



Badanie właściwości fizycznych i chemicznych kwasów karboksylowych

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Wirtualne laboratorium – I](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Badanie właściwości fizycznych i chemicznych kwasów karboksylowych

Jednym ze składników cytryny jest kwas cytrynowy. Czy wiesz, że w przemyśle kwas ten jest produkowany poprzez fermentację cytrynową m. in. pleśni kropidlaka czarnego (*Aspergillus niger* spp.)?

Źródło: dostępny w internecie: www.pixabay.com, domena publiczna.

Wracasz do domu z rodzicami po dwutygodniowym wyjeździe wakacyjnym. Po otwarciu drzwi odczuwasz bardzo nieprzyjemny zapach potu. Rodzice próbują zapalić światło, ale okazuje się, że nie ma prądu. Korzystacie ze świecy (produkowana z kwasu karboksylowego – kwasu stearynowego), aby rozjaśnić ciemność w mieszkaniu. Szukacie źródła nieprzyjemnego zapachu i w końcu znajdujecie winowajcę. To kostka masła, którą zapomnieliście schować do lodówki, a ten charakterystyczny fetor to kwas masłowy. Oba wymienione kwasy należą do kwasów karboksylowych, z tym, że jeden z nich jest cieczą o nieprzyjemnym zapachu, a drugi ciałem stałym. Mimo tego, że należą do tej samej klasy związków, różnią się właściwościami fizycznymi. Badanie właściwości fizycznych i chemicznych pomaga zrozumieć naturę związku chemicznego oraz pozwala znaleźć im zastosowanie.

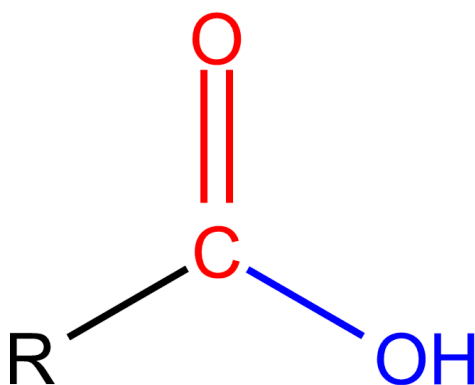
Twoje cele

- Porównasz właściwości fizyczne i chemiczne kwasów karboksylowych.
- Na podstawie budowy cząsteczki kwasu karboksylowego, zaproponujesz jego właściwości chemiczne i fizyczne.
- Zaproponujesz doświadczenia chemiczne, za pomocą których zbadasz właściwości chemiczne i fizyczne wybranych kwasów karboksylowych.

Przeczytaj

Właściwości fizyczne kwasów karboksylowych

Kwasy karboksylowe to grupa związków o wzorze ogólnym: $R - COOH$. Podstawnik R może być resztą węglowodorową, pochodzącą z węglowodoru nasyconego, nienasyconego lub grupy arylovej. Grupa $-COOH$ jest grupą funkcyjną.



Wzór ogólny kwasów karboksylowych

R – grupa alkilowa, arylovej bądź atom wodoru

Źródło: GroMar Sp. z o.o, licencja: CC BY-SA 3.0.

Rozpuszczalność

W cząsteczkach kwasów karboksylowych występuje polarna grupa karboksylowa, w której skład wchodzi **grupa karbonylowa** ($C = O$) oraz **hydroksylowa** ($-OH$). Obecność tych grup sprawia, że możliwe jest wytworzenie **wiązania wodorowego** pomiędzy cząsteczkami kwasu. Obecność grupy hydroksylowej i karbonylowej wpływa na właściwości fizyczne kwasów karboksylowych. Grupa karbonylowa charakteryzuje się wysoką polarnością, dzięki czemu kwasy karboksylowe są silnie polarne. Dodatkowo atom wodoru, pochodzący z grupy karbonylowej, z łatwością tworzy wiązania wodorowe. Przypomnij sobie, że pierwszy z węglowodorów – metan (CH_4) – w warunkach pokojowych jest gazem. Natomiast najprostszy kwas karboksylowy – kwas mrówkowy ($HCOOH$) – w warunkach pokojowych jest cieczą. Swoją stan skupienia zawdzięcza właśnie występowaniu wiązania wodorowego, wytworzonego między cząsteczkami kwasu.

