

## Doświadczenie 1.

### Kołowrót



W tym doświadczeniu przyda się pomoc drugiej osoby, ale nie jest ona niezbędna

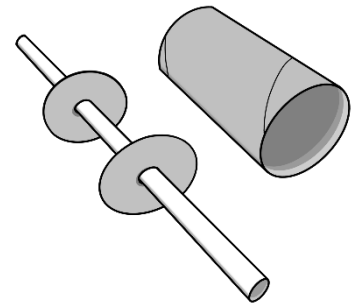
#### Przygotuj:

- jedną słomkę do napojów (najlepiej o średnicy ok. 7 mm i długości ok. 20 cm)
- taśmę klejącą
- dwie tekturowe rolki od papieru toaletowego, każda o długości ok. 9 cm i średnicy ok. 4 cm
- cienki sznurek lub bawełnianą włóczkę
- nożyczki
- zaokrąglony ołówek
- pudełko metalowych spinaczy biurowych (potrzebujesz ok. 30 spinaczy)

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

#### Zadanie. Przygotuj konstrukcję kołowrotu.

1. Utnij dwa kawałki sznurka lub włóczki, każdy o długości 30 cm.
2. Jeden kawałek sznurka złoż na pół i przyklej jego obie końcówki razem taśmą do stołu.
3. W odległości 16 cm od pierwszej pętelki, przyklej do stołu drugą pętelkę. Obie pętelki powinny zwiisać ze stołu na takim samym poziomie. Jeśli twoja słomka jest krótsza niż 20 cm, odległość między pętelkami także trzeba nieco skrócić (np. do 14 cm).
4. Jedną rolkę przetnij na pół tak, aby powstały dwie krótkie rolki. Jedną z krótkich rolek przetnij tak, aby otrzymać dwa prostokąty o wymiarach ok. 6 x 4,5 cm.
5. Na jednym prostokącie postaw drugą rolkę i odrysuj kontur jej otworu (okrąg o średnicy ok. 4 cm). Tak samo wykonaj drugie koło z drugiego prostokąta.
6. Wyznacz środek obu kół. Przebij środek zaokrągloną częścią ołówka i przeciągnij ołówek przez środek tak, aby w każdym kole powstał otworek o średnicy ok. 0,5 cm.
7. Nałóż oba koła na słomkę i ustaw je na niej w odległości ok. 7 cm od siebie.



**Uwaga. Ważne jest, aby koła ściśle przylegały do rurki. Jeśli koła łatwo ześlizgują się z rurki, musisz je wykonać jeszcze raz (z drugiej połówki przeciętej rolki) i dziurkę w środku wykonać jakimś węższym przedmiotem niż ołówek lub wyciąć nożyczkami do paznokci).**

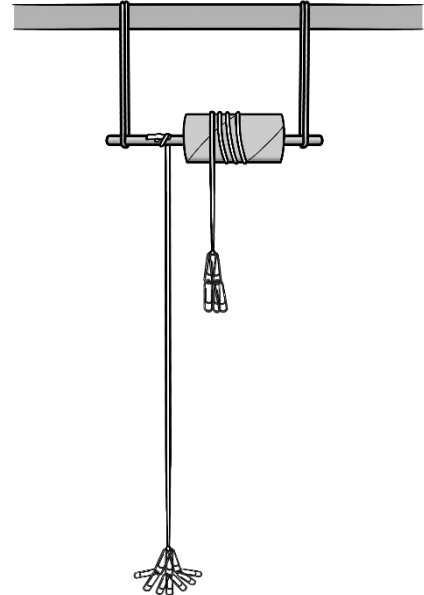
8. Słomkę z oba kołami umieść we wnętrzu drugiej rolki papieru toaletowego tak, aby każde z kół znalazło się w odległości ok. 1 cm od brzegu rolki (ważne jest, żeby były w rolce rozłożone symetrycznie). Koła powinny ciasno wejść do rolki. Rolka powinna być umocowana niesymetrycznie na słomce – jeden brzeg rolki powinien się znajdować w odległości ok. 3 cm od końca słomki.
9. Słomkę z rolką zawieś na pętelkach przyklejonych wcześniej do stołu. Sprawdź, czy słomka wisi poziomo i łatwo obraca się na pętelkach.

