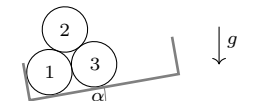


Klub 44 F



Termin nadsyłania rozwiązań: 30 XI 2021



Zadania z fizyki nr 722, 723

Redaguje Elżbieta ZAWISTOWSKA

722. W skrzyni ciężarówki leżą trzy jednakowe bale (rysunek). Skrzynia nachylona jest do poziomu pod kątem α . Dla jakich wartości kąta α układ bali pozostaje w stanie równowagi? Tarcie zaniedbujemy.

723. Cząstka relatywistyczna o masie m i energii kinetycznej E_k zderza się niesprężysto z taką samą cząstką spoczywającą. Znaleźć maksymalną energię ΔE , która może być wykorzystana do wytworzenia nowych cząstek. Rozważyć przybliżenie nierelatywistyczne, gdy $E_k \ll mc^2$, oraz ultrarelatywistyczne, gdy $E_k \gg mc^2$.

Rozwiązania zadań z numeru 5/2021

Przypominamy treść zadań:

718. Samochód o masie m z napędem na przednie i tylne koła rusza z miejsca. Silnik samochodu pracuje ze stałą mocą P . Współczynnik tarcia kinetycznego kół o drogę jest równy μ . Znaleźć zależność prędkości samochodu od czasu. Opór powietrza i opory w mechanizmach samochodu zaniedbać.

719. Z naczynia o objętości $V = 10^{-3} \text{ m}^3$ odpompowano powietrze, wprowadzono do niego niewielką ilość wody i zmierzono ciśnienie dla trzech różnych wartości temperatury: przy $t_1 = 60^\circ \text{C}$, $p_1 = 1,92 \cdot 10^4 \text{ Pa}$, przy $t_2 = 90^\circ \text{C}$, $p_2 = 4,20 \cdot 10^4 \text{ Pa}$, przy $t_3 = 120^\circ \text{C}$, $p_3 = 4,55 \cdot 10^4 \text{ Pa}$. Jakie byłyby ciśnienia przy podanych temperaturach, gdyby masę wprowadzonej wody zmniejszono o 20%?

718. Ponieważ silnik pracuje ze stałą mocą, na początku występuje poślizg. Samochód porusza się pod wpływem siły $F = \mu mg$. Po pewnym czasie t_0 poślizg ustaje i wtedy cała moc silnika zużywana jest na zmianę energii kinetycznej samochodu. Gdy rozpoczyna się ruch bez poślizgu, prędkość samochodu wynosi $v_0 = \mu g t_0$ i jednocześnie spełnione jest równanie $P = F v_0$. Stąd $t_0 = P/m(\mu g)^2$.

Dla $t \leq t_0$ prędkość samochodu rośnie liniowo z czasem $v = \mu g t$.

Dla $t \geq t_0$ spełnione jest równanie

$$m(v^2 - v_0^2)/2 = P(t - t_0).$$

Stąd $v = \sqrt{\frac{P}{m}(2t - \frac{P}{m(\mu g)^2})}$. Prędkość samochodu rośnie nieograniczenie, ponieważ nie uwzględniliśmy oporu powietrza oraz oporu w mechanizmach samochodu. Ponadto w zwykłym samochodzie silnik pracuje na początku z niezbyt dużą mocą i poślizg nie występuje.

719. Woda wrze w temperaturze $t = 100^\circ \text{C}$ pod ciśnieniem normalnym, więc ciśnienie pary nasyconej w tej temperaturze wynosi $p_n = 10,13 \cdot 10^4 \text{ Pa} > p_3$. Ciśnienie pary nasyconej rośnie z temperaturą, zatem w temperaturze t_3 para w naczyniu jest nienasycona.

Zachodzą związki: $p_3/T_3 = p_2/T_2 > p_1/T_1$, gdzie T_1, T_2, T_3 są temperaturami w skali bezwzględnej. Wynika stąd, że w stanie trzecim i drugim w naczyniu znajduje się para nienasycona, a w stanie pierwszym nasycona.

