

## Doświadczenie 1.

### DNA



W tym doświadczeniu potrzebny jest zamrażalnik

#### Przygotuj:

- 1 owoc kiwi
- 5 g soli (1 łyżeczkę)
- 10 g płynu do mycia naczyń (5 łyżeczek)
- obieraczkę do warzyw
- deskę do krojenia
- nóż
- blender lub mikser
- plastikowy pojemnik o pojemności min. 0,5 l
- wagę kuchenną
- spirytus salicylowy
- czajnik z wodą
- słoik około 0,5 l
- garnek, w którym zmieści się przygotowany słoik
- papierowy filtr do kawy
- mały lejek
- szklanekę lub słoik, na którym utrzyma się lejek
- duży kieliszek lub literatkę
- 1 patyczek do szaszłyków

Po wykonaniu doświadczenia spróbuj odpowiedzieć na pytania dotyczące obserwacji.  
Koniecznie przeczytaj komentarz!

#### Zadanie:

1. Buteleczkę ze spirytusem salicylowym włóż do zamrażalnika dzień przed rozpoczęciem eksperymentu.
2. Bezpośrednio przed rozpoczęciem eksperymentu zagotuj wodę w czajniku. Pozostaw ją do przestygnięcia na około 15 minut. W jednym z etapów doświadczenia będziesz potrzebował wody, której temperatura wynosi około 60 °C

**Uwaga! Nigdy nie spożywaj, ani nawet nie próbuj substancji używanych w doświadczeniach!**

#### Eksperyment:

1. Obierz kiwi ze skórki i pokrój owoc na małe kawałki.
2. W plastikowym pojemniku przygotuj mieszaninę 90 g wody z kranu, 10 g płynu do mycia naczyń i 5 g soli kuchennej. Wymieszaj wszystkie składniki.
3. Do ciekłej mieszaniny dosyp pokrojone kiwi.
4. Miksuj blenderem wszystkie składniki przez około 5 sekund.
5. Przelej powstałą mieszaninę do słoiczka.
6. Wodę, którą zagotowałeś przed rozpoczęciem eksperymentu, wlej do garnka.
7. Włóż słoik ze zmiksowaną mieszaniną do garnka i mieszaj ostrożnie jego zawartość przez około 5 minut.
8. Połóż lejek na szklance lub słoiku i umieść w nim filtr do kawy.
9. Wlej do filtra zmiksowaną mieszaninę i poczekaj około 5 minut. W tym czasie mieszanina nieco się przefiltruje. W dalszej części eksperymentu będziesz potrzebować 2 łyżek przesączonej cieczy. Pozostałą w filtrze mieszaninę możesz wyrzucić.
10. Wlej dwie łyżki przesączonej, zielonej cieczy do kieliszka lub literatki.
11. Wyjmij z zamrażalnika buteleczkę spirytusu salicylowego.
12. Powoli, najlepiej lejąc po ściankach kieliszka, dodaj do niego dwie łyżki spirytusu salicylowego.  
**Uwaga!** Spirytus nie może mieszać się z zieloną cieczą. Powinny się utworzyć dwie warstwy.
13. Obserwuj co dzieje się na granicy obu cieczy.

**Obserwacje:**

1. Co się stało po utworzeniu dwuwarstwowej mieszaniny spirytusu salicylowego i kolorowej cieczy uzyskanej podczas filtracji?
2. Czy na granicy dwóch cieczy osadzają się pęcherzyki bezbarwnego gazu?

**Uwaga! Po chwili obserwacji możesz spróbować wyjąć powstałą galaretowatą substancję przy pomocy drewnianego patyczka do szaszłyków.**

**Pytanie:**

1. Jak jest zbudowana komórka roślinna?

**Komentarz:**

Wszystkie czynności **przeprowadzone podczas tego eksperymentu miały na celu wyizolowanie z komórek kiwi jego DNA**. DNA, czyli **kwasy deoksyrybonukleinowe**, jest nośnikiem informacji genetycznej wszystkich żywych organizmów. Informacja genetyczna jest instrukcją do budowania białek, a z nich wszystkich elementów tworzących komórki, tkanki, a w końcu całe organizmy. DNA jest obecne w każdej komórce roślinnej i zwierzęcej. Cząsteczka DNA jest zbudowana z długich, skręconych wokół siebie dwóch nitek. Ta specyficzna struktura DNA nosi nazwę **podwójnej helisy**. DNA jest związkiem polimerowym, tzw. **biopolimerem**. Jak każdy polimer, DNA powstaje przez połączenie pojedynczych, małych, powtarzających się w całej długości łańcucha elementów, zwanych **monomerami**. W przypadku DNA monomerami są tzw. **nukleotydy**. Połączenie nitek w strukturze DNA jest możliwe dzięki pasującym do siebie nawzajem elementom składowym nukleotydów, które nazywamy **zasadami azotowymi**. W DNA występują cztery różne zasady azotowe: **guanina, adenina, cytozyna** oraz **tymina**. To ich dopasowanie umożliwia wytworzenie wiązań wodorowych między dwoma niciami DNA.

