

Projekt Szklanka

Proste doświadczenia

Projekt „Szklanka” to zbiór 18 📖 zaprojektowanych doświadczeń fizycznych, w których główną rolę odgrywają szklanka oraz woda jako naturalne i łatwo dostępne środki badawcze. 🎯 Celem projektu jest popularyzacja nauki poprzez proste, efektywne eksperymenty, które pozwalają 🎓 uczniom na samodzielne odkrywanie praw fizyki. Eksperymenty zostały dobrane tak, aby: były łatwe do przeprowadzenia w warunkach szkolnych lub domowych 🏠, opierały się na obserwacji rzeczywistych zjawisk 👁️, ilustrowały kluczowe prawa fizyki 📐, rozwijały umiejętności analizy, wnioskowania i prezentowania wyników 📊. Każde doświadczenie to nie tylko ciekawostka – to przemyślane ćwiczenie naukowe, które uczy przez działanie.

Autorzy projektu: Agnieszka Kolano, Władysław Kulpa

Spis treści

1. Dźwięk z pocieranej szklanki (grająca szklanka)	4
2. Szklanka z wodą jako soczewka	4
3. Wibracje i rezonans – drgania szklanki	5
4. Szklanka i napięcie powierzchniowe – woda ponad brzeg	5
5. Elektryzowanie szklanki przez potarcie jedwabiem lub papierem	6
6. Doświadczenie: Szklanka na równi pochyłej	7
7. Doświadczenie: Szklanka z wodą na wózku – analiza ruchu i sił	8
8. Menisk wklęsły i siły spójności, zjawiska kapilarne:	9
9. Doświadczenie: Pomiar prędkości światła w wodzie przy użyciu prawa Snelliusa	9
10. Doświadczenie: Pomiar prędkości światła w wodzie za pomocą szklanki i prawa załamania	10
11. Zjawiska kapilarne – wyjaśnienie fizyczne	11
12. Dyfuzja w szklance wody	12
13. Doświadczenie z monetą, kartką papieru i szklanką	14
14. Ciśnienie atmosferyczne – szklanka wody i kartka papieru	15
15. Siła wyporu – porównanie wody słodkiej i słonej	16
16. Wyznaczanie gęstości drewna za pomocą szklanki z wodą	18
17. Bilans cieplny – wyznaczanie temperatury końcowej mieszaniny wód	19
18. Doświadczenie: Pomiar gęstości cieczy – improwizowany gęstościomierz	22

Wyprowadzenie wzoru na gęstość cieczy w funkcji zanurzenia improwizowanego gęstościomierza

W celu oszacowania gęstości cieczy za pomocą domowego gęstościomierza (np. słomki z plasteliną i śrutem), korzystamy z prawa Archimedesza:

1. Siła wyporu:

Ciało zanurzone w cieczy doświadcza siły wyporu równej ciężarowi wypartej cieczy:

$$F_{wyporu} = \rho_{cieczy} \cdot g \cdot V_{zan}$$

gdzie:

- ρ_{cieczy} – szukana gęstość cieczy,
- g – przyspieszenie ziemskie,
- V_{zan} – objętość zanurzonej części gęstościomierza.

2. Siła ciężkości gęstościomierza:

$$F_{ciężaru} = m \cdot g$$

gdzie m to masa całkowita gęstościomierza.

23

3. Warunek pływania:

W stanie równowagi:

$$F_{wyporu} = F_{ciężaru}$$

czyli:

$$\rho_{cieczy} \cdot g \cdot V_{zan} = m \cdot g$$

Skracając przez g :

$$\rho_{cieczy} \cdot V_{zan} = m$$

..... 23

4. Objętość zanurzenia:

Zakładając, że gęstościomierz ma stały przekrój poprzeczny A (np. słomka):

$$V_{zan} = A \cdot h$$

gdzie h to głębokość zanurzenia.

Podstawiając:

$$\rho(h) \cdot A \cdot h = m$$

Dzieląc przez $A \cdot h$:

$$\boxed{\rho(h) = \frac{m}{A \cdot h}}$$

..... 23

Dodatek 24

„Projekt Szklanka” to świetny pomysł na serię prostych, ale efektownych doświadczeń fizycznych i akustycznych z wykorzystaniem zwykłej szklanki. Oto kilka ciekawych doświadczeń, które można zrealizować z opisem i wyjaśnieniem:

1. Dźwięk z pocieranej szklanki (grająca szklanka)

💧 Opis doświadczenia:

Napełnij szklankę do połowy wodą. Zwilż palec i delikatnie pocieraj jego czubkiem krawędź szklanki ruchem okrężnym. Po chwili szklanka zacznie wydawać dźwięk.

🔴 Wyjaśnienie:

Pocieranie powoduje drgania szkła, które przenoszą się na wodę i powietrze, tworząc dźwięk o określonej częstotliwości. Im więcej wody, tym niższy dźwięk (bo częstotliwość drgań się zmniejsza). To zjawisko to przykład rezonansu akustycznego.

