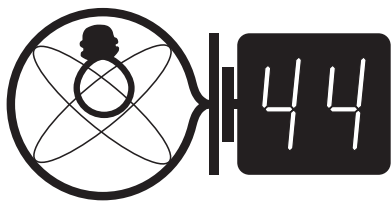


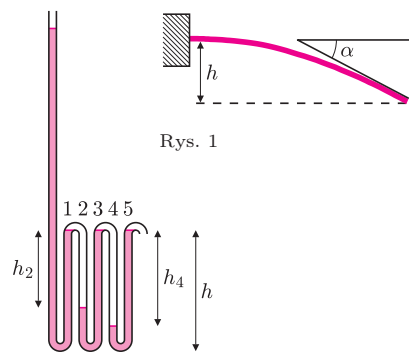
Klub 44



Termin nadsyłania rozwiązań: 30 VI 2011

Czołówka ligi zadaniowej **Klub 44 F** po uwzględnieniu ocen rozwiązań zadań zadań 504 ($WT = 2,11$) i 505 ($WT = 3,91$) z numeru 10/2010

Jacek Piotrowski	Rzeszów	37,13
Jerzy Witkowski	Radlin	35,93
Tomasz Rudny	Poznań	32,86
Andrzej Nowogrodzki	Chocianów	30,78
Tomasz Wietecha	Tarnów	27,50
Andrzej Idzik	Bolesławiec	26,47
Ryszard Woźniak	Kraków	16,47



Rys. 2

508. Po przelaniu przez górne kolanko 1-2 woda zamyka dolne kolanko 2-3 i odcina w segmencie 2 rurki słup powietrza o początkowej długości h (pomijamy objętość samego kolanka); później sytuacja się powtarza w segmencie 4. Wzrost poziomu wody w segmentach 3 i 5 powoduje sprężenie tych słupów powietrza – oznaczmy długości słupów po sprężeniu jako h_2 i h_4 . Zatem ciśnienie powietrza w segmencie 4 jest równe $p_0 + \rho gh_4$ (gdzie p_0 – ciśnienie atmosferyczne), a w segmencie 2 równe $p_0 + \rho gh_4 + \rho gh_2$. Zgodnie z równaniem przemiany izotermicznej

$$p_0 h = (p_0 + \rho gh_4) h_4 = (p_0 + \rho gh_4 + \rho gh_2) h_2.$$

Obliczamy

$$h_4 = \frac{-p_0 + \sqrt{p_0^2 + 4p_0 h \rho g}}{2\rho g} = 91,8 \text{ cm},$$

podobnie $h_2 = 85,2 \text{ cm}$.

Wysokość słupa w lewym segmencie powinna być równa co najmniej $h + h_2 + h_4 = 277 \text{ cm}$ (177 cm powyżej górnych kolanek).

Praktycznym przykładem opisanego tu problemu może być lanie wody węzłem częściowo zwiniętym na bębnie. Na poziomie jakościowym było to tematem jednego z zadań Olimpiady Fizycznej w 1982/83 r.

509. Energia kwantu promieniowania o długości fali $0,1 \text{ nm}$ wynosi 12 keV , czyli około 1000 razy więcej od energii wiązania elektronu. W bilansie energii pominiemy więc energię wiązania, gdyż nie zależy ona od ruchu elektronów i może powodować niewielką zmianę długości fali λ_1 rozproszonego promieniowania, ale nie rozmycie widma. Zasada zachowania

Zadania z fizyki nr 516, 517

Redaguje Jerzy B. BROJAN

516. Sprężyste zginający się jednorodny pręt o długości l i masie m zamocowano jednym końcem poziomo, a drugi zwisa pod wpływem siły ciężkości (rys. 1). Miarą sztywności pręta jest dany parametr k , będący stosunkiem momentu siły zginającej M do kąta α między stycznymi do końców pręta, gdy M ma wzdłuż niego stałą wartość. Obliczyć numerycznie zwis pręta h oraz kąt opadania jego końca α , przy następujących danych: $l = 1 \text{ m}$, $m = 1 \text{ kg}$, $k = 1 \text{ N}\cdot\text{m}/\text{rad}$, przyspieszenie ziemskie $g = 10 \text{ m}/\text{s}^2$.

