

Ruch obrotowy Ziemi

Materiał zawiera informacje dotyczące prędkości liniowej obrotu Ziemi i jej zróżnicowania w różnych szerokościach geograficznych oraz prędkości kątowej. Znajduje się tu także rycina przedstawiająca zróżnicowanie prędkości liniowej na powierzchni Ziemi.

Dwa polecenia dotyczące prędkości kątowej obrotu Ziemi oraz ciekawostka na temat poruszania się atmosfery ziemskiej wraz z obrotem Ziemi.

Materiał dotyczy obserwacji pozornej wędrówki Słońca nad widnokrzem i wyznaczania kierunków przy użyciu gnomonu. Wprowadzone jest pojęcie południka i równoleżnika miejscowego, górowania Słońca i zenitu. Materiał zawiera rycinę ilustrującą wyznaczanie południka i równoleżnika miejscowego przy użyciu gnomonu, stosowną instrukcję oraz podsumowanie informacji.

Tekst dotyczący następujących konsekwencji ruchu obrotowego Ziemi: następstwa dni i nocy, czasu słonecznego oraz spłaszczenia Ziemi na biegunach.

Materiał dotyczy siły Coriolisa jako jednej z konsekwencji ruchu obrotowego Ziemi. Oprócz tekstu wyjaśniającego mechanizm tego zjawiska, znajduje się także rycina ilustrująca odchylenie się torów ruchu na półkuli północnej i południowej. Materiał wykracza poza podstawę programową w szkole podstawowej.

Materiał dotyczy siły Coriolisa jako jednej z konsekwencji ruchu obrotowego Ziemi. Oprócz tekstu wyjaśniającego mechanizm tego zjawiska, znajduje się także rycina ilustrująca odchylenie się torów ruchu na półkuli północnej i południowej.

Dwa ćwiczenia (z możliwością sprawdzenia poprawnej odpowiedzi) dotyczące siły Coriolisa polegające na ustaleniu kierunku, w którym spychany jest samolot lecący z punktu o wskazanych współrzędnych geograficznych. Materiał wykracza poza podstawę programową.

Dwa ćwiczenia (z możliwością sprawdzenia poprawnej odpowiedzi) dotyczące siły Coriolisa polegające na ustaleniu kierunku, w którym spychany jest samolot lecący z punktu o wskazanych współrzędnych geograficznych.

Krótki tekst dotyczący konsekwencji działania siły Coriolisa. Materiał wykracza poza podstawę programową.

Krótki tekst dotyczący konsekwencji działania siły Coriolisa.

Słownik pojęć związany z rozdziałem dotyczącym ruchu obrotowego Ziemi.

Zestaw ośmiu ćwiczeń interaktywnych dotyczących zagadnień związanych z ruchem obrotowym Ziemi.

Ruch obrotowy Ziemi

Czy zdajesz sobie sprawę z tego, że nawet w tej chwili poruszasz się wraz z Ziemią dookoła osi ziemskiej? Wiesz, z jaką prędkością? Znacznie większą niż najszybsze bolidy Formuły 1! Mieszkańcy Polski razem z kulą ziemską pokonują w ciągu godziny 1000 kilometrów, a osoby przebywające na równiku nawet 1667 kilometrów w tym samym czasie.



Film dostępny pod adresem [/preview/resource/R1SdZ2dkktf0f](#)

Ruch obrotowy Ziemi

Źródło: Sylkun GraphX (<https://www.youtube.com>), licencja: CC BY-SA 3.0.

Aby zrozumieć poruszane w tym materiale zagadnienia, przypomnij sobie:

- kształt, jaki ma Ziemia.

Twoje cele

- Przeliczysz różnicę długości geograficznej pomiędzy dwoma punktami na kuli ziemskiej na różnicę czasu pomiędzy nimi.
- Wyznaczysz kierunki geograficzne za pomocą gnomonu.
- Określisz kierunek działania siły Coriolisa.

Przygotuj przed lekcją:

- globus;
- pręt lub prosty patyk, który posłuży do skonstruowania gnomonu.

