



Jednostki odległości w astronomii

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Symulacja interaktywna](#)
- [Audiobook](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Źródło: dostępny w internecie: Obraz [Ondřej Šponiar](#) z [Pixabay](#), domena publiczna.

Na powierzchni Ziemi odległości mierzymy w kilometrach – wszystko jedno, jak duży jest dystans. Jednak w ogromie kosmosu nawet milion kilometrów to niewiele. Z pewnością wiesz, że lot na inną planetę trwałby długie lata. Podobnie jest z prędkością – ziemskie pojęcie szybkości traci na znaczeniu w przestrzeni kosmicznej. Sonda New Horizons osiągnęła prędkość 16,5 km/s względem Ziemi, a jeszcze większe prędkości osiągają próbniki wysłane w kierunku Słońca. Na przykład sonda Helios 1 osiągnęła prędkość 96,2 km/s względem Ziemi w grudniu 1980 roku, a sonda Helios 2 w styczniu 1989 roku osiągnęła prędkość 98,9 km/s względem naszej planety. Pomimo takich prędkości czas lotu tych próbników trwa latami. Jak więc mierzyć odległości w kosmosie, by dawały się łatwo zapisać i szacować? Jakich jednostek należy używać, mówiąc o poruszaniu się w przestrzeni kosmicznej?

Twoje cele

- Wymienisz jednostki stosowane do pomiaru odległości w astronomii.
- Podasz przykłady odległości w kosmosie.
- Przeliczysz poznane jednostki odległości.

Przeczytaj

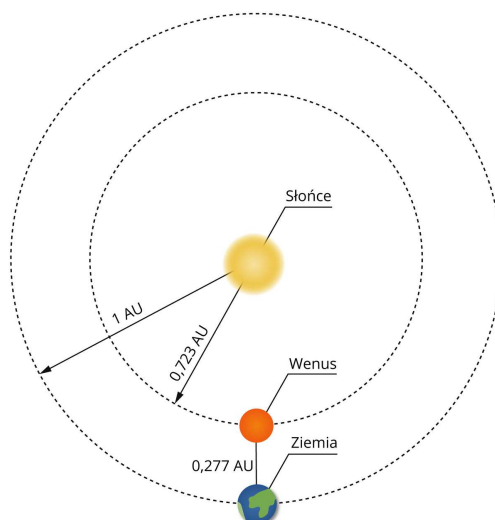
Wszechświat jest ogromny, dlatego astronomowie wprowadzili odpowiednie jednostki odległości, aby łatwiej je wyrażać. Należą do nich: jednostka astronomiczna (AU), rok świetlny (ly) i parsek (pc).

Jednostka astronomiczna (ang. astronomical unit) – AU, au

1 jednostka astronomiczna (1 AU) to średnia odległość między Ziemią a Słońcem (1 AU = 149 597 870 km). Za pomocą tej jednostki określa się odległości w Układzie Słonecznym – jednostka jest bardzo obrazowa, pozwala wyobrazić sobie odległości do ciał niebieskich jako wielokrotność odległości Ziemia – Słońce. Światło potrzebuje na przebycie 1 AU ok. 8 minut i 20 sekund. Stałą wartość 1 AU (149 597 870 700 metrów) ustaliła Międzynarodowa Unia Astronomiczna podczas spotkania w Pekinie w drugiej połowie 2012 roku.

Przykładowe odległości:

- od Ziemi do Słońca - 1 AU,
- od Ziemi do Księżyca - 0,0026 AU,
- od Słońca do Marsa - 1,52 AU,
- od Słońca do Jowisza - 5,20 AU.



Schemat przedstawiający odległość Ziemia – Wenus – Słońce wyrażoną w AU

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

Rok świetlny (ang. light year) – ly

Rok świetlny to odległość, jaką przebywa światło w próżni w ciągu roku. Światło rozchodzi się z ograniczoną szybkością równą 299 792 458 m/s. W ciągu sekundy pokonuje więc ok. 300 000 km. W ciągu roku przebywa zatem:

$$300\,000 \text{ (km)} \times 24 \text{ (godzin w dobie)} \times 60 \text{ (minut w godzinie)} \times 60 \text{ (sekund w minucie)} \times 300\,000 \text{ (prędkość światła)} = 9\,460\,800\,000 \text{ km}$$

(przyjmujemy, że jest to ok. 9,5 bln km).

