

Elementy astronomii – podsumowanie wiadomości

Zasób zawiera: krótkie podsumowanie dotyczące nabytych wiadomości, tj. prawo powszechnego ciążenia, wpływa oddziaływania grawitacyjnego na ruch różnych obiektów w pobliżu Ziemi, w Układzie Słonecznym, Galaktyce, Kosmosie; zdjęcie przedstawiające wnętrze obserwatorium w Monachium.

Zasób zawiera: podsumowanie informacji na temat obiektów, które można obserwować na niebie nocnym, cyklu faz Księżyca, jasności gwiazd i toru przesuwania się planet na tle gwiazd, źródeł informacji o obiektach; zdjęcie nocnego nieba.

Zasób zawiera: pięć sformułowań podsumowujących dotyczących Księżyca (okres obiegu, odległość od Ziemi, tor, fazy, zaćmienie) oraz źródła informacji o budowie Księżyca; zdjęcie Księżyca kilka dni po nowiu, link do rysunku przedstawiającego zaćmienie Księżyca.

Zasób zawiera: trzy sformułowania podsumowujące dotyczące ruchu planet; link do ilustracji pętli zakreślanej przez planetę na tle gwiazd; ilustrację toru planety na tle gwiazd na mapie nieba.

Zasób zawiera: cztery sformułowania podsumowujące dotyczące wyznaczania odległości do Księżyca, planet i gwiazd (paralaksa geocentryczna, paralaksa heliocentryczna); linki do ilustracji paralaksy geocentrycznej i heliocentrycznej; określenia wybranych jednostek używanych w astronomii (jednostka astronomiczna (1 AU), parsek (1 pc), rok świetlny (1 ly).

Zasób zawiera: cztery sformułowania podsumowujące dotyczące opisu ruchu po okręgu, cech prędkości liniowej i wzorów na prędkość liniową; zdjęcie samochodów na rondzie.

Zasób zawiera: trzy sformułowania podsumowujące dotyczące siły dośrodkowej wraz ze wzorem i jednostkami; zdjęcie sportowca rzucającego młotem.

Zasób zawiera: cztery sformułowania podsumowujące dotyczące siły grawitacyjnej wraz ze wzorem oraz informacją o roli siły grawitacji w ruchu planet, księżyców i satelitów; rysunek obrazujący prawo powszechnego ciążenia z zaznaczeniem sił grawitacji między dwiema kulami.

Zasób zawiera: pięć sformułowań podsumowujących dotyczących pierwszej prędkości kosmicznej (wraz ze wzorem), sposobu wyznaczenia masy ciała centralnego i rakiety

wielostopniowej; zdjęcie rakiety kosmicznej wieloczołowej.

Zasób zawiera: dwa sformułowania podsumowujące dotyczące roli sztucznych satelitów; zdjęcie sztucznego satelity.

Zasób zawiera: cztery sformułowania podsumowujące dotyczące stanu przeciążenia, stanu niedociążenia i stanu nieważkości wraz ze wzorami obrazującymi wartość siły nacisku; zdjęcie astronauty w stanie nieważkości.

Zasób zawiera: określenie satelity geostacjonarnego, informacje o okresie obiegu , promieniu i zastosowaniu satelity geostacjonarnego; rysunek przedstawiający satelitę geostacjonarnego.

Zasób zawiera: sformułowanie trzech praw Keplera wraz ze wzorem, określeniem peryhelium i aphelium; rysunek obrazujący II prawo Keplera.

Zasób zawiera: dwa sformułowania dotyczące budowy Układu Słonecznego; ilustrację przedstawiającą planety Układu Słonecznego.

Zasób zawiera: trzy sformułowania podsumowujące dotyczące budowy naszej Galaktyki i Układu Słonecznego; zdjęcie Drogi Mlecznej na niebie.

Zasób zawiera: zestaw trzynastu zadań interaktywnych wyboru odpowiedzi (w tym obliczeniowe) i prawda/ fałsz dotyczących ruchu po okręgu, prawa powszechnego ciążenia, siły dośrodkowej, ruchu satelitów, satelity geostacjonarnego, oddziaływania grawitacyjnego Ziemia-Księżyc, pierwszej prędkości kosmicznej, planet Układu Słonecznego.

Zasób zawiera: osiem poleceń dla ucznia dotyczących: paralaksy geocentrycznej i heliocentrycznej, zaćmienia Słońca, przechwycenia planetoidy przez gwiazdę, ruchu Ziemi wokół Słońca, stanu nieważkości, obliczenia masy Marsa, obliczenia odległości Neptuna od Słońca w jednostkach astronomicznych.

Elementy astronomii – podsumowanie wiadomości

W tym dziale znajduje się podsumowanie wiadomości dotyczących obiektów widocznych na wieczornym niebie, opisu zjawisk, które można na nim zaobserwować, oraz wyjaśnień niektórych z nich; prawa powszechnego ciążenia i wpływu sił grawitacyjnych na ruch różnych obiektów w pobliżu Ziemi oraz dużo dalej – w Układzie Słonecznym, Galaktyce, kosmosie; opisu ruchu krzywoliniowego (a w przybliżeniu także po okręgu) planet, księżyców i sztucznych satelitów, oraz siły dośrodkowej jako jego przyczyny.



Na przestrzeni dziejów obserwacje nieba niejednokrotnie doprowadzały do odkryć ważnych dla życia ludzi

Źródło: H. Raab, dostępny w internecie: <https://www.flickr.com/> [dostęp 15.06.2022], licencja: CC BY-NC-ND 2.0.

Dokładniejsze opracowania poniższych treści znajdziesz w materiałach:

- [Obserwujemy niebo wieczorne,](#)
- [Księżyc – naturalny satelita,](#)
- [Ruch planet na sferze niebieskiej,](#)
- [Jak daleko jest do planet, Słońca i gwiazd?,](#)
- [Ruch jednostajny po okręgu,](#)
- [Dlaczego ciała poruszają się po okręgu?,](#)
- [Prawo powszechnego ciążenia,](#)
- [Prędkości kosmiczne,](#)
- [Loty w kosmos,](#)
- [Układ Słoneczny i budowa Galaktyki.](#)

Obiekty i zjawiska widoczne na niebie

1. **Gwiazdy, planety, Księżyc** i poruszające się **sztuczne satelity** możemy zauważyć nawet podczas krótkiej obserwacji nocnego, bezchmurego nieba.
2. **Ruch sfery niebieskiej** (ze wschodu na zachód) i **ruch Księżyca** (z zachodu na wschód) w stosunku do gwiazd zauważymy po kilku godzinach obserwacji.
3. **Cykl faz Księżyca** wymaga kilku tygodni obserwacji.
4. **Przesuwanie się planet na tle gwiazd** widoczne jest po kilku lub kilkunastu miesiącach obserwacji.
5. Gwiazdy widoczne na niebie mają różną jasność – astronomowie mówią, że mają one różną wielkość gwiazdową. Przykładowo: gwiazda drugiej wielkości gwiazdowej świeci na niebie jaśniej niż gwiazda czwartej wielkości gwiazdowej.
6. Do przeprowadzenia obserwacji nieba przydatne są obrotowe mapy nieba lub program Stellarium.



