

1. W którym z poniższych miast można zaobserwować Słońce w zenicie (φ – szerokość geograficzna)?

- a) Niepołomice $\varphi = 50^\circ$
- b) Ateny $\varphi = 38^\circ$
- c) Kapsztad $\varphi = -34^\circ$
- d) Nuussuaq $\varphi = 74^\circ$
- e) Lima $\varphi = -12^\circ$

autor: Krzysztof Król

Odpowiedź: Nachylenie równika Ziemi do płaszczyzny orbity Ziemi wokół Słońca jest odpowiedzialne za istnienie różnych pór roku i zmienianie się wysokości górowania Słońca w ciągu roku. Kąt ten jest równy $\varepsilon \approx 23^\circ 26'$ i sprawia to, że Słońce może górować w zenicie jedynie w strefie międzyzwrotnikowej, czyli pomiędzy $\varphi = -23^\circ 26'$ i $\varphi = 23^\circ 26'$; Lima jako jedyna spośród możliwych odpowiedzi znajduje się w tej strefie. W szczególności Słońce góruje w zenicie na równiku w trakcie równonocy wiosennej i jesiennej, na zwrotniku Koziorożca w trakcie przesilenia zimowego, a na zwrotniku Raka w trakcie przesilenia letniego.

2. Które z poniższych zdań dotyczących Ziemi jest prawdziwe?

- a) Wewnątrz całego północnego koła podbiegunowego dzień polarny trwa dokładnie pół roku
- b) Wszystkie równoleżniki są równej długości
- c) Magnetyczne i geograficzne bieguny Ziemi to dokładnie te same punkty
- d) Przyspieszenie grawitacyjne w każdym miejscu na Ziemi ma taką samą wartość
- e) Wszystkie powyższe zdania są nieprawdziwe

autor: Krzysztof Król

Odpowiedź: Dzień polarny nie trwa pół roku wewnątrz całego koła podbiegunowego. Dokładnie na biegunie jest on najdłuższy, trwa trochę ponad pół roku (wynika to ze zjawiska refrakcji, które „opóźnia” zachód Słońca), a dokładnie na kole podbiegunowym ($\varphi = 66^\circ 34'$) tylko kilka dni.

Długość równoleżników się znacznie różni. Najdłuższy z nich to równik i ma on długość około 40 000 km, a równoleżniki blisko biegunów mają długość bliską 0.

Magnetyczne bieguny Ziemi znajdują się w sporej odległości od biegunów geograficznych, obecnie szerokość geograficzna północnego bieguna magnetycznego jest w przybliżeniu równa $\varphi = 86^\circ$, a bieguna południowego $\varphi = -64^\circ$. Bieguny magnetyczne również istotnie się przesuwają na przestrzeni lat.

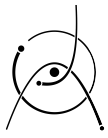
Przyspieszenie grawitacyjne w różnych miejscach na Ziemi może się różnić w wyniku różnic wysokości terenu oraz lokalnych zaburzeń gęstości Ziemi. W rzeczywistości nasza planeta to nie idealna kula, a geoida, gęstość Ziemi też nie jest jednolita. Na powierzchni Ziemi przyspieszenie grawitacyjne wynosi od około $9,76 \frac{m}{s^2}$ do około $9,83 \frac{m}{s^2}$.

W związku z tym zdania a), b), c) i d) są niepoprawne.

3. W nocy z 10 na 11 maja 2024 roku nad całą Polską można było zaobserwować zorzę polarną. Uznaje się, że takie zjawisko powstaje w wyniku interakcji naładowanych cząsteczek pochodzących ze Słońca (tzw. wiatru słonecznego) z polem magnetycznym i atmosferą Ziemi. Cząsteczki te mogą osiągać duże prędkości, około $3000 \frac{km}{s}$. Wiedząc, że światło pokonuje odległość między Ziemią a Słońcem w około 500 sekund (inaczej mówiąc, odległość ta jest równa 500 sekund świetlnych), a prędkość światła wynosi $300000 \frac{km}{s}$, oszacuj, z dokładnością do jednej cyfry znaczącej, jak długo trwa podróż jednej cząsteczki wiatru słonecznego ze Słońca do Ziemi.