Kwasy karboksylowe wykazują lepszą **rozpuszczalność** w etanolu (lub innych rozpuszczalnikach organicznych) ze względu na możliwość wytworzenia wiązań wodorowych między grupą karbonylową cząsteczki kwasu a grupą hydroksylową

cząsteczki alkoholu. Rozpuszczalność kwasów karboksylowych w wodzie jest spowodowana tworzeniem się wiązań wodorowych oraz oddziaływań dipol-dipol pomiędzy polarnym fragmentem organicznej cząsteczki (kwasu) a wodą. Podobna sytuacja występuje w przypadku rozpuszczania alkoholi w wodzie. Rozpuszczalność kwasów karboksylowych zmniejsza się wraz ze wzrostem liczby atomów węgla w budowie kwasu.

Polecenie 1

Mając do dyspozycji kwas octowy CH_3COOH (kwas etanowy), kwas oktanowy $\text{C}_7\text{H}_{15}\text{COOH}$ (kwas kaprylowy), kwas heksadekanowy $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$ (kwas palmitynowy), wodę, bezwodny alkohol etylowy, zaproponuj doświadczenie, w którym zbadasz zachowanie się kwasów względem rozpuszczalników: wody i etanolu. Porównaj stany skupienia kwasów. Zastanów się, co wpływa na stan skupienia.

Schemat doświadczenia narysuj w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Sprzęt laboratoryjny:

Odczynniki chemiczne:

Procedura wykonania doświadczenia:

Obserwacje:

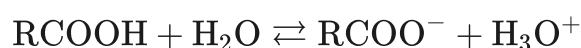
1. Obserwacja próbek kwasów pod kątem stanu skupienia.

2. Badanie rozpuszczalności w rozpuszczalnikach polarnych i apolarnych.

Wnioski:

Właściwości chemiczne kwasów karboksylowych

Kwasy organiczne są słabymi elektrolitami, co oznacza, że w roztworze wodnym **nie wszystkie cząsteczki** kwasu dysocjują na kationy hydroniowe (H_3O^+) i aniony reszty kwasowej (RCOO^-).



W celu określenia mocy kwasu organicznego używa się **stałej dysocjacji** kwasowej K_a .

Wyrażenie na **stałą dysocjacji kwasu**:

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{RCOO}^-]}{[\text{RCOOH}]}$$

- $[\text{H}_3\text{O}^+]$ - równowagowe stężenie molowe jonów hydroniowych $\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$;
- $[\text{RCOO}^-]$ - równowagowe stężenie molowe jonów karboksylanowych $\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$;
- $[\text{RCOOH}]$ - równowagowe stężenie molowe kwasu karboksylowego $\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$.

Im wartość stałej dysocjacji kwasu większa, tym więcej cząsteczek kwasu ulega dysocjacji, w rezultacie pH roztworu maleje.

Polecenie 2

W doświadczeniu użyto roztworów następujących kwasów: kwas butanowy, kwas 2-chlorobutanowy, kwas 3-chlorobutanowy, kwas 4-chlorobutanowy o takim samym stężeniu, czyli $1 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$. Następnie, za pomocą pH-metru, zmierzono pH wszystkich roztworów. Odpowiedz na pytanie: jak wpływa położenie podstawnika (atom chloru) w stosunku do grupy funkcyjnej na pH roztworu? Zapisz przebieg doświadczenia.

Schemat doświadczenia narysuj w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Sprzęt laboratoryjny:

Odczynniki chemiczne:

Procedura wykonania doświadczenia:

Obserwacje:

1. Obserwacja próbek kwasów pod kątem stanu skupienia.

2. Badanie rozpuszczalności w rozpuszczalnikach polarnych i apolarnych.

Wnioski:

Słownik

wiązanie wodorowe

rodzaj oddziaływania międzycząsteczkowego lub wewnątrzcząsteczkowego za pośrednictwem atomu wodoru; w wiązaniu wodorowym, atom wodoru tworzy mostek łączący dwa elektroujemne atomy $X - H \dots Y$ z jednym z nich (X) połączony jest wiązaniem kowalencyjnym (wiązanie chemiczne), a z drugim siłami elektrostatycznymi. Aby powstało wiązanie wodorowe ważne, atomy oznaczone jako X i Y muszą być bardziej elektroujemne niż atom wodoru – są to atomy posiadające wolną parę elektronową, np.: O, F, N

rozpuszczalność

zdolność substancji do tworzenia z innymi substancjami układów jednorodnych (roztworów)

elektrolit

(gr. *ēlektron* „bursztyn”; gr. *lytós* „rozpuszczalny”) roztwór, w którym znajdują się jony; przewodnik elektryczny jonowy, w którym poruszające się jony przenoszą ładunki elektryczne i przewodzenie prądu zawsze jest związane z transportem masy

stała dysocjacji elektrolitycznej

stała równowagi wyrażona jako stosunek iloczynu stężeń jonów, powstających podczas dysocjacji elektrolitycznej do stężenia cząsteczek niezdysocjowanych, pozostających w równowadze chemicznej z jonami

dysocjacja elektrolityczna

proces rozpadu elektrolitów (kwasów, zasad, soli) pod wpływem rozpuszczalnika, najczęściej wody, na dodatnio i ujemnie naładowane cząstki, tj. jony

