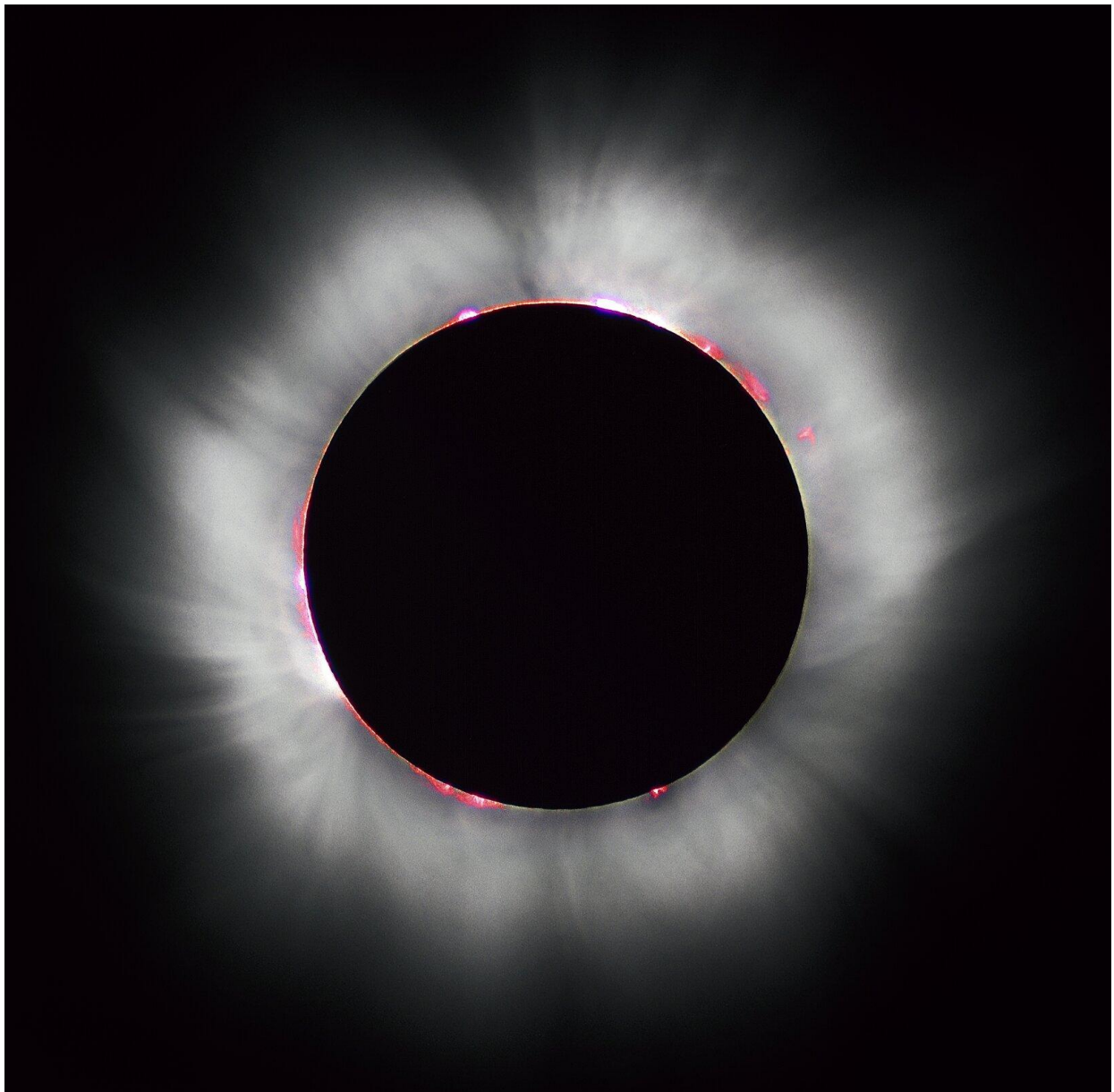


Dzień dobry

Dzisiejszym tematem lekcji będą: Jak daleko jest do planet, Słońca i gwiazd?

Zrób krótką notatkę z poniższej lekcji, która znajduje się na końcu zagadnienia w kolorze czerwonym

Kiedy patrzymy na niebo, to odnosimy wrażenie, że wszystkie obiekty, które na nim widzimy znajdują się w jednakowej odległości od Ziemi. Już w starożytności przyjmowano, że wszystkie obiekty widoczne na niebie leżą na powierzchni sfery niebieskiej. Ówczesni badacze uważali, że między sferą gwiazd stałych a Ziemią krążą ciała niebieskie, takie jak planety, Słońce i Księżyc. Ten ostatni często zakrywał gwiazdy, więc musiał być bliżej. Komety przez wiele stuleci uważano za obiekty występujące w atmosferze Ziemi (tzw. wyziewy Ziemi, które były groźne dla człowieka, ponieważ niosły za sobą zarazy, głód i wojny). Jak dzisiaj wyznaczamy odległości w kosmosie? Odpowiedź na to pytanie będzie tematem tej lekcji.