- a) 0,5 s
- b) 500 s
- c) 0,5 h
- d) 10 h
- e) 6 d

autor: Krzysztof Król



Odpowiedź: Zauważmy, że rozważana cząsteczka wiatru słonecznego ma prędkość równą jednej setnej prędkości światła. Ruch cząsteczki w szacowaniu przybliżamy do ruchu jednostajnego prostoliniowego, dlatego jej podróż trwa 100 razy dłużej niż podróż światła ze Słońca do Ziemi.

$$500 \text{ s} \cdot 100 = 50\,000 \text{ s} = \frac{50\,000}{3600} \text{ h} \approx 13,9 \text{ h}$$

Ale odpowiedź mamy podać z dokładnością do jednej cyfry znaczącej, czyli z dokładnością do dziesiątek godzin. Zaokrąglamy wynik do 10 h i mamy odpowiedź.

4. Prawo Hubble'a pozwala obliczyć prędkość v z jaką oddala się od obserwatora galaktyka znajdująca się w odległości d od niego. Dane jest ono wzorem:

$$v = Hd,$$

gdzie H to stała Hubble'a równa w przybliżeniu $70 \frac{\text{km}}{\text{s} \cdot \text{Mpc}}$ (Mpc oznacza megaparsek). Jaka jest jednostka stałej Hubble'a w układzie SI?

- a) $\frac{\text{m}}{\text{s}}$
- b) $\frac{1}{\text{s}}$**
- c) pc
- d) $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
- e) $\frac{\text{m}^2}{\text{s}}$

autor: Maksymilian Wdowiarz-Bilski

Odpowiedź: Wiedząc, że zarówno kilometr, jak i megaparsek są jednostkami odległości, możemy zauważyć, że zapis jednostkowy stałej Hubble'a w układzie SI będzie miał postać:

$$\frac{\text{km}}{\text{s} \cdot \text{Mpc}} \rightarrow \frac{\text{m}}{\text{s} \cdot \text{m}} = \frac{\cancel{\text{m}}}{\text{s} \cdot \cancel{\text{m}}} = \frac{1}{\text{s}}$$

Do tych samych wniosków można było dojść, nie wiedząc, czym jest megaparsek. Zauważmy, że w równaniu $v = Hd$, jednostką po lewej stronie jest $\frac{\text{m}}{\text{s}}$, zaś po prawej mamy naszą stałą H przemnożoną przez m. Jediną możliwością jest więc, aby H miało miarę odwrotności czasu, czyli częstotliwości ($\frac{1}{\text{s}}$).

5. Która z poniższych jednostek nie służy do pomiaru odległości?

- a) gigametr
- b) rok świetlny
- c) rok gwiazdowy**
- d) pikometr
- e) parsek

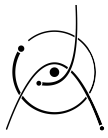
autor: Olaf Krupiński

Odpowiedź: Giga i piko są powszechnie używanymi przedrostkami w układzie SI, oznaczającymi odpowiednio: 10^9 i 10^{-12} (podobnie jak kilo jest przedrostkiem oznaczającym $1000 = 10^3$). Z tego względu zarówno gigametr jak i pikometr są jednostkami odległości, gdyż są to wielokrotności metra.

Rok świetlny (mimo swej mylącej nazwy) jest odległością jaką światło przebywa w ciągu jednego roku; jest to często stosowana miara w astronomii, a jeden rok świetlny jest równy $1 \text{ ly} = 9,46 \times 10^{15} \text{ m}$.

Podobnie jest z parsekiem (którego definicja jest trochę bardziej skomplikowana) – również mierzy on odległości w dużej skali, a jeden parsek jest równy $1 \text{ pc} = 3,09 \times 10^{16} \text{ m}$.

