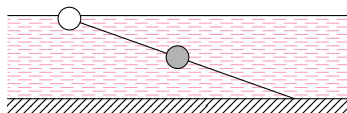


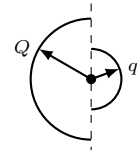
# Klub 44 F



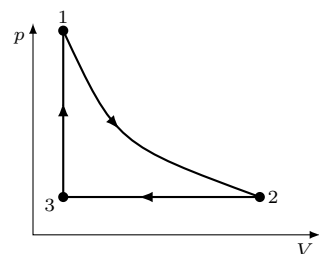
Termin nadsyłania rozwiązań: 30 XI 2020



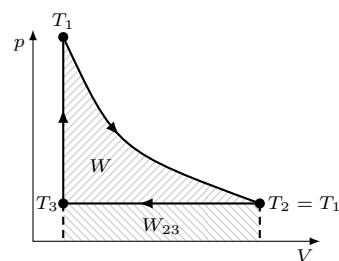
Rys. 1



Rys. 2



Rys. 3



Rys. 5

Czołówka ligi zadaniowej **Klub 44 F** po uwzględnieniu ocen rozwiązań zadań  
 688 (WT = 3,77), 689 (WT = 2,76)  
 690 (WT = 2,33), 691 (WT = 1,97)  
 z numerów 12/2019 i 1/2020

Paweł Perkowski	Ożarów	43,99
Michał Koźlik	Gliwice	42,37
Tomasz Rudny	Poznań	41,38
Krzysztof Magiera	Łosiów	34,59
Jacek Konieczny	Poznań	31,13
Ryszard Woźniak	Kraków	31,10
Aleksander Surma	Myszków	27,75
Mateusz Kapusta	Wrocław	25,37
Sławomir Buć	Myszków	23,63
Tomasz Wietecha	Tarnów	20,90
Jan Zambrzycki	Białystok	19,49

## Zadania z fizyki nr 702, 703

Redaguje Elżbieta ZAWISTOWSKA

**702.** Ciężką kulkę przymocowano do środka cienkiego pręta, a kulkę lekką o takim samym promieniu przymocowano do jednego z końców pręta. Układ zanurzono w niezbyt głębokiej wodzie (rys. 1). Pręt jest pochylony, jego swobodny koniec opiera się o dno, z wody wystaje część lekkiej kulki, przy czym stosunek objętości części wynurzonej do objętości całej kulki wynosi  $n$ . Czy w głębokiej wodzie układ będzie pływał, czy utonie? Należy przyjąć, że masy pręta i lekkiej kulki są zaniedbywalne.

**703.** Gdy do ciężarka o masie  $m$  zawieszono na sprężystej nici przykładamy siłę działającą pionowo w dół, której wartość rośnie stopniowo od zera, nic ulegnie zerwaniu, gdy przyłożona siła osiągnie wartość  $F$ . Jaką stałą minimalną siłą należy działać, aby nic uległa zerwaniu?

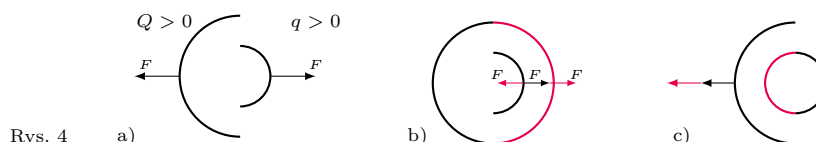
## Rozwiązania zadań z numeru 5/2020

Przypominamy treść zadań:

**698.** Znaleźć siły oddziaływania dwóch nieprzewodzących półsfer o promieniach  $R$  i  $r$ , naładowanych odpowiednio ładunkami  $Q$  i  $q$ , rozłożonymi równomiernie na powierzchniach półsfer. Środki półsfer oraz płaszczyzny ich maksymalnych przekrojów pokrywają się (rys. 2).

**699.** Cykl termodynamiczny składa się z izotermy, izobary oraz izochory (rys. 3). Gaz poddawany przemianom jest doskonały, jednoatomowy. Na izotermie gaz pobiera ciepło  $Q_{12}$ , na izobarze wykonana zostaje nad nim praca  $W_{23}$ . Oblicz sprawność cyklu.

**698.** Na rysunku 4a pokazane są wektory sił oddziaływania sfer w przypadku jednoimiennych ładunków  $Q$  i  $q$ , co nie zmniejsza ogólności rozwiązania.



Rys. 4

Jeżeli do układu dodamy drugą dużą półsferę, jak na rysunku 4b, również naładowaną ładunkiem  $Q$ , to siła działająca na półsferę o promieniu  $r$  będzie równa zero, bo wewnątrz naładowanej sfery nie ma pola elektrycznego. Zatem półsferę o promieniach  $R$  działają na małą półsferę siłami, które się równoważą.

Jeżeli małą półsferę uzupełnimy drugą, naładowaną ładunkiem  $q$ , jak na rysunku 4c, to na półsferę o promieniu  $R$  będzie działała siła  $2F$ .

Natężenie pola elektrycznego na zewnątrz sfery o promieniu  $r$  naładowanej ładunkiem  $2q$  w odległości  $R$  od jej środka ma wartość  $E = 2q / (4\pi\epsilon_0 R^2)$ , gdzie  $\epsilon_0$  jest przenikalnością elektryczną próżni. Ciśnienie na dużą półsferę wynosi  $p = E\sigma$ , gdzie  $\sigma = Q / (2\pi R^2)$  jest gęstością powierzchniową ładunku. Zatem siła działająca na dużą półsferę ze strony małej sfery dana jest wzorem  $2F = \pi R^2 p$ .

Szukana siła oddziaływania między półsferami ma wartość

$$F = qQ / (8\pi\epsilon_0 R^2).$$

**699.** Zgodnie z pierwszą zasadą termodynamiki wartość bezwzględna pracy, jaką gaz wykonuje podczas przemiany izotermicznej, równa jest ciepłu pobranemu w tej przemianie:  $|W_{12}| = Q_{12}$ . Praca uzyskana w cyklu

$$W = |W_{12}| - W_{23} = Q_{12} - W_{23} \quad (\text{rys. 5}).$$

Ciepło pobrane w cyklu  $Q_1 = Q_{12} + Q_{31}$ , gdzie  $Q_{31} = n c_V (T_1 - T_3)$  jest ciepłem pobranym na izochorze,  $n$  oznacza liczbę moli,  $c_V = 3R/2$  jest molowym ciepłem właściwym przy stałej objętości dla gazu jednoatomowego. Z równania Clapeyrona  $nR(T_1 - T_3) = p(V_2 - V_1)$ , gdzie  $p$  jest ciśnieniem na izobarze,  $V_2$  i  $V_1$  to objętości odpowiednio na początku i końcu tej przemiany. Stąd  $Q_{31} = 3W_{23}/2$ .

Sprawność cyklu dana jest wzorem

$$\eta = W / Q_1 = (Q_{12} - W_{23}) / (Q_{12} + 3W_{23}/2).$$