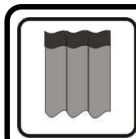


## Doświadczenie 1.

### Lustro z papieru



To doświadczenie należy wykonać w ciemnym pomieszczeniu

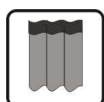
#### Przygotuj:

- ekran komputera, laptopa lub smartfon
- płaskie przenośne lustro
- kartkę białego papieru w formacie A4
- sztywną podkładkę w formacie podobnym do A4 (np. książkę, zeszyt, podkładkę do pisania, teczkę biurową bez zapięć, deskę itp.)

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

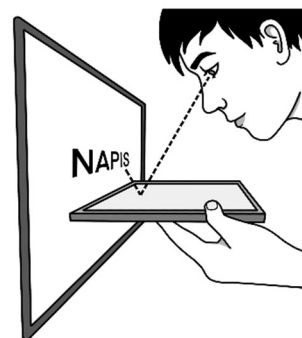
#### Zadanie. Przygotuj napis

1. Jeśli korzystasz z ekranu komputera lub laptopa, to przygotuj jakiś napis na białym tle. Napis powinien być krótki (mieścić się w jednej linijce) i najlepiej, gdy składa się z wielkich liter. Litery mogą być różnokolorowe, najlepiej w niepastelowych kolorach.
2. Jeśli korzystasz ze smartfonu, to otwórz go na ekranie z kolorowymi ikonkami.



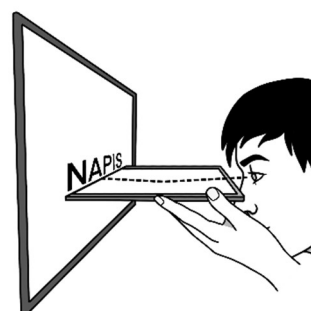
#### Eksperyment 1.

1. Przystaw lustro prostopadle do ekranu komputera, laptopa lub smartfonu, tuż pod napisem lub ikonkami.
2. Na tak ustawione lustro popatrz z góry. Czy widzisz odbicie napisu (ikonek) w lustrze? Czy obraz jest wyraźny, a napis w pełni odbija się w lustrze?
3. Przesuń lustro nieco w dół i popatrz na nie z góry. Czy widzisz odbicie napisu (ikonek) w lustrze? Czy obraz jest wyraźny, a napis w pełni odbija się w lustrze?
4. Ponownie przystaw lustro do ekranu komputera, laptopa lub smartfonu, tuż pod napisem lub ikonkami. Przesuń głowę w dół tak, aby twoje oczy znalazły się na wysokości krawędzi lustra. Patrz na ekran komputera (lub smartfonu) i na przystawione do niego lustro. Czy widzisz odbicie napisu (ikonek) w lustrze? Czy obraz jest wyraźny, a napis w pełni odbija się w lustrze?



#### Eksperyment 2.

1. Kartkę papieru połóż na podkładce tak, aby do niej przylegała. Dzięki temu powierzchnia kartki nie będzie się uginać.
2. Przyłóż podkładkę z kartką prostopadle do ekranu komputera, laptopa lub smartfonu, tuż pod napisem lub ikonkami.
3. Na tak ustawioną kartkę popatrz z góry. Czy widzisz odbicie napisu (ikonek) w kartce? Jeśli nie, to zwiększ jasność ekranu.
4. Przesuń kartkę z podkładką nieco w dół i popatrz na nie z góry. Czy widzisz odbicie napisu (ikonek) w kartce?
5. Ponownie przystaw kartkę z podkładką do ekranu komputera, laptopa lub smartfonu, tuż pod napisem lub ikonkami. Przesuń głowę w dół tak, aby twoje oczy znalazły się na wysokości krawędzi kartki. Patrz na ekran komputera (lub smartfonu) i na przystawioną do niego kartkę. Czy widzisz odbicie napisu (ikonek) na kartce? Czy obraz jest wyraźny, a napis w pełni odbija się na kartce?



**Komentarz.**

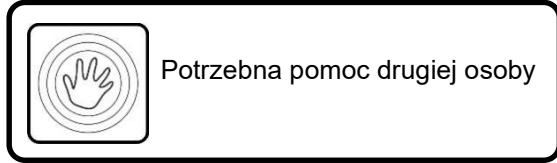
Dany przedmiot możemy zobaczyć jedynie w dwóch przypadkach. Albo wtedy, jeśli przedmiot (np. żarówka, Słońce) sam wysyła światło, którego promienie padają do naszego oka, albo wtedy, gdy przedmiot zostanie oświetlony, a promienie światła się od niego odbijają i trafiają do naszego oka.

