

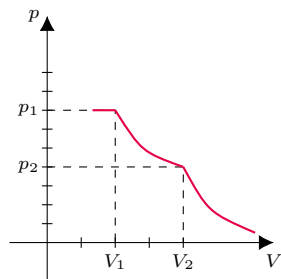
Klub 44 F



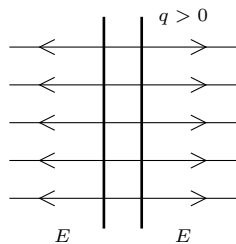
Termin nadsyłania rozwiązań: 31 XII 2020

Czołówka ligi zadaniowej **Klub 44 F** po uwzględnieniu ocen rozwiązań zadań 692 ($WT = 2,39$), 693 ($WT = 1,45$), 694 ($WT = 3,19$), 695 ($WT = 2,23$) z numerów 2/2020 i 3/2020

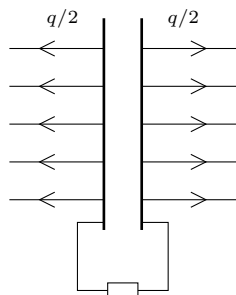
Paweł Perkowski	Ożarów	3-44 + 9,03
Michał Koźlik	Gliwice	42,82
Tomasz Rudny	Poznań	41,38
Krzysztof Magiera	Łosiów	39,55
Jacek Konieczny	Poznań	31,13
Ryszard Woźniak	Kraków	31,10
Aleksander Surma	Myszków	27,75
Sławomir Buć	Mystków	25,72
Tomasz Wietecha	Tarnów	24,58
Jan Zambrzycki	Białystok	23,16



Rys. 1



Rys. 2



Rys. 3

Zadania z fizyki nr 704, 705

Redaguje Elżbieta ZAWISTOWSKA

704. Wąska monochromatyczna wiązka światła laserowego pada prostopadle na siatkę dyfrakcyjną, której szczeliny ustawione są pionowo. Jak zmieni się obraz interferencyjny na ekranie, gdy siatkę obrócimy o kąt $\varphi < \pi/2$ wokół osi równoległej do szczelin siatki?

705. W jednorodnej kuli o promieniu $2R$ i gęstości ρ znajduje się współśrodkowa kulista wnęka o promieniu R . Znaleźć energię potencjalną punktu materialnego o masie m znajdującego się w wydrążeniu, w odległości $R/2$ od środka wydrążonej kuli. Oddziaływania zewnętrzne zaniedbujemy.

Rozwiązania zadań z numeru 6/2020

Przypominamy treść zadań:

700. Jedna okładka powietrznego kondensatora płaskiego o pojemności c jest nienaładowana, druga jest naładowana ładunkiem q . Okładki połączone przewodnikiem o dużym oporze. Ile ciepła wydzieli się w przewodniku po długim czasie? Rozmiary okładek kondensatora są bardzo duże w porównaniu z odległością między nimi.

701. Mieszanina gazów złożona z $m_N = 100$ g azotu oraz nieznannej masy tlenu została poddana sprężaniu izotermicznemu w temperaturze $T = 74,4$ K. Wykres zależności ciśnienia tej mieszaniny od jej objętości przedstawia rysunek 1. Znaleźć masę tlenu oraz ciśnienie pary nasyconej tlenu w temperaturze T . Przy ciśnieniu normalnym T jest temperaturą wrzenia ciekłego azotu, a tlen wrze w wyższej temperaturze.

700. Przyjmijmy, że ładunek q jest dodatni, co nie zmniejsza ogólności rozważań. Linie pola elektrycznego przed połączeniem okładek przedstawione są na rysunku 2. Zgodnie z prawem Gaussa wartość wektora natężenia $E = q/(2\epsilon_0 S)$, gdzie ϵ_0 jest przenikalnością elektryczną próżni, a S powierzchnią okładek. Po połączeniu napięcie między okładkami wynosi zero, znika więc pole między okładkami, a ładunki na obu okładkach są równe $q/2$. Linie pola elektrycznego po połączeniu przedstawia rysunek 3, pole elektryczne na zewnątrz kondensatora jest takie samo jak przed połączeniem, czyli jego energia nie zmienia się.

Przed połączeniem pole między okładkami jest takie samo jak w kondensatorze naładowanym ładunkiem $q/2$. Ciepło wydzielone na oporniku jest równe energii takiego kondensatora: $W = q^2/(8c)$.

701. Z wykresu na rysunku 1 widać, że dla objętości $V < V_1$ tlen i azot skraplają się, a ciśnienie jest stałe i równe sumie ciśnień par nasyconych tlenu p_O i azotu p_N w temperaturze T , gdzie T jest temperaturą wrzenia ciekłego azotu pod ciśnieniem normalnym $p_a \cong 10^5 Pa$, zatem $p_1 = p_O + p_a$. Dla objętości $V_1 < V < V_2$ następuje skraplanie jednego z gazów, a dla objętości $V > V_2$ pary obu gazów są nienasycone.

Założmy, że w punkcie (p_1, V_1) rozpoczyna się skraplanie azotu, a w punkcie (p_2, V_2) skraplanie tlenu. Wtedy $p_2 = p_O + p_{2N}$, gdzie p_{2N} jest ciśnieniem pary nienasyconej azotu w punkcie (p_2, V_2) . Ponieważ dla objętości $V_1 \leq V \leq V_2$ azot jest tylko w stanie gazowym, zachodzi związek $p_{2N}V_2 = p_a V_1$. Zgodnie z wykresem $p_{2N} = p_a/2$ oraz $p_1/p_2 = 7/4 = (p_O + p_a)/(p_O + p_a/2)$. Stąd $p_O = p_a/6 \cong 17$ kPa.

Przy założeniu, że tlen zaczyna się skraplać w punkcie (p_1, V_1) , otrzymalibyśmy wynik $p_O = 6p_a$, sprzeczny z faktem, że tlen wrze w temperaturze wyższej niż azot, czyli ciśnienie jego pary nasyconej w temperaturze T powinno być niższe niż p_a .

Masę tlenu m_O można znaleźć z równań Clapeyrona: $p_O V_2 = m_O RT/\mu_O$ oraz $p_a V_1 = m_N RT/\mu_N$, gdzie R jest stałą gazową, a μ_O, μ_N masami molowymi tlenu i azotu. Stąd $m_O \cong 38g$.

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.