Bibliografia

Dudek-Różycki K., Płotek M., Wichur T., *Związki organiczne zawierające azot oraz wielofunkcyjne pochodne węglowodorów. Repetytorium i zadania*, Kraków 2021.

Dudek-Różycki K., Płotek M., Wichur T., *Węglowodory. Repetytorium i zadania*, Kraków 2020.

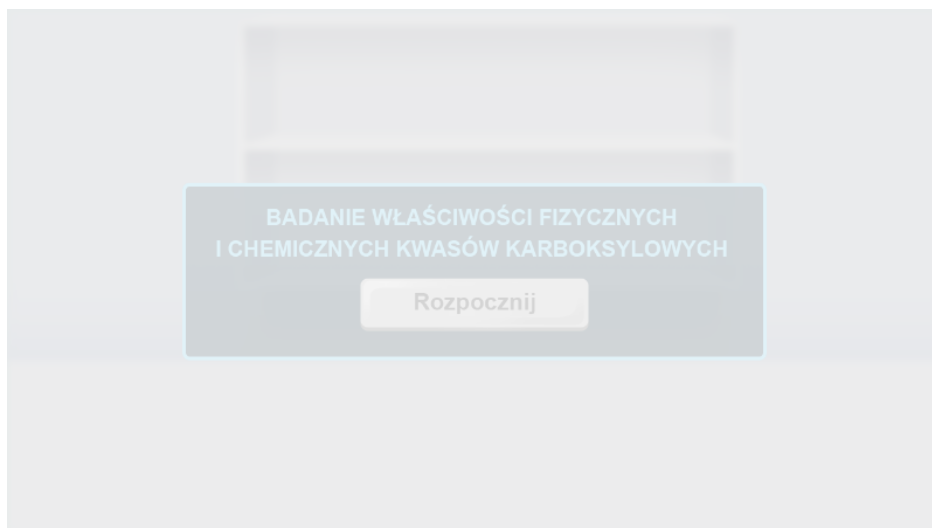
Dudek-Różycki K., Płotek M., Wichur T., *Kompendium terminologii oraz nazewnictwa związków organicznych. Poradnik dla nauczycieli i uczniów*, Kraków 2020.

Krzeczkowska M., Loch J., Mizera A., *Repetytorium chemia. Liceum – poziom podstawowy i rozszerzony*, Warszawa – Bielsko-Biała 2010.

Wirtualne laboratorium – I

Laboratorium 1

Przeprowadź doświadczenie w wirtualnym laboratorium chemicznym. Rozwiąż problem badawczy i zweryfikuj hipotezę. W formularzu zapisz obserwacje, a następnie sformułuj wnioski. Spróbuj wykonać doświadczenie samodzielnie. Jeśli jednak będziesz mieć problemy, możesz skorzystać z instrukcji, która znajduje się pod ikoną notatnika w prawym górnym rogu.



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/D6ARmfT2>

Wirtualne laboratorium pt. „Badanie właściwości fizycznych i chemicznych kwasów karboksylowych”
Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Analiza eksperymentu: Badanie właściwości fizycznych i chemicznych kwasów karboksylowych.

Problem badawczy: Czy właściwości kwasów karboksylowych zależą od rodzaju kwasu karboksylowego?

Hipoteza: Właściwości kwasów karboksylowych są zależne od rodzaju kwasu karboksylowego.

Obserwacje:

Wyniki:

Wnioski:

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Zaznacz poprawne odpowiedzi.

W cząsteczkach kwasów karboksylowych występuje polarna grupa karboksylowa, w której skład wchodzi:

☐ grupa ketonowa

☐ grupa amidowa

☐ grupa karbonylowa

☐ grupa hydroksylowa

Ćwiczenie 2



Zaznacz poprawną odpowiedź.

W celu określenia mocy kwasu organicznego używa się:

☐ oznaczenia elektroujemności.

☐ stałej dysocjacji.

☐ pH-metru.

