

# Układ słoneczny

Opracowano we współpracy z Jeanem-Loup Bertaux, astronomem z francuskiego Centrum Narodowego Badań Naukowych (CNRS) i planetologiem.

## WPROWADZENIE

Niniejszy zestaw, stworzony z myślą o miłośnikach astronomii oraz kosmonautyki, służy przybliżaniu tajemnic naszego układu słonecznego. Zapnij więc pasy i przygotuj się na piękną przygodę!

**\*Astronom** - naukowiec specjalizujący się w badaniu i obserwowaniu gwiazd, planet oraz wszystkiego, co składa się na wszechświat.

**\*Kosmonauta** - osoba podróżująca w kosmosie na pokładzie statku kosmicznego. Termin ten może brzmieć inaczej w różnych krajach! Na przykład „spacjonauta” (spationaute) jest pojęciem wylansowanym przez Francuzów, „astronauta” przez Amerykanów, „kosmonauta” przez Rosjan, a „taikonauta” przez Chińczyków.

## POJĘCIA POJAWIAJACE SIĘ W ZESTAWIE

Człowiek zawsze fascynował się tym, co go otacza i obserwował wszechświat, aby go lepiej zrozumieć. Choć wielkie odkrycia astronomiczne dokonywane są od dawna, to jednak zostało jeszcze wiele zjawisk do odkrycia i zgłębiania.

Niniejszy zestaw umożliwia przyswojenie podstawowych pojęć z zakresu astronomii. Dzięki proponowanym doświadczeniom przybliży także pojęcia z zakresu geometrii oraz fizyki. Poniżej kilka najważniejszych:

**WSZECHŚWIAT** jest zbiorem wszystkiego, co istnieje.

We wszechświecie znajdują się **GALAKTYKI**. Szacuje się, że jest ich ponad 200 miliardów.

W galaktyce znajdują się gwiazdy, planety, pyły, gazy oraz próżnia. Wśród galaktyk znajduje się również ta, w której jesteśmy my, czyli **DROGA MLECZNA**.

W obrębie Drogi Mlecznej znajduje się szczególna gwiazda, **SŁOŃCE**, wokół której krąży 8 **PLANET** tworzących **UKŁAD SŁONECZNY**.

Krążące wokół Słońca planety mają różną wielkość oraz różne właściwości. Wśród nich znajduje się także nasz planeta **ZIEMIA**.

Podobnie jak pozostałe planety, Ziemia pozostaje w ciągłym **RUCHU**. Przede wszystkim, w ciągu około 24 godzin, niczym zabawkowy bączek, wykonuje obrót wokół własnej osi. Poruszając się po własnej orbicie, krąży także wokół Słońca, co zajmuje jej dokładnie 365,25 dni. Tak więc ruch Ziemi przekłada się na długość dnia, roku oraz pór roku.

Ziemia jest **OŚWIETLANA** przez Słońce, które jest źródłem życia (światło oraz ciepło).

**KSIĘŻYC** jest naturalnym satelitą Ziemi. Czasami Księżyc może zakryć światło pochodzące od Słońca – mówimy wtedy o zaćmieniu Słońca.

## UKŁAD SŁONECZNY

**Układ słoneczny** jest układem planetarnym, w skład którego wchodzi także **Ziemia**. Układ ten zawiera jedną gwiazdę, Słońce, oraz krążące wokół niej ciała niebieskie, czyli 8 planet wraz z ich 174 naturalnymi satelitami („księżycami”), 5 planet karłowatych oraz miliardy małych ciał, do których należą asteroidy, komety oraz inne ciała znajdujące się za ostatnią z planet, Neptunem.

Środek układu słonecznego stanowi **Słońce**, ponieważ wszystkie planety krążą wokół niego.

- Jest to gwiazda zawierająca 99,86% całej masy układu słonecznego.
- Jest 1,3 milion razy większa od Ziemi.
- Wewnątrz Słońca panuje temperatura 15 milionów stopni Celsjusza.

**CIEKAWOSTKA!** Obecnie szacuje się, że w naszej galaktyce znajduje się 200-300 miliardów gwiazd, a we wszechświecie znajduje się ponad 200 miliardów galaktyk podobnych do

naszej. Oznacza to, że we wszechświecie jest więcej gwiazd niż ziarenek piasku na ziemi! Wśród gwiazd naszej galaktyki około 20-40 miliardów z nich może przypominać nasze słońce.

Dzięki naszemu zestawowi odkryjesz 8 głównych planet układu słonecznego:

- **4 mniejsze planety, tak zwane skaliste**, ponieważ ich powierzchnia jest twarda i skalista, co oznacza, że można po nich chodzić, tak jak możemy chodzić po naszej planecie. Do tych planet należą Merkury, Wenus, Ziemia oraz Mars.
- **4 olbrzymie planety gazowe**: Jowisz, Saturn, Uran i Neptun, których powierzchnia jest gazowa. Nie można więc po nich chodzić, tak jak nie można chodzić po czymś, co jest gazem. Jowisz, Saturn oraz Uran mają pierścienie, ale najbardziej widoczne są pierścienie Saturna. Jowisz i Saturn są dużo większe niż Uran i Neptun.

### **Dlaczego planety noszą imiona rzymskich bogów?**

Już w starożytności ludzie nadawali mistyczne nazwy widzianym przez siebie ciałom niebieskim, czyli przede wszystkim Słońcu i Księżycowi, które czcili niczym bóstwa. Rzymianie znali 5 widocznych planet, którym nadawali imiona bogów, w zależności od ich wyglądu oraz ruchów.

