

Fizyka elementarna. Materiały dla studentów. Część 12 i 13

Przygotowanie : Anna Kaczorowska 31.10 2008

Wprowadzenie:

Przydatne definicje, czyli ustalmy, o czym mówimy:

1. Iloczyn skalarny dwóch wektorów. Dane są dwa wektory o współrzędnych:

$$\vec{a} = (a_x, a_y, a_z) \text{ oraz } \vec{b} = (b_x, b_y, b_z)$$

Iloczynem skalarnym tych wektorów nazywamy skalar c o wartości:

$$c = \vec{a} \circ \vec{b} = a_x b_x + a_y b_y + a_z b_z$$

lub inna definicja:

$$c = |\vec{a}| |\vec{b}| \cos \angle (\vec{a}, \vec{b})$$

2. Energia- funkcja stanu układu fizycznego. Wielkość fizyczna charakteryzująca ciało lub układ ciał.

Zasada zachowania energii: Całkowita energia układu odosobnionego pozostaje stała.

3. Energia kinetyczna- część energii ciała związana z jego ruchem względem pewnego układu

odniesienia równa : $E = \frac{mv^2}{2}$

4. Energia potencjalna- energia charakteryzująca oddziaływanie układu ciał (np. grawitacyjne)

5. Praca:

- proces przekazywania energii
- wielkość fizyczna charakteryzująca ten proces (wyrażana w jednostkach energii) równa $L =$

$$\sum_{i=1}^n \vec{F}_i \circ \Delta \vec{r}_i$$

6. Zderzenie doskonale sprężyste - zderzenie ciał, w którym po chwilowej deformacji ciała wracają do pierwotnego kształtu.

7. Zderzenie doskonale niesprężyste- ciała w wyniku zderzenia deformują się i łączą ze sobą.

8. Zderzenie centralne- prędkości ciał zderzających się leżą na prostej łączącej ich środki mas.

Pytania

1. Czy iloczyn skalarny wektorów jest przemienny? Kiedy przybiera wartość maksymalną, a kiedy jest równy zeru? Jaki jest wynik iloczynu skalarnego $\vec{a} \circ \vec{a} = ?$
2. Oblicz pracę siły grawitacyjnej utrzymującej satelitę na orbicie kołowej.

Zadania

Zadanie 1

Energia potencjalna dwóch oddziałujących grawitacyjnie ciał odległych od siebie o r wyraża się

wzorem : $E_p = -G \frac{Mm}{r} + C$, gdzie C jest pewną stałą. Proszę wykazać, że w polu grawitacyjnym

Ziemi dla odległości h znacznie mniejszej od promienia Ziemi $h \ll R_Z$, zmiana energii potencjalnej wyraża się wzorem $\Delta E_p = mgh$, gdzie g - przyspieszenie na powierzchni Ziemi, m masa ciała, M – masa Ziemi. Pomocne będzie przybliżenie:

$$\frac{1}{1+x} \approx 1-x \text{ dla małych wartości } x$$

Zadanie 2

Energia mechaniczna w jednorodnym polu grawitacyjnym

Posługując się równaniem ruchu punktu materialnego w jednorodnym polu grawitacyjnym, proszę wykazać, że suma energii kinetycznej i potencjalnej jest stała.

Założenia warunków początkowych:

$$\vec{r}(0) = (0, h)$$

$$\vec{v}(0) = (v_x, v_{0y})$$

$$\vec{g} = (0, -g)$$

$$\vec{r}(t) = \vec{r}_0 + \vec{v}t + \frac{\vec{g}t^2}{2}$$

Zadanie 3

Związek między energią kinetyczną a pracą

Na punkt materialny, którego ruch opisuje wektor położenia $r(t)$, działa siła \vec{F} styczna do toru. Proszę wykazać, że zmiana energii kinetycznej na odcinku $\Delta\vec{r}$ jest równa pracy siły \vec{F} na tym odcinku.

Zadanie 4

Proszę udowodnić, że w jednorodnym polu grawitacyjnym praca siły ciężkości na drodze zamkniętej wynosi zero.

Zadanie 5

Człowiek stojący na początkowo nieruchomym wózku, mogącym poruszać się bez oporów ruchu, rzuca w kierunku poziomym przedmiot o masie m . Tuż po rzuceniu przedmiotu człowiek ten stwierdził, że wózek zaczął się poruszać względem podłoża oraz że przedmiot miał prędkość V liczoną względem wózka. Oblicz, jaką pracę wykonał człowiek rzucając ten przedmiot. Masa wózka i człowieka wynosi M .

Koniec części 12.

Zadanie 6

Na lince o długości l zawieszono ciężarek o masie m i odchyłono z położenia równowagi o kąt $\alpha = 30^\circ$ a następnie puszczono. W jaki sposób wyznaczyć siłę naprężenia linki, gdy linka tworzy z pionem dowolny kąt β . Przy czym $\beta \leq 30^\circ$

Zadanie 7

Z góry o wysokości h i kącie nachylenia do poziomu α zjeżdża na sankach chłopiec. W jakiej odległości od podnóża góry zatrzymają się sanki, jeśli współczynnik tarcia między śniegiem a sankami jest na całej drodze taki sam i wynosi f ?

Zadanie 8

Dane masy m_1 i m_2 oraz pierwotne prędkości v_1 i v_2 . Kule ślizgają się bez tarcia po prostej naprzeciw siebie i zderzają sprężysto centralnie. Po zderzeniu mają prędkości u_1 i u_2 . Zachowana jest energia kinetyczna i pęd układu. Po zderzeniu kule nie wirują. Oblicz prędkości kul po zderzeniu.

Zadanie 9

Lecząca poziomo kulka o masie m zderza się doskonale sprężysto z wiszącą pionowo na lince o długości L drugą kulką o takiej samej masie. Jaka powinna być najmniejsza prędkość uderzającej kulki przed zderzeniem, aby po zderzeniu kulka wisząca na lince wykonał pełny obrót wokół punktu zawieszenia linki (czyli w płaszczyźnie pionowej)? W najwyższym punkcie linka powinna być wyprostowana.