Przeprowadzone doświadczenie można podzielić na trzy główne procesy. W pierwszej części sporządzono mieszaninę soli, wody i płynu do mycia naczyń i wymieszano ją z rozdrobnionym kiwi. DNA jest ukryte we wnętrzu komórki. Dlatego w tym etapie doświadczenia rozbijane były błony komórkowe, otoczki jąder komórkowych, a także błony organelli znajdujących się wewnątrz komórki.

Kolejnym niezbędnym krokiem było umieszczenie słoika z rozdrobnioną mieszaniną w gorącej wodzie. Ten etap nazywamy **inkubacją**. Inkubacja w tym przypadku przyspiesza rozpad błon komórkowych. Dzięki niej zachodzi również dezaktywacja enzymów mogących strawić DNA.


W końcowym etapie doświadczenia nastąpiło wytrącenie DNA z roztworu przesączonego przez filtr do kawy przy pomocy zimnego etanolu. Etanol jest głównym składnikiem spirytusu salicylowego. Końcowym produktem eksperymentu były cienkie, galaretowate nitki, do których "przyklejały" się pęcherzyki powietrza.

**Pomyśl:**


1. Czy DNA roślin i zwierząt jest zbudowane w ten sam sposób?
2. Czy DNA to jedyny kwas nukleinowy występujący w komórkach?

## Doświadczenie 2.


### Kolorowy świat $\text{KMnO}_4$



Podczas doświadczenia można się poplamić



Należy użyć rękawiczek ochronnych



Może być potrzebna pomoc drugiej osoby

#### Przygotuj:

- nadmanganian potasu ( $\text{KMnO}_4$ ) – kryształki lub pastylki dostępne w aptece
- 3 kubeczki plastikowe (przezroczyste lub białe) o pojemności około 200 ml
- około 40 ml 10% octu spirytusowego
- 20 kropli 3% wody utlenionej
- około 140 ml wody
- plastikową łyżeczkę
- zegarek lub stoper
- flamaster lub pisak do oznaczania kubeczków
- kartkę papieru i długopis

**Po wykonaniu doświadczenia spróbuj odpowiedzieć na pytania dotyczące obserwacji.  
Koniecznie przeczytaj komentarz!**

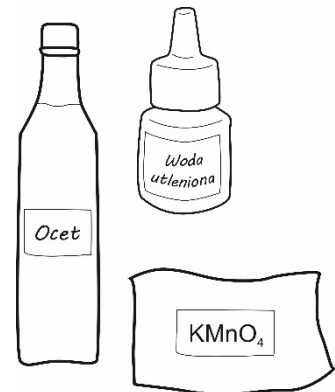
**Uwaga!** Rozcieńczony roztwór  $\text{KMnO}_4$  można stosować jedynie zewnątrz w celach antyseptycznych.

#### Zadanie:

1. Na czubek łyżeczki nabierz kilka kryształków  $\text{KMnO}_4$  i wsyp je do pierwszego kubka. Dolej wody do połowy wysokości kubeczka (około 100 ml). Ostrożnie mieszaj, aż do rozpuszczenia wszystkich kryształków. Zanotuj kolor otrzymanego roztworu.

**Uwaga!** Jeśli używasz pastylek  $\text{KMnO}_4$  do sporządzenia roztworu, to jedną pastylkę roznieć przed eksperymentem.

2. Rozlej otrzymany roztwór do kubeczków, tak aby we wszystkich trzech znalazła się taka sama objętość mieszaniny. Roztwór w pierwszym kubeczku będzie wykorzystywany do porównywania koloru z kolorami pozostałych mieszanin. Oznacz go cyfrą 1.



#### Eksperyment 1:

1. Do drugiego kubeczka z roztworem  $\text{KMnO}_4$  dodaj tyle octu, aby objętość mieszaniny się podwoiła. Następnie ostrożnie wymieszaj mieszaninę. Oznacz ją cyfrą 2.
2. Porównaj kolor drugiej mieszaniny z kolorem roztworu w pierwszym kubeczku i zanotuj swoje spostrzeżenia.
3. Następnie do kubeczka nr 2 dodaj jeszcze 10 kropli wody utlenionej i ostrożnie wymieszaj zawartość kubeczka.
4. Zanotuj kolor otrzymanej mieszaniny od razu po wymieszaniu, po 30 sekundach oraz po 1 minucie.