- I tak najszybsza planeta otrzymała imię **Markury**, na cześć boskiego posłańca.
- Najjaśniejsza z planet została nazwana na cześć bogini piękna - **Wenus**.
- Czerwonej planecie nadano imię boga wojny - **Marsa**.
- Największa z planet otrzymała miano władcy bogów - **Jowisza**.
- **Saturn**, bóg rolnictwa, został zdetronizowany przez Jowisza i wygnany z Olimpu. Dlatego też mniej świetlista i powolniejsza od Jowisza planeta została nazwana jego imieniem.

Postęp nauki pozwolił odkryć jeszcze dwie planety, choć nastąpiło to już dużo później. **Uran** został odkryty w 1781 r., a **Neptun** w 1846 r. Zgodnie ze starożytną tradycją również tym planetom nadano nazwy nawiązujące do imion rzymskich bóstw.

**Ziemia** jest jedyną planetą krążącą wokół Słońca, która nie posiada uniwersalnej nazwy we wszystkich językach. W językach romańskich, na przykład w języku francuskim, jej nazwa „Terre” nawiązuje do rzymskiej bogini ziemi o imieniu Terra.

Od 1919 r. nazwy oraz przynależności ciał niebieskich są ustalane przez Międzynarodową Unię Astronomiczną (MUA). Od tego czasu ciała niebieskie straciły co prawda swoją mistyczną otoczkę, ale wiele zyskały pod kątem wiedzy i nauki.

## PLANETY

### DOŚWIADCZENIE 1 – SKALOWANIE

Planety są tak duże, że trudno jest zdać sobie w pełni sprawę z ich wielkości względem siebie. Dzięki temu doświadczeniu będzie można przedstawić układ słoneczny w mniejszej skali. Dzięki „**skalowaniu**” odtworzysz planety w pomniejszeniu, ale z zachowaniem odpowiednich proporcji.

Istnieje nieskończenie wiele sposobów skalowania. Można przedstawić dany obiekt pomniejszony dwukrotnie lub tysiącrotnie! Ale żeby dwa przedmioty zachowały takie same proporcje względem siebie, należy je zmierzyć według takiej samej skali.

**CIEKAWOSTKA!** Dzięki skalowaniu zaproponowanemu w tym doświadczeniu będzie można przedstawić Ziemię, której średnica w rzeczywistości wynosi 12 742 km, za pomocą kuleczki o średnicy 0,4 cm! W tej samej skali średnica Jowisza wyniesie 4,5 cm. Wszystkie planety będą więc przedstawione w skali 3 miliardy razy mniejszej niż w rzeczywistości.

*[obrazki obok:]*

Rozmiar rzeczywisty

Skala identyczna (2 razy mniejsze)

Różne skale

### Średnica planet

Dla koła lub kuli średnica jest odcinkiem przechodzącym przez ich środek i łączącym dwa punkty (A i B) na okręgu lub kuli.

Dzięki średnicy można obliczyć promień, pole powierzchni koła oraz objętość kuli.

- Promień ( $r$ ) jest równy połowie średnicy.

- Pole koła można obliczyć według wzoru  $\pi r^2$ .  
Jest to promień do kwadratu ( $r^2$ ) pomnożony przez „pi” ( $\pi \approx 3,14$ ).
- Objętość kuli, podobnie jak objętość kulek lepionych z plasteliny Patarev, wynosi  $\frac{4}{3} \pi r^3$ .

[obrazek obok:]

centre = środek

diamètre = średnica

W kolejnym doświadczeniu planety będą przedstawione w skali 3 miliardy razy mniejszej niż w rzeczywistości. Poniżej kilka interesujących liczb związanych z naszym układem słonecznym, służących do porównania wymiarów rzeczywistych oraz skalowanych:

Ciało niebieskie	Średnica równikowa (km)	Średnica pomniejszona (cm) (skala doświadczenie 1)	Odległość w stosunku do Słońca (Mkm*)	Odległość pomniejszona (m) (skala doświadczenie 1)	Ciała niebieskie	Odległość między ciałami (Mkm*)
Słońce	1391900 km	44 cm	-	-	Słońce>Merkury	57,91 Mkm
Merkury	4880 km	0,15 cm	57,91 Mkm	18 m	Merkury>Wenus	50,29 Mkm
Wenus	12104 km	0,38 cm	108,2 Mkm	34 m	Wenus>Ziemia	41,4 Mkm
Ziemia	12742 km	0,40 cm	149,6 Mkm	47 m	Ziemia>Mars	78,3 Mkm
Mars	6805 km	0,21 cm	227,9 Mkm	72 m	Mars>Jowisz	550,6 Mkm
Jowisz	142984 km	4,50 cm	778,5 Mkm	245 m	Jowisz>Saturn	655,5 Mkm
Saturn	120536 km	3,79 cm	1434 Mkm	451 m	Saturn>Uran	1 437 Mkm
Uran	51312 km	1,61 cm	2871 Mkm	904 m	Uran>Neptun	1624 Mkm
Neptun	49922 km	1,57 cm	4495 Mkm	1415 m	-	-

\*Mkm = miliony kilometrów

→ Potrzebny sprzęt

Aksesoria z zestawu	Dodatkowe akcesoria
---------------------	---------------------

1 pojemniczek 30 g z białą plasteliną Patarev	Klej uniwersalny
Nożyk do rzeźbienia	
Podkładka z kartonu	
Linijka z instrukcji	

Zawartość pojemnika z plasteliną Patarev odpowiada objętości wszystkich planet układu słonecznego. Nauczysz się dzielić plastelinę tak, by odtworzyć poszczególne planety w mniejszej skali. Aby ich nie pomieszać, kawałki plasteliny umieszczaj kolejno w polach na kartonowej podkładce przeznaczonych dla każdej planety. Patarev jest plasteliną samoutwardzalną. Po uformowaniu kulek odstaw je na 6 godzin do wyschnięcia, a następnie za pomocą kleju przyklej je do kartonowej podkładki. Jeśli nie zużyjesz całej plasteliny za jednym razem, schowaj resztę do pojemnika, aby nie wyschła.

