

VII.3. Eksperyment Jamesa Bradleya.

James Bradley (1692-1762) odkrył oraz podał wyjaśnienie (1725 r.) zjawiska zwanego aberracją astronomiczną, a tutaj zwanego efektem Bradleya.

Efekt Bradleya polega na pozornym przemieszczeniu się ciała niebieskiego na sferze, spowodowane złożeniem prędkości obserwatora i prędkości światła (**Fig. VII.3.1.**)

Niech promień świetlny biegnie od odległej gwiazdy z prędkością c oraz pod kątem γ do kierunku ruchu obserwatora, i niech w miejscu e promień ten wpada do teleskopu. Gdyby obserwator był nieruchomy, to światło przebyłoby w teleskopie odległość eb w czasie t .

Ponieważ obserwator porusza się z prędkością v , to w czasie t przebędzie on drogę $ab = v \cdot t$, co spowoduje przesunięcie obrazu gwiazdy o odległość ab w głównej płaszczyźnie ogniskowej teleskopu. Ze względu na ruch własny obserwatora wraz z teleskopem, prędkość światła względem teleskopu wynosi c' .

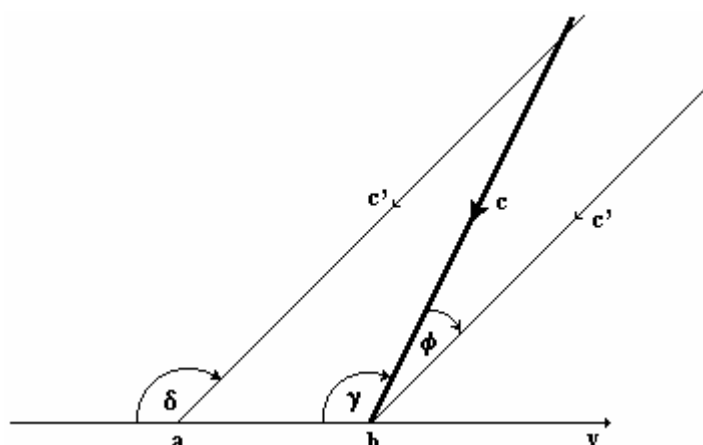


Fig. VII.3.1. Aberracja astronomiczna.

Aby utrzymać obraz gwiazdy w miejscu b , należy pochylić teleskop w kierunku ruchu obserwatora o kąt $\phi = (\delta - \gamma)$, który zwany jest kątem aberracji.

Należy tu zaznaczyć, że jeżeli obserwator poruszałby się ruchem jednostajnym prostoliniowym, to nie mógłby on wykryć swego ruchu, ponieważ w takiej sytuacji kąt ϕ miałby stałą wartość.

Jednak pełne zmiany kąta ϕ można obserwować w czasie ruchu po krzywej zamkniętej.

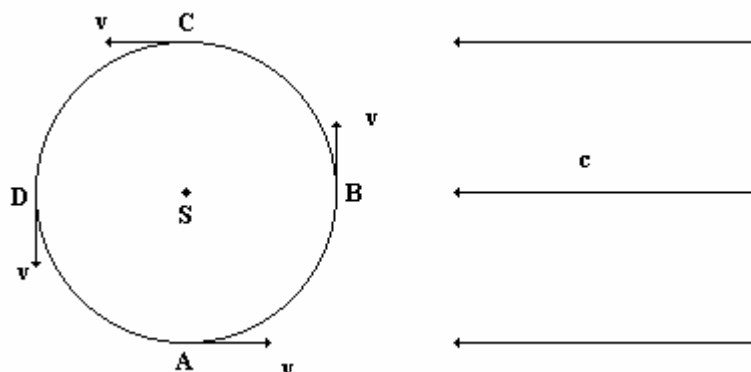


Fig. VII.3.2. Obserwacja pozornych położenia gwiazdy w okresie jednego roku ziemskiego.

Na rys. VII.3.2. przedstawiony jest schemat obserwacji położenia gwiazdy γ -Draconis, wykonanych przez J. Bradleya. Przyjmuje się, że ze względu na ogromną odległość gwiazdy od naszego układu słonecznego, dobiegające światło tworzy wiązkę promieni równoległych z dostateczną dokładnością.

Niech Ziemia znajduje się w miejscu **A** na orbicie i porusza się dokładnie naprzeciwko biegu promieni świetlnych. W miejscu **A** teleskop nachylony jest pod kątem δ do płaszczyzny ekliptyki (Fig. VII.3.1.).