Rok gwiazdowy jest zaś czasem, po którym Słońce wróci do tego samego miejsca na niebie (względem innych gwiazd) i jest równy około 365 dni i 6 godzin - nie posłuży nam więc do pomiaru odległości, mierzymy nim tylko czas.



6. Io to:

- a) planeta skalista
- b) planeta karłowata
- c) gazowy olbrzym
- d) naturalny satelita planety**
- e) centaur

autor: Michał Jagodziński

Odpowiedź: Io jest jednym z czterech księżyców galileuszowych, a więc odkrytych w XVII wieku (przez Galileusza) satelitów Jowisza. Spośród nich Io krąży najbliżej Jowisza i można go zaobserwować przy pomocy nawet niewielkiej lunety. Uczestników mogło zmylić 'bardziej naukowe' określenie naturalnego satelity planety - co jest tak naprawdę ścisłą definicją księżycyca.

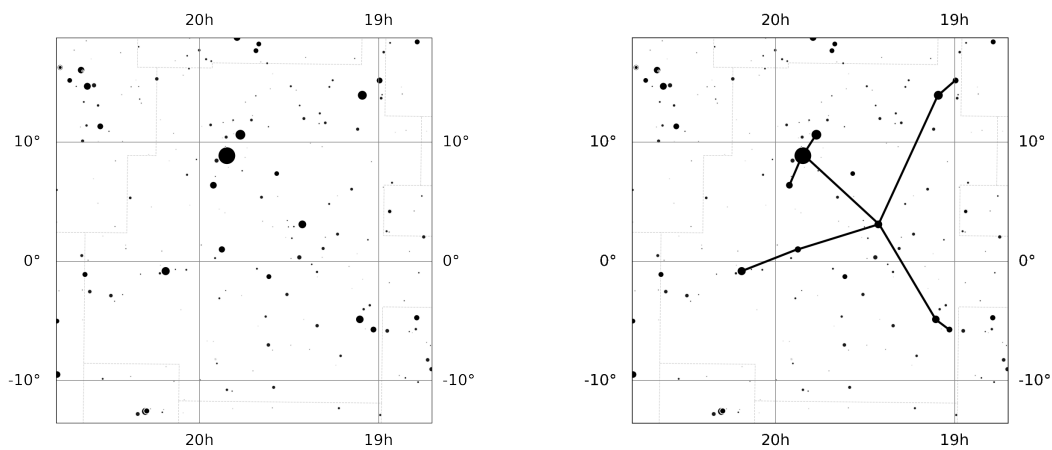
7. Dla obserwatora na równiku, Słońce przechodzi przez zenit:

- a) tylko w dniu równonocy jesiennej
- b) tylko w dniu równonocy wiosennej
- c) tylko w dniu przesilenia letniego
- d) w trakcie obu równonocy**
- e) w trakcie obu przesileni

autor: Olaf Krupiński

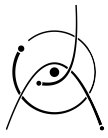
Odpowiedź: Równik Ziemi jest nachylony względem płaszczyzny jej orbity wokółsłonecznej o kąt $\varepsilon \approx 23^\circ 26'$. Nachylenie to, w połączeniu ze stałym ruchem Ziemi po orbicie, powoduje, że Słońce oświetla różne obszary Ziemi pod różnymi kątami w zależności od pory roku. Latem półkula północna jest bardziej nachylona w stronę Słońca, a zimą półkula południowa. W okresie równonocy, zarówno wiosennej, jak i jesiennej, obie półkule są oświetlone równomiernie, a promienie słoneczne padają pod kątem prostym na równik. Dla obserwatora znajdującego się na równiku oznacza to, że w południe widzi on Słońce dokładnie nad sobą, w zenicie.

