

Opracował - Krzysztof Szelażek (wszelkie prawa zastrzeżone)

Proszę sprawdzić kompletność istniejących notatek, a następnie rozpocząć przepisywanie właściwych lekcji, których nie ma w zeszytach przedmiotowych, np. ze względu na uczestniczenie w miesięcznym kursie zawodowym. W przypadku bieżących lekcji należy przeczytać powiązane z nimi treści zawarte w podręczniku lub obejrzeć film dostępny pod wskazanym linkiem, przepisać zamieszczone w dokumencie notatki i spróbować rozwiązać nierozwiązane przykłady lub dokończyć rozpoczęte w nich obliczenia.

C Elementy astronomii

C/I Grawitacja

Lekcja 23

Temat: Wiadomości ogólne o grawitacji.

1. Oddziaływanie grawitacyjne

- określenie oddziaływania - najsłabsze z czterech podstawowych oddziaływań występujące między ciałami posiadającymi określoną masę, np.: gwiazdami, planetami, galaktykami,
- uwaga - do dziś nie zostały odkryte grawitony uważane za nośniki oddziaływania grawitacyjnego.

2. Siła grawitacji

- określenie siły - miara oddziaływania grawitacyjnego ciał,
- symbol siły - \vec{F}_g ,
- uwaga - szczególnym rodzajem siły grawitacji jest siła ciężkości \vec{Q} zwana w skrócie ciężarem ciała.

3. Ciężar ciała

- określenie ciężaru - siła wypadkowa siły grawitacji \vec{F}_g i siły odśrodkowej \vec{F}_b bezwładności, czyli
$$\vec{Q} = \vec{F}_g + \vec{F}_b,$$
ale ponieważ $F_b = 0,5\% \cdot F_g$ można powiedzieć, że ciężar ciała jest siłą grawitacji, z jaką Ziemia przyciąga ciało znajdujące się na jej powierzchni,

b) wartość ciężaru

$$Q = m \cdot g \text{ [N]},$$

gdzie: m - masa ciała o wartości w kg,

g - wartość przyspieszenia ziemskiego w $\frac{m}{s^2}$,

- uwaga - dla naszej szerokości geograficznej wartość przyspieszenia ziemskiego

wynosi $9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, ale w zadaniach, dla uproszczenia obliczeń, może być zaokrąglana do $10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

4. Przykłady:

P1) Masa pewnego ciała wynosi 60 kg. Oblicz wartość ciężaru tego ciała na powierzchni Ziemi.

Dane: $m = 60 \text{ kg}$

Szukane: $Q = ?$

$$g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Rozwiązanie

$$Q = m \cdot g = 60 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 600 \text{ N}$$

Odp: ...

P2) Masa pewnego ciała wynosi 120 kg. Oblicz wartość ciężaru tego ciała na powierzchni Księżyca, jeżeli wartość przyspieszenia księżycowego jest 6 razy mniejsze od wartości przyspieszenia ziemskiego.

Dane: $m = 120 \text{ kg}$

Szukane: $Q_k = ?$

$$g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Rozwiązanie

$$g_k = \frac{1}{6} \cdot g = \dots$$

$$Q_k = m \cdot g_k = \dots$$

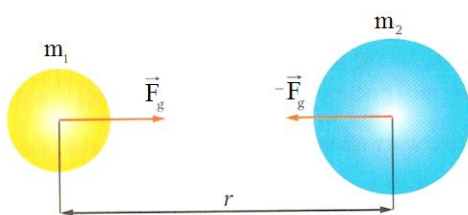
Odp: ...

Lekcja 24

Temat: Prawo ciążenia powszechnego Newtona.