Ćwiczenie 3



Składnikiem oleju roślinnego jest, nazywany zwyczajowo, kwas linolowy, zawierający w cząsteczce m.in. 18 atomów węgla. Wiedząc, że w cząsteczce tego kwasu występują również dwa wiązania podwójne, między 9 a 10 oraz 12 a 13 atomem węgla, podaj jego wzór półstrukturalny oraz zapisz równanie reakcji jego uwodornienia. Podaj systematyczną i zwyczajową nazwę otrzymanego produktu.

Wzór: .

Reakcja uwodornienia: + 2 H₂ $\xrightarrow{\text{kat.}}$.

Nazwa systematyczna: .

Nazwa zwyczajowa: .

kwas szczawiowy

kwas oktadekanowy

CH₃ – (CH₂)₄ – CH = CH – CH₂ – CH = CH – (CH₂)₇ – COOH

kwas stearynowy

kwas etanodiowy

CH₃ – (CH₂)₄ – CH = CH – CH₂ – CH = CH – (CH₂)₇ – COOH

CH₃ – (CH₂)₁₆ – COOH

Ćwiczenie 4



Poniżej zamieszczono tabelę zawierającą informacje na temat właściwości fizycznych wybranych, nasyconych kwasów jednokarboksylowych.

Nazwa zalecana	Temperatura wrzenia [°C]	Temperatura topnienia [°C]	Gęstość [$\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$]	Rozpuszczalność [$\frac{\text{g}}{100\text{g H}_2\text{O}}$]
Kwas mrówkowy	101	8	1,21	nieograniczona
Kwas octowy	118	18	1,04	nieograniczona
Kwas butanowy	163	-5	0,95	nieograniczona
Kwas pentanowy	187	-35	0,94	3,7

Analizując dane w tabeli oraz na podstawie posiadanych informacji, uzupełnij zdanie:

W szeregu homologicznym, ze wzrostem liczby atomów węgla w cząsteczce, zmienia się stan skupienia od do , temperatura wrzenia, gęstość, a także rozpuszczalność w wodzie i reaktywność.

ciał stałych

wzrasta

gazów

cieczy

wzrasta

wzrasta

maleje

maleje

maleje

Ćwiczenie 5



Poniższa tabela przedstawia temperatury topnienia i wrzenia wybranych kwasów karboksylowych.

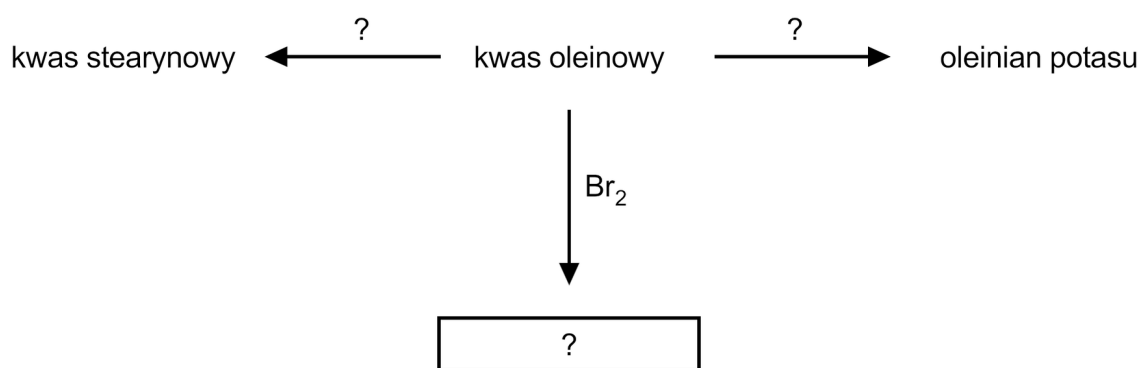
Nazwa kwasu	Wzór kwasu	Temperatura topnienia [°C]	Temperatura wrzenia [°C]
Kwas octowy	CH_3COOH	16,6	117,9
Kwas stearynowy	$\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$	69,3	360,0 (rozkłada się)
Kwas oleinowy	$\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$	16,2	360,0

Na podstawie tabeli określ stan skupienia każdego z kwasów w temperaturze 25°C.

Odpowiedź:



Przedstaw, za pomocą równań reakcji, przemiany zaznaczone na poniższym schemacie:



Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Przy zapisie reakcji z Br_2 użyj wzoru grupowego, który obrazuje miejsce występowania wiązania podwójnego w cząsteczce, i podaj nazwę systematyczną otrzymanego produktu.

