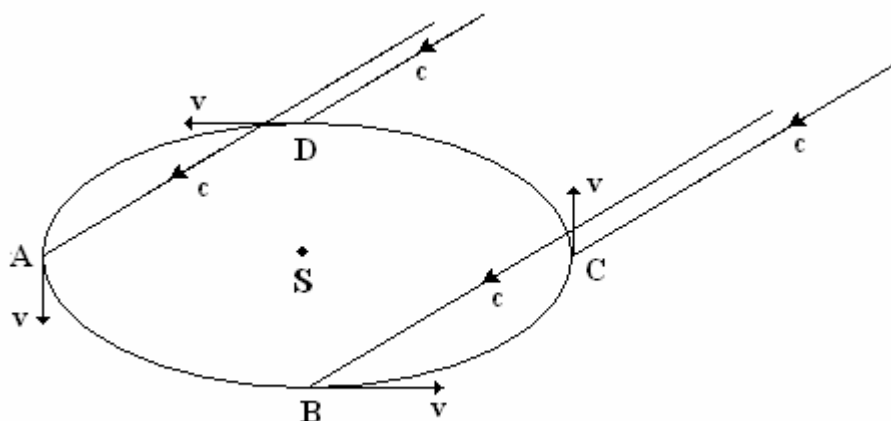


Aberracja astronomiczna

dr Janusz B. Kępka

W 1725 r. James Bradley zaobserwował pozorne wahania położenia gwiazd w różnych porach roku. W roku 1727 podał wyjaśnienie tego zjawiska, zwanego obecnie aberracją astronomiczną, rzadziej – efektem Bradleya.

Na **rys. 1.** 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.



Rys. 1. Obserwacja pozornych położenia gwiazdy w okresie jednego roku ziemskiego.

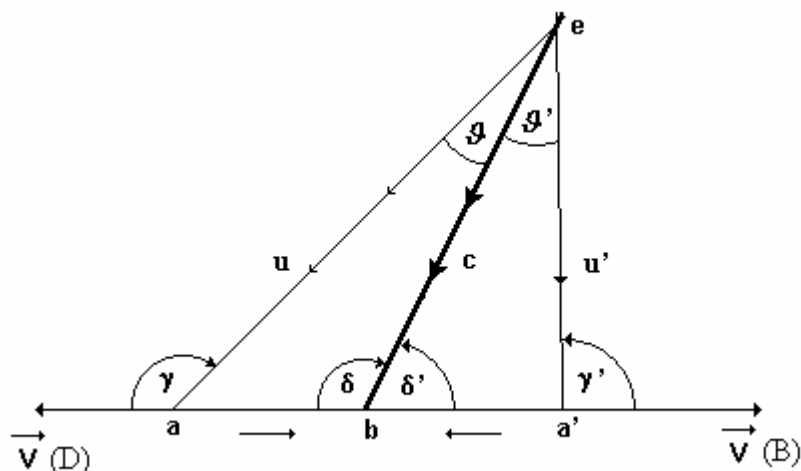
Efekt Bradleya polega na pozornym przemieszczaniu się ciała niebieskiego na sferze, spowodowane złożeniem prędkości obserwatora i prędkości światła (**Rys. 2.**).

Jeżeli Ziemia znajduje się w miejscach A lub C na orbicie, to porusza się dokładnie prostopadle do kierunku biegu promieni świetlnych: $\delta = 90^\circ$.

W tych szczególnych przypadkach, mamy:

$$\operatorname{tg} \vartheta = \beta \quad (1)$$

Aby w czasie ruchu Ziemi na orbicie utrzymać obraz gwiazdy w tym samym miejscu pola widzenia w teleskopie, należy odpowiednio obracać teleskop.



Rys. 2. Aberracja astronomiczna.

Załóżmy, że Ziemia znajduje się w miejscu **B** na orbicie (Rys. 1). Niech promień świetlny biegnie od odległej gwiazdy z prędkością **c** *in vacuo* oraz pod kątem δ do płaszczyzny ekliptyki, i niech w miejscu **e** promień ten wpada do teleskopu (lewa część Rys. 2).

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 = s = v·t**, co spowoduje przesunięcie obrazu gwiazdy o odległość **s** w głównej płaszczyźnie ogniskowej teleskopu. Ze względu na ruch własny obserwatora wraz z teleskopem, prędkość światła względem teleskopu wynosi **u**. Jest to „widziana” prędkość światła w poruszającym się układzie obserwatora.

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

Stosując znane twierdzenie Snelliusa dla trójkąta dowolnego, z rys. 2 znajdujemy:

$$\frac{v}{\sin \vartheta} = \frac{c}{\sin(\pi - \gamma)}$$

Z powyższego, mamy:

$$\sin \vartheta = \beta \sin \gamma \quad \text{gdzie:} \quad \beta = \frac{v}{c} \quad (2)$$

i jest to znany wzór na aberrację światła.

Podobnie możemy rozpatrywać zagadnienie, gdy Ziemia znajduje się w miejscu **D** na orbicie. Obecnie, kierunek ruchu Ziemi jest dokładnie przeciwny do kierunku ruchu Ziemi w punkcie **B**. Widziana prędkość światła wynosi **u'** (prawa część rys. 2).

