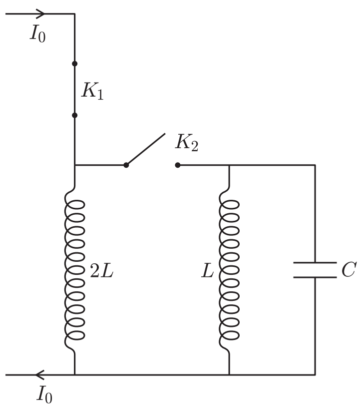
Termin nadsyłania rozwiązań: 31 VII 2015

Zadania z fizyki nr 598, 599

Redaguje Elżbieta ZAWISTOWSKA

598. Przez cewkę o współczynniku samoindukcji $2L$ płynie prąd stały o natężeniu I_0 z zewnętrznego źródła (rys. 1). Po zamknięciu klucza K_2 do cewki podłączamy równolegle cewkę o współczynniku samoindukcji L oraz kondensator o pojemności C. Następnie otwieramy klucz K_1. Znaleźć maksymalne napięcie na kondensatorze i maksymalne natężenie prądu płynącego w cewce o współczynniku samoindukcji L. Elementy obwodu uważamy za idealne.



Rys. 1

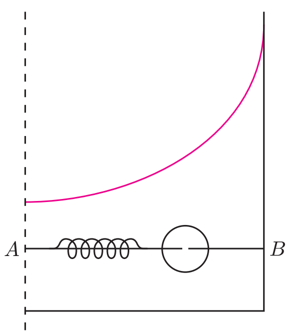
599. Koło, którego cała masa rozłożona jest równomiernie na obwodzie, może obracać się bez tarcia wokół swojej osi skierowanej poziomo. Wewnątrz koła, wzdłuż jego obwodu biegnie wiewiórka. Współczynnik tarcia między kołem a wiewiórką wynosi μ. Stosunek masy koła do masy wiewiórki równy jest n. Jakie maksymalne, stałe przyspieszenie liniowe może nadać kołu wiewiórka?

Rozwiązania zadań z numeru 1/2015

Przypominamy treść zadań:

590. W naczyniu w kształcie walca znajduje się ciecz o gęstości ρ. Walec obraca się ze stałą prędkością kątową ω wokół własnej osi. Wewnątrz walca, wzdłuż jego promienia, umocowany jest cienki pręt AB. Po pręcie może ślizgać się bez tarcia koralik w kształcie kuli o masie m i promieniu r (rys. 2). Kula połączona jest z końcem A pręta za pomocą sprężyny o współczynniku sprężystości k. Długość nieodkształconej sprężyny wynosi l_0. Znaleźć odległość środka kuli od osi obrotu.

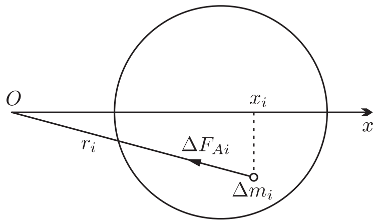
591. Na sferze o promieniu R, złożonej z dwóch półsfer, równomiernie rozłożony jest ładunek Q. Jaką siłą trzeba działać na każdą półsferę, aby nie rozsuwały się one pod wpływem oddziaływania ładunków?