2. Szklanka z wodą jako soczewka

🔍 Dlaczego?

- Kształt wypełnionej wodą szklanki przypomina **soczewkę skupiającą** (wypukłą).
- Światło przechodzące przez szklankę z wodą **załamuje się** i może **skupiać się w jednym punkcie** (ognisku).
- To zjawisko wykorzystuje się w doświadczeniach z „lupą ze szklanki”.

💡 Przykład doświadczenia: Szklana lupa

💧 Opis:

1. Połóż kartkę z tekstem (np. gazeta).
2. Ustaw nad nią przezroczystą szklankę wypełnioną wodą.
3. Spójrz przez nią z góry – tekst wygląda na **powiększony**.

🔴 Dlaczego tak się dzieje?

- Szklanka z wodą działa jak **soczewka skupiająca** – światło załamuje się na zakrzywionej powierzchni wody i szkła, skupiając się bliżej oka.
 - Efekt: **powiększenie obrazu**, jak przez lupę.
-

3. Wibracje i rezonans – drgania szklanki

💧 **Opis doświadczenia:**

Uderz delikatnie łyżką w pustą szklankę, a następnie w szklankę z różną ilością wody.

🌟 **Wyjaśnienie:**

Szklanka drga z różną częstotliwością w zależności od poziomu wody – woda tłumi drgania, więc dźwięk jest niższy. To przykład tłumienia i rezonansu mechanicznego.

4. Szklanka i napięcie powierzchniowe – woda ponad brzeg

💧 **Opis doświadczenia:**

Delikatnie dolewaj wodę do szklanki aż utworzy się wypukła „kopułka” ponad krawędzią.

🌟 **Wyjaśnienie:**

Cząsteczki wody „trzymają się razem” dzięki napięciu powierzchniowemu. To pozwala wodzie tworzyć wypukłą powierzchnię, zanim się przeleje. Pokazuje to właściwości kohezji i adhezji.

5. Elektryzowanie szklanki przez potarcie jedwabiem lub papierem

Co będzie potrzebne?

- Szklanka (najlepiej gładka, czysta, sucha),
- kawałek **jedwabiu**, ewentualnie **papieru**,
- skrawki papieru, kawałek folii aluminiowej, włosy, balonik — do sprawdzenia efektu.

🔵 Opis doświadczenia:

1. Weź szklankę i trzymaj ją za podstawę lub ręcznikiem papierowym (żeby nie rozładować ładunku).
2. Potrzyj energicznie szklankę kawałkiem jedwabiu (lub papierem).
3. Zbliż szklankę do drobnych kawałków papieru lub włosów.

➡️ ☐ Kawałki papieru „przeskakują” do szklanki – przyciągane przez zgromadzony ładunek.

🔗 Wyjaśnienie fizyczne:

- Podczas pocierania zachodzi przepływ elektronów między ciałami (np. szklanka – jedwab).
- Szklanka oddaje elektrony i nabywa ładunek dodatni (klasyczny przykład w trybie jedwab–szkło).
- Przyciąga drobne przedmioty (neutralne), bo w ich atomach dochodzi do polaryzacji – cząsteczki są przyciągane do ładunku.

☐ Ciekawostki i wskazówki:

- Działa lepiej w suchym powietrzu (zimą lub przy niskiej wilgotności).
- Papier nie elektryzuje tak skutecznie jak jedwab, ale również może działać – choć mniej efektywnie.
- Dla kontrastu możesz użyć plastiku (np. linijki) i potarcia o wełnę – wtedy uzyskasz ładunek ujemny.

✦ Do projektu możesz dodać:

- Tablicę tryboelektryczną – zestawienie materiałów wg skłonności do oddawania/przyjmowania elektronów,
- Grafiki pokazujące przepływ ładunku i przyciąganie cząstek,
- Porównanie: szklanka = dodatni ładunek, plastik = ujemny.

Super temat! Szklanka na równi pochyłej to prosty, ale bardzo edukacyjny eksperyment, który pozwala pokazać zasady dynamiki, tarcie oraz ruch ciał na pochyłej płaszczyźnie.

6. Doświadczenie: Szklanka na równi pochyłej

📁 Co będzie potrzebne?

- Szklanka (najlepiej cylindryczna, może być też plastikowa dla bezpieczeństwa),
- Deska lub gruba tektura – jako równia pochyła,
- Książki lub pudełko – do podparcia równi,
- Stoper lub telefon z kamerą – do pomiaru czasu.

💡 Opis doświadczenia:

1. Ustaw równię pochyłą pod niewielkim kątem.
2. Połóż szklankę na górze równi i puść ją swobodnie.
3. Obserwuj: czy się toczy, czy ślizga, jak szybko przyspiesza.
4. Powtórz z różnym nachyleniem, różnym materiałem podłoża, różnymi szklankami (np. z wodą i bez).

