XLI OLIMPIADA FIZYCZNA ETAP I
Zadanie teoretyczne

ZADANIE T5

Nazwa zadania:

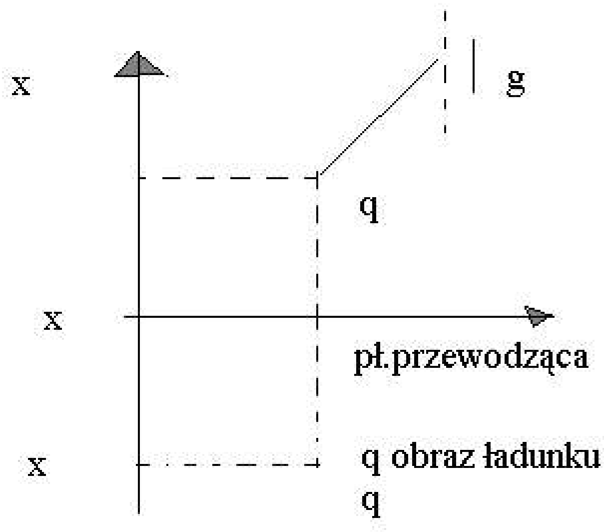
W jednorodnym polu grawitacyjnym, nad nieskończona, pozioma, idealnie przewodzącą płaszczyzną zawieszono na niewaszkiej, nieprzewodzącej nici elektrycznie naładowana mała kulkę. Kulkę wychylono z położenia równowagi także kat, jaki tworzyła nic z pionem(przyspieszenie grawitacyjne g jest skierowane pionowo w dół)wynosił l=60. Kulka puszczona z prędkością początkową równą zero uzyskała w najniższym położeniu $\sqrt{2}$ większą prędkość od tej, która uzyskałby w nieobecności płaszczyzny przewodzącej. Jaka wartość miał ładunek kulki, jeżeli jej masa wynosiła m, długość nici była równa l, a wychylona kulka o kat l znajdowała się w odległości h=l od płaszczyzny przewodzącej?

ROZWIĄZANIE ZADANIA T5

Niech os X będzie skierowana pionowo do góry . Wypadkowa siły grawitacyjnej i elektrostatycznej , działających na kulkę na wysokości x nad płytka przewodząca wynosi :

$$F(x) = -\left[mg - \frac{q^2}{(2x)^2}\right] \quad (1)$$

Gdzie człon $\frac{q^2}{(2x)^2}$, odpowiada sile oddziaływania płaszczyzny przewodzącej z ładunkiem q .W artość tej siły otrzymujemy korzystają z metody obrazów. Energia potencjalna kulki na wysokości h nad płaszczyzna wynosi wiec



Rys.2

$$E_p(h) = -\int_{h_0}^{h} F(x)dx = mgh - mgh_0 - \frac{q^2}{4h} + \frac{q^2}{4h_0} \quad (2),$$

Gdzie przyjęliśmy, że $E_p(h_0)=0$. Korzystając z zasady zachowania energii $E_p + \frac{mv^2}{2} = const.$ otrzymujemy równanie :

$$mgl - \frac{q^2}{4l} = mgl\cos\alpha - \frac{q^2}{4l\cos\alpha} + \frac{mv^2}{2} \quad (3)$$

z którego wynika:

$$v^2 = 2gl\left(1 - \cos\alpha - \frac{q^2(\cos\alpha - 1)}{2lm\cos}\right) \quad (4)$$

W przypadku braku płaszczyzny przewodzącej otrzymaliśmy

$$v'^2 = 2gl(1 - \cos\alpha) \quad (5)$$

Wykorzystując zależność $\frac{v}{v'} = \sqrt{2}$ i obliczając stosunek $\frac{v}{v'}$ przez podzielnie stronami równań (4) (5) otrzymujemy:

$$\frac{q^2}{2lm\cos\alpha} = 2gl \qquad (6)$$

skąd wynika

$$q = \pm l(4mg\cos\alpha)^{1/2} = \pm l(2mg)^{1/2} \qquad (7)$$

Punktacja:

Wzory(1) i (2) łącznie max 5 punktów
Skorzystanie z zasady zachowania energii wzór (3) max 2 punkty
Wynik ostateczny max 3 punkty

Źródło:
Zadanie pochodzi z „Druk OF”

Komitet Okręgowy Olimpiady Fizycznej w Szczecinie
www.of.szc.pl