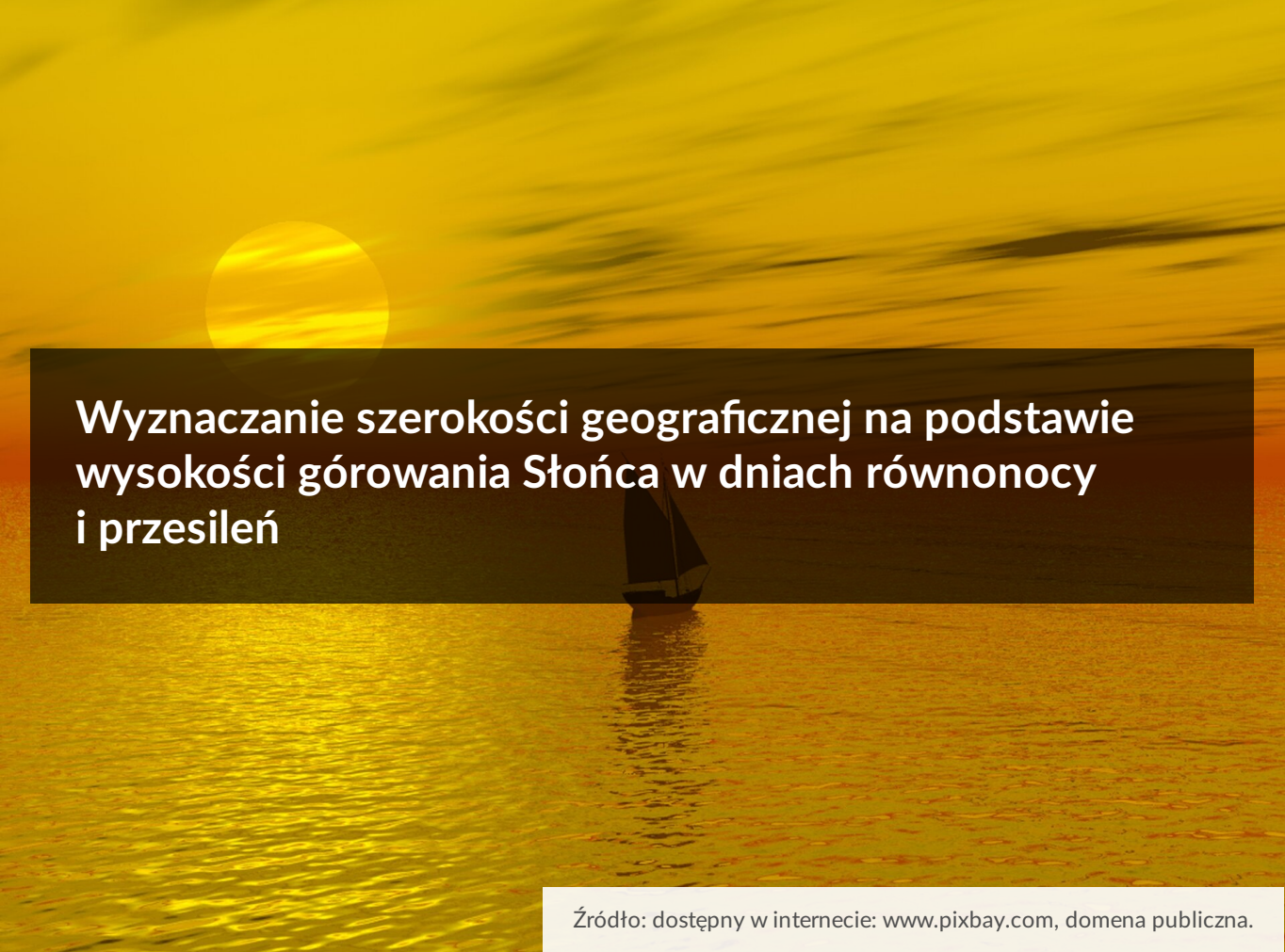




Wyznaczanie szerokości geograficznej na podstawie wysokości górowania Słońca w dniach równonocy i przesileń

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Grafika interaktywna](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Wyznaczanie szerokości geograficznej na podstawie wysokości górowania Słońca w dniach równonocy i przesilen

Źródło: dostępny w internecie: www.pixbay.com, domena publiczna.

W Polsce Słońce góruje zawsze po południowej stronie nieba. W Nowej Zelandii, południowej części Australii, w Patagonii czy na południu RPA – zawsze po północnej. Natomiast w strefie międzyzwrotnikowej – czasem po północnej, a czasem po południowej. To właśnie zwrotniki Raka i Koziorożca są równoleżnikami dzielącymi powierzchnię naszej planety na określone części, na których Słońce góruje po północnej lub południowej stronie nieba. Na obszarach położonych na północ od zwrotnika Raka obserwuje się górowanie Słońca zawsze po stronie południowej (cień gnomonu wskazuje wówczas kierunek północny). W miejscach położonych na południe od zwrotnika Koziorożca – zawsze po stronie północnej (cień gnomonu wskazuje wówczas kierunek południowy). Dokładnie na zwrotniku Raka niemal przez cały rok Słońce góruje po południowej stronie nieba, z wyjątkiem przesilenia letniego (22 czerwca), kiedy obserwuje się Słońce w południe na wysokości 90° , czyli w zenicie. Podobna sytuacja ma miejsce w przypadku zwrotnika Koziorożca – górowanie Słońca obserwowane jest z tego miejsca zwykle po stronie północnej, oprócz dnia przesilenia zimowego (22 grudnia), kiedy jest ono dokładnie nad obserwatorem.