🔴 Wyjaśnienie fizyczne:

▼ Dlaczego szklanka się porusza?

- Siła grawitacji działa na szklankę w dół.
- Ta siła rozkłada się na dwa kierunki:
 - prostopadły do równi (nacisk),
 - równoległy do równi (powoduje ruch).

🌀 Czy szklanka się ślizga, czy toczy?

- Jeśli ma gładkie dno i małe tarcie – może się ślizgać.
- Jeśli ma kształt walca i tarcie jest wystarczające – może się toczyć bez poślizgu.
- Toczenie = bardziej złożony ruch: obrotowy + postępowy.

🔍 Możliwe obserwacje:

- Im większy kąt nachylenia – tym większe przyspieszenie.
- Szklanka pełna wody może zachowywać się inaczej niż pusta (większa masa, ale też większy moment bezwładności).
- Różne podłoża = różne tarcie (np. filc, papier, gładki plastik).

□ Dodatkowe wnioski do projektu:

- Pokazuje II zasadę dynamiki Newtona ($\text{przyspieszenie} = \text{siła} / \text{masa}$),
- Wprowadza pojęcia: tarcie, moment bezwładności, siła wypadkowa,
- Umożliwia pomiary i obliczenia: długość równi, czas zjazdu, obliczenie przyspieszenia.

Świetny i ambitny pomysł! Szklanka z wodą ustawiona na wózku to bardzo elegancki sposób na wizualizację przyspieszenia i sił działających na ciecz. Poniżej masz gotowy opis doświadczenia oraz wyjaśnienie fizyczne – idealne do projektu edukacyjnego.

7. Doświadczenie: Szklanka z wodą na wózku – analiza ruchu i sił

📁 Co będzie potrzebne:

Wózek (np. z toru do fizyki, z kółkami),

Szklanka z wodą (przezroczysta),

Kamera lub telefon (do nagrania kąta powierzchni),

Ewentualnie poziomnica lub papier milimetrowy – do pomiarów kąta nachylenia.

🔵 Etapy doświadczenia i obserwacje:

1. Wózek w spoczynku / ruch jednostajny:

Powierzchnia wody jest pozioma.

Wypadkowa siła działająca na wodę = 0.

Menisk wklęsły przy ściankach (siły spójności i przylegania).

2. Wózek porusza się ruchem jednostajnie przyspieszonym (np. przez nachylenie toru):

Powierzchnia wody pochyla się w stronę przeciwną do przyspieszenia.

Kąt nachylenia powierzchni wody względem poziomu wskazuje na przyspieszenie wózka.

📐 Można wyznaczyć przyspieszenie z relacji:

$$\tan \theta = \frac{a}{g} \quad \text{gdzie:}$$

θ – kąt nachylenia powierzchni wody,

a – przyspieszenie wózka, g – przyspieszenie ziemskie (9.81 m/s^2).

3. Gwałtowne zatrzymanie (opóźnienie):

Woda przelewa się do przodu (inercja).

Powierzchnia wody nachyla się w kierunku ruchu.

8. Menisk wklęsły i siły spójności, zjawiska kapilarne:

Powierzchnia wody przy ściankach szklanki jest **zakrzywiona w dół** – to tzw. **menisk wklęsły**.

Występuje, gdy **siły przylegania (woda–szkło)** są większe niż **siły spójności (woda–woda)**.

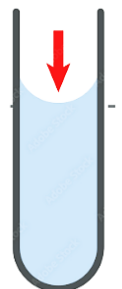
Woda „wspina się” po ściankach naczynia.

✦ Dlaczego to doświadczenie jest cenne:

Pokazuje **związek między przyspieszeniem a geometrią cieczy**,

Uczy obserwacji sił bez potrzeby czujników – przez **zachowanie powierzchni wody**,

Pozwala na analizę **menisku**, sił molekularnych i inercji w jednym prostym układzie.



9. Doświadczenie: Pomiar prędkości światła w wodzie przy użyciu prawa Snelliusa

📁 Potrzebne materiały:

- Szklanka z wodą (najlepiej o pionowych ściankach),
- Laser (np. wskaźnik laserowy),
- Kartka papieru z narysowaną siatką (do pomiaru kątów),
- Linijka lub kątomierz,
- Ciemne pomieszczenie dla lepszej widoczności wiązki.