Korzystając z równania Clapeyrona $p_3 V = m R T_3 / \mu$, gdzie $\mu = 18 \text{ g/mol}$, obliczamy, że masa wprowadzonej do naczynia wody $m = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ kg}$.

Po zmniejszeniu masy wprowadzonej wody do $m_1 = 2 \cdot 10^{-4} \text{ kg}$ para w stanach trzecim i drugim nadal jest nienasycona, a ciśnienia w tych stanach wynoszą

$$p_3' = m_1 p_3 / m = 3,64 \cdot 10^4 \text{ Pa}, \quad p_2' = m_1 p_2 / m = 3,36 \cdot 10^4 \text{ Pa}.$$

Zakładając, że w stanie pierwszym para stała się nienasycona, otrzymujemy z równania Clapeyrona, że jej ciśnienie jest większe od p_1 . Oznacza to, że para w temperaturze t_1 nadal jest nasycona, a jej ciśnienie $p_1' = p_1 = 1,92 \cdot 10^4 \text{ Pa}$.

Czołówka ligi zadaniowej **Klub 44 F**
po uwzględnieniu ocen rozwiązań zadań
712 ($WT = 1,88$) i 713 ($WT = 3,12$)
z numeru 1/2021

Michał Koźlik	Gliwice	5 - 44+1,01
Piotr Adamczyk	Warszawa	42,77
Tomasz Rudny	Poznań	41,38
Konrad Kapcia	Poznań	1 - 41,38
Paweł Perkowski	Ożarów	3 - 38,45
Sławomir Buć	Mystków	34,13

Czołówka ligi zadaniowej **Klub 44M**
po uwzględnieniu ocen rozwiązań
zadań 815 ($WT = 3,01$) i 816 ($WT = 1,56$)
z numeru 2/2021

Jerzy Cisło	Wrocław	45,68
Jakub Węgrecki	Kraków	43,32
Paweł Burdzy	Warszawa	43,18
Mikołaj Pater	Opole	42,27
Michał Adamaszek	Kopenhaga	40,45
Piotr Kumor	Olsztyn	36,10
Witold Bednarek	Łódź	34,60
Tomasz Czajka	Santa Clara	33,74
Łukasz Merta	Kraków	32,76

Pan Jerzy Cisło zgromadził 44 punkty po raz piętnasty - to już pięciokrotne saldo Weterana!

Skrót regulaminu

Każdy może nadsyłać rozwiązania zadań z numeru n w terminie do końca miesiąca $n + 2$. Szkice rozwiązań zamieszczamy w numerze $n + 4$. Można nadsyłać rozwiązania czterech, trzech, dwóch lub jednego zadania (każde na oddzielnej kartce), można to robić co miesiąc lub z dowolnymi przerwami. Rozwiązania zadań z matematyki i z fizyki należy przysyłać w oddzielnych kopertach, umieszczając na kopercie dopisek: **Klub 44 M** lub **Klub 44 F**. Można je przysyłać również pocztą elektroniczną pod adresem delta@mimuw.edu.pl (preferujemy pliki pdf). Oceniamy zadania w skali od 0 do 1 z dokładnością do 0,1. Ocenę mnożymy przez

współczynnik trudności danego zadania: $WT = 4 - 3S/N$, gdzie S oznacza sumę ocen za rozwiązania tego zadania, a N - liczbę osób, które nadesłały rozwiązanie choćby jednego zadania z danego numeru w danej konkurencji (**M** lub **F**) - i tyle punktów otrzymuje nadsyłający. Po zgromadzeniu 44 punktów, w dowolnym czasie i w którejkolwiek z dwóch konkurencji (**M** lub **F**), zostaje on członkiem **Klubu 44**, a nadwyżka punktów jest zaliczana do ponownego udziału. Trzykrotne członkostwo - to tytuł **Weterana**. Szczegółowy regulamin został wydrukowany w numerze 2/2002 oraz znajduje się na stronie deltami.edu.pl.