Lustro ma wypolerowaną powierzchnię, co oznacza, że jest bardzo gładkie. Gdy na taką powierzchnię pada światło pod dowolnym kątem, to odbija się pod takim samym kątem. Ekran komputera lub smartfonu wysyła światło, którego promienie padają na gładką powierzchnię lustra, odbijają się od niego i trafiają do naszych oczu. Dzięki temu widzimy dokładnie taki sam obraz, jaki znajduje się na ekranie komputera lub smartfonu. Obraz ten jest zawsze wyraźny, jednak widoczny jest tylko pod pewnym kątem. Im wyżej trzymamy głowę, tym bardziej musimy przesunąć lustro w dół poniżej napisu na ekranie, aby móc zobaczyć odbicie napisu w lustrze.

Kartka papieru, nawet jeśli wydaje się gładka, składa się z licznych nierówności o różnych wysokościach. Gdy na takie nierówności pada światło, to odbija się w różne strony (czyli jest rozpraszane). Dlatego nie może powstać obraz w kartce. Jeśli jednak popatrzymy na kartkę pod bardzo małym kątem tak, jakby promień biegnący od ekranu ślizgał się po kartce (stąd nazwa – **kąt ślizgowy**), to wówczas wysokości nierówności kartki nie mają znaczenia. Światło pada na kartkę i odbija się od niej tak, jakby odbijało się od niemal gładkiego lustra. Dlaczego widzimy w odbiciu tylko dolną część liter? Górne części liter znajdują się już zbyt wysoko i światło od nich pada pod zbyt dużym kątem, większym od kąta ślizgowego, dlatego ich odbicie nie pojawia się na kartce.

## Doświadczenie 2.

### Pojemność płuc

**Przygotuj:**

- nowy balonik, najlepiej taki z cienką powłoką
- centymetr krawiecki lub długi cienki sznurek i linijkę
- ręcznik papierowy
- kartkę papieru i długopis

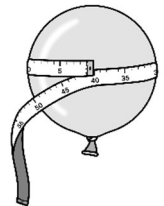
**Po wykonaniu doświadczenia spróbuj odpowiedzieć na pytania dotyczące obserwacji. Koniecznie przeczytaj komentarz!**

**Zadanie. Przygotowanie balonika**

1. Dwa razy napompuj balonik i wypuść z niego powietrze. Jeśli guma balonika jest zbyt gruba i masz trudności z jego napompowaniem, poproś osobę dorosłą o pomoc.
2. Wytrzyj otwór balonika ręcznikiem papierowym, aby usunąć drobinki śliny innej osoby.

**Eksperyment.**

1. Nabierz jak najwięcej powietrza do płuc, najlepiej powoli i przez nos.
2. Wdmuchaj do balonika jak najwięcej powietrza. Pamiętaj, że musisz to zrobić jednym wydmuchem.
3. Gdy skończysz, natychmiast ściśnij otwór balonika tak, aby powietrze nie zaczęło wydostawać się na zewnątrz.
4. Lekko ściśnij napompowany balonik, aby nadać mu kształt jak najbliższy kształtowi kuli.
5. Z pomocą drugiej osoby zmierzcie metrem krawieckim długość najszerzej części balonika (obwód balonika).
6. Wynik zapisz na kartce.
7. Wypuść powietrze z balonika.
8. Wykonaj punkty 1-7 eksperymentu jeszcze dwa razy.
9. Dodaj do siebie wszystkie trzy pomiary i podziel tę sumę przez 3. W ten sposób obliczasz średni obwód balonika.
10. Pojemność swoich płuc obliczysz:



$$\text{pojemność płuc} = \frac{(\text{średni obwód balonika}) * (\text{średni obwód balonika}) * (\text{średni obwód balonika})}{6 * \pi * \pi}$$

Wzór ten wynika ze wzoru na obwód kuli balonika w jej najszerzym miejscu oraz ze wzoru na objętość kuli.

11. Otrzymany przez ciebie wynik wyrażony będzie w centymetrach sześciennych ( $cm^3$ ). Aby zamienić go na litry (czyli decymetry sześciennie,  $dm^3$ ), musisz swój wynik podzielić przez 1000.