#### Obserwacje:

1. Jaki kolor ma ciecz w kubeczku 1?
2. Czy kolor mieszaniny w kubeczku 2 zmienił się po dodaniu octu?
3. Jak zmienił się kolor mieszaniny w kubeczku 2 po dodaniu wody utlenionej?
4. Czy zmiana zaszła od razu czy po pewnym czasie?

#### Pytanie:

1. Jaki odczyn ma ocet – kwasowy, obojętny czy zasadowy?

**Eksperyment 2:**

1. Do trzeciego kubeczka z roztworem  $\text{KMnO}_4$  dodaj tyle wody, aby objętość mieszaniny się podwoiła. Następnie ostrożnie wymieszaj mieszaninę. Oznacz ją cyfrą 3.
2. Porównaj kolor trzeciej mieszaniny z roztworem nr 1 i zanotuj swoje spostrzeżenia.
3. Dodaj 10 kropli wody utlenionej i ostrożnie wymieszaj zawartość kubeczka.
4. Zanotuj kolor otrzymanej mieszaniny od razu po wymieszaniu, po 30 sekundach oraz 1 minucie.

**Obserwacje:**

1. Czy kolor mieszaniny w kubeczku 3 zmienił się po dodaniu wody?
2. Jak zmienił się kolor mieszaniny w kubeczku 3 po dodaniu wody utlenionej?
3. Czy zmiana zaszła od razu czy po pewnym czasie?
4. Czy zaobserwowałeś wytrącanie osadu?

**Pytanie:**

1. Jaki odczyn ma woda – kwasowy, obojętny czy zasadowy?

**Pytania do wszystkich eksperymentów:**

1. W jakim celu w eksperymentach użyto octu oraz wody?
2. Jaką rolę pełni woda utleniona w eksperymentach?

**Komentarz:**

Do wyciągnięcia wniosku, że w danym eksperymencie zachodzi reakcja, potrzebujemy zaobserwować zmianę – np. zmianę koloru, wydzielenie się ciepła czy wytrącanie osadu. W przeprowadzonych eksperymentach początkowy fioletowy roztwór  $\text{KMnO}_4$  po dodaniu odczynników odbarwił się lub wytrącił się w nim brązowy osad. Dlaczego obserwacje nie były jednakowe? Ponieważ w eksperymentach zostało zmienione **środowisko reakcji**, które wpłynęło na rodzaj otrzymanych produktów, a tym samym – na kolor. Poniżej przedstawiono równania reakcji, które zaszły w trakcie trwania eksperymentów:

## 1) Eksperyment 1:

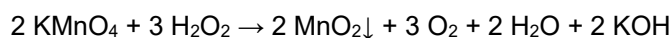


manganian(VII) potasu + kwas octowy + nadtlenek wodoru → octan manganu(II) + octan potasu + tlen + woda

fioletowy roztwór → bezbarwny roztwór

środowisko reakcji – kwasowe

## 2) Eksperyment 2:



manganian(VII) potasu + nadtlenek wodoru → tlenek manganu(IV) + tlen + woda + wodorotlenek potasu

fioletowy roztwór → bezbarwny roztwór z brunatnym osadem

środowisko reakcji – obojętne

Każdy pierwiastek chemiczny w związkach chemicznych charakteryzuje się pewną **wartościowością** (jest to cecha określająca liczbę wiązań chemicznych, którymi dany pierwiastek może łączyć się z innymi pierwiastkami). Na podstawie samej wartościowości nie możemy jednak powiedzieć, czy dany pierwiastek podczas tworzenia wiązań chemicznych będzie chętniej przyjmować czy oddawać elektrony. Do tego potrzebna jest wiedza o tzw. **stopniu utlenienia**. Jest to ładunek, jaki uzyskałby atom w związku chemicznym, w którym wszystkie wiązania byłyby jonowe. Dla zobrazowania różnicy w obu pojęciach przyglądnijmy się dwóm związkom azotu:  $\text{NH}_3$  oraz  $\text{HNO}_2$ . Zarówno w amoniaku jak i kwasie azotowym(III) wartościowość azotu wynosi III. Natomiast stopień utlenienia różni się w zależności od związku. W amoniaku wynosi –III a w kwasie azotowym(III) III. W przypadku amoniaku atom azotu silniej

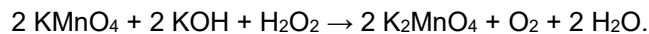
niż atomy wodoru przyciąga elektrony ich wspólnych par elektronowych. Natomiast w kwasie HNO<sub>2</sub> atomy tlenu silniej niż atom azotu przyciągają elektrony.