Poniżej instrukcja, jak dopasować objętości do poszczególnych planet:

	ETAP 1	ETAP 2	ETAP 3	ETAP 4	ETAP 5
Z plasteliny zrób walek i podziel ją równo w następujący sposób: <i>Możesz użyć LINIJKI z lewej strony instrukcji, aby wiedzieć, do którego miejsca rozwałkować plastelinę. Następnie, krok po kroku, użyj nożyka i odcinaj kawałki zgodnie z podziałką.</i>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>5</b>
Kawałki dla Merkurego...	0	0	0	0	<b>1</b>
Kawałki dla Wenus...	0	0	0	<b>2</b>	<b>2</b>
Kawałki dla Ziemi...	0	0	0	<b>3</b>	0
Kawałki dla Marsa...	0	0	0	0	<b>2</b>
Kawałki dla Jowisza...	<b>6</b>	0	<b>1</b>	0	0
Kawałki dla Saturna...	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	0	0
Kawałki dla Urana...	0	<b>2</b>	<b>2</b>	0	0
Kawałki dla Neptuna...	0	<b>2</b>	0	<b>4</b>	0
Na końcu...	Z pozostałym kawałkiem przejdź do etapu 2	Z pozostałym kawałkiem przejdź do etapu 3	Z pozostałym kawałkiem przejdź do etapu 4	Z pozostałym kawałkiem przejdź do etapu 5	Koniec! Teraz możesz zdać sobie sprawę, jak jesteśmy mali w stosunku do wszechświata!

**Sens de lecture** = Kierunek czytania

[oznaczenia linijki:]

Me. = Merkury

Vé. = Wenus

Ma.= Mars

Te. = Ziemia

Ne.= Neptun

Jup. = Jowisz

Sat. = Saturn

Ura. = Uran

ét. = etap

**CIEKAWOSTKA!** Dla tej skali potrzebne było 30 g plasteliny, aby ulepić 8 planet układu słonecznego, ale trzeba by było 17 500 g plasteliny Patarev (czyli 17,5 kg), aby ulepić Słońce! Według tej skali Słońce byłoby kulą o średnicy 44 cm!

## DOŚWIADCZENIE 2 – ODKRYWANIE PLANET

Dzięki pierwszemu doświadczeniu można było sobie uświadomić, jaką wielkość mają planety względem siebie. Teraz odkryjesz właściwości każdej planety oraz nauczysz się je lepić z plasteliny Patarev!

→ Potrzebny sprzęt:

Aksesoria z zestawu
4 kolory plasteliny Patarev
Nożyk do rzeźbienia
Stojak obrotowy

Warto wiedzieć, że kolory plasteliny Patarev idealnie się ze sobą mieszają. Możesz więc je mieszać aż do uzyskania jednolitej barwy lub tylko do momentu uzyskania pięknych marmurkowych wzorów.

Przed suszeniem kulek musisz wbić w nie metalowy pręcik ze stojaka obrotowego – kulka powinna schnąć już z wgłębieniem w środku. Po zapoznaniu się i odtworzeniu wszystkich planet układu słonecznego susz je przez 6 godzin, następnie umieść je na obrotowym stojaku. Potem możesz je postawić w swoim pokoju jako ozdobę i nieustannie podziwiać. Aby złożyć stojak obrotowy, postępuj zgodnie z poniższą instrukcją.

## 1. MERKURY

Merkury jest planetą znajdującą się najbliżej Słońca oraz **najmniejszą**. Jedynymi znanymi jego właściwościami geologicznymi są **kratery uderzeniowe**, pokrywy lawowe oraz **dorsa** (bruzda, krater lub zazwyczaj wydłużona wystająca struktura). W przeciwieństwie do Ziemi, wokół Merkurego praktycznie nie ma atmosfery. Prawie całkowity brak atmosfery oraz bliskość Słońca sprawiają, że temperatury na Merkurym wahają się między 427°C, kiedy Słońce znajduje się najwyżej, a - 173°C w nocy. Merkury wykonuje obrót wokół własnej osi w ciągu 58 dni ziemskich oraz okrąży Słońce w ciągu 88 dni ziemskich. Oznacza to, że według długości dni ziemskich, dzień na Merkurym trwa 58 dni, a rok 88 dni!

→ Aby odwzorować Merkurego, uformuj małą brązową kulkę ze wszystkimi otworami oraz bruzdami imitującymi kratery.

## 2. WENUS

W naszym układzie słonecznym Wenus jest planetą najbardziej przypominającą Ziemię. Ma podobną wielkość, masę oraz powłoki. Charakteryzuje ją gruby płaszcz krzemianowy otaczający metaliczne jądro, specyficzna atmosfera oraz wewnętrzna aktywność geologiczna. Wenus jest jednak bardziej sucha, a ciśnienie jej atmosfery jest 90 razy większe niż ciśnienie ziemskie. Jest **najgorętszą planetą** układu słonecznego, ponieważ jej temperatura wynosi ponad 462°C. Temperatura taka jest utrzymywana przez efekt cieplarniany wywoływany



przez jej własną atmosferę, obfitującą w dwutlenek węgla CO<sub>2</sub> (cząsteczka gazu składająca się z 1 atomu węgla C oraz 2 atomów tlenu O). Wenus wykonuje obrót wokół własnej osi w ciągu 243 dni ziemskich. Jej obrót wokół Słońca trwa natomiast 225 dni ziemskich.

**CIEKAWOSTKA!** Według długości dnia ziemskiego, dzień na Wenus jest dłuższy niż rok na tej planecie! Powraca więc ona do swojego „punktu wyjścia” po niepełnym obrocie wokół własnej osi.