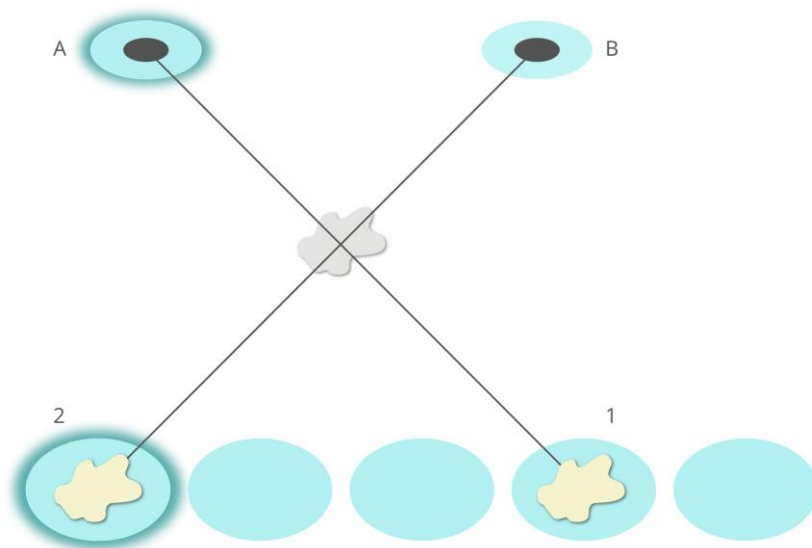


Podczas niektórych zaćmień całkowitych Słońca obserwator na Ziemi ogląda tarczę Księżyca idealnie zakrywającą tarczę Słońca. Dzięki temu możliwe jest obserwowanie korony słonecznej, czyli najbardziej zewnętrznej części atmosfery słonecznej

1. Na czym polega zjawisko paralaksy

Skąd wiemy, jak daleko od nas znajduje się jakaś rzecz? Pomińmy przedmioty znajdujące się w naszym najbliższym otoczeniu i zajmijmy się oceną odległości od domów, drzew, samolotów. Wykorzystujemy tu właściwości atmosfery i oka – im dalej znajduje się dany obiekt, tym bardziej jest on zamglony. Ma również mniejsze rozmiary kątowe. Jeśli przedmiot znajduje się blisko nas, widzimy dużo szczegółów, jeśli daleko – tylko ogólny zarys. Na ogół widzimy przedmioty i z bliska, i z daleka, dzięki czemu mamy skalę porównania. Brakuje nam jej jednak w odniesieniu do Księżyca, Słońca i gwiazd, gdyż są one zbyt daleko. Gwiazdy (poza Słońcem) widzimy jako punkty niezależnie od tego, w jakiej odległości się od nas znajdują. Warto wspomnieć, że głównymi przeszkodami w rozwoju astronomii obserwacyjnej były: brak możliwości pomiaru odległości i nieuwzględnienie skutków ruchu obrotowego Ziemi.

W wyznaczaniu odległości pomocne okazało się [zjawisko paralaksy](#). Na rysunku poniżej widać, że gdy patrzymy z punktu A, chmurkę widzimy w miejscu, oznaczonym jako 1, a gdy patrzymy z punktu B – widzimy ją w zupełnie innym miejscu (oznaczonym jako 2). Przesunięcie obserwatora z punktu A do B powoduje przesunięcie obrazu obiektu oglądanego przez tego obserwatora z położenia 1 do 2.



Gdy przesuwamy się z punktu A do punktu B, to przedmiot obserwacji ulega pozornemu przemieszczeniu (w stosunku do przedmiotów bardziej oddalonych)

To zjawisko przeważnie jest niekorzystne. Jest np. źródłem błędu odczytu wielkości fizycznych za pomocą mierników wskazówkowych. Gdy odczytujemy położenie wskazówki na tle skali, to oko umieszczone w punkcie A widzi inną wartość niż oko znajdujące się w położeniu B. Podobny błąd popełniamy, kiedy odczytujemy temperaturę na skali termometru.