**Eksperyment.**

1. Utnij dwa kawałki sznurka lub włóczki o długości równej odległości pomiędzy słomką a podłogą. Na końcu jednego sznurka przyczep 10 spinaczy. Na końcu drugiego sznurka przyczep 5 spinaczy.

**Uwaga. Spinacze powinny zostać doczepione blisko siebie (a NIE w linii – jeden pod drugim).**

2. Do swobodnych końców obu sznurków doklej niewielki kawałek taśmy klejącej (o długości około 2 cm).
3. Sznurek z 5 spinaczami przyklej do rolki tak, aby zwisał on od przodu konstrukcji. Nawiń sznurek na rolkę tak, aby zwoje leżały obok siebie i nie nachodziły na siebie. Końcówkę sznurka ze spinaczami połóż na stole.
4. Sznurek z 10 spinaczami przyklej do słomki pomiędzy jedną z pętelek a rolką. Niech sznurek zwisa z tyłu słomki (z tyłu konstrukcji), a spinacze swobodnie opierają się o podłogę.
5. Zdejmij koniec sznurka z pięcioma spinaczami ze stołu i powoli przenieś go na przód konstrukcji. Puść spinacze, ale ich nie popychaj.



**Uwaga. Jeśli kołowrót nie uruchamia się, to doczep do pięciu spinaczy jeszcze jeden i ponownie sprawdź, czy konstrukcja zacznie się obracać. W miarę potrzeby można doczepić jeszcze jeden lub dwa spinacze.**

**Uwaga: Jeśli obraca się tylko rolka, a słomka pozostaje w spoczynku, to oznacza to, że albo dziurki w kołach są za duże, albo same koła są za małe i nie obracają się podczas obrotu rolki.**

**Obserwacje.**

1. Ile spinaczy potrzeba zawiesić na sznurku przyklejonym do rolki, aby uruchomić kołowrót? Czy liczba tych spinaczy jest mniejsza, większa, czy taka sama, jak liczba spinaczy umieszczonych na sznurku przyklejonym do słomki?
2. Jaka jest odległość (większa, mniejsza, taka sama) przemieszczenia spinaczy przymocowanych sznurkiem do rolki w porównaniu ze spinaczami przymocowanymi do słomki?

**Komentarz.**

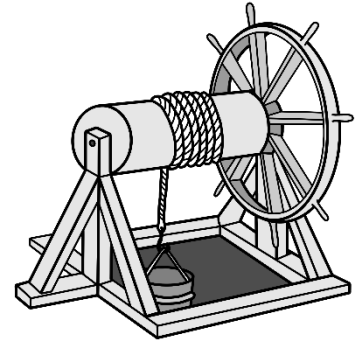
Kołowrót jest jedną z maszyn prostych, które ludzie wymyślili, żeby pomóc sobie w pracy. Konstrukcja ta służy do podnoszenia i opuszczania przedmiotów zawieszonych na linie przez nawijanie liny na obracający się wałek (w naszym przypadku – słomkę). Kołowrót umożliwia podnoszenie ciężkich przedmiotów z siłą mniejszą niż ta, której musielibyśmy użyć podnosząc te przedmioty bezpośrednio rękami.

Wszystkie przedmioty na Ziemi są ciągnięte **w dół siłą grawitacji**. Siłą grawitacji zależy od masy ciała (na cięższe przedmioty działa większa siła grawitacji, a na lżejsze – mniejsza siła grawitacji).

Aby uchronić przedmioty przed spadaniem, musimy je na czymś położyć (wtedy przytrzymuje je siła pochodząca od podłogi), zawiesić (wtedy przytrzymuje je siła naciągu nici, pochodząca od nici) lub trzymać (wtedy przytrzymuje je siła rąk człowieka). Wszystkie te siły działają w górę (aby wyrównać lub pokonać siłę grawitacji). Gdy na jeden z tych sposobów wyrównamy siłę grawitacji (czyli zadziałamy siłą równą sile grawitacji), siła w górę „skasuje się” z siłą w dół i przedmioty nie będą się poruszać.