W tym przypadku, mamy:

$$\sin \vartheta' = \beta \sin \gamma'$$

Maksymalna wartość kąta aberracji, w przybliżeniu $\vartheta_a = 20,5''$, zwana jest stałą aberracji rocznej. Nazywana jest też *aberratio fixarum*.

Należy tu zaznaczyć, że jeżeli obserwator poruszałby się ruchem jednostajnym prostoliniowym, to nie mógłby on wykryć swego ruchu, ponieważ w takiej sytuacji kąt γ miałby stałą wartość, i z tego właśnie względu kąt aberracji ϑ byłby niewykrywalny. Natomiast pełne zmiany kąta γ można obserwować w czasie ruchu po krzywej zamkniętej.

Z bezpośrednich obserwacji możemy wyznaczyć wartości kątów γ oraz ϑ . Z kolei, jeżeli z innych pomiarów znamy wartość prędkości **c** światła *in vacuo*, to z zależności (2) możemy wyznaczyć wartość prędkości **v** orbitalnej Ziemi w różnych punktach na orbicie. James Bradley postąpił odwrotnie. Z innych pomiarów przyjął średnią wartość orbitalną Ziemi, i według zależności (1) wyliczył prędkość światła *in vacuo*.

Przy okazji warto zwrócić uwagę, że orbity planetarne mają kształt owalu podobnego do jajka (patrz: Janusz B. Kępka – „Ruch absolutny i względny”, Warszawa 1999). Z tego względu, prędkość orbitalna Ziemi jest największa w perihelium, a najmniejsza w aphelium.

Z przykrością należy stwierdzić, że zjawisko aberracji astronomicznej jest często mylnie interpretowane, na gruncie tzw. teorii względności Alberta Einsteina.

I tak na przykład, na stronie internetowej :

(http://pl.wikipedia.org/wiki/Aberracja_%C5%9Bwiat%C5%82a

popularnej Wikipedii, czytamy:

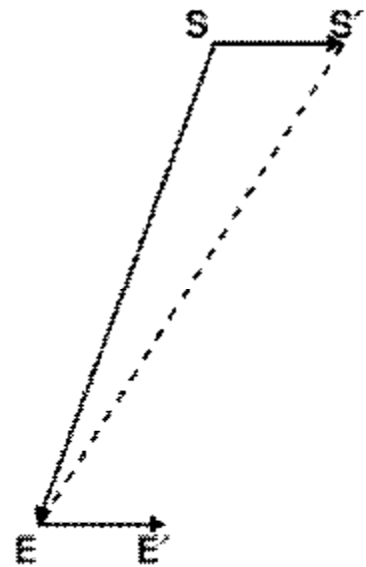
Relatywistyczna interpretacja zjawiska aberracji

Zjawisko poprzecznego efektu Dopplera dla światła poprawnie tłumaczy aberrację światła. Ruch Ziemi odbywa się prostopadłe do kierunku rozchodzenia się fali świetlnej z gwiazdy, stanowiąc układ nieruchome źródło - ruchomy obserwator. Gwiazda wysyła fale o częstotliwości f_0 , które zgodnie z relatywistycznym efektem Dopplera są odbierane przez obserwatora na Ziemi jako fale o większej częstotliwości. Zgodnie z relatywistyczną transformacją kąta, kąt obserwacji fali w układzie spoczywającym:

$$\operatorname{tg}\theta = \frac{\sin\alpha}{\gamma(\cos\alpha + \beta)}, \quad \text{gdzie } \beta = \frac{v}{c}$$

α - kąt w układzie poruszającym się. Stosując relatywistyczną transformację kąta, traktując Ziemię jako układ spoczywający, a gwiazdę za obiekt poruszający się, dla aberracji światła uzyskujemy **w pełni poprawny** wzór na kąt aberracji:

$$\operatorname{tg}\theta = \gamma\beta = \frac{v}{c\sqrt{1-\beta^2}}$$



Wzór ten musi być stosowany dla dużych względnych wartości prędkości obserwatora i gwiazdy (istotne przy obserwacji odległych gwiazd). Poza tym, ruch względny Ziemi i gwiazdy można przy pomocy relatywistycznego składania prędkości sprowadzić do ruchu jednego układu względem spoczywającego drugiego. (koniec cytatu wskazanego tekstu z Wikipedii).

Przeanalizujemy treści wyżej cytowanego tekstu z Wikipedii.

1. Nieprawdą jest, że – cytujemy: „*Zjawisko poprzecznego efektu Dopplera dla światła poprawnie tłumaczy aberrację światła.*”, koniec cytatu.

Otóż, efekt Dopplera dotyczy zmian obserwowanej częstotliwości oraz długości fali świetlnej, a wynikających z ruchu źródła drgań oraz obserwatora. Natomiast, w przypadku aberracji astronomicznej, nie ma żadnego znaczenia częstotliwość oraz długość fali świetlnej. Za pomocą teleskopu nie jest rejestrowana ani częstotliwość, ani też długość fali świetlnej.