Z tego materiału dowiesz się, jak określić szerokość geograficzną miejsca, znając wysokość górowania Słońca i stronę nieba, po której to zjawisko zachodzi.



Gnomon to najstarszy instrument astronomiczny. Ma on postać pionowego pręta lub słupa ustawionego na podstawie. Wskazuje kierunek przeciwny do kierunku, z którego padają promienie słoneczne. Funkcję tę może pełnić także naturalny pionowy ostaniec lub człowiek.

Źródło: *Gnomon w towarzystwie żółwi w parku Holland w Wielkiej Brytanii*, dostępny w internecie: <https://www.geograph.org.uk/photo/2848304>, domena publiczna.

Twoje cele

- Obliczysz szerokość geograficzną na podstawie informacji o wysokości górowania Słońca i strony świata, po której ono góruje lub kierunku cienia rzucanego przez gnomon.
- Będąc w terenie, na podstawie wysokości górowania Słońca wyznaczysz w przybliżeniu szerokość geograficzną miejsca, w którym się znajdujesz.
- Rozróżnisz rodzaje zmierzchów na podstawie informacji o wysokości Słońca na sferze niebieskiej oraz własnych obserwacji.

Przeczytaj

Aby obliczyć szerokość geograficzną miejsca, w którym znajduje się obserwator, należy mieć na uwadze dwie kwestie. Pierwszą z nich jest wysokość **górowania Słońca** (h), a drugą – strona świata, po której ono góruje. W dniach równonocy wiosennej i jesiennej obliczenie (h) nie powinno stwarzać większych trudności. Należy przekształcić wzór na wysokość górowania Słońca:

$$h = 90^\circ - \text{wied}$$

$$\phi = 90^\circ - h$$

gdzie:

h – wysokość górowania Słońca nad horyzontem/kąt padania promieni słonecznych (w $^\circ$)

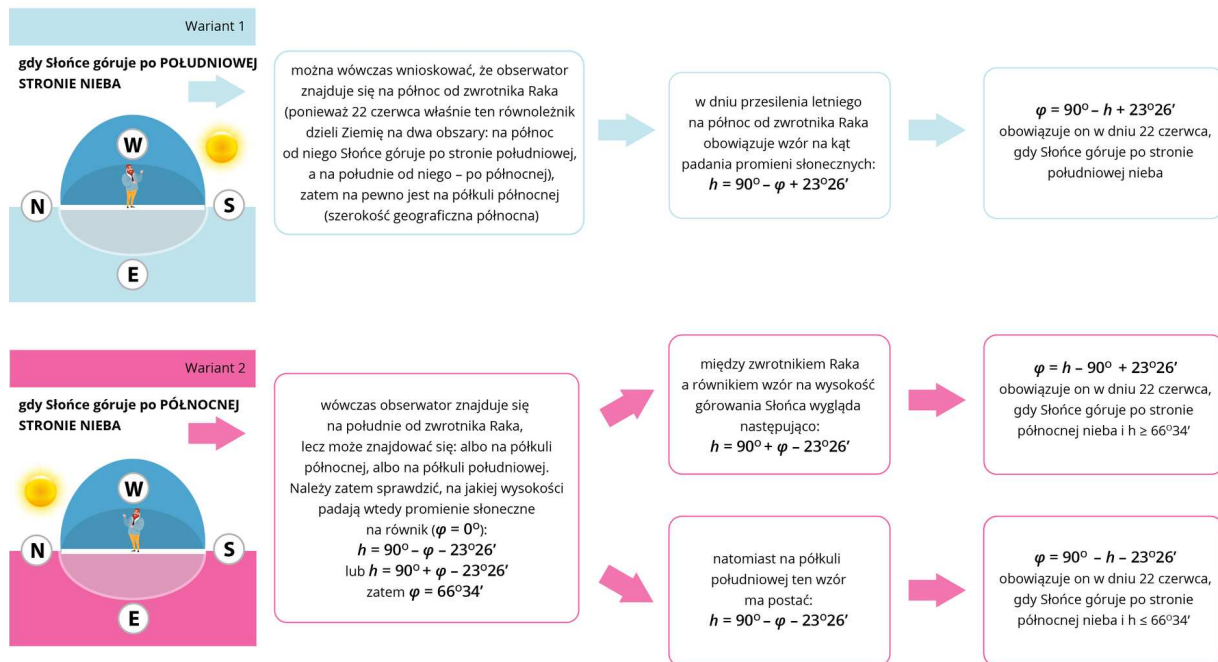
ϕ – szerokość geograficzna miejsca, w którym znajduje się obserwator (w $^\circ$).