1. W jakim kierunku i z jaką prędkością obraca się Ziemia?



Film dostępny pod adresem [/preview/resource/R1E4AMuJseLUZ](#)

Ruch obrotowy Ziemi

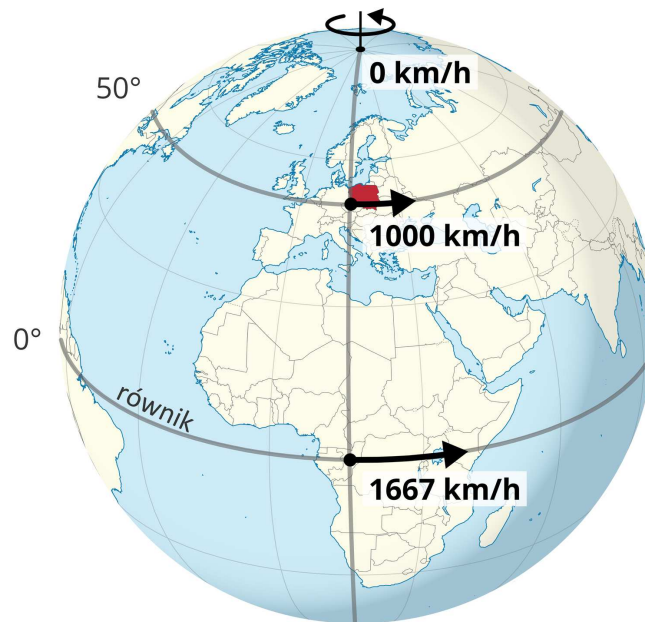
Źródło: NASA (<http://visibleearth.nasa.gov>), edycja: Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY-SA 3.0.

Żyjąc na powierzchni Ziemi, trudno bezpośrednio obserwować ruchy naszej planety. Zauważamy jednak pozorny ruch Słońca ze wschodu na zachód, co jest konsekwencją **ruchu obrotowego Ziemi** dookoła własnej osi z zachodu na wschód. Pełen obrót trwa ok. 23 godzin 56 minut i 4 sekund. Czas ten nazywamy **dobą gwiazdową**. Bardziej nam znana jest tzw. **doła słoneczna**, która trwa kilka minut dłużej, niemal dokładnie 24 godziny. Jest to czas, jaki upływa między dwoma kolejnymi momentami **południa słonecznego**.

Prędkość obrotu Ziemi jest oczywista, gdy podajemy ją w miarach kątowych. **Prędkość kątowna** to wielkość kąta zakreślonego przez dany punkt leżący na powierzchni Ziemi podczas ruchu po okręgu w jednostce czasu.

W przypadku Ziemi prędkość kątowna ma stałą wartość $360^\circ/24\text{h}$.

Trudniej jest podać **prędkość liniową**, czyli odległość pokonywaną przez punkt leżący na powierzchni Ziemi w jednostce czasu. Ta zależy bowiem od szerokości geograficznej, na której dany punkt leży. Im bliżej równika, tym równoleżniki są dłuższe, przez co prędkość liniowa jest większa. To dlatego mieszkańcy Polski poruszają się z prędkością ok. 1000 km/h, czyli 667 km/h wolniej od mieszkańców rejonów równikowych, którzy w tej samej jednostce czasu muszą pokonać znacznie dłuższą odległość liniową.



Prędkość liniowa punktów leżących na powierzchni Ziemi

Źródło: TUBS (<http://commons.wikimedia.org>), Krzysztof Jaworski, Roman Nowacki, licencja: CC BY-SA 3.0.

Polecenie 1

Oblicz, o jaki kąt obraca się Ziemia w ciągu 1 godziny, a o jaki w ciągu 4 minut.*

* polecenie dla ucznia szkoły ponadpodstawowej (zakres rozszerzony)

Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Polecenie 2

Obróć globus we właściwym kierunku o taki kąt, jaki Ziemia pokonuje w ciągu:*

- 1 godziny,
- 12 godzin,
- 1 doby.

* polecenie wykraczające poza wymagania podstawy programowej

Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Ciekawostka

Atmosfera jest częścią Ziemi i porusza się razem z całą planetą. Gdyby było inaczej, to na całej planecie, z wyjątkiem biegunów, wiałoby huraganowe wiatry o niespotykanych prędkościach.

Ważne!