Obserwowana w przeprowadzonych eksperymentach zmiana kolorów jest związana ze zmianą **stopnia utlenienia manganu (Mn)** w jego związkach. Fioletowy roztwór zawiera **Mn** na **VII** stopniu utlenienia. W pierwszym doświadczeniu mangan przechodzi na **II** stopień utlenienia. W drugim doświadczeniu otrzymuje się tlenek manganu(IV) z **Mn** na **IV** stopniu utlenienia. Decydujący wpływ na otrzymany produkt ma odczyn środowiska reakcji – kwaśny (ocet) lub obojętny (woda). W obu przeprowadzonych eksperymentach stopień utlenienia manganu zmniejsza się. Do zachowania równowagi procesu inny substrat powinien zawierać pierwiastek, którego stopień utlenienia wzrasta. W tym przypadku jest to tlen w nadtlenku wodoru (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). Jego stopień utlenienia w tym związku wynosi **-I**. W każdej z zachodzących reakcji utlenia się on do cząsteczkowego tlenu (O<sub>2</sub>) o zerowym (**0**) stopniu utlenienia.

Procesy, w których stopień utlenienia atomu jest zwiększany nazywamy **reakcjami utlenienia**, a **reakcjami redukcji** nazywamy procesy, w których stopień utlenienia atomu jest zmniejszany. Oba procesy są nierozdzielalne i są nazywane w skrócie reakcjami **redoks**.

### Ciekawostka

Środowisko zasadowe również wpływa na przebieg reakcji. Przykładowe równanie reakcji przebiegającej w tym środowisku można zapisać



W tym przypadku kolor roztworu zmienia się na zielony. Warunkiem koniecznym do zajścia tej reakcji jest silnie zasadowe środowisko, które jest trudno dostępne w życiu codziennym

## Doświadczenie 3.

### Połączone żarówki

#### Przygotuj:

- 2 jednakowe małe żaróweczki do latarek (z napisem 1,5V lub 2,5 V)
- kawałek cienkiego drucika o długości ok. 0,4 m najlepiej miedzianego w izolacji (osłonce)
- 1 baterię AA (1,5V)
- taśmę klejącą lub wąską taśmę izolacyjną (do kupienia np. w marketach budowlanych)
- nożyczki

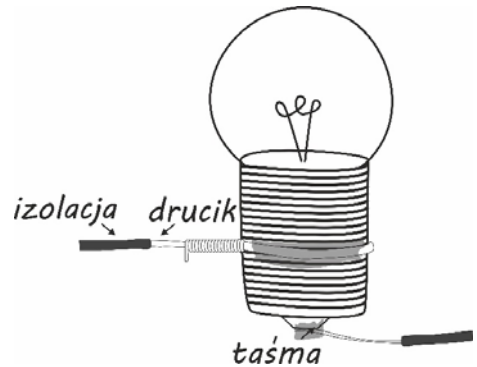
Po wykonaniu doświadczenia spróbuj odpowiedzieć na pytania dotyczące obserwacji.  
Koniecznie przeczytaj komentarz!

**Uwaga!** W tym doświadczeniu wykorzystywana jest bateria o napięciu 1,5 V. Jest to napięcie całkowicie bezpieczne dla człowieka, dlatego możesz bez obaw dotykać obu biegunów baterii.

