwasowym.



Oblicz, ile  $\text{cm}^3$  acetonu i ile  $\text{cm}^3$  wody powstanie podczas reakcji utleniania propan-2-olu, jeżeli wiadomo, że do jej przeprowadzenia użyto  $25 \text{ cm}^3$  alkoholu. Gęstość propan-2-olu wynosi  $0,782 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ , dla acetonu  $0,785 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ , natomiast dla wody  $0,998 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ .

### Zadanie 106

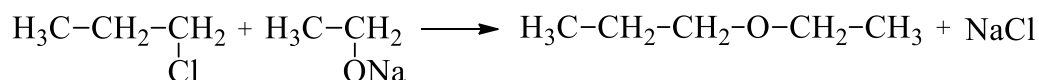
Reakcja fenolu z chlorem lub bromem przebiega bardzo szybko oraz bez udziału kwasu Lewisa jako katalizatora, a podstawienie zachodzi od razu w trzy możliwe pozycje w pierścieniu aromatycznym. W wyniku tej reakcji tworzy się 2,4,6-trihalogenofenol.



W celu otrzymania 2,4,6-tribromofenolu zmieszano ze sobą 10 g fenolu oraz  $24,5 \text{ cm}^3$  bromu. Dokonując odpowiednich obliczeń wskaż, którego z substratów użyto w nadmiarze. Wyznacz masę związku, jaka powstanie w wyniku tej reakcji. Gęstość bromu wynosi  $3119 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ .

### Zadanie 107

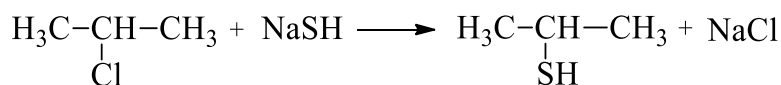
Etery to związki organiczne, które posiadają atom tlenu połączony z dwiema grupami organyłowymi. W zależności od budowy danego związku wyróżniamy etery dialkylowe, alkilowo-arylowe oraz diarylowe. Znanych jest wiele metod syntezy tych związków. Jedną z popularniejszych technik, powszechnie stosowaną zarówno w laboratorium, jak i na skalę przemysłową, jest reakcja pierwszorzędowych halogenopochodnych z alkoholami bądź fenolanami, znana jako synteza Williamsona.



W celu otrzymania eteru etylowo-propylowego zmieszano ze sobą 15 g etanolanu sodu oraz  $30,5 \text{ cm}^3$  1-chloropropanu. Na podstawie odpowiednich obliczeń wskaż, którego z substratów użyto w nadmiarze. Wyznacz masę eteru, jaka powstanie w wyniku tej reakcji. Gęstość 1-chloropropanu wynosi  $0,892 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ .

### Zadanie 108

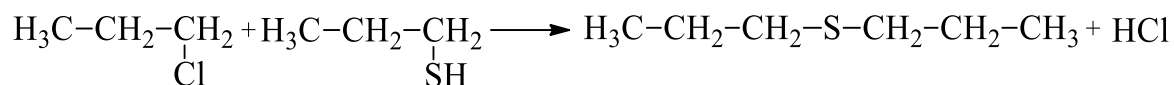
Tiole są to analogi alkoholi, w których atom tlenu został zastąpiony przez atom siarki. Można je uzyskać m.in. w wyniku reakcji pierwszorzędowych lub drugorzędowych halogenopochodnych z wodorosiarczkami metali alkalicznych.



W celu otrzymania 2-propanotiolu zmieszano ze sobą  $32,5 \text{ cm}^3$  2-chloropropanu oraz 50 g wodorosiarczku sodu. Na podstawie odpowiednich obliczeń wskaż, którego z substratów użyto w nadmiarze. Oblicz, ile  $\text{cm}^3$  tiolu powstanie w wyniku tej reakcji. Gęstość 2-chloropropanu wynosi  $0,862 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ , natomiast dla 2-propanotiolu to  $0,814 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ .

### Zadanie 109

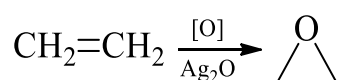
Sulfidy są analogami eterów, w których atom tlenu został zastąpiony przez atom siarki. Powszechnie otrzymuje się je w reakcji tiolanów z pierwszorzędowymi lub drugorzędowymi halogenopochodnymi.



W celu otrzymania sulfidu dipropylowego zmieszano ze sobą 8,8 cm<sup>3</sup> 1-chloropropanu oraz 14,5 cm<sup>3</sup> 1-propanotiolu. Na podstawie odpowiednich obliczeń wskaż, którego z substratów użyto w nadmiarze. Wyznacz masę sulfidu, jaka powstanie w wyniku tej reakcji. Gęstość 1-chloropropanu wynosi 0,892 g · cm<sup>-3</sup>, natomiast dla 1-propanotiolu 0,842 g · cm<sup>-3</sup>.

### Zadanie 110

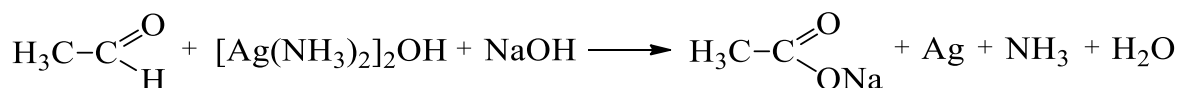
Tlenek etylenu jest związkiem organicznym z grupy eterów cyklicznych. Na skale przemysłową jest otrzymywany poprzez utlenianie etylenu. Katalizatorem tej reakcji jest tlenek srebra(I).



Wyznacz masę tlenku etylenu, jaka powstanie w opisanej reakcji, jeżeli wiadomo, że do jej wykonania użyto 10 m<sup>3</sup> etylenu odmierzonego w temperaturze 280 °C i pod ciśnieniem 0,1 MPa.

### Zadanie 111

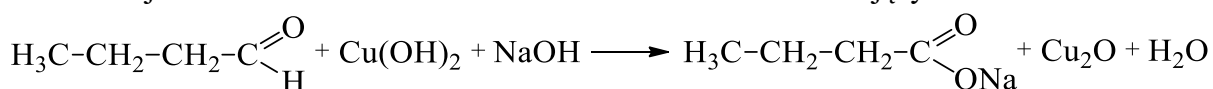
Próba Tollensa, czyli próba lustra srebrowego, jest reakcją charakterystyczną, służącą do wykrywania grupy aldehydowej. Do przeprowadzenia tej reakcji wykorzystuje się odczynnik Tollensa, czyli roztwór zawierający jony diaminasrebra(I). Sama reakcja jest przykładem procesu redoks, podczas którego grupa aldehydowa utlenia się do grupy karboksylowej, zaś srebro ulega redukcji. Wizualnym efektem, jaki można zaobserwować, jest powstanie metalicznego srebra, które osadza się w postaci lustrzanej powłoki na szklanej powierzchni naczynia reakcyjnego. Ketony dają negatywny wynik próby Tollensa, za wyjątkiem cukrów z grupy ketoz. Dzieje się to za sprawą lekko zasadowego środowiska, w którym przeprowadzana jest reakcja. W tych warunkach ketozy ulegają epimeryzacji do aldoz.



Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz masę srebra, jaka powstanie podczas próby Tollensa aldehydu octowego, jeżeli wiadomo, że do jej wykonania użyto dziesięciokrotnie nadmiar aldehydu w ilości 15 cm<sup>3</sup>. Gęstość aldehydu octowego wynosi 0,783 g · cm<sup>-3</sup>.

### Zadanie 112

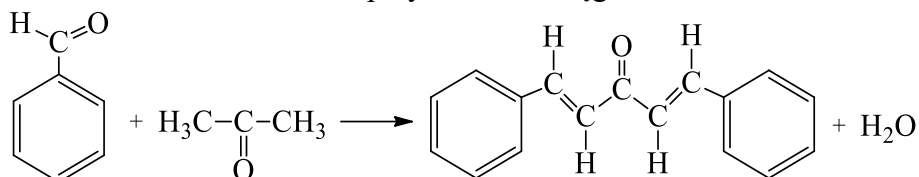
Obecność grupy aldehydowej można potwierdzić za pomocą próby Trommera. Polega ona na reakcji ze świeżo sporządzonym wodorotlenkiem miedzi(II) w środowisku zasadowym. W wyniku tej reakcji grupa aldehydowa utlenia się do grupy karboksylowej, zaś miedź ulega redukcji. Wizualnym efektem, jaki można zaobserwować, jest zmiana koloru niebieskiego osadu na ceglasczerwony, który jest charakterystyczny dla tlenku miedzi(I). Próba Trommera stosowana jest także do określania właściwości tzw. cukrów redukujących.



Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz masę tlenku miedzi(I), jaka powstanie podczas próby Trommera aldehydu masłowego, jeżeli wiadomo, że do jej wykonania użyto ośmiokrotnie nadmiar aldehydu w ilości 5 cm<sup>3</sup>. Gęstość aldehydu masłowego wynosi 0,801 g · cm<sup>-3</sup>.

### Zadanie 113

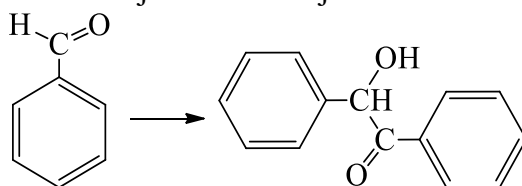
Kondensacja aldolowa jest reakcją pomiędzy dwiema cząsteczkami aldehydów lub ketonów, z których co najmniej jedna musi posiadać atom wodoru przy atomie węgla  $\alpha$ . Pod pojęciem atomu węgla  $\alpha$  rozumie się taki, który jest bezpośrednio związany z grupą karbonylową. Produktami kondensacji aldolowej są nienasycone związki karbonylowe. Zwykle reakcja ta jest stosowana wtedy, gdy ten sam związek stanowi oba substraty (dimeryzacja aldolowa). Możliwe jest jednak, aby reakcja przebiegała z udziałem dwóch różnych związków (krzyżowa kondensacja aldolowa). W takim przypadku formalnie mogą powstawać cztery różne produkty. Dlatego kondensację z dwoma różnymi substratami stosuje się w przypadku, gdy jeden ze związków nie zawiera atomów wodoru przy  $\alpha$ -atomie węgla.



Zmieszano ze sobą  $44,8 \text{ cm}^3$  benzaldehydu oraz  $14,8 \text{ cm}^3$  acetonu. Na podstawie odpowiednich obliczeń wskaż, którego z substratów użyto w nadmiarze. Oblicz masę dibenzylidenoacetonu, jaka powstanie w wyniku tej reakcji. Gęstość benzaldehydu wynosi  $1,040 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ , natomiast dla acetonu  $0,785 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ .

### Zadanie 114

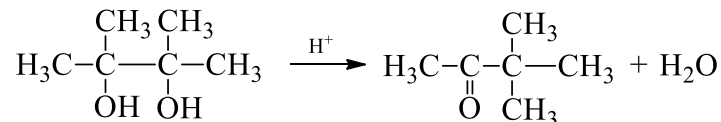
Benzoina jest związkiem organicznym z grupy aromatycznych ketoalkoholi. Substancja jest powszechnie stosowana w środkach perfumeryjnych i zapachowych. Związek otrzymuje się z benzaldehydu na drodze kondensacji benzoinowej.



Dokonując odpowiednich obliczeń wyznacz masę benzoiny, jaka powstanie w opisanej reakcji, jeżeli wiadomo, że do jej przeprowadzenia użyto  $12 \text{ cm}^3$  benzaldehydu. Gęstość benzaldehydu wynosi  $1,040 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ .

### Zadanie 115

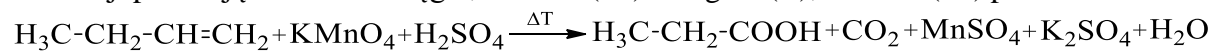
Keton *tert*-butylo-metylowy, znany pod zwyczajową nazwą pinakolon, można otrzymać na drodze przegrupowania pinakolowego 2,3-dimetylobutano-2,3-diolu w środowisku kwasowym.



Oblicz, ile  $\text{cm}^3$  pinakolonu powstanie podczas przegrupowania 2,3-dimetylobutano-2,3-diolu, wiedząc, że do jej przeprowadzenia użyto 6 g diolu. Gęstość pinakolonu wynosi  $0,801 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ .

### Zadanie 116

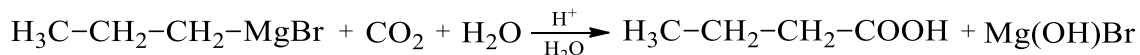
Kwasy karboksylowe można otrzymać na drodze utleniania terminalnych alkenów za pomocą manganianu(VII) potasu w środowisku kwasowym i w podwyższonej temperaturze. Ubocznie w reakcji powstają dwutlenek węgla, siarczan(VI) manganu(II), siarczan(VI) potasu oraz woda.



Wyznacz masę siarczanu(VI) manganu(II), jaka powstanie w reakcji utleniania but-1-enu, jeżeli wiadomo, że do jej wykonania użyto  $115 \text{ cm}^3$  alkenu odmierzonego w warunkach normalnych.

### Zadanie 117

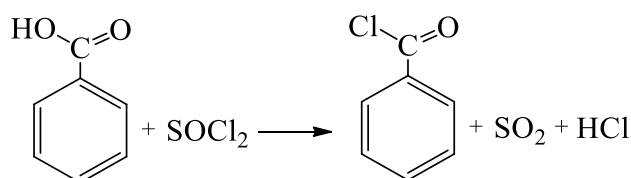
Związki Grignarda stanowią cenny blok budulcowy, powszechnie stosowany w syntezie organicznej. Jest to spowodowane ich wysoką reaktywnością. Dodatkowo należy podkreślić, że reakcje z udziałem tych związków przebiegają w relatywnie łagodnych warunkach, tworząc produkty z wysoką wydajnością. I tak w reakcji związków Grignarda z dwutlenkiem węgla powstają kwasy karboksylowe.



Dokonując odpowiednich obliczeń wyznacz masę kwasu masłowego, jaka powstanie w wyniku reakcji bromku n-propylomagnezowego z dwutlenkiem węgla, jeżeli wiadomo, że do jej przeprowadzenia użyto trzykrotny nadmiar  $\text{CO}_2$  w postaci gazu o objętości  $4 \text{ m}^3$ , odcmierzonego w temperaturze  $35 \text{ }^\circ\text{C}$  i pod ciśnieniem  $960 \text{ hPa}$ .

### Zadanie 118

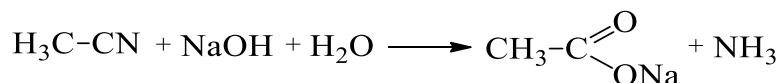
Halogenki kwasowe stanowią pochodne kwasów karboksylowych, które powstają w wyniku wymiany grupy hydroksylowej na atom fluorowca. W chemii organicznej praktyczne znaczenie mają głównie chlorki kwasowe. Związki te otrzymuje się najczęściej w reakcji kwasów karboksylowych z chlorkiem tionylu. Ubocznie w reakcji tworzą się jedynie produkty gazowe w postaci dwutlenku siarki oraz chlorowodoru.



Oblicz, ile  $\text{cm}^3$  chlorowodoru, w przeliczeniu na warunki normalne, powstanie w reakcji kwasu benzoowego z chlorkiem tionylu, jeżeli wiadomo, że do jej wykonania użyto  $2,45 \text{ g}$  kwasu.

### Zadanie 119

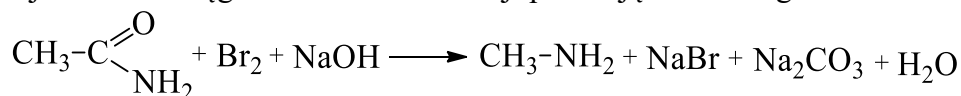
Pochodne kwasów karboksylowych, takie jak ich bezwodniki, chlorki, estry, amidy oraz nityryle, ulegają hydrolizie, dając odpowiednie kwasy. Praktyczne znaczenie dla syntezy kwasów karboksylowych ma jednak tylko hydroliza nityryli, w znacznie mniejszym stopniu hydroliza estrów. Hydroliza nityryli w środowisku kwasowym przebiega powoli i wymaga stosowania stężonych kwasów, dlatego częściej przeprowadza się ją w środowisku zasadowym. W wyniku hydrolizy acetonitrylu w środowisku zasadowym obok octanu sodu wydziela się także gazowy amoniak.



