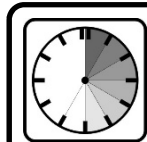


## Doświadczenie 1.

### Ubijanie białka



Potrzebna jest asysta osoby dorosłej



To doświadczenie trwa kilka godzin

#### Przygotuj:

- 6 kurzych jajek tej samej wielkości
- 1 plastikową miskę
- 1 metalową miskę
- 1 miskę szklaną lub ceramiczną
- 2 szklanki
- 1 łyżkę
- 1 mały garnek
- zimną wodę z kranu
- trzepaczkę do ubijania jajek lub mikser
- stoper lub zegarek
- ręcznik papierowy

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

#### Zadanie.

##### Zadanie trzeba wykonać 2 godziny przed eksperymentem:

*Sparz skorupki 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. Poczekaj aż sparzone jajka ostygną.
10. Trzy jajka schowaj do lodówki na 2 godziny.
11. Pozostałe trzy jajka pozostaw w temperaturze pokojowej.



**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.

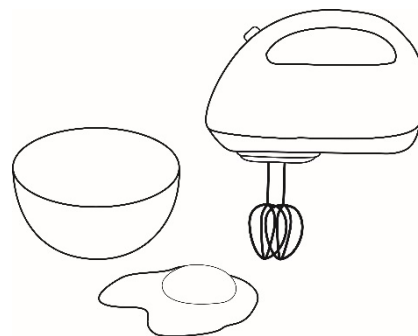
**Uwaga!** Jeśli nie wiesz, jak rozdzielić żółtko od białka jajka, zapytaj o to osobę dorosłą.

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



#### Eksperyment 1:

1. Wyciągnij jedno jajko z lodówki. Ostrożnie rozbij je i wlej do metalowej miski.  
**Uwaga!** Do białka nie może dostać się żółtko.
2. Żółtko wrzuć do szklanki.
3. Włącz stoper i zacznij ubijać białko trzepaczką lub mikserem.
4. Natychmiast, gdy tylko otrzymasz sztywną pianę, która nie wylewa się z miski, wyłącz stoper. Zapisz czas ubijania w tabelce. Przelóż łyżką pianę do czystej szklanki i zapisz w tabelce, jaką część szklanki zajmuje piana. Następnie przelóż pianę z powrotem do miski. Umyj szklankę i wytrzyj ją do sucha ręcznikiem papierowym.



1. Następnie powtórz czynności z punktów 1–4 w plastikowej misce dla drugiego jajka z lodówki.
2. Powtórz czynności z punktów 1–4 w szklanej lub ceramicznej misce dla trzeciego jajka z lodówki.

**Obserwacje:**

1. W której misce (szklanej, metalowej czy plastikowej) sztywna piana ubija się najwolniej?
2. W której misce (szklanej, metalowej czy plastikowej) sztywna piana ubija się najszybciej?

**Eksperyment 2:**

1. Ostrożnie rozbij pierwsze jajko, przechowywane w temperaturze pokojowej i wlej białko do metalowej miski  
**Uwaga!** Do białka nie może dostać się żółtko.
2. Żółtko wrzuć do szklanki.
3. Włącz stoper i zacznij ubijać białko trzepaczką lub mikserem.
4. Natychmiast, gdy tylko otrzymasz sztywną pianę, która nie wylewa się z miski, wyłącz stoper. Zapisz czas ubijania w tabelce. Przełóż łyżką pianę do czystej szklanki i zapisz w tabelce, jaką część szklanki zajmuje piana. Następnie przełóż pianę z powrotem do miski. Umyj szklankę i wytrzyj ją do sucha ręcznikiem papierowym.
5. Następnie czynności z punktów 1–4 powtórz w plastikowej misce dla drugiego jajka o temperaturze pokojowej.
6. Później czynności z punktów 1–4 powtórz w szklanej misce dla trzeciego jajka o temperaturze pokojowej.

**Obserwacje:**

1. Czy temperatura jajek ma wpływ na czas ubijania oraz objętość powstałej z nich piany?

**Uwaga!** Zarówno białka jak i żółtka po eksperymencie nadają się do dalszego przetwarzania. Z białek można np. upiec bezę. Żółtka można dodać do jajecznicy.