2. Także nieprawdą jest, że – cytujemy: „*Ruch Ziemi odbywa się prostopadłe do kierunku rozchodzenia się fali świetlnej z gwiazdy, stanowiąc układ nieruchome źródło – nieruchomy obserwator.*”, koniec cytatu.

Otóż, w ogólności, ruch Ziemi nie odbywa się prostopadłe do kierunku rozchodzenia się fali świetlnej z gwiazdy. Ponadto, jest nieprawdziwe i jest pozbawione sensu założenie, że Ziemia oraz gwiazda stanowią sobą „*układ nieruchome źródło nieruchomy obserwator*”. Ani „*nieruchome źródło*”, ani też „*nieruchomy obserwator*”.

Gdyby jednak było tak, że „*układ nieruchome źródło nieruchomy obserwator*”, to nie byłoby aberracji astronomicznej! Także nie byłoby efektu Dopplera. I nie byłoby... problemów!

3. Także, czytamy tam: „*Gwiazda wysyła fale o częstotliwości f_0 , które zgodnie z relatywistycznym efektem Dopplera są odbierane przez obserwatora na Ziemi jako fale o większej częstotliwości.*” koniec cytatu.

Otóż, (pozorny) wzrost obserwowanej przez obserwatora częstotliwości wynika z jego ruchu naprzeciwko ruchu falowego. W cytowanym tekście narzucony jest warunek, że obserwator porusza się naprzeciwko gwiazdy. Ale może to być tylko szczególny przypadek. Ale warunek ten nie jest spełniony, ponieważ w zdaniu wyżej wskazane jest, że Ziemia porusza się

„prostopadle do kierunku rozchodzenia się fali świetlnej z gwiazdy”. Ergo: nie naprzeciwko gwiazdy!

Także, wzrost częstotliwości wynika z ruchu źródła. Fala generowana przed źródłem jest większej częstotliwości niż w przypadku źródła nieruchomego. Z cytowanego wyżej opisu wynika, że my poruszamy się w kierunku obserwowanej gwiazdy, albo gwiazda porusza się w naszym kierunku, albo jedno i drugie, czyli... trzecie.

4. I zaraz dalej – cytujemy: „...traktując Ziemię jako układ spoczywający, a gwiazdę za obiekt poruszający się, dla aberracji światła uzyskujemy **w pełni poprawny** wzór na kąt aberracji: ...”, koniec cytatu.

Najpierw Ziemia poruszała się prostopadle... A teraz ... Otóż, wyjątkową ignorancją jest traktowanie Ziemi jako „układ spoczywający” („A wieczny odpoczynek, raczysz dać jej, Panie?”). Takie założenie było podstawą tzw. teorii geocentrycznej. Ale teoria ta nie jest słuszna, a co wskazywał Arystarch z Samos (twórca teorii heliocentrycznej), a co z kolei całkowicie potwierdził niejaki Mikołaj Kopernik z Torunia (twórca systemu heliocentrycznego, w powołaniu się na Arystarcha z Samos, właśnie). Oczywiście, według relatywistów, obydwaj: Arystarch z Samos oraz Mikołaj Kopernik nie mieli racji. Ponadto: „gwiazda jako obiekt poruszający się” jest całkowicie sprzeczne z poprzednim założeniem, że „...układ nieruchome źródło”.

Z tych (i nie tylko z tych) też względów wskazywany relatywistyczny wzór na aberrację światła nie jest(!) – cytujemy: „...**w pełni poprawny**”. Ani nawet częściowo nie jest poprawny.

5. I zaraz dalej, czytamy:

$$\operatorname{tg}\theta = \gamma\beta = \frac{v}{c\sqrt{1-\beta^2}}$$

Wzór ten musi być stosowany dla dużych względnych wartości prędkości obserwatora i gwiazdy (istotne przy obserwacji odległych gwiazd).”, koniec cytatu.

Przede wszystkim, – nie musi! („Musi, ale (ponoć) na Rusi...”). Ponadto, słuszny tylko „dla dużych wartości prędkości”? A dla małych nie? I dla średnich też nie? A niby dlaczego? A to dlatego, że powyższy wzór nie jest(!) – cytujemy: „...**w pełni poprawny**”.

Ponadto, teraz obserwator i gwiazda mają duże prędkości. Poprzednio (czytaj wyżej), było:

„układ nieruchome źródło nieruchomy obserwator”. Następnie: „Ziemię jako układ spoczywający, a gwiazdę za obiekt poruszający się”.

Więc jak to jest? Porusza się, bo się nie porusza? A może odwrotnie? A może, gdzieś „pośrodku”? Ale, w którym miejscu pośrodku? „Żeby było całkiem śmiesznie”.

Powyższy tekst jest ostrzeżeniem „optymistycznych” Czytelników przed tzw. „bełkotem relatywistycznym”, a który prezentowany jest też w Wikipedii. Niestety.

podpisał się: „spoczywający z dużą prędkością względną”.
(prawie(Amen).