→ Aby odwzorować Wenus, uformuj kulkę z odcieni koloru pomarańczowego, co zilustruje wysoką temperaturę panującą na tej planecie.

### 3. ZIEMIA

Zgodnie z naszą wiedzą, Ziemia jest jedyną planetą układu słonecznego, na której istnieje życie i która wykazuje obecnie **dużą aktywność geologiczną**. Jej **hydrosfera** (oceany, morza, itp.) stanowi wyjątek wśród planet skalistych. Jest też jedyną planetą, na której zaobserwowano aktywność tektoniczną (ruchy oraz odkształcenia skorupy ziemskiej). Atmosfera ziemska jest inna od atmosfery pozostałych planet, ponieważ zawiera 21% tlenu – atmosfera ulegała zmianom spowodowanym obecnością form życia. Ziemia kręci się wokół własnej osi, co sprawia, że Słońce powraca na niebie do swojego najwyższego punktu, tak zwanego zenitu, po upływie 23 godzin i 56 minut. Czas ten określa długość ziemskiej doby (24 godziny). Okres obiegu Ziemi wokół Słońca, czyli długość roku, wynosi w przybliżeniu 365,25 dni.

**CIEKAWOSTKA!** Rok liczy umownie 365 dni, ale aby nadrobić opóźnienie w stosunku do stanu faktycznego, co 4 lata ma miejsce rok przestępny liczący 366 dni, dzięki dodaniu 29 dnia do lutego!

→ Aby odwzorować Ziemię, uformuj niebieską kulkę, czyli hydrosferę, zielone plamy przedstawiające kontynenty (aktywność geologiczna) oraz białe bieguny.

### 4. MARS

Atmosfera Marsa jest bardzo rzadka, głównie składa się z dwutlenku węgla CO<sub>2</sub>. **Powierzchnia planety ma charakter pustynny**, a jej klimat można określić jako hyperkontynentalny – w lecie temperatura rzadko przekracza 25°C na równiku, natomiast

zimą, na biegunach, może spaść do  $-120^{\circ}\text{C}$ . Powierzchnia Marsa, **czasami bardzo nierówna, usiana jest sporymi wulkanami**, takimi jak Olympus Mons (najwyższy w układzie słonecznym), dolinami oraz rozpadlinami. Takie struktury geologiczne, wraz ze śladami przepływu wody, świadczą o dawnej aktywności geologicznej. Niedawno odkryto na Marsie słabe wstrząsy, „trzęsienia marsjańskie”, podobne do naszych trzęsień ziemi. Doba na Marsie trwa 24 godziny i 39 minut, natomiast rok marsjański wynosi 687 dni ziemskich.

**CIEKAWOSTKA!** Z racji podobieństw między „czerwoną planetą” i Ziemią, możliwość życia na Marsie od bardzo dawno rozpala ludzką wyobraźnię. Ale na razie jedynymi „Marsjanami”, jakich znamy są ci, których spotykamy na kartach powieści popularnonaukowych! Obecnie na Marsa wysłała się sonda, których zadaniem jest zebranie jak najwięcej informacji o tej planecie. W lipcu 2020 r. została tam wysłana sonda Hope.

→ Aby odwzorować Marsa, uformuj czerwoną kulkę, ponieważ planeta ta jest nazywana „czerwoną”. Uwzględnij także otwory imitujące kratery.

## 5. JOWISZ

Jowisz jest **największą** i najmasywniejszą planetą układu słonecznego! Składa się głównie z wodoru i helu, niewielkiej ilości amoniaku oraz pary wodnej. Ogromne wewnętrzne ciepło Jowisza przyczynia się do powstawania pewnych pólstałych właściwości w jego atmosferze, na przykład **pasma chmur** albo **Wielkiej Czerwonej Plamy**. Jowisz posiada 70 naturalnych satelitów, z czego 4 można zobaczyć dzięki specjalnym lornetom (Io, Europa, Ganimedes, Kallisto). Na Io znajdują się aktywne wulkany, na trzech pozostałych panują warunki mogące sprzyjać rozwojowi form życia! Jest to jednak mało prawdopodobne. Doba na Jowiszu trwa 9 godzin i 55 minut, natomiast rok liczy 12 lat ziemskich.

→ Aby zobrazować Jowisza, uformuj dużą kulkę, mieszając kolor czerwony z białym – będzie to imitacja pasm chmur oraz Wielkiej Czerwonej Plamy.

## 6. SATURN

Saturn, najbardziej znany ze swoich **pierścieni**, ze względu na skład swojej atmosfery posiada właściwości wykazujące podobieństwo do cech Jowisza. Saturn ma jednak mniejszą masę i posiada 62 naturalnych satelitów.

Doba na Saturnie trwa 10 godzin i 47 minut, a rok liczy 29 lat ziemskich.

→ Aby zobrazować Saturna, uformuj dużą kulkę plasteliny Patarev, mieszając kolor pomarańczowy z białym. Następnie uformuj spłaszczony wałek i opleć nim swoją planetę, by miała także swoje pierścienie.

## 7. URAN

Uran, noszący imię boga nieba, jest najmniej masywną wśród planet gazowych. System Urana ma unikatową konfigurację wśród planet, ponieważ jego oś obrotu jest silnie nachylona (około 98°) i znajduje się prawie w płaszczyźnie orbity planety. **Jądro planety jest wyraźnie zimniejsze** w porównaniu z pozostałymi olbrzymimi planetami gazowymi i wysyła niewielką ilość ciepła w kosmos. Panuje na nim temperatura około - 224°C. Uran posiada 27 znanych satelitów naturalnych.

