Kółko fizyczne dla klas I **5.10.2016**

Porcja zadań na wakacje

54 OF, 2 etap

Zadanie 1

Pocisk w kształcie stożka o polu podstawy S i kącie rozwarcia 2α porusza się z prędkością v wzdłuż swojej osi (w stronę wierzchołka) w bardzo rozrzedzonym jednoatomowym gazie. Temperatura gazu jest na tyle niska, a prędkość v na tyle duża, że można przyjąć, że atomy gazu są nieruchome. Gęstość gazu jest równa ρ.

Zakładając, że atomy gazu zderzają się z powierzchnią pocisku doskonale sprężyście i nie zderzają się ze sobą, obliczyć siłę oporu, jaka działa na pocisk. Powierzchnia pocisku jest idealnie gładka. Podaj wartość liczbową dla $\rho = 10^{-3}\,\mathrm{kg/m^3}$, $v = 7\,\mathrm{km/s}$, $\alpha = 45°$, $S = 0{,}01\,\mathrm{m^2}$.

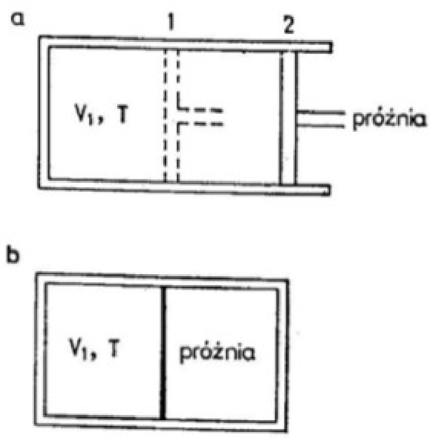
Zadanie teoretyczne – T1-A, zawody I stopnia, XXXV OF.

Dane są dwa cylindry – rys 1. W każdym z nich w objętości V_1 znajduje się taka sama ilość gazu doskonałego o tej samej temperaturze. Gaz ten rozprężamy adiabatycznie do objętości $V_2 = 2V_1$:

w przypadku:

a) przesuwając tłok z pozycji 1 do 2

b) usuwając przegrodę, która oddziela wypełnioną gazem połowę cylindra od drugiej połowy, gdzie początkowo panowała próżnia. Jakie będą temperatury końcowe T_a i T_b gazu w obu przypadkach: $T_a > T_b$, $T_a = T_b$ czy też $T_a < T_b$?



Rys.1.

65 OF, 2 etap

Zadanie 3.

Na 10 jednorodnych kulach o łącznej masie M i promieniu R każda, znajdujących się na poziomym stole położono płytę o masie m, a na tę płytę postawiono kolejnych 10 kul, identycznych jak poprzednie. Między kulami a płytą oraz między kulami a stołem nie występuje poślizg. Płytę zaczęto ciągnąć z siłą F skierowaną poziomo, powodując jej ruch postępowy.

Wyznacz przyspieszenie płyty.

Pomiń straty energii.

63 OF, 2 etap

Zadanie 3.

Stwierdzono, że temperatura wyłączonego czajnika elektrycznego, wypełnionego pewną ustaloną ilością wody, zmienia się w czasie zgodnie ze wzorem:

$$T(t) = (T_P - T_O)\, e^{-\alpha t} + T_O,$$

gdzie T_P jest temperaturą w chwili $t = 0$, T_O – temperaturą otoczenia, α – stałą, natomiast e – podstawą logarytmów naturalnych ($e \approx 2{,}718$).

Gdy włączono czajnik, okazało się, że energia elektryczna potrzebna do osiągnięcia przez czajnik temperatury T_K począwszy od temperatury otoczenia T_O wynosiła E_1. Moc grzałki w tym przypadku wynosiła P_1.

W wyniku zmiany napięcia zasilającego moc grzałki spadła do P_2. Ile wynosi w tej sytuacji energia elektryczna potrzebna do osiągnięcia przez czajnik temperatury T_K począwszy od temperatury otoczenia T_O ?

Podaj wyniki liczbowe dla $T_O = 20^o$C, $T_K = 100^o$C, $P_1 = 500$ W, $E_1 = 250000$ J, $\alpha = 0,001$ 1/s, oraz dwóch wartości P_2: a) $P_2 = 300$ W, b) $P_2 = 200$ W.