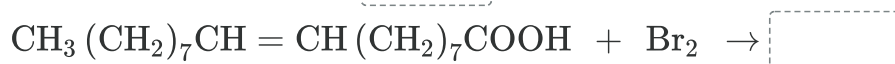
1. kwas oleinowy $\rightarrow$ kwas stearynowy



2. kwas oleinowy $\rightarrow$ oleinian potasu



3. kwas oleinowy $\xrightarrow{\text{Br}^{2+}}$



H_2O

KOH

$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CHBr}-\text{CHBr}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$

$\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOK}$

$\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$

$\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$

kwas 9,10,11-tribromoheptadekanowy

kwas 9,10-dibromooktadekanowy

H_2

Ćwiczenie 7



Uczniowie otrzymali do identyfikacji następujące kwasy: oleinowy, mrówkowy, szczawiowy. W probówce nr 1 znajduje się kwas, który tworzy biały osad z roztworem CaCl_2 .

W probówce nr 2 znajduje się kwas, powodujący odbarwienie roztworu bromu. W probówce nr 3 znajduje się kwas, który w temperaturze pokojowej jest cieczą, dobrze rozpuszczalną w wodzie. Na podstawie powyższych informacji zidentyfikuj kwasy, pisząc odpowiednie równania reakcji (informacja nr 1 i 2). U szereguj te kwasy wg zmniejszającego się ich charakteru kwasowego, do porównania mocy wykorzystaj wartości stałych dysocjacji kwasów.

Probówka 1.

Równanie reakcji:



Probówka 2.

Równanie reakcji:



Probówka 3.

Malejący charakter kwasowy tych związków:



kwas mrówkowy

$(\text{COO})_2\text{Ca} \downarrow$

kwas szczawiowy

$(\text{CH}_3\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$

kwas oleinowy

kwas oleinowy

$(\text{CH}_3\text{CH}_2)_7\text{CHBr}-\text{CHBr}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$

CaCl_2

kwas szczawiowy

HCl

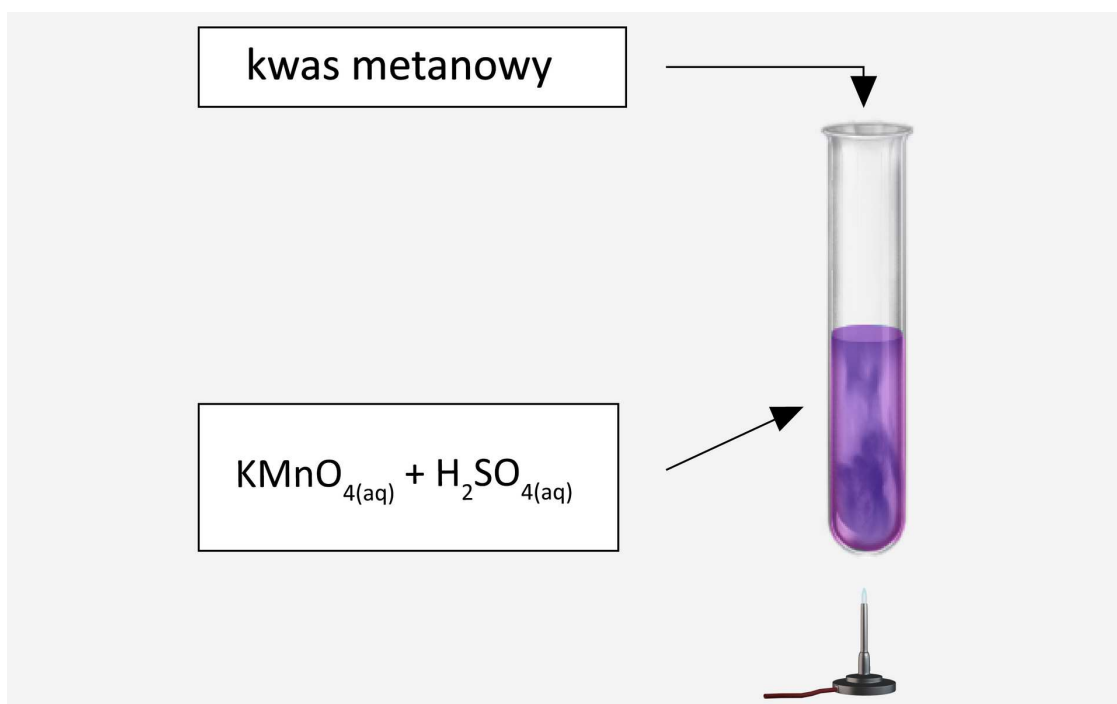
2

kwas mrówkowy

$(\text{COOH})_2$

Br_2

Przeprowadzono doświadczenie opisane schematycznym rysunkiem:



Schemat doświadczenia

Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Obserwacje: fioletowy roztwór ulega odbarwieniu, wydziela się bezbarwny gaz.

