

# Klub 44 F



Termin nadsyłania rozwiązań: 31 VII 2021

## Zadania z fizyki nr 718, 719

Redaguje Elżbieta ZAWISTOWSKA

**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  $\mu$ . Znaleźć zależność prędkości samochodu od czasu. Opór powietrza i opory w mechanizmach samochodu zaniedbać.

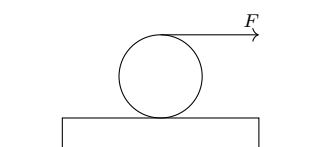
**719.** Z naczynia o objętości  $V = 10^{-3} \text{ m}^3$  odpompowano powietrze, wprowadzono do niego niewielką ilość wody i zmierzono ciśnienie dla trzech różnych wartości temperatury: przy  $t_1 = 60^\circ\text{C}$ ,  $p_1 = 1,92 \cdot 10^4 \text{ Pa}$ , przy  $t_2 = 90^\circ\text{C}$ ,  $p_2 = 4,20 \cdot 10^4 \text{ Pa}$ , 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%?

## Rozwiązania zadań z numeru 1/2021

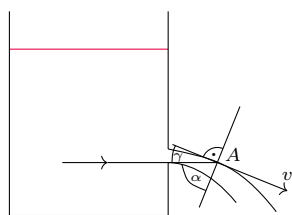
Przypominamy treść zadań:

**710.** W bocznej ścianie prostopadłościennego naczynia wypełnionego cieczą o współczynniku załamania  $n$  znajduje się niewielki otwór o promieniu  $r$ . Z wnętrza naczynia przez środek otworu skierowano poziomą wiązkę światła. Do jakiego poziomu nad otworem powinna wyciec ciecz, aby promień światła opuścił wyciekającą strugę, ani razu nie ulegając całkowitemu wewnętrznemu odbiciu? Zaniedbać zmiany przekroju poprzecznego strumienia. Współczynnik załamania cieczy jest dostatecznie duży.

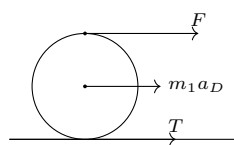
**711.** Na dwóch równoległych jednakowych deskach o łącznej masie  $m$  leży pełny walec o masie  $m_1$  (widok z boku przedstawia rys. 1). Na walec nawinięto nieważki sznurek, którego koniec ciągniemy poziomą siłą  $F$ . Oś walca jest prostopadła do desek, a jego środek i siła  $F$  znajdują się w płaszczyźnie pionowej przechodzącej pośrodku między deskami. Walec toczy się po deskach bez poślizgu, nie ma tarcia między deskami a podłożem. Znaleźć przyspieszenie desek. Zakładamy, że oś walca nie zmienia swego kierunku podczas ruchu.



Rys. 1



Rys. 2



Rys. 3

**711.** Siły działające na walec w kierunku poziomym w układzie związanym z deskami przedstawia rysunek 3, gdzie  $a_D$  jest przyspieszeniem desek względem podłoża, a  $T$  wypadkową siłą tarcia działającą na deski. Walec toczy się bez poślizgu, możemy więc napisać równanie ruchu obrotowego względem chwilowej osi przechodzącej przez punkty styczności walca z deskami

$$3m_1 R^2 a / (2R) = 2RF + m_1 a_D R,$$

gdzie  $a$  jest przyspieszeniem środka walca, oraz równanie

ruchu obrotowego względem środka walca:

$$m_1 R^2 a / (2R) = (F - T) R.$$

Równanie ruchu desek ma postać

$$m a_D = T.$$

Rozwiązując ten układ równań, otrzymujemy szukane wyrażenie na przyspieszenie desek

$$a_D = F / (3m + m_1).$$

**710.** Największy kąt  $\gamma$  z powierzchnią wyciekającego strumienia tworzy promień światła przechodzący przez najniższy punkt otworu, który pada na granicę rozdziału powietrza i cieczy w punkcie A (rys. 2). Kąt graniczny  $\alpha = \pi/2 - \gamma$ , dla którego nie nastąpi w tym miejscu całkowite wewnętrzne odbicie, spełnia równanie  $\sin \alpha = 1/n$ . Zatem promień opuści wyciekającą strugę, nie ulegając ani razu całkowitemu wewnętrznemu odbiciu, gdy  $\cos \gamma = 1/n$ .

Prędkość cząsteczki cieczy  $v$  w punkcie A ma składową poziomą  $v_1$ , równą prędkości cieczy opuszczającej naczynie tuż przy górnej krawędzi otworu i składową pionową  $v_2$ , uzyskaną przy swobodnym spadku z wysokości  $2r$ . Z zasady zachowania energii wynika, że  $v_2 = \sqrt{4gr}$ . Wskutek wypływu masy  $\Delta m$  cieczy z naczynia energia potencjalna cieczy zmniejsza się o  $\Delta mgh$ , gdzie  $h$  jest wysokością poziomu cieczy nad otworem (możemy założyć, że masa  $\Delta m$  cieczy przemieściła się z powierzchni naczynia do otworu). Zatem prędkość wypływu cieczy z naczynia  $v_1$  wynosi  $\sqrt{2gh}$ .

Znając  $v_1$  i  $v_2$ , możemy wyznaczyć kąt  $\gamma$  utworzony przez styczną do powierzchni cieczy w punkcie A z poziomem

$$\text{tg } \gamma = v_2 / v_1 = \sqrt{2r/h}, \quad \cos \gamma = 1 / \sqrt{1 + \text{tg}^2 \gamma} = 1/n.$$

Szukana wysokość słupa cieczy nad otworem dana jest wzorem  $h = 2r / (n^2 - 1)$ .

### 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](mailto: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 rozwiązanie 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](http://deltami.edu.pl).