1. Oddziaływanie grawitacyjne ciał

a) prawo ciążenia powszechnego (rysunek z podręcznika)



Każde dwa ciała przyciągają się wzajemnie siłami grawitacji, których wartości są wprost proporcjonalne do iloczynu mas tych ciał i odwrotnie proporcjonalne do kwadratu odległości między ich środkami, czyli

$$F_g = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2} [\text{N}],$$

gdzie: G - współczynnik proporcjonalności zwany stałą grawitacji, której wartość

wynosi $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2}$, a jako pierwszy wyznaczył ją Henry

Cavendish,

m_1, m_2 - masy ciał o wartości w kg,

r - odległość między środkami ciał o wartości w m,

- b) wnioski wynikające z analizy wzoru na wartość siły grawitacji:
- im większe są masy ciał 1 i 2, tym większa jest wartość siły grawitacji ich wzajemnego oddziaływania,
 - gdy odległość między środkami obu ciał wzrasta, to wartość działającej między nimi siły grawitacji maleje,
- c) uwaga - odkrywcą prawa ciążenia powszechnego był Izaak Newton.

2. Przykłady

P1) Masy każdej z dwóch kul wynoszą 100 kg, a odległość między ich środkami jest równa 10 m. Oblicz wartość siły wzajemnego przyciągania się tych kul.

Dane: $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2}$

Szukane: $F_g = ?$

$m_1 = m_2 = 100 \text{ kg}$

$r = 10 \text{ m}$

Rozwiązanie

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

$$m_1 = m_2 = m \Rightarrow F_g = G \frac{m^2}{r^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2} \cdot \frac{(100\text{kg})^2}{(10\text{m})^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2} \cdot \frac{10^4 \text{kg}^2}{10^2 \text{m}^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{N} \cdot 10^2 = 6,67 \cdot 10^{-9} \text{ N}$$

Odp: ...

P2) Ciała o masie równej m leżą na powierzchni Ziemi, której promień jest równy 6370 km. Oblicz wartość masy naszej planety.

Dane: $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2}$

Szukane: $M = ?$

m

$R = 6370 \text{ km}$

Rozwiązanie

$$(m_1 = M, m_2 = m, r = R) \Rightarrow F_g = G \frac{M \cdot m}{R^2}$$

ciało leży na powierzchni Ziemi $\Rightarrow F_g = Q$

$$(F_g = G \frac{M \cdot m}{R^2} \wedge Q = m \cdot g) \Rightarrow G \frac{M \cdot m}{R^2} = m \cdot g / : m / \cdot \frac{R^2}{G}$$

$$M = \frac{g \cdot R^2}{G}$$

$$R = 6370 \text{ km} = 6370000 \text{ m} = 6,37 \cdot 10^6 \text{ m}$$

$M = \dots$

Odp: ...

Lekcja 25

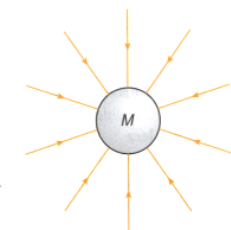
Temat: Pole grawitacyjne.

1. Pole grawitacyjne

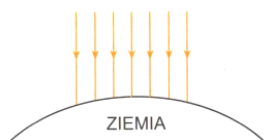
- definicja pola - właściwość przestrzeni, w której na dowolne ciało o masie m działa siła grawitacji,
- uwaga - pole grawitacyjne można zilustrować za pomocą tzw. linii sił pola, czyli wyobraźalnych torów, po których poruszałoby się ciało o niewielkiej masie m zwanej masą próbną pod wpływem siły grawitacji, przy czym ich kształt i gęstość określa rodzaj i siłę pola.

2. Rodzaje pól grawitacyjnych:

- centralne,



- jednorodne,



3. Wielkości charakterystyczne pola grawitacyjnego

- a) natężenie pola γ [$\frac{\text{N}}{\text{kg}}$],
- b) potencjał pola V [$\frac{\text{J}}{\text{m}}$].

4. Przykłady

P1) Natężenie pola grawitacyjnego określa wzór $\gamma = \frac{F_{\text{g}}}{m}$. Oblicz jego wartość na powierzchni Ziemi.