Wskazówka: Obliczenia mogą być oparte na przedstawieniu pręta jako zespołu dużej liczby n sztywnych prętów o masach $m_1 = m/n$ i długościach $l_1 = l/n$, połączonych przegubami opisanymi przez współczynnik $k_1 = k \cdot n$.

517. Równoległa wiązka światła o natężeniu (tzn. mocy na jednostkę powierzchni prostopadłej) I_0 pada na kulkę o promieniu r ze szkła o współczynniku załamania n . W odległości $R \gg r$ od kulki znajduje się ekran prostopadły do wiązki padającej, ale oświetlony tylko przez światło przechodzące przez kulkę. Jeśli można pominąć efekty dyfrakcyjne i odbicie światła od szkła, to jakie jest natężenie światła padającego na środek ekranu?

Rozwiązania zadań z numeru 12/2010

Przypominamy treść zadań:

508. Rurka składa się z pięciu pionowych segmentów wysokości $h = 1 \text{ m}$ i jednego segmentu dłuższego (rys. 2). Jeśli początkowo rurka nie zawierała wody, to do jakiej wysokości należy jej nalać do dłuższego segmentu, żeby zaczęła wyciekać drugim końcem? Średnica rurki jest znacznie mniejsza od h , ale na tyle duża, że przepływ wody i przepływ powietrza mogą w niej zachodzić niezależnie. Temperatura powietrza w rurce się nie zmienia, a ciśnienie atmosferyczne wynosi $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$.

509. W zjawisku Comptona obserwuje się promieniowanie rentgenowskie rozproszone na swobodnych elektronach, przy czym zwykle zakłada się, że początkowo elektrony były nieruchome. Przyjmijmy, że rozproszenie następuje na elektronach w atomach wodoru, będących początkowo w stanie podstawowym. Ile wynosi poszerzenie zakresu długości fali promieniowania rozproszonego wstecz ($\theta = 180^\circ$), wynikające z ruchu elektronów? Wystarczy wynik przybliżony oparty na modelu Bohra, dla długości fali promieniowania padającego równej $\lambda_0 = 0,1 \text{ nm}$.

energii wyraża się więc „zwykłym” równaniem

$$\frac{hc}{\lambda_0} + mc^2 = \frac{hc}{\lambda_1} + \sqrt{(mc)^2 + (pc)^2},$$

gdzie p jest pędem elektronu wyrzuconego z atomu. Zasadę zachowania pędu zapiszemy natomiast w postaci jednowymiarowej

$$\frac{h}{\lambda_0} + \Delta p = -\frac{h}{\lambda_1} + p,$$

gdzie Δp jest początkowym pędem elektronu, a minus po prawej wynika z danej wartości kąta rozproszenia kwantów (180°). Jeśli elektron krążył po pierwszej orbicie Bohra, to zależnie od zwrotu jego ruchu mamy $\Delta p = \pm \frac{me^2}{2\varepsilon_0 h}$, co – jak łatwo sprawdzić – jest wielkością około trzykrotnie mniejszą od pędu fotonu. Do celów przybliżonej oceny możemy więc, podnosząc równanie stronami do kwadratu, pozostawić tylko wyraz liniowy w Δp i po wyeliminowaniu p otrzymujemy

$$mc(\lambda_1 - \lambda_0) = 2h + \Delta p(\lambda_1 + \lambda_0).$$

Wyznaczając stąd λ_1 , warto pamiętać, że Δp jest wielokrotnie (137-krotnie) mniejsze od mc , a comptonowska długość fali elektronu $\lambda_c = h/mc$ jest równa $2,4 \cdot 10^{-12} \text{ m}$, czyli znacznie mniej od λ_0 . W wyniku przekształceń znajdujemy

$$\lambda_1 \approx \lambda_0 + 2\lambda_c + 2\lambda_0 \frac{\Delta p}{mc}.$$

Ostatni człon po prawej stronie jest szukanym rozmyciem widma promieniowania rozproszonego. Jego liczbowa wartość wynosi $\pm 1,5 \cdot 10^{-12} \text{ m}$. W porównaniu z samym zwiększeniem długości fali równym $2\lambda_c = 4,8 \cdot 10^{-12} \text{ m}$ jest to wielkość mniejsza, ale nie pomijalnie mała.