**Obserwacje:**

1. Czy wszystkie trzy pomiary obwodu balonika były jednakowe?
  2. Ile wynosi pojemność twoich płuc?
12. Możesz poprosić o wykonanie tego eksperymentu także innych członków rodziny i porównać ich pojemność płuc ze swoją.

**Komentarz.**

Całkowita pojemność płuc to ilość powietrza, jaka znajduje się w płucach. Płuc nigdy nie można opróżnić do końca, gdyż wtedy by się zapadły. Dlatego w tym eksperymencie nie mierzyliśmy całkowitej pojemności płuc, ale pojemność życiową płuc, czyli największą objętość powietrza, jaką można wydmuchać z płuc po wykonaniu maksymalnego wdechu i wydechu. Po maksymalnym wydechu w płucach zawsze pozostaje około litra powietrza.

Maksymalna całkowita pojemność płuc to około 5 litrów u dorosłych mężczyzn i około 3,2 litrów u dorosłych kobiet. U sportowców pojemność ta może wzrosnąć nawet do 6-8 litrów. Pojemność płuc zwiększa regularne uprawianie takich sportów jak: bieganie, pływanie, jazda na rowerze.

Pojemność płuc zależy od: wieku, stanu zdrowia, aktywności fizycznej, wzrostu człowieka.

### Doświadczenie 3.

#### Zanieczyszczenia w kominie



W tym doświadczeniu potrzebny jest nadzór osoby dorosłej



W tym doświadczeniu używany jest ogień

#### Przygotuj:

- pisak
- widelec
- nożyczki
- linijkę
- małą, płaską świeczkę w cienkiej metalowej podstawce (taką do podgrzewaczy, typu tealight)
- płaski talerzyk
- plastikową butelkę o pojemności 1,5-2 litra
- wykałaczkę
- prostokątny pasek folii aluminiowej
- pół szklanki wody
- zapalki

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

#### Zadanie 1. Przygotuj naczynie z butelki

1. Na wysokości ok. 3 cm nad dnem butelki zaznacz dookoła jej obwodu 8 kropek w mniej więcej równych odstępach.
2. Połącz kropki w okrąg.
3. Ostrożnie wbij jeden ząb widelca w jedną kropkę. Powiększ ten otwór, wbijając ząb widelca głębiej.
4. W otwór wbij nożyczki i odetnij denko butelki wzdłuż linii.



#### Zadanie 2. Przygotuj przegrodę

1. Wytnij z folii aluminiowej pasek o szerokości średnicy wlotu szyjki butelki oraz o długości 18 cm.
2. Zegnij pasek w połowie długości.

#### Eksperyment 1.

1. Umieść świeczkę na talerzyku.
2. Na talerzyk wlej trochę wody tak, aby pokrywała jego dno cienką warstwą (ok. 1 cm).
3. Zapal świeczkę.
4. Nałóż butelkę szerokim dnem na talerzyk.

**Uwaga. Świeczka powinna znaleźć się w samym środku otworu i nie może w żadnym miejscu przylegać do ścianek butelki!**

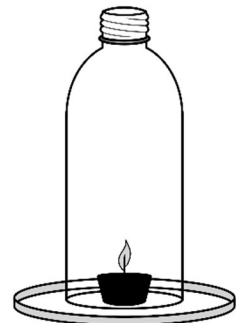
5. Zwróć uwagę, aby dolna krawędź butelki w żadnym miejscu nie wystawała ponad wodę. Jeśli wystaje, to albo dolej nieco wody (uważając, żeby nie zalać świeczki), albo wyrównaj dolny, ucięty brzeg butelki.

6. Odczekaj chwilę, cały czas obserwując płomień.

**Uwaga. Należy zachować ostrożność. Nigdy nie zostawiaj palącej się świeczki bez nadzoru!**

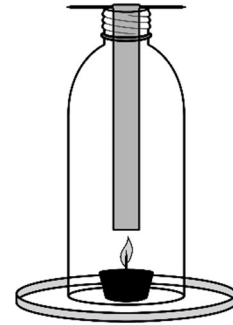
#### Obserwacje:

1. Co się dzieje po chwili z płomieniem świecy?



**Eksperyment 2.**

1. Zdejmij butelkę.
2. Zapal świeczkę jeszcze raz.
3. Nałóż butelkę szerokim dnem na talerzyk w taki sam sposób jak w Eksperymencie 1.
4. Zwróć uwagę, aby dolna krawędź butelki w żadnym miejscu nie wystawała ponad wodę.
5. Okręć koniec paska folii wokół wykałaczki. Folia powinna zwisać z jednej strony wykałaczki.
6. Połóż wykałaczkę na otworze szyjki butelki tak, aby pasek folii wisiał pionowo wewnątrz butelki (pasek się nieco odchyli pod wpływem gorącego powietrza).
7. Odczekaj kilka minut, cały czas obserwując płomień.