8. Jaki gwiazdozbiór przedstawiono na poniższych rysunkach? Na lewym rysunku przedstawiono jego gwiazdy wraz z siatką współrzędnych równikowych, a na prawym rysunku dorysowano jeden z popularnych sposobów przedstawiania tego gwiazdozbioru.



- a) Jastrząb (Acc)
- b) Orzeł (Aql)**
- c) Malarz (Pic)
- d) Łabędź (Cyg)
- e) Perseusz (Per)

autor: Michał Jagodziński



Odpowiedź: Orzeł jest jednym z najbardziej przydatnych gwiazdozbiorów letniego nieba do orientacji, ponieważ jego najjaśniejsza gwiazda, Altair, jest doskonale widoczna i stanowi część asteryzmu zwanego Trójkątem Letnim. Gwiazdozbiór ten jest często mylony z Łabędziem ze względu na podobny kształt, jasność oraz położenie na niebie. Warto zauważyć, że gwiazdozbiór Malarza nie jest widoczny w Polsce, a gwiazdozbiór Jastrzębia w ogóle nie istnieje.

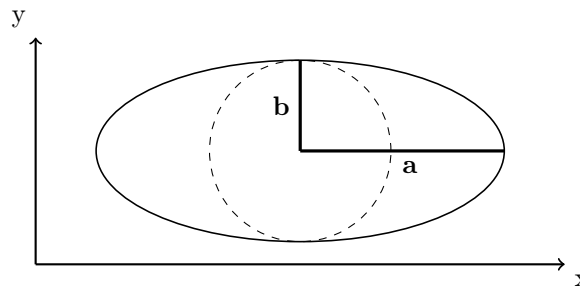
9. Dana jest planeta o dwukrotnie większej masie i dwukrotnie większym promieniu od Ziemi. Ile wynosi przyspieszenie grawitacyjne g' na powierzchni tej planety, jeśli przyspieszenie grawitacyjne na powierzchni Ziemi jest równe g ?

- a) $g' = \frac{1}{16} g$
b) $g' = \frac{1}{2} g$
c) $g' = g$
d) $g' = 2 g$
e) $g' = 8 g$

autor: Olaf Krupiński

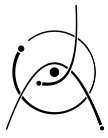
Odpowiedź: Korzystając ze wzoru na wartość przyspieszenia grawitacyjnego na powierzchni planety $g = \frac{GM}{R^2}$, możemy zauważyć, że przyspieszenie grawitacyjne jest wprost proporcjonalne do masy obiektu, na którym mierzymy przyspieszenie, a zarazem odwrotnie proporcjonalne do kwadratu jego promienia. Stąd możemy powiedzieć, że dwukrotnie większa masa planety dwukrotnie zwiększa przyspieszenie na jej powierzchni, a dwukrotnie większy jej promień pomniejsza wartość przyspieszenia grawitacyjnego czterokrotnie. Ostatecznie zatem przyspieszenie to wynosi $g' = 2 \cdot \frac{1}{4}g = \frac{1}{2}g$.

10. Elipsę można traktować jak okrąg, który został przeskalowany wzdłuż jednej osi. Na załączonym obrazku przedstawiono elipsę, która powstała z okręgu o promieniu b przeskalowanego wzdłuż poziomej osi x o czynnik $\frac{a}{b}$. Ile wynosi pole tej elipsy?