W przeprowadzonym doświadczeniu siła grawitacji od 10 spinaczy ciągnie sznurek w dół tak, jakby chciała obrócić kołowrót w stronę **ZA słomkę**. Siła grawitacji od 5 -7 spinaczy ciągnie sznurek również w dół, ale tak, jakby chciała obrócić kołowrót **PRZED słomką**. Zatem obie te siły konkurują ze sobą. Gdyby były przyłożone do tego samego wałka, to kołowrót nie poruszałby się tylko wtedy, gdyby wartości tych sił były sobie równe. Dlaczego zatem w kołowrocie jedna siła może być mniejsza od drugiej? Przyczyną jest to, że **mniejsza siła przyłożona jest do rolki o dużej średnicy, a większa siła - do słomki o małej średnicy**. Dzięki temu zyskujemy na sile. Jednak wtedy tracimy na odległości. Wałki (słomka i rolka) są ze sobą na sztywno połączone. Zatem w tym samym czasie sznurek przyklejony do szerokiego wałka (rolki) rozwinie się w dół znacznie bardziej niż nawinie się w górę sznurek przyklejony do wąskiego wałka (słomki).

Kołowroty przez lata były powszechnie stosowane w studniach i kopalniach do podnoszenia wiader z ładunkiem. Wiadro przyczepiane było do węższego wałka, a szerszy wałek był wyposażony w koło lub korbę, którą mógł kręcić człowiek.



## Doświadczenie 2.

### Silniczek z gumki



W tym doświadczeniu potrzebna jest wanna lub duża miska. Może rozlać się trochę wody.

#### Przygotuj:

- kawałek kartonu (np. wieko z pudełka tekturowego po butach)
- gumkę recepturkę
- folię spożywczą
- folię aluminiową
- taśmę klejącą
- prostokątny pojemnik (np. wannę lub miskę o jak największych wymiarach)

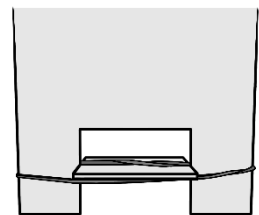
Po wykonaniu doświadczenia spróbuj odpowiedzieć na pytania dotyczące obserwacji.  
Koniecznie przeczytaj komentarz!

#### Zadanie. Przygotuj łódkę.

1. Z kartonu wytnij kształt łódki narysowany na następnej stronie.
2. Oklej łódkę pojedynczą warstwą folii spożywczej, połączonej kawałkami taśmy klejącej.
3. Oklej łódkę folią aluminiową.
4. Obłóż łódkę folią aluminiową i załóż jej wszystkie wystające kawałki w jedną stronę tak, aby po drugiej stronie łódka miała gładką powierzchnię. Jeśli powstały jakieś dziurki, to zaklej je małymi kawałkami taśmy klejącej.
5. Wytnij z kartonu dwa identyczne prostokąty o wymiarach 3 cm x 3 cm. Sklej je taśmą klejącą tak, aby ich kształty się pokrywały.
6. Zawień tak powstały prostokąt w kawałek folii aluminiowej o wymiarach 6 cm x 15 cm tak, jakby miał to być pakunek (owijając kilka razy. Wystające części folii zawień na jedną stronę i sklej małym kawałkiem taśmy.

#### Eksperyment 1.

1. Nalej do wanny lub miski wody na głębokość ok 7 cm. Poczekaaj, aż woda przestanie się poruszać.
2. Połóż ostrożnie łódkę na wodzie.
3. Załóż gumkę recepturkę na rufową część łódki, jak pokazano na rysunku.  
**Gumka musi być naprężona.**
4. Pomiędzy dwie linie gumki wstaw prostokąt tak, aby nie zahaczał o łódkę. Prostokąt będzie stanowił łopatkę.
5. Okręć prostokąt w stronę rufy tak, aby jednocześnie zakręciła się gumka.
6. Przytrzymując prostokąt i gumkę, ostrożnie połóż łódkę w wannie lub misce tak, aby rufa dotykała węższej ściany pojemnika.
7. Puść łódkę swobodnie.
8. Eksperyment możesz powtórzyć kilkakrotnie.