**Tabela do zapisywania obserwacji**

miska	temperatura białka	czas ubijania	objętość
plastikowa	zimne		
szklana lub ceramiczna	zimne		
metalowa	zimne		
plastikowa	pokojowa		
szklana lub ceramiczna	pokojowa		
metalowa	pokojowa		

**Komentarz:**

Białka ubite na sztywną pianę wykorzystuje się do przygotowania deserów. Co tak właściwie się dzieje podczas ubijania piany z białka jaja kurzego? Na początku dochodzi do **denaturacji białka** (zniszczenia struktury przestrzennej białka) w wyniku **fizycznego** (intensywne mieszanie) oraz **chemicznego** (naturalna kwasowość) **działania**. Okazuje się, że świeże, zimne białka jaj mają **pH** niższe (są bardziej kwasowe) niż stare i ciepłe, co ułatwia denaturację. W kolejnym etapie dochodzi do **koagulacji** (proces łączenia białek w większe agregaty), co obserwujemy jako tworzenie i sztywnienie piany. Podczas ubijania, do mieszaniny wtłaczane jest powietrze. Jest ono otaczane przez koagulujące białka, dzięki czemu powstaje piana. Z punktu widzenia chemii ubijanie białek na pianę jest kwestią zrywania starych wiązań między cząsteczkami białek (denaturacja) i tworzenia nowych wiązań (koagulacja) między nimi. Nowopowstające wiązania są odpowiedzialne za utrzymanie powietrza wewnątrz piany. Dzięki temu procesowi sztywna piana białkowa zachowuje swoją objętość.

Przeprowadzone doświadczenia pokazały, że naczynie, w którym ubija się białko jajka jest istotne. Wybór materiału miski ten ma wpływ na szybkość otrzymania sztywnej piany oraz jej objętość. Spowalniając drugi etap, poprzez wybór odpowiedniego naczynia, możemy otrzymać większą objętość

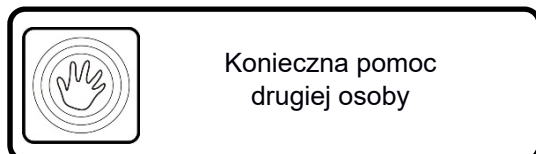
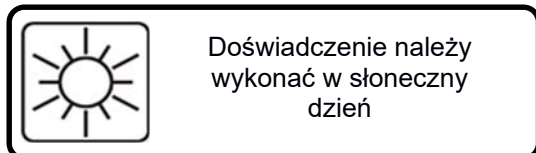
piany. Dzieje się to poprzez wprowadzenie większej ilości powietrza do mieszaniny. Efekt ten można uzyskać m.in. dzięki zastosowaniu metalowej (miedzianej lub stalowej) miski do ubijania białek. Obecność metalu utrudnia koagulację, przez co proces ten zachodzi wolniej. Dzieje się tak, ponieważ dochodzi do konkurencyjnego procesu, w którym metal z miski reaguje z białkiem zwanym konalbuminą (jeden ze składników białka jaja kurzego). Detergenty służące do mycia naczyń oraz tłuszcze także przeszkadzają w koagulacji poprzez zmniejszenie interakcji pomiędzy białkiem a wodą (białko jaja kurzego składa się w 90% z wody). Plastikowe miski lepiej wiążą cząsteczki tłuszczu niż metalowe czy szklane, dlatego nie zaleca się stosowania ich do przygotowywania sztywnej piany z białek. Z drugiej strony trudniej jest wypłukać z ich powierzchni detergenty, które przyspieszają pierwszy etap ubijania piany.

**Zastanów się:**

1. Jakie inne czynniki mogą wpływać na czas ubijania piany?

## Doświadczenie 2.

### Kolorymetria



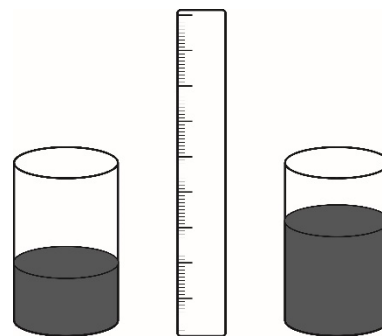
#### Przygotuj:

- sok malinowy
- wodę
- dwie jednakowe, bezbarwne szklanki w kształcie walca lub inne przezroczyste naczynia cylindryczne o jednakowych przekrojach polach podstawy
- miseczkę
- linijkę
- łyżeczkę
- wagę kuchenną
- białą kartkę

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

#### Eksperyment:

1. Do pierwszej szklanki nalej 90 g wody.
2. Dolej 10 g soku malinowego. Wymieszaj łyżeczką zawartość szklanki.
3. Do drugiej szklanki nalej 90 g wody.
4. Poproś drugą osobę, aby dołała do niej soku malinowego w zakresie od 5 do 20 g, zanotowała tę wartość i do końca trwania eksperymentu zachowała ją w tajemnicy przed tobą (będzie to „tajemniczy roztwór”), Informacja ta będzie potrzebna w celu porównania z późniejszymi obliczeniami. Wymieszaj łyżeczką zawartość szklanki.
5. Postaw obie szklanki obok siebie na białej kartce. Porównaj intensywność koloru w obu szklankach patrząc na nie z góry.



#### Uwaga! Doświadczenie można wykonać prawidłowo, patrząc na roztwory jedynie z góry.

6. Ze szklanki, gdzie kolor jest bardziej nasycony (intensywny) odlewaj mieszaninę po łyżeczce do miseczki, aż do chwili wyrównania intensywności w obu szklankach (sprawdzaj kolor po odlaniu każdej porcji).
7. W obu szklankach zmierz wysokości (głębokości) mieszanin od dna szklanki do powierzchni cieczy z dokładnością co do 1 mm. Wynik zapisz w odpowiedniej kolumnie tabeli poniżej.

**TABELA. Uwaga: Ty wypełniasz tylko białe pola tabeli. Pole w szarej kolumnie wypełnia na końcu twój pomocnik. Nie wypełniajcie pól oznaczonych „x”.**

roztwór	wysokość roztworu (mm)	masa soku (g)	masa wody (g)	stężenie roztworu (%)	stężenie roztworu podane przez pomocnika (%)
1. wzorcowy		10 g	90 g		x
2. tajemniczy		x	90 g		

8. Oblicz stężenie procentowe roztworu wzorcowego, zgodnie z poniższym wzorem:

$$\text{stężenie soku w roztworze} = \frac{\text{masa soku}}{\text{masa soku} + \text{masa wody}} \cdot 100\%$$

i wpisz je do tabeli.

9. Oblicz stężenie procentowe tajemniczego roztworu na podstawie pomiarów wykonanych przez siebie, stosując wzór:

$$\text{stężenie roztworu roztworu} = \frac{(\text{stężenie roztworu wzorcowego}) \cdot (\text{wysokość warstwy roztworu wzorcowego})}{\text{wysokość warstwy tajemniczego roztworu}}$$

10. Niech osoba, która ci pomaga obliczy stężenie procentowe przygotowanego przez siebie roztworu, zgodnie ze wzorem w punkcie 8 i zapisze je w szarej kolumnie tabeli.
11. Porównaj wyniki stężeń otrzymanych przez siebie z pomiaru intensywności koloru roztworów oraz przez osobę ci pomagającą – z pomiaru masy soku dolanego do tajemniczego roztworu.

#### Obserwacje:

1. Czy łatwo jest zauważyć różnicę w intensywności koloru nieuzbrojonym okiem?

#### Komentarz:

**Stężenie** jest miarą ilości substancji w mieszaninie, np. roztworze. Najczęściej stosowane stężenia to stężenie procentowe i stężenie molowe. Stężenie procentowe wykorzystywane w doświadczeniu oblicza się ze wzoru:

$$\text{stężenie} = \frac{\text{masa substancji rozpuszczonej (np. soku)}}{\text{masa całego roztworu (czyli np. soku z wodą)}} \cdot 100\%$$

Głównym parametrem obserwowanym podczas doświadczenia była intensywność koloru, która jest podstawowym wskaźnikiem w **kolorymetrii**. Metoda ta porównuje intensywność koloru badanego roztworu z intensywnością roztworu wzorcowego. Intensywność jest tym większa, im więcej światła zostanie pochłonięte przez roztwór. U początku badań kolorymetrycznych naukowcy wykonywali doświadczenie podobnie, jak w przeprowadzonym przez siebie eksperymencie. W ich laboratoriach zwracano uwagę, aby naczynia, w których znajdowały się roztwory, miały jak najbardziej zbliżone średnice i grubości dna, natomiast wysokość badanych roztworów była mierzona bardziej dokładnymi przyrządami niż linijka w celu zmniejszenia niepewności pomiarowych. Obecnie pomiary kolorymetryczne wykonywane są w laboratoriach przy pomocy specjalnej, bardzo dokładnej aparatury.