Wzór ten w wymienionych dwóch dniach w roku obowiązuje w każdym miejscu naszej planety. Natomiast mając na uwadze, że w dniach równonocy promienie słoneczne padają pod kątem prostym na równik, to właśnie na północ od niego Słońce jest widziane po południowej stronie nieba, a na południe od niego – po północnej.

Ćwiczenie 1

Oblicz szerokość geograficzną miejsca, w którym obserwator w dniu równonocy jesiennej widzi Słońce górujące po południowej stronie nieba na wysokości $45^\circ 10'$.

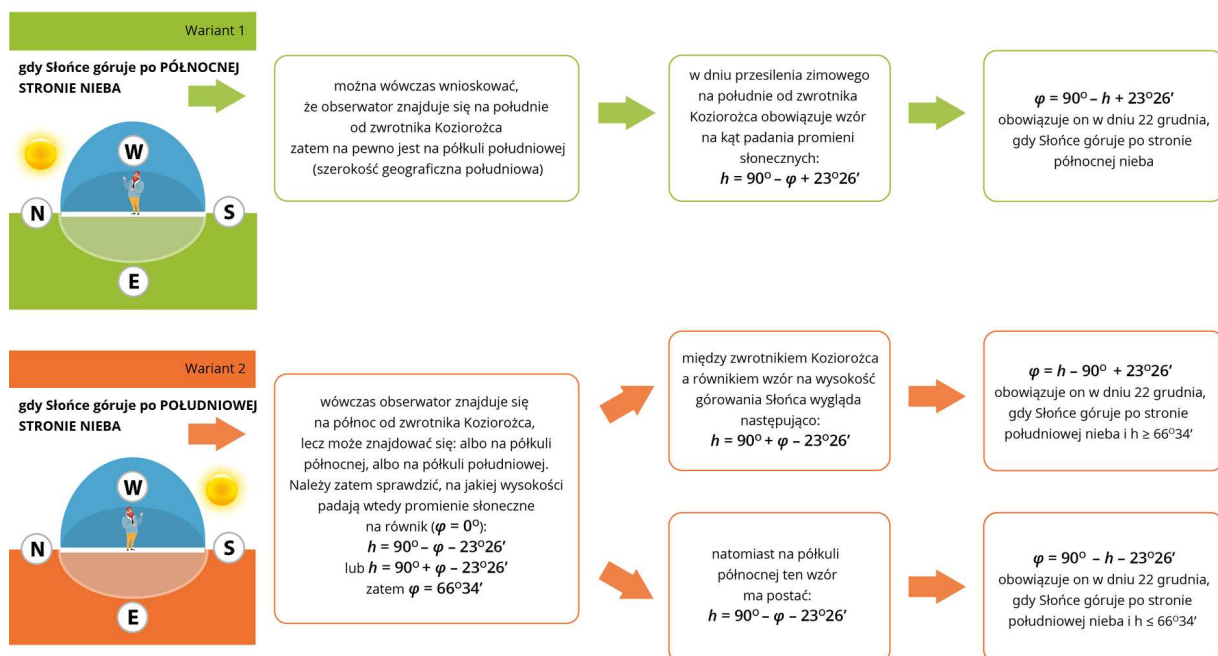
Sprawa komplikuje się bardziej w dniu przesilenia letniego. Pamiętając, że w czasie górowania promienie słoneczne padają pod kątem prostym na zwrotnik Raka, wyróżnia się na naszej planecie trzy obszary, na których obowiązują trzy różne wzory na wysokość górowania Słońca. Przekształcając je, można obliczyć szerokość geograficzną.



Obliczanie szerokości geograficznej podczas przesilenia letniego

Źródło: Englishsquare sp. z o.o., CC BY-SA 3.0, <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>, licencja: CC BY-SA 3.0.

Analizując rozpatrywane zjawiska w dniu przesilenia zimowego, należy postąpić analogicznie, pamiętając, że wówczas promienie słoneczne padają pod kątem prostym na zwrotnik Koziorożca.