Przyjmij, że pojemność cieplna czajnika z wodą, czyli ilość ciepła niezbędna do zmiany jego temperatury o jeden stopień, jest stała, a w danej chwili każda część czajnika oraz woda mają taką samą temperaturę. Grzałka jest umieszczona wewnątrz czajnika tak, że cała dostarczona do niej energia jest przekazywana czajnikowi i wodzie. Ilość wody w czajniku jest taka sama we wszystkich rozważanych sytuacjach.

Uwaga: dla małych x

$$e^x \approx 1 + x.$$

62 OF, 2 etap

Zadanie 1.

Szkło ścianki akwarium ma niewielką grubość i współczynnik załamania n_s, natomiast współczynnik załamania wody wynosi n_w. Mała rybka pływa w odległości d od ścianki (jej wewnętrznej strony), oświetlona przez punktowe, izotropowe źródło światła, umieszczone tuż przy ściance

a) w wodzie,

b) na zewnątrz akwarium.

Przy przejściu światła z powietrza (poprzez ściankę akwarium) do wody jest pochłaniany ułamek jego początkowego natężenia równy $1 - \eta$, gdzie $0 < \eta < 1$. Pomiń pochłanianie światła w wodzie oraz jego odbicie na granicy ośrodków.

Ile wynosi I_b/I_a – stosunek natężeń oświetlenia rybki w obu przypadkach? Natężenie oświetlenia I definiujemy jako stosunek mocy padającego promieniowania do pola oświetlonej powierzchni.

Dla $n_s = 1,50$, $n_w = 1,33$, $d = 0,2$ m, $\eta = 0,7$ określ, w którym przypadku rybka jest lepiej oświetlona.

Prosta poprowadzona od źródła światła do rybki jest prostopadła do ścianki.

64 OF, 1 etap

Zadanie T1

Zorganizowano "Zawody w podskokach narciarskich" dla początkujących narciarzy. Zawody odbywają się na górze o kształcie danym wzorem

$$y = \begin{cases} B \cdot x^2 & \text{dla } x \le 0, \\ -B \cdot x^2 & \text{dla } x > 0, \end{cases}$$

gdzie y jest składową pionową, x – składową poziomą, a B – stałą. Rozbieg zaczyna się na stoku w punkcie $y = H$, a zawodnicy wybijają się w punkcie $y = 0$. Wiadomo, że najlepsi zawodnicy potrafią się wybić na wysokość $y = h$. Niech l oznacza poziomą długość skoku, tzn. miejscem lądowania skoczka jest $x = l$, $y = -Bl^2$.

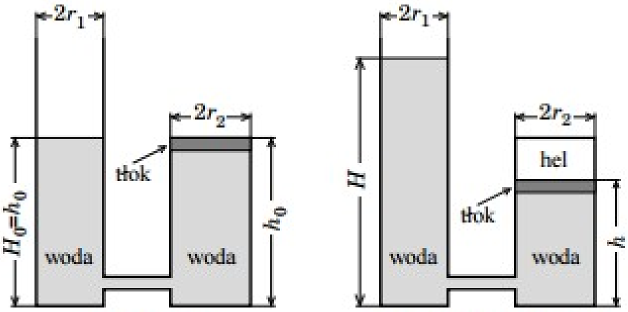
Wyznacz zależność długości skoku l najlepszego skoczka od wysokości rozbiegu H.

Pomiń wpływ powietrza na ruch skoczka (początkujący narciarze jeżdżą wolno).

58 OF, 2 etap

ZADANIE 3

Rozważmy przedstawiony na rysunku 3 układ składający się z połączonych ze sobą cylindrów o promieniach r_1 oraz r_2. Prawy cylinder – o promieniu r_2 – jest od góry szczelnie zamknięty, a lewy – otwarty. W prawym cylindrze, nad wodą, znajduje się tłok o średniej gęstości równej gęstości wody. Początkowo tłok styka się z wieczkiem prawego cylindra, a jego górna powierzchnia znajduje się na tej samej wysokości, co powierzchnia wody w lewym cylindrze. Następnie do prawego cylindra wpuszczono nad tłok pewną ilość helu. Po ustaleniu się stanu równowagi jego ciśnienie wynosiło $p = 2p_0$ (gdzie p_0 jest ciśnieniem zewnętrznym), a temperatura była równa T_0.