Badania naukowe w XVIII i XIX wieku dowiodły, że ilość pochłoniętego światła jest proporcjonalna do stężenia roztworu oraz do grubości warstwy roztworu (w naszym eksperymencie mierzyliśmy wysokość warstwy roztworu, ponieważ grubość była stała). Zatem, jeżeli intensywność koloru dwóch roztworów jest identyczna, to stosunek ich stężeń jest odwrotnie proporcjonalny do stosunku grubości ich warstw (prawo Lamberta-Beera):

$$\frac{\text{stężenie wzorca}}{\text{stężenie tajemniczego roztworu}} = \frac{\text{grubość warstwy tajemniczego roztworu}}{\text{grubość warstwy wzorca}}$$

Z pewnością stężenie tajemniczego roztworu wyznaczone przez siebie różniło się nieco od stężenia podanego przez twojego pomocnika. Wyniki otrzymaliście różnymi metodami, przy użyciu różnych przyrządów. Jeśli jednak nie różnią się one o więcej niż 2%, można je uznać za zgodne ze sobą.

#### Pomyśl:

1. Jaki byłby skład roztworu o stężeniu 100%?
2. Czy ludzkie oko ma ograniczenia w rozróżnianiu intensywności kolorów?
3. Na ile ważna jest dokładność odmierzania składników podczas sporządzania roztworów o zadanym stężeniu?
4. Czy kartka o innym kolorze lepiej, czy też gorzej nadawałaby się do porównywania intensywności barwy?

### Doświadczenie 3.

#### Sztuczka z rolką

**Przygotuj:**

- rolkę z tektury pozostałą po zużyciu papieru toaletowego
- ołówek
- blat stołu

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

**Eksperyment:**

Rolka ma kształt otwartego walca. Wysokość rolki to wysokość tego walca. Rolce brakuje podstaw w kształcie kół. Jednak posiada ona dwie krawędzie w kształcie okręgów, które grają istotną rolę w eksperymencie.

**Część 1.**

1. Połóż rolkę na blacie stołu, tak aby mogła się po nim toczyć.
2. Przyłóż ołówek od zewnętrznej strony rolki równolegle do wysokości rolki. Trzymając końce ołówka w dwóch dłoniach, przesunij go za jego pomocą rolkę po stole.
3. Połóż ołówek na stole prostopadłe do ścianki rolki, tak aby koniec ołówka dotykał miejsca w pobliżu krawędzi rolki. Trzymając ołówek jedną dłonią, popchnij rolkę.

**Obserwacje:**

1. W jaki sposób porusza się rolka, gdy popychamy ją ołówkiem przyłożonym równolegle do jej ścianki?
2. W jaki sposób porusza się rolka, gdy popychamy ją ołówkiem przyłożonym prostopadłe do jej ścianki w pobliżu krawędzi rolki?

**Pytanie:**

1. W którym punkcie ścianki rolki trzeba przyłożyć ołówek, prostopadłe do rolki, aby rolka nie obracała się, a tylko przesuwała?

**Część 2.**

**Uwaga!** Ta część eksperymentu polega na wykonaniu sztuczki i osiągnięciu pożądanego efektu. Być może trzeba go będzie wykonać kilka lub kilkanaście razy, aby osiągnąć sukces.