**Uwaga. Jeśli łódka zamoknie podczas eksperymentu, ściągnij z niej folie i wysusz ją na kaloryferze, a następnie owiń ją nowymi kawałkami folii**

#### Obserwacje.

1. Czy łódka poruszała się w jakąś określoną stronę, gdy została położona na wodzie bez gumki i prostokąta?
2. Co się stało z łódką po puszczeniu jej swobodnie?
3. W którą stronę ruszyła łódka?

**Eksperyment 2.**

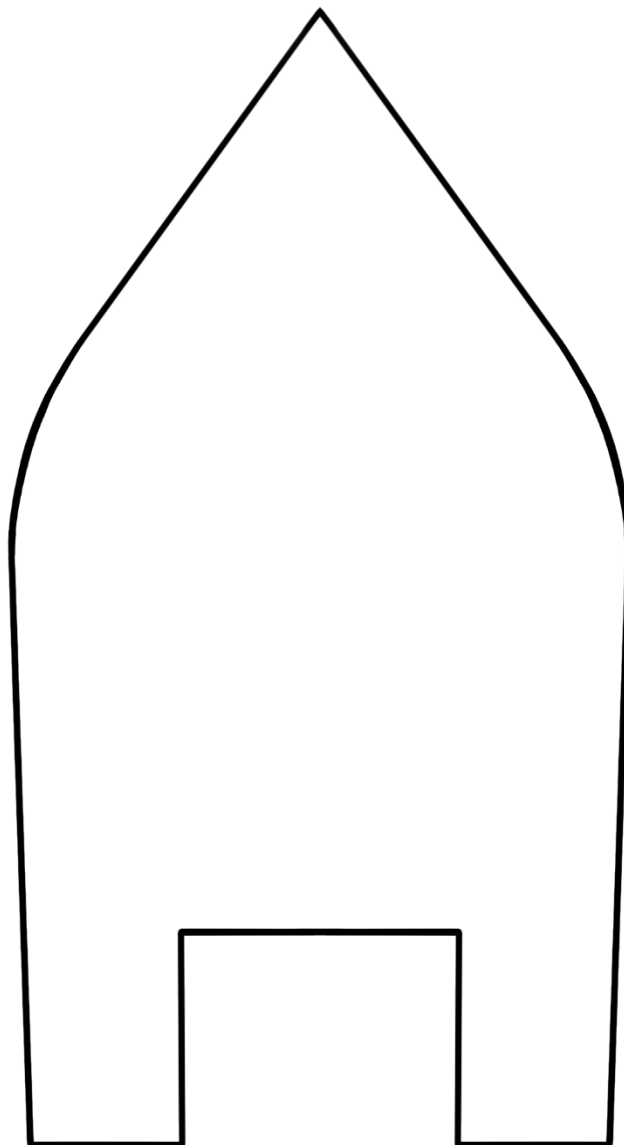
1. Okręć prostokąt w stronę dziobu (czyli w przeciwną stronę niż poprzednio) tak, aby jednocześnie zakręciła się gumka.
2. Przytrzymując prostokąt i gumkę, ostrożnie połóż łódkę na środku wanny lub miski.
3. Puść łódkę swobodnie.
4. Eksperyment możesz powtórzyć kilkakrotnie.

**Obserwacje.**

1. Co się stało z łódką po puszczeniu jej swobodnie?
2. W którą stronę ruszyła łódka?

**Pytania:**

1. Od czego zależy, w którą stronę porusza się łódka?



**Komentarz.**

Łódka bez gumki i prostokąta położona na wodzie poruszała się bardzo nieznacznie i chaotycznie lub spoczywała w jednym miejscu. Po założeniu gumki i skręceniu jej przy pomocy prostokątnej łopatkki, łódka zaczęła się poruszać. Stało się tak, dzięki energii zgromadzonej w skręconej gumce, zwanej **energiją sprężystości gumki**. Gumka jest na tyle elastyczna, że po puszczeniu jej swobodnie sama zaczyna się rozkręcać, uwalniając w ten sposób swoją energię. Podczas rozkręcania wraz z gumką zaczęła się poruszać zablokowana w niej łopatkka. **Energija sprężystości gumki została zamieniona na energię kinetyczną** (czyli energię ruchu) obrotu łopatkki. Podczas obrotu łopatkka odpychała wodę stale w jedną stronę, co spowodowało popychanie w przeciwną stronę (na zasadzie **odrzutu**) łódki umieszczonej na wodzie. Kierunek skręcenia gumki wpływał na kierunek ruchu łódki.

