

Materiały edukacyjne – Tranzyt Wenus 2012

Zestaw 3. Paralaksa

Zadanie 1. Paralaksa czyli zmiana

Paralaksa to zjawisko pozornej zmiany położenia obiektu oglądanego z dwóch kierunków. W praktyce najłatwiej zobaczyć zmianę położenia na tle innych, odległych obiektów. Jak zobaczyć paralaksę?

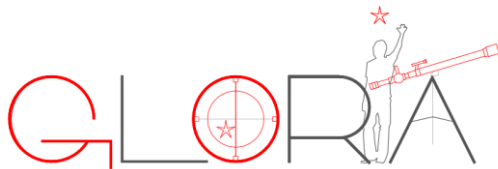
- a) Wyciągnij rękę jak najdalej od siebie z palcem wskazującym (drugi od kciuka) wyciągniętym do góry. Popatrz na niego na przemian raz lewym a raz prawym okiem. Co zauważyłaś/-eś?
- b) Powtórz eksperyment przesuując rękę bliżej oczu. Co się zmieniło?

Przesunięcie obrazu palca wskazującego na tle innych przedmiotów to właśnie paralaksa. Mierzona jest ona w stopniach. Im bliżej nas znajduje się obiekt (palec wskazujący) tym kąt paralaksy jest większy.

- c) Znajdź duży zegar ścienny ze wskazówkami. Popatrz na wskazówkę minutową. Odczytaj godzinę na zegarze patrząc na wprost zegara i stojąc obok zegara. Dlaczego odczytana godzina odczytana z dwóch miejsc się różni?
- d) Jadąc samochodem, autobusem, pociągiem lub innym środkiem lokomocji przyjrzyj się obiektom za oknem. Spójrz najpierw na te bliżej Ciebie (np. drzewa wzdłuż drogi) a następnie te znajdując się daleko. Które z nich zdają się przemieszczać szybciej? Dlaczego się tak dzieje?

Paralaksą geocentryczną nazywamy paralaksę, której bazą jest promień Ziemi, czyli taką, którą mierzymy z punktów odległych od siebie o promień Ziemi. Wyznaczamy ją np. dla planet Układu Słonecznego, Księżyca czy też sztucznych satelitów Ziemi. Ich położenia mierzymy na tle odległych gwiazd.

Satelitę, który krąży po orbicie kołowej przebiegającej nad równikiem Ziemi, w taki sposób, że stale znajduje się nad wybranym punktem równika, nazywamy satelitą geostacjonarnym. Satelity te krążą na orbitach znajdujących się na wysokości 35 786 km nad równikiem czyli 42 160 km od środka Ziemi.



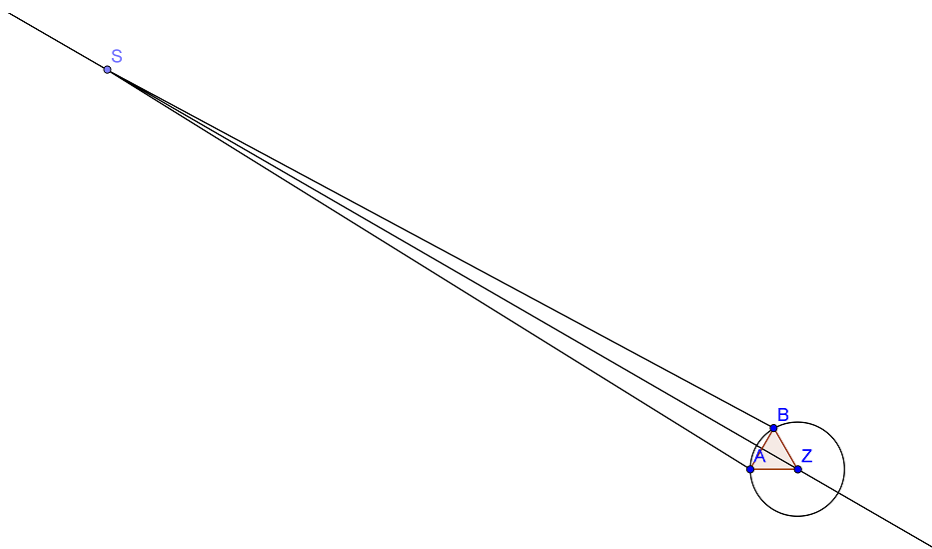
Zadanie 2. Satelita geostacjonarny

- a) Oblicz kąt paralaksy dla satelity geostacjonarnego.