Ta odległość to właśnie 1 rok świetlny (1 ly). Odpowiada to ok. 63 239 AU. Skalą opartą na prędkości światła można opisać odległość do każdego, nawet najbardziej oddalonego w kosmosie ciała niebieskiego. Przykładowe odległości:

- odległość Ziemia – Księżyc: 1,3 sekundy świetlnej,
- odległość Ziemia – Słońce: 8 minut świetlnych,
- odległość do granic Układu Słonecznego: 11 godzin świetlnych,
- odległość do najbliższej gwiazdy (poza Słońcem) Proximy Centauri: 4,22 lat świetlnych,
- średnica naszej galaktyki (Drogi Mlecznej): 100 000 ly,
- odległość do Galaktyki Andromedy: 2,2 mld ly.

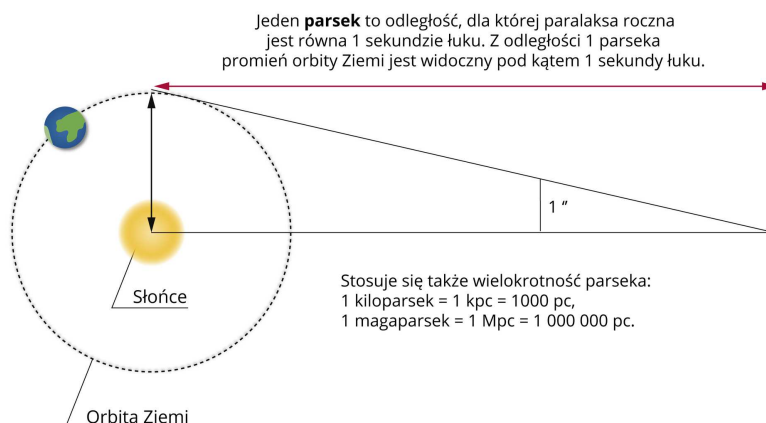


Rok świetlny

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

Parsek – PC, pc

Odległość, z jakiej połowa wielkiej osi orbity ziemskiej (czyli 1 AU) jest widoczna jako łuk o długości 1 sekundy kątowej. W ciągu roku Ziemia okrąży Słońce po swojej orbicie i z Ziemi obserwujemy gwiazdy bliskie na tle gwiazd dalszych pod innym kątem latem, a pod innym zimą (zjawisko [paralaksy](#)). Gdy różnica w położeniu bliskiej gwiazdy latem i zimą wynosi 1 sekundę kątową (1/3600 stopnia), oznacza to, że znajduje się ona w odległości 1 parseka. To odległość równa 3,2616 ly, czyli 206 265 AU (30,9 bln km). Odległość wyrażona w parsekach jest odwrotnością paralaksy heliocentrycznej danego obiektu (wyrażonej w sekundach łuku).



Parsek i jego wielokrotności

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

Gwiazda znajduje się w odległości jednego parseka od Słońca, jeżeli jej paralaksa heliocentryczna wynosi 1 sekundę łuku. Gwiazda znajdująca się dwa razy dalej będzie miała paralaksę dwukrotnie mniejszą, a trzykrotnie dalej – trzykrotnie mniejszą. Dla przykładu paralaksa gwiazdy Aldebaran wynosi 0,05^{''} (sekundy łuku) i jest 20 razy mniejsza od 1 sekundy łuku (1^{''}/0,05^{''}). To oznacza również, że odległość tej gwiazdy od Słońca jest 20 razy większa od odległości 1 parseka (pc), czyli wynosi 20 pc.