Obliczanie szerokości geograficznej podczas przesilenia zimowego

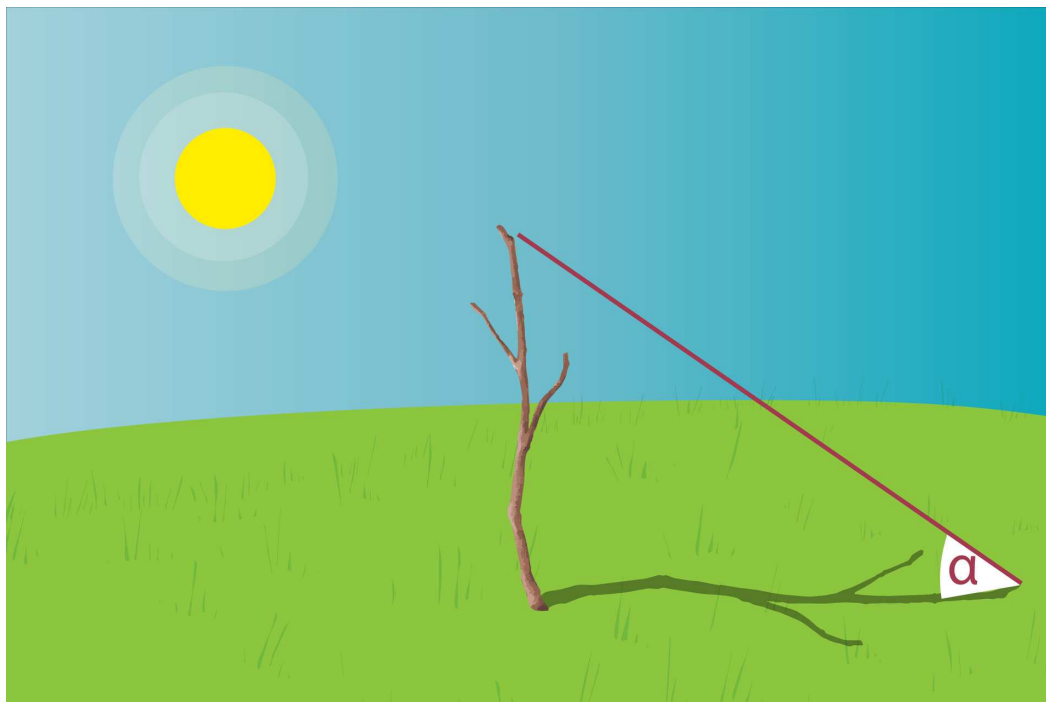
Źródło: Englishsquare sp. z o.o., CC BY-SA 3.0, <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2

Oblicz szerokość geograficzną miejsca, w którym obserwator w dniu przesilenia letniego widzi Słońce górujące po północnej stronie nieba na wysokości $79^{\circ}55'$.

Będąc w terenie, można w przybliżeniu (z dokładnością do kilku stopni) określić szerokość geograficzną miejsca, w którym się znajdujesz, w każdym z czterech charakterystycznych dni rozpoczynających pory roku (21 marca, 22 czerwca, 23 września i 22 grudnia).

W pierwszej kolejności należy stwierdzić, po której stronie góruje Słońce. Jeżeli tego nie wiesz, warto skorzystać z kompasu lub sprawdzić to za pomocą innych sposobów (np. na podstawie mchu drzew, stopnia rozbudowania konarów itp.). Następnie ważna jest wysokość górowania Słońca (kąta padania promieni słonecznych). Jednym ze sposobów zdobycia tej informacji jest wbicie w ziemię patyka (pionowo). Kiedy patyk rzuci cień, należy zmierzyć długość zarówno samego patyka, jak i cienia. W ten sposób poznasz długość dwóch boków wyznaczonego trójkąta prostokątnego. Żeby wyznaczyć szukany kąt (oznaczony na poniższym rysunku jako kąt α), należy skorzystać z funkcji tangensa. Załóżmy, że długość patyka (tej części, która wystaje ponad ziemię) wynosi 30 cm, a długość cienia - 40 cm. Z łatwością można policzyć (dzielać 30 przez 40), że $\text{tg}\alpha = 0,75$. Następnie, korzystając z tablic trygonometrycznych, które znajdziesz na przykład w internecie, lub kalkulatora naukowego, powinieneś sprawdzić wartość kąta α . Jest to około 37° . Żeby obliczyć szerokość geograficzną, wystarczy teraz skorzystać ze wzorów, które przedstawiono na powyższych grafikach.



Wyznaczanie kąta padania promieni słonecznych w celu ustalenia szerokości geograficznej miejsca, w którym znajduje się obserwator

Źródło: Englishsquare sp. z o.o., CC BY-SA 3.0, <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>, licencja: CC BY-SA 3.0.

Z zagadnieniem wysokości górowania Słońca w południe związany jest także temat wysokości jego położenia na tle sfery niebieskiej podczas **zmierchu**. Zmierzch to czas po zachodzie Słońca, kiedy Ziemię oświetla jeszcze jego światło rozproszone w atmosferze. Wyróżnia się trzy rodzaje (fazy) zmierzchu w zależności od położenia naszej gwiazdy poniżej linii horyzontu:

- **cywilny (kalendarzowy)** – faza zachodu Słońca, w której środek tarczy słonecznej znajduje się nie więcej niż 6° poniżej linii horyzontu. Wówczas pojawiają się na niebie najjaśniejsze gwiazdy i planety. Na otwartej przestrzeni (podczas bezchmurnego nieba) bez problemu można jeszcze pracować i czytać bez sztucznego oświetlenia. Koniec tej fazy jest ostatecznym momentem do przełączenia świateł dziennych na światła mijania podczas prowadzenia samochodu;
- **żeglarski (nawigacyjny)** – faza, w której środek tarczy słonecznej znajduje się między 6° a 12° poniżej linii horyzontu. O tej porze możliwe jest dość dokładne obserwowanie linii horyzontu, w tym zmierzenie kąta między horyzontem a daną gwiazdą. W czasie przesilenia letniego na północy Polski utrzymuje się on przez całą noc. Zjawisko to nazywane jest **białymi nocami** żeglarskimi;



Kompas magnetyczny

Źródło: dostępny w internecie: pixbay.com, domena publiczna.