Doba na Uranie trwa 17 godzin i 14 minut, a rok trwa około 84 lata ziemskie.

→ Aby zobrazować Urana, uformuj kulkę jasnoniebieską, co będzie symbolizowało zimno panujące na tej planecie.

## 8. NEPTUN

Neptun, mimo iż mniejszy od Urana, jest nieco bardziej masywny i w związku z tym gęstszy. Nosi imię rzymskiego boga wód i oceanów. Panuje na nim temperatura - 218°C. Posiada 14 znanych naturalnych satelitów. Doba na Neptunie trwa 16 godzin i 6 minut, a rok około 165 lat ziemskich.

**CIEKAWOSTKA!** Istnienie Neptuna zostało najpierw przewidziane w sierpniu 1846 r. na podstawie obliczeń naukowców, którzy usiłowali wyjaśnić niewielkie opóźnienia Urana na jego orbicie! Ale dopiero później obecność Neptuna została rzeczywiście odkryta na niebie w przewidzianym miejscu!

→ Aby zobrazować Neptuna, uformuj niebieską kulkę, ciemniejszą niż w przypadku Urana.

## DOŚWIADCZENIE 3 – SYMULACJA ZAĆMIENIA SŁOŃCA I KSIĘŻYCA

Ziemia posiada jednego naturalnego satelitę, czyli **Księżyc**. Satelitą nazywamy ciało krążące po orbicie wokół planety lub innego większego od siebie ciała niebieskiego. W przeciwieństwie do sztucznych satelitów naturalnym satelitą jest ten, który nie jest dziełem człowieka. Pochodzenie Księżyca nie jest absolutnie pewne, ale najogólniej przyjętą hipotezą jest **teoria wielkiego zderzenia**. Według niej Księżyc powstał z materii wyrzuconej podczas zderzenia Ziemi z ciałem niebieskim wielkości Marsa.

W astronomii **zaćmienie** oznacza czasowe zakrycie źródła ciepła przez inny obiekt. W przypadku Ziemi dochodzi do zaćmienia, kiedy jakiś obiekt zasłania światło Słońca! Dzieje się tak za każdym razem, kiedy **Księżyc zakrywa Słońce**, ponieważ znajduje się między nim a Ziemią. Zachodzi wtedy zjawisko **zaćmienia Słońca**. Słońce widziane z Ziemi jest albo całkowicie zakryte (zaćmienie całkowite) albo tylko częściowo (zaćmienie częściowe). Zależy to od położenia geograficznego! Przez kilka minut w środku dnia może zapanować noc (tak jak w komiksowej serii o przygodach Tintina „Świątynia Słońca”). Z Ziemi można zobaczyć także inny rodzaj zaćmienia – **zaćmienie Księżyca**. Dochodzi do niego, kiedy Księżyc przechodzi w cień Ziemi, zasłaniającej mu światło słoneczne. Księżyc znika więc na jakiś czas! Zaćmienie Księżyca jest widoczne z każdego miejsca na Ziemi, w przeciwieństwie do zaćmienia słońca, które jest widoczne tylko w niektórych rejonach. Dzięki obrotowemu stojakowi możesz także zrozumieć i odtwarzać zasady zaćmienia!

*[rysunek obok:]*

Soleil = Słońce

Lune = Księżyc

Ombre = Cień

Eclipse partielle = Zaćmienie częściowe

Eclipse totale = Zaćmienie całkowite

Terre = Ziemia

→ Potrzebny sprzęt

Aksesoria z zestawu
Plastelina Patarev
Nożyk do rzeźbienia

Stojak obrotowy
-----------------

[rysunek:]

### Zaćmienie Słońca widziane z Ziemi

Wstaw ramię Merkurego w podstawę Ziemi, potem nałóż kulę plasteliny Patarev imitującą Księżyc. Następnie możesz obracać Księżyc wokół Ziemi, symulując zaćmienia Słońca (Księżyc zakrywający światło Słońca na Ziemi) lub Księżyca (Ziemia zakrywająca światło Słońca na Księżycu).

## ZIEMIA

### DOŚWIADCZENIE 4 – POJMOWANIE RUCHU ZIEMI

Podobnie jak Ziemia, **zabawkowy bączek** kręci się wokół własnej osi. Poszczególne aspekty ruchu bączka przypominają ruchy planety i dzięki nim w prosty sposób zilustrować można ruch obrotowy Ziemi. Obserwując ruch bączka, zrozumiesz trudną do uchwycenia równowagę planety w ruchu.

→ Potrzebny sprzęt

Aksesoria z zestawu
Plastelina Patarev
Drewniany patyczek

Zrób swojego bączka. Kiedy wyschnie (6 godzin), obserwuj jego ruch, przypominający ruch Ziemi. Jeśli bączek jest poprawnie wprawiony w ruch, dzięki swojemu wyważonemu kształtowi oraz osi środkowej, będzie się kręcił sam wokół siebie.

**CIEKAWOSTKA!** Słowa używane na określenie ruchu bączka (rotacja, precesja oraz nutacja) pochodzą z dziedziny astronomii!

[rysunek:]

Axe de rotation de la Terre = Oś obrotowa Ziemi

Équateur = Równik

ROTATION = ROTACJA = 24 godziny

### ROTACJA

Podobnie jak puszczonej w ruch bączek, **Ziemia kręci się wokół własnej osi. Całkowity obrót wykonuje w czasie 23 godzin i 56 minut, czyli w przybliżonym czasie ziemskiej doby (24 godziny).**

W przypadku Ziemi obrót ten wykonywany jest **przeciwnie do ruchów wskazówek zegara**, patrząc od północy. Prędkość obrotu jest bardzo wysoka, a ruch jest jednostajny.