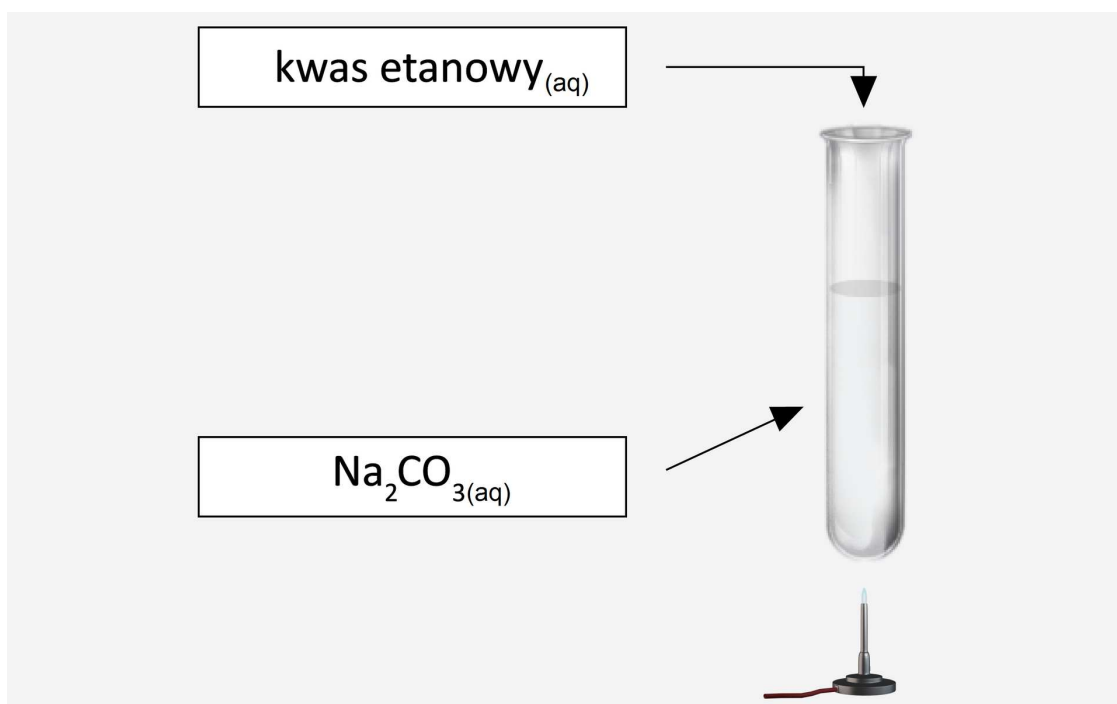
Analizując budowę cząsteczki kwasu metanowego, wyjaśnij jakie jego właściwości spowodowały przebieg reakcji w doświadczeniu.

Odpowiedź:

Ćwiczenie 9



Przeprowadzono doświadczenie przedstawione schematycznym rysunkiem:



Źródło: GroMar Sp. z o.o. na podstawie M. Krzeczowska, J. Loch, A. Mizera, Repetytorium chemia : Liceum - poziom podstawowy i rozszerzony, Wydawnictwo Szkolne PWN, Warszawa - Bielsko-Biała 2010., licencja: CC BY-SA 3.0.

Podaj obserwacje i wnioski. Zapisz równanie zachodzącej reakcji chemicznej lub zaznacz, że reakcja nie zachodzi.

Obserwacje:

Wydzieli się , bezwonny .

Wnioski:

Zachodzi reakcja zgodnie z równaniem:



ostry

$\text{CO}_2 \uparrow$

HCOOH

2

$\text{H}_2 \uparrow$

bezbarwny

CH_3COOH

HCOONa

CH_3COONa

2

charakterystyczny

3

gaz

H_2O

$\text{O}_2 \uparrow$

3

Dla nauczyciela

Scenariusz zajęć

Autor: Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Badanie właściwości fizycznych i chemicznych kwasów karboksylowych

Grupa docelowa: III etap edukacyjny, liceum ogólnokształcące, technikum

Podstawa programowa:

Zakres podstawowy

XVI. Kwasy karboksylowe. Uczeń:

4) opisuje właściwości chemiczne kwasów karboksylowych na podstawie reakcji tworzenia: soli, estrów; pisze odpowiednie równania reakcji; przeprowadza doświadczenia pozwalające otrzymywać sole kwasów karboksylowych (w reakcjach kwasów z: metalami, tlenkami metali, wodorotlenkami metali i solami kwasów o mniejszej mocy).

