

Zestaw 10

GRAWITACJA

Zadania przygotowane wspólnie z dr inż. Leszkiem Adamczykiem

Przydatne stałe:

Stała grawitacyjna: $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3/(\text{s}^2 \cdot \text{kg})$

Przyspieszenie grawitacyjne na powierzchni Ziemi: $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

Masa Ziemi: $M_Z = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$

Średni promień Ziemi: $R_Z = 6,37 \cdot 10^6 \text{ m}$

Masa Słońca: $M_S = 1,99 \cdot 10^{30} \text{ kg}$

Średni promień Słońca: $R_S = 6,96 \cdot 10^8 \text{ m}$

Średnia odległość od Ziemi do Słońca: $1,5 \cdot 10^{11} \text{ m}$

1. W jakiej odległości od siebie muszą znajdować się dwie cząstki o masach 5,2 kg oraz 2,4 kg, aby siła ich przyciągania grawitacyjnego miała wartość $2,3 \cdot 10^{-12} \text{ N}$?
2. Chcemy umieścić sondę kosmiczną na prostej łączącej Ziemię i Słońce, aby obserwować rozbłyski słoneczne. W jakiej odległości od środka Ziemi musi znajdować się ta sonda, aby siły przyciągania grawitacyjnego działające na nią ze strony Ziemi i Słońca równoważyły się?
3. Na jakiej wysokości nad powierzchnią Ziemi przyspieszenie grawitacyjne jest równe $4,9 \text{ m/s}^2$?
4. Wyprowadź wzory na pierwszą i drugą prędkość kosmiczną, jeżeli dane są: promień Ziemi R_Z oraz przyspieszenie grawitacyjne g na jej powierzchni. Oblicz wartości liczbowe obu prędkości.
5. Stacja orbitalna ma być wyniesiona z powierzchni ziemi (promień R_z) na kołową orbitę na wysokości h . Potrzebna na to energia dzieli się na ΔE_p i E_k (ΔE_p na umieszczenie stacji na orbicie, E_k na nadanie jej odpowiedniej prędkości).
 - (a) Jaki jest stosunek energii $\Delta E_p/E_k$?
 - (b) Na jakiej wysokości h' ΔE_p i E_k mają tę samą wartość?
6. Pewien satelita znajduje się przez cały czas nad określonym miejscem na równiku Ziemi. Na jakiej wysokości nad powierzchnią Ziemi znajduje się ten satelita (jego orbitę nazywamy *geostacjonarną*)?
7. Średnia odległość Marsa od Słońca jest 1,52 razy większa niż średnia odległość Ziemi od Słońca. Korzystając z trzeciego prawa Keplera, oblicz ile lat zajmuje Marsowi jedno okrążenie Słońca.

8. Dwie jednakowe gwiazdy krążą po wspólnej orbicie o promieniu R z okresem T . Obliczyć pracę L , jaką należy wykonać, aby dwukrotnie zwiększyć promień orbity takiej gwiazdy podwójnej. Należy pominąć wpływ wszystkich innych ciał niebieskich.
9. Planetoida o masie stanowiącej $2 \cdot 10^{-4}$ masy Ziemi obiega Słońce po orbicie kołowej o promieniu dwa razy większym od odległości Ziemi od Słońca.
 - (a) Wyznacz okres ruchu planetoidy w latach.
 - (b) Ile wynosi stosunek energii kinetycznej tej planetoidy do energii kinetycznej Ziemi?

Zadania dodatkowe

1. Oblicz przyspieszenie grawitacyjne na powierzchni Słońca. Ile razy wzrósłby twój ciężar, gdybyś stanął na powierzchni Słońca?
2. Oblicz energię potrzebną do ucieczki ciała: (a) z Księżyca, (b) z Jowisza, wyrażając ją w jednostkach energii potrzebnej do ucieczki z Ziemi.
3. Gwiazda neutronowa może mieć masę równą masie Słońca, przy promieniu zaledwie 10 km.
 - (a) Ile wynosi przyspieszenie grawitacyjne na powierzchni takiej gwiazdy?
 - (b) Ile wynosi prędkość ciała, które spadło na taką gwiazdę z wysokości 1 m, przy założeniu, że zostało puszczone bez prędkości początkowej? Przyjmij, że gwiazda nie wykonuje ruchu obrotowego.
4. Średnica Marsa wynosi w przybliżeniu $6,9 \cdot 10^3$ km, a średnica Ziemi — $1,3 \cdot 10^4$ km. Masa Marsa stanowi 0,11 masy Ziemi.
 - (a) Ile wynosi stosunek średnich gęstości Marsa i Ziemi?
 - (b) Ile wynosi przyspieszenie grawitacyjne na Marsie?
 - (c) Ile wynosi prędkość ucieczki z Marsa?