**CIEKAWOSTKA!** Punkt na równiku porusza się z prędkością 1670 km/h. Jako że prędkość ta jest stała, nie powoduje żadnego szczególnego odczucia. Dlatego też nie czujemy, że Ziemia wykonuje jakiś ruch. Wyobraź sobie, że jesteś na pokładzie samolotu. Kiedy samolot leci ze swoją prędkością podróżną, także nic nie czujesz! Jedynie przyspieszenia oraz zmiany osi mogą być fizycznie odczuwalne.

[rysunek:]

PRÉCESSION = PRECESJA

Perpendiculaire à la table = Prostopadła stołu

Axe de rotation de la toupie = Oś obrotu bączka

Table = Stół

### PRECESJA

Temu ruchowi **obrotowemu** towarzyszy **rotacja osi obrotu Ziemi** (lub bączka). Ruch ten nazywany jest **precesją** i jest wywołany siłami przyciągania Słońca i Księżyca, wywieranymi przez grawitację na Ziemi.

**Precesja** przebiega w **kierunku wstecznym** (kierunek przeciwny do obrotu Ziemi lub bączka). Obserwując zabawkę, możesz zauważyć, że bączek kręci się wokół własnej osi (**rotacja**) w jednym kierunku, podczas gdy sama oś zmienia powoli kierunek, przechylając się w przeciwną stronę (**precesja**).

Możesz także zauważyć, że oś obrotu bączka jest nachylona w stosunku do prostopadłej stołu. Podobnie jest w przypadku Ziemi!

**Płaszczyzna ekliptyki** jest jak stół. Odpowiada ona płaszczyźnie obrotu planet wokół Słońca. Jednak prawie wszystkie planety mają oś obrotu nachyloną w stosunku do prostopadłej płaszczyzny ekliptyki – północny biegun ekliptyki. Oznacza to, że wszystkie planety kręcą się niczym bączki na tym samym „stole” (płaszczyzna ekliptyki), ale z różnym nachyleniem. **Oś obrotowa Ziemi jest nachylona o 23,45°** w stosunku do płaszczyzny ekliptyki, co z kolei oznacza, że północny biegun Ziemi jest nachylony w stosunku do północnego bieguna ekliptyki.

*[rysunek obok:]*

Plan éclipitique = Płaszczyzna ekliptyki

Inclinaison de 23,45 ° = Nachylenie o 23,45 °

**Precesja** jest powolnym ruchem bączka wykonywanym przez oś ziemską wokół północnego bieguna ekliptyki. W skali ziemskiej całkowity obrót trwa około 26 tysięcy lat. Oznacza to, że oś obrotowa Ziemi powraca do swojego punktu wyjścia co 26 tysięcy lat, po tym, jak północny biegun Ziemi zatoczy pełne koło wokół północnego bieguna ekliptyki.

To wyjaśnia, dlaczego gwiazdy nie zawsze zajmują tę samą pozycję na niebie w stosunku do punktu obserwacyjnego z Ziemi. Obecnie oś Ziemi skierowana jest bardzo blisko Gwiazdy Polarnej. Za kilka tysięcy lat jej oś zmieni się i skieruje bliżej gwiazdy Wega.

*[rysunek obok:]*

Pôle Nord éclipitique = Północny biegun ekliptyki

Perpendiculaire au plan éclipitique = Prostopadła do płaszczyzny ekliptyki

Étoile Polaire = Gwiazda Polarna

Étoile Véga = Gwiazda Wega

PRÉCESSION = PRECESJA = 26 tysięcy lat

Axe de rotation de la Terre = Oś obrotu Ziemi

Pôle Nord de la Terre = Biegun północny Ziemi

Plan éclipse = Płaszczyzna ekliptyki

[rysunki pod tekstem:]

Aujourd'hui: Axe de rotation pointant vers l'étoile Polaire = Obecnie: oś obrotu skierowana ku Gwiazdzie Polarnej

Dans 13 000 ans: Axe de rotation pointant vers l'étoile Véga = Za 13 tysięcy lat: oś obrotu skierowana ku gwiazdzie Wega

Dans 26 000 ans: Axe de rotation aura fait un tour complet et pointera à nouveau vers l'étoile Polaire = Za 26 tysięcy lat: oś obrotu wykona pełne obejście i ponownie skieruje się ku Gwiazdzie Polarnej

## NUTACJA

Ruch **precesji** nie jest idealnie gładki – towarzyszą mu niewielkie festony oraz drgania. Jest to ruch obserwowany w momencie, kiedy oś bączka zaczyna się trząść.

Taki ruch nazywa się **nutacją** i odpowiada niewielkim czasowym zmianom nachylenia osi obrotowej Ziemi w stosunku do osi płaszczyzny ekliptyki. Czas, którego potrzebuje oś Ziemi, aby wykonać „niewielki feston” wynosi 18,6 roku, a jego amplituda jest maleńka. Podobnie jak **precesja**, również **nutacja** związana jest z wpływem przyciągania Słońca i Księżyca na Ziemi.

## DOŚWIADCZENIE 5 – DZIEŃ, NOC I PORY ROKU NA ZIEMI

Właśnie można było zobaczyć, że Ziemia kręci się wokół własnej osi (**rotacja**), że oś obrotu Ziemi także się obraca i zmienia co 26 tysięcy lat (**precesja**) i że temu ruchowi towarzyszą drgania (**nutacja**).

Ale to nie wszystko! Nasza planeta przemieszcza się po eliptycznej orbicie wokół Słońca, co tworzy owalną trajektorię. Ruch ten nazywany jest obiegiem i określa długość dnia, nocy oraz pór roku na Ziemi. Pełen obrót wokół Słońca odpowiada jednemu rokowi i wynosi 365,25 dni.