- **astronomiczny** – faza, w której środek tarczy słonecznej znajduje się od 12° do 18° poniżej horyzontu. Jej koniec wyznacza początek nocy astronomicznej, która 22 czerwca w Polsce nie występuje.



Park Narodowy Yellowstone w Stanach Zjednoczonych

Źródło: dostępny w internecie: pixabay.com, domena publiczna.

Słownik

białe noce

cyklicznie zjawisko astronomiczne występujące na dużych szerokościach geograficznych (powyżej 57°N lub S), polegające na tym, że w pewnym okresie roku w nocy nie zapadają całkowite ciemności, a zmierzch przechodzi bezpośrednio we wschód słońca; w trakcie białych nocy Słońce chowa się pod horyzontem; zjawisko rozproszenia światła w górnych warstwach atmosfery sprawia, że niebo pozostaje jasne; na północy Polski występuje wówczas podobne zjawisko, tzw. białe noce żeglarskie, kiedy Słońce nie schodzi poniżej 12° poniżej linii horyzontu

gnomon

gr. gnomon 'przewodnik'; najstarszy instrument astronomiczny, ma postać pionowego pręta lub słupa ustawionego na podstawie

górowanie Słońca

najwyższe położenie tarczy słonecznej w ciągu doby na sklepieniu niebieskim

zenit

fr. zénith z arab. 'ścieżka nad głową'; punkt na niebie znajdujący się dokładnie nad miejscem obserwatora (kąt 90°)

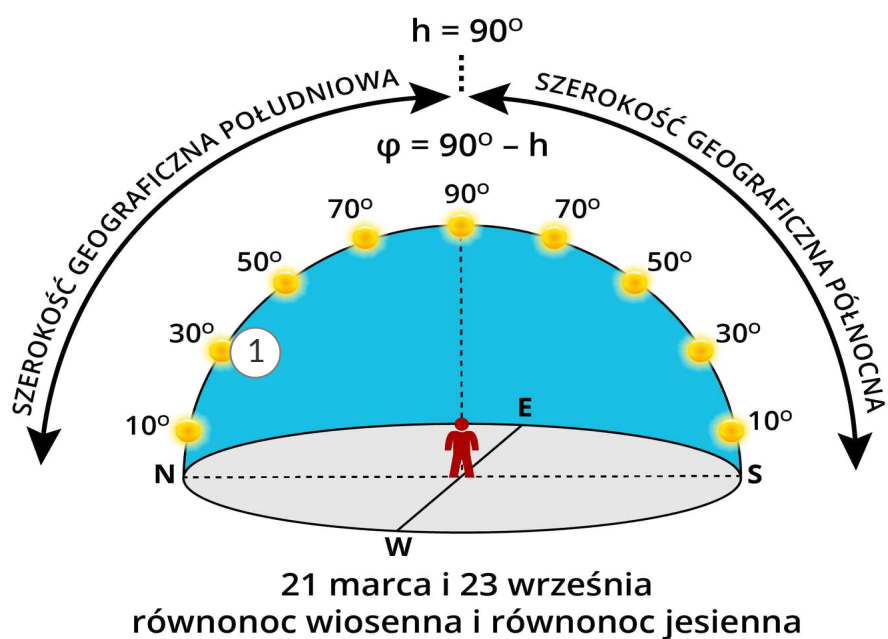
zmerch

czas po zachodzie Słońca, kiedy Ziemię oświetla jeszcze światło rozproszone w atmosferze; w zależności od położenia Słońca pod widnokretem wyróżnia się jego trzy fazy: cywilny, żeglarski i astronomiczny

Grafika interaktywna

Polecenie 1

Przeanalizuj poniższe grafiki interaktywne.



1

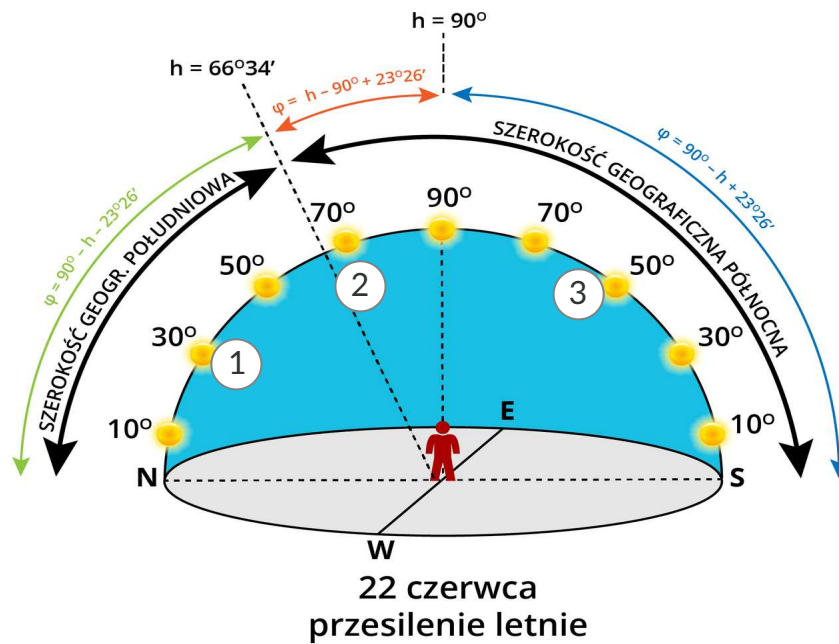
$$h = 30^\circ$$

$$\phi = 90^\circ - 30^\circ$$

$$\phi = 60^\circ$$

Słońce widoczne po północnej stronie nieba wskazuje na szerokość geograficzną południową $60^\circ S$.

