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:

$\vec{a} = (a_x, a_y, a_z)$ 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:

$c = \left|\vec{a}\right|\left|\vec{b}\right| \cos \sphericalangle (\vec{a}, \vec{b})$

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 $h << R_Z$, 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:

$\frac{1}{1+x} \approx 1 - x$ 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, ze wózek zaczął się poruszać względem podłoża oraz ze 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 odchylono z położenia równowagi o kąt $\alpha = 30^0$ a następnie puszczono. W jaki sposób wyznaczyć siłę naprężenia linki, gdy linka tworzy z pionem dowolny kąt β. Przy czym $\beta \leq 30^0$

Zadanie 7
Z górki o wysokości *h* i kącie nachylenia do poziomu α zjeżdża na sankach chłopiec. W jakiej odległości od podnóża górki 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 sprężyście 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
Lecąca poziomo kulka o masie *m* zderza się doskonale sprężyście 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.