Nocne niebo

Źródło: ESO/H. Dahle, dostępny w internecie: <https://commons.wikimedia.org/>, licencja: CC BY 4.0.

Księżyc – nasz naturalny satelita

1. Księżyc jest naturalnym satelitą Ziemi; pełen obieg Księżyca wokół Ziemi trwa około 27,3 doby. Jego tor ruchu jest elipsą, a średnia odległość od Księżyca do Ziemi wynosi około 380000 km.
2. Obserwowany kształt tarczy Księżyca zależy od wzajemnego położenia Słońca, Ziemi i Księżyca. Fazy Księżyca są skutkiem jego ruchu obiegowego wokół Ziemi i zmiany oświetlenia jego powierzchni, która jest widoczna z Ziemi, przez Słońce.
3. Zaćmienie Księżyca zachodzi, gdy znajdzie się on **w cieniu Ziemi**.
4. Powierzchnia Księżyca pokryta jest zwietrzałymi skałami, tzw. regolitem.
5. Informacje nt. budowy Księżyca uzyskano dzięki różnym projektom badawczym, m.in. dzięki lądowaniu człowieka na jego powierzchni.

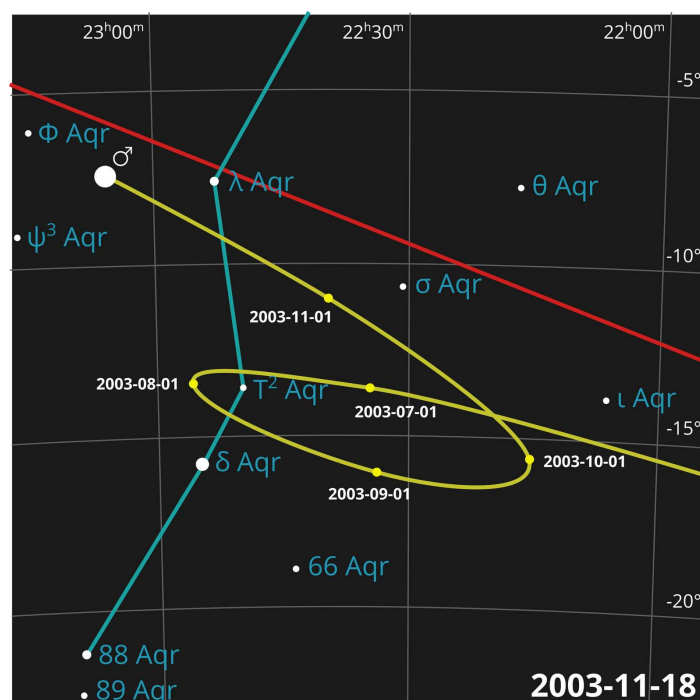


Zdjęcie Księżyca kilka dni po nowiu. Widać obszar oświetlony bezpośrednio przez Słońce oraz tzw. popielate światło Księżyca

Źródło: xlibber, dostępny w internecie: <http://commons.wikimedia.org>, licencja: CC BY 2.0.

Ruch planet

1. Planety poruszają się na niebie w skomplikowany sposób – zmieniają swoją prędkość i kierunek ruchu, zakreślają **pętle na tle gwiazd**.
2. Według systemu geocentrycznego skomplikowane drogi planet są wynikiem ruchu planety odbywającego się po kilku okręgach jednocześnie.
3. Zgodnie z systemem heliocentrycznym Ziemia porusza się dookoła Słońca; pozorny ruch planet na niebie (wynikający z ruchu Ziemi) nakłada się na ich rzeczywisty ruch względem gwiazd.



Pomiar odległości w astronomii

1. Do wyznaczenia odległości do bliskich obiektów, takich jak Księżyc czy planety, wystarczy dwa punkty na Ziemi. Zmiana położenia obserwatora o kilka czy kilkanaście tysięcy kilometrów wystarczy, aby wykorzystać zjawisko **paralaksy geocentrycznej** i wyznaczyć szukane odległości.
2. Obecnie odległość od Ziemi do Księżyca wyznacza się za pomocą zjawiska odbicia światła laserowego wysłanego z Ziemi i odbitego od specjalnych odbłyśników umieszczonych na powierzchni naszego naturalnego satelity, m.in. dzięki wyprawom kosmicznym.
3. Zjawisko **paralaksy heliocentrycznej** (pozornego przesuwania się gwiazd znajdujących się bliżej Ziemi w stosunku do tych dalszych, co jest wynikiem zmiany położenia obserwatora) pozwoliło potwierdzić teorię Kopernika i wyznaczyć odległości do najbliższych gwiazd.
4. Jednostki odległości używane w astronomii:
 - **jednostka astronomiczna (1 au)** – jest równa średniej odległości między Ziemią a Słońcem, czyli 149597871 km; jest najwygodniejszą jednostką w Układzie Słonecznym;
 - **parsek (1 pc)** (skrót pochodzi od wyrażenia **paralaksa sekundowa**) – dla gwiazdy odległej o 1 parsek, kąt paralaksy heliocentrycznej wynosi jedną sekundę kątową. Jednostki tej używają głównie astronomowie, aby wyrazić odległość do gwiazd i innych odległych obiektów astronomicznych;
 - **rok świetlny (1 ly)** – odległość, jaką światło przebywa w próżni w ciągu jednego roku. Jeżeli wyrażamy odległości w latach świetlnych, wiemy jednocześnie, ile lat wcześniej zdarzyło się to, co obecnie obserwujemy.

Ruch po okręgu

1. Do opisu ruchu po okręgu posługujemy się pojęciami „okresu obiegu” i „częstotliwość”.
 - Okresem T nazywamy czas potrzebny na wykonanie jednego pełnego obiegu po okręgu.
 - Częstotliwością f nazywamy liczbę pełnych obiegów wykonywanych w czasie jednej sekundy.
2. W ruchu jednostajnym po okręgu wartość prędkości liniowej jest stała, lecz zmieniają się jej kierunek i zwrot.
3. Prędkość liniowa jest styczna do okręgu.
4. Prędkość liniową v obliczamy ze wzoru

$$v = \frac{2\pi r}{T}$$

lub

$$v = 2\pi r f$$

gdzie $2\pi r$ to droga przebyta w ciągu jednego okresu T .