🔵 Opis doświadczenia:

1. Ustaw szklankę na kartce z siatką (lub przy ekranie).
2. Skieruj wiązkę lasera **pod kątem** do powierzchni szklanki – tak, aby przeszła z powietrza do wody.
3. Zaznacz:
 - Kąt **padania** θ_1 (w powietrzu),
 - Kąt **załamania** θ_2 (w wodzie),
2. Zmierz kąty z pomocą siatki lub kątomierza.
3. Zastosuj **prawo Snelliusa**:

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \quad \text{gdzie:}$$

- $n_1 \approx 1$ (powietrze),
 - n_2 – współczynnik załamania wody,
 - ϑ_1, ϑ_2 – kąty padania i załamania.
-

10. Doświadczenie: Pomiar prędkości światła w wodzie za pomocą szklanki i prawa załamania

📁 Co będzie potrzebne:

Przezroczysta szklanka,

Kartka papieru owinięta wokół szklanki (z pozostawioną szczeliną),

Woda (do połowy szklanki),

Laser (np. wskaźnik),

Cyrkiel lub linijka.

🔵 Przebieg doświadczenia:

Owiń kartkę papieru wokół szklanki i zostaw wąską szczelinę z przodu.

Nalej wody do połowy szklanki.

Zaznacz pionową linię przez szczelinę (promień padania prostopadły – brak załamania).

Skieruj wiązkę lasera pod kątem do normalnej i zaznacz:

x – odchylenie promienia w powietrzu (przed wejściem do wody),

y – odchylenie promienia w wodzie (po załamaniu).

★ Wyjaśnienie fizyczne:

Z prawa Snelliusa:

$$n = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_{\text{pow}}}{v_{\text{wody}}}$$

Ponieważ:

$$\sin \theta_1 \sim x, \quad \sin \theta_2 \sim y \Rightarrow \frac{x}{y} = \frac{c}{v_{\text{wody}}} \Rightarrow v_{\text{wody}} = \frac{y}{x} \cdot c$$

Gdzie:

- x, y – odległości od osi normalnej (prostopadłej),
- $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ – prędkość światła w powietrzu.

✓ Podsumowanie wzoru:

$$v_{\text{wody}} = \frac{y}{x} \cdot c$$

Nie potrzebujemy żadnej znajomości średnicy szklanki ani kątomierza – tylko pomiarów x i y !

Zjawiska kapilarne, inaczej nazywane **włoskowatością**, to zjawiska związane z ruchem cieczy w cienkich rurkach (kapilarach) spowodowanym **siłami przylegania (adhezji)** i **spójności (kohezji)**. Występują wtedy, gdy średnica rurki jest bardzo mała – na tyle, że napięcie powierzchniowe cieczy zaczyna odgrywać dominującą rolę.

11. Zjawiska kapilarne – wyjaśnienie fizyczne

Gdy cienką rurkę (kapilarę) zanurzymy w cieczy:

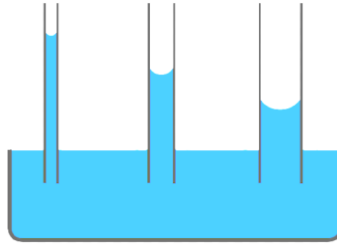
- **jeśli siły przylegania > siły spójności**, ciecz w kapilarze **wznosi się** (np. woda w szkle),
- **jeśli siły spójności > siły przylegania**, ciecz w kapilarze **obniża się** (np. rtęć w szkle).

☞ Przykład: woda i szklana rurka

- Woda przylega do szkła → tworzy **wklęsły menisk**, ciecz się **wznosi**.
- Siły adhezji między wodą a szkłem są większe niż kohezji między cząsteczkami wody.

☞ Przykład: rtęć i szkło

- Rtęć nie przylega dobrze do szkła → tworzy **wypukły menisk**, ciecz się **obniża**.
- Siły kohezji między cząsteczkami rtęci są większe niż adhezji do szkła.



Wzór na wysokość podniesienia cieczy w kapilarze:

$$h = \frac{2\gamma \cos \theta}{\rho g r}$$

gdzie:

- h – wysokość słupa cieczy,
- γ – napięcie powierzchniowe cieczy,
- θ – kąt zwilżania (między cieczą a ścianką),
- ρ – gęstość cieczy,
- g – przyspieszenie ziemskie,
- r – promień rurki.

Zastosowania i występowanie w przyrodzie:

- **Rośliny** – transport wody z korzeni do liści przez naczynia kapilarne.
- **Pędzle i gąbki** – chłoną wodę dzięki zjawiskom kapilarnym.
- **Wzrost poziomu wody w glebie** – przez drobne przestrzenie międzyziarnowe.

12. Dyfuzja w szklance wody

– czyli np. parzenie herbaty – to świetny przykład procesu fizycznego zachodzącego na co dzień, który można łatwo zaobserwować i opisać naukowo.

Temat doświadczenia:

Dyfuzja w szklance wody – parzenie herbaty

Cel doświadczenia:

Zaobserwowanie zjawiska **dyfuzji** – czyli samorzutnego mieszania się cząsteczek substancji bez udziału sił zewnętrznych.