#### Zadanie:

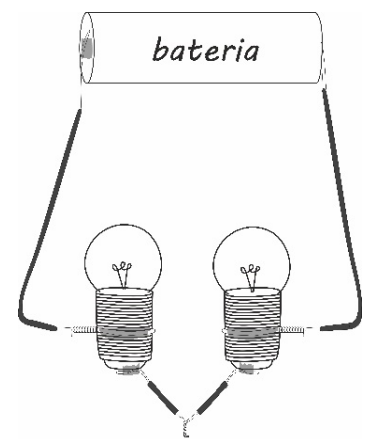
##### Połączenie żarówek z drucikami

1. Potnij drucik nożyczkami na cztery równe części.
2. Zadania w punktach 3–5 wykonaj dla każdej z dwóch żarówek.
3. Nożykiem zdrap izolację drucika na długości ok. 2 cm przy jednym końcu drucika oraz na długości ok. 4 cm przy drugim końcu drucika.
4. Owiń dłuższą część drucika bez izolacji **wokół gwintu żarówki**, tworząc pętlę dobrze przylegającą do gwintu. Zamknij pętlę owijając końcówkę drucika wokół miejsca, w którym kończy się jego czterocentymetrowy fragment bez izolacji. Przyklej pętlę do gwintu żarówki paskiem taśmy klejącej o szerokości ok. 0,5 cm. Pętla musi ściśle przylegać do gwintu.
5. Nożykiem zdrap izolację drucika na długości ok. 2 cm przy obu końcach drucika. Przyklej jeden koniec drucika **do spodu gwintu** przy pomocy paska taśmy klejącej o szerokości ok. 0,5 cm. Końcówka drucika musi ściśle przylegać do spodu gwintu żarówki.
6. **Sprawdź połączenia – utwórz obwód zamknięty.** W tym celu dla każdej żarówki przytknij koniec jednego połączonego z nią kabelka do dodatniego bieguna baterii, a koniec drugiego połączonego z nią kabelka – do ujemnego bieguna baterii. Jeśli żarówki zaświecą się, oznacza to, że połączenia kabli i połączenie układu baterii są prawidłowe – obwód jest prawidłowo zamknięty.



#### Eksperyment 1:

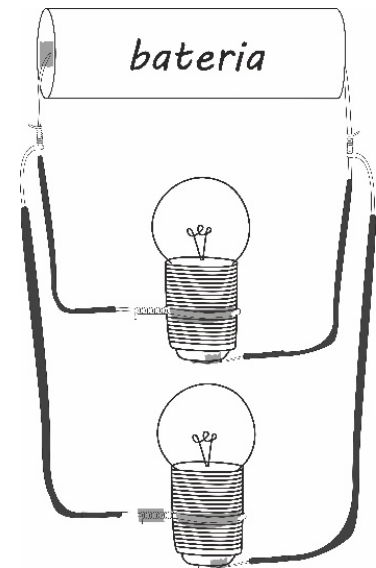
1. Skręć ze sobą nieizolowaną część jednego kabelka pierwszej żarówki z nieizolowaną częścią jednego kabelka drugiej żarówki. **Powinno utworzyć się jedno długie połączenie**, na przykład w kolejności: **kabelek z pętlą – żarówka 1 – kabelek bez pętli – kabelek z pętlą – żarówka 2 – kabelek bez pętli**.
2. Zetknij jedną swobodną końcówkę drucika tego szeregu z dodatnim biegunem baterii, a drugą swobodną końcówkę – z ujemnym biegunem baterii. Jeśli układ nie świeci, przyklej końcówki drucików do biegunów baterii kawałkami taśmy klejącej. Jest to tak zwane **połączenie szeregowo żarówek**.
3. Zwróć uwagę, czy obie żarówki świecą jednakowo jasno oraz jak bardzo jasno świecą żarówki w ogóle.



4. Rozłącz połączenie pomiędzy dwoma żarówkami. Powinieneś otrzymać z powrotem osobno dwie żarówki, każdą połączoną z dwoma kabelkami.

### Eksperyment 2:

1. Skręć ze sobą nieizolowaną część jednego kabelka pierwszej żarówki z nieizolowaną częścią jednego kabelka drugiej żarówki. Następnie skręć ze sobą nieizolowaną część drugiego kabelka pierwszej żarówki z nieizolowaną częścią drugiego kabelka drugiej żarówki **Powinna utworzyć się pętla**, na przykład w kolejności: **kabelek z pętlą – żarówka 1 – kabelek bez pętli – kabelek z pętlą – żarówka 2 – kabelek bez pętli**.
2. Jedno z połączeń między kabelkami dwóch różnych żarówek zetknij z dodatnim biegunem baterii, a drugie połączenie między kabelkami dwóch różnych żarówek – z ujemnym biegunem baterii. Jeśli układ nie świeci, przyklej końcówki połączeń drucików do biegunów baterii kawałkami taśmy klejącej. W ten sposób utworzone zostało tak zwane **połączenie równoległe żarówek**.
3. Zwróć uwagę, czy obie żarówki świecą jednakowo jasno oraz jak bardzo jasno świecą żarówki w ogóle.



### Obserwacje:

1. Czy dwie żarówki obserwowane w połączeniu szeregowym świecą tak samo jasno?
2. Czy dwie żarówki obserwowane w połączeniu równoległym świecą tak samo jasno?
3. W którym z połączeń – szeregowym czy równoległym żarówki świecą jaśniej?