Samochody na rondzie w Szanghaju

Źródło: Tauno Töhk, edycja: Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, dostępny w internecie: <https://www.flickr.com>, licencja: CC BY 2.0.

Siła dośrodkowa

1. Siłą odpowiedzialną za ruch ciała po okręgu jest siła dośrodkowa.
2. Wartość siły dośrodkowej obliczamy według wzoru

$$F = \frac{m \cdot v^2}{r}$$

gdzie:

m [kg] – masa poruszającego się ciała;

v $\left[\frac{\text{m}}{\text{s}}\right]$ – prędkość ciała;

r [m] – promień okręgu zakreślanego przez poruszające się ciało.

3. Funkcję siły dośrodkowej może pełnić pojedyncza siła działająca na ciało (np. siła grawitacyjna, magnetyczna, sprężystości) lub wypadkowa kilku różnych sił działających na ciało.



Rzut młotem

Źródło: Erik van Leeuwen, dostępny w internecie: <https://commons.wikimedia.org>, licencja: CC BY-SA 3.0.

Prawo powszechnego ciążenia

1. **Każde** dwa ciała przyciągają się wzajemnie **siłami grawitacji**.
2. Wartość siły grawitacji zależy od masy ciał i odległości między ich środkami; siła ta jest:
 - wprost proporcjonalna do iloczynu mas;
 - odwrotnie proporcjonalna do kwadratu odległości między ciałami.
3. Wartość siły grawitacji dla ciał kulistych lub takich, które możemy traktować jako punktowe (z uwagi na bardzo dużą, w porównaniu z rozmiarami samych ciał, odległość między nimi), można obliczyć ze wzoru

$$F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

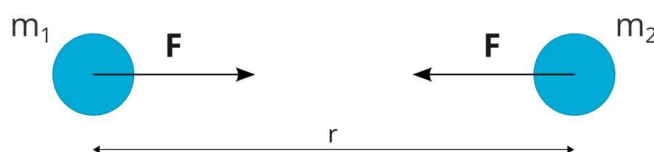
gdzie:

$G \left[\frac{\text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{s}^2} \right]$ – stała grawitacji;

m_1, m_2 [kg] – masy ciał;

r [m] – odległość między środkami ciał.

4. Siła grawitacji pełni funkcję siły dośrodkowej w ruchu planet wokół Słońca czy ruchu księżyców wokół planet bądź sztucznych satelitów poruszających się wokół Ziemi.



Źródło: Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY 3.0.

Prędkości kosmiczne

1. Na planetę krążącą wokół Słońca lub innej gwiazdy działa siła grawitacji, która jest siłą dośrodkową.
2. Prędkość, z jaką planeta, księżyc planety lub sztuczny satelita Ziemi porusza się po orbicie o promieniu r wokół ciała centralnego, wyraża się zależnością

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

Masa M jest masą ciała centralnego, wokół którego krąży drugie ciało, które ma znacznie mniejszą masę od ciała centralnego.

3. I prędkość kosmiczna to wartość prędkości, którą należy nadać ciału (stycznie do powierzchni Ziemi), aby mogło ono krążyć po orbicie kołowej o promieniu równym promieniowi Ziemi.
4. Znajomość okresu obiegu satelity wokół ciała centralnego i jego odległości od środka ciała centralnego pozwala wyznaczyć masę ciała centralnego: Słońca, planety czy nawet planetoidy (wiele z nich ma księżyce mniejsze od siebie).
5. Obecnie tylko rakieta wielostopniowa osiąga odpowiednie prędkości, które pozwalają umieścić statek kosmiczny na orbicie lub polecieć na Księżyc.



Model Ariane 5 G w Musée de l'air et de l'espace w Le Bourget (Muzeum Lotnictwa i Astronautyki Le Bourget), we Francji

Źródło: ignis, dostępny w internecie: <https://commons.wikimedia.org/> [dostęp 15.06.2022], licencja: CC BY-SA 3.0.

Ruch sztucznych satelitów Ziemi

1. Satelity, czyli ciała krążące wokół Ziemi, innych planet lub Słońca, mają różnorodne zastosowanie – od naukowego po komercyjne (telekomunikacja, audycje radiowe

i telewizyjne). Niektóre satelity są przeznaczone do celów wojskowych lub wywiadowczych.

2. Dzięki satelitom możemy oglądać zjawiska niewidoczne z powierzchni Ziemi albo zbierać doświadczenia związane z długim pobytem człowieka w stanie nieważkości.



Radziecki statek kosmiczny z serii Sojuz

Źródło: Thegreenj, dostępny w internecie: <https://commons.wikimedia.org/>, domena publiczna.

Przeciążenie i nieważkość

1. Gdy rakieta porusza się pionowo w górę z określonym przyspieszeniem (podczas startu), to doznaje **przeciążenia**. Oznacza to zwiększony nacisk na fotele, na których leżą kosmonauci, podczas startu. Siła z jaką oni naciskają na fotele jest kilkakrotnie większa od ciężaru kosmonautów:

$$F_n = Q + m \cdot a$$

gdzie:

F_n [N] – siła nacisku;

Q [N] – siła grawitacji;

m [kg] – masa kosmonauty;

a $\left[\frac{m}{s^2}\right]$ – przyspieszenie, z jakim porusza się rakieta podczas startu.

2. Ciało poruszające się pionowo w dół z pewnym przyspieszeniem (np. w windzie) różnym od przyspieszenia grawitacyjnego, znajduje się w stanie **niedociążenia**. Ciężar pozorny takiego ciała jest mniejszy od ciężaru mierzonego w stanie spoczynku. Wartość siły nacisku na podłoże obliczamy ze wzoru:

$$F_n = Q - m \cdot a$$

3. Gdy winda, w której znajduje się ciało, spada swobodnie, mamy do czynienia ze **stanem nieważkości**. Oznacza to brak wzajemnego nacisku ciała i windy.
4. W pojeździe kosmicznym poruszającym się tylko pod wpływem siły grawitacji (bez włączonych silników) panuje stan nieważkości. Wynika on z tego, że zarówno pojazd, jak i jego załoga doświadczają jednakowych przyspieszeń i dlatego te ciała na siebie nie naciskają.

