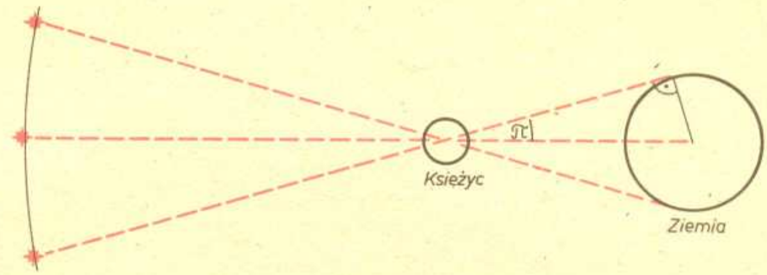
Patrz w niebo

Zakrycia gwiazd przez Księżyc należą do zjawisk typu zaćmieniowego. Zachodzą one wtedy, gdy Księżyc, poruszający się wśród gwiazd z zachodu na wschód ze średnią prędkością 13°,2 na dobę, przesłoni dla ziemskiego obserwatora którąś z nich. Szczególnym przypadkiem są zakrycia planet i ich satelitów, jak również zaćmienia Słońca.

Zakryciom podlegają wszystkie gwiazdy znajdujące się na drodze Księżyca, tj. — dla obserwatora w danym miejscu na Ziemi — w pasie o szerokości odpowiadającej średnicy jego tarczy. Zastanówmy się, w jakiej maksymalnej odległości od ekliptyki powinna znajdować się gwiazda, aby mogła zostać przesłonięta przez tarczę naszego satelity. Przyjmijmy na razie (potem uwolnimy się od tego założenia), że Ziemia jest punktem. Gdyby Księżyc poruszał się dokładnie po ekliptyce, gwiazdy zakrywane przez niego leżałyby w odległości nie większej niż promień jego tarczy, po obu stronach ekliptyki. Jednak orbita Księżyca jest nachylona pod kątem 5°9′ do ekliptyki. Nie stanowiłoby to zbyt poważnego utrudnienia, gdyby nie fakt, że punkty przecięcia orbity Księżyca z ekliptyką (węzły), podobnie jak punkty równonocy, nie zajmują stałego położenia wśród gwiazd, ale przemieszczają się w kierunku przeciwnym do ruchu Księżyca. W ciągu 18,6 lat, tj. w czasie gdy węzły Księżyca dokonują pełnego obiegu po ekliptyce, jego tarcza przesłania obszar nieba rozciągający się na 5°25′ (5°9′+16′, bo promień Księżyca wynosi 16′) po obu stronach ekliptyki. Pozbądźmy się teraz upraszczającego założenia, że Ziemia jest punktem. Obserwatorzy w różnych miejscach globu widzą Księżyc w nieco innych położeniach wśród gwiazd na skutek tzw. przesunięcia paralaktycznego (patrz rysunek). Maksymalna wartość paralaksy Księżyca wynosi 63′ i o tyle zwiększa się obszar zakrywany przez jego tarczę. Ostatecznie otrzymujemy, że zakryciom mogą podlegać wszystkie gwiazdy odległe nie więcej niż 6°28′ na północ i południe od ekliptyki.



Obserwatorzy w różnych punktach na Ziemi widzą Księżyc na tle różnych gwiazd. π — paralaksa Księżyca, czyli kąt, pod jakim z Księżyca widać promień Ziemi.

W obszarze tym znajdują się cztery jasne gwiazdy: Aldebaran, Antares, Regulus i Spica, oraz gromady: Hiady i Plejady. Zakrycia tych obiektów przez Księżyc należą do zjawisk szczególnie efektownych i stosunkowo prostych do zaobserwowania. W zasadzie obserwuje się zakrycia gwiazd o jasnościach do 7 mag, gdyż słabsze nikną już w pewnej odległości od Księżyca z powodu jego blasku. Przy jasnym brzegu tarczy można obserwować znikanie gwiazd do czwartej wielkości, natomiast pojawianie się — tylko gwiazd jaśniejszych (zasadniczo pierwszej wielkości). Znacznie łatwiej i dokładniej obserwuje się zakrycia gwiazd przez ciemny brzeg tarczy Księżyca, a więc znikanie między nowiem a pełnią, zaś pojawianie się po pełni.