Stan początkowy	Stan po wpuszczeniu helu

Rys. 3

Oblicz molowe ciepło właściwe helu w cylindrze w rozpatrywanym układzie.

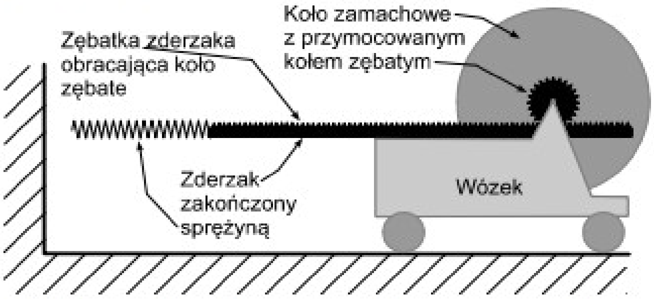
Szukane molowe ciepło właściwe c jest stosunkiem $(Q/\Delta T)/N$, gdzie Q jest ciepłem niezbędnym do podwyższenia temperatury helu od T_0 do $T_0 + \Delta T$, gdzie ΔT jest małe, a N jest liczbą moli helu.

Tłok nie przepuszcza gazów i może przesuwać się bez tarcia.

Ciśnienie zewnętrzne $p_0 = 1000$ hPa, gęstość wody $\rho = 1000$ kg/m^3, przyspieszenie ziemskie $g = 10$m/s^2, $r_1 = 2{,}5$ cm, $r_2 = 5$ cm, $T_0 = 300$ K, uniwersalna stała gazowa $R = 8{,}3$ J/(mol·K).

62 OF, 2 etap

Zadanie 3.



Wózek o całkowitej masie M posiada ruchomy zderzak zakończony sprężyną o stałej sprężystości k (patrz rysunek). Ruch zderzaka względem wózka powoduje (poprzez koło zębate o promieniu r) obrót koła zamachowego o momencie bezwładności I.

Wózek uderza z prędkością V_o w pionową ścianę. Wyznacz przyspieszenie wózka w zależności od czasu, jaki upłynął od chwili uderzenia zderzaka o ścianę.

Jaki warunek muszą spełniać M, k, I, V_0, r, aby wózek w pewnym momencie się zatrzymał?

Pomiń tarcie, masę sprężyny i zderzaka oraz momenty bezwładności kół wózka. Początkowo spężyna jest nienaprężona, a koło zamachowe nie obraca się. Oś obrotu koła zamachowego nie przesuwa się względem wózka. Masa M zawiera masę koła zamachowego.

Rozważ tylko sytuację, gdy zderzak wystaje poza krawędź wózka, a sprężyna nie ulega całkowitemu ściśnięciu (sprężyny i zderzak są wystarczająco długie) ani wyboczeniu.

55 OF, 2 etap

Zadanie 2

Na prostym, poziomym odcinku drogi przeprowadzono testy samochodu. Ustalono, że minimalna droga hamowania tego samochodu od $v_{100} = 100\frac{\text{km}}{\text{h}}$ do $0\frac{\text{km}}{\text{h}}$ wynosi $l = 40$m.

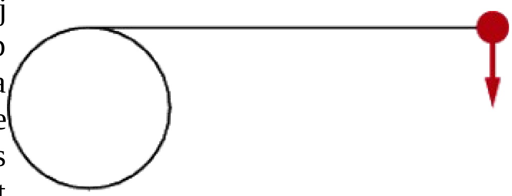
Obliczyć minimalny czas osiągnięcia przez spoczywający początkowo samochód prędkości v_{100}, przy założeniu, że samochód może w każdej chwili w pełni wykorzystywać moc swojego silnika.

Zakładamy, że warunki są dokładnie takie same jak w powyższym teście.

Samochód ma (wraz z kierowcą) masę $m = 1000$kg, moc silnika $P = 50$kW, oraz napęd i hamulce na wszystkie koła. Pomijamy opór powietrza, opory toczenia i wszystkie opory układu przeniesienia napędu. Nawierzchnia drogi była taka sama w każdym punkcie rozpatrywanego odcinka testowego. Samochód ma system optymalnie dobierajacy siłę hamowania każdego koła oraz układ optymalnie rozkładający moc silnika na każdą z osi.