Potrzebne materiały:

- Przezroczysta **szklanka** lub słoik
- **Ciepła** woda (ok. 60–80°C)
- Torebka **herbaty** (np. czarnej lub ziołowej)
- Opcjonalnie: zimna woda (dla porównania)

◆ Przebieg doświadczenia:

1. Wlej ciepłą wodę do szklanki.
2. Ostrożnie zanurz torebkę herbaty, nie mieszając.
3. Obserwuj, jak barwniki i związki chemiczne z herbaty zaczynają **rozchodzić się w wodzie**.
4. Zwróć uwagę, jak **ciepło wpływa na szybkość dyfuzji** – proces zachodzi szybciej niż w zimnej wodzie.
5. (Opcjonalnie) Powtórz doświadczenie z zimną wodą – porównaj szybkość i intensywność barwienia.

☐ Zjawiska fizyczne:

- **Dyfuzja**: Cząsteczki z torebki herbaty (głównie barwniki i związki smakowe) przemieszczają się do wody i z czasem równomiernie się rozprzestrzeniają.
- W **ciepłej wodzie** cząsteczki poruszają się szybciej → dyfuzja zachodzi szybciej.
- W **zimnej wodzie** dyfuzja jest wolniejsza, bo cząsteczki mają mniejszą energię kinetyczną.

🔍 Wnioski:

- Dyfuzja to naturalny, spontaniczny proces.
- Temperatura znacząco wpływa na szybkość dyfuzji.
- Parzenie herbaty bez mieszania jest praktycznym przykładem dyfuzji – substancje rozpuszczają się i rozchodzą dzięki ruchowi cząsteczek.

13. Doświadczenie z monetą, kartką papieru i szklanką

to klasyka fizyki – świetnie obrazuje **bezwładność** ciał zgodnie z I zasadą dynamiki Newtona. Oto kompletne opracowanie:

🔍 Temat doświadczenia:

Badanie bezwładności – moneta, kartka papieru i szklanka

🎯 Cel doświadczenia:

Zobaczyć, czym jest **bezwładność** – czyli tendencja ciała do zachowania swojego stanu ruchu (lub spoczynku), jeśli nie działa na nie żadna siła lub siły się równoważą.

🔧 Potrzebne materiały:

- **Szklanka** (najlepiej przezroczysta)
- **Kartka papieru** (może być sztywniejsza – np. z bloku technicznego)
- **Moneta**

🔵 Przebieg doświadczenia:

1. Połóż **kartkę papieru** na otwartej szklance.
2. Na środku kartki połóż **monetę**.
3. **Szybkim, poziomym ruchem** wyciągnij kartkę z pod spodu (bez unoszenia w górę!).
4. Obserwuj, co się dzieje z monetą – powinna **wpaść pionowo do szklanki**.

🔴 Wyjaśnienie fizyczne:

- Moneta znajduje się w spoczynku.
- Gdy **gwałtownie usuwamy kartkę**, nie ciągniemy bezpośrednio monety.
- Dzięki **bezwładności**, moneta **pozostaje w miejscu** – nie porusza się wraz z kartką, tylko spada **pionowo w dół** do szklanki.
- Gdyby kartka była wyciągana powoli – siła tarcia zdążyłaby poruszyć monetę, która by się przesunęła.

📖 Pojęcie fizyczne:

- **Bezwładność** to cecha wszystkich ciał – opisuje opór przed zmianą stanu ruchu.
- Opisana jest w **I zasadzie dynamiki Newtona** (zasadzie bezwładności):
„Jeżeli na ciało nie działa żadna siła lub siły się równoważą, ciało to pozostaje w spoczynku lub porusza się ruchem jednostajnym prostoliniowym.”

Wnioski:

- Moneta spada pionowo, ponieważ jej stan spoczynku nie został zakłócony (poza grawitacją).
 - Kartka została gwałtownie usunięta – ale nie przekazała monetce siły poziomej.
 - To doświadczenie potwierdza istnienie **bezwładności** – ciała „nie chcą” samodzielnie zmieniać swojego ruchu.
-

14. Ciśnienie atmosferyczne – szklanka wody i kartka papieru

Oto jedno z najbardziej efektownych doświadczeń domowych – doskonale pokazuje działanie **ciśnienia atmosferycznego**. Poniżej masz profesjonalne opracowanie w stylu projektu „Szlanka”:

 Temat doświadczenia:

Ciśnienie atmosferyczne – szklanka wody i kartka papieru

 Cel doświadczenia:

Zobaczyć, jak **ciśnienie atmosferyczne** może podtrzymać ciężar wody w odwróconej szklance – wbrew intuicji.

 Potrzebne materiały:

- **Szklanka** (pełna, przezroczysta)
- **Woda**
- **Sztywna kartka papieru** (np. z bloku technicznego, może być lekko wilgotna dla lepszej szczelności)
- Miska (opcjonalnie – na wypadek rozlania)

 Przebieg doświadczenia:

1. Napełnij szklankę wodą **po same brzegi** (do pełna).
2. Połóż na niej **kartkę papieru**, lekko dociskając, by kartka przylegała równomiernie.
3. Trzymając kartkę dłonią, **odwróć szklankę do góry nogami** (nad miską – na wszelki wypadek).
4. **Delikatnie puść kartkę** – i obserwuj: **kartka nie spada, a woda nie wylewa się!**

 Wyjaśnienie fizyczne:

- Gdy odwracamy szklankę, woda „chciałaby” wypaść – ale **ciśnienie atmosferyczne** działa od dołu na kartkę, podtrzymując ją.