- a) $\pi^2 \frac{a}{b}$
b) $\pi \frac{a^3}{b}$
c) πab
d) $2\pi a$
e) $2\pi b^2$

autor: Maksymilian Wdowiarz-Bilski

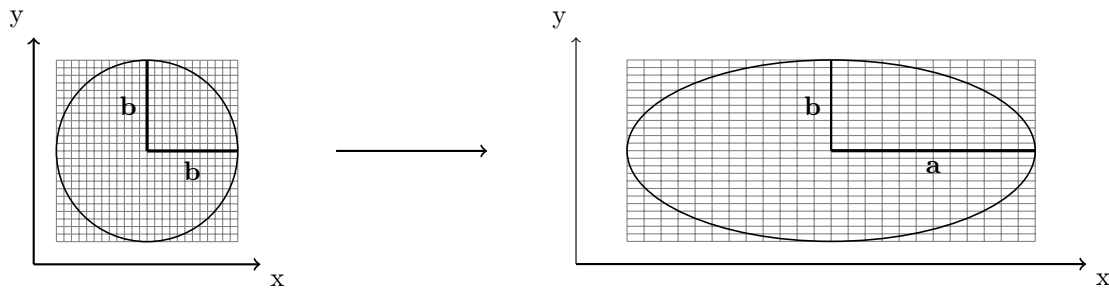


Odpowiedź: Skalowanie dowolnej figury wzdłuż danej osi o czynnik $\frac{a}{b}$ zmienia również pole tej figury o czynnik $\frac{a}{b}$.

Łatwo to zrozumieć patrząc na poniższy rysunek. Pokrywamy początkowe koło o promieniu b bardzo małymi kwadracikami o boku d . Wówczas pole koła $\pi b^2 = S_{\text{koła}} \approx k \cdot d^2$, gdzie k to liczba tych kwadracików, które znajdują się wewnątrz koła. Po przeskalowaniu każdy z tych kwadracików stanie się prostokątem o bokach d i $d \frac{a}{b}$. Zatem pole każdego takiego prostokąta będzie równe $d^2 \frac{a}{b}$ i wówczas pole elipsy

$$S_{\text{elipsy}} \approx k \cdot \left(d^2 \frac{a}{b}\right) = \frac{a}{b} (k \cdot d^2) \approx \frac{a}{b} S_{\text{koła}} = \frac{a}{b} \pi b^2 = \pi ab$$

Wypełniając koło kwadracikami o coraz mniejszych długościach boków, będą one coraz lepiej oddawały dokładną powierzchnię okręgu, a wówczas wszystkie powyższe przybliżenia stają się coraz bardziej dokładne i zbiegają do równości.



Rysunek 1: Skalowanie elipsy w poziomej osi x

11. Hipotetyczne zbiorowisko pyłu, asteroid i komet długookresowych w sferycznym obszarze rozciągającym się od kilku tysięcy do kilkudziesięciu tysięcy jednostek astronomicznych od Słońca, wyznaczające zewnętrzne granice grawitacyjnej dominacji Słońca jest nazywane:
- a) pasem planetoid
 - b) pasem Kuipera
 - c) obłokiem Oorta
 - d) przerwą Cassiniego
 - e) heliopauzą

autor: Maksymilian Wdowiarz-Bilski

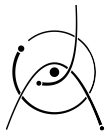
Odpowiedź: Poprawną odpowiedzią w tym zadaniu jest Obłok Oorta.

Pas planetoid znajduje się pomiędzy orbitami Marsa i Jowisza. Należy do niego np. planeta karłowata Ceres.

Pas Kuipera znajduje się bezpośrednio za orbitą Neptuna i rozciąga się do około 50 jednostek astronomicznych od Słońca. Należy do niego np. planeta karłowata Pluton.

Przerwa Cassiniego jest (pozorną) przerwą w pierścieniach Saturna, w dobrych warunkach atmosferycznych można ją zaobserwować już przy użyciu niewielkiego teleskopu.

Heliopauza znajduje się około 100 jednostek astronomicznych od Słońca i jest granicą obszaru w którym ciśnienie cząstek wiatru słonecznego dominuje nad ciśnieniem ośrodka międzygwiazdowego (czyli dalej wiatr słoneczny nie jest w stanie odpychać gazów międzygwiazdowych od Słońca). Jej istnienie zostało zweryfikowane przez sondy kosmiczne Voyager 1 i Voyager 2.