Obrót Ziemi dookoła własnej osi stał się źródłem takich jednostek czasu, jak: doba (24 godziny), godzina (1/24 doby), minuta (1/60 godziny) i sekunda (1/60 minuty).

2. Co to jest gnomon i jak za jego pomocą obserwować pozorną wędrówkę Słońca nad widnokretem?

Pozorny ruch Słońca nad widnokretem jest pośrednim dowodem na ruch obrotowy Ziemi. Możemy go zaobserwować każdego dnia.

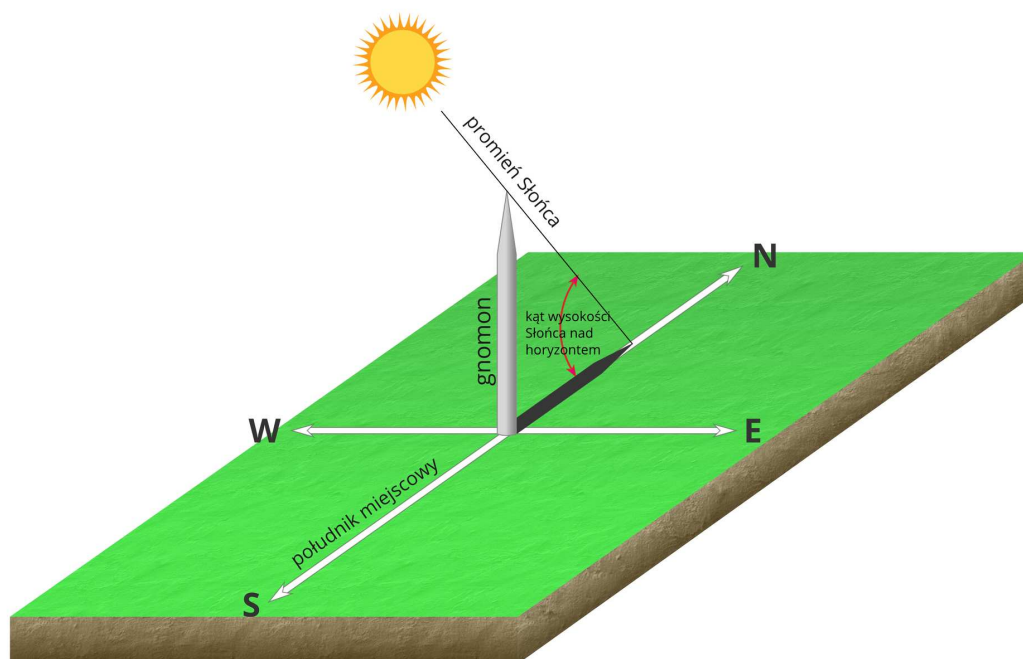
Uwaga!

W żadnym wypadku nie wolno patrzeć bezpośrednio na Słońce bez skutecznej ochrony oczu! Poza wyjątkowymi momentami, gdy Słońce jest ledwo widoczne zza warstwy chmur, kierowanie wzroku na Słońce grozi bezpowrotnym uszkodzeniem wzroku, a nawet całkowitą ślepotą. Niebezpieczne jest nawet patrzenie na Słońce przy użyciu zbyt mało

skutecznych osłon, jak np.: okulary przeciwsłoneczne, zadymione szkło, płyta CD lub klisza rentgenowska.

Sposobem na uniknięcie niebezpieczeństwa uszkodzenia wzroku podczas śledzenia pozornego ruchu Słońca jest obserwacja cienia rzucanego przez przedmioty oświetlone bezpośrednimi promieniami słonecznymi. Obserwując cień, wnioskujemy o pozornym ruchu Słońca. Każdy stosunkowo cienki, prosty i pionowy pręt wbity w ziemię staje się **gnomonem**, czyli przyrządem, którego cień wyznacza położenie Słońca. Długość i kierunek cienia gnomonu określają wysokość Słońca i jego azymut. Określając kierunki na podstawie cienia rzucanego przez gnomon, trzeba pamiętać, że w Polsce i na całym obszarze półkuli północnej poza strefą międzyzwrotnikową Słońce góruje zawsze po południowej stronie nieba. Rzucany wówczas przez gnomon w południe cień jest najkrótszy i wskazuje dokładnie kierunek północny. Wnioskujemy z tego, że nastąpił moment **górowania Słońca** (moment południa słonecznego). Położenie Słońca na niebie wskazuje wtedy kierunek południowy. Przedłużenie linii, jaką wyznacza wówczas cień gnomonu, jest **południkiem miejscowym** punktu, w którym wbity jest gnomon. Tylko dwukrotnie w ciągu roku (21 marca i 23 września) Słońce wschodzi dokładnie na wschodzie i zachodzi dokładnie na zachodzie. Gdyby udało się wówczas zaobserwować cień gnomonu w momencie wschodu lub zachodu Słońca, to przedłużenie linii tego cienia byłoby **równoleżnikiem miejscowym**, gdyż cień gnomonu wskazywałby kierunek wschód-zachód.