Oblicz, ile  $\text{cm}^3$  amoniaku, w przeliczeniu na warunki normalne, powstanie w opisanej reakcji, jeżeli wiadomo, że do jej przeprowadzenia użyto  $10 \text{ cm}^3$  acetonitrylu. Gęstość acetonitrylu wynosi  $0,785 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ .

### Zadanie 120

Przegrupowanie Hofmanna jest reakcją, w której pierwszorzędowe amidy pod wpływem bromu i w środowisku zasadowym ulegają przekształceniu do  $1^\circ$  amin o łańcuchu węglowym krótszym o jeden atom węgla. Ubocznie w reakcji powstają sole nieorganiczne oraz woda.



Oblicz, ile  $\text{cm}^3$  metyloaminy, w przeliczeniu na warunki normalne, powstanie w przegrupowaniu Hoffmanna dla acetamidu, jeżeli wiadomo, że do jej przeprowadzenia użyto  $590 \text{ mg}$  tego amidu.

## 4. Stężenia roztworów i rozpuszczalność substancji

### Zadanie 121

D-Glukozę jest cukrem prostym z grupy aldoheksoz. Związek jest podstawowym źródłem energetycznym dla większości organizmów żywych. Oblicz stężenie procentowe roztworu powstałego przez rozpuszczenie 20 g glukozy w 100 g wody.

### Zadanie 122

Sacharoza jest disacharydem zbudowanym z reszt D-fruktozy i D-glukozy. Stanowi podstawową formę transportową cukrów roślinnych. Gęstość roztworu sacharozy o stężeniu 45% wynosi  $1,202 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ . Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz masę cukru, jaką należy odważyć, aby otrzymać  $300 \text{ cm}^3$  tego roztworu.

### Zadanie 123

Benzoesan sodu jest powszechnie stosowanym w przemyśle spożywczym konserwantem do żywności o symbolu E211. Posiada silne właściwości bakteriostatyczne i fungistatyczne. Oblicz, ile  $\text{cm}^3$  wody należy odmierzyć, aby otrzymać 350 g roztworu benzoesanu sodu o stężeniu 15%. Gęstość wody wynosi  $0,998 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ .

### Zadanie 124

Bromek emepronium jest związkiem z grupy soli amonowych. Jest powszechnie stosowany w urologii jako środek rozkurczowy. Oblicz, ile  $\text{cm}^3$  wody należy odmierzyć, aby otrzymać 40 g roztworu bromku emepronium o stężeniu 2,5%. Gęstość wody wynosi  $0,998 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ .

### Zadanie 125

Kwas szczawiowy jest najprostszym przedstawicielem kwasów dikarboksylowych. W analizie miareczkowej jest substancją wzorcową do nastawiania miana dla roztworów utleniających. Zazwyczaj występuje on w postaci dwuwodnej o wzorze  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Oblicz stężenie procentowe roztworu powstałego w wyniku rozpuszczenia 14,7 g uwodnionej formy kwasu szczawiowego w  $25 \text{ cm}^3$  wody. Gęstość wody wynosi  $0,998 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ .

### Zadanie 126

W przemyśle spożywczym cytrynian sodu używany jest jako dodatek smakowy do napojów gazowanych. Zazwyczaj występuje w postaci soli dwuwodnej o wzorze  $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7\text{Na}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Oblicz stężenie procentowe roztworu powstałego w wyniku rozpuszczenia 14,7 g uwodnionej formy cytrynianu sodu w  $15 \text{ cm}^3$  wody. Gęstość wody wynosi  $0,998 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ .

### Zadanie 127

Formaldehid jest najprostszym przedstawicielem aldehydów. W handlu najczęściej spotyka się jego 40% roztwór w wodzie, zwany formaliną. Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz masę formaldehydu, jaka zawarta jest w 1 l formaliny, jeżeli jego gęstość wynosi  $1,092 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ .

### Zadanie 128

Czysty kwas octowy jest bezbarwną, żrącą cieczą o ostrym zapachu octu, dobrze mieszalną z wodą. Ze względu na tworzenie kryształów w temperaturze poniżej  $16 \text{ }^\circ\text{C}$ , które wyglądem przypominają lód, czysty kwas octowy nazywany jest kwasem octowym lodowatym. Z kolei kwas ten o stężeniu 70-80% określany jest jako esencja octowa. Oblicz, ile  $\text{cm}^3$  roztworu esencji octowej o stężeniu 80% należy odmierzyć, aby zawierał on 20 g czystego kwasu octowego. Gęstość 80% roztworu esencji octowej wynosi  $1,073 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ .

### Zadanie 129

Acetanilid jest acetylową pochodną aniliny, znaną pod handlową nazwą antyfebryna. Dawniej związek był stosowany jako lek przeciwgorączkowy, zaś obecnie jest używany głównie przy produkcji barwników. Pod względem fizycznym acetanilid jest krystalicznym ciałem stałym, słabo rozpuszczalnym w wodzie, natomiast dobrze rozpuszczalnym w etanolu. Oblicz stężenie procentowe roztworu powstałego w wyniku rozpuszczenia 5,5 g acetanilidu w 75 cm<sup>3</sup> etanolu o stężeniu 80%. Gęstość 80% roztworu etanolu wynosi 0,843 g · cm<sup>-3</sup>.

### Zadanie 130

Jodyna jest jednym z popularniejszych środków dezynfekujących. Ze względu na swoje silne właściwości mikrobójcze stosuje się ją do przemywania skóry w przypadku drobnych zadrapań. Jodyna może być także używana do uzdatniania wody. Pod względem fizycznym jodyna to ciemnobrunatna, klarowna ciecz. Według Farmakopei Polskiej roztwór jodyny zawiera 3% jodu, które początkowo rozpuszcza się w 6% wody. Do tak przygotowanego roztworu stosuje się dodatek środka stabilizującego w postaci 1% jodku potasu. Resztę mieszaniny stanowi 96% roztwór alkoholu etylowego. Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz masę jodu, masę jodku potasu oraz objętość wody i objętość 96% roztworu etanolu, jaką należy użyć, aby finalnie otrzymać 150 g jodyny. Gęstość 96% roztworu etanolu wynosi 0,807 g · cm<sup>-3</sup>, natomiast wody 0,998 g · cm<sup>-3</sup>.

### Zadanie 131

Kwas mrówkowy jest najprostszym kwasem karboksylowym. Naturalnie występuje m.in. we włoskach parzących pokrzyw oraz w jadzie mrówek. Obecny jest także w niektórych owocach i warzywach. Np. jego zawartość w cebuli wynosi 45 mg na 100 g warzywa. Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz masę cebuli, jaka jest potrzebna, aby uzyskać tyle gram kwasu mrówkowego, ile zawarte jest w 90 g roztworu o stężeniu 2,5%.

### Zadanie 132

Rezorcyne jest związkiem organicznym z grupy fenoli, powszechnie stosowanym w medycynie. Związek m.in. hamuje wydzielanie łoju, wygładza drobne blizny potrądzikowe oraz usuwa przebarwienia skórne. Ze względu na swoje właściwości rezorcyne wchodzi w skład wielu receptur aptecznych, w tym płynu keratolitycznego. Dokonując odpowiednich obliczeń wyznacz masę rezorcyne oraz objętość spirytusu mydlanego, jaką należy przygotować, aby finalnie otrzymać 120 g płynu keratolitycznego o stężeniu 3,5%. Gęstość spirytusu mydlanego wynosi 0,921 g · cm<sup>-3</sup>.

### Zadanie 133

Fiolet krystaliczny jest związkiem organicznym z grupy barwników trifenylometanowych. Substancja ta jest stosowana do barwienia wyrobów papierniczych, a także w mikrobiologii do barwienia drobnoustrojów. W temperaturze pokojowej związek występuje w formie kryształów o mosiężnym połysku. Handlowo jest on dostępny w postaci 0,1% etanolowego roztworu. Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz masę fioletu krystalicznego, jaka zawarta jest w 1 l handlowego roztworu, jeżeli jego gęstość wynosi 0,981 g · cm<sup>-3</sup>.

### Zadanie 134

Fenoloftaleina to jeden z popularniejszych wskaźników alkacymetrycznych. W stanie czystym jest bezbarwną substancją krystaliczną, słabo rozpuszczalną w wodzie, natomiast lepiej rozpuszczalną w alkoholach. W laboratoriach spotykana jest jako 1% roztwór etanolowy. Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz masę fenoloftaleiny, jaka zawarta jest w 100 ml 1% roztworu, jeżeli jego gęstość wynosi 0,807 g · cm<sup>-3</sup>.

### Zadanie 135

Fruktoza jest cukrem prostym z grupy ketoheksoz. Związek naturalnie występuje w owocach, miodzie, czy nektarze kwiatów. Rozpuszczono 15 g fruktozy w wodzie, otrzymując  $700 \text{ cm}^3$  roztworu. Oblicz stężenie molowe tak przygotowanego roztworu.

### Zadanie 136

Octan sodu jest dodatkiem do żywności o numerze E262, stosowanym w przemyśle spożywczym jako regulator kwasowości oraz konserwant. Pod kątem fizycznym związek jest bezbarwnym krystalicznym ciałem stałym, dobrze rozpuszczalnym w wodzie. Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz masę octanu sodu, jaką należy odważyć, aby finalnie otrzymać  $30 \text{ cm}^3$  roztworu tej soli o stężeniu  $0,15 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

### Zadanie 137

Szczawian amonu jest stosowany jako środek do usuwania rdzy i kamienia. W handlu dostępny jest w postaci monohydratu o wzorze  $\text{C}_2\text{H}_8\text{N}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ . Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz masę, jaką należy odważyć, aby finalnie otrzymać  $80 \text{ cm}^3$  roztworu tej soli o stężeniu  $0,05 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

### Zadanie 138

Kwas benzoesowy jest najprostszym aromatycznym kwasem karboksylowym. Związek jest powszechnie stosowany w przemyśle spożywczym jako środek konserwujący do żywności o numerze E210. Pod kątem fizycznym kwas benzoesowy jest białym krystalicznym ciałem stałym, o charakterystycznym kwaśnym smaku. Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz pojemność kolby miarowej, w jakiej należy rozpuścić 6,1 g kwasu benzoesowego, aby finalnie otrzymać roztwór o stężeniu  $0,50 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

### Zadanie 139

Roztwór formaliny o stężeniu procentowym 40% posiada gęstość równą  $1,092 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ . Dokonując odpowiednich obliczeń wyznacz stężenie molowe tego roztworu.

### Zadanie 140

Roztwór metanolu o stężeniu molowym  $22,2 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  posiada gęstość równą  $0,837 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ . Dokonując odpowiednich obliczeń wyznacz stężenie procentowe tego roztworu.

### Zadanie 141

Oblicz, w jakim stosunku masowym należy mieszać ze sobą wodę oraz roztwór benzoesu sodu o stężeniu 25%, aby uzyskać roztwór 10%.

### Zadanie 142

Oblicz, w jakim stosunku objętościowym należy mieszać ze sobą wodę oraz roztwór kwasu szczawiowego o stężeniu  $1,2 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ , aby uzyskać roztwór  $0,8 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

### Zadanie 143

Cytrynian magnezu dzięki swojej wysokiej stabilności i dobrej rozpuszczalności w wodzie jest jedną z najlepiej przyswajalnych form magnezu, wynoszącą około 90%. Jego systematyczne stosowanie reguluje funkcjonowanie mięśni oraz wspomaga równowagę elektrolitową. Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz objętość wody, jaką należy dodać do roztworu 150 g cytrynianu magnezu o stężeniu 40%, aby finalnie otrzymać roztwór 15%. Przyjmij gęstość wody  $1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ .

#### Zadanie 144

Kwas 2-hydroksybenzoesowy, zwany potocznie kwasem salicylowym, jest związkiem organicznym zawierającym grupę hydroksylową oraz grupę karboksylową, które są przyłączone do pierścienia benzenowego. Pod kątem fizycznym związek jest białym ciałem stałym o charakterystycznym kształcie kryształów w postaci długich i cienkich igieł. Najważniejszym zastosowaniem tej substancji jest produkcja kwasu acetylosalicylowego, czyli aspiryny. Samego kwasu salicylowego używa się w medycynie jako środka dezynfekującego w postaci wodno-etanolowego roztworu o nazwie spirytus salicylowy. Najczęściej handlowa forma takiego roztworu zawiera 2% kwasu salicylowego oraz 30% wody. Resztę stanowi roztwór etanolu o stężeniu 96%. Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz objętość wody, jaką należy dodać do roztworu 350 g spirytusu salicylowego, aby stężenie kwasu salicylowego w preparacie zmalało do 1,4%. Przyjmij gęstość wody  $1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ .

#### Zadanie 145

Zmieszano ze sobą 250 g roztworu sacharozy o stężeniu 15% z roztworem tego cukru o stężeniu 10%. Dokonując odpowiednich obliczeń wyznacz masę roztworu sacharozy o stężeniu 12%, jaką otrzymano po zmieszaniu.

#### Zadanie 146

Zmieszano ze sobą  $150 \text{ cm}^3$  roztworu octanu sodu o stężeniu  $0,8 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  z roztworem tej soli o stężeniu  $0,2 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Dokonując odpowiednich obliczeń wyznacz objętość roztworu octanu sodu o stężeniu  $0,4 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ , jaką otrzymano po zmieszaniu.

#### Zadanie 147

W kolbie miarowej o pojemności  $500 \text{ cm}^3$  zmieszano ze sobą 3,55 g monohydratu szczawianu amonu z roztworami tej soli w ilości 150 g o stężeniu 7,5% oraz  $230 \text{ cm}^3$  o stężeniu  $0,15 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Następnie kolbę miarową uzupełniono do kreski kalibracyjnej wodą. Oblicz stężenie molowe roztworu szczawianu amonu, jakie otrzymano po zmieszaniu.

#### Zadanie 148

Zaprojektuj, w jaki sposób przygotować 350 g roztworu kwasu szczawiowego o stężeniu 6%, mając do dyspozycji roztwory tego kwasu o stężeniach 2% oraz 9%.

#### Zadanie 149

Zaprojektuj, w jaki sposób przygotować  $720 \text{ cm}^3$  roztworu fruktozy o stężeniu  $0,35 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ , mając do dyspozycji roztwory tego cukru o stężeniach  $0,25 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  oraz  $0,75 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

#### Zadanie 150

Z 450 g roztworu rezorcyny o stężeniu 35% odparowano 150 g wody. Oblicz stężenie procentowe roztworu tej substancji powstałego po odparowaniu wody.

#### Zadanie 151

Z  $250 \text{ cm}^3$  roztworu benzoesanu sodu o stężeniu  $0,035 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  odparowano  $110 \text{ cm}^3$  wody. Oblicz stężenie molowe roztworu tej soli powstałego po odparowaniu wody.

#### Zadanie 152

Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz, ile gramów fruktozy należy dodać do 280 g roztworu tego cukru o stężeniu 15%, aby otrzymać roztwór o stężeniu 22%.

### Zadanie 153

Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz, jaką objętość wody należy odparować z 450 cm<sup>3</sup> roztworu kwasu salicylowego o stężeniu 0,2 mol · dm<sup>-3</sup>, aby otrzymać roztwór o stężeniu 0,5 mol · dm<sup>-3</sup>.

### Zadanie 154

Dokonując odpowiednich obliczeń wyznacz objętość roztworu kwasu azotowego(V) o stężeniu 65% i gęstości 1,391 g · cm<sup>-3</sup>, jaką należy odmierzyć, aby przygotować 250 ml roztworu tego kwasu o stężeniu molowym 0,8 mol · dm<sup>-3</sup>.

### Zadanie 155

Dokonując odpowiednich obliczeń wyznacz objętość roztworu esencji octowej o stężeniu 80% i gęstości 1,073 g · cm<sup>-3</sup>, jaką należy odmierzyć, aby przygotować 1 l roztworu kwasu octowego o stężeniu molowym 2,5 mol · dm<sup>-3</sup>.

### Zadanie 156

Spirytus rektyfikowany jest destylatem alkoholu etylowego. Ze względu na fakt, iż alkohol tworzy z wodą mieszaninę azeotropową, maksymalne stężenie objętościowe, które można uzyskać, wynosi 96,5%. Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz objętość wody, jaką należy użyć do rozcieńczenia roztworu spirytusu rektyfikowanego o stężeniu 95% i gęstości 0,804 g · cm<sup>-3</sup>, aby przygotować 350 ml roztworu etanolu o stężeniu molowym 1,2 mol · dm<sup>-3</sup>. Przyjmij gęstość wody 1 g · cm<sup>-3</sup>. W obliczeniach zaniedbaj zjawisko kontrakcji.