12. Dlaczego w Polsce latem jest cieplej niż zimą?

- a) Liczba plam na Słońcu jest większa latem
- b) Latem odległość pomiędzy Ziemią i Słońcem jest mniejsza niż zimą
- c) Latem aktywność reakcji termojądrowych wewnątrz Słońca jest zwiększona i Słońce jest wówczas gorętsze
- d) Kąt padania (mierzony od horyzontu) promieni słonecznych jest większy latem, a Słońce znajduje się nad horyzontem dłużej niż zimą**
- e) Liczba plam na Słońcu jest mniejsza latem

autor: Olaf Krupiński

Odpowiedź: Ze względu na większy kąt padania promieni słonecznych latem są one bardziej skoncentrowane, światło Słońca jest w mniejszym stopniu rozpraszane przez atmosferę i większa jego część dociera bezpośrednio na powierzchnię Polski. Dłuższy czas ekspozycji na słoneczne światło w ciągu letniego dnia dodatkowo wspomaga wzrost temperatury.

Cykl pór roku jest niezależny od liczby plam na Słońcu, związanej bezpośrednio z cyklem aktywności słonecznej, którego okres wynosi około 11 lat. Zmiany odległości Ziemi od Słońca w ciągu roku są w skali całej orbity stosunkowo niewielkie (ok. 4%) i nie mają tak ogromnego wpływu na temperaturę na Ziemi. Dodatkowo wszystkie odpowiedzi z wyłączeniem d) nie wyjaśniają dlaczego na półkuli południowej cykl pór roku jest przesunięty w stosunku do półkuli północnej o dokładnie pół roku. Warto także wspomnieć, że w ciągu lata na półkuli północnej Ziemia znajduje się na swojej orbicie w aphelium (na początku lipca), a więc w punkcie na orbicie najbardziej oddalonym od Słońca.

13. Księżyc jest związany pływowo z Ziemią co oznacza, że jest (w przybliżeniu) stale zwrócony do Ziemi tą samą stroną. Inną konsekwencją tego faktu jest to, że:

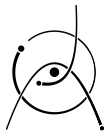
- a) niemożliwe są obserwacje całego Księżyca bez użycia sond na odległych orbitach**
- b) krater Kopernik jest stale oświetlony
- c) długość dnia na Ziemi i na Księżycu jest taka sama
- d) Księżyc nie obraca się wokół własnej osi
- e) Kąt Słońce – Ziemia – Księżyc jest stały

autor: Krzysztof Król

Odpowiedź: Skoro Księżyc jest stale zwrócony do Ziemi tą samą stroną, oznacza to, że jego okres obrotu jest równy (zsynchronizowany) okresowi obiegu wokół Ziemi. Księżyc wykonuje więc jeden obrót wokół własnej osi w tym samym czasie, w którym okrąży Ziemię. Nie da się więc bezpośrednio zaobserwować tzw. niewidocznej strony Księżyca z powierzchni Ziemi, bez użycia sond kosmicznych.

Nietrudno zauważyć też, że przez większość czasu (nie licząc zaćmień Księżyca) około połowa jego powierzchni jest oświetlana przez Słońce. Przykładowo w czasie pełni oświetlona jest ta część Księżyca, która jest stale zwrócona do Ziemi, zaś w czasie nowiu, światło Słońca pada na niewidoczną (mylnie nazywaną *ciemną*) stronę Księżyca.

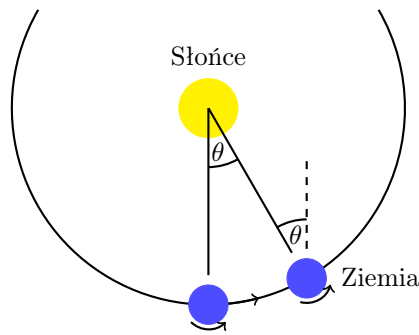
Kąt Słońce – Ziemia – Księżyc zmienia się stale w ciągu jednego obiegu naszego naturalnego satelity. W pobliżu pełni wynosi on około 0° , bliżej kwadry jego wartość to ok. 90° , a w momencie nowiu jest on równy dokładnie 180° .