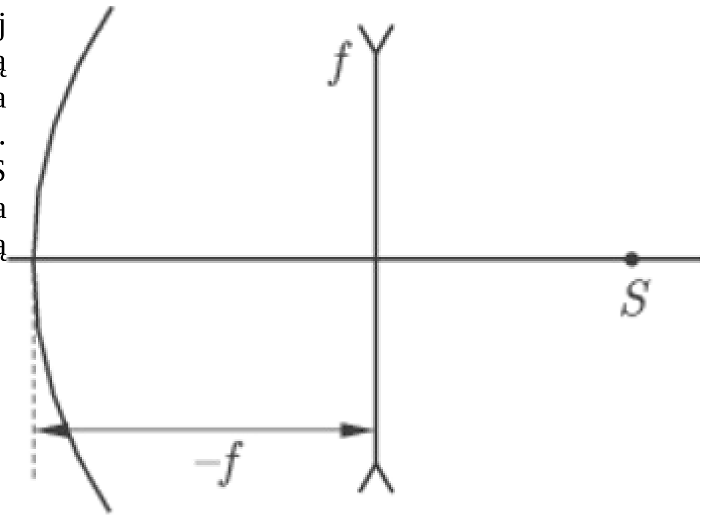
Zadanka z delty

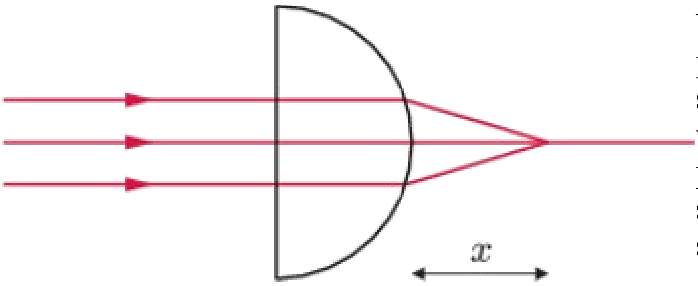
Poruszające się bez tarcia po lodowisku dziewczę w pewnej chwili chwyta koniec cienkiej liny nawiniętej na słup o przekroju kołowym, przy czym lina jest naprężona i prostopadła do prędkości v_0 dziewczęcia w momencie złapania. Po skończonym czasie dziewczę, przez cały czas kurczowo trzymające się liny, zderza się ze słupem. Jaka jest prędkość dziewczęcia w chwili zderzenia?



W pionowo ustawionym cylindrze z tłokiem znajduje się jednoatomowy gaz doskonały. Odległość tłoka od dna cylindra wynosi l Po obciążeniu tłoka ciężarkiem o masie m i ustaleniu się równowagi temperatura bezwzględna gazu wzrosła dwukrotnie. Cylinder i tłok wykonane są z izolatora cieplnego. Obliczyć przyrost energii wewnętrznej gazu. Pominąć tarcie między cylindrem a tłokiem.

Cienka soczewka rozpraszająca o ogniskowej f i zwierciadło sferyczne wklęsłe mają wspólną oś optyczną. Środek zwierciadła znajduje się w jednym z ognisk soczewki. Układ daje rzeczywisty obraz przedmiotu S umieszczonego w dowolnej odległości na prawo od soczewki. Znaleźć ogniskową zwierciadła.





Wąska wiązka światła po przejściu przez półkulę ze szkła o współczynniku załamania n skupia się w odległości x od powierzchni wypukłej. W jakiej odległości od powierzchni płaskiej skupią się promienie, jeżeli wiązkę światła przepuścimy przez półkulę z drugiej strony?

Z cienkiej soczewki o ogniskowej f = 50 cm usunięto część środkową o szerokości a = 0,6 mm. Obie połówki soczewki stykają się. Średnica soczewki wynosi D = 6 cm. W odległości f od soczewki, na jej osi optycznej, ustawiono punktowe źródło światła monochromatycznego o długości fali $\lambda = 6*10^{-5}$ m. Z drugiej strony soczewki umieszczony jest ekran. Jakie musi być położenie ekranu, aby można było obserwować na nim prążki interferencyjne? Zakładając, że warunek ten jest spełniony, znaleźć odległość między sąsiednimi jasnymi prążkami.