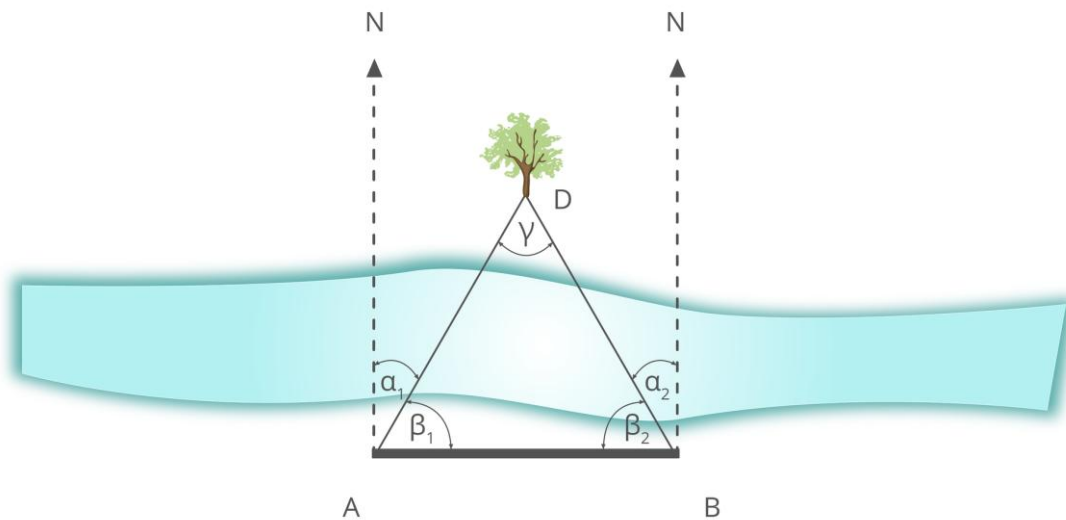
Błąd spowodowany zjawiskiem paralaksy pojawia się również w niektórych aparatach fotograficznych – zarejestrowany obraz jest przesunięty w stosunku do tego, co widzieliśmy w wizjerze.

Przesunięć gwiazd, które znajdują się bliżej Ziemi w stosunku do tych bardziej oddalonych spodziewano się od momentu ogłoszenia teorii Kopernika. W wyniku ruchu Ziemi dookoła Słońca powinniśmy obserwować przesuwanie się bliższych gwiazd na tle dalszych. Jednak niczego takiego w tamtych czasach nie stwierdzono. Dlaczego?

Przyjrzyjmy się uważnie rysunkowi powyżej. Gdyby przyjąć, że odległość AB to średnica orbity Ziemi (czyli – w ujęciu teorii Kopernika – okręgu, po jakim nasza planeta porusza się dookoła Słońca), to przesunięcie ciała niebieskiego (naszej chmurki) na tle oddalonego obiektu jest tym

mniejsze, im dalej ten obiekt się od nas znajduje. Przy bardzo dużych odległościach przesunięcie będzie niemierzalne. Wszystko zależy więc od dokładności pomiarowej użytych przyrządów (a ściślej – dokładności pomiaru małych kątów).

Co nam daje znajomość geometrii, czyli jak zmierzyć odległość do obiektów, do których nie można dotrzeć?



Jak wyznaczyć odległość do drzewa?

Po drugiej stronie rzeki znajduje się drzewo. W jakiej odległości od nas się ono znajduje?

Na brzegu rzeki, na którym stoimy, wyznaczamy tzw. bazę AB – odcinek o długości kilkunastu lub kilkudziesięciu metrów (im dalej od nas znajduje się drzewo, tym dłuższy powinien być ten odcinek).

Kiedy znajdujemy się w punkcie A, mierzymy kąt między kierunkiem północnym a kierunkiem, w jakim spoglądamy patrząc na drzewo. Czynność tę powtarzamy, kiedy znajdujemy się w punkcie B. Kierunek północny wyznaczony w punkcie A jest równoległy do kierunku północnego wyznaczonego w punkcie B; oba te kierunki są prostopadłe do odcinka AB. Ten ostatni warunek nie jest konieczny, ale ułatwi rozumowanie tym, którzy jeszcze nie polubili geometrii.

Z pomiarów znamy wartości kątów α_1 i α_2 . Z prostych zależności obliczamy wartości

kątów β_1 i β_2 w trójkącie ABD i wartość kąta γ . Znamy zatem wartości wszystkich kątów w tym trójkącie i długość jednego boku. Pozwala to obliczyć długości pozostałych boków.

Notatka

- Zjawisko paralaksy heliocentrycznej (czyli pozornego przesuwania się gwiazd znajdujących się bliżej Ziemi w stosunku do tych dalszych, co jest wynikiem zmiany położenia obserwatora) pozwoliło potwierdzić teorię Kopernika i wyznaczyć odległości do najbliższych gwiazd.
- W astronomii używane są różne jednostki, za pomocą których wyraża się odległość do gwiazd lub planet. W Układzie Słonecznym najwygodniejszą jednostką jest jednostka astronomiczna (1 AU), równa średniej między Ziemią a Słońcem, czyli 149

mln 600 000 km. Astronomowie używają jednostki zwanej parsekiem (skrót od wyrażenia **paralaksa sekundowa**). Kąt paralaksy dla gwiazdy odległej o 1 parsek (1 pc) wynosiłby 1". W życiu codziennym często używa się jednostki zwanej rokiem świetlnym (1 ly). Jest to odległość, jaką światło przebywa w próżni w ciągu jednego roku.

- Do wyznaczenia odległości obiektów znajdujących się stosunkowo blisko Ziemi, takich jak Księżyc czy planety Układu Słonecznego, wystarczają dwa punkty na Ziemi. Zmiana położenia obserwatora o kilka czy kilkanaście tysięcy kilometrów wystarczy do wykazania zjawiska paralaksy i wyznaczenia odległości.