Redshift (z)

Jest to jednostka używana przez astronomów. Jej skala opiera się na założeniu, że ciało niebieskie tym dalej jest od nas, im szybciej się oddala. Jego szybkość oddalania się można wyznaczyć za pomocą efektu Dopplera (tak jak sygnał oddalającej się karetki jest niższy niż zbliżającej się, tak widmo oddalających się ciał niebieskich jest poczerwienione, a zbliżających się – bardziej niebieskie) – im większe przesunięcie ku czerwieni wykazuje obiekt, tym jest dalej. Najdalsze obiekty wykazują redshift o wartości 10 ($z = 10$).

Słownik

Aldebaran

najjaśniejsza gwiazda gwiazdozbioru Byka

paralaksa

zjawisko pozornej zmiany położenia obiektu na sferze niebieskiej względem dalszych obiektów wynikające ze zmiany miejsca obserwacji spowodowanej przemieszczeniem się obserwatora

sonda New Horizons

sonda kosmiczna amerykańskiej agencji NASA, której celem było zbadanie Plutona (planety karłowatej na krańcach Układu Słonecznego), jego księżycy Charona oraz co najmniej jednego innego obiektu pasa Kuipera; sonda wystartowała 19 stycznia 2006 roku, nie została jednak wprowadzona na orbitę Plutona, przeleciała obok niego 14 lipca 2015 roku

sonda Helios 1

pierwsza amerykańsko-zachodnioniemiecka misja badająca przestrzeń pomiędzy Słońcem a Ziemią oraz wpływ Słońca na tę przestrzeń; została wystrzelona 10 grudnia 1974 z kosmodromu Cape Canaveral na Florydzie; 15 marca 1975 przeleciała w odległości niecałych 47 milionów km od Słońca (ok. 0,3 AU) z prędkością 252 792 km/h

sonda Helios 2

wystrzelona 15 stycznia 1976 roku z kosmodromu Cape Canaveral na Florydzie; podobnie jak Helios 1 została umieszczona na orbicie heliocentrycznej; sonda Helios 2 przeleciała około 3 miliony kilometrów bliżej Słońca niż Helios 1, osiągając peryhelium 17 kwietnia 1976 roku w odległości 43,432 mln km (0,29 AU)

Symulacja interaktywna

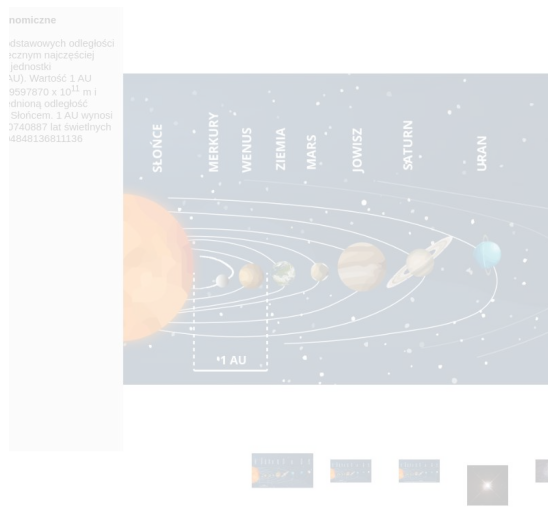
Polecenie 1

Na podstawie symulacji interaktywnej oblicz odległość od Ziemi do Plutona.

Polecenie 2

Oblicz odległość od Neptuna do Słońca. Wynik podaj w jednostkach astronomicznych oraz latach świetlnych.

Symulacja 1



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DCx2DoGcQ>

Jednostki astronomiczne

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

Audiobook

Polecenie 1

Zapoznaj się z nagraniem, a następnie wymień korzyści i ewentualne mankamenty związane z używaniem specjalnych jednostek astronomicznych.

Polecenie 2

Wyjaśnij w jakim celu wprowadzono jednostkę parsek do określania odległości w przestrzeni kosmicznej.

Jednostki odległości w astronomii

Geneza słowa parsek pochodzi od słów paralaksa i sekunda. Z uwagi na fakt, że po ustaleniu kąta paralaksy można również określić odległość od danej gwiazdy za pomocą zasad trygonometrii, odcinek od Słońca do gwiazdy o kącie paralaksy równym 1 sekundzie kątowej został zatwierdzony jako jednostka i nazwany parsekiem przez Turnera w 1913 roku.

