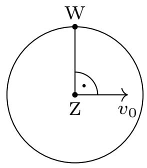
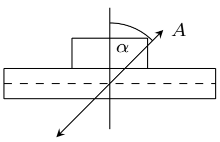
Klub 44 F

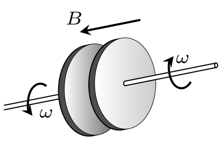
Termin nadsyłania rozwiązań: 30 XI 2023



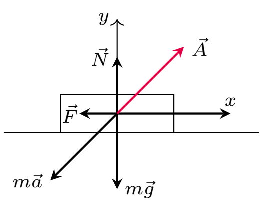
Rys. 1



Rys. 2



Rys. 3



Rys. 4

Zadania z fizyki nr 762, 763

Redaguje Elżbieta ZAWISTOWSKA

762. Przekształcenie fotonu w parę elektron–pozyton w próżni jest niemożliwe, ze względu na zasadę zachowania pędu. Znaleźć minimalną energię, jaką powinien posiadać foton, aby mogła powstać para elektron–pozyton w pobliżu spoczywającego elektronu.

763. Na poziomej powierzchni lodu narysowany jest okrąg o promieniu $R = 10$ m. W chwili początkowej zając Z znajduje się w środku okręgu, a wilk W na okręgu, jak na rysunku 1. Zając porusza się po prostej z prędkością $v_0 = 2$ m/s. Wilk powinien poruszać się po okręgu tak, aby odległość między nim a zającem nie zmieniała się. Do jakiego punktu na okręgu uda mu się w ten sposób dotrzeć? Współczynnik tarcia wilka o lód: $\mu = 0{,}05$. Wilk nie podskakuje.

Rozwiązania zadań z numeru 5/2023

Przypominamy treść zadań:

758. Pozioma podstawka, na której leży klocek, drga harmonicznie z częstotliwością $f = 10$ Hz w kierunku tworzącym kąt $\alpha = \pi/4$ z pionem (rys. 2). Współczynnik tarcia klocka o podstawkę: $\mu = 0{,}5$. Jakie warunki musi spełniać amplituda drgań, aby klocek zaczął pełznąć po podstawce, ale nie podskakiwał?

759. Dwie jednakowe okrągłe, płaskie, metalowe płytki umieszczone tak, jak pokazano na rysunku 3, obracają się z prędkością kątową ω w przeciwne strony w polu magnetycznym prostopadłym do powierzchni płytek. Indukcja pola magnetycznego wynosi B, a odległość między płytkami d. Osie płytek połączono przewodnikiem. Znaleźć napięcie między punktami płytek, które znajdują się naprzeciw siebie, a ich odległość od środka płytki wynosi r.

758. Załóżmy, że klocek porusza się razem z podstawką, zgodnie z prawem $\vec{r} = \vec{A}\sin\omega t$, gdzie $\omega = 2\pi f$, a wektor $\vec{A}$ tworzy z pionem kąt α (rys. 4). Na klocek działa siła ciężkości $m\vec{g}$, siła reakcji $\vec{N}$ ze strony podstawki i pozioma siła tarcia statycznego $\vec{F}$, której zwrot zależy od zwrotu wektora przyspieszenia $\vec{a}$. Równania ruchu klocka w kierunku poziomym i pionowym mają postać:

$$F_x = ma_x = -m\frac{A}{\sqrt{2}}\omega^2\sin\omega t, \tag{1}$$

$$N - mg = ma_y = -m\frac{A}{\sqrt{2}}\omega^2\sin\omega t. \tag{2}$$

Klocek nie podskakuje, gdy $N \geqslant 0$, czyli

$$A \leqslant g\sqrt{2}/\omega^2. \tag{3}$$

Warunek na brak poślizgu $|F_x| \leqslant \mu N$, zgodnie z (1) i (2), możemy zapisać:

$$\left|\frac{A}{\sqrt{2}}\omega^2\sin\omega t\right| \leqslant \mu\left(g - \frac{A\omega^2\sin\omega t}{\sqrt{2}}\right). \tag{4}$$

Prawa strona nierówności (3) dla $\sin\omega t < 0$ jest zawsze większa niż dla $\sin\omega t > 0$, dlatego minimalnej wartości amplitudy, przy której klocek zacznie się ślizgać, należy szukać dla $\sin\omega t > 0$. Znak równości odpowiada sytuacji, gdy tarcie statyczne osiąga wartość maksymalną i możemy to wykorzystać dla znalezienia chwili t_1, w której rozpocznie się poślizg:

$$\sin\omega t_1 = \frac{\mu g\sqrt{2}}{(\mu + 1)\,A\omega^2}. \tag{5}$$

Równanie (5) ma rozwiązanie, gdy jego prawa strona jest mniejsza od jedynki, czyli

$$A > \frac{\mu g\sqrt{2}}{(\mu + 1)\,\omega^2}. \tag{6}$$

Uwzględniając (3) i (6), otrzymujemy: 1,2 mm $< A <$ 3,5 mm.

759. Na elektron o ładunku $-e$, który znajduje się w odległości r od środka płytki, działają: siła Lorentza $F_L = evB = q\omega rB$ i siła $F_E = eE$ ze strony pola elektrycznego, wytworzona dzięki nierównomiernemu rozkładowi ładunku na płytce. Wypadkowa tych sił nadaje ładunkowi przyspieszenie dośrodkowe: $m\vec{a} = \vec{F}_L\vec{+}\vec{F}_E$, $a = \omega r$. Płytki obracają się w przeciwne strony, więc siły Lorentza działające na ładunki znajdujące się w jednakowej odległości od środków dysków mają przeciwne zwroty:

$$eE + e\omega rB = m\omega^2 r \text{ dla prawego dysku,}$$

$$eE - e\omega rB = m\omega^2 r \text{ dla lewego dysku.}$$

E jest dodatnie, jeśli zwrot jest na zewnątrz płytki, zatem dla małych prędkości kątowych, gdy $m\omega r < erB$, siły elektryczne w płytkach mają zwroty przeciwne, w przeciwnym wypadku zgodne. Wartość bezwzględna E w obu przypadkach jest proporcjonalna do odległości r od środka płytki, a w środku płytki ma wartość zero.

Ponieważ osie płytek są połączone przewodnikiem i mają jednakowe potencjały, szukane napięcie między elementami płytek odległymi o r od środka wynosi $U = U_2 - U_1$, gdzie

$$U_{2,1} = \frac{1}{2}\left(\frac{m\omega^2}{e} \pm \omega B\right)r^2.$$

Ostatecznie $U = \omega Br^2$.

Czołówka ligi zadaniowej **Klub 44 F**
po uwzględnieniu ocen rozwiązań zadań
750 ($WT = 3{,}14$), 751 ($WT = 2{,}63$),
752 ($WT = 2{,}03$), 753 ($WT = 2{,}73$),
754 ($WT = 3{,}51$), 755 ($WT = 2{,}2$)
z numerów 1, 2, 3/2023

Tomasz Rudny	Poznań	43,41
Marian Łupieżowiec	Gliwice	2 – 38,81
Jacek Konieczny	Poznań	36,51
Tomasz Wietecha	Tarnów	16 – 30,40
Konrad Kapcia	Poznań	2 – 22,55
Ryszard Baniewicz	Włocławek	1 – 21,54
Andrzej Nowogrodzki	Chocianów	3 – 19,70

Po 751 zadaniach Paweł Perkowski po raz piąty przekroczył granicę **44** punktów.