Kierunki geograficzne za pomocą gnomonu można jednak bez trudu wyznaczać i w inne dni. Moment, w którym gnomon rzuca najkrótszy cień, wskazuje północ (N). W przeciwnym kierunku jest zatem południe (S). Pod kątem 90° w lewo od gnomonu jest zachód (W), a 90° w prawo jest wschód (E).

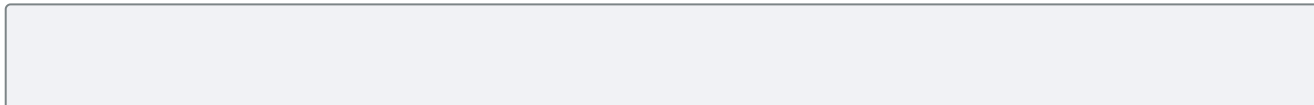


Gnomon

Źródło: Krzysztof Jaworski, Roman Nowacki, Gothika (<http://commons.wikimedia.org>), licencja: CC BY-SA 3.0.

Polecenie 3

Ustaw globus w świetle Słońca lub lampy. Obracaj powoli globusem wokół jego osi. W różnych momentach jego oświetlenia określ, które części globusa odpowiadają zjawisku ziemskiego dnia, a które nocy.



Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Obserwacja 1

Wykształcenie umiejętności prowadzenia obserwacji astronomicznych przy zastosowaniu gnomonu i umiejętności interpretowania uzyskanych wyników.

Co będzie potrzebne

gnomon, czyli prosty patyk, pręt lub słupek

Instrukcja

1. Obserwacje przeprowadź w słoneczny dzień.
2. Ze względu na różnice długości geograficznej i przesunięcie wskazań zegarków na czas letni obserwacje prowadź między godziną 11.00 a 13.00.
3. Zamontuj przedmiot, który będzie pełnił funkcję gnomonu. Możesz wykorzystać istniejący już słupek, pał lub inny pionowy, prosty, w miarę cienki przedmiot.
4. Co chwilę zaznaczaj na podłożu miejsce, gdzie pada koniec cienia.
5. Gdy cień zacznie się wydłużać, określ miejsce, w którym był najkrótszy, i połącz je z podstawą gnomonu. Zapisz, jaki kierunek wskazywał najkrótszy cień.
6. Przedłuż tę linię w kierunku przeciwnym do wskazywanego przez najkrótszy cień od podstawy gnomonu i opisz wskazany przez nią kierunek.
7. Narysuj linię prostopadłą do wyznaczonej wcześniej, przechodzącą przez podstawę gnomonu i opisz pozostałe kierunki.

Podsumowanie

- Moment górowania Słońca jest dla większości miejsc w Polsce inny niż południe wskazywane przez zegarki.
- Bez względu na dzień w kalendarzu i długość geograficzną w momencie górowania Słońca cień jest najkrótszy i wskazuje północ.
- Umiejętność posługiwania się gnomonem pozwala w słoneczny dzień określić wszystkie kierunki geograficzne i wyznaczyć przebieg południka miejscowego.

W obszarze między zwrotnikami dwukrotnie w ciągu roku występuje zjawisko górowania Słońca w **zenicie**. Na równiku ma to miejsce 21 marca i 23 września. Na zwrotniku Raka Słońce w zenicie występuje tylko 22 czerwca, a na zwrotniku Koziorożca tylko 22 grudnia. Gdy Słońce góruje w zenicie, to gnomony w ogóle nie rzucają cienia.