**CIEKAWOSTKA:** Ziemia kręci się wokół własnej osi z prędkością około 1670 km/h. Potrzebuje 23 godzin i 56 minut, aby wykonać pełny obrót, co wyjaśnia cykl dzień/noc. Kręci się także wokół Słońca z ogromną prędkością 107 320 km/h. Potrzebuje 365,25 dni, aby wykonać całkowity obieg.

Wokół Ziemi krążą satelity. Jeden satelita jest naturalny – jest to Księżyc, pozostałe satelity są sztuczne, np. międzynarodowa stacja kosmiczna (ISS). Ta ostatnia przemieszcza się z prędkością 27 600 km/h. Dzięki temu okrąża naszą planetę w ciągu 90 minut. W piątek 23 kwietnia 2021 r. załoga złożona z 4 astronautów, w tym francuskiego astronauty Thomasa Pesqueta, dołączyła do ISS krążącej po orbicie w odległości 400 km nad Ziemią. Astronaucci spędzą pół roku na pokładzie ISS, gdzie przeprowadzać będą niezwykle istotne dla rozwoju nauki doświadczenia.

## DZIEŃ I NOC

Światło na Ziemi pochodzi ze Słońca. Ponieważ Ziemia jest okrągła, Słońce nie może oświetlać całej Ziemi jednocześnie! Jedna strona jest oświetlana, podczas gdy inne pozostają w cieniu. Z racji tego, że Ziemia kręci się wokół własnej osi, poszczególne strony Ziemi są więc oświetlane po kolei w ciągu doby.

→ Potrzebny sprzęt

Aksesoria z zestawu	Dodatkowe akcesoria
Globus	Latarka (telefon komórkowy)

Użyj latarki lub lampy w telefonie, aby odegrały rolę Słońca. Ustaw latarkę w odległości 5 cm od globusa, wybierz jakiś kraj do obserwacji (oznaczony gwiazdką na poniższym schemacie), następnie powoli obracaj globusem przeciwnie do ruchu wskazówek zegara.

**CIEKAWOSTKA!** Słońce wstaje na wschodzie i zachodzi na zachodzie właśnie dlatego, że Ziemia kręci się wokół własnej osi przeciwnie do ruchu wskazówek zegara.

Jeśli obserwowany kraj znajduje się na stronie nieoświetlanej przez Słońce, panuje tam noc. Jeśli kraj znajduje się na stronie oświetlanej przez Słońce, panuje tam dzień. Jeśli wybrany punkt znajduje się w miejscu na wpół oświetlonym, panuje tam albo świt o wschodzie Słońca, albo zmierzch związany z jego zachodzeniem.

[rysunek poniżej:]

JOUR = DZIEŃ

NUIT = NOC

Jak można zauważyć, **w zależności od tego, w którym miejscu na Ziemi się znajdujesz, zmienia się także godzina słoneczna**. Kiedy w jakimś kraju panuje noc, w kraju położonym na drugim końcu planety jest właśnie południe! W zglobalizowanym świecie było kwestią zasadniczą dopracowanie systemu pomiaru czasu uniwersalnego, aby wiedzieć, jaka jest pora dnia w krajach sąsiednich! W 1675 r. król Anglii Karol II zlecił budowę obserwatorium w **Greenwich**, ponieważ chciał ustalić skalę czasową dla całej planety. Statek wypłynął z Greenwich, **według czasu uniwersalnego (godzina 0)**, i opłynął świat, na każdym etapie porównując czas lokalny do godziny 0. W wyniku tej ekspedycji Ziemia została podzielona na pasy odpowiadające 1 godzinie. Pasy te nazywane są strefami godzinnymi. Podczas zmiany strefy czasowej dodaje się bądź odejmuje godzinę względem godziny 0 czasu Greenwich. Dzięki temu można się zawsze dowiedzieć, jaka jest godzina w dowolnym kraju na świecie. Na przykład, kiedy jest południe (12 godzina) w Greenwich (London GMT „Greenwich Mean Time”), jest również godzina 12 w Londynie, 7 godzina w Nowym Jorku, 15 w Moskwie i 21 w Tokio! **Strefy czasowe zmieniają się więc zgodnie ze światłem słonecznym**.

Niektóre kraje, takie jak Stany Zjednoczone czy Rosja, są tak duże, że występuje w nich kilka stref czasowych! Aby uprościć sprawę, niektóre kraje dostosowują strefy godzinne, na przykład Chiny. Mimo że kraj obejmuje 5 stref czasowych, stosuje wyłącznie czas pekiński.

**CIEKAWOSTKA!** Polska odzyskała niepodległość w 1918 roku, wcześniej na jej terenach obowiązywały czasy urzędowe państw zaborczych. W 1922 roku formalnie wprowadzono w całym kraju czas środkowoeuropejski, ze wskazaniem, aby 31 maja tego roku cofnąć zegary z godziny 24 na 23. To faktycznie oznaczało przejście z czasu wschodnioeuropejskiego na środkowoeuropejski. Obecnie czas środkowoeuropejski obowiązuje w Polsce, tak jak w całej Unii Europejskiej, od ostatniej niedzieli października do ostatniej niedzieli marca, a w pozostałym okresie roku obowiązuje czas środkowoeuropejski letni.

## **PORY ROKU**

Pory roku są następstwem ruchu Ziemi wokół Słońca oraz nachylenia jej osi obrotowej. Podczas całego obiegu wokół Słońca nachylenie Ziemi w stosunku do osi obrotu jest stałe. Jednak zmienia się ta część Ziemi, na którą padają bezpośrednio promienie słoneczne. Oznacza to, że w zależności od pory roku różne części planety są nachylone w kierunku Słońca. Właśnie dlatego pory roku zmieniają się w zależności od punktu na Ziemi.

