

Zajęcia 4.

Materiały pomocnicze do zajęć wyrównawczych z Fizyki dla Odnawialnych Źródeł Energii i Gospodarki Odpadami.

Grupy 2 i 4.

1. Prawo grawitacji.

Na każde dwa ciała o masach m_1 , m_2 działa siła grawitacji, która jest wprost proporcjonalna do iloczynu mas, a odwrotnie proporcjonalna do kwadratu odległości r między ciałami:

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

Gdzie G to stała grawitacji, wielkość niezmienna w całym Wszechświecie.

$$G = 6.67384(80) \times 10^{-11} \frac{m^3}{kg s^2}$$

Siła grawitacji jest zawsze przyciągająca.

W uproszczeniu wartość siły grawitacji zapisujemy:

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

2. Pole grawitacyjne.

To przestrzeń w której działają siły grawitacji.

Pole grawitacyjne charakteryzują następujące wielkości:

- Linie pola grawitacyjnego** – to tory po których poruszają się tzw. próbne masy w polu grawitacji.
- Natężenie pola grawitacyjnego** to wielkość fizyczna opisująca właściwości danego punktu przestrzeni.
Jest to siła działająca na jednostkową masę umieszczoną w polu grawitacyjnym.

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{m}$$

Jeśli wyróżnimy jedno ciało jako źródło pola grawitacyjnego i siłę grawitacji zapiszemy w postaci:

$$\vec{F} = G \frac{Mm}{r^3} \vec{r}$$

To natężenie pola grawitacyjnego można zapisać:

$$\vec{E} = G \frac{M}{r^3} \vec{r}$$

c. Energia potencjalna w polu grawitacyjnym.

$$E_p = -G \frac{Mm}{r}$$

d. Potencjał w polu grawitacyjnym.

Jest to energia potencjalna przypadająca na jednostkową masę:

$$V = -G \frac{M}{r}$$

e. Praca w polu grawitacyjnym.

$$W = -\Delta E_p$$

Pole grawitacyjne jest polem zachowawczym.

Praca wykonana przez siły grawitacji na drodze zamkniętej jest równa zero.

3. Ruch jednostajny po okręgu.

Okres T. (1s)

Częstotliwość f. (1Hz)

$$T = \frac{1}{f}$$

Prędkość v :

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

Prędkość kątowna ω :

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$

Siła i przyspieszenie dośrodkowe.

$$F_d = m \frac{v^2}{r} = m\omega^2 r$$

4. Zadania:

1. Na jakiej wysokości nad powierzchnią Ziemi siła grawitacji działająca na ciało będzie trzykrotnie mniejsza niż na powierzchni Ziemi?
2. Satelita stacjonarny. Na jaką wysokość należy wynieść sztucznego satelitę Ziemi, aby oglądany z powierzchni Ziemi wydawał się nieruchomy, a jego orbita była kołowa i leżała w płaszczyźnie równika. $R_Z = 6370\text{km}$.
3. Na jakiej wysokości nad powierzchnią Ziemi przyspieszenie ziemskie jest 2 razy mniejsze od jego wartości na powierzchni Ziemi.
4. Wyprowadź wzór na I prędkość kosmiczną.
5. Wyprowadź wzór na II prędkość kosmiczną.
6. W jakiej odległości od środka Ziemi rakieta kosmiczna podążająca w kierunku Księżyca, będzie przyciągana taką samą siłą przez Ziemię jak i przez Księżyc. W obliczeniach przyjmij że masa Ziemi jest 81 razy większa od masy Księżyca, a odległość pomiędzy środkiem Ziemi i środkiem Księżyca jest 60 razy większa od promienia Ziemi.
7. Oblicz prędkość ruchu Księżyca wokół Ziemi, zakładając, że jego orbita jest kołowa. Przyjąć, że masa Ziemi $M_Z = 5.96 \cdot 10^{24}\text{kg}$, a odległość między Księżycem a Ziemią $r = 3.844 \cdot 10^8\text{m}$.
8. Oblicz prędkość ruchu Ziemi wokół Słońca, zakładając, że jej orbita jest kołowa. Przyjąć, że masa Słońca $M_S = 1.9 \cdot 10^{30}\text{kg}$, a odległość między Słońcem a Ziemią $r = 1.5 \cdot 10^{11}\text{m}$.