### Doświadczenie 3.

#### Odmierzanie czasu



Potrzebna asysta osoby dorosłej przy wycinaniu dziurek w nakrętkach do butelek

#### Przygotuj:

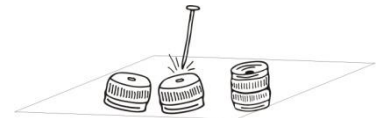
- dwie jednakowe plastikowe butelki o pojemności  $\frac{1}{2}$  litra każda z plastikowymi nakrętkami
- szklankę
- cienki gwóźdź i młotek
- mocną taśmę klejącą (np. izolacyjną) lub mocny klej
- zegarek z sekundnikiem lub stoper (np. w telefonie komórkowym)
- wagę kuchenną lub pojemnik kuchenny z podziałką do odmierzania substancji sypkich i płynnych
- $\frac{1}{2}$  kg drobnej białej soli kuchennej

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

#### Zadanie.



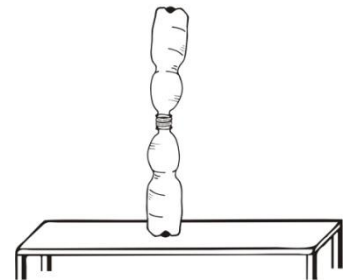
1. Na środku każdej nakrętki zrób gwoździem niewielki otworek.
2. Wkręć gwóźdź tak, aby poszerzyć otworek. Możesz użyć młotka, uważaj jednak, aby nie uderzyć się w palec!
3. Połącz ze sobą obie zakrętki klejem lub taśmą klejącą tak, aby oba otworki zetknęły się ze sobą, a po złączeniu powstał jeden otwór na wylot. Otwór ten można jeszcze nieco poszerzyć gwoździem.



**Uwaga.** Przed rozpoczęciem eksperymentu zadbaj o to, aby butelki były całkowicie suche.

#### Eksperyment 1.

1. Wsyp szklankę soli do jednej butelki.
2. Postaw butelkę na stole i nakręć na nią podwójną nakrętkę.
3. Do górnej nakrętki wkręć drugą, pustą butelkę.
4. Obróć butelki szybkim ruchem tak, aby sól zaczęła się przesypywać do pustej butelki. Równocześnie włącz stoper.
5. Zapisz czas, po którym cała sól przesypie się do dolnej butelki.
6. Punkty 4 i 5 eksperymentu powtórz 5 razy.



#### Obserwacje.

1. Ile czasu upłynęło, zanim cała sól przesypała się z górnej butelki do dolnej?
2. Czy podczas powtórek eksperymentu, zapisywane przez ciebie czasy były zawsze jednakowe? Dlaczego?
3. Czy możesz stwierdzić, że podczas powtórek eksperymentu zapisywane przez ciebie czasy były bardzo zbliżone?

#### Eksperyment 2.

1. Tak zmodyfikuj ilość soli, aby sól przesypywała się przez klepsydrę dokładnie pół minuty.
2. Wykonaj przynajmniej 3 próby z taką samą ilością soli, w których potwierdzisz, że klepsydra odmierza około pół minuty. Po wykonaniu tej części eksperymentu zważ ilość soli, która została użyta, aby odmierzyć klepsydrą pół minuty. Jeśli nie masz wagi, to zmierz tę ilość soli miarką kuchenną do odmierzania materiałów sypkich.
3. Zapisz otrzymany wynik na kartce.