- **Ciśnienie powietrza (ok. 1013 hPa)** jest większe niż ciśnienie słupa wody działające na kartkę od środka – dlatego kartka nie odpada, a woda pozostaje w szklance.
- Dodatkowo działa tu też **siła napięcia powierzchniowego** wody między brzegiem szklanki a kartką.

☐ Pojęcie fizyczne:

Ciśnienie atmosferyczne to nacisk, jaki powietrze wywiera na wszystkie ciała z każdej strony – jest ogromne, ale zwykle zrównoważone.

- Tutaj działa ono w górę, przeciwdziałając sile ciężkości wody – i wygrywa.

📌 Wnioski:

- To zaskakujące doświadczenie pokazuje, że **ciśnienie powietrza może „utrzymać” wodę** wbrew sile ciężkości.
- Dobrze wykonane doświadczenie potwierdza, że **powietrze naprawdę „waży” i naciska** – nawet jeśli tego na co dzień nie czujemy.

15. Siła wyporu – porównanie wody słodkiej i słonej

Teraz pora na siłę wyporu, czyli zjawisko, które odpowiada za to, że niektóre ciała unoszą się na wodzie, a inne toną. Zestawienie wody słodkiej i słonej świetnie to pokazuje. Poniżej kompletne opracowanie w stylu projektu „Szlanka”:

🔍 Temat doświadczenia:

Siła wyporu – porównanie wody słodkiej i słonej

🎯 Cel doświadczenia:

Zobaczyć, jak zmiana gęstości cieczy (przez dodanie soli) wpływa na siłę wyporu i zachowanie ciał pływających.

🔧 Potrzebne materiały:

2 przezroczyste szklanki

Woda

Sól kuchenna (kilka łyżek)

Jajko (lub np. kulka plasteliny, winogrono itp.)

Łyżka do mieszania

🔵 Przebieg doświadczenia:

Napełnij obie szklanki wodą do tej samej wysokości.

Do jednej z nich wsyp kilka łyżek soli i dobrze wymieszaj – aż sól się rozpuści.

Delikatnie włóż jajko do szklanki z czystą wodą – powinno opaść na dno.

Teraz włóż jajko do wody z solą – powinno unosić się na powierzchni lub zawisnąć w wodzie.

🔴 Wyjaśnienie fizyczne:

Jajko tonie w czystej wodzie, bo jego gęstość jest większa niż gęstość wody.

Dodanie soli zwiększa gęstość wody – ciecz staje się „cięższa” przy tej samej objętości.

W efekcie siła wyporu działająca na jajko rośnie (zgodnie z prawem Archimedesesa).

Kiedy siła wyporu = ciężar jajka → jajko przestaje tonąć i unosi się.

📖 Pojęcie fizyczne:

Siła wyporu to siła skierowana ku górze, z jaką ciecz działa na zanurzone w niej ciało.

Opisana przez prawo Archimedesesa:

„Na ciało zanurzone w cieczy działa siła wyporu równa ciężarowi wypartej cieczy.”

Siła wyporu zależy od gęstości cieczy – im większa, tym większa siła.

📌 Wnioski:

Ciało może pływać lub tonąć w zależności od różnicy gęstości między nim a cieczą.

Dodając sól do wody, zwiększamy siłę wyporu – dlatego jajko zaczyna się unosić.

To doświadczenie świetnie pokazuje praktyczne zastosowanie prawa Archimedesesa i wpływ gęstości na zachowanie ciał w cieczy.

16. Wyznaczanie gęstości drewna za pomocą szklanki z wodą

Cel doświadczenia:

Wyznaczenie gęstości kawałka drewna (w kształcie prostopadłościanu) na podstawie jego zanurzenia w wodzie.

Przyrządy i materiały:

- Szklanka z wodą (najlepiej przezroczysta),
- Drewniany klocek o kształcie prostopadłościanu,
- Linijka lub cienka miarka milimetrowa,
- Opcjonalnie: taśma klejąca lub nitka do stabilizacji klocka.

Opis doświadczenia:

1. Umieszczenie klocka w wodzie

Drewniany klocek ostrożnie wkładamy do szklanki z wodą. Powinien swobodnie unosić się na powierzchni, nie dotykając ścianek ani dna naczynia.

2. Pomiar wysokości zanurzenia

Za pomocą linijki mierzymy wysokość części klocka znajdującej się pod powierzchnią wody — oznaczamy ją jako h_z

3. Pomiar całkowitej wysokości klocka

Następnie mierzymy całkowitą wysokość klocka h .