Zakres rozszerzony

XVI. Kwasy karboksylowe. Uczeń:

4) opisuje właściwości chemiczne kwasów karboksylowych na podstawie reakcji tworzenia: soli, estrów, amidów; pisze odpowiednie równania reakcji; projektuje i przeprowadza doświadczenia pozwalające otrzymywać sole kwasów karboksylowych (w reakcjach kwasów z: metalami, tlenkami metali, wodorotlenkami metali i solami kwasów o mniejszej mocy).

Kształtowane kompetencje kluczowe:

- kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji;
- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii;
- kompetencje cyfrowe;
- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.

Cele operacyjne

Uczeń:

- porównuje właściwości fizyczne i chemiczne kwasów karboksylowych;

- na podstawie budowy cząsteczki kwasu karboksylowego, proponuje jego właściwości chemiczne i fizyczne;
- proponuje doświadczenia chemiczne, za pomocą których bada właściwości chemiczne i fizyczne wybranych kwasów karboksylowych.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna;
- problemowa.

Metody i techniki nauczania:

- dyskusja dydaktyczna;
- wirtualne laboratorium;
- eksperyment chemiczny;
- analiza materiału źródłowego;
- ćwiczenia uczniowskie;
- róża wiatrów.

Formy pracy:

- praca indywidualna;
- praca w parach;
- praca w grupach;
- praca zbiorowa.

Środki dydaktyczne:

- komputery z głośnikami, słuchawkami i dostępem do Internetu;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- tablica interaktywna/tablica, kreda/marker;
- rzutnik multimedialny.

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel zadaje pytanie uczniom- Dlaczego jest ważna znajomość właściwości fizycznych i chemicznych poszczególnych substancji chemicznych?
2. Rozpoznanie wiedzy wyjściowej uczniów. Uczniowie odpowiadają na pytanie: Co jest cechą wspólną kwasów karboksylowych w ich budowie?
3. Ustalenie celów. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami określa cele lekcji, które zapisują sobie w portfolio.

4. Zasady BHP. Nauczyciel zapoznaje uczniów z kartami charakterystyk substancji, które będą używane na lekcji.

Faza realizacyjna:

1. Eksperyment chemiczny – „Badanie właściwości fizycznych kwasu etanowego, kwasu oktanowego i palmitynowego” (zachowanie się kwasów względem rozpuszczalników: wody i etanolu oraz porównanie stanu skupienia kwasów). Nauczyciel poprzez losowanie dzieli uczniów na grupy. Uczniowie wybierają odpowiednie szkło i odczynniki znajdujące się na stole laboratoryjnym, a następnie układają instrukcję wykonania eksperymentu, po czym chętni uczniowie prezentują przykładowe instrukcje na forum klasy – następuje ich weryfikacja i zatwierdzenie przez nauczyciela. Uczniowie samodzielnie stawiają pytanie badawcze i hipotezę, rysują schemat doświadczenia, przeprowadzają eksperyment, obserwują zmiany podczas eksperymentu, wyciągają wnioski (wszystko zapisują w wirtualnych dzienniczkach – polecenie 1 w e-materiale sekcja „przeczytaj”). Następnie na forum całej klasy następuje weryfikacja pod względem merytorycznym, uczniowie wyciągają wspólne wnioski.
2. Eksperyment chemiczny – „Badanie pH kwas butanowego, kwas 2-chlorobutanowego, kwas 3-chlorobutanowego, kwas 4-chlorobutanowego” – określenie wpływu położenia podstawnika (atom chloru) w stosunku do grupy funkcyjnej na pH roztworu. Uczniowie pracują w tych samych grupach, wybierają odpowiednie szkło i odczynniki znajdujące się na stole laboratoryjnym, a następnie układają instrukcję wykonania eksperymentu, po czym chętni uczniowie prezentują przykładowe instrukcje na forum klasy – następuje ich weryfikacja i zatwierdzenie przez nauczyciela. Uczniowie samodzielnie stawiają pytanie badawcze i hipotezę, schemat doświadczenia, przeprowadzają eksperyment, obserwują zmiany podczas eksperymentu, wyciągają wnioski (wszystko zapisują w wirtualnych dzienniczkach – polecenie 2 w e-materiale sekcja „przeczytaj”). Następnie na forum całej klasy następuje weryfikacja pod względem merytorycznym, uczniowie wyciągają wspólne wnioski.
3. Nauczyciel proponuje uczniom pracę indywidualną z wirtualnym laboratorium. Uczniowie zbadają właściwości fizyczne i chemiczne kwasu octowego, pentanowego i benzooesowego. Obserwacje, wyniki i wnioski zapisują w dzienniczku wirtualnym.
4. Uczniowie pracują w parach z częścią „Sprawdź się”. Uczniowie wykonują zadania. Nauczyciel może wyświetlić treść poleceń na tablicy multimedialnej. Po każdym przeczytanym poleceniu nauczyciel daje uczniom określony czas na zastanowienie się, a następnie chętny uczeń z danej pary udziela odpowiedzi/prezentuje rozwiązanie na tablicy. Pozostali uczniowie ustosunkowują się do niej, proponując ewentualnie swoje pomysły. Nauczyciel w razie potrzeby koryguje odpowiedzi, dopowiada istotne informacje, udziela uczniom informacji zwrotnej. Ćwiczenia, których uczniowie nie zdążą wykonać podczas lekcji mogą być zlecone do wykonania w ramach pracy domowej.