Znikanie i pojawianie się gwiazdy przy brzegu Księżyca odbywa się nagle, bez stopniowego spadku lub wzrastania blasku. Świadczy to o braku atmosfery na srebrnym globie, jak również o tym, że średnice gwiazd są znikomo małe wobec prędkości ruchu Księżyca względem nich (około 0″,6 na sekundę). Wprawdzie niektórzy obserwatorzy zauważają jakby powtórne pojawienie się gwiazdy po zniknięciu na krótki czas, ale być może — jeżeli nie zachodzi tu jakieś zjawisko fizjologiczne — jest to wynikiem nierówności tego fragmentu brzegu Księżyca. Najdłużej (około 1 godziny) trwają tzw. zakrycia centralne, gdy pozorny ruch gwiazdy względem Księżyca odbywa się wzdłuż jego średnicy.

Mimo wieloletnich obserwacji Księżyca i coraz dokładniejszej teorii jego ruchu dotychczas nie można przewidzieć momentów i trwania zakryć gwiazd przez jego tarczę z taką dokładnością, z jaką przewiduje się wiele innych zjawisk astronomicznych. Z tego powodu obserwacje zakryć mogą dać cenny materiał dla poprawienia ogromnie skomplikowanej teorii ruchu Księżyca. Aby wyniki obserwacji miały wartość naukową, należy dysponować bardzo dobrze urządzoną „służbą czasu" (dokładność wyznaczenia poszczególnych momentów powinna być nie mniejsza niż $0^s,2$) oraz trzeba znać współrzędne geograficzne miejsca obserwacji z dokładnością przynajmniej $0^m,1$ w długości i 1′ w szerokości (około 2 km).

W bieżącym roku możemy obserwować serię zakryć najjaśniejszej gwiazdy konstelacji Panny — Spiki. Pierwsze z nich rozpocznie się 14 kwietnia około godziny 4^h30^m. Niestety, w momencie tym świecący w pełni Księżyc będzie już bardzo nisko nad zachodnim horyzontem. W związku z tym obserwacje mogą być trudne do przeprowadzenia. W znacznie korzystniejszych warunkach nastąpi zakrycie 7 czerwca. Rozpocznie się ono około 23^h35^m i potrwa godzinę. Księżyc w fazie między pierwszą kwadrą a pełnią znajdować się będzie wówczas nad południowo-zachodnim horyzontem. Szczególnie dobrze powinno być widoczne zniknięcie Spiki za ciemnym fragmentem jego tarczy. Ostatnie z serii tegorocznych zakryć Spiki nastąpi 1 sierpnia około godziny 14. Ze względu na porę będzie możliwe do zaobserwowania jedynie za pomocą lunety.

mgr Joanna UDALSKA

Rozwiązanie zadania F 218. Niech przed odbiciem od zwierciadła foton ma energię $E = h\nu$ i pęd $p = h\nu/c$, a po odbiciu $E' = h\nu'$ i $p' = h\nu'/c$. Z zasady zachowania pędu otrzymujemy

$$\frac{h\nu}{c} + Mv = -\frac{h\nu'}{c} + Mv',$$

gdzie przez M oznaczyliśmy masę zwierciadła, a przez v' jego prędkość po zderzeniu z fotonem. Prawo zachowania energii daje

$$h\nu + \frac{1}{2}Mv^2 = h\nu' + \frac{1}{2}Mv'^2.$$

Stąd otrzymujemy

$$h(\nu - \nu') = \frac{M}{2}(v'^2 - v^2), \tag{1}$$

natomiast z zasady zachowania pędu

$$\frac{h}{c}(\nu + \nu') = M(v' - v). \tag{2}$$

Wyliczając z równania (1) wielkość $v' - v$

$$v' - v = \frac{2h(\nu - \nu')}{M(v' + v)}$$

i wstawiając do (2) otrzymujemy

$$\frac{\nu + \nu'}{\nu - \nu'} = \frac{2c}{v' + v}. \tag{3}$$

Interesuje nas przypadek, kiedy zwierciadło nie zmieni swojej prędkości po zderzeniu (tzn. $v' = v$). Ma to miejsce, gdy masa zwierciadła jest nieskończenie wielka ($M \to \infty$), co jest w bardzo dobrym przybliżeniu spełnione dla wszystkich makroskopowych zwierciadeł. Wtedy z równania (3) wynika

$$\nu - \nu' = \frac{v}{c}(\nu + \nu'), \quad \text{tzn.} \quad \nu' = \nu\frac{1 - v/c}{1 + v/c},$$

co opisuje efekt Dopplera dla promieniowania elektromagnetycznego (w przybliżeniu nierelatywistycznym, gdyż w ten sposób traktowaliśmy energię zwierciadła).