Źródło: Englishsquare sp. z o.o., CC BY-SA 3.0, <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>.



1

$$h = 30^\circ$$

$$\phi = 90^\circ - 30^\circ - 23^\circ 26'$$

$$\phi = 36^\circ 34'$$

Słońce widoczne po północnej stronie nieba i jednocześnie pod kątem mniejszym niż $66^\circ 34'$ wskazuje na położenie obserwatora na półkuli południowej

$$\phi = 36^\circ 34' \text{S.}$$

2

$$h = 70^\circ$$

$$\phi = 70^\circ - 90^\circ + 23^\circ 26'$$

$$\phi = 3^\circ 26'$$

Słońce widoczne pod tak wysokim kątem (co najmniej $66^\circ 34'$) i jednocześnie po północnej stronie nieba wskazuje na położenie obserwatora na półkuli północnej

$$\phi = 3^\circ 26' \text{N.}$$

3

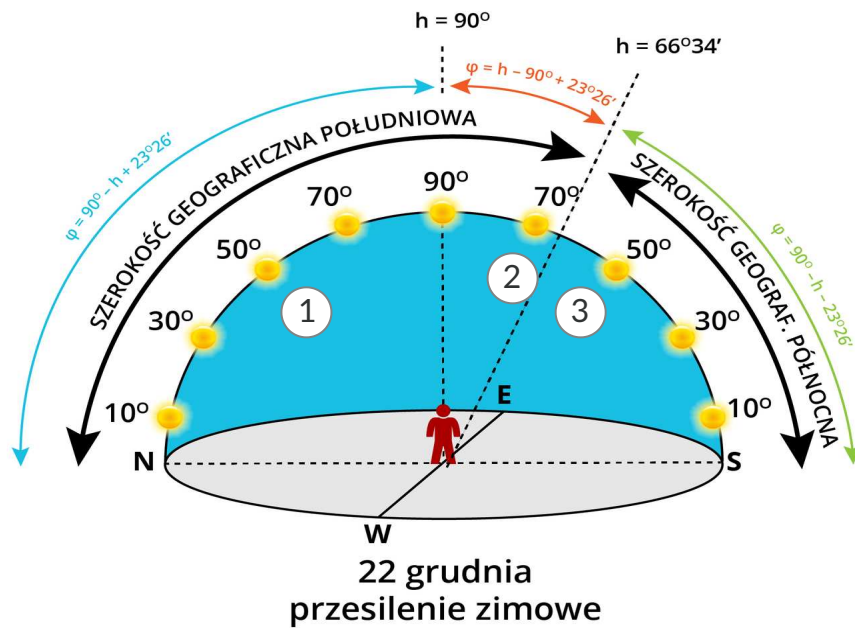
$$h = 50^\circ$$

$$\phi = 90^\circ - 50^\circ + 23^\circ 26'$$

$$\phi = 63^\circ 26'$$

Słońce widoczne po południowej stronie nieba wskazuje na położenie obserwatora na półkuli północnej

$$\phi = 36^\circ 34' \text{N.}$$



1

$$h = 50^\circ$$

$$\phi = 90^\circ - 50^\circ + 23^\circ 26'$$

$$\phi = 63^\circ 26'$$

Słońce widoczne po północnej stronie nieba wskazuje na szerokość geograficzną południową $\phi = 63^\circ 26' S$.

2

$$h = 70^\circ$$

$$\phi = 70^\circ - 90^\circ + 23^\circ 26'$$

$$\phi = 3^\circ 26'$$

Słońce widoczne po południowej stronie nieba i jednocześnie pod tak wysokim kątem (powyżej $66^\circ 34'$) wskazuje na szerokość geograficzną południową $\phi = 3^\circ 26' S$.

3

$$h = 50^\circ$$

$$\phi = 90^\circ - 50^\circ - 23^\circ 26'$$

$$\phi = 16^\circ 34'$$

Słońce widoczne po południowej stronie nieba i jednocześnie pod względnie niskim kątem (poniżej $66^\circ 34'$) wskazuje na szerokość geograficzną północną $\phi = 16^\circ 34' N$.

Ćwiczenie 1

Oblicz szerokość geograficzną miejsca, w którym obserwator (w dniu przesilenia zimowego) widzi Słońce górujące po południowej stronie nieba na wysokości $10^{\circ}36'$.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Wybierz poprawną odpowiedź.

W którym mieście Słońce góruje zawsze po północnej stronie nieba?