**Obserwacje.**

1. Czy możesz stwierdzić, że podczas powtórek eksperymentu zapisywane przez ciebie czasy były bardzo zbliżone?

**Komentarz.**

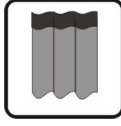
**Klepsydra** to zegar, używany do odmierzenia określonego czasu, który dla różnych klepsydr może trwać od kilku sekund do kilku godzin. Składa się ona zawsze z dwóch identycznych szklanych baniek połączonych ze sobą wąskim przesmykiem, przepuszczającym pewną ilość sypkiego materiału w określonym czasie. Przesypywanie się materiału z górnej części klepsydry do jej dolnej części odbywa się dzięki **sile grawitacji**. Nie wiadomo kiedy dokładnie klepsydry zostały sprowadzone do Europy (lub wynalezione w Europie, jak podają niektóre źródła), ale powszechnie używano ich do pomiaru czasu w XIV i XV wieku. W tym okresie były jedynymi przyrządami do pomiaru czasu, na których mogli polegać żeglarze, ponieważ działania klepsydr nie zakłócał ani ruch statku, ani przemierzanie różnych szerokości geograficznych podczas morskich podróży. Materiałem sypkim w klepsydrach był najczęściej suchy piasek.

Podczas wykonywania pomiaru czasu przy pomocy klepsydry nie zawsze otrzymujemy dokładnie ten sam czas przesypywania się materiału. Klepsydry nie są bardzo precyzyjnymi przyrządami, ponieważ ziarna użytego w nich materiału podczas przesypywania ocierają się o siebie, a także mogą tworzyć niewielkie grudki lub małe puste przestrzenie. Dodatkowo, czas odmierzany przez klepsydrę zależy od **czasu reakcji** osoby wykonującej pomiar, która odczytuje czas przesypywania oraz obraca klepsydrę. Dlatego pomiary otrzymywane nawet przy pomocy tej samej klepsydry mogą się nieznacznie od siebie różnić.




## Doświadczenie 4.

### W poszukiwaniu dalekich planet



To doświadczenie należy wykonać w ciemnym pomieszczeniu



W tym doświadczeniu przyda się pomoc drugiej osoby, ale nie jest ona niezbędna

**Przygotuj:**


- latarkę
- smartfon
- szpilkę

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

#### Zadanie. Instalacja aplikacji z funkcją Światłomierz

1. Zainstaluj w smartfonie bezpłatną aplikację do pomiarów fizycznych (np. *Physics Toolbox Sensor Suite* lub *Phyphox*), w której dostępna jest funkcja pomiaru natężenia światła, czyli Światłomierz. Wymienione powyżej aplikacje dostępne są w j. polskim
2. Połóż smartfon na stole. Wyłącz światło w pomieszczeniu. Włącz latarkę
3. Ustal, w którym miejscu smartfonu znajduje się czujnik światła. W tym celu włącz funkcję Światłomierz w aplikacji, przybliżaj latarkę do różnych części przedniej i tylnej ścianki smartfonu i sprawdzaj, czy poziom natężenia światła na wykresie rośnie. Jeśli świecisz prosto na czujnik światła, to poziom natężenia światła powinien być największy. Wielkość natężenia światła mierzy się w luksach, oznaczanych jako lx.

#### Eksperyment.

- 
1. Połóż smartfon na stole.
  2. Włącz aplikację, a w niej Światłomierz.
  3. Ustaw parametry Światłomierza tak, aby widzieć wykres natężenia światła, a nie wartości natężenia światła.
  4. Wyłącz światło wszystkich lamp.
  5. Zawieś latarkę tak, aby świeciła prosto nad czujnikiem światła w smartfonie. Możesz też trzymać latarkę w ręce pionowo nad czujnikiem.
  6. Mierz poziom natężenia światła przez 30 sekund (czas jest odmierzany w funkcji Światłomierz). Staraj się, aby latarka nie drgała nad czujnikiem. Drgania latarki będziesz obserwować jako nierówności wykresu. Jeśli unikasz drgań, to wykres wygląda jak pozioma linia.
  7. Poproś drugą osobę, aby przesunęła główkę szpilki poziomo pomiędzy latarką a smartfonem. Palec trzymający szpilkę powinien przejść obok latarki tak, aby nie zakłócać jej świecenia. Staraj się w tym czasie trzymać latarkę stabilnie.
  8. Powtórzcie punkt 6 eksperymentu, ale tym razem niech szpilka przesuwana się pod latarką wolniej.