„Pojęcie paralaksy jest związane z ruchem obrotowym Ziemi (paralaksa dobową), ze zmianą szerokości geograficznej obserwatora (paralaksa geocentryczna południkowa) czy związana z ruchem Ziemi po orbicie wokółsłonecznej (paralaksa roczna). Definicja podaje, że 1 parsek (pc) to odległość, z której połowa wielkiej osi orbity ziemskiej jest widoczna jako łuk o długości 1 sekundy. Odległość ta jest odwrotnością paralaksy heliocentrycznej danego ciała. Parsek jest obecnie określany skrótem pc, wcześniej był to skrót ps. Skrót ps dziś nie jest wskazany ze względu na zbieżność ze skrótem dla pikosekundy”.

Wprowadzenie jednostki parseka umożliwiło i usprawniło opisywanie bardzo dużych odległości od ciał niebieskich czy obiektów astronomicznych.

„Jeden parsek to w przybliżeniu 3,2616 roku świetlnego, co w przybliżeniu daje $3,086 \cdot 10^{16}$ m. Jednostkami pochodnymi są kiloparsek (kpc), który jest równy 10^3 parsekom. Wyróżnia się jeszcze w astronomii pozagalaktycznej i kosmologii takie

jednostki jak megaparsek (Mpc), czyli 10^6 parseków, i gigaparsek (Gpc) o wartości równej 10^9 parseków.

Parsek należy do układu jednostek astronomicznych. Jednostka astronomiczna z kolei służy do określania odległości w obrębie Układu Słonecznego i jest ona określona jako średnia odległość Ziemi od Słońca (149 597 870 700 m), natomiast parsek używany jest jako określenie odległości w stosunku do gwiazd. W astronomii galaktycznej stosuje się również miliparsek (mpc), który jest równy 10^{-3} pc, i kiloparsek (kpc) z równowartością 10^3 pc”.

Parsek jest jednostką miary, która równa się 20 trylionom mil oraz 31 trylionom kilometrów czy 206 264 odległościom Ziemi od Słońca. Wprowadzenie jednostki parseka pozwoliło na dokładniejsze określenie odległości wcześniej nienazwanej w odległych galaktykach. Jednak do określenia odległości przy pomiarach w układach planetarnych stosuje się jednostki astronomiczne (AU).

W przypadku tej jednostki 1 kilometr to 0,0000000006684587 AU, 1 rok świetlny z kolei to 63241 AU, w przypadku 1 parseka to 206 265 AU. Przykładowe odległości podane za pomocą jednostki astronomicznej to na przykład odległość Księżyca od Ziemi równa 0,0026 AU oraz z Jowisza do Słońca – 5,2 AU.

„Niestety w przypadku dużych odległości jak na przykład odległość Słońca do Proxima Centauri 268 000 AU, przy czym Słońce oddalone jest od centrum Drogi Mlecznej o około 1 700 000 AU, napotykamy niedogodności używania jednostek astronomicznych w podawaniu i obliczaniu większych odległości. Dlatego też wniosek Turnera w XIX wieku szybko został zaakceptowany przez Akademię Królewską i rozpoczęto stosowanie parseka do podawania odległości dużych, co pozwoliło ułatwić zapis tych odległości. Parsek pozwolił na ujednoczenie stosowanych jednostek i zarazem ich skrócenie”.

Dla nauczyciela

SCENARIUSZ LEKCJI

Imię i nazwisko autora: Anna Ruszczyk

Przedmiot: geografia

Temat zajęć: Jednostki odległości w astronomii

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

PODSTAWA PROGRAMOWA

Zakres podstawowy: II. Ziemia we Wszechświecie: Ziemia jako planeta, następstwa ruchów Ziemi, ciała niebieskie, Układ Słoneczny, budowa Wszechświata.