☐ Harare

☐ Buenos Aires

☐ Lagos

☐ Delhi

Ćwiczenie 2



Wybierz poprawne zakończenia zdania.

W dniu przesilenia letniego Słońce góruje po południowej stronie nieba:

☐ w Kapsztadzie.

☐ w Warszawie.

☐ w Los Angeles.

☐ w Nairobi.

Ćwiczenie 3



Uzupełnij zdania. Skorzystaj z podanych niżej wyrażeń.

Zmierzch cywilny bywa określany także jako zmierzch . Wówczas środek tarczy słonecznej znajduje się od 0° do poniżej linii horyzontu. możliwe jest jeszcze czytanie drobnego druku bez sztucznego oświetlenia. Bezpośrednio po tej fazie następuje zmierzch , który na Polski w połowie trwa przez całą noc.

Na otwartej przestrzeni

nawigacyjny

6°

czerwca

kalendarzowy

grudnia

południu

12°

astronomiczny

północy

żeglarski

W pomieszczeniu

Ćwiczenie 4



Dopasuj pojęcia do ich definicji.

białe noce

Faza zachodu Słońca, w której środek tarczy słonecznej znajduje się nie więcej niż 6° poniżej linii horyzontu.

zmierzch cywilny (kalendarzowy)

Faza, w której środek tarczy słonecznej znajduje się od 12° do 18° poniżej horyzontu.

zmierzch żeglarski (nawigacyjny)

Faza, w której środek tarczy słonecznej znajduje się między 6° a 12° poniżej linii horyzontu.

zmierzch astronomiczny

Zjawisko, podczas którego zmierzch przechodzi bezpośrednio w świt. Ma miejsce w dniach blisko przesilenia letniego powyżej szerokości 57° . Na północy Polski występują wówczas tzw. białe noce żeglarskie, kiedy Słońce nie schodzi poniżej 12° poniżej linii horyzontu.

Ćwiczenie 5



Korzystając z atlasu geograficznego, przyporządkuj podane miejscowości do odpowiednich kategorii.

Miejscowości, w których 22 czerwca Słońce góruje po północnej stronie nieba na wysokości większej niż $66^{\circ}34'$

Miejscowości, w których 22 grudnia Słońce góruje po południowej stronie nieba na wysokości większej niż $66^{\circ}34'$

Miejscowości, w których 22 czerwca Słońce góruje po południowej stronie nieba

Tokio

Wiedeń

Niamey

La Paz

Vancouver

Kinszasa

Manila

Bogota

Dżakarta

Ćwiczenie 6



Ćwiczenie 7



Korzystając z atlasu geograficznego, uporządkuj podane miejscowości według rosnącej kolejności wysokości górowania Słońca nad horyzontem w dniu równonocy jesiennej.

Edmonton



Rio de Janeiro



Melbourne



Murmańsk



Mbandaka

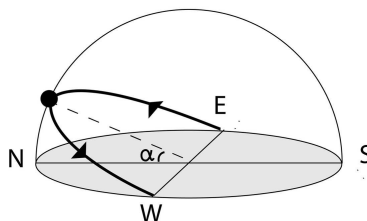


Ćwiczenie 8

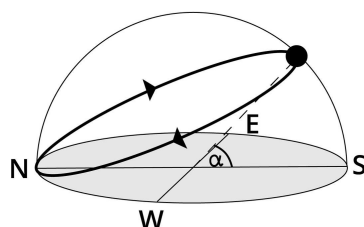


Zaznacz rycinę, która dotyczy wysokości górowania Słońca w dniu przesilenia zimowego na równiku.

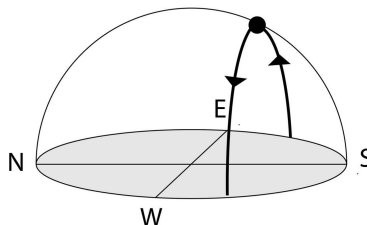
$$\alpha = 23^{\circ}26'$$



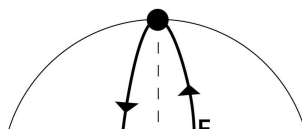
$$\alpha = 46^{\circ}52'$$

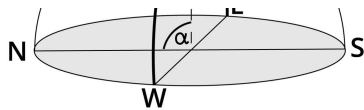


$$\alpha = 66^{\circ}34'$$



$$\alpha = 90^{\circ}00'$$





Źródło: Englishsquare sp. z o.o., CC BY-SA 3.0, <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>.

Dla nauczyciela

SCENARIUSZ LEKCJI

Imię i nazwisko autora: Monika Piechowicz-Kruk

Przedmiot: geografia

Temat zajęć: Wyznaczanie szerokości geograficznej na podstawie wysokości górowania Słońca w dniach równonocy i przesilen

Grupa docelowa: III etap edukacyjny, liceum/technikum, zakres rozszerzony, klasa I

Podstawa programowa:

Zakres rozszerzony: II. Obserwacje astronomiczne i współczesne badania Wszechświata: wysokość górowania Słońca, wyznaczanie współrzędnych geograficznych, fazy Księżyca, zaćmienia Słońca i Księżyca, osiągnięcia badawcze w eksploracji Wszechświata.