Aby utrzymać obraz gwiazdy w tym samym miejscu pola widzenia w teleskopie w miarę przemieszczania się z miejsca **A** do miejsca **B** na orbicie, należy stopniowo obracać teleskop jednocześnie w dół (prędkość Ziemi na wprost gwiazdy maleje) i w lewo, i.e. w kierunku ruchu Ziemi na orbicie (prędkość Ziemi równoległa do gwiazdy rośnie).

W miejscu **B** teleskop nachylony jest do płaszczyzny ekliptyki pod kątem $\gamma = \delta + \phi'$, i jednocześnie skręcony w płaszczyźnie ekliptyki o kąt ϕ w kierunku ruchu Ziemi.

W astronomicznym układzie współrzędnych ekliptycznych, położenie ciała niebieskiego na sferze określone jest przez podanie szerokości astronomicznej β , a także długości astronomicznej λ , liczonej od punktu równonocy wiosennej.

Przyjmując, że prawdziwe położenie gwiazdy jest (β, λ) , to ze względu na zjawisko aberracji, obserwowane położenia gwiazdy są w miejscach:

$$\begin{array}{ll} \text{A} - (\beta - \phi'), \lambda; & \text{C} - (\beta + \phi'), \lambda; \\ \text{B} - \beta, (\lambda + \phi); & \text{D} - \beta, (\lambda - \phi). \end{array}$$

Bardziej szczegółowa analiza zjawiska pokazuje, że dla $0^\circ < \beta < 90^\circ$ gwiazda zakreśla krzywą zamkniętą, bardzo podobną do elipsy, której połowa małej osi prostopadłej do ekliptyki jest maksymalną wartością kąta ϕ' , a która z kolei zależy od szerokości astronomicznej β .

Połowa wielkiej osi równoległej do ekliptyki, wyznacza maksymalną wartość kąta $\phi = \phi_a$ i jest jednakowa dla wszystkich gwiazd: $\phi_a = 20,4958''$.

Stała wartość aberracji rocznej dla wszystkich gwiazd zwana jest *aberratio fixarum*.

Dla $\beta = 90^\circ$, i.e. dla bieguna ekliptycznego, gwiazda zakreśla małe koło o promieniu równym stałej aberracji ϕ_a .

Dla $\beta = 0^\circ$ gwiazda leży w płaszczyźnie ekliptyki i oscyluje względem średniego położenia.

Z powyższego widać, że obserwowany, pozorny ruch gwiazdy na sferze, a wynikający ze zjawiska aberracji, jest odzwierciedleniem ruchu Ziemi po orbicie widzianej od strony gwiazdy pod różnymi kątami β we współrzędnych ekliptycznych.

Znając z obserwacji wartość stałej aberracji rocznej ϕ_a dla gwiazd, w roku 1729 James Bradley obliczył wartość prędkości światła, która według jego pomiarów wynosiła:

$c = 304\,000$ km/s. Wartość c została obliczona ze wzoru:

$$\sin \phi_a = \frac{v}{c} \sin \delta$$

zwanego wzorem na aberrację światła.

Wartość prędkości v Ziemi przyjęto z innych pomiarów.

Obecnie, wartość prędkości c światła znana jest z bardzo dużą dokładnością.

Z tego względu, powyższy wzór wykorzystywany jest do obliczania średniej wartości prędkości orbitalnej Ziemi wokół Słońca: $v_f = 29,789 \text{ km/s}$.

Wartość powyższą można więc uznać jako stałą wartość prędkości Ziemi wokół Słońca absolutnie nieruchomego w Kosmosie.

W 1748 r. James Bradley odkrył zmiany położenia (kierunku) osi ziemskiej względem płaszczyzny ekliptyki, co zwane jest *nutacją*. Zmiany te powtarzają się co 19 lat.

Ponadto, oś ziemską zatacza stożek. Jeden taki obrót trwa ok. 26 000 lat, i jest to tzw. *rok Platona*.

Na zakończenie warto tu zauważyć, że teoria heliocentryczna Arystarcha z Samos oraz system heliocentryczny Mikołaja Kopernika z Torunia są teoretycznymi założeniami ruchu Ziemi względem (wokół) nieruchomego w Kosmosie Słońca.

Są to rozważania – nie ujmując ich wartości i znaczenia – w rodzaju: „co by było, gdyby...”

Natomiast James Bradley udowodnił eksperymentalnie, że właśnie Ziemia krąży wokół Słońca, a nie odwrotnie.