Rys. 2

590. Oznaczmy przez x szukaną odległość środka kuli od punktu A. W układzie inercjalnym w kierunku wzdłuż pręta działają na kulę: siła sprężystości $F_S = k(x - r - l_0)$ oraz siła ze strony cieczy F_A, a ich wypadkowa jest siłą dośrodkową $F_S + F_A = m\omega^2 x$. Aby wyznaczyć siłę F_A, rozważmy obracające się naczynie z samą cieczą, wyodrębnijmy w niej myślowo część znajdującą się w tym samym miejscu co kula i podzielmy ją na bardzo małe elementy o masach Δm_i. Siła ze strony pozostałej cieczy działająca na taki element w płaszczyźnie poziomej wynosi $\Delta F_{Ai} = \Delta m_i \omega^2 r_i$, gdzie r_i jest odległością elementu od osi obrotu (rys. 3). Niech pozioma oś OX prostokątnego układu współrzędnych ma początek na osi obrotu i przechodzi przez środek wydzielonej części cieczy, a oś OZ skierowana jest wzdłuż osi obrotu, prostopadle do płaszczyzny rysunku. Rzut siły ΔF_{Ai} na oś OX wynosi $F_{xi} = \Delta m_i \omega^2 x_i$. Całkowita siła działająca w płaszczyźnie poziomej ze strony pozostałej cieczy na część wyróżnioną działa wzdłuż osi OX, co wynika z symetrii problemu, skierowana jest do osi obrotu i ma wartość $F_A = \omega^2 \sum_i \Delta m_i x_i = \omega^2 x M$, gdzie x jest odległością środka masy kuli od osi obrotu, a $M = 4\pi r^3 \rho/3$. Siła F_A zależy tylko od położenia, kształtu i objętości wyróżnionej części cieczy. Taka sama siła działa na dowolne ciało umieszczone w tym samym miejscu wewnątrz cieczy. Szukana odległość wynosi

$$x = \frac{k(r + l_0)}{k - \omega^2(m - 4\pi r^3 \rho/3)}.$$



Rys. 3

Rozwiązanie jest poprawne, gdy $k > \omega^2(m - M)$. W przeciwnym przypadku sprężyna jest zbyt słaba, aby utrzymać kulę wewnątrz cieczy, i kula w zależności od swojej gęstości przemieszcza się do jednego z końców pręta.

591. Szukana siła wynosi $F = \pi R^2 p$, gdzie p jest ciśnieniem wywieranym od wewnątrz na powierzchnię sfery, wywołanym oddziaływaniem ładunków. Aby wyznaczyć p, należy obliczyć pracę, jaką trzeba wykonać, zmniejszając promień sfery o małą wielkość ΔR:

$$\Delta W = p|\Delta V| = \frac{4\pi p[R^3 - (R - \Delta R)^3]}{3} \approx 4\pi R^2 p \Delta R.$$

Praca ta powoduje zwiększenie energii elektrostatycznej sfery. Energia elektrostatyczna sfery o promieniu R naładowanej ładunkiem Q wynosi $W_E = \dfrac{Q^2}{2C}$, gdzie $C = 4\pi\varepsilon_0 R$ jest pojemnością sfery. Stąd $\Delta W_E \approx \dfrac{Q^2 \Delta R}{8\pi\varepsilon_0 R^2}$. $\Delta W = \Delta W_E$, a więc mamy $p = \dfrac{Q^2}{32\pi^2 \varepsilon_0 R^4}$. Szukana siła jest równa $F = \dfrac{Q^2}{32\pi\varepsilon_0 R^2}$.

Czołówka ligi zadaniowej **Klub 44 F** po uwzględnieniu ocen rozwiązań zadań 584 ($WT = 2{,}08$), 585 ($WT = 3{,}64$), 586 ($WT = 3{,}64$) i 587 ($WT = 1{,}96$) z numerów 10/2014 i 11/2014

Andrzej Idzik	Bolesławiec	37,76
Tomasz Rudny	Warszawa	37,68
Jacek Konieczny	Poznań	27,92
Marian Łupieżowiec	Gliwice	25,29
Ryszard Woźniak	Kraków	22,51
Michał Koźlik	Gliwice	20,31
Krzysztof Magiera	Łosiów	14,40

W opublikowanym w numerze 2/2015 zestawieniu uczestników Klubu 44 F chochlik drukarski usunął przy jednym z nazwisk wielokrotność uzyskania liczby 44 punktów. **Pana Michała Koźlika, Weterana Klubu 44 F i trzykrotnego zdobywcę 44 punktów**, serdecznie przepraszamy.