### Zadanie 157

Z 240 g nasyconego w temperaturze 15 °C roztworu sacharozy odparowano wodę i otrzymano 160 g cukru. Oblicz rozpuszczalność sacharozy w tej temperaturze.

### Zadanie 158

Rozpuszczalność bezwodnej formy cytrynianu magnezu w temperaturze 25 °C wynosi 20 g substancji na 100 g wody. Oblicz, ile cm<sup>3</sup> wody należy odmierzyć, aby otrzymać 180 g nasyconego roztworu soli w tej temperaturze. Gęstość wody wynosi 0,998 g · cm<sup>-3</sup>.

### Zadanie 159

Rozpuszczalność bezwodnej formy kwasu szczawowego w temperaturze 80 °C wynosi 84 g substancji na 100 g wody, zaś w temperaturze 20 °C wynosi 9,5 g substancji na 100 g wody. Przygotowano 250 g nasyconego roztworu kwasu szczawowego w temperaturze 80 °C, a następnie ochłodzono go do 20 °C. Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz masę substancji, jaka wykryształizowała z tego roztworu.

### Zadanie 160

Rozpuszczalność czystej D-glukozy w temperaturze 80 °C wynosi 440 g substancji na 100 g wody, zaś w temperaturze 30 °C wynosi 120 g substancji na 100 g wody. Przygotowano 110 g nasyconego roztworu glukozy w temperaturze 30 °C, a następnie podgrzano go do 80 °C. W wyniku ogrzewania z roztworu odparowało 40 g wody. Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz masę glukozy i na tej podstawie oceń, czy otrzymany roztwór w temperaturze 80 °C będzie nienasycony, nasycony, czy przesycony.

### Zadanie 161

Rozpuszczalność kwasu benzoowego w temperaturze 80 °C wynosi 8,5 g substancji na 1 kg wody, zaś w temperaturze 10 °C wynosi 2,1 g substancji na 1 kg wody. Przygotowano 440 g nasyconego roztworu tego kwasu w temperaturze 10 °C, a następnie podgrzano go do 80 °C. W wyniku ogrzewania z roztworu odparowało 320 g wody. Za pomocą odpowiednich obliczeń wyznacz masę kwasu i na tej podstawie oceń, czy otrzymany roztwór w temperaturze 80 °C będzie nienasycony, nasycony, czy przesycony.

### Zadanie 162

Rozpuszczalność kwasu benzoowego w temperaturze 25 °C wynosi 3,44 g substancji na 1 kg wody. Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz stężenie procentowe nasyconego roztworu kwasu benzoowego w tej temperaturze.

### Zadanie 163

Rozpuszczalność bezwodnego octanu sodu w temperaturze 20 °C wynosi 50 g substancji na 100 g wody. Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz stężenie procentowe nasyconego roztworu octanu sodu w tej temperaturze.

### Zadanie 164

Rozpuszczalność monohydratu szczawianu amonu w temperaturze 20 °C wynosi 14,5 g substancji na 100 g wody. Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz stężenie procentowe nasyconego roztworu szczawianu amonu w tej temperaturze.

### Zadanie 165

Winian sodowo-potasowy, zwany potocznie solą Rochelle'a, to podwójna sól kwasu winowego. Zazwyczaj występuje ona w postaci czterowodnej o wzorze  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ . Pod kątem fizycznym związek jest białym, krystalicznym ciałem stałym. Dawniej substancja była stosowana w medycynie jako środek przeczyszczający oraz używana do srebrzenia luster. Obecnie służy do sporządzania roztworu Fehlinga, który pozwala na rozróżnienie aldehydów i ketonów. Rozpuszczalność tetrahydratu winianu sodowo-potasowego w temperaturze 20 °C wynosi 63 g substancji na 100 g wody. Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz stężenie procentowe nasyconego roztworu winianu sodowo-potasowego w tej temperaturze.

### Zadanie 166

Dokonując odpowiednich obliczeń wyznacz rozpuszczalność dihydratu cytrynianu sodu w temperaturze 20 °C, jeżeli stężenie procentowe nasyconego roztworu w tej temperaturze wynosi 36,7%.

### Zadanie 167

Dokonując odpowiednich obliczeń wyznacz rozpuszczalność dihydratu kwasu szczawiowego w temperaturze 20 °C, jeżeli stężenie procentowe nasyconego roztworu w tej temperaturze wynosi 8,5%.

## Przydatne wiadomości

stężenie procentowe	stężenie molowe
stosunek <u>masy</u> substancji rozpuszczonej do <u>masy całego roztworu</u> $C_{\%} = \frac{m_s}{m_r} \cdot 100\%$	stosunek <u>liczby moli</u> substancji rozpuszczonej do <u>objętości całego roztworu</u> $C_M = \frac{n_s}{V_r}$
<b>przeliczanie stężeń</b>	
$C_M \cdot M \cdot 100\% = C_{\%} \cdot d_r$ $\left[ \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot \% = \% \cdot \frac{\text{g}}{\text{dm}^3} \right]$	
<b>mieszanie roztworów – metoda krzyżowa</b>	
stężenie procentowe	stężenie molowe
$\frac{m_{r1}}{m_{r2}} = \frac{ C_{\%X} - C_{\%2} }{ C_{\%X} - C_{\%1} }$	$\frac{V_{r1}}{V_{r2}} = \frac{ C_{MX} - C_{M2} }{ C_{MX} - C_{M1} }$
<b>Rozpuszczalność substancji</b>	
Maksymalna ilość substancji, jaka może rozpuścić się w 100 gramach rozpuszczalnika w danej temperaturze i pod stałym ciśnieniem (masa substancji / 100 g rozpuszczalnika). <b>x</b> gram substancji – <b>100</b> gram rozpuszczalnika – <b>x + 100</b> gram roztworu <u>mniej</u> substancji < <b>x</b> gram substancji w roztworze < <u>więcej</u> substancji roztwór nienasycony < roztwór nasycony < roztwór przesycony	

## 5. Wydajność procesów fizycznych i reakcji chemicznych

### Zadanie 168

3,55 g mieszaniny zawierającej kwas benzoesowy poddano oczyszczaniu na drodze krystalizacji. W wyniku tego procesu finalnie otrzymano 2,85 g czystego związku. Na podstawie podanych informacji oblicz wydajność procesu oczyszczania.

### Zadanie 169

2,35 g mieszaniny zawierającej 4-toluidynę poddano oczyszczaniu na drodze destylacji z parą wodną. W wyniku tego procesu finalnie otrzymano 2,22 g czystego związku. Na podstawie podanych informacji oblicz wydajność procesu oczyszczania.

### Zadanie 170

2,80 g mieszaniny zawierającej mocznik poddano oczyszczaniu na drodze sublimacji. W wyniku tego procesu finalnie otrzymano 2,32 g czystego związku. Na podstawie podanych informacji oblicz wydajność procesu oczyszczania.

### Zadanie 171

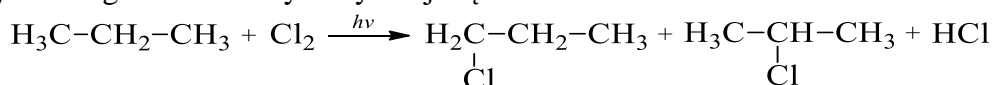
50 cm<sup>3</sup> mieszaniny zawierającej metanol oczyszczono na drodze destylacji prostej, otrzymując finalnie 46,8 cm<sup>3</sup> czystego związku. Oblicz wydajność procesu oczyszczania wyrażoną w % (v/v). Wyraź tę wartość w % (m/m), jeżeli wiadomo, że gęstość początkowej mieszaniny wynosiła 0,822 g · cm<sup>-3</sup>, zaś otrzymanego metanolu 0,796 g · cm<sup>-3</sup>.

### Zadanie 172

150 cm<sup>3</sup> mieszaniny zawierającej aceton oczyszczono na drodze destylacji prostej, otrzymując finalnie 112,5 cm<sup>3</sup> czystego związku. Oblicz wydajność procesu oczyszczania wyrażoną w % (v/v). Wyraź tę wartość w % (m/m), jeżeli wiadomo, że gęstość początkowej mieszaniny wynosiła 0,852 g · cm<sup>-3</sup>, zaś otrzymanego acetonu to 0,791 g · cm<sup>-3</sup>.

### Zadanie 173

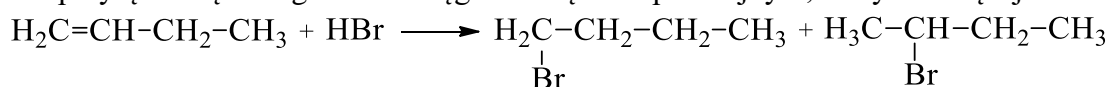
Halogenowanie alkanów w obecności światła to przykład substytucji rodnikowej. W reakcji, gdzie możliwe jest powstanie kilku produktów, związkiem tworzącym się w większościowym udziale jest halogenek alkilowy o wyższej rzędowości.



W wyniku chlorowania propanu w obecności światła powstaje mieszanina 1-chloropropanu oraz 2-chloropropanu. Oblicz masy obu produktów, jeżeli wiadomo, że do reakcji użyto 336 l propanu odmierzonego w warunkach normalnych. Konwersja alkanu wynosi 85%, a produkty powstają w stosunku masowym: 1-chloropropan: 2-chloropropan 9:11.

### Zadanie 174

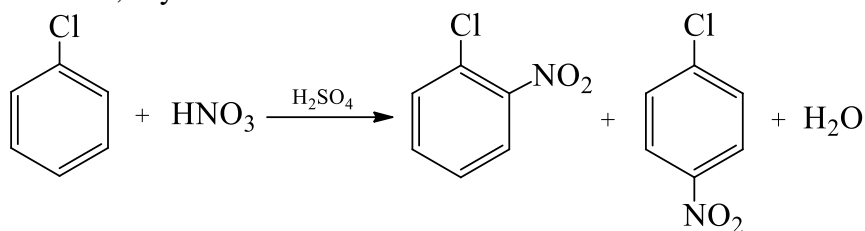
Addycja cząsteczki HX do alkeny może zachodzić według mechanizmu elektrofilowego. Wtedy sposób przyłączenia określa reguła Markowinikowa. Jej uproszczona wersja głosi, że atom wodoru przyłącza się do tego atomu węgla w wiązaniu podwójnym, który ma więcej wodorów.



W wyniku bromowania but-1-enu powstaje mieszanina 1-bromobutanu oraz 2-bromobutanu. Oblicz masy obu produktów, wiedząc, że do reakcji użyto 16,8 g but-1-enu, konwersja alkeny wynosi 90%, a produkty powstają w stosunku masowym: 1-bromobutan: 2-bromobutan 1:9.

### Zadanie 175

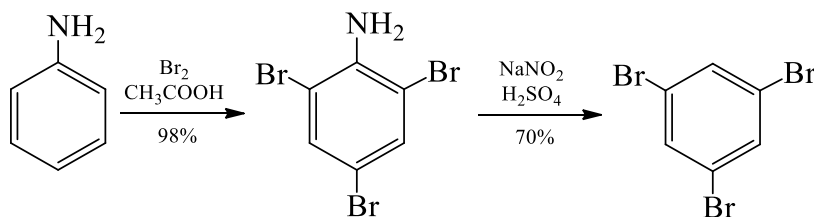
Nitrowanie związków aromatycznych jest jedną z najstarszych i najlepiej poznanych reakcji substytucji elektrofilowej, a aromatyczne związki nitrowe znajdują szereg zastosowań jako materiały wybuchowe, czy też barwniki.



W wyniku nitrowania 2 cm<sup>3</sup> chlorobenzenu w środowisku kwasowym otrzymano mieszaninę dwóch produktów. Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz masy obu powstałych izomerów, jeżeli wiadomo, że wydajność otrzymywania 2-chloronitrobenzenu wynosi 35%, a wydajność syntezy 4-chloronitrobenzenu wynosi 75%. Oblicz, jaka objętość roztworu kwasu azotowego(V) o stężeniu 65% i gęstości 1,391 g · cm<sup>-3</sup> jest potrzebna do przeprowadzenia opisaney reakcji, wiedząc, że należy użyć jego 1,5-krotny nadmiar. Gęstość chlorobenzenu wynosi 1,108 g · cm<sup>-3</sup>.

### Zadanie 176

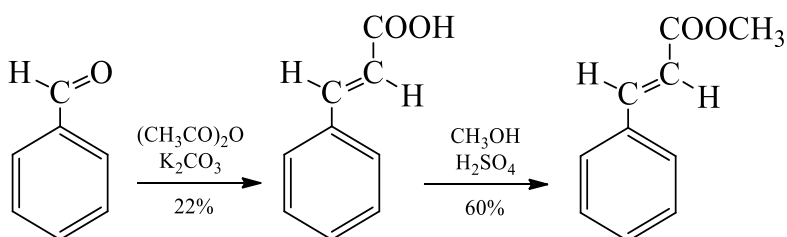
1,3,5-tribromobenzen jest węglowodorem aromatycznym, stosowanym głównie jako dodatek do olejów silnikowych, a także jako półprodukt w syntezie farmaceutyków, pestycydów oraz środków zmniejszających palność. Pod kątem fizycznym jest to jasnożółte, krystaliczne ciało stałe.



1,3,5-tribromobenzen można otrzymać na drodze dwuetapowej syntezy. Wychodząc z aniliny, najpierw przeprowadza się bromowanie (W = 98%), po czym otrzymaną 2,4,6-tribromoanilinę poddaje się diazowaniu (W = 70%). Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz całkowitą wydajność reakcji otrzymywania 1,3,5-tribromobenzenu.

### Zadanie 177

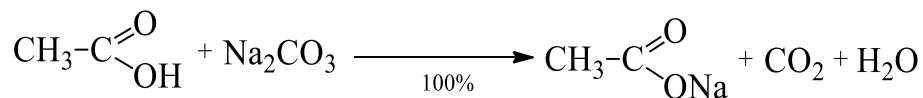
Cynamonian metylu jest związkiem organicznym z grupy estrów. Pod kątem fizycznym jest to żółte, krystaliczne ciało stałe o charakterystycznym słodkim zapachu i smaku. Ze względu na swój wyrazisty i trwały aromat jest stosowany jako aromatyzator w przemyśle spożywczym oraz jako komponent w perfumach i kosmetykach.



Cynamonian metylu można otrzymać w dwóch etapach. Wychodząc z benzaldehydu najpierw przeprowadza się acylowanie przy użyciu bezwodnika octowego (W = 22%). Tak otrzymany kwas cynamonowy poddaje się estryfikacji metanolem (W = 60%). Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz całkowitą wydajność reakcji otrzymywania estru kwasu cynamonowego.

### Zadanie 178

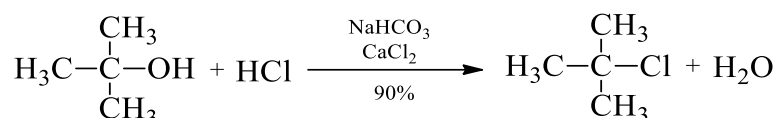
Synteza octanu sodu jest przykładem otrzymywania soli w reakcji pomiędzy kwasem a solą słabszego kwasu. Reakcja ta przebiega stechiometrycznie z wydajnością 100%.



Dokonując odpowiednich obliczeń wyznacz objętość lodowatego kwasu octowego o stężeniu 99,5% i gęstości  $1,051 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ , jaka jest potrzebna do przeprowadzenia opisaney reakcji, jeżeli wiadomo, że użyto w niej 14,3 g dekahydratu węglanu sodu  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ .

### Zadanie 179

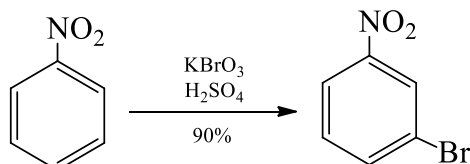
Chlorek *tert*-butylu jest związkiem organicznym, który znalazł zastosowanie głównie jako substrat w procesach alkilowania związków aromatycznych. Otrzymuje się go w reakcji substytucji nukleofilowej pomiędzy alkoholem *tert*-butylowym a kwasem solnym.



Oblicz, ile  $\text{cm}^3$  chlorku *tert*-butylu powstanie w opisaney reakcji, jeżeli wiadomo, że do jej przeprowadzenia użyto  $14,15 \text{ cm}^3$  *tert*-butanolu o gęstości  $0,785 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ . Wydajność tej reakcji wynosi 90%. Gęstość chlorku *tert*-butylu wynosi  $0,851 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ .