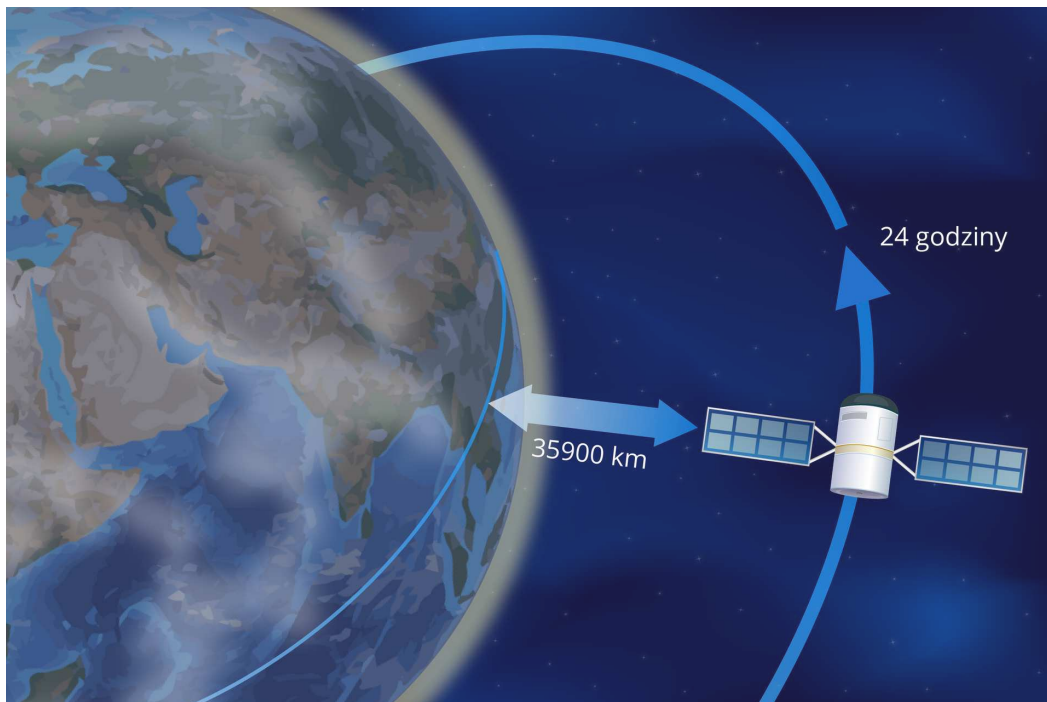


Astronauta znajdujący się w stanie nieważkości na ISS (International Space Station, Międzynarodowa Stacja Kosmiczna)

Źródło: NASA, dostępny w internecie: <https://commons.wikimedia.org/>, domena publiczna.

Satelita geostacjonarny

Satelita geostacjonarny to satelita, który „wisi” stale nad jednym punktem znajdującym się na powierzchni Ziemi (dokładniej: nad punktem na równiku). Krąży dookoła Ziemi, wykonując jeden obieg w czasie 24 godzin (dokładnie: 23 godzin, 56 minut i 4 sekund – bo tyle trwa jeden obrót Ziemi dookoła własnej osi), Promień orbity takiego satelity wynosi około 42000 km, a jego prędkość ma wartość $3080 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Satelity tego typu są ważne, bo większość z nich to **satelity telekomunikacyjne**, czyli takie, z których są nadawane programy telewizyjne bądź transmitowane rozmowy telefoniczne.

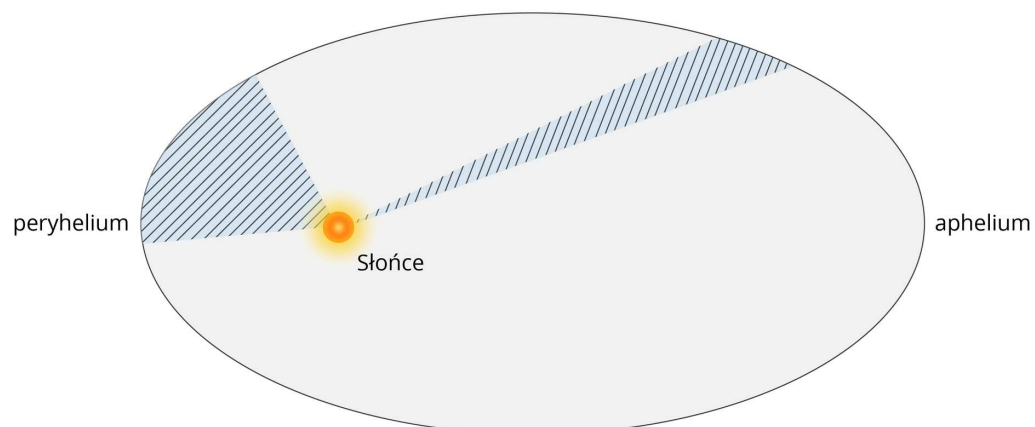


Satelita krążący wokół Ziemi

Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Prawa Keplera

1. Trzy prawa Keplera opisują ruch planet i innych ciał niebieskich dookoła Słońca:
 - I prawo głosi, że orbity planet są eliptyczne; oznacza to, że odległość od planety do Słońca jest zmienna; punkt leżący najbliżej Słońca nazywamy **peryhelium**, a najdalej – **aphelium**;
 - II prawo mówi o zmiennej prędkości liniowej i kątowej oraz o stałej prędkości polowej planet; prędkość linowa jest największa w peryhelium, a najmniejsza – w aphelium;



Drugie prawo Keplera

Źródło: Tomorrow sp.z o.o., licencja: CC BY 3.0.

- III prawo to związek rozmiarów orbit planet i okresów ich obiegu wokół Słońca; tę zależność można zapisać w postaci wzoru

$$\frac{a_1^3}{T_1^2} = \frac{a_2^3}{T_2^2}$$

gdzie:

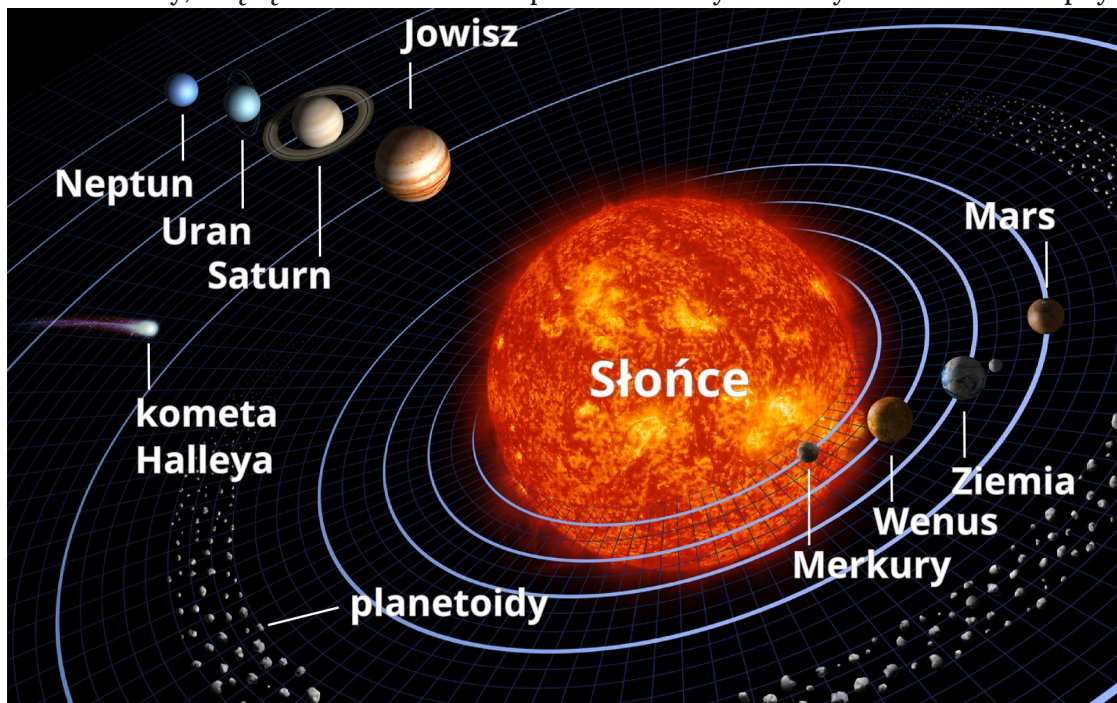
a_1, a_2 – średnia odległość od planety do Słońca;

T_1, T_2 – okres obiegu dla tej planety, przy średniej odległości od Słońca wynoszącej odpowiednio a_1, a_2 .

Ten wzór można stosować księżycy krążącego wokół planety.

Układ Słoneczny

1. Układ Słoneczny to Słońce i osiem planet krążących wokół niego: Merkury, Wenus, Ziemia, Mars, Jowisz, Saturn, Uran i Neptun.
2. Oprócz tych planet do Układu należą:
 - ich księżyce;
 - różnej wielkości planetoidy oraz tzw. planety karłowate (m.in. Pluton, Eris, Ceres);
 - komety, krążące wokół Słońca po bardzo wydłużonych orbitach eliptycznych.

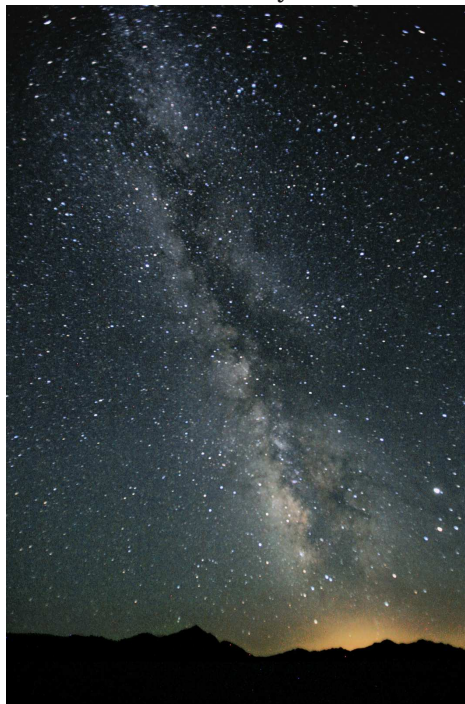


Układ Słoneczny

Źródło: Harman Smith and Laura Generosa (nee Berwin), graphic artists and contractors to NASA's Jet Propulsion Laboratory, edycja: Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, dostępny w internecie: <https://commons.wikimedia.org/>, domena publiczna.

Budowa Galaktyki

1. Słońce i inne ciała krążące wokół niego są częścią Galaktyki widocznej na niebie jako Droga Mleczna. Nasza Galaktyka liczy od 100 do 400 miliardów gwiazd. Droga Mleczna to jedna z większych galaktyk we Wszechświecie – ma średnicę równą ponad 100000 lat świetlnych. Kształtem przypomina spiralę z poprzeczką.
2. Nasz Układ Słoneczny znajduje się nieco bliżej niż 30000 lat świetlnych od centrum Galaktyki i leży prawie w płaszczyźnie równika, w tzw. ramieniu Oriona. Słońce i planety Układu Słonecznego obiegają centrum Galaktyki. Prędkość Słońca na tej orbicie wynosi ok. $220 \frac{\text{km}}{\text{s}}$, a okres obiegu wokół centrum Galaktyki – między 225 a 250 mln lat.
3. W Galaktyce znajdują się bardzo różne gwiazdy. Najwięcej jest gwiazd podobnych do Słońca – mają one średnicę do kilkunastu razy większą niż średnica Słońca. Znacznie mniej jest gwiazd większych, mających średnicę ok. 100 razy większą niż średnica Słońca (olbrzymy), i mające średnicę około 1000 razy większą niż średnica Słońca (nadolbrzymy). Najmniejsze gwiazdy to białe karły, które mają wyższą temperaturę niż temperatura naszego Słońca, ich średnica jest mniej więcej taka sama jak średnica Ziemi. Odkryto także tzw. pulsary – mają one średnicę 10–20 kilometrów i prawdopodobnie są gwiazdami neutronowymi.



Droga Mleczna

Źródło: Steve Jurvetson, dostępny w internecie: <http://commons.wikimedia.org>, licencja: CC BY 2.0.

Test

Ćwiczenie 1



Najodleglejsza planeta Układu Słonecznego, Neptun, obiega Słońce w ciągu 165 lat. Jaka jest średnia odległość planety od Słońca wyrażona w jednostkach astronomicznych? Zaznacz poprawną odpowiedź.

☐ 165 j. a.

☐ Nie można obliczyć tej odległości – w treści zadania podano za mało danych.

☐ 30 j. a.

☐ 40 j. a.

☐ 2120 j. a.

☐ 13 j. a.

☐ 5,5 j. a.

Ćwiczenie 2



Płyta CD wykonuje od 200 do 500 obrotów na minutę. W jakim zakresie zmienia się okres obrotów płyty? Wskaż poprawne odpowiedzi.

- ☐ od 0,03 s do 0,012 s
- ☐ od 0,05 min do 0,02 min
- ☐ od 0,3 s do 0,12 s
- ☐ od 3,333 s do 8,333 s
- ☐ od 0,5 min do 0,2 min
- ☐ od 0,3333 s do 0,8333 s
- ☐ od 0,005 min do 0,002 min

Ćwiczenie 3



W wirówce znajdują się dwie cząsteczki A i B. Masa cząsteczki A jest dwa razy większa od masy cząsteczki B. Na którą cząsteczkę i ile razy większa siła dośrodkowa musi działać, aby obie poruszały się po okręgu o tym samym promieniu i z tą samą prędkością? Zaznacz poprawną odpowiedź.