**Uwaga. Należy zachować ostrożność. Nigdy nie zostawiaj palącej się świeczki bez nadzoru!**

8. Po zakończeniu doświadczenia, zgaś świeczkę.

**Obserwacje:**

1. Co się dzieje z płomieniem świecy?

**Komentarz.**

Płomień świecy ogrzewa powietrze, które na skutek **konwekcji** wędruje pionowo w górę, ponieważ jest mniej gęste niż otaczające je chłodne powietrze. Chłodne powietrze nie może dostać się do świeczki dołem, ponieważ dolna krawędź butelki jest uszczelniona przez wodę. Chłodne powietrze mogłoby się dostać w dół do świeczki jedynie poprzez górny wlot butelki, ale prąd konwekcyjny ciepłego powietrza blokuje wlot zimnego powietrza do butelki. **Cyrkulacja** powietrza wewnątrz rurki nie jest możliwa. Świeczka szybko zużywa tlen, który znajduje się w rurce. Bez dopływu świeżego powietrza zawierającego tlen, który jest niezbędny do podtrzymania palenia, świeczka gaśnie.

Poprzez wstawienie przegrody do rurki umożliwiona zostaje cyrkulacja powietrza. Powietrze ciepłe płynie w górę korytarzem po jednej stronie przegrody, a powietrze chłodne opada korytarzem po drugiej stronie przegrody. Stały dopływ świeżego powietrza (w tym – tlenu) nie pozwala świeczce zgasnąć.

Wszelkiego rodzaju przedmioty (przegrody), które wpadną do komina stają się niebezpieczne dla mieszkańców budynku. Stwarzają bowiem możliwość utworzenia się cyrkulacji powietrza w kominie. Wraz z opadającym w dół komina powietrzem z zewnątrz, może zostać wtłoczony do domu tlenek węgla (II), nazywany zwyczajowo czadem, który powstaje w kominie w wyniku niecałkowitego spalania. Dlatego kominiarze muszą regularnie dokonywać przeglądów i czyszczenia kominów.

## Doświadczenie 4.

### Kolejka górską



Potrzebna pomoc drugiej osoby

#### Przygotuj:

- jednorazowy kubek papierowy lub plastikowy
- cienki sznurek bawełniany (najlepszy z bawełnianej włóczki) lub wąską wstążkę o długości około 2,5 m
- jeden mały przedmiot (np. plastikowy klocek lub gumkę do mazania)
- łyżkę wody z kranu
- nożyczki do paznokci
- dwa ołówki
- zegarek lub stoper