### Zadanie 180

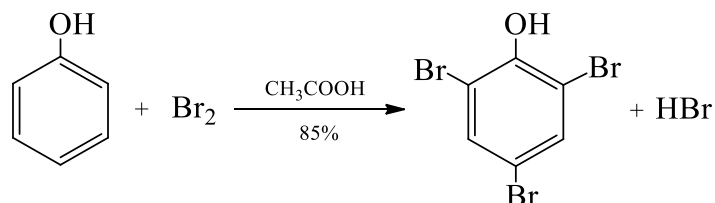
Nitrobenzen jest żółtą, oleistą cieczą, o charakterystycznym zapachu gorzkich migdałów. Reakcja bromowania nitrobenzenu jest przykładem substytucji elektrofilowej, w wyniku której powstaje 3-bromonitrobenzen, jako jedyny produkt. W zależności od czynnika bromującego wydajność syntezy 3-bromonitrobenzenu może być różna. Przy użyciu bromu w obecności żelaza produkt tworzy się z wydajnością 80%. W przypadku kiedy czynnikiem bromującym jest bromian(V) potasu w środowisku kwasowym, wydajność wzrasta do 90%.



Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz objętość nitrobenzenu, jaka jest potrzebna do przeprowadzenia opisaney reakcji, aby finalnie otrzymać 2,5 g 3-bromonitrobenzenu. Wydajność tej reakcji wynosi 90%. Gęstość nitrobenzenu wynosi  $1,199 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ .

### Zadanie 181

Fenol jest wyjątkowo reaktywnym związkiem, a jego bromowanie skutkuje podstawieniem jednocześnie wszystkich trzech możliwych pozycji w pierścieniu aromatycznym. W efekcie prowadzi to do utworzenia 2,4,6-tribromofenolu jako jedynego produktu reakcji. Związek ten jest stosowany jako prekursor przy syntezie preparatów do konserwacji drewna.

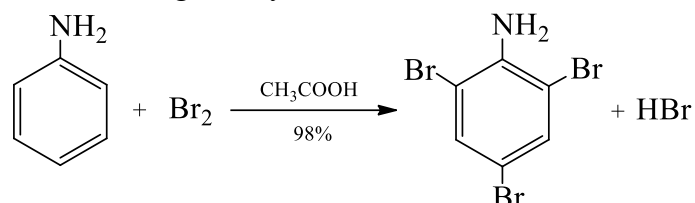


Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz objętość bromu, jaka jest potrzebna do przeprowadzenia opisaney reakcji, aby finalnie otrzymać 5,5 g 2,4,6-tribromofenolu, jeżeli

wiadomo, że do jej wykonania niezbędny jest dwukrotny nadmiar bromu. Wydajność tej reakcji wynosi 85%. Gęstość bromu wynosi  $3,119 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ .

### Zadanie 182

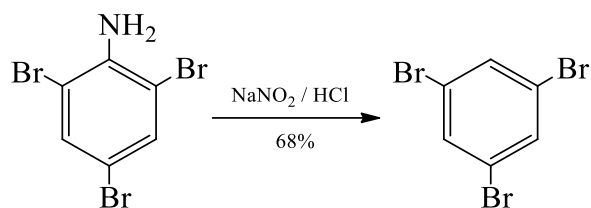
Anilina jest wyjątkowo reaktywnym związkiem, a jej bromowanie skutkuje podstawieniem jednocześnie wszystkich trzech możliwych pozycji w pierścieniu aromatycznym. W wyniku reakcji powstaje 2,4,6-tribromoanilina jako jedyny produkt reakcji. Związek ten jest powszechnie stosowany przy produkcji farmaceutyków, środków agrochemicznych oraz jako prekursor przy syntezie środków gaśniczych.



Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz objętość aniliny, jaka jest potrzebna do przeprowadzenia opisanej reakcji, aby finalnie otrzymać 12,2 g 2,4,6-tribromoaniliny. Wydajność tej reakcji wynosi 98%. Gęstość aniliny wynosi  $1,022 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ .

### Zadanie 183

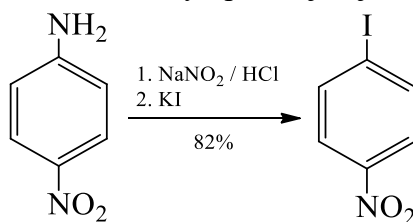
Diazowanie jest reakcją pierwszorzędowych amin (głównie aromatycznych) z kwasem azotowym(III). Ze względu na nietrwały charakter kwasu azotowego(III) związek ten jest generowany *in situ* w środowisku reakcji za pomocą azotanu(III) sodu i kwasu solnego. Diazowanie 2,4,6-tribromoaniliny, a następnie rozkład powstałej soli diazoniowej, w efekcie prowadzi do uzyskania 1,3,5-tribromobenzenu.



Dokonując odpowiednich obliczeń wyznacz masę 2,4,6-tribromoaniliny, jaka jest potrzebna do przeprowadzenia opisanej reakcji, aby otrzymać 430 mg 1,3,5-tribromobenzenu. Wydajność tej reakcji wynosi 68%.

### Zadanie 184

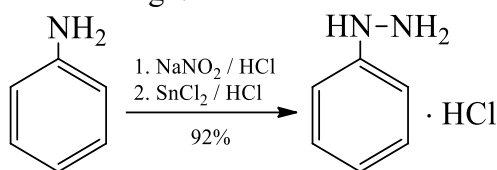
4-jodonitrobenzen jest ważnym surowcem, powszechnie stosowanym w syntezie organicznej, m.in. w przemyśle farmaceutycznym, agrochemicznym, a także przy produkcji barwników. Pod kątem fizycznym jest to jasnopomarańczowe, krystaliczne ciało stałe. Związek ten można otrzymać w wyniku diazowania 4-nitroaniliny i późniejszej reakcji z jodkiem potasu.



Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz masę 4-jodonitrobenzenu, jaka powstanie w opisanej reakcji, jeżeli wiadomo, że do jej wykonania użyto 3,5 g 4-nitroaniliny. Wydajność tej reakcji wynosi 82%.

### Zadanie 185

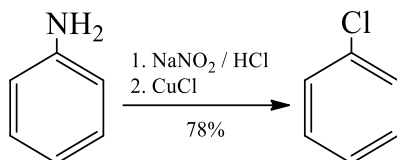
Chlorowoderek fenylohydrazyny jest białym, krystalicznym ciałem stałym, otrzymywanym z aniliny w wyniku diazowania i późniejszej redukcji otrzymanej soli diazoniowej przy użyciu chlorku cyny w obecności kwasu solnego.



Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz objętość aniliny, jaka jest potrzebna do przeprowadzenia opisanego reakcji, aby finalnie otrzymać 6,8 g chlorowodoru fenylohydrazyny. Wydajność tej reakcji wynosi 92%. Gęstość aniliny wynosi  $1,022 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ .

### Zadanie 186

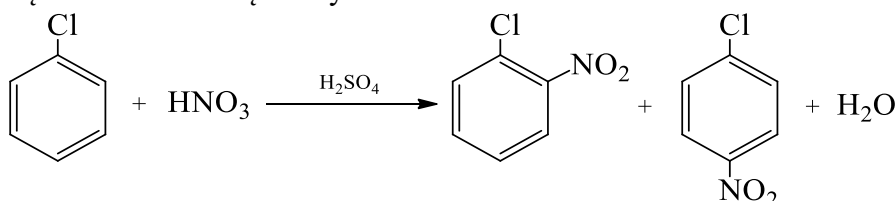
Chlorobenzen, jak również inne halogenki arylowe, można zsyntezować z amin aromatycznych w reakcji Sandmeyera. Metoda ta polega na reakcji amin aromatycznych z kwasem azotowym(III), w wyniku której powstaje sól arenodiazoniowa. W następnym etapie utworzona sól reaguje z odpowiednim halogenkiem miedzi(I), finalnie tworząc halogenek arylowy.



Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz masę chlorobenzenu, jaka powstanie w opisanego reakcji, jeżeli wiadomo, że do jej wykonania użyto  $5,2 \text{ cm}^3$  aniliny. Wydajność tej reakcji wynosi 78%. Gęstość aniliny wynosi  $1,022 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ .

### Zadanie 187

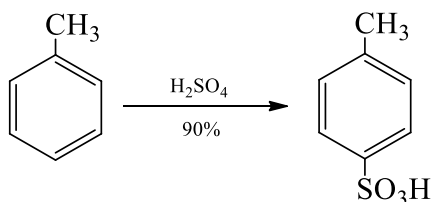
Nitrowanie chlorobenzenu prowadzi do otrzymania dwóch produktów reakcji, przy czym ilości tworzących się izomerów nie są identyczne.



Wiedząc, że podczas chlorowania  $6,5 \text{ cm}^3$  chlorobenzenu powstało 1,55 g 2-chloronitrobenzenu oraz 3,85 g 4-chloronitrobenzenu, wyznacz wydajności reakcji otrzymywania obu izomerów i stosunek molowy, w jakim występują produkty. Gęstość chlorobenzenu wynosi  $1,108 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ .

### Zadanie 188

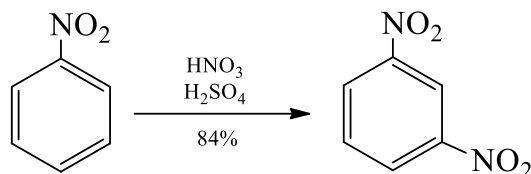
Kwas 4-toluenosulfonowy jest stosowany jako katalizator kwasowy w procesach estryfikacji. Na skalę przemysłową otrzymuje się go podczas sulfonowania toluenu. Reakcja ta przebiega z wydajnością 90%.



Wyznacz objętość roztworu kwasu siarkowego(VI) o stężeniu 95% i gęstości  $1,832 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ , jaka jest potrzebna do tej reakcji, aby finalnie otrzymać 4,5 g kwasu 4-toluenosulfonowego.

### Zadanie 189

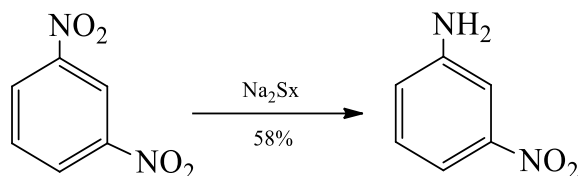
Nitrowanie nitrobenzenu mieszaniną dymiącego kwasu azotowego(V) ze stężonym kwasem siarkowym(VI) skutkuje otrzymaniem 1,3-dinitrobenzenu, który jest związkiem powszechnie stosowanym w syntezie materiałów wybuchowych. Wydajność tej reakcji wynosi 84%.



Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz objętości nitrobenzenu ( $d = 1,199 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ), dymiącego  $\text{HNO}_3$  (99%,  $d = 1,511 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) oraz stężonego  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (95%,  $d = 1,832 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ), jakie są potrzebne do tej reakcji, aby finalnie otrzymać 7 g 1,3-dinitrobenzenu, jeżeli stosunek molowy reagentów wynosi 1:3:3.

### Zadanie 190

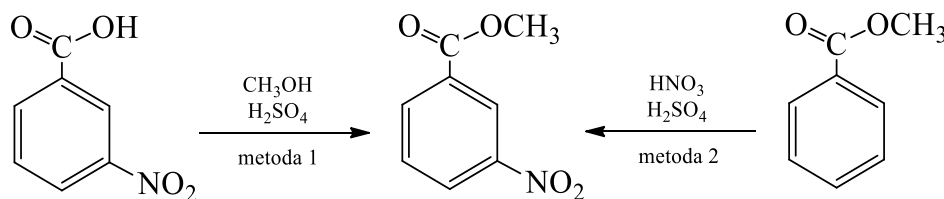
3-Nitroanilina stanowi ważny prekursor w syntezie barwników. Jedną z metod syntezy tego związku jest reakcja Zinina. Polega ona na redukcji 1,3-dinitrobenzenu przy użyciu roztworu wielosiarczku sodu.



Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz masę 3-nitroaniliny, jaka powstanie w opisanej reakcji, jeżeli wiadomo, że do jej przeprowadzenia użyto 12,5 g 1,3-dinitrobenzenu. Wydajność tej reakcji wynosi 58%.

### Zadanie 191

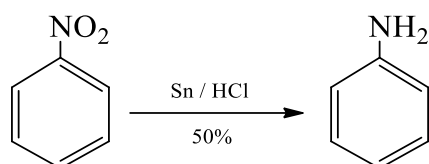
Pochodne estrów metylowych podstawionych kwasów benzoesowych są substancjami szeroko stosowanymi w przemyśle kosmetycznym, spożywczym, czy farmaceutycznym. Przykładem takiego związku jest 3-nitrobenzoesan metylu. Istnieje kilka sposobów jego syntezy. Jednym z nich jest estryfikacja kwasu 3-nitrobenzoesowego metanolem w środowisku kwasowym (metoda 1). Alternatywna metoda polega na nitrowaniu benzoesanu metylu (metoda 2).



Oblicz wydajności syntezy 3-nitrobenzoesan metylu obiema alternatywnymi metodami, jeżeli wiadomo, że niezależnie od zastosowanej metody w każdym przypadku otrzymano 4,52 g produktu. Do reakcji estryfikacji użyto 4,9 g kwasu 3-nitrobenzoesowego, zaś do nitrowania zastosowano 3,7  $\text{cm}^3$  benzoesanu metylu o gęstości 1,083  $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ . Na podstawie otrzymanych wyników wskaż, która z metod jest wydajniejsza.

### Zadanie 192

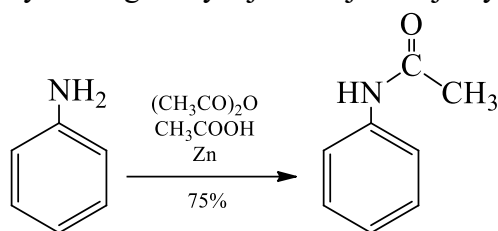
Anilina jest najprostszą aminą aromatyczną. Substancja stanowi popularny surowiec w chemii organicznej. Często jest ona także stosowana jako rozpuszczalnik. Pod kątem fizycznym anilina jest oleistą bezbarwną cieczą, brunatniejącą na powietrzu, o charakterystycznym zapachu zepsutych ryb. Jedną z bardziej znanych metod syntezy aniliny jest redukcja nitrobenzenu przy użyciu cyny w obecności kwasu solnego.



Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz objętość aniliny, jaka powstanie w opisanej reakcji, jeżeli wiadomo, że do jej przeprowadzenia użyto  $12,25 \text{ cm}^3$  nitrobenzenu o gęstości  $1,199 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ . Wydajność tej reakcji wynosi 50%. Gęstość aniliny wynosi  $1,022 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ .

### Zadanie 193

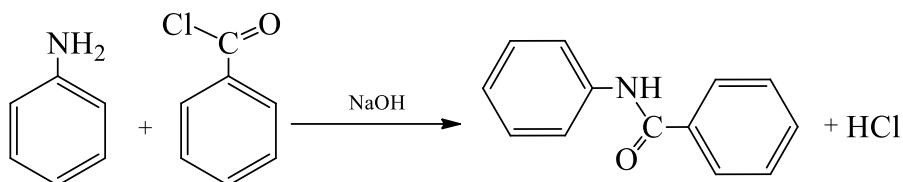
Jedną z bardziej znanych metod syntezy acetanilidu, powszechnie stosowaną zarówno w przemyśle, jak i w warunkach laboratoryjnych, jest acetylowanie aniliny bezwodnikiem octowym w obecności pyłu cynkowego. Wydajność tej reakcji wynosi 75%.



Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz objętości aniliny ( $d = 1,022 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ), bezwodnika octowego ( $d = 1,082 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) oraz kwasu octowego (80%,  $d = 1,073 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ), jakie są potrzebne do tej reakcji, aby finalnie otrzymać 9 g acetanilidu. W reakcji należy użyć 1,5-krotny nadmiar bezwodnika octowego, a na każdy 1 g aniliny stosuje się 1,2 g 80% kwasu octowego.

### Zadanie 194

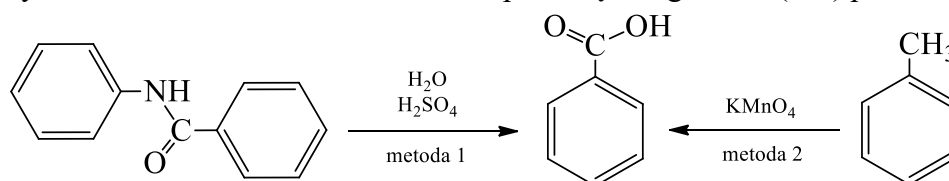
Benzanilid jest związkiem organicznym używanym do produkcji barwników, farmaceutyków oraz perfum. Można go otrzymać w reakcji kondensacji aniliny z chlorkiem benzoilu.