Dane: wzór

Szukane: $\gamma = ?$

Rozwiązanie

$$\gamma = \frac{F_{\text{g}}}{m}$$

$r = R \Rightarrow F_{\text{g}} = Q = m \cdot g \Rightarrow \gamma = \frac{m \cdot g}{m} = g$, czyli wartość natężenia pola grawitacyjnego na powierzchni naszej planety jest równa wartości przyspieszenia ziemskiego.

Odp: ...

Lekcja 26

Temat: **Przeciążenie niedociążenie i nieważkość.**

1. Przeciążenie, niedociążenie i nieważkość na przykładzie sił działających na ciało w poruszającej się windzie

- a) stan początkowy - ciało znajduje się w windzie pozostającej w spoczynku,
 - siły działające na ciało i wartość siły wypadkowej (nacisku)

$$\vec{F} = \vec{Q}, \text{ przy czym}$$

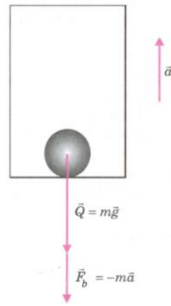
$$\underline{F = Q = m \cdot g [\text{N}]}$$

gdzie: m - masa ciała o wartości w kg ,

g - wartość przyspieszenia ziemskiego w $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$,

- stan - normalny,

- b) ruszającej w górę z przyspieszeniem,
 - siły działające na ciało i wartość siły wypadkowej



$$\vec{F} = \vec{Q} + \vec{F}_b$$

gdzie: \vec{Q} - ciężar ciała,

\vec{F}_b - siła bezwładności, przy czym

$$F_b = m \cdot a \Rightarrow F = Q + F_b = m \cdot (g + a) \text{ [N]},$$

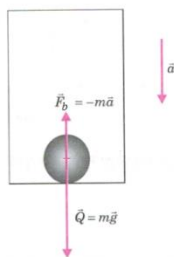
gdzie: m, g - jak wyżej,

a - wartość przyspieszenia ciała(windy) w $\frac{m}{s^2}$,

- stan ciała - przeciążenie,
- określenie przeciążenia - pozorne zwiększenie ciężaru ciała, np. w windzie wywołane przyspieszeniem skierowanym pionowo w górę i pojawiającą się wraz z nim siłą bezwładności,

c) ruszającej w dół z przyspieszeniem,

- siły działające na ciało i wartość siły wypadkowej



$$F = Q - F_b = m \cdot (g - a) \text{ [N]},$$

gdzie: m, g, a - jak wyżej,

- stan ciała - niedociążenie,
- określenie niedociążenia - pozorne zmniejszenie ciężaru ciała, np. w windzie wywołanej przyspieszeniem skierowanym pionowo w dół,

d) ruszającej w dół z przyspieszeniem ziemskim, czyli spadającej swobodnie

- wartość siły wypadkowej

$$a = g \Rightarrow F = Q - F_b = m \cdot (g - g) = 0N$$

gdzie: m, g, a - jak wyżej,

- stan ciała - nieważkość,
- określenie nieważkości - pozorne zmniejszenie się ciężaru ciała do zera, np. w windzie wywołane przyspieszeniem skierowanym pionowo w dół, równym co do wartości przyspieszeniu ziemskiemu, czyli spadającej swobodnie.

2. Przykłady

P1) Człowiek o masie równej 100 kg znajduje się w windzie ruszającej w górę z przyspieszeniem wynoszącym $2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. Oblicz wartość jego ciężaru.

Dane: $m = 100 \text{ kg}$

Szukane: $F = ?$

$$a = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Rozwiązanie

$$F = m \cdot (g + a) = 100 \text{ kg} \cdot \left(10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} + 2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) = 100 \text{ kg} \cdot 12 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 1200 \text{ N}$$

Odp: ...

P2) Międzynarodowa Stacja Kosmiczna (ISS) obiega Ziemię na wysokości około 340 km. Korzystając z podręcznika opisz stan, w jakim znajdują się zamieszkujący ją astronauty.

opis - zostawić 1/2 strony wolnej

Odp: ...

Lekcja 27

Temat: Podsumowanie przerobionego materiału - grawitacja.