Podpowiedź: Oblicz kąt ASB na Rysunku 1. Skorzystaj ze wzoru na paralaksę

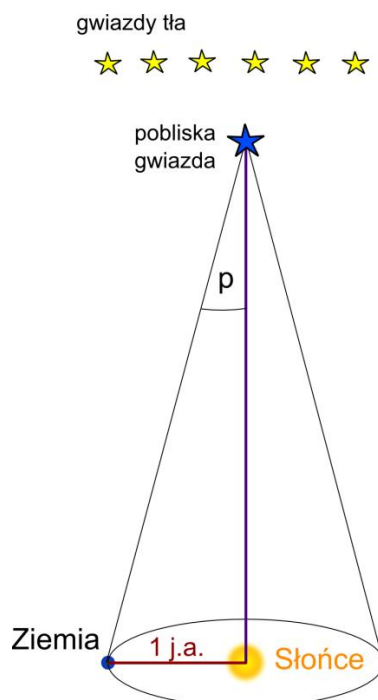
$$\pi'' = 206265 R/D$$

gdzie R to baza, czyli promień Ziemi, a D odległość obiektu, którego paralaksę wyznaczamy od środka Ziemi. W ten sposób obliczysz paralaksę mierzoną w sekundach łuku. W celu wyrażenia tego małego kąta w radianach zastosuj wzór $\pi = R/D$ (1 radian to około 206265 sekund łuku).



Rysunek 1. Paralaksa geocentryczna satelity geostacjonarnego. Trójkąt ABZ jest trójkątem równobocznym o promieniu równym promieniowi Ziemi.

Paralaksa geocentryczna jest wygodna do pomiarów odległości w Układzie Słonecznym. Jednak aby pomierzyć ją dla najbliższych Słońcu gwiazd, trzeba odwołać się do większej bazy niż promień Ziemi. Wtedy za bazę obieramy jedną jednostkę astronomiczną, czyli średnią odległość Ziemia – Słońce (149,6 mln km). Mierzmy wtedy położenie danej gwiazdy na tle odległych gwiazd (czyli nie wykazujących mierzalnej paralaksy) w dwóch momentach czasu, gdy Ziemia jest na przeciwnych miejscach na swojej orbicie. Otrzymujemy wtedy podwojony kąt paralaksy ($2p$). Jest on na tyle mały, że wyrażamy go w sekundach łuku. Kąt paralaksy oznaczamy tradycyjnie symbolem π'' .



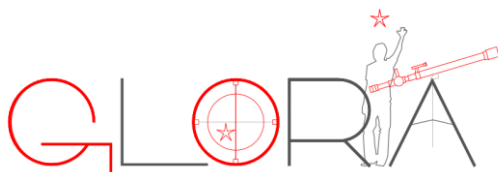
Rysunek 2. Paralaksa heliocentryczna (p – kąt paralaksy).

Zadanie 3. Paralaksa heliocentryczna – odległości do gwiazd

Z pomocą podanej paralaksy heliocentrycznej oblicz odległości znanych pobliskich gwiazd w parsekach i latach świetlnych (w skrócie l.św.). Jeden parsek to odległość z jakiej jedną jednostkę astronomiczną (w skrócie j.a.) widać pod kątem jednej sekundy łuku, czyli odległość, z jakiej obiekt o średnicy równej średniej odległości Ziemi od Słońca miałby rozmiary jednej sekundy łuku na niebie. Jeden z obiektów jest „Gwiazdą X” wymyśloną przez autorów zadania.