### Komentarz:

Żarówka jest elementami przewodzącymi prąd. Jak każdy taki element, charakteryzuje ją pewien opór elektryczny. Po podłączeniu żarówki do źródła napięcia elektrycznego (np. do baterii albo do gniazdka elektrycznego), zaczyna przez nią płynąć prąd elektryczny. Powiązanie pomiędzy napięciem przyłożonym do żarówki ( $U$ ), natężeniem prądu płynącego przez żarówkę ( $I$ ) oraz oporem tej żarówki ( $R$ ) opisuje prawo Ohma (czytaj: *Oma*), takie samo, jak dla innych przewodników:

$$I = \frac{U}{R}$$

Oznacza ono, że natężenie prądu płynącego przez przewodnik jest tym większe, im większe napięcie przyłożone do przewodnika oraz im mniejszy opór przewodnika.

Przewodniki zwykle łączymy w układy – szeregowy, równoległy albo mieszane. Typ połączenia można ustalić dopiero po podłączeniu układu oporników do źródła napięcia. Połączenie szeregowy to takie w którym źródło i wszystkie przewodniki tworzą jedną pętlę (tzw. „oczko”). Połączenie równoległy to takie, w którym każdy przewodnik jest bezpośrednio połączony jednym kablem z dodatnim biegunem baterii, a drugim kablem z ujemnym biegunem baterii.

Jasność świecenia żarówki zależy od jej typu oraz od natężenia płynącego przez nią prądu. Prąd powoduje bowiem rozgrzanie włókna żarówki i jej świecenie. To, ile wynosi natężenie prądu płynącego przez układ przewodników podłączonych do określonego źródła napięcia, określone jest ściśle tak zwanymi prawami Kirchhoffa. W połączeniu szeregowym zasada jest taka, że przez wszystkie przewodniki płynie prąd o takim samym natężeniu. Dla dwóch jednakowych przewodników w takim układzie wynosi ono:  $\frac{U}{2R}$ , a dla trzech:  $\frac{U}{3R}$  itd. Z kolei w układzie równoległym przewodników, zasada jest taka, że napięcie na każdym przewodniku jest jednakowe, równe napięciu na źródle. Dla każdego z jednakowych przewodników w takim układzie natężenie prądu jest równe:  $\frac{U}{R}$ . Widać stąd wyraźnie, że natężenie prądu płynącego przez przewodnik włączony do układu szeregowego jest zawsze mniejsze od natężenia prądu płynącego przez przewodnik włączony do układu równoległego. Zatem w połączeniu równoległym żarówki świecą jaśniej niż w połączeniu szeregowym. W każdym z tych połączeń osobno jednakowe żarówki świecą jednakowo jasno.

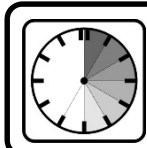
**Pomyśl:**

1. Czy jeśli połączysz ze sobą szeregowo trzy żarówki, to będą one świeciły tak samo jasno, jak dwie żarówki w połączeniu szeregowym?
2. Czy jeśli połączysz ze sobą równolegle trzy żarówki, to będą one świeciły tak samo jasno, jak dwie żarówki w połączeniu równoległym?



## Doświadczenie 4.

### Udana beza



To doświadczenie trwa kilka godzin

#### Przygotuj:

- 5 jajek kurzych tej samej wielkości
- cytrynę
- ocet spirytusowy
- płynny olej
- 5 szklanych lub ceramicznych misek (lub jedna miska i ścierka kuchenna)
- 5 jednakowych przezroczystych szklanek
- 1 dodatkową szklankę na żółtka
- łyżeczkę
- łyżkę
- trzepaczkę lub mikser
- stoper
- pisak do szkła
- garnek z pokrywką lub zamykane pudełko – na tyle duże, aby zmieściło się w nim 5 jajek

Po wykonaniu doświadczenia spróbuj odpowiedzieć na pytania dotyczące obserwacji.  
Koniecznie przeczytaj komentarz!

#### Zadanie.

Zadanie trzeba wykonać 2 godziny przed eksperymentem:

*Sparz skorupkę wszystkich jajek zgodnie z przepisem:*

1. Włóż jajko do garnka. Wlej do garnka tyle wody, żeby jajko było w niej całkowicie zanurzone, a następnie wyjmij jajko.
2. Do wody wsyp pół łyżeczki soli i zamieszaj.
3. **Poproś osobę dorosłą, aby asystowała ci przy parzeniu jajka.**
4. Zagotuj wodę w garnku.
5. Połóż jajko na łyżce i delikatnie włóż je do gotującej się wody na 15 sekund.
6. Wyjmij jajko z wody za pomocą łyżki (nie dotykaj jajka rękami!).
7. Powtórz czynności z punktu 5. oraz 6. dla pozostałych jajek.
8. Umyj dokładnie ręce mydłem.
9. Poczekać, aż sparzone jajka ostygną.
10. Jajka włóż do zamykanego pojemnika i schowaj do lodówki na 2 godziny.