Uczeń:

4. charakteryzuje budowę Wszechświata oraz stan jego poznania;
5. kształtuje wyobrażenie o ogromie i złożoności Wszechświata, obserwując ciała niebieskie na zdjęciach i mapach kosmosu, prowadzi obserwacje gwiazdozbiorów nieba północnego, dostrzega piękno i harmonię Wszechświata oraz Ziemi widzianej z kosmosu.

Kształtowane kompetencje kluczowe:

- kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji,
- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii,
- kompetencje cyfrowe.

Cele operacyjne

Uczeń:

- wymienia i charakteryzuje jednostki stosowane do pomiaru odległości w astronomii,
- podaje przykłady odległości w kosmosie,
- przelicza poznane jednostki odległości.

Strategie nauczania: konstruktywizm, konektywizm

Metody nauczania: pogadanka, dyskusja, plakat, metody operatywne (praca z e-materiałem – z tekstem, audiobookiem i symulacją interaktywną)

Formy zajęć: praca indywidualna, praca grupowa, praca zbiorowa

Środki dydaktyczne: tablica interaktywna/monitor dotykowy/tablety, e-materiał, podręcznik

Materiały pomocnicze:

E. Rybka, *Astronomia ogólna*, PWN, Warszawa 1978.

PRZEBIEG LEKCJI

Faza wprowadzająca

- Nauczyciel wprowadza uczniów w tematykę zajęć – pogadanka na temat wielkości Wszechświata, przypomnienie teorii Wielkiego Wybuchu i rozszerzania się Wszechświata.
- Następnie nauczyciel przedstawia temat i cele lekcji.

Faza realizacyjna

- Nauczyciel inicjuje kolejną pogadankę. Zadaje pytania, w jaki sposób astronomowie poznają Wszechświat i jak dokonują pomiarów. Uczniowie dzielą się swoją wiedzą na ten temat.
- Nauczyciel dzieli uczniów na grupy – każda z nich na podstawie e-materiału opracowuje informacje na temat stosowanych w astronomii jednostek do pomiaru odległości we Wszechświecie.
- Uczniowie na forum klasy wymieniają się poznanymi informacjami.
- Nauczyciel w razie potrzeby wspiera uczniów, wyjaśnia trudniejsze treści.
- Następnie grupy otrzymują arkusz papieru, a ich zadaniem jest narysowanie na plakacie modelu Układu Słonecznego (z zastosowaniem poznanych jednostek).
- Uczniowie szukają informacji o odległościach między planetami, dobierają jednostki, starają się zachować właściwe proporcje na plakacie.
- Uczniowie prezentują swoje prace.
- Dyskusja – czy można zachować jednolitą skalę, rysując rozmieszczenie obiektów we Wszechświecie? Czy podając odległości w Układzie Słonecznym, musimy używać parseka? Do czego potrzebny jest parsek?

Faza podsumowująca

- Nauczyciel podsumowuje etapy lekcji, zestawiając je z założonymi celami.
- Następnie nauczyciel zapoznaje uczniów z symulacją interaktywną i audiobookiem – uczniowie indywidualnie wykonują polecenia zawarte w tej części e-materiału.
- Uczniowie omawiają wykonane ćwiczenia, zgłaszają swoje wątpliwości. Nauczyciel ocenia pracę uczniów.

- Uczniowie dzielą się swoimi doświadczeniami – co było łatwe, trudne, ciekawe, jakie są możliwości zastosowania zdobytej wiedzy.

Praca domowa

- Wybierz jedną z najjaśniejszych gwiazd we Wszechświecie – określ jej położenie (np. galaktyka, gwiazdozbiór). Podaj odległości do tej gwiazdy z Ziemi i od Słońca (zastosuj poznane na lekcji jednostki).

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania danego multimedium

- Symulację interaktywną i audiobooka można wykorzystać na lekcjach dotyczących działu II – Ziemia we Wszechświecie, zakres podstawowy II. 1), II. 3) oraz na lekcji powtórzeniowej z działu II również w zakresie rozszerzonym.