Podpowiedź: Ponieważ im dalej znajduje się gwiazda, tym mniejszy jej kąt paralaksy, skorzystaj z proporcji. Jeden rok świetlny to odległość, jaką światło pokonuje w ciągu roku (9,6 biliona kilometrów), a 1 parsek = 3,26 l.św. = 206 265 j.a.

Gwiazda	π''	d [parseki]	d [l.św.]
α Centauri	0,742		
Gwiazda Barnarda	0,549		
Syriusz	0,379		
Procyon	0,286		
Wega	0,129		
Arktur	0,089		
Aldebaran	0,050		
Kłos	0,012		
Gwiazda X	1,000		



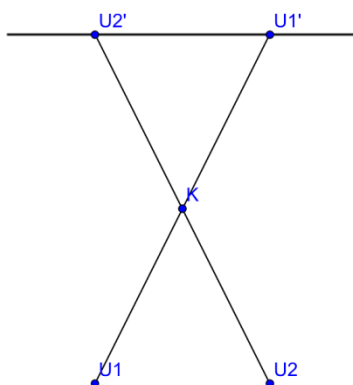
Zadanie 4. Kreda i tablica

W klasie znajduje się jedna tablica i dwa rzędy ławek. W ramach doświadczenia jeden uczeń przytrzymuje ręką kredę (lub flamaster) na środku tablicy. Drugi uczeń trzyma w ręku kredę 1-2 metry przed tablicą w taki sposób, aby widział ją na tle kredy dotykającej środka tablicy. Uczniowie z prawego i lewego rzędu ławek obserwują obie kredy – ta dotykająca tablicy jest dla wszystkich widoczna na tle tego samego miejsca tablicy, a ta przed tablicą w różnych miejscach w zależności od położenia uczniów. Uczniowie rysują w przybliżeniu punkty na tablicy na tle których widzą kredę z ławek.

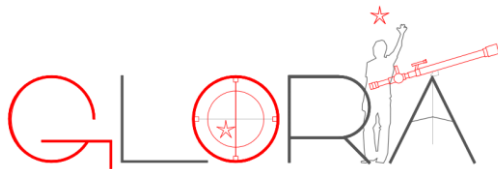
W jaki sposób położenie narysowanych punktów względem środka tablicy zależy od:

- rzędu ławek i miejsca w ławce,
- odległości ławek od tablicy?

Następnie uczniowie z pierwszych ławek (lewej i prawej) łączą nitką narysowane przez siebie punkty na tablicy z miejscami, z których patrzyli na kredę. Patrząc od strony uczniów, uczeń z lewej strony lewej ławki i uczeń z prawej strony prawej ławki zostają na swych miejscach przytrzymując końcówki dwóch sznurków. Dwóch pozostałych uczniów z pierwszych ławek chwyta za drugie końce nitek i przytrzymuje je (lub przykleja taśmą) na odpowiednich punktach narysowanych wcześniej na tablicy. Dwie nitki krzyżują się tam gdzie uczeń stojący 1-2 m przed tablicą trzymał kredę, która była punktem odniesienia. Uczniowie mierzą kątomierzem kąt $U_1KU_2 = U_2'KU_1'$ między krzyżującymi się nitkami (Rysunek 3) – ten kąt nazywamy kątem paralaksy.



Rysunek 3. Pomiar kąta paralaksy w klasie



Zadanie 5. Paralaksa drzewa

Wyznacz w podobny sposób jak w Zadaniu 4 kąty paralaksy obserwowanego przez siebie drzewa lub prętu w zależności od przyjętych punktów obserwacyjnych – różnych położen względem punktu odniesienia. Punkty narysuj na dużym kartonie.

Opracowali: dr Kamil Złoczewski, mgr Krzysztof Kowalczyk.