Trzeba pamiętać, że w Polsce i na całym obszarze półkuli północnej poza strefą międzyzwrotnikową Słońce góruje zawsze po południowej stronie nieba. Natomiast w strefie międzyzwrotnikowej obu półkul przez część roku Słońce góruje po północnej stronie, a przez część po południowej. Na pozostałej części półkuli południowej Słońce przez cały rok góruje po północnej stronie nieba, a rzucony wówczas przez gnomon cień wskazuje kierunek południowy.

3. Konsekwencje ruchu obrotowego Ziemi

Wiemy już, że pozorny ruch Słońca po **sferze niebieskiej** jest spowodowany ruchem obrotowym Ziemi. Ruch ten niesie ze sobą jednak jeszcze kilka innych konsekwencji dla naszej planety, środowiska geograficznego i wszystkich istot żywych, w tym dla człowieka. Jedną z najbardziej oczywistych jest następstwo **dnia i nocy**. W trakcie każdej doby część Ziemi przez pewien czas zwrócona jest ku Słońcu i wówczas na tym obszarze panuje dzień. Następnie odwraca się od niego i wtedy na zacienionym obszarze zapada noc. Jednocześnie inna część kuli ziemskiej obraca się ku Słońcu i rozpoczyna się tam dzień.

Inną konsekwencją ruchu obrotowego jest istnienie **czasu słonecznego** (miejscowego). W tym samym momencie na jednym z południków jest południe słoneczne, po przeciwnej stronie kuli ziemskiej – północ, a na innych wszystkie pozostałe pory dnia i nocy.

Trudnym do obserwacji, ale naukowo udowodnionym skutkiem ruchu obrotowego jest także niewielkie spłaszczenie Ziemi na biegunach wynikające z działania siły odśrodkowej powodującej, że Ziemia nie ma kształtu kuli.

Polecenie 4

Ustal, w którym kierunku (N, S, W czy E) siła Coriolisa spycha samolot lecący z punktu o współrzędnych 50°N , 20°E do punktu o współrzędnych 10°N , 20°E .*

* polecenie skierowane do ucznia szkoły ponadpodstawowej (zakres rozszerzony)

Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Polecenie 5

Ustal, w którym kierunku (N, S, W czy E) siła Coriolisa spycha samolot lecący z punktu o współrzędnych 10°S , 20°E do punktu o współrzędnych 50°S , 20°E .*

* polecenie skierowane do ucznia szkoły ponadpodstawowej zakresu rozszerzonego

Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Podobnie jak woda w wielkich rzekach, także wiatry na półkuli północnej będą spychane w prawo, a na półkuli południowej – w lewo. Inną konsekwencją działania siły Coriolisa jest kierunek wirowania powietrza w cyklonach. Na półkuli północnej wirują one przeciwnie do ruchu wskazówek zegara, a na półkuli południowej zgodnie z ruchem wskazówek zegara.*

* treść wykraczająca poza wymagania z podstawy programowej

Podsumowanie

- Ziemia obraca się wokół własnej osi o 360° w ciągu ok. 24 godzin.
- Pozorna wędrówka Słońca po niebie jest widoczną codziennie konsekwencją ruchu obrotowego Ziemi.
- Gnomon umożliwi nam przeprowadzenie wielu obserwacji astronomicznych.

Praca domowa

Przeprowadź obserwację gnomonu w okolicy swojego domu. Wyznacz podstawowe kierunki geograficzne i zapamiętaj położenie na widnokręgu obiektów wskazujących północ, południe, wschód i zachód z punktu widzenia obserwatora.

Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Zobacz także

- Zajrzyj do zagadnień pokrewnych:
 - [Miejsce Ziemi we Wszechświecie. Kształt i wymiary Ziemi](#)
 - [Następstwa ruchu obrotowego Ziemi](#)
 - [Ruch obiegowy Ziemi](#)
 - [Następstwa ruchu obiegowego Ziemi](#)