**Uwaga!** Jeśli używasz miksera, to w każdym eksperymencie nastaw taką samą prędkość obrotów łopatek.

Jeśli używasz trzepaczki, to staraj się ubijać wszystkie białka w tym samym tempie i z taką samą siłą.

**Uwaga!** Jeśli nie wiesz, jak rozdzielić żółtko od białka jajka, zapytaj o to osobę dorosłą.

**Uwaga!** Pianę z białek uznajemy za wystarczająco sztywną, gdy nie wylewa się ona z miski obróconej do góry dnem.

**Uwaga!** Jeśli masz tylko jedną szklaną miskę, to po każdej części eksperymentu umyj ją czystą wodą (bez płynu do mycia naczyń), a następnie dokładnie wytrzyj ją ścierką przed rozpoczęciem kolejnego eksperymentu.

#### Eksperyment 1:

##### Część 1.

1. Ostrożnie rozbij jajko, tak aby żółtko nie dostało się do białka.
2. Wykorzystując obie połówki skorupki, ostrożnie oddziel białko od żółtka - białko wrzuć do miski, żółtko wrzuć do szklanki.
3. Włącz stoper i zacznij ubijać białko trzepaczką lub mikserem.

4. Gdy tylko otrzymasz sztywną pianę, która nie wylewa się z miski, wyłącz stoper. Zapisz czas ubijania w tabeli zamieszczonej w opisie, tuż przed komentarzem.
5. Następnie otrzymaną pianę ostrożnie przełóż łyżką do szklanki. Jeśli między kolejnymi warstwami piany powstały puste przestrzenie, to ostrożnie uderz dnem szklanki o dłoń aż do ujednoczenia struktury piany.
6. Zaznacz pisakiem do jakiej wysokości sięga otrzymana piana. Odstaw szklankę do późniejszego porównania z innymi wynikami.

**Obserwacje:**

1. Czy objętość piany jest większa niż objętość białka jaja przed eksperymentem? Jeśli tak, to mniej więcej - ile razy?

**Część 2.**

1. Weź czystą miskę. Czynności z punktów 1–6 powtórz dla białka z jednego jajka z dodatkiem łyżeczki soku z cytryny (sok należy wlać do białka przed rozpoczęciem ubijania). Jeśli wybrałeś mikser, to nastaw taką samą prędkość obrotów jak w części 1 eksperymentu 1. Jeśli używasz trzepaczki, staraj się ubijać pianę w tym samym rytmie i z podobną siłą jak w części 1 eksperymentu 1.
2. Oznacz szklankę napisem „SOK”.

**Część 3.**

1. Weź czystą miskę. Czynności z punktów 1–6 powtórz dla białka z jednego jajka z dodatkiem łyżeczki octu (ocet należy wlać do białka przed rozpoczęciem ubijania). Jeśli wybrałeś mikser, to nastaw taką samą prędkość obrotów jak w części 1 eksperymentu 1. Jeśli używasz trzepaczki, staraj się ubijać pianę w tym samym rytmie i z podobną siłą jak w części 1 eksperymentu 1.
2. Oznacz szklankę napisem „OCET”.

**Obserwacje:**

1. Czy dodatek soku z cytryny lub octu wpłynął na szybkość ubijania piany w porównaniu z ubijaniem białka bez dodatku?
2. Czy dodatek octu wpłynął tak samo na szybkość ubijania piany jak sok z cytryny?
3. Co mają ze sobą wspólnego sok z cytryny i ocet?
4. Czy objętość otrzymanej piany różni się w poszczególnych częściach eksperymentu 1?

**Eksperyment 2:****Część 1.**

1. Ostrożnie rozbij jajko, tak aby żółtko nie dostało się do białka.
2. Wykorzystując obie połowki skorupki, ostrożnie oddziel białko od żółtka - białko wrzuć do miski, żółtko wrzuć do szklanki. Do białka dodaj łyżeczkę oleju.
3. Włącz stoper i zacznij ubijać białko tym samym przyrządem co w eksperymencie 1. Jeśli wybrałeś mikser, to nastaw taką samą prędkość obrotów jak w części 1 eksperymentu 1. Jeśli używasz trzepaczki, staraj się ubijać pianę w tym samym rytmie i z podobną siłą jak w części 1 eksperymentu. Jak tylko otrzymasz sztywną pianę, która nie wylewa się z miski, wyłącz stoper. Zapisz czas ubijania w tabeli zamieszczonej w opisie tuż przed komentarzem.
4. Jeśli w ciągu 5 minut nie uda ci się otrzymać sztywnej piany, to przerwij eksperyment.
5. Następnie otrzymaną substancję ostrożnie przełóż łyżką do szklanki. Jeśli między kolejnymi warstwami piany powstały puste przestrzenie, to ostrożnie uderz dnem szklanki o dłoń aż do ujednoczenia struktury piany.
6. Zaznacz pisakiem do jakiej wysokości sięga otrzymana piana.
7. Oznacz szklankę napisem „OLEJ” i odstaw do późniejszego porównania.