- ☐ Na cząsteczkę B musi działać dwa razy większa siła.
- ☐ Na cząsteczkę A musi działać cztery razy większa siła.
- ☐ Na cząsteczkę A musi działać cztery razy większa siła.
- ☐ Na cząsteczkę A musi działać dwa razy większa siła.
- ☐ Na obie cząsteczki musi działać taka sama siła.

Ćwiczenie 4



Na samochód pokonujący łagodny zakręt z prędkością o wartości $40 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ działa siła dośrodkowa o wartości 4 kN.

Oblicz siłę potrzebną, aby ten sam samochód pokonał ten sam zakręt z prędkością o wartości $80 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Zaznacz poprawne odpowiedzi.

☐ 6 kN

☐ 4000 N

☐ 8000 N

☐ 6000 N

☐ 4 kN

☐ 8 kN

☐ 16000 N

☐ 16 kN

Ćwiczenie 5



Strumień elektronów porusza się po okręgu o promieniu R . W pewnym momencie zaobserwowano, że promień toru ruchu cząstek wzrósł do wartości $1,5 R$. Jak zmieniła się wartość siły dośrodkowej działającej na cząstki, jeśli wiadomo, że wartość ich prędkości nie uległa zmianie? Zaznacz poprawną odpowiedź.

- ☐ Siła dośrodkowa wzrosła $1,5$ raza.
- ☐ Siła dośrodkowa zmalała $2,25 = (1,5)^2$ raza.
- ☐ Siła dośrodkowa wzrosła $2,25 = (1,5)^2$ raza.
- ☐ Siła dośrodkowa nie zmieniła się.
- ☐ Siła dośrodkowa zmalała $1,5$ raza.

Ćwiczenie 6



Trzy satelity S_1 , S_2 , i S_3 krążą wokół Ziemi na jednej orbicie, to znaczy, że wszystkie są w tej samej odległości od Ziemi. Masy tych satelitów wynoszą odpowiednio: 10 kg , 100 kg , 200 kg .

Na podstawie tych informacji, oceń prawdziwość poniższych zdań. Przy każdym zdaniu w tabeli zaznacz **Prawda** albo **Fałsz**.

Zdanie	Prawda	Fałsz
Prędkości wszystkich trzech satelitów są takie same.	☐	☐
Ziemia najsilniej przyciąga satelitę S_3 .	☐	☐
Siła grawitacyjna, z jaką Ziemia przyciąga satelitę S_1 jest 10 razy mniejsza niż ta działająca na S_2 .	☐	☐
Siła, z jaką Ziemia przyciąga satelity jest taka sama dla wszystkich trzech obiektów.	☐	☐
Satelita S_1 porusza się z największą prędkością, a satelita S_3 z najmniejszą.	☐	☐
Satelity o różnych masach nie mogą krążyć na jednej orbicie.	☐	☐

Ćwiczenie 7



Ziemia przyciąga Księżyc siłą F . Odległość Księżycyca od Ziemi wynosi D . Jaką wartość miałyby siła oddziaływania Ziemi na Księżyc, gdyby w wyniku katastrofy kosmicznej Księżyc odsunął się na odległość $2D$? Zaznacz poprawne odpowiedzi.

☐ $0,25F$

☐ $2F$

☐ $4F$

☐ $\frac{1}{4}F$

☐ F

☐ $0,5F$

☐ $\frac{1}{2}F$

Ćwiczenie 8



Ile czasu potrzebuje satelita geostacjonarny, aby wykonać jedno pełne okrążenie? Zaznacz poprawne odpowiedzi.

- ☐ Tyle, ile Ziemia potrzebuje na okrążenie Słońca.
- ☐ Tyle ile Ziemia potrzebuje na wykonanie obrotu wokół własnej osi.
- ☐ Jeden rok.
- ☐ Około dwudziestu czterech godzin.
- ☐ Ten czas zależy od promienia orbity satelity.
- ☐ Dwanaście godzin.
- ☐ Jedną dobę.

Ćwiczenie 9

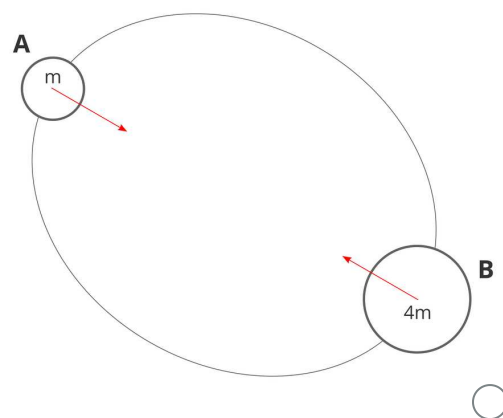
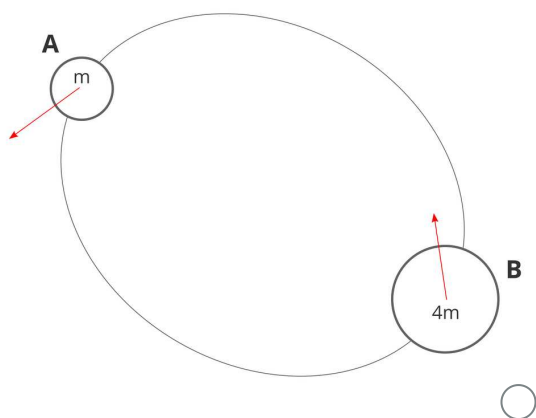
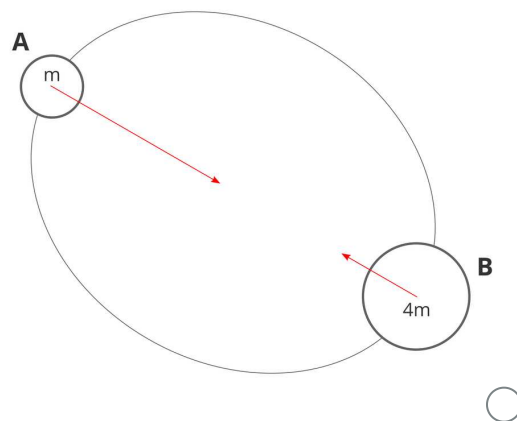
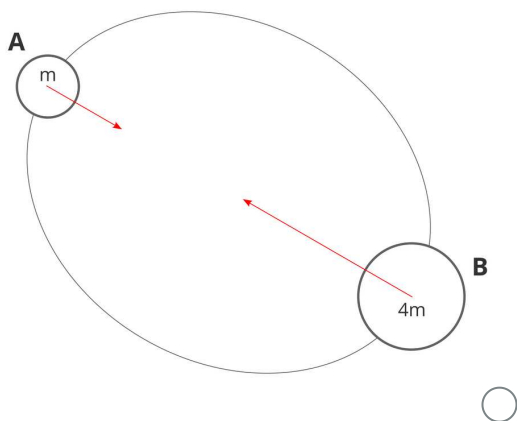


Czy wyrzucenie ciała z prędkością o wartości $7,9 \frac{\text{km}}{\text{s}}$ (tyle wynosi wartość I prędkości kosmicznej) jest wystarczające, aby stało się ono satelitą Ziemi? Zaznacz poprawną odpowiedź.