4. Obliczenie gęstości drewna

Zgodnie z prawem Archimedesesa, klocek wypiera tyle wody, ile wynosi jego ciężar. Dla ciał pływających zachodzi zatem proporcja:

$$\frac{h_z}{h} = \frac{\rho_{\text{drewna}}}{\rho_{\text{wody}}}$$

Stąd gęstość drewna wynosi:

$$\rho_{\text{drewna}} = \rho_{\text{wody}} \cdot \frac{h_z}{h}$$

Przyjmując $\rho_{\text{wody}} = 1,00 \text{ g/cm}^3$, obliczamy ρ_{drewna} w g/cm^3 .

Przykład obliczeń:

Jeśli klocek o wysokości $h = 4,0 \text{ cm}$ zanurzył się na $h_z = 3,0 \text{ cm}$, to:

$$\rho_{\text{drewna}} = 1,00 \cdot \frac{3,0}{4,0} = 0,75 \text{ g/cm}^3$$

Wnioski:

To doświadczenie pokazuje, jak łatwo i precyzyjnie można oszacować gęstość ciała pływającego przy użyciu jedynie szklanki z wodą i linijki. Pływający klocek zachowuje się jak naturalny miernik gęstości – im bardziej się zanurza, tym większą ma gęstość.

17. Bilans cieplny – wyznaczanie temperatury końcowej mieszaniny wód

Cel doświadczenia:

Potwierdzenie zasady bilansu cieplnego poprzez zmieszanie różnych objętości zimnej i ciepłej wody i wyznaczenie temperatury końcowej.

Przyrządy i materiały:

Dwie szklanki (najlepiej szklane, przezroczyste),

Ciepła woda (np. z czajnika, ok. 50–60°C),

Zimna woda (np. z lodówki lub z kostkami lodu),

Termometr (cyfrowy lub cieczowy),

Linijka (do pomiaru wysokości słupa wody),

Kartka papieru (jako pokrywka),

Łyżeczka lub bagietka do mieszania.

🔵 Opis doświadczenia:

Przygotowanie objętości wody

Do **pierwszej** szklanki wlewamy ciepłą wodę (np. do wysokości 8 cm), a do **drugiej** – **zimną wodę** (np. do wysokości 5 cm). Wysokości mierzymy linijką z dokładnością do 1 mm.

Zabezpieczenie ciepłej wody

Szklankę z ciepłą wodą przykrywamy kartką papieru, aby ograniczyć straty ciepła do otoczenia przed i podczas doświadczenia.

Pomiar temperatur początkowych

Mierzymy temperaturę zimnej wody T_z oraz ciepłej wody T_c , zapisując wyniki.

Zmieszanie cieczy

Delikatnie przelewamy zimną wodę do szklanki z wodą ciepłą (nie odwrotnie – to ogranicza straty ciepła). Następnie dokładnie mieszamy i przykrywamy kartką papieru.

Pomiar temperatury końcowej

Po około 30–60 sekundach (po wyrównaniu temperatur) mierzymy temperaturę końcową mieszaniny T_k .

Zasada bilansu cieplnego:

Ciepło oddane przez ciepłą wodę:

$$Q_c = m_c(T_c - T_k)$$

Ciepło pobrane przez zimną wodę:

$$Q_z = m_z(T_k - T_z)$$

Dla braku strat ciepła:

$$Q_c = Q_z \Rightarrow m_c(T_c - T_k) = m_z(T_k - T_z)$$

Ponieważ masa wody jest proporcjonalna do objętości, a objętość do wysokości słupa wody, możemy zapisać:

$$h_c(T_c - T_k) = h_z(T_k - T_z)$$

Obliczenie temperatury końcowej (teoretycznej):

$$T_k = \frac{h_c T_c + h_z T_z}{h_c + h_z}$$

Przykład:

- $h_c = 8 \text{ cm}, T_c = 55^\circ\text{C}$
- $h_z = 5 \text{ cm}, T_z = 15^\circ\text{C}$

$$T_k = \frac{8 \cdot 55 + 5 \cdot 15}{8 + 5} = \frac{440 + 75}{13} \approx 39,6^\circ\text{C}$$

Zmierzona temperatura: $39,5^\circ\text{C}$ — bardzo blisko wartości teoretycznej.

Wnioski:

Doświadczenie potwierdza zasadę bilansu cieplnego: energia oddana przez cieplejszą wodę jest równa energii pobranej przez zimną. Dzięki różnym objętościom i dokładnym pomiarom możemy sprawdzić, jak w praktyce działa ta podstawowa zasada termodynamiki. Proste środki – kartka papieru i linijka – zwiększają dokładność i profesjonalizm pomiaru.

18. Doświadczenie: Pomiar gęstości cieczy – improwizowany gęstościomierz

Cel:

Określenie gęstości nieznanej cieczy za pomocą wykonanego samodzielnie gęstościomierza.