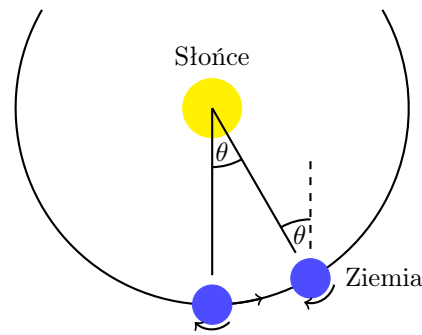
14. Dobę definiujemy jako średni czas pomiędzy dwoma kolejnymi górowaniami Słońca i obecnie trwa ona 24 h. Załóżmy, że Ziemia zaczęła obracać się w przeciwnym kierunku, jednak z taką samą prędkością kątową, jak dotychczas. Wówczas, doba na Ziemi obracającej się w przeciwną stronę będzie trwała:
- a) 12 h
 - b) kilka minut krócej niż 24 h**
 - c) 24 h
 - d) kilka minut dłużej niż 24 h
 - e) 48 h

autor: Maksymilian Wdowiarz-Bilski

Odpowiedź: Ziemia obraca się w tym samym kierunku, w którym obiega Słońce, zatem jeśli w czasie jednej doby kąt, jaki zatonczy w swoim ruchu obiegowym dookoła Słońca wyniesie θ , całkowity kąt, o jaki obróci się dookoła swojej osi w tym czasie musi wynieść $360^\circ + \theta$ (rysunek 2a). Gdyby Ziemia obracała się w kierunku przeciwnym, kąt, o jaki musiałaby obrócić się wokół swojej osi w czasie jednej doby wyniósłby $360^\circ - \theta$ (rysunek 2b), co przy założeniu stałej prędkości kątowej oznaczałoby skrócenie się doby. Jako że rok liczy około 365 dni, kąt θ ma w rzeczywistości miarę około 1° , więc doba stanie się tylko o kilka minut krótsza, zatem prawidłowa odpowiedź to b).



2a: rzeczywisty kierunek obrotu Ziemi



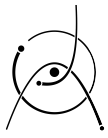
2b: przeciwny kierunek obrotu Ziemi

Rysunek 2: Schemat przedstawiający ruch obrotowy i obiegowy Ziemi (skala wielkości i odległości nie została zachowana)

Opisane zjawisko tłumaczy, dlaczego jeden obrót Ziemi wokół własnej osi (doba gwiazdowa) nie trwa 24 h, a 23 h 56 min 4 s, czyli o kilka minut krócej od doby.

15. Załóż, że Międzynarodowa Stacja Kosmiczna ma masę 450 ton i porusza się po kołowej orbicie na wysokości 400 km nad powierzchnią Ziemi. Przyjmij także, że promień Ziemi jest równy $R_{\oplus} = 6370$ km, a jej masa wynosi $M_{\oplus} = 5,97 \times 10^{24}$ kg. Stała grawitacji równa jest $G = 6,67 \times 10^{-11} \frac{\text{N}\cdot\text{m}^2}{\text{kg}^2}$, a wektor siły grawitacji działający na stację oznaczamy jako \vec{F}_g . Wówczas wektor przyspieszenia stacji \vec{a}_S :
- a) Ma wartość $0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
 - b) Ma wartość $8,7 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ i jest równoległy do \vec{F}_g**
 - c) Ma wartość $3915 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ i jest równoległy do \vec{F}_g
 - d) Ma wartość $9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ i jest prostopadły do \vec{F}_g
 - e) Ma wartość $3\,915\,000 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ i jest prostopadły do \vec{F}_g