**Część 2.**

1. Następnie czynności z punktów 1–6 powtórz dla białka z jednego jajka z dodatkiem łyżeczki żółtka jajka (żółtko należy wlać do białka przed rozpoczęciem ubijania).
2. Oznacz szklankę napisem „ŻÓŁTKO” i odstaw do późniejszego porównania.

### Obserwacje:

1. Czy dodatek oleju lub żółtka wpłynął na szybkość ubijania piany w porównaniu z ubijaniem samego białka?
2. Czy szybkość ubijania piany z dodatkiem oleju była podobna do szybkości ubijania piany z dodatkiem żółtka?
3. Czy w obu częściach eksperymentu 2 udało się otrzymać sztywną pianę?
4. W czym olej jest podobny do żółtka?
5. Czy objętość otrzymanej piany jest różna w różnych częściach eksperymentów 1 i 2?

**Uwaga!** Po zakończeniu eksperymentów żółtka można wykorzystać do przyrządzenia potraw.

dodatki	czas ubijania	objętość powstałej piany
brak		
sok z cytryny		
ocet		
olej		
żółtko		

### Komentarz:

Bezy są ulubionym deserem wielu osób, ale mimo prostego składu (białka jaj, cukier i sok z cytryny lub ocet) nie zawsze wychodzą – mogą być zbyt płaskie lub zbyt suche. Używając świeżych i zimnych białek jaj bez żółtek, za to z dodatkiem kwasu, np. soku z cytryny lub octu, możemy otrzymać pianę na bezę o maksymalnej wysokości i objętości.

Co tak właściwie się dzieje podczas ubijania piany z białka jaja? Na początku dochodzi do **denaturacji białka** (zniszczenia struktury przestrzennej białka, które prowadzi do utraty aktywności biologicznej) w wyniku **fizycznego** (intensywne mieszanie) oraz **chemicznego** (naturalna kwasowość oraz dodatek kwasu) **działania**. Świeże, zimne białka jaj mają niższe **pH** niż stare i ciepłe, co ułatwia denaturację. W kolejnym etapie dochodzi do **koagulacji białek** (procesu łączenia białek w większe agregaty w wyniku tworzenia wiązań jonowych), co obserwujemy jako gęstnienie mieszaniny. Podczas ubijania do mieszaniny zostaje wtłoczone powietrze, które jest otaczane przez koagulujące białka, co w końcowym efekcie obserwujemy jako pianę. Z punktu widzenia chemii ubijanie białek na bezy jest kwestią zrywania starych wiązań między białkami (denaturacja) i tworzenia między nimi nowych wiązań (koagulacja), które są odpowiedzialne za utrzymanie powietrza wewnątrz piany, dzięki czemu beza zachowuje swoją objętość.

Spowalniając drugi etap, możemy otrzymać większą objętość piany, poprzez wprowadzenie większej ilości powietrza do mieszaniny. Jednym ze sposobów jest dodanie kwasu do mieszaniny (np. soku z cytryny lub octu), który dodatkowo obniży pH czyli zwiększy kwasowość roztworu.

Warto także zwrócić uwagę na kilka czynników (zanieczyszczenia, materiał, z którego są wykonane miski, czy nadmiar dodatków), które wpływają na niepowodzenie w pieczeniu bezy. Zarówno detergenty, jak i tłuszcze (w tym żółtko jaja, które jest bogate w tłuszcze) przeszkadzają procesowi koagulacji, ponieważ niszczą oddziaływanie białko-woda (białko jaja składa się w 90% z wody). Również nadmiar kwasu (zbyt niskie pH) oraz jednoczesne stosowanie innych czynników wpływających na czas ubijania piany może całkowicie zahamować koagulację – w takich przypadkach nie dojdzie do utworzenia sztywnej piany.

Cukier dodaje się w procesie tworzenia bezy nie tylko ze względów smakowych. Jeśli ten składnik dodamy w trakcie ubijania piany, rozpuści się on w tworzonej pianie i wzmocni oraz uelastyczni strukturę bezy.

### Pomyśl:

1. Jakie inne czynniki mogą wpływać na ubijanie piany z białka jaja kurzego?