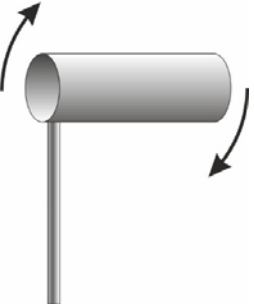
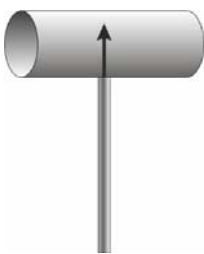
1. Podnieś rolkę ponad blat stołu na odległość równą 1,5 - 2 wysokości rolki.
2. Trzymając rolkę jedną dłonią na tej wysokości przekręć ją tak, aby jej wysokość ustawiła się równolegle do blatu stołu.
3. Odchyl rolkę o niewielki kąt w dół, tak, aby lewa krawędź znajdowała się nieco niżej niż prawa.
4. Upuść rolkę na stół. **Nie rzucaj rolki w dół!**
5. Rolka powinna odbić się od blatu stołu najpierw jedną krawędzią podstawy (w kształcie okręgu), następnie drugą krawędzią podstawy (w kształcie okręgu) i po tych dwóch odbiciach – ustawić się w pozycji pionowej na blacie stołu.  
**Uwaga!** Pomiędzy odbiciami rolka wykonuje obrót o niewielki kąt wokół swojego środka masy.
6. Zadanie polega na takim dobraniu początkowej wysokości rolki nad blatem oraz kąta odchylenia tuż przed upuszczeniem rolki, aby sztuczka udała się w sposób opisany powyżej.
7. Można wykonać wiele prób, dobierając oba parametry.

**Komentarz:**

Rolka popychana po blacie stołu ołówkiem ustawionym równolegle do jej ścianek, przesuwa ruchem postępowym lub toczy się (przesuwa i jednocześnie obraca wokół osi symetrii równoległej do jej ścianek).

W tym przypadku bowiem siła zostaje przyłożona do rolki symetrycznie. Jeśli jednak popychamy rolkę, przykładając siłę niesymetrycznie (np. w pobliżu jednej z krawędzi rolki), to rolka zaczyna się dodatkowo obracać wokół osi symetrii prostopadłej do wysokości rolki. Dzieje się tak dlatego, że do rolki zostaje tym samym przyłożony **moment siły** względem osi przechodzącej przez środek masy rolki. Jeśli jednak ustawiony prostopadle do rolki ołówek przesuniemy tak, aby celował w środek walca, a nie w jego krawędź, moment siły zniknie i nie powstanie obrót rolki wokół osi prostopadłej do wysokości rolki.

**Różne sytuacje, w których widać zachowanie się rolki pod wpływem sił przyłożonych do rolki w różny sposób (widok z góry). Strzałki wskazują kierunek ruchu rolki po stole**

Siła przyłożona równomiernie wzdłuż ścianki; walec przesuwa się w przód.	Siła przyłożona prostopadle do ścianki walca, przy krawędzi; walec obraca się względem osi przechodzącej przez środek jego masy.	Siła przyłożona prostopadle do ścianki walca i skierowana w stronę środka jego masy; walec nie obraca się, a przesuwa w przód.
		

Po upuszczeniu rolki, zaczyna się ona poruszać pod wpływem **siły grawitacji** (działającej pionowo w dół), pomniejszonej o wartość **siły oporów powietrza** (działającej pionowo w górę). Siła grawitacji działająca na rolkę w pobliżu powierzchni Ziemi jest wszędzie taka sama i nie zależy od ruchu rolki. Siła oporów powietrza zwiększa swoją wartość wraz ze wzrostem prędkości ciała. Jeśli rolka spada z niewielkiej wysokości nie nabiera w trakcie lotu zbyt dużej prędkości, zatem możemy pominąć działające na nią opory powietrza. Wówczas można stwierdzić, że porusza się ona w przybliżeniu ruchem jednostajnie przyspieszonym z przyspieszeniem ziemskim  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ . Z takim przyspieszeniem porusza się każdy punkt rolki.

Ponieważ przed upuszczeniem rolki odchylamy ją nieco od poziomu w lewo w dół, lewa krawędź rolki spada na blat stołu nieco wcześniej niż prawa krawędź. Blat stołu jest twardy, więc lewa krawędź odbija się od niego pionowo w górę z pewną prędkością o wartości mniejszej niż prędkość, z którą krawędź ta uderzyła o stół. Dzieje się tak dlatego, że odbicie nie jest idealnie sprężyste i w jego trakcie część prędkości zostaje wytracona.