Faza podsumowująca:

1. Róża wiatrów (patrz materiały pomocnicze). Nauczyciel poprzez zastosowanie tego narzędzia może dokonać ewaluacji zajęć, umieszczając nazwy elementu podlegającego ocenie, np. atmosfera zajęć, przydatność materiałów, stopień zaangażowania uczniów, zainteresowanie tematem, stopień opanowania zagadnienia wynikający z zamierzonych do osiągnięcia celów lekcji, stopień trudności materiału, atrakcyjność lekcji i etc. Przygotowaną „różę” nauczyciel rozdaje uczniom i prosi o zaznaczenie na każdej osi punktu odpowiadającego ocenie. Następnie punkty na sąsiednich osiach uczniowie łączą ze sobą i w ten sposób każdy z uczniów otrzymuje swoją „różę”, którą wręcza prowadzącemu. Nauczyciel może odnieść się do tego ogólnie na podsumowanie, po wcześniejszej analizie.

Praca domowa:

Uczniowie wykonują pozostałe ćwiczenia w e-materiale – „Sprawdź się”, których nie zdążyli wykonać na lekcji.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Wirtualne laboratorium uczniowie mogą wykorzystać podczas przygotowywania się do lekcji czy pracy kontrolnej. Uczniowie nieobecni na lekcji mogą medium wykorzystać do uzupełnienia luk kompetencyjnych.

Materiały pomocnicze:

1. Nauczyciel przygotowuje do ewaluacji lekcji różę wiatrów. Róża wiatrów jest jedną z graficznych metod pozwalających ocenić jednocześnie wiele elementów zajęć. W przypadku ewaluacji zajęć, na osiach w miejsce kierunku umieść nazwę elementu podlegającego ocenie (atmosfera zajęć, przydatność materiałów, stopień zaangażowania uczniów, zainteresowanie tematem, stopień opanowania zagadnienia wynikający z zamierzonych do osiągnięcia celów lekcji, stopień trudności materiału, atrakcyjność lekcji). Liczba osi jest dowolna i może być rozbudowywana w zależności od potrzeb. Linie osi podziel na odcinki i przypisz im odpowiednie wartości – od 1 do 10 lub skalę ocen 1-6. Tak przygotowaną „różę” rozdaj uczestnikom i poproś o zaznaczenie na każdej osi punktu odpowiadającego ocenie. Następnie punkty na sąsiednich osiach uczniowie łączą ze sobą i w ten sposób każdy z uczniów otrzymuje swoją „różę”, którą wręcza prowadzącemu.
2. Doświadczenia chemiczne: „Badanie właściwości fizycznych kwasu etanowego, kwasu oktanowego i palmitynowego” oraz „Badanie pH kwas butanowego, kwas 2-chlorobutanowego, kwas 3-chlorobutanowego, kwas 4-chlorobutanowego”
 - Sprzęt i szkło laboratoryjne oraz odczynniki wg polecenia 1 i polecenia 2 w e-materiale w sekcji „przeczytaj”.
3. Karty charakterystyk substancji chemicznych.