Zmieszano ze sobą  $4,55 \text{ cm}^3$  aniliny,  $6,95 \text{ cm}^3$  chlorku benzoilu oraz  $50 \text{ cm}^3$  10% roztworu wodorotlenku sodu. Naczynie zamknięto korkiem, po czym wstrząsano je energicznie przez 15 minut. Po tym czasie powstały osad odsączono i wysuszono na powietrzu. Otrzymano 8,85 g surowego benzanilidu. Związek oczyszczono na drodze krystalizacji, uzyskując finalnie 7,38 g produktu. Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz wydajność procesu oczyszczania i wydajność reakcji. Gęstość aniliny wynosi  $1,022 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ , natomiast dla chlorku benzoilu to  $1,212 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ .

### Zadanie 195

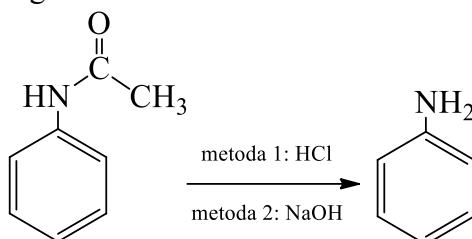
Istnieje kilka sposobów syntezy kwasu benzoowego w warunkach laboratoryjnych. Jednym z nich jest hydroliza benzanilidu w środowisku kwasowym (metoda 1). Alternatywnie kwas ten można otrzymać na drodze utleniania toluenu za pomocą manganianu(VII) potasu (metoda 2).



Oblicz wydajności syntezy kwasu benzoesowego obiema alternatywnymi metodami, jeżeli wiadomo, że niezależnie od zastosowanej metody w każdym przypadku otrzymano 5,48 g produktu. Do reakcji hydrolizy użyto 11,8 g benzanilidu, natomiast do utleniania zastosowano 5,6 cm<sup>3</sup> toluenu o gęstości 0,862 g · cm<sup>-3</sup>. Na podstawie otrzymanych wyników wskaż, która z metod jest wydajniejsza.

### Zadanie 196

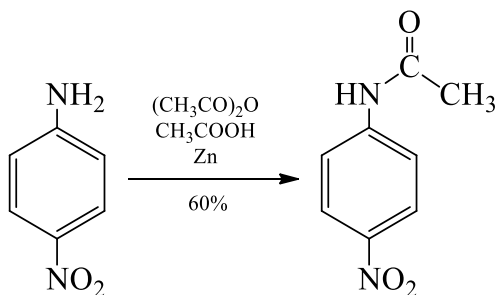
Hydroliza acetanilidu finalnie prowadzi do otrzymania aniliny. Reakcję można przeprowadzać w różnych warunkach. I tak, w zależności od środowiska reakcji, otrzymuje się różne wydajności produktu końcowego.



Przeprowadzono dwie syntezy aniliny na drodze hydrolizy acetanilidu w różnych warunkach środowiskowych. Do pierwszej z nich użyto 4 g acetanilidu, otrzymując finalnie 2,43 cm<sup>3</sup> aniliny (metoda 1). W drugiej zastosowano 6 g acetanilidu, uzyskując końcowo 3,43 cm<sup>3</sup> aniliny (metoda 2). Na podstawie odpowiednich obliczeń podaj wydajności obu alternatywnych reakcji oraz na ich podstawie wskaż, która z metod jest wydajniejsza. Gęstość aniliny wynosi 1,022 g · cm<sup>-3</sup>.

### Zadanie 197

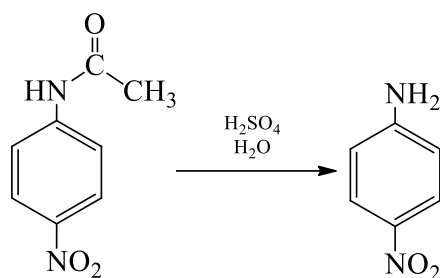
Acetylowe pochodne amin otrzymuje się najczęściej w reakcji z udziałem kwasu octowego lub jego bezwodnika. Przykładem takiej przemiany jest synteza 4-nitroacetanilidu z 4-nitroaniliny. Wydajność tej reakcji wynosi 60%. 4-nitroacetanilid stanowi ważny surowiec stosowany przy produkcji barwników.



Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz masę 4-nitroaniliny oraz objętości bezwodnika octowego ( $d = 1,082 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) i kwasu octowego (80%,  $d = 1,073 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ), jakie są potrzebne do tej reakcji, aby otrzymać 12,5 g 4-nitroacetanilidu. W reakcji należy użyć 1,2-krotny nadmiar bezwodnika octowego, a na każdy 1 g 4-nitroaniliny stosuje się 0,8 g 80% kwasu octowego.

### Zadanie 198

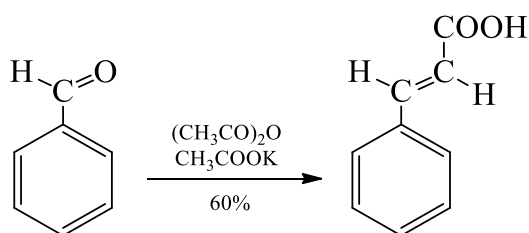
4-Nitroanilina jest jedną z popularniejszych pochodnych amin aromatycznych. Substancja jest powszechnie stosowana w przemyśle farmaceutycznym przy produkcji leków dla drobiu. Ze względu na swoje właściwości przeciwutleniające związek jest także używany jako dodatek w celu poprawy jakości paliw. Obok wymienionych zastosowań 4-nitroanilina jest prekursorem w syntezie 4-fenylendiaminy, czyli barwnika określanego jako sztuczna henna. Substancja ta jest stosowana w wyrobach kosmetycznych, hennie, czy farbach drukarskich. W laboratorium 4-nitroanilinę otrzymuje poprzez hydrolizę 4-nitroacetanilidu w środowisku kwasowym.



Zmieszano ze sobą 4,5 g 4-nitroacetanilidu oraz 17,5 cm<sup>3</sup> roztworu kwasu siarkowego(VI) o stężeniu 25%. Po zakończeniu reakcji powstały żółty osad odsączono, po czym wysuszono go na powietrzu. Otrzymano 3,6 g surowej 4-nitroaniliny. Związek oczyszczono na drodze krystalizacji, uzyskując finalnie 3,2 g produktu. Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz wydajność procesu oczyszczania i wydajność reakcji.

### Zadanie 199

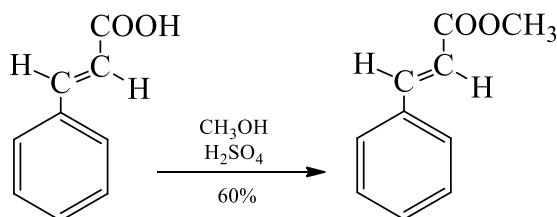
Kwas cynamonowy i jego pochodne stosowane są jako składniki perfum i farmaceutyków oraz służą do produkcji barwników, w tym wyrobu syntetycznego barwnika znanego jako indygo. Jedną z popularniejszych metod syntezy tego związku jest reakcja kondensacji benzaldehydu z bezwodnikiem octowym w środowisku zasadowym. Surowy produkt można oczyścić poprzez krystalizację, stosując 20 cm<sup>3</sup> mieszaniny złożonej z trzech objętości wody i jednej objętości etanolu na każdy gram związku. W efekcie otrzymuje się kwas cynamonowy w postaci bezbarwnych kryształów.



Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz masę kwasu cynamonowego, jaka powstanie w opisanej reakcji, jeżeli wiadomo, że do jej przeprowadzenia użyto 1,5-krotny nadmiar bezwodnika octowego w ilości 7,2 cm<sup>3</sup>. Wydajność tej reakcji wynosi 60%. Gęstość bezwodnika octowego to 1,082 g·cm<sup>-3</sup>. Oblicz, jaką objętość wody oraz etanolu należy użyć do oczyszczenia otrzymanego kwasu cynamonowego.

### Zadanie 200

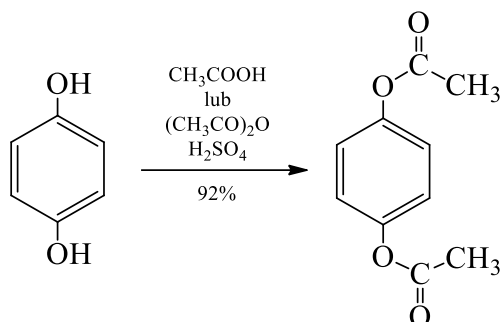
Estry metylowe, etylowe czy benzylowe kwasu cynamonowego wykorzystuje się powszechnie w przemyśle perfumeryjnym. Przykładem jednego z popularniejszych związków tej klasy jest cynamonian metylu. Pod kątem fizycznym związek ten jest białym, krystalicznym ciałem stałym o charakterystycznym zapachu poziomek. Cynamonian metylu można otrzymać na drodze estryfikacji kwasu cynamonowego metanolem w środowisku kwasowym.



Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz masę cynamonianu metylu, jaka powstanie w opisanej reakcji, jeżeli wiadomo, że do jej przeprowadzenia użyto 2,80 g kwasu cynamonowego oraz 1,5 cm<sup>3</sup> 98% metanolu. Wydajność tej reakcji wynosi 60%. Gęstość metanolu wynosi 0,801 g·cm<sup>-3</sup>.

### Zadanie 201

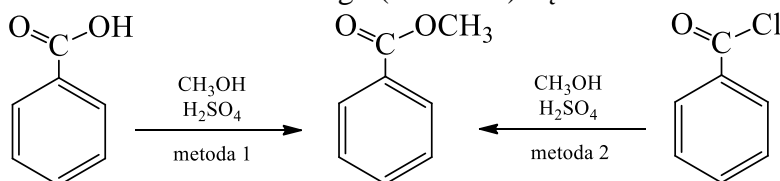
Dioctan hydrochinonu jest diacetylową pochodną hydrochinonu, stosowaną głównie w syntezie złożonych związków heterocyklicznych. Substancja otrzymywana jest bezpośrednio w reakcji estryfikacji hydrochinonu przy użyciu kwasu octowego bądź jego bezwodnika w środowisku kwasowym.



Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz objętość kwasu octowego o stężeniu 80%, jaką należy użyć do przeprowadzenia opisanej reakcji, jeżeli wiadomo, że ilość ta ma zastąpić 9,6 cm<sup>3</sup> bezwodnika octowego. Gęstość 80% roztworu kwasu octowego wynosi 1,073 g · cm<sup>-3</sup>, natomiast dla bezwodnika octowego 1,082 g · cm<sup>-3</sup>.

### Zadanie 202

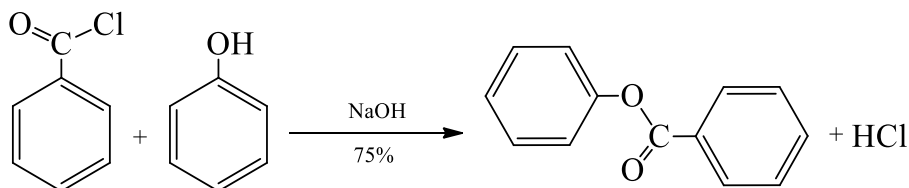
Benzoesan metylu jest używany w przemyśle spożywczym jako dodatek smakowo-zapachowy, głównie przy produkcji napojów, słodczy, lodów, czy pieczywa. Można go otrzymać na drodze estryfikacji metanolem kwasu benzoowego (metoda 1) bądź chlorku benzoilu (metoda 2).



Oblicz wydajności syntezy benzoesanu metylu obiema alternatywnymi metodami, jeżeli wiadomo, że niezależnie od zastosowanej metody w każdym przypadku otrzymano 5,5 g produktu. Do pierwszej reakcji użyto 5,4 g kwasu benzoowego, zaś do drugiej reakcji zastosowano 6 cm<sup>3</sup> chlorku benzoilu o gęstości 1,212 g · cm<sup>-3</sup>. Na podstawie otrzymanych wyników wskaż, która z metod jest wydajniejsza.

### Zadanie 203

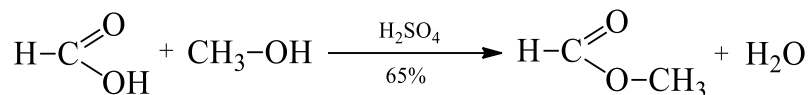
Benzoesan fenylu jest substancją konserwującą stosowaną w kosmetyce. Związek uniemożliwia rozwój i przetrwanie mikroorganizmów w czasie przechowywania produktu oraz chroni przed nadkażeniem bakteryjnym, które może powstać przy codziennym użytkowaniu kosmetyku. Pod kątem fizycznym benzoesan fenylu jest białym, krystalicznym ciałem stałym. Jedną z bardziej znanych metod syntezy tego związku jest reakcja acylowania fenolu chlorkiem benzoilu w środowisku zasadowym.



Dokonując odpowiednich obliczeń wyznacz masę benzoesanu fenylu, która powstanie w opisanej reakcji, jeżeli wiadomo, że do jej przeprowadzenia użyto 2,55 g fenolu oraz 1,55 cm<sup>3</sup> chlorku benzoilu. Wydajność tej reakcji wynosi 75%. Gęstość chlorku benzoilu wynosi 1,212 g · cm<sup>-3</sup>.

#### Zadanie 204

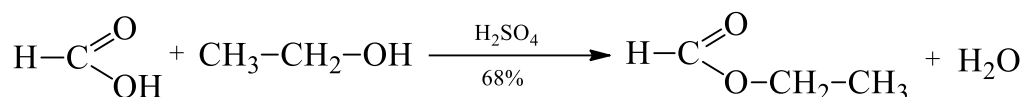
Mrówczan metylu jest najprostszym przedstawicielem estrów karboksylowych. Pod względem fizycznym jest to bezbarwna, lotna ciecz o eterowym zapachu. Mrówczan metylu jest głównie używany jako rozpuszczalnik do farb i lakierów. Związek ten jest także stosowany jako prekursor w syntezie organicznej do otrzymywania prostych amidów.



W celu otrzymania mrówczanu metylu zmieszano ze sobą 6,7 cm<sup>3</sup> 85% roztworu kwasu mrówkowego oraz 8,3 cm<sup>3</sup> 98% roztworu metanolu. Dokonując odpowiednich obliczeń wyznacz masę estru, jaka powstanie w wyniku tej reakcji. Wydajność reakcji wynosi 65%. Gęstość kwasu mrówkowego wynosi 1,222 g · cm<sup>-3</sup>, natomiast dla metanolu 0,801 g · cm<sup>-3</sup>.

#### Zadanie 205

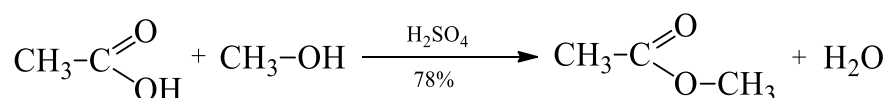
Mrówczan etylu jest cieczą o lekko gryzącym, owocowym zapachu. Związek ten jest stosowany jako wzmacniacz smaku oraz jako składnik środków owadobójczych i grzybobójczych. Służy również do wyrobu rozpuszczalników w przemyśle włókienniczym i obuwniczym.



W celu otrzymania mrówczanu etylu zmieszano ze sobą 3,5 cm<sup>3</sup> 85% roztworu kwasu mrówkowego oraz 3 cm<sup>3</sup> 95% roztworu etanolu. Dokonując odpowiednich obliczeń wyznacz masę estru, jaka powstanie w wyniku tej reakcji. Wydajność reakcji wynosi 68%. Gęstość kwasu mrówkowego wynosi 1,222 g · cm<sup>-3</sup>, natomiast etanolu 0,804 g · cm<sup>-3</sup>.

#### Zadanie 206

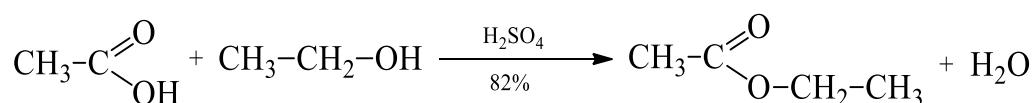
Octan metylu jest cieczą o charakterystycznym zapachu przypominającym niektóre kleje. Substancja ta jest toksyczna i wysoce łatwopalna, a pary octanu metylu tworzą z powietrzem mieszaniny wybuchowe. Związek jest stosowany głównie jako lotny rozpuszczalnik w farbach oraz lakierach.