Uczeń:

2) wyznacza współrzędne geograficzne dowolnego punktu na powierzchni Ziemi na podstawie wysokości górowania Słońca w dniach równonocy i przesilen oraz obliczeń różnicy czasu słonecznego.

Kształtowane kompetencje kluczowe:

- kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji,
- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii,
- kompetencje cyfrowe,
- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.

Cele operacyjne

Uczeń:

- oblicza szerokość geograficzną na podstawie informacji o wysokości górowania Słońca i strony świata, po której ono góruje lub kierunku cienia rzucanego przez gnomon,
- wyznacza w terenie (w przybliżeniu) szerokość geograficzną miejsca, w którym się znajduje na podstawie wysokości górowania Słońca,
- rozróżnia rodzaje zmierników na podstawie informacji o wysokości Słońca na sferze niebieskiej oraz własnych obserwacji.

Strategie nauczania: konektywizm

Metody nauczania: burza mózgów, miniwykład, pogadanka, grafika interaktywna, plakaty, gadająca ściana, mapa myśli, dyskusja „za i przeciw”

Formy zajęć: praca indywidualna, praca w parach/praca w grupach, plenum

Środki dydaktyczne: tablica interaktywna/monitor dotykowy lub tablety, atlas, mapa świata, fotografie różnych typów zmiernych

Materiały pomocnicze:

- B.J. Brinkworth, *Energia słoneczna w służbie człowieka*, tłum. M. Zubrzycka-Nowak, PWN, Warszawa 1979.
- W.A. Nowak, *Oświecenie Ziemi w ujęciu graficznym z komentarzem pomocnym w nauczaniu geografii*, „Prace Geograficzne” 1981, IX.

PRZEBIEG LEKCJI

Faza wprowadzająca

- Nauczyciel dzieli uczniów na dwie grupy. Pierwszej grupie daje kartkę z zadaniem o treści: „Kiedy Słońce zawsze góruje po południowej stronie nieba? Uzasadnij swoją tezę”, a drugiej grupie: „Kiedy Słońce zawsze góruje po północnej stronie nieba? Uzasadnij swoją tezę”.
- Uczniowie, stosując metodę „burzy mózgów”, ustalają wnioski z dyskusji i zapisują na kartkach argumenty. Po 10 minutach nauczyciel rozpoczyna dyskusję do postawionej tezy: „Słońce zawsze góruje po południowej stronie nieba” i rozpoczyna dyskusję.
- Każda grupa podaje argumenty „za i przeciw”, używając mapy fizycznej świata. Nauczyciel zapisuje argumenty na tablicy.
- Po dyskusji uczniowie zapoznają się z treścią wstępu do e-materiału. Następnie razem z nauczycielem konfrontują swoje argumenty i nauczyciel kończy to ćwiczenie pogadanką.
- Po pogadance nauczyciel podsumowuje zebrane informacje i przedstawia temat lekcji. Uczniowie zapoznają się z celami lekcji.

Faza realizacyjna

- Uczniowie zapoznają się z blokiem *Przeczytaj*. Następnie nauczyciel dzieli uczniów na cztery grupy. Każda grupa wybiera lidera i opracowuje plakat metodą „mapy myśli” będący odpowiedzią do zadania o treści: „Udowodnij, że da się obliczyć szerokość geograficzną na podstawie wysokości górowania Słońca”. Uczniowie pracują z materiałem bloku tematycznego z e-materiału i wykonują zawarte tam polecenia, a wnioski zapisują na plakacie.
- Po przygotowaniu prac nauczyciel wywiesza na ścianie plakaty. Następnie uczniowie prezentują i omawiają przygotowany poster, a reszta klasy może zadawać pytania i porównywać odpowiedzi z własnymi spostrzeżeniami.

- Nauczyciel pokazuje uczniom fotografie przedstawiające różne rodzaje zmiernika. Wyjaśnia, że zjawisko to związane jest z wysokością górowania Słońca.
- Na plenum uczniowie wspólnie zapoznają się z treściami grafiki interaktywnej i rozwiązują kolejne ćwiczenia. Nauczyciel podsumowuje zebrane informacje w formie miniwykładu.

Faza podsumowująca

- Nauczyciel podsumowuje etapy lekcji, zestawiając je z założonymi celami. Wprowadza do fazy ćwiczeń na podstawie poznanego materiału. Uczniowie wykonują ćwiczenia z e-materiału.
- Omówienie wyników ćwiczeń. Nauczyciel pyta o ewentualne trudności i oczywistości w temacie oraz o to, co było nową wiedzą dla uczniów. Uczniowie dzielą się swoimi doświadczeniami.

Praca domowa

- Wybierz miejsce na mapie świata i na podstawie przykładów z lekcji oblicz jego szerokość geograficzną, zaznaczając to miejsce na schematycznej mapie świata.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania danego multimedium:

Grafika interaktywna może zostać wykorzystana podczas zajęć na temat wyznaczania długości geograficznej na podstawie obliczeń różnicy czasu słonecznego. Może posłużyć także podczas lekcji na temat skutków ruchu obrotowego Ziemi.