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

#### Eksperyment.

1. Postaw kubek na stole otworem do góry. Połóż ołówek na kubku tak, aby leżał na najszerszej części otworu kubka.
2. Na ściance kubka, pod oboma miejscami styku ołówka z kubkiem narysuj po jednym małym kółeczku.
3. Zrób w każdym kółeczku otwór przy pomocy nożyczek. Otwory powinny się znaleźć dokładnie naprzeciwko siebie.
4. Przywiąż do jednego i drugiego otworu po jednym końcu sznurka lub tasiemki. W ten sposób utworzysz małe papierowe wiaderko z uchwytem.
5. Złap wstążkę lub sznurek w połowie. Trzymając rękę wyciągniętą w bok spróbuj rozpędzić papierowy kubek na sznurku i nim zawirować. Kubek powinien poruszać się po kole w pionie, czyli tak, jakbyś chciał/a zakreślić koło na ścianie. Kubek powinien docierać do najwyższego punktu koła - do góry dnem, a do najniższego - dnem w dół. Poćwicz chwilę, aby kubek wirował na naprężonym sznurku (wstążce). Staraj się wykonywać obroty z najmniejszą możliwą szybkością, przy której sznurek jest naprężony.
6. Do pustego kubka włóż mały przedmiot. Rozhuśtaj kubek i zawiruj kubkiem z taką samą prędkością jak poprzednio.
7. Poproś drugą osobę, aby nastawiła stoper na 20 s. Na słowo start, niech ta osoba włączy stoper, a ty zacznij obracać po okręgu (jak poprzednio) kubek z przedmiotem w środku, licząc liczbę pełnych obrotów w ciągu 20 s. Zapisz w tabeli długość połowy sznurka i liczbę obrotów w ciągu 20 s. Promień okręgu, po którym wiruje kubek jest nieco mniejszy.
8. Przetnij sznurek na połowę. Jedną połówkę odwiąż od kubka, a wolny koniec drugiej połówki przywiąż do pustego otworka. W ten sposób tworzysz kubek na sznurku, który będzie wirował po okręgu o promieniu mniej więcej o połowę krótszym, niż poprzednio.
9. Do pustego kubka włóż mały przedmiot. Rozhuśtaj kubek i zawiruj kubkiem. Staraj się wykonywać obroty z najmniejszą możliwą szybkością, przy której sznurek jest naprężony.
10. Poproś drugą osobę, aby nastawiła stoper na 20 s. Na słowo start, niech ta osoba włączy stoper, a ty zacznij obracać po okręgu (jak poprzednio) kubek z przedmiotem w środku, licząc liczbę pełnych obrotów w ciągu 20 s. Zapisz w tabeli długość połowy sznurka i liczbę obrotów w ciągu 20 s.
11. Ponownie przetnij sznurek na połowę i wykonaj punkty 8-10 eksperymentu.

Długość połowy sznurka	Liczba obrotów w ciągu 20 s

**Obserwacje:**

1. Uzupełnij zdanie:

*Im dłuższy sznurek (i promień okręgu, po którym porusza się kubek), tym prędkość wirowania.....*

**Komentarz.**

Podczas szybkiego ruchu po kole, musimy utrzymywać przedmiot silnie w rękach, żeby nam nie odleciał. Przedmiot wypycha na zewnątrz koła **siła odśrodkowa** („od środka koła na zewnątrz”). Dzięki niej sznurek przywiązany do kubka pozostaje naprężony. **Siła ta jest tym większa, z im większą prędkością przedmiot porusza się po kole.** Jeśli za bardzo zwolnisz, nitka nie napręży się wystarczająco i kubek nie zatoczy koła, gdyż zostanie z niego ściągnięty w dół siłą grawitacji.

Siła odśrodkowa działa nie tylko na kubek, ale także na przedmioty w nim się znajdujące. Przedmioty nie są przymocowane sznurkami, ale siła odśrodkowa dociska je do dna kubka nawet wtedy, gdy kubek porusza się po kole odwrócony do góry dnem. W ten sposób do dna kubka przyciskana jest także woda. W najwyższym punkcie koła na przedmioty i na wodę działa pionowo **w dół siła grawitacji** i pionowo w górę siła odśrodkowa. Przedmioty nie wypadają z kubka, gdy siła odśrodkowa jest większa niż siła grawitacji.

Okazuje się, że im mniejszy promień okręgu, po którym porusza się przedmiot, tym mniejszy musi być kwadrat prędkości. Jeśli zatem promień okręgu maleje dwukrotnie, to kwadrat prędkości też maleje dwukrotnie, a zatem sama prędkość maleje  $\sqrt{2}$ -razy. Jeśli promień okręgu maleje czterokrotnie, to kwadrat prędkości też maleje czterokrotnie, a zatem sama prędkość maleje dwukrotnie, i tak dalej.

Z siłą odśrodkową spotykasz się w różnych sytuacjach. Jest ona wykorzystywana w pralkach automatycznych do odwirowywania prania z wody. Odczuwasz ją na karuzeli, obracającej się w płaszczyźnie poziomej wokół pionowego słupa. Siłę odśrodkową odczuwasz na wszelkich zakrętach. Wykorzystywana jest ona także przy konstruowaniu kolejek górskich (ang. *roller coaster*). Podczas poruszania się po torze znajdującym się po wewnętrznej części zakrętu siła ta przyciska do toru, a podczas poruszania się po torze po zewnętrznej części zakrętu, siła odśrodkowa daje odczucie odrywania od toru. Stąd podczas jazdy kolejką górską wielokrotnie doznaje się **przeciążeń** (wciskanie w fotel) i **niedociążeń** (odrywanie od fotela).