W celu otrzymania octanu metylu zmieszano ze sobą 5,6 cm<sup>3</sup> 80% roztworu kwasu octowego oraz 4,2 cm<sup>3</sup> 98% roztworu metanolu. Dokonując odpowiednich obliczeń wyznacz masę estru, jaka powstanie w wyniku tej reakcji. Wydajność reakcji wynosi 78%. Gęstość kwasu octowego wynosi 1,073 g · cm<sup>-3</sup>, natomiast metanolu 0,801 g · cm<sup>-3</sup>.

#### Zadanie 207

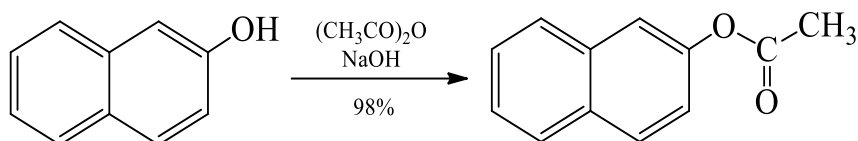
Octan etylu jest bezbarwną cieczą o charakterystycznym słodkawym zapachu podobnym do dojrzałych gruszek. Związek ten stosowany jest jako rozpuszczalnik farb i lakierów oraz jako składnik w kompozycjach zapachowych. Substancja jest także używana w przemyśle do dekofeinizacji herbaty oraz kawy.



W celu otrzymania octanu etylu zmieszano ze sobą 8,4 cm<sup>3</sup> 80% roztworu kwasu octowego oraz 9 cm<sup>3</sup> 95% roztworu etanolu. Dokonując odpowiednich obliczeń wyznacz masę estru, jaka powstanie w wyniku tej reakcji. Wydajność reakcji wynosi 82%. Gęstość kwasu octowego wynosi 1,073 g · cm<sup>-3</sup>, natomiast etanolu 0,804 g · cm<sup>-3</sup>.

### Zadanie 208

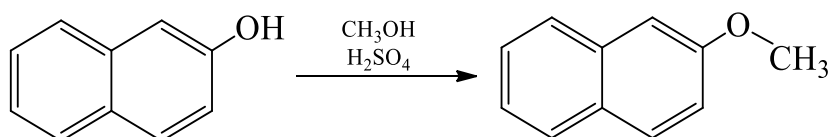
Octan 2-naftyłu jest estrem kwasu octowego oraz związku z grupy fenoli o nazwie 2-naftol. Ester ten jest powszechnie stosowanym w laboratoriach biologicznych do barwienia żeli w celu wykrycia aktywności esterazy. Pod kątem fizycznym octan 2-naftyłu jest białym ciałem stałym.



W celu otrzymania octanu 2-naftyłu zmieszano ze sobą 21,6 g 2-naftolu oraz 17,1 cm<sup>3</sup> bezwodnika octowego. Wyznacz masę estru, jaka powstanie w wyniku tej reakcji. Wydajność reakcji wynosi 98%. Gęstość bezwodnika octowego wynosi 1,082 g · cm<sup>-3</sup>.

### Zadanie 209

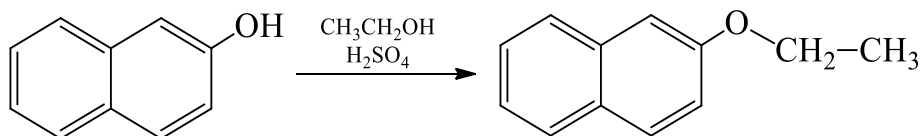
Eter metylowy 2-naftolu, zwany potocznie związkiem yara-yara lub neroliną II, jest białym krystalicznym ciałem stałym o kwiatowym zapachu, podobnym do aromatu pomarańczy z nutą truskawek. Ze względu na tę cechę znalazł on zastosowanie jako dodatek w kompozycjach zapachowych do perfumowania m.in. mydeł oraz środków piorących. Ponadto substancja ta jest używana jako stabilizator występujący w prochu strzelniczym. Można go otrzymać w reakcji 2-naftolu z metanolem w środowisku kwasowym.



Zmieszano ze sobą 7,2 g 2-naftolu oraz 3 cm<sup>3</sup> 98% roztworu metanolu. Po zakończeniu reakcji powstały kremowy osad odsączono, po czym wysuszono go na powietrzu. Otrzymano 6,8 g surowego eteru metylowego 2-naftolu. Związek oczyszczono na drodze krystalizacji, uzyskując finalnie 5,2 g produktu. Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz wydajność procesu oczyszczania i wydajność reakcji. Gęstość 98% roztworu metanolu wynosi 0,801 g · cm<sup>-3</sup>.

### Zadanie 210

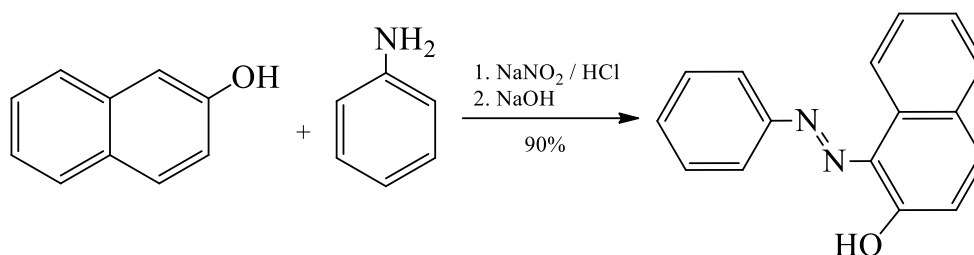
Eterem aromatycznym powszechnie stosowanym w przemyśle perfumeryjnym jest eter etylowy 2-naftolu. Związek ten potocznie znany jest jako bromelia lub nerolina I. Pod kątem fizycznym jest to bezbarwne krystaliczne ciało stałe o lekko kwiatowym zapachu. Główną metodą syntezy tego związku jest reakcja 2-naftolu z etanolem w środowisku kwasowym.



Zmieszano ze sobą 2,9 g 2-naftolu oraz 1,8 cm<sup>3</sup> 95% roztworu etanolu. Po zakończeniu reakcji powstały kremowy osad odsączono i wysuszono na powietrzu. Otrzymano 3,5 g surowego eteru etylowego 2-naftolu. Związek oczyszczono na drodze krystalizacji, uzyskując finalnie 3,2 g produktu. Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz wydajność procesu oczyszczania i wydajność reakcji. Gęstość 95% roztworu etanolu wynosi 0,804 g · cm<sup>-3</sup>.

### Zadanie 211

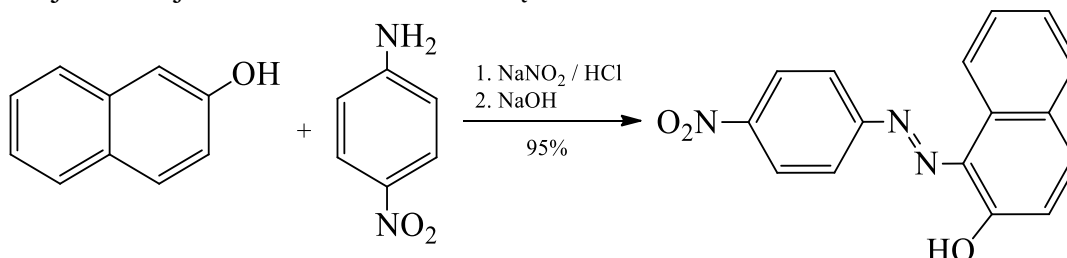
Sudan I jest związkiem organicznym z grupy barwników azowych. Pod kątem fizycznym jest on intensywnie pomarańczowo-czerwonym ciałem stałym. Historycznie sudan I był stosowany jako barwnik spożywczy, szczególnie w proszku curry i proszku chili, jednak ze względu na swoje potencjalnie rakotwórcze działanie został zakazany do stosowania w żywności. Związek ten jest jednak dalej stosowany do barwienia wosków, olejów, benzyny, rozpuszczalników i past. Najczęściej sudan I otrzymywany jest w wyniku reakcji 2-naftolu z aniliną.



Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz objętość roztworu kwasu solnego o stężeniu  $2 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ , jaka jest potrzebna do przeprowadzenia syntezy sudanu I, aby finalnie otrzymać 6 g barwnika. Wiadomo, że do syntezy 5 g tego związku stosuje się  $6,4 \text{ cm}^3$  roztworu kwasu solnego o stężeniu 35% i gęstości  $1,181 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ .

### Zadanie 212

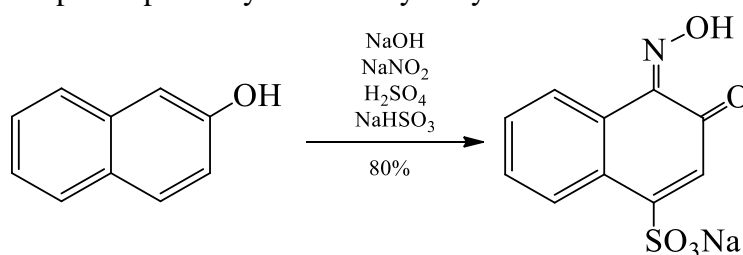
Magnezon II jest związkiem organicznym z grupy barwników azowych. Pod kątem fizycznym jest on ciemnoczerwonym ciałem stałym. Jedną z popularniejszych metod syntezy tego związku jest reakcja 2-naftolu z 4-nitroaniliną.



Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz objętość roztworu kwasu solnego o stężeniu  $0,5 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ , jaka jest potrzebna do przeprowadzenia syntezy magnezonu II, aby finalnie otrzymać 7,5 g barwnika. Wiadomo, że do syntezy 3,8 g tego związku stosuje się  $6,5 \text{ cm}^3$  roztworu kwasu solnego o stężeniu 35% i gęstości  $1,181 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ .

### Zadanie 213

Jednym z barwników, który można zsyntezować przy użyciu 2-naftolu, jest sól sodowa kwasu 4-hydroksyimino-3-okso-3,4-dihydro-naftaleno-1-sulfonowego zwany zwyczajowo drapieżną zielenią. Związek ten po raz pierwszy został otrzymany w 1949 roku.



Na podstawie odpowiednich obliczeń wyznacz objętość roztworu kwasu siarkowego(VI) o stężeniu  $1,5 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ , jaka jest potrzebna do przeprowadzenia syntezy drapieżnej zieleni, aby finalnie otrzymać 8,4 g barwnika. Wiadomo, że do syntezy 15 g tego związku stosuje się  $5,3 \text{ cm}^3$  roztworu kwasu siarkowego(VI) o stężeniu 98% i gęstości  $1,840 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ .

### Przydatne wiadomości

Wydajność procesu oczyszczania:	Wydajność reakcji chemicznej:
$W_{\text{proc.}} = \frac{m_{\text{produktu po oczyszczeniu}}}{m_{\text{produktu przed oczyszczeniem}}} \cdot 100\%$	$W_{\text{reak.}} = \frac{m_{\text{produktu po oczyszczeniu}}}{m_{\text{produktu teoretycznie możliwa}}} \cdot 100\%$

## **Notatki**



## Odpowiedzi do zadań

- Zadanie 1**  $1,204 \cdot 10^{23}$  atomów  
**Zadanie 2**  $9,033 \cdot 10^{21}$  cząsteczek  
**Zadanie 3**  $1,204 \cdot 10^{24}$  cząsteczek  
**Zadanie 4**  $6,022 \cdot 10^{23}$  atomów  
**Zadanie 5** 0,600 mol  
**Zadanie 6** 0,800 mol  
**Zadanie 7**  $1,506 \cdot 10^{22}$  atomów  
**Zadanie 8**  $9,635 \cdot 10^{25}$  atomów  
**Zadanie 9** Octan etylu  
**Zadanie 10** Obie próbki zawierają tyle samo atomów wodoru  
**Zadanie 11** C:H: Br 2:1:1  
**Zadanie 12** C:H:O 5:5:2  
**Zadanie 13** C:H:Cl 12:2:71  
**Zadanie 14** C:H:O 24:5:8  
**Zadanie 15** Kwas benzoesowy: kwas cynamonowy 3:1  
**Zadanie 16** Acetanalid: kwas szczawiowy 2:1  
**Zadanie 17**  $2,720 \cdot 10^{24}$  atomów  
**Zadanie 18**  $6,047 \cdot 10^{20}$  atomów  
**Zadanie 19** Nie, kwas szczawiowy zawiera 8 moli atomów tlenu więcej  
**Zadanie 20** Tak, obie próbki zawierają tyle samo moli atomów węgla  
**Zadanie 21** 48,5 g  
**Zadanie 22** 16 g  
**Zadanie 23** 0,05 mola  
**Zadanie 24** 0,15 mola  
**Zadanie 25** 3,5 mola  
**Zadanie 26** 4,7 mola  
**Zadanie 27** 19,1 g  
**Zadanie 28**  $31,5 \text{ cm}^3$   
**Zadanie 29**  $672 \text{ cm}^3$   
**Zadanie 30**  $448 \text{ cm}^3$   
**Zadanie 31**  $56 \text{ cm}^3$   
**Zadanie 32**  $308 \text{ cm}^3$   
**Zadanie 33** Eten;  $\text{C}_2\text{H}_4$   
**Zadanie 34** Propen;  $\text{C}_3\text{H}_6$   
**Zadanie 35** Butan;  $\text{C}_4\text{H}_{10}$   
**Zadanie 36** Propen;  $\text{C}_3\text{H}_6$   
**Zadanie 37** Etyn;  $\text{C}_2\text{H}_2$   
**Zadanie 38**  $68 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ; pentyn;  $\text{C}_5\text{H}_8$   
**Zadanie 39**  $56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ; 1,75; buten;  $\text{C}_4\text{H}_8$   
**Zadanie 40**  $44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ; 2,75; propan;  $\text{C}_3\text{H}_8$   
**Zadanie 41** 2,95 mol  
**Zadanie 42** 1454 Pa

- Zadanie 43** 82 °C / 355 K
- Zadanie 44** 2,0 m<sup>3</sup>
- Zadanie 45** 5,0 m<sup>3</sup>
- Zadanie 46** 3,213 g · dm<sup>-3</sup>
- Zadanie 47** 0,717 g · cm<sup>-3</sup>
- Zadanie 48** 1,063 g · dm<sup>-3</sup>
- Zadanie 49** %C = 26,7%; %H = 2,2%; %O = 71,1%
- Zadanie 50** %C = 14,1%; %H = 2,4%; %O = 83,5%
- Zadanie 51** %N = 15,1%
- Zadanie 52** %O = 36,4%
- Zadanie 53** (CH<sub>3</sub>)<sub>n</sub>; C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>; etan
- Zadanie 54** (CH)<sub>n</sub>; C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>; benzen
- Zadanie 55** CH<sub>3</sub>OH; metanol
- Zadanie 56** (CH<sub>3</sub>)<sub>n</sub>; C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>; etan
- Zadanie 57** (C<sub>7</sub>H<sub>8</sub>)<sub>n</sub>; C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>CH<sub>3</sub>; toluen
- Zadanie 58** (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>O)<sub>n</sub>; C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OC<sub>2</sub>H<sub>5</sub>; eter dietylowy
- Zadanie 59** (CH<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)<sub>n</sub>; HCOOH; kwas mrówkowy
- Zadanie 60** (C<sub>7</sub>H<sub>6</sub>O<sub>2</sub>)<sub>n</sub>; C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>COOH; kwas benzoesowy
- Zadanie 61** C<sub>10</sub>H<sub>18</sub>; dekin; alkin
- Zadanie 62** C<sub>6</sub>H<sub>14</sub>; heksan; alkan
- Zadanie 63** C<sub>8</sub>H<sub>16</sub>; okten; alken
- Zadanie 64** C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>; butan; alkan
- Zadanie 65** C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>; propen; alken
- Zadanie 66** (CH<sub>2</sub>O)<sub>n</sub>; CH<sub>3</sub>OH; metanol
- Zadanie 67** (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>O)<sub>n</sub>; HCOOH; kwas mrówkowy
- Zadanie 68** C<sub>6</sub>H<sub>14</sub>; heksan
- Zadanie 69** C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>(OH)<sub>2</sub>; glikol etylenowy
- Zadanie 70** CH<sub>3</sub>CHO; aldehyd octowy
- Zadanie 71** (C<sub>7</sub>H<sub>8</sub>SO<sub>3</sub>); C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>CH<sub>3</sub>SO<sub>3</sub>; kwas toluenosulfonowy
- Zadanie 72** C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>; butan; alkan
- Zadanie 73** C<sub>5</sub>H<sub>10</sub>; penten; alken
- Zadanie 74** %N = 16,5%
- Zadanie 75** %C = 60,0%
- Zadanie 76** %H = 7,7%; C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>; benzen
- Zadanie 77** K<sub>KR</sub> = 4,9 °C · kg · mol<sup>-1</sup>; chloroform
- Zadanie 78** K<sub>EB</sub> = 3,7 °C · kg · mol<sup>-1</sup>; anilina
- Zadanie 79** M = 143,3 g · mol<sup>-1</sup>
- Zadanie 80** M = 240,8 g · mol<sup>-1</sup>
- Zadanie 81** m nitrobenzenu = 50 g
- Zadanie 82** m diocjanu hydrochinonu = 6,65 g
- Zadanie 83** m nitrobenzenu = 15 g
- Zadanie 84** m diocjanu hydrochinonu = 777 mg
- Zadanie 85** T<sub>krz</sub> = 16,0 °C