Przyrządy i materiały:

- Szklanka z nieznaną cieczą
- Słomka do napojów
- Plastelina
- Śrut (lub inne drobne obciążniki)
- Linijka
- Markery/permanentny pisak

Wykonanie:

1. Przygotowanie gęstościomierza

Z jednej strony słomki wciśnij niewielką kulkę plasteliny, aby zamknąć jej koniec jednocześnie dociążyć konstrukcję. Do wnętrza słomki nasyp śrutu, tak by po włożeniu do cieczy gęstościomierz pływał pionowo, częściowo zanurzony.

2. Skalowanie słomki

Zanurz słomkę w cieczy o znanej gęstości (np. woda), zaznaczając poziom zanurzenia. Powtórz to dla innych cieczy (jeśli masz dostęp), by uzyskać kilka punktów kalibracyjnych.

3. Pomiar gęstości nieznanej cieczy

Włóż gęstościomierz do badanej cieczy i zaznacz poziom zanurzenia. Odczyt porównaj z wcześniejszymi kalibracjami lub zmierz długość zanurzonego fragmentu i porównaj z wynikami dla znanych cieczy.

Obserwacje:

- Im większa gęstość cieczy, tym mniejszy fragment słomki się zanurza.
- Zależność odwrotna między gęstością cieczy a zanurzeniem słomki.

Przy założeniu, że masa gęstościomierza jest stała:

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1}$$

gdzie:

- h_1 i h_2 to głębokości zanurzenia w cieczy znanej i nieznanej,
- ρ_1 i ρ_2 to odpowiednie gęstości.

Wnioski:

Za pomocą improwizowanego gęstościomierza możemy oszacować gęstość cieczy poprzez porównanie poziomu zanurzenia z kalibracją. To prosty przykład zastosowania prawa Archimidesa.

▢ Wyprowadzenie wzoru na gęstość cieczy w funkcji zanurzenia improwizowanego gęstościomierza

W celu oszacowania gęstości cieczy za pomocą domowego gęstościomierza (np. słomki z plasteliną i śrutem), korzystamy z **prawa Archimedesesa**:

1. Siła wyporu:

Ciało zanurzone w cieczy doświadcza siły wyporu równej ciężarowi wypartej cieczy:

$$F_{wyporu} = \rho_{cieczy} \cdot g \cdot V_{zan}$$

gdzie:

- ρ_{cieczy} – szukana gęstość cieczy,
- g – przyspieszenie ziemskie,
- V_{zan} – objętość zanurzonej części gęstościomierza.

2. Siła ciężkości gęstościomierza:

$$F_{ciężaru} = m \cdot g$$

gdzie m to masa całkowita gęstościomierza.

3. Warunek pływania:

W stanie równowagi:

$$F_{wyporu} = F_{ciężaru}$$

czyli:

$$\rho_{cieczy} \cdot g \cdot V_{zan} = m \cdot g$$

Skracając przez g :

$$\rho_{cieczy} \cdot V_{zan} = m$$

4. Objętość zanurzenia:

Zakładając, że gęstościomierz ma stały przekrój poprzeczny A (np. słomka):

$$V_{zan} = A \cdot h$$

gdzie h to głębokość zanurzenia.

Podstawiając:

$$\rho(h) \cdot A \cdot h = m$$

Dzieląc przez $A \cdot h$:

$$\boxed{\rho(h) = \frac{m}{A \cdot h}}$$

Dodatek

Tablica tryboelektryczna (ang. *triboelectric series*) to zestawienie różnych materiałów uszeregowanych według ich skłonności do przyjmowania lub oddawania elektronów podczas kontaktu z innym materiałem (czyli podczas **elektryzowania przez tarcie**).

🔌 Co pokazuje tablica tryboelektryczna?

Kiedy dwa różne materiały zostają potarte o siebie, jeden z nich **oddaje elektrony** (staje się **naładowany dodatnio**), a drugi **przyjmuje elektrony** (staje się **naładowany ujemnie**). Tablica pokazuje, **który materiał będzie się elektryzował dodatnio, a który ujemnie** w takim kontakcie.

 **Przykładowa uproszczona tablica tryboelektryczna:**

Biegun dodatni (łatwo oddają elektrony)	Biegun ujemny (łatwo przyjmują elektrony)
Skóra	Winył
Szkło	Styropian
Wełna	Poliester
Papier	Plastik PVC
Bawełna	Teflon (PTFE)

Im dalej od siebie dwa materiały na liście, tym **silniejsze naładowanie** mogą uzyskać po potarciu.

 **Przykład:**

Jeśli potrzasz **szkło** o **plastik** (np. linijkę), to:

- **Szkło** – odda elektrony – będzie naładowane **dodatnio**
- **Plastik (np. PVC)** – przyjmie elektrony – będzie naładowany **ujemnie**