→ Potrzebny sprzęt

Dodatkowe akcesoria
Latarka (telefon komórkowy)
Powierzchnia płaska

Należy zauważyć, że im bardziej promienie słoneczne padają prostopadle na ziemię, tym jest cieplej. Oznacza to, że im wyżej znajduje się Słońce, tym wyższa jest temperatura. Możesz stwierdzić, że w ciągu dnia najcieplej jest w południe, czyli wtedy, kiedy Słońce znajduje się najwyżej na niebie.

Aby to lepiej zrozumieć, weź latarkę lub użyj lampy w swoim telefonie komórkowym:

1. Włącz latarkę i umieść ją na południu (prostopadle), w odległości 3 cm od powierzchni płaskiej (stołu lub kartki),
2. Następnie umieść latarkę tak, by była nachylona w stosunku do powierzchni.

Zobaczysz, że krąg światła emitowany przez nachyloną latarkę jest większy niż w przypadku latarki ustawionej prosto, jednak niezależnie od położenia latarki, emituje ona tę samą ilość światła. Kiedy promienie ulegają rozproszeniu na niewielkiej powierzchni (przypadek 1: promienie są prawie prostopadłe do ziemi), światło jest bardziej skupione, więc jest cieplej. Jednak kiedy promienie są rozproszone na większej powierzchni (przypadek 2: promienie słoneczne docierają na ziemię w nachyleniu), światło jest mniej skupione, więc jest chłodniej.

To doświadczenie z latarką ma zastosowanie dla Ziemi. Na przykład:

1. Od marca do września półkula północna jest nachylona w kierunku Słońca. W tym czasie promienie słoneczne padają bezpośrednio na północną półkulkę planety. Jest tam więc cieplej – panuje tam wiosna i lato.

2. I odwrotnie, od września do marca, półkula północna jest nachylona po przeciwnej stronie od Słońca. Promienie słoneczne padają ukośnie na północną połowę planety, więc jest tam zimniej – panują tam jesień oraz zima.

*[rysunek poniżej:]*

Hémisphère Nord = Półkula północna

Hémisphère Sud = Półkula południowa

PRINTEMPS = WIOSNA

AUTOMNE = JESIEŃ

Équinox de printemps – 21 mars = Równonoc wiosenna – 21 marca

HIVER = ZIMA

été = lato

Solstice d'hiver – 21 décembre = Przesilenie zimowe – 21 grudnia

- Jour le plus court de l'année = Najkrótszy dzień w roku
- Jour le plus long de l'année = Najdłuższy dzień w roku

AUTOMNE = JESIEŃ

PRINTEMPS = WIOSNA

Équinox d'automne – 21 septembre = Równonoc jesienna – 21 września

ÉTÉ = LATO

HIVER = ZIMA

Solstice d'été – 21 juin = Przesilenie letnie – 21 czerwca

- Jour le plus long de l'année = Najdłuższy dzień w roku
- Jour le plus court de l'année = Najkrótszy dzień w roku

Orbite elliptique de la Terre = Orbita eliptyczna Ziemi

Ponadto, **w związku z nachyleniem Ziemi, w lecie dni są dłuższe niż w zimie**. Letni dzień ma zatem dłuższy czas naświetlenia słonecznego. Długość dni jest więc ważna, ponieważ oznacza ona, że im dłuższy dzień, tym więcej ma on światła i, co za tym idzie, więcej ciepła.

Jak można zaobserwować na poniższym schemacie, nachylenie promieni słonecznych zmienia się w zależności od położenia Ziemi. Z powodu nachylenia Ziemi, w jednym i tym samym momencie promienie słoneczne mogą padać bardziej prostopadłe na **południe** i bardziej ukośnie na **północ** – oznacza to, że na **południu** panuje wtedy lato, a na **północy** zima. **Pory roku są więc „odwrócone” względem półkul.**

## STREFY KLIMATYCZNE

*[rysunek obok:]*

Zone polaire = Strefa polarna

Zone tempérée = Strefa umiarkowana

Zone intertropicale = Strefa międzyzwrotnikowa

Équateur = Równik

Ponieważ Ziemia jest kulą, im bardziej oddalamy się od równika, tym skośniej promienie słoneczne padają na powierzchnię Ziemi i tym mniej przypada energii słonecznej na jednostkę powierzchni. To nierówne rozłożenie energii słonecznej wyjaśnia obecność stref klimatycznych.

Na **równiku** powierzchnia Ziemi jest zawsze blisko pozycji prostopadłej dla promieni słonecznych. Oznacza to, że na równiku mamy do czynienia z prawie stałą silną energią słoneczną i że panujące tam temperatury są wysokie (strefa żółta schematu). Ponadto, długość dnia i nocy jest tam stała (12 godzin dnia i 12 godzin nocy).

I odwrotnie, w strefach polarnych Słońce jest stale nisko na horyzoncie, jego promienie padają w słabszym natężeniu, a temperatury tam panujące są niższe (strefy niebieskie na

schemacie). Co więcej, długość dnia ulega dużym zmianom – dni są długie w lecie i krótkie w zimie.

**CIEKAWOSTKA!** W momencie przesilenia letniego w strefach polarnych, poza arktycznym i antarktycznym kręgiem polarnym, słońce nie zachodzi! Takie zjawisko nazywa się dniem polarnym!

Nie wszystkie rejony świata mają cztery wyraźnie rozgraniczone pory roku. Ale we wszystkich rejonach widoczne są zmiany sezonowe.

- W krajach klimatu umiarkowanego występują cztery wyróżniające się pory roku: wiosna, lato, jesień, zima.
- W krajach strefy międzyzwrotnikowej (między dwoma zwrotnikami po obu stronach równika) nie ma zimy ani lata. Występuje tam natomiast pora deszczowa oraz pora sucha.