- Zadanie 86**  $T_{\text{wrz}} = 57,7 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- Zadanie 87**  $T_{\text{krz}} = 5,9 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- Zadanie 88**  $T_{\text{wrz}} = 79,6 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- Zadanie 89**  $T_{\text{krz}} = -66,8 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- Zadanie 90**  $T_{\text{wrz}} = 37,9 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- Zadanie 91**  $\text{CaC}_2:\text{H}_2\text{O}:\text{C}_2\text{H}_2$ ;  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ; masowy: 32:18:13:37; molowy: 1:2:1:1
- Zadanie 92**  $\text{CH}_4:\text{O}_2:\text{CO}_2$ ;  $\text{H}_2\text{O}$ ; masowy: 4:16:11:9; objętościowy: 1:2:1:2
- Zadanie 93**  $\text{COCl}_2:\text{H}_2\text{O}:\text{HCl}:\text{CO}_2$ ; masowy: 99:18:73:44; molowy: 1:1:2:1
- Zadanie 94** 1. substytucja; 2. addycja; 3. eliminacja
- Zadanie 95** 0,6 g etanu oraz  $448 \text{ cm}^3$  dwutlenku węgla
- Zadanie 96**  $11,2 \text{ dm}^3$  but-2-enu
- Zadanie 97**  $14,8 \text{ cm}^3$  acetonu
- Zadanie 98**  $12,1 \text{ dm}^3$  etylenu
- Zadanie 99** 6,35 g 1,4-dichlorobutanu
- Zadanie 100**  $1,35 \text{ dm}^3$  chlorowodoru
- Zadanie 101**  $44,3 \text{ cm}^3$  acetonu
- Zadanie 102** 15,5 g toluenu
- Zadanie 103** 6,2 kg styrenu
- Zadanie 104** 127,6 g miedzi
- Zadanie 105**  $24,1 \text{ cm}^3$  acetonu oraz  $13,7 \text{ cm}^3$  wody
- Zadanie 106** użyto 1,5-krotny nadmiar bromu; 35,2 g 2,3,6-tribromofenolu
- Zadanie 107** użyto 1,6-krotny nadmiar 1-chloropropanu; 19,4 g eteru
- Zadanie 108** użyto 2,5-krotny nadmiar wodorosiarczku sodu;  $33,3 \text{ cm}^3$  tiolu
- Zadanie 109** użyto 1,6-krotny nadmiar 1-propanotiolu; 11,8 g siarczku
- Zadanie 110** 9,6 kg tlenku etylenu
- Zadanie 111** 5,77 g srebra
- Zadanie 112** 1,00 g tlenku miedzi(I)
- Zadanie 113** użyto 1,1-krotny nadmiar benzaldehydu; 46,9 g benzylidenoacetonu
- Zadanie 114** 12,5 g benzoiny
- Zadanie 115**  $6,35 \text{ cm}^3$  pinakolonu
- Zadanie 116** 1,55 g siarczynu(VI) manganu(II)
- Zadanie 117** 4,4 kg kwasu masłowego
- Zadanie 118**  $450 \text{ cm}^3$  chlorowodoru
- Zadanie 119**  $4289 \text{ cm}^3$  amoniaku
- Zadanie 120**  $224 \text{ cm}^3$  metyloaminy
- Zadanie 121**  $C\% = 16,7 \%$
- Zadanie 122** 162,3 g sacharozy
- Zadanie 123**  $298,1 \text{ cm}^3$  wody
- Zadanie 124**  $39,1 \text{ cm}^3$  wody
- Zadanie 125**  $C\% = 26,5\%$
- Zadanie 126**  $C\% = 43,5\%$
- Zadanie 127** 436,8 g formaldehydu
- Zadanie 128**  $23,3 \text{ cm}^3$  esencji octowej

- Zadanie 129**  $C_{\%} = 8,0\%$
- Zadanie 130** 4,5 g jodu; 1,5 g jodku potasu; 9 cm<sup>3</sup> wody; 167,3 cm<sup>3</sup> 96% etanolu
- Zadanie 131** 5,0 kg cebuli
- Zadanie 132** 4,2 g rezorcyny; 125,7 cm<sup>3</sup> spirytusu mydlanego
- Zadanie 133** 0,98 g fioletu krystalicznego
- Zadanie 134** 0,807 g fenoloftaleiny
- Zadanie 135**  $C_M = 0,12 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-1}$
- Zadanie 136** 0,369 g octanu sodu
- Zadanie 137** 0,568 g monohydratu szczawianu amonu
- Zadanie 138** Pojemność kolby miarowej: 100 ml
- Zadanie 139**  $C_M = 14,56 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-1}$
- Zadanie 140**  $C_{\%} = 84,9\%$
- Zadanie 141** woda: 25% r-r benzoesu sodu 3:2 (masowo)
- Zadanie 142** woda: 1,2 mol · dm<sup>-1</sup> r-r kwasu szczawowego 1:2 (objętościowo)
- Zadanie 143** 250 cm<sup>3</sup> wody
- Zadanie 144** 150 cm<sup>3</sup> wody
- Zadanie 145** 625 g roztworu sacharozy o  $C_{\%} = 12\%$
- Zadanie 146** 450 cm<sup>3</sup> roztworu octanu sodu o  $C_M = 0,4 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-1}$
- Zadanie 147**  $C_M = 0,3 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-1}$
- Zadanie 148** należy mieszać ze sobą 150g r-ru 2% z 200 g r-ru 9%
- Zadanie 149** należy mieszać ze sobą 576 cm<sup>3</sup> r-ru 0,25 mol · dm<sup>-1</sup> z 144 cm<sup>3</sup> r-ru 0,75 mol · dm<sup>-1</sup>
- Zadanie 150**  $C_{\%} = 52,5\%$
- Zadanie 151**  $C_M = 0,0625 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-1}$
- Zadanie 152** 25,13 g fruktozy
- Zadanie 153** 270 cm<sup>3</sup> wody
- Zadanie 154** 13,9 cm<sup>3</sup> kwasu azotowego(V)
- Zadanie 155** 174,7 cm<sup>3</sup> esencji octowej
- Zadanie 156** 324,7 cm<sup>3</sup> wody
- Zadanie 157** 200 g sacharozy na 100 g wody
- Zadanie 158** 150,3 cm<sup>3</sup> wody
- Zadanie 159** 101,2 g kwasu szczawowego
- Zadanie 160** otrzymany roztwór będzie przesycony; wykrystalizuje z niego 16 g glukozy
- Zadanie 161** otrzymany roztwór będzie nienasycony; do nasyconego brakuje 0,09 g kwasu
- Zadanie 162**  $C_{\%} = 0,343\%$
- Zadanie 163**  $C_{\%} = 33,3\%$
- Zadanie 164**  $C_{\%} = 11,1\%$
- Zadanie 165**  $C_{\%} = 28,8\%$
- Zadanie 166** 72,0 g dihydratu cytrynianu sodu na 100 g wody
- Zadanie 167** 13,5 g dihydratu kwasu szczawowego na 100 g wody
- Zadanie 168**  $W = 80,3\%$
- Zadanie 169**  $W = 94,5\%$
- Zadanie 170**  $W = 82,9\%$
- Zadanie 171**  $W(v/v) = 93,6\%$ ;  $W(m/m) = 90,7\%$ ;

- Zadanie 172**  $W(v/v) = 75,0\%$ ;  $W(m/m) = 69,6\%$ ;
- Zadanie 173** 450,4 g 1-chloropropanu; 550,5 g 2-chloropropanu
- Zadanie 174** 3,7 g 1-bromobutanu; 33,3 g 2-bromobutanu
- Zadanie 175** 0,55 g 2-chloronitrobenzenu; 1,18 g 4-chloronitrobenzenu; 2,1 cm<sup>3</sup> 65% r-ru HNO<sub>3</sub>
- Zadanie 176**  $W_{\text{całkowita}} = 68,6\%$
- Zadanie 177**  $W_{\text{całkowita}} = 13,2\%$
- Zadanie 178** 2,9 cm<sup>3</sup> lodowatego kwasu octowego
- Zadanie 179** 14,7 cm<sup>3</sup> chlorku *tert*-butylu
- Zadanie 180** 1,4 cm<sup>3</sup> nitrobenzenu
- Zadanie 181** 6,0 cm<sup>3</sup> bromu
- Zadanie 182** 3,4 cm<sup>3</sup> aniliny
- Zadanie 183** 662 mg 2,4,6-tribromoaniliny
- Zadanie 184** 5,2 g 4-jodonitrobenzenu
- Zadanie 185** 4,7 cm<sup>3</sup> aniliny
- Zadanie 186** 5,0 g chlorobenzenu
- Zadanie 187**  $W = 30,8\%$  dla 2-chloronitrobenzenu;  $W = 76,4\%$  dla 4-chloronitrobenzenu; 1:2,5
- Zadanie 188** 1,6 cm<sup>3</sup> kwasu siarkowego(VI)
- Zadanie 189** 5,1 cm<sup>3</sup> nitrobenzenu; 6,3 cm<sup>3</sup> dymiącego HNO<sub>3</sub>; 8,4 cm<sup>3</sup> stężonego H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
- Zadanie 190** 6,0 g 3-nitroaniliny
- Zadanie 191** Wydajności w przypadku obu metod wynosi 83,3%
- Zadanie 192** 5,4 cm<sup>3</sup> aniliny
- Zadanie 193** 8,1 cm<sup>3</sup> aniliny; 12,6 cm<sup>3</sup> bezwodnika octowego; 9,2 cm<sup>3</sup> 80% kwasu octowego
- Zadanie 194** proces oczyszczania:  $W = 83,4\%$ ; reakcja chemiczna:  $W = 74,9\%$
- Zadanie 195** wydajność hydrolizy  $W = 75,0\%$ ; wydajność utleniania:  $W = 85,6\%$  (lepsza metoda)
- Zadanie 196** hydroliza kwasowa  $W = 90,1\%$  (lepsza metoda); hydroliza zasadowa:  $W = 84,8\%$
- Zadanie 197** 16,0 g 4-nitroaniliny; 13,1 cm<sup>3</sup> bezwodnika octowego; 11,9 cm<sup>3</sup> 80% kwasu octowego
- Zadanie 198** proces oczyszczania:  $W = 88,9\%$ ; reakcja chemiczna:  $W = 92,8\%$
- Zadanie 199** 4,53 g kwasu cynamonowego; mieszanina: 67,95 cm<sup>3</sup> wody i 22,65 cm<sup>3</sup> etanolu
- Zadanie 200** 1,84 g cynamonianu metylu
- Zadanie 201** 7,0 cm<sup>3</sup> 80% kwasu octowego
- Zadanie 202** z kwasu benzoowego:  $W = 91,4\%$  (lepsza metoda); z chlorku benzoilu:  $W = 78,1\%$
- Zadanie 203** 2,0 g benzoesanu fenylu
- Zadanie 204** 5,85 g mrówczanu metylu
- Zadanie 205** 2,52 g mrówczanu etylu
- Zadanie 206** 4,62 g octanu metylu
- Zadanie 207** 8,66 g octanu etylu
- Zadanie 208** 27,3 g octanu 2-naftyłu
- Zadanie 209** proces oczyszczania:  $W = 76,5\%$ ; reakcja chemiczna:  $W = 65,8\%$
- Zadanie 210** proces oczyszczania:  $W = 91,4\%$ ; reakcja chemiczna:  $W = 93,0\%$
- Zadanie 211** 43,5 cm<sup>3</sup> kwasu solnego o  $C_M = 2 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-1}$
- Zadanie 212** 290,5 cm<sup>3</sup> kwasu solnego o  $C_M = 0,5 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-1}$
- Zadanie 213** 36,4 cm<sup>3</sup> kwasu siarkowego(VI) o  $C_M = 1,5 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-1}$

## Właściwości fizykochemiczne wybranych związków organicznych

Nazwa związku	Wzór sumaryczny	Stan skupienia	T <sub>T</sub> *	T <sub>W</sub> *	d**	K <sub>KR</sub> ***	K <sub>EB</sub> ***
1,3,5-Tribromobenzen	C <sub>6</sub> H <sub>3</sub> Br <sub>3</sub>	ciało stałe	122				
1,3-Dinitrobenzen	C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	ciało stałe	90				
1-Bromobutan	C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> Br	ciecz	-112	102	1,268		
1-Chloropropan	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> Cl	ciecz	-123	47	0,892		
1-Propanol	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O	ciecz	-127	97	0,804		
1-Propanotiol	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> S	ciecz	-113	68	0,842		
2,3-Dimetylobutano-2,3-diol	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> O <sub>2</sub>	ciało stałe	42				
2,4,6-Tribromoanilina	C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> NBr <sub>3</sub>	ciało stałe	120				
2,4,6-Tribromofenol	C <sub>6</sub> H <sub>3</sub> OBr <sub>3</sub>	ciało stałe	96				
2-Bromobutan	C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> Br	ciecz	-113	91	1,255		
2-Chloronitrobenzen	C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> NO <sub>2</sub> Cl	ciało stałe	33				
2-Chloropropan	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> Cl	ciecz	-117	36	0,862		
2-Naftol	C <sub>10</sub> H <sub>8</sub> O	ciało stałe	122				
2-Propanol	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O	ciecz	-88	82	0,782		
2-Propanotiol	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> S	ciecz	-131	53	0,814		
3-Bromonitrobenzen	C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> NO <sub>2</sub> Br	ciało stałe	53				
3-Nitroanilina	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> N <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	ciało stałe	114				
3-Nitrobenzoesan metylu	C <sub>8</sub> H <sub>7</sub> NO <sub>4</sub>	ciało stałe	79				
4-Chloronitrobenzen	C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> NO <sub>2</sub> Cl	ciało stałe	82				
4-Jodonitrobenzen	C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> NO <sub>2</sub> I	ciało stałe	172				
4-Nitroacetanilid	C <sub>8</sub> H <sub>8</sub> N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ciało stałe	215				
4-Nitroanilina	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> N <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	ciało stałe	148				
4-Toluidyna	C <sub>7</sub> H <sub>9</sub> N	ciało stałe	43				
Aceanilid	C <sub>8</sub> H <sub>9</sub> NO	ciało stałe	114				
Acetamid	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> NO	ciało stałe	80				
Aceton	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	ciecz	-95	56	0,785	0,9	1,7
Acetonitryl	C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> N	ciecz	-44	82	0,786		
Aldehyd masłowy	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O	ciecz	-97	75	0,801		
Aldehyd octowy	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O	ciecz	-123	21	0,783		
Aldehyd propionowy	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	ciecz	-80	48	0,866		
Alkohol etylowy	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O	ciecz	-114	78	0,790	2,0	1,2
Alkohol metylowy	CH <sub>4</sub> O	ciecz	-98	65	0,794		
Alkohol <i>tert</i> -butylowy	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	ciecz	26	83	0,785		
Anilina	C <sub>6</sub> H <sub>7</sub> N	ciecz	-6,0	184	1,022	5,9	3,7
Benzaldehyd	C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O	ciecz	-26	178	1,040		
Benzanilid	C <sub>13</sub> H <sub>11</sub> NO	ciało stałe	163				
Benzen	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	ciecz	6	80	0,877	5,1	2,7
Benzoesan fenylu	C <sub>13</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>	ciało stałe	67				
Benzoesan metylu	C <sub>8</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	ciecz	-12	199	1,083		
Benzoesan sodu	C <sub>7</sub> H <sub>5</sub> O <sub>2</sub> Na	ciało stałe	436				
Benzoina	C <sub>14</sub> H <sub>12</sub> O <sub>2</sub>	ciało stałe	136				
Bezwodnik octowy	C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub>	ciecz	-73	140	1,082		
Bromobenzen	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> Br	ciecz	-31	156	1,491		
Chlorek benzoilu	C <sub>7</sub> H <sub>5</sub> OCl	ciecz	-1	197	1,212		