- ☐ Tak wystarczy, ponieważ jest to wartość I prędkości kosmicznej.
- ☐ Tak wystarczy, ale należy wyrzucić ciało pionowo do góry.
- ☐ Nie wystarczy, dodatkowo należy tej prędkości nadać kierunek styczny do powierzchni Ziemi.

Ćwiczenie 10

Gwiazda podwójna składa się ze składników A i B. Masa składnika B jest cztery razy większa od masy składnika A. Który z rysunków poprawnie przedstawia siły grawitacyjnego oddziaływania składników tej gwiazdy?



Ćwiczenie 11



Zaznacz odpowiedź, w której uporządkowano planety według rosnącej odległości od Słońca.

☐ Merkury, Jowisz, Saturn, Mars

☐ Mars, Merkury, Jowisz, Saturn

☐ Merkury, Saturn, Jowisz, Mars

☐ Saturn, Merkury, Jowisz, Mars

☐ Jowisz, Merkury, Mars, Saturn

☐ Merkury, Mars, Jowisz, Saturn

Źródło: Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 12



Siła grawitacji działająca na pojazd kosmiczny znajdujący się na powierzchni Ziemi wynosi 1000 N. Na jakiej wysokości nad powierzchnią Ziemi siła grawitacji działająca na ten pojazd zmaleje do 250 N? Zaznacz poprawną odpowiedź.

☐ Na wysokości równej odległości Ziemi od Księżyca.

☐ Na wysokości 2 km.

☐ Na wysokości równej wartości promienia Ziemi, czyli 6370 km.

☐ Na wysokości cztery razy większej od promienia Ziemi.

☐ Na wysokości trzy razy większej od promienia Ziemi.

☐ Na wysokości 4 km.

Ćwiczenie 13



Wokół planety Jowisz krąży ponad sześćdziesiąt księżyców. Co stałoby się z tymi księżycami, gdyby nagle zniknęła siła grawitacyjna między Jowiszem a każdym z księżyców? Zaznacz poprawną odpowiedź.

- ☐ Księżyce nadal krążyłyby po swoich orbitach.
- ☐ Księżyce oddalałyby się od Jowisza promieniście.
- ☐ Księżyce oddalałyby się od Jowisza po linii spiralnej.
- ☐ Księżyce spadałyby na Jowisza.
- ☐ Księżyce oddaliłyby się od Jowisza po liniach prostych stycznych do ich dotychczasowych orbit.

Źródło: Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, licencja: CC BY 3.0.

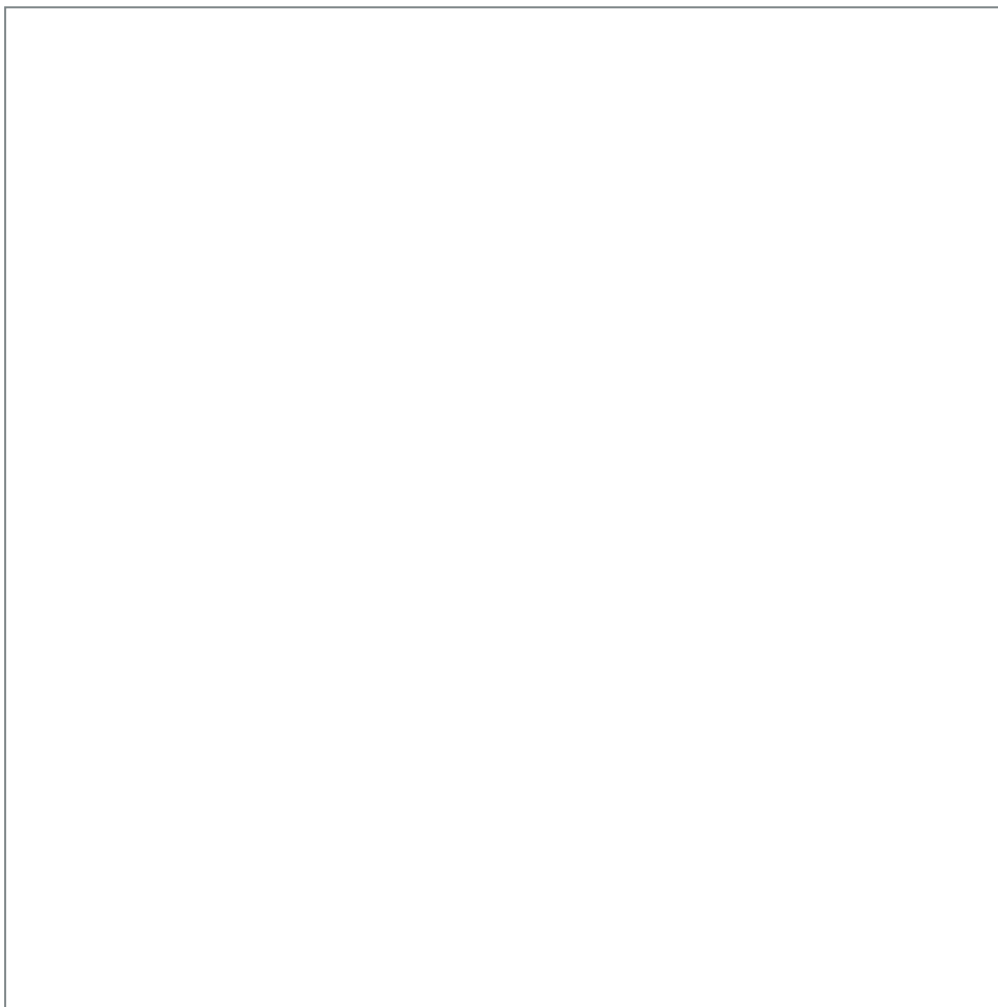
Zadania

Polecenie 1

Opisz sposób pomiaru odległości do bliskiej gwiazdy za pomocą paralaksy rocznej (heliocentrycznej). Podaj definicję jednostki odległości używanej przez astronomów i związanej ze zjawiskiem paralaksy.