autor: Maksymilian Wdowiarz-Bilski



Odpowiedź: Zgodnie z II zasadą dynamiki Newtona, wektor siły wypadkowej \vec{F} działającej na ciało jest powiązany z masą ciała m i wektorem przyspieszenia \vec{a} wzorem $\vec{F} = m\vec{a}$. W rozważanej sytuacji siła grawitacji \vec{F}_g jest jedyną siłą działającą na Stację, zatem jest ona równa sile wypadkowej i wektor przyspieszenia Stacji jest do niej równoległy. Wartość przyspieszenia wynosi $a = \frac{F_g}{m} = \frac{GM_{\oplus}}{(R_{\oplus}+h)^2} = 8,7 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, zatem prawidłowa odpowiedź to b). Warto zauważyć, że jest to wartość nieznacznie mniejsza od przyspieszenia grawitacyjnego na powierzchni Ziemi, wynoszącego około $9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. Wątpliwości może budzić fakt, że siła grawitacji zwrócona jest w kierunku Ziemi, a jednak satelita nie spada na Ziemię. Dzieje się tak na każdej orbicie kołowej i wytłumaczyć to można tak, że siła grawitacji równoważy siłę odśrodkową powiązaną z ruchem po okręgu (w rotującym układzie odniesienia ISS).

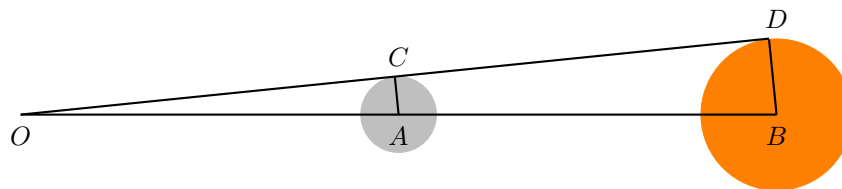
16. Zaobserwowano zakrycie Beteleży (α Ori) przez planetoidę znajdującą się w Układzie Słonecznym. Planetoida ta znalazła się pomiędzy obserwatorem i Betelgezą, a oba ciała miały w trakcie zakrycia taki sam rozmiar kątowy (zjawisko podobne do całkowitego zaćmienia Słońca). Wiedząc, że planetoida znajdowała się wtedy w odległości $2,67 \text{ au} = 4 \times 10^{11} \text{ m}$ od Ziemi, ma kształt kuli o promieniu 50 km , a odległość do przesłanianej gwiazdy jest równa $420 \text{ ly} = 4 \times 10^{18} \text{ m}$, oblicz promień Betelgezy (R_{\odot} oznacza promień Słońca).

- a) $2,5 \times 10^8 \text{ m} \approx 0,36 R_{\odot}$
- b) $5 \times 10^8 \text{ m} \approx 0,72 R_{\odot}$
- c) $1 \times 10^9 \text{ m} \approx 1,44 R_{\odot}$
- d) $5 \times 10^{11} \text{ m} \approx 720 R_{\odot}$**
- e) $1 \times 10^{12} \text{ m} \approx 1440 R_{\odot}$

autor: Maksymilian Wdowiarz-Bilski

Odpowiedź: Opisana w zadaniu sytuacja przedstawiona jest schematycznie na poniższym rysunku. Punkt O odpowiada obserwatorowi, A i B to środki odpowiednio planetoidy i Betelgezy, a C i D leżą na prostej stycznej do obu ciał, więc $\sphericalangle OCA = \sphericalangle ODB = 90^\circ$. Wynika z tego, że trójkąty OAC i OBD są do siebie podobne (stosunki długości boków są zachowane), zatem spełniona jest zależność $\frac{|BD|}{|OB|} = \frac{|AC|}{|OA|}$.

Promień Betelgezy (odpowiadający długości odcinka BD) wynosi zatem $R = |BD| = \frac{|OB||AC|}{|OA|} = \frac{4 \times 10^{18} \text{ m} \times 5 \times 10^4 \text{ m}}{4 \times 10^{11} \text{ m}} = 5 \times 10^{11} \text{ m} \approx 720 R_{\odot}$.



Rysunek 3: Schemat sytuacji przedstawionej w zadaniu (skala nie została zachowana)