\* Temperatury wyrażono w °C

\*\* Gęstość podano w g·cm<sup>-3</sup> dla temperatury 25 °C

\*\*\* Stałe krioskopowe i ebulioskopowe wyrażono w °C·kg·mol<sup>-1</sup>

Nazwa związku	Wzór sumaryczny	Stan skupienia	T <sub>T</sub> *	T <sub>W</sub> *	d**	K <sub>KR</sub> ***	K <sub>EB</sub> ***
Chlorek <i>tert</i> -butylu	C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> Cl	ciecz	-26	51	0,851		
Chlorobenzen	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> Cl	ciecz	-45	132	1,108		
Chloroform	CHCl <sub>3</sub>	ciecz	-63	61	1,479	4,9	3,9
Cykloheksan	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub>	ciecz	7	81	0,774	20,2	2,8
Cynamonian metylu	C <sub>10</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>	ciało stałe	35				
Cytrynian magnezu	C <sub>12</sub> H <sub>10</sub> O <sub>14</sub> Mg <sub>3</sub>	ciało stałe	184				
Cytrynian sodu	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> O <sub>7</sub> Na <sub>3</sub>	ciało stałe	300				
Dibenzylidenoacetone	C <sub>17</sub> H <sub>14</sub> O	ciało stałe	110				
Dichlorometan	CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	ciecz	-95	40	1,327		
Diocyan hydrochinonu	C <sub>10</sub> H <sub>10</sub> O <sub>4</sub>	ciało stałe	122				
Drapieżna zieleń	C <sub>10</sub> H <sub>6</sub> NO <sub>5</sub> Na	ciało stałe	105				
Eter dietylowy	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	ciecz	-116	35	0,714	1,8	2,2
Eter etylowy 2-naftolu	C <sub>12</sub> H <sub>12</sub> O	ciało stałe	37				
Eter metylowy 2-naftolu	C <sub>11</sub> H <sub>10</sub> O	ciało stałe	72				
Fenol	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> O	ciało stałe	41				
Formaldehid	CH <sub>2</sub> O	ciecz	-92	-19	0,815		
Formamid	CH <sub>3</sub> NO	ciecz	3	217	1,133		
Fruktoza	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>	ciało stałe	103				
Glikol etylenowy	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	ciecz	-12	198	1,113	3,1	2,3
Glukoza	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>	ciało stałe	146				
Hydrochinon	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	ciało stałe	173				
Kwas 3-nitrobenzoesowy	C <sub>7</sub> H <sub>5</sub> NO <sub>4</sub>	ciało stałe	140				
Kwas 4-toluenosulfonowy	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub> S	ciało stałe	106				
Kwas benzoesowy	C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	ciało stałe	122				
Kwas cynamonowy	C <sub>9</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	ciało stałe	133				
Kwas masłowy	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	ciecz	-5	163	0,962		
Kwas mrówkowy	CH <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	ciecz	8	101	1,199	2,8	2,4
Kwas octowy	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	ciecz	17	118	1,045	3,9	3,1
Kwas propionowy	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	ciecz	-21	141	0,988		
Kwas szczawiowy	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	ciało stałe	101				
Magnezon II	C <sub>16</sub> H <sub>11</sub> N <sub>3</sub> O <sub>3</sub>	ciało stałe	277				
Mocznik	CH <sub>4</sub> N <sub>2</sub> O	ciało stałe	132				
Mrówczan etylu	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	ciecz	-80	54	0,921		
Mrówczan metylu	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	ciecz	-100	32	0,980		
Nitrobenzen	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NO <sub>2</sub>	ciecz	6	211	1,199	7,0	5,2
Nitrometan	CH <sub>3</sub> NO <sub>2</sub>	ciecz	-29	102	1,133		
Octan 2-naftyli	C <sub>12</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>	ciało stałe	70				
Octan etylu	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	ciecz	-84	77	0,903		
Octan metylu	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	ciecz	-98	57	0,934		
Octan sodu	C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> Na	ciało stałe	328				
Pinakolon	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O	ciecz	-52	105	0,801		
Rezorcyzna	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	ciało stałe	110				
Sacharoza	C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>11</sub>	ciało stałe	186				
Sudan I	C <sub>16</sub> H <sub>12</sub> N <sub>2</sub> O	ciało stałe	130				
Szczawian amonu	C <sub>2</sub> H <sub>8</sub> N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	ciało stałe	70				
Toluen	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>	ciecz	-95	110	0,862		
Winian sodowo-potasowy	C <sub>4</sub> H <sub>4</sub> O <sub>6</sub> NaK	ciało stałe	70				

\* Temperatury wyrażono w °C

\*\* Gęstość podano w g · cm<sup>-3</sup> dla temperatury 25 °C

\*\*\* Stałe krioskopowe i ebulioskopowe wyrażono w °C · kg · mol<sup>-1</sup>

1										2									
H wodór 1,008										He hel 4,003									
3										5									
Li lit 6,968										B bor 10,81									
4										6									
Be beryl 9,012										C węgiel 12,01									
11										14									
Na sód 22,99										Si krzem 28,09									
12										15									
Mg magnez 24,31										P fosfor 30,97									
19										31									
K potas 39,10										Ga gal 69,72									
20										32									
Ca wapń 40,08										Ge german 72,63									
21										33									
Sc skand 44,96										As arsen 74,92									
22										34									
Ti tytan 47,87										Se selen 78,97									
23										35									
V wanad 50,94										Br brom 79,90									
24										36									
Cr chrom 52,00										Kr krypton 83,80									
25										49									
Mn mangan 54,94										In ind 114,8									
26										50									
Fe żelazo 55,85										Sn cyna 118,7									
27										51									
Co kobalt 58,93										Sb antymon 121,8									
28										52									
Ni nikiel 58,69										Te tellur 127,6									
29										53									
Cu miedź 63,55										I jod 126,9									
30										54									
Zn cynk 65,38										Xe ksenon 131,3									
37										85									
Rb rubid 85,47										At astat 210									
38										86									
Sr srebro 87,62										Rn radon 222									
39										87									
Y ir 88,91										Fr franc 223									
40										88									
Zr cyrkon 91,22										Ra rad 226									
41										89									
Nb niob 92,91										La lanthan 138,9									
42										90									
Mo molibden 95,95										Ce cer 140,1									
43										91									
Tc technet 98										Pr prazeodym 140,9									
44										92									
Ru ruten 101,1										Nd neodym 144,2									
45										93									
Rh rod 102,9										Pm promet 145									
46										94									
Pd pallad 106,4										Sm samar 150,4									
47										95									
Ag srebro 107,9										Eu europ 152,0									
48										96									
Cd kadm 112,4										Gd gadolin 157,3									
49										97									
In ind 114,8										Tb terb 158,9									
50										98									
Sn cyna 118,7										Dy dysproz 162,5									
51										99									
Sb antymon 121,8										Ho holm 164,9									
52										100									
Te tellur 127,6										Er erb 167,3									
53										101									
I jod 126,9										Tm tull 168,9									
54										102									
Xe ksenon 131,3										Yb ytterb 173,1									
55										103									
Cs cez 132,9										Lu lutet 175,0									
56										104									
Ba bar 137,3										Rf rutherford 267									
57										105									
La lanthan 138,9										Db dubn 268									
58										106									
Ce cer 140,1										Sg seaborg 271									
59										107									
Pr prazeodym 140,9										Bh bohr 272									
60										108									
Nd neodym 144,2										Hs has 270									
61										109									
Pm promet 145										Mt meitner 276									
62										110									
Sm samar 150,4										Ds darmstadt 281									
63										111									
Eu europ 152,0										Rg roentgen 280									
64										112									
Gd gadolin 157,3										Cn kopernik 285									
65										113									
Tb terb 158,9										Nh nihon 284									
66										114									
Dy dysproz 162,5										Fl flerow 289									
67										115									
Ho holm 164,9										Mc moskow 288									
68										116									
Er erb 167,3										Lv livermior 293									
69										117									
Tm tull 168,9										Ts tenes 292									
70										118									
Yb ytterb 173,1										Og ogneson 294									
71										119									
Lu lutet 175,0										Uu ununoktyn 295									
72										120									
Hf hafn 178,5										Uu ununnilium 296									
73										121									
Ta tantal 180,9										Uu ununnilium 297									
74										122									
W wolfram 183,8										Uu ununnilium 298									
75										123									
Re ren 186,2										Uu ununnilium 299									
76										124									
Os osm 190,2										Uu ununnilium 300									
77										125									
Ir iryd 192,2										Uu ununnilium 301									
78										126									
Pt platyna 195,1										Uu ununnilium 302									
79										127									
Au złoto 197,0										Uu ununnilium 303									
80										128									
Hg rtęć 200,6										Uu ununnilium 304									
81										129									
Tl tal 204,4										Uu ununnilium 305									
82										130									
Pb ołów 207,2										Uu ununnilium 306									
83										131									
Bi bizmut 209,0										Uu ununnilium 307									
84										132									
Po polon 209										Uu ununnilium 308									
85										133									
At astat 210										Uu ununnilium 309									
86										134									
Rn radon 222										Uu ununnilium 310									
87										135									
Fr franc 223										Uu ununnilium 311									
88										136									
Ra rad 226										Uu ununnilium 312									
89										137									
La lanthan 138,9										Uu ununnilium 313									
90										138									
Ce cer 140,1										Uu ununnilium 314									
91										139									
Pr prazeodym 140,9										Uu ununnilium 315									
92										140									
Nd neodym 144,2										Uu ununnilium 316									
93										141									
Pm promet 145										Uu ununnilium 317									
94										142									
Sm samar 150,4										Uu ununnilium 318									
95										143									
Eu europ 152,0										Uu ununnilium 319									
96										144									
Gd gadolin 157,3										Uu ununnilium 320									
97										145									
Tb terb 158,9										Uu ununnilium 321									
98										146									
Dy dysproz 162,5										Uu ununnilium 322									
99										147									
Ho holm 164,9										Uu ununnilium 323									
100										148									
Er erb 167,3										Uu ununnilium 324									
101										149									
Tm tull 168,9										Uu ununnilium 325									
102										150									
Yb ytterb 173,1										Uu ununnilium 326									
103										151									
Lu lutet 175,0										Uu ununnilium 327									
104										152									
Rf rutherford 267										Uu ununnilium 328									
105										153									
Db dubn 268										Uu ununnilium 329									
106										154									
Sg seaborg 271										Uu ununnilium 330									
107										155									
Bh bohr 272										Uu ununnilium 331									
108										156									
Hs has 270										Uu ununnilium 332									
109										157									
Mt meitner 276										Uu ununnilium 333									
110										158									
Ds darmstadt 281										Uu ununnilium 334									
111										159									
Rg roentgen 280										Uu ununnilium 335									
112										160									
Cn kopernik 285										Uu ununnilium 336									
113										161									
Nh nihon 284										Uu ununnilium 337									
114										162									
Fl flerow 289										Uu ununnilium 338									
115										163									
Mc moskow 288										Uu ununnilium 339									
116										164									
Lv livermior 293										Uu ununnilium 340									
117										165									
Ts tenes 292										Uu ununnilium 341									
118										166									
Og ogneson 294										Uu ununnilium 342									
119										167									
Uu ununnilium 295										Uu ununnilium 343									
120										168									
Uu ununnilium 296										Uu ununnilium 344									
121										169									
Uu ununnilium 297										Uu ununnilium 345									
122										170									
Uu ununnilium 298										Uu ununnilium 346									
123										171									
Uu ununnilium 299										Uu ununnilium 347									
124										172									
Uu ununnilium 300										Uu ununnilium 348									
125										173									
Uu ununnilium 301										Uu ununnilium 349									
126										174									
Uu ununnilium 302										Uu ununnilium 350									
127										175									
Uu ununnilium 303										Uu ununnilium 351									
128										176									
Uu ununnilium 304										Uu ununnilium 352									
129										177									
Uu ununnilium 305										Uu ununnilium 353									
130										178									
Uu ununnilium 306										Uu ununnilium 354									
131										179									
Uu ununnilium 307										Uu ununnilium 355									
132										180									
Uu ununnilium 308										Uu ununnilium 356									
133										181									
Uu ununnilium 309										Uu ununnilium 357									
134										182									
Uu ununnilium 310										Uu ununnilium 358									
135										183									
Uu ununnilium 311										Uu ununnilium 359									
136										184									
Uu ununnilium 312										Uu ununnilium 360									
137										185									
Uu ununnilium 313										Uu ununnilium 361									
138										186									
Uu ununnilium 314										Uu ununnilium 362									
139										187									
Uu ununnilium 315										Uu ununnilium 363									
140										188									
Uu ununnilium 316										Uu ununnilium 364									
141										189									
Uu ununnilium 317										Uu ununnilium 365									
142										190									
Uu ununnilium 318										Uu ununnilium 366									
143										191									
Uu ununnilium 319										Uu ununnilium 367									
144										192									
Uu ununnilium 320										Uu ununnilium 368									
145										193									
Uu ununnilium 321										Uu ununnilium 369									
146										194									
Uu ununnilium 322										Uu ununnilium 370									
147										195									
Uu ununnilium 323										Uu ununnilium 371									
148										196									
Uu ununnilium 324										Uu ununnilium 372									
149										197									
Uu ununnilium 325										Uu ununnilium 373									
150										198									
Uu ununnilium 326										Uu ununnilium 374									
151										199									
Uu ununnilium 327										Uu ununnilium 375									
152										200									
Uu ununnilium 328										Uu ununnilium 376									
153										201									
Uu ununnilium 329										Uu ununnilium 377									
154										202									
Uu ununnilium 330										Uu ununnilium 378									
155										203									
Uu ununnilium 331										Uu ununnilium 379									
156										204									
Uu ununnilium 332										Uu ununnilium 380									
157										205									
Uu ununnilium 333										Uu ununnilium 381									
158										206									
Uu ununnilium 334										Uu ununnilium 382									
159										207									
Uu ununnilium 335										Uu ununnilium 383									
160										208									
Uu ununnilium 336										Uu ununnilium 384									
161										209									
Uu ununnilium 337										Uu ununnilium 385									
162										210									
Uu ununnilium 338										Uu ununnilium 386									
163										211									
Uu ununnilium 339										Uu ununnilium 387									
164										212									
Uu ununnilium 340										Uu ununnilium 388									
165										213									
Uu ununnilium 341										Uu ununnilium 389									
166										214									
Uu ununnilium 342										Uu ununnilium 390									
167										215									
Uu ununnilium 343										Uu ununnilium 391									
168										216									
Uu ununnilium 344										Uu ununnilium 392									
169										217									
Uu ununnilium 345										Uu ununnilium 393									
170										218									
Uu ununnilium 346										Uu ununnilium 394									
171										219									
Uu ununnilium 347										Uu ununnilium 395									
172										220									
Uu ununnilium 348										Uu ununnilium 396									
173										221									
Uu ununnilium 349										Uu ununnilium 397									
174										222									

Zbiór zadań stanowi bardzo urozmaiconą i praktyczną publikację, która pomoże studentom w ćwiczeniu cennych umiejętności w obszarze obliczeń stechiometrycznych, jednocześnie wzbogacając ich ogólną wiedzę z zakresu chemii organicznej. Zadania zostały dobrane z dbałością o każdą możliwą konstrukcję obliczeniową, a umieszczone na końcu zbioru odpowiedzi pozwalają na szybką weryfikację poprawności uzyskanych wyników.

dr inż. Beata Synekiewicz-Musialska

Zadania zawarte w skrypcie są skonstruowane tak, aby odnosiły się do rzeczywistych problemów, z jakimi studenci mogą spotkać się zarówno na zajęciach, jak i w późniejszej pracy zawodowej.

Dzięki temu podręcznik ten nie tylko uczy teorii, ale również przygotowuje do praktycznego zastosowania zdobytej wiedzy. (...)

Jego dobrze przemyślana struktura, różnorodność zadań oraz praktyczne podejście do nauki sprawiają, że jest to materiał nie tylko wartościowy, ale również inspirujący do dalszego zgłębiania tajników chemii.

dr Ewa Dresler

Różnorodność poziomu trudności zadań jest jednym z największych atutów tego zbioru. Znajdują się w nim zarówno proste zadania, pozwalające na utrwalenie podstaw, jak też i znacznie bardziej skomplikowane problemy, wymagające od użytkownika zaawansowanej wiedzy i umiejętności wykonywania złożonych obliczeń. (...) Jest to zbiór, który z pewnością znajdzie zastosowanie zarówno w edukacji wczesnoakademickiej, jak i późnoszkolnej.

dr Bartłomiej Gostyński

ISBN 978-83-88100-43-7