Polecenie 2

Widoczny na niebie ruch planet jest skomplikowany; każda planeta zakreśla pętle i zmienia swoją prędkość. Jak ten ruch wyjaśnia teoria geocentryczna, a jak heliocentryczna? Wyjaśnienia poprzyj odpowiednim rysunkiem.



Polecenie 3

Wirówka używana w laboratorium analitycznym wykonuje maksymalnie 18000 obrotów na minutę. Oblicz okres obrotów wirówki, a jej częstotliwość wyraż w hercach.

Polecenie 4

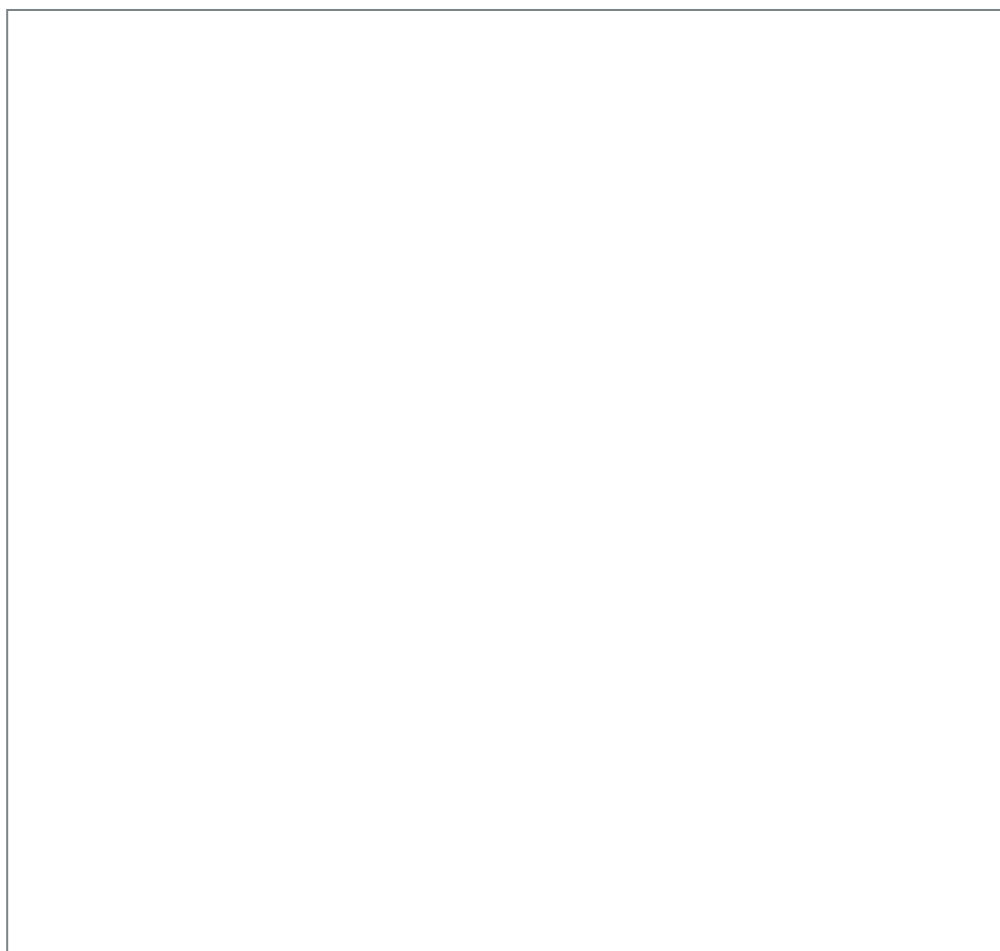
Na stronie internetowej

<http://tvnmeteo.tvn24.pl/informacje-pogoda/ciekawostki,49/wkrotce-ksiezyc-zasloni-34-tarczy-sloneczekaja-nas-utrudnienia,160331,1,0.html>

10 marca 2015 roku można było przeczytać następującą informację:

((W piątek 20 marca Polacy powinni spoglądać w niebo. Tego dnia Księżyc przysłoni miejscami nawet 75 procent. tarczy słonecznej. Zjawisko rozpocznie się po godz. 9:40. Jako pierwsi zobaczą je wrocławianie (o godz. 9:41). Następnymi obserwatorami będą mieszkańcy Krakowa i Gdańska. Warszawiacy zobaczą zaćmienie po godz. 9:48. Największa faza zjawiska (apogeum) rozpocznie się na krótko przed godz. 11.

Naszkicuj wzajemne położenie Słońca, Ziemi i Księżyca w chwili zapowiadanego zjawiska. Nazwij fazę, w jakiej znalazł się Księżyc tego dnia.



Polecenie 5

W tekstach o gwiazdach i planetach można przeczytać, że „planeta (gwiazda) przechwyciła przelatującą obok planetoidę i ta stała się jej satelitą”. Jak rozumiesz takie sformułowanie? Na czym polega to „przechwycenie”?

Polecenie 6

Ziemia krąży wokół Słońca po elipsie zbliżonej kształtem do okręgu z prędkością około $30 \frac{\text{km}}{\text{s}}$. Wyobraź sobie, że pewnego letniego dnia zniknęła siła grawitacyjna, jaką Słońce działa na Ziemię. Zastanów się nad następującymi problemami i przygotuj na nie odpowiedź.

1. Czy w konsekwencji zaniku tej siły ustałyby ruch wirowy Ziemi wokół własnej osi oraz następstwo dni i nocy?
2. Czy ustałoby następstwo pór roku? Jeśli tak, to czy zawsze byłoby lato?
3. Czy Ziemia oddalałaby się od Słońca z prędkością większą, mniejszą czy równą $30 \frac{\text{km}}{\text{s}}$?
A może nadal krążyłaby wokół Słońca?
4. Czy ludzie na Ziemi znaleźliby się w stanie nieważkości?

Ćwiczenie 14

Deimos – jeden z księżyców Marsa – okrąża planetę w ciągu 30 godzin. Odległość między Deimosem a środkiem Marsa wynosi około 23500 km. Udowodnij, że znajomość tych dwóch danych jest wystarczająca, aby obliczyć masę Czerwonej Planety.

Ćwiczenie 15

Okres obiegu Neptuna, ostatniej planety Układu Słonecznego, trwa około 165 lat. Oblicz średnią odległość Neptuna od Słońca w jednostkach astronomicznych (au).