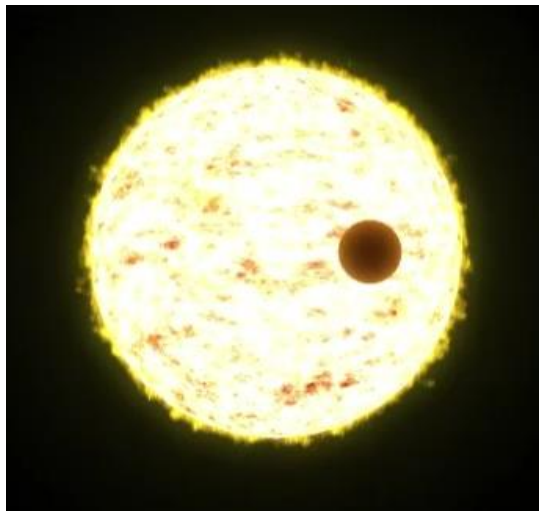
#### Obserwacje.

1. Jak pojawienie się główki szpilki pomiędzy latarką a czujnikiem światła w smartfonie zmienia wykres natężenia światła?
2. W jaki sposób można odczytać na wykresie natężenia światła, czy główka szpilki przesuwana się szybko, czy powoli ?

**Komentarz.**

Mieszkamy na Ziemi, która jest jedną z ośmiu planet należących do Układu Słonecznego. W centrum Układu Słonecznego znajduje się najbliższa nam gwiazda, którą nazywamy Słońcem. W Układzie Słonecznym od dawna znamy wszystkie planety, obserwujemy ich ruch oraz możemy badać ich parametry. Choć planety te znajdują się od nas w odległościach setek milionów, a niektóre - nawet kilku miliardów kilometrów, to dosyć dobrze je już poznaliśmy dzięki rozwiniętym technikom obserwacyjnym i pomiarowym. W pewnym momencie astronomowie zadali sobie pytanie: czy istnieją planety poza Układem Słonecznym. Wkrótce naukowcy zaczęli znajdować takie planety, które, w odróżnieniu od planet Układu Słonecznego, nazwano **egzoplanetami**.

Jedną z podstawowych metod badania Kosmosu jest jego obserwacja za pomocą przyrządów mierzących natężenie światła. Natężenie światła to wielkość, która nas informuje, jak bardzo oświetlany jest przez źródło światła jeden metr kwadratowy powierzchni Ziemi. Jeśli skierujemy taki przyrząd na odległą od nas gwiazdę, to zwykle przez długi czas mierzymy taką samą wartość natężenia światła. Może się to jednak zmienić, jeżeli pomiędzy nami a gwiazdą pojawi się planeta. Będzie się ona znajdować tak bardzo daleko od nas, że nie zobaczymy jej ani gołym okiem, ani przy pomocy żadnej lunety czy teleskopu. Ale mierząc natężenie światła od gwiazdy, na której tle się pojawi taka planeta, nasze czujniki na Ziemi zarejestrują chwilowe zmniejszenie natężenia światła gwiazdy. Dzięki temu dowiemy się, że w pobliżu tej gwiazdy przeleciała planeta. Taki sposób obserwacji i pomiaru pozwala na odkrywanie planet w odległych od nas częściach Kosmosu. Metodą tą, zwaną **metodą transferu**, odkryto do tej pory ponad 4000 egzoplanet.



Planeta przelatująca na tle gwiazdy.

Źródło: NASA (<https://exoplanets.nasa.gov/alien-worlds/ways-to-find-a-planet/#/2>)

W naszym doświadczeniu gwiazdą była latarka a planetą - główka od szpilki. Przesunięcie się szpilki na tle światła latarki było rejestrowane przez czujnik smartfonu na wykresie natężenia światła jako „dziubek w dół”. Dziubek był tym szerszy, im dłużej szpilka znajdowała się na tle światła latarki. A zatem im „dziubek” szerszy, tym wolniej przesuwała się szpilka.