Zatem tuż po odbiciu lewej krawędzi rolki od blatu, krawędź ta ma prędkość zwróconą w górę. Odbicie powoduje jednak dodatkowy efekt – dzięki niemu cała rolka zaczyna się obracać zgodnie z kierunkiem ruchu wskazówek zegara wokół osi prostopadłej do wysokości walca, przechodzącej przez środek masy walca (jak zaznaczono strzałkami w tabelce powyżej). Dlatego prędkość prawej krawędzi walca w dół zostaje gwałtownie zwiększona o wartość prędkości ruchu obrotowego. Prawa krawędź uderza zatem w blat z większą prędkością niż wcześniej uderzyła krawędź lewa. Oczywiście, po odbiciu od blatu prawa krawędź traci nieco prędkości, jednak nadal ma prędkość w górę większą niż prędkość w górę lewej krawędzi. Dzięki temu rolka zaczyna się obracać w kierunku przeciwnym do kierunku ruchu wskazówek zegara wokół osi prostopadłej do wysokości walca, przechodzącej przez środek masy walca. Jeśli odpowiednio dobierzemy kąt nachylenia rolki względem blatu tuż przed jej upuszczeniem, sztuczka zakończy się powodzeniem. Jeśli kąt będzie zbyt mały, rolka nie podniesie się do pionu. Jeśli kąt będzie zbyt duży, rolka osiągnie pozycję pionową, ale nie zatrzyma się w niej i upadnie na blat z drugiej strony. Ważne jest także, aby upuszczając rolkę nie nadać jej palcami żadnego dodatkowego obrotu oraz, aby wysokość spadku nie była zbyt duża, ze względu na opory powietrza.



## Doświadczenie 4.

### Baterie

**Przygotuj:**

- 1 zużytą i 1 nową baterię (paluszki AAA lub AA); obie baterie muszą być tego samego rodzaju

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

**Uwaga!** Baterie użyte w doświadczeniu muszą być tego samego rodzaju.

**Eksperyment:**

1. Przyjrzyj się obu bateriom i oceń czy widzisz jakieś różnice.
2. Weź nową (naładowaną) baterię i upuść ją na blat z wysokości około 5 cm.
3. Zwróć uwagę na to, w jaki sposób bateria odbija się od blatu.
4. Weź zużytą baterię i upuść ją na blat z wysokości około 5 cm.
5. Zwróć uwagę na to, w jaki sposób bateria odbija się od blatu.

**Obserwacje:**

1. Czy dało się zauważyć różnicę pomiędzy baterią nową i zużytą przed upuszczeniem ich na blat?
2. Czy dało się zauważyć różnicę w tym, jak baterie odbijały się od blatu?

**Pytania:**

1. Czym różni się bateria nowa od zużytej?

**Komentarz:**

Trzymając w ręce dwie jednakowe baterie – nową i zużytą, nie można ustalić, która z nich jest zużyta, a która nowa. Można to sprawdzić jedynie korzystając z odpowiedniego miernika elektrycznego, który sprawdza **napięcie** pomiędzy biegunami baterii lub przeprowadzając powyższy eksperyment.

Po upuszczeniu na blat nowej baterii można było zauważyć, że nie odbija się ona praktycznie od jego powierzchni. Natomiast bateria rozładowana odbijała się od blatu i wyskakiwała w górę. Baterie użyte w doświadczeniu są **ogniwami galwanicznymi**, w których zachodzą reakcje utleniania i redukcji. Każde ogniwo galwaniczne składa się z dwóch elektrod – katody i anody. Reakcje zachodzące w bateriach są nieodwracalne. Oznacza to, że w odróżnieniu od akumulatorów, rozładowana bateria nie może zostać ponownie naładowana i użyta. W nowych, naładowanych bateriach, **anoda** (czyli elektroda połączona z biegunem ujemny baterii), ma formę żelową. Żel bardzo dobrze tłumi uderzenia i drgania, dlatego nowa, naładowana bateria nie odbija się od blatu. Podczas rozładowywania baterii **anoda się utlenia** i zestala (żel staje się ciałem stałym). Przez to drgania nie są już tak dobrze tłumione, a zużyta bateria odbija się od blatu.

**Pomyśl:**

1. Jaki miernik służy do sprawdzenia napięcia pomiędzy biegunami baterii?
2. Co jest jednostką napięcia elektrycznego?