Słownik

czas słoneczny (miejscowy)

rachuba czasu związana z lokalnym południkiem miejsca obserwacji; wzdłuż jednego południka czas jest taki sam; obliczamy go na podstawie momentu górowania Słońca nad tym południkiem

doła gwiazdowa

okres obrotu Ziemi wokół własnej osi, czyli ok. 23 h 56 min 4,091 s

doła słoneczna

okres pomiędzy dwoma kolejnymi górowaniami Słońca nad określonym południkiem; średnia długość przyjęta umownie za wartość stałą wynosi 24 godziny

gnomon

zwykle jest to pręt, kolumna lub prosty kij wbity w ziemię, którego cień wskazuje położenie Słońca; to jeden z najstarszych i najprostszych przyrządów astronomicznych; precyzyjnie skonstruowane i ustawione gnomony są przyrządami astronomicznymi albo częściami zegarów słonecznych

górowanie Słońca

moment, w którym w ciągu doby Słońce znajduje się na maksymalnej wysokości kątowej nad horyzontem; moment ten bywa nazywany także południem słonecznym

południe słoneczne

moment, w którym w ciągu doby Słońce znajduje się na maksymalnej wysokości kątowej nad horyzontem; moment ten bywa nazywany także górowaniem Słońca

południk miejscowy

południk lokalny przechodzący przez dane miejsce na powierzchni Ziemi

prędkość kątowa

wielkość opisująca ruch obrotowy, równa kątowi zakreślonemu przez jakiś punkt podczas ruchu po okręgu w jednostce czasu

prędkość liniowa

wielkość oznaczająca przebytą drogę w jednostce czasu, np. odległość przebyta w ciągu minuty

równoleżnik miejscowy

równoleżnik przechodzący przez dane miejsce na powierzchni Ziemi

ruch obrotowy Ziemi

obracanie się Ziemi wokół własnej osi z zachodu na wschód

sfera niebieska

kulista, istniejąca w wyobraźni sfera o nieokreślonym promieniu, która otacza obserwatora śledzącego ciała niebieskie i daje złudzenie, że wszystkie znajdują się w jednakowej, wielkiej odległości, jakby przylepione do tej sfery

zenit

punkt na sferze niebieskiej znajdujący się dokładnie ponad pozycją obserwatora

Ćwiczenia

Ćwiczenie 1



Prędkość kątowna Ziemi w ruchu obrotowym wynosi około

1° na dobę.

360° na dobę.

360° na godzinę.

1° na godzinę.

Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 2



Uzupełnij puste miejsca, wybierając brakujące elementy z listy.

Pozorny ruch Słońca ze wschodu na zachód jest konsekwencją ruchu [] Ziemi dookoła własnej osi z zachodu na wschód. Pełen obrót trwa około [] godzin 56 minut i 4 sekund. Lepiej jest nam jednak znana doba [], która trwa kilka minut dłużej, niemal dokładnie 24 [].

zwyczajna

księżycowa

12

23

obrotowego

obiegowego

sekundy

minuty

słoneczna

doby

kosmiczna

godziny

przyspieszonego

satelitarnego

24

Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 3



Zaznacz poprawne dokończenie zdania.

Cień gnomonu jest najkrótszy, gdy Słońce jest w momencie

zaćmienia.

wschodu.

zachodu.

górowania.

Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 4



Który z ruchów Ziemi powoduje następstwo dnia i nocy?

ruch obiegowy

ruch obrotowy

ruch roczny

żaden z powyższych

Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 5



Uzupełnij tekst odpowiednimi wyrazami podanymi poniżej.

Obrót Ziemi dookoła własnej osi stał się źródłem takich jednostek czasu, jak: (24 godziny), (1/24 doby), minuta (godziny) i (1/60 minuty).

godzina

1/60

sekunda

doba

Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 6



Dwukrotnie w ciągu roku Słońce wschodzi dokładnie na wschodzie i zachodzi dokładnie na zachodzie. Wskaż te daty.

22 grudnia

23 września

22 czerwca

21 marca

Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 7



Przyporządkuj obserwowane efekty odpowiednim zjawiskom.

ruch obrotowy Ziemi

najkrótszy cień w południe

górowanie Słońca

pozorna wędrówka Słońca nad
widnokretem ze wschodu na zachód

obrót Ziemi z zachodu na wschód

spłaszczenie Ziemi na biegunach

Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 8



Wybierz współrzędne geograficzne wskazujące dwa równoleżniki, na których prędkość liniowa punktów na nich leżących jest taka sama.

30°S

30°N

80°S

50°S

30°E

0°