

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА

Областен кръг на олимпиадата по физика, 15.02.2026 г.

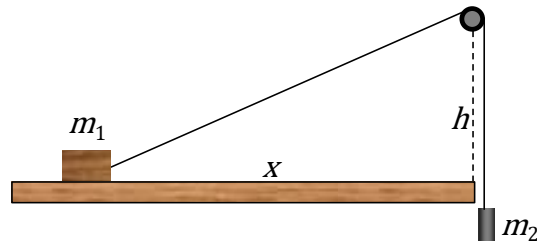
Тема за шеста състезателна група (учебно съдържание за 12. клас)

Данни, които можете да използвате в трите задачи:

- земно ускорение, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$;
- универсална газова константа, $R = 8,31 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)}$;
- показател на адиабатата на въздуха, $\gamma = 1,40$;
- елементарен електричен заряд, $e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

Задача 1. Ускоряващо се трупче

Дървено трупче с маса m_1 се намира върху хоризонтална маса на разстояние x от ръба ѝ, както е показано на фигурата. Трупчето е свързано към теглилка с маса m_2 ($m_2 < m_1$) посредством нишка, която минава през макарата, намираща се на височина h вертикално над ръба на масата.



Фиг. 1

Първоначално системата е в покой, след което теглилката е оставена да се спуска вертикално надолу. Приемете, че:

- Размерите на макарата, трупчето и теглилката са много малки и може да бъдат пренебрегнати, т.е. разглеждайте тези тела като материални точки;
- Триенето между трупчето и масата и между нишката и макарата се пренебрегва;
- При движението си нито теглилката, нито нишката се опират в ръба на масата;
- Трупчето се хлъзга по масата, без да се отделя от нея;

а) С каква скорост v_1 трупчето ще достигне ръба на масата? Колко ще бъде скоростта v_2 на теглилката в този момент. **(4.0 т)**

б) Колко е ускорението a_1 на трупчето и a_2 на теглилката в началния момент, т.е. когато телата започват да се движат? **(4.0 т)**

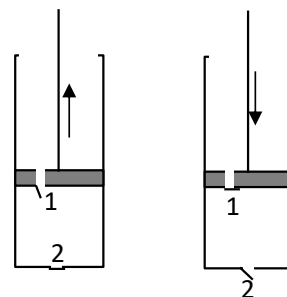
Упътване. Докажете, че в началния момент между двете ускорения има следната връзка: $a_2 = a_1 \cos \alpha$. Може да използвате това съотношение и без доказателство, но в този случай ще получите максимум 3 точки по това подусловие.

в) Получете приблизителен израз и пресметнете числено времето t , за което трупчето ще достигне ръба на масата при следните данни:

$m_1 = 1,00 \text{ kg}$; $m_2 = 0,20 \text{ kg}$; $h = 1,00 \text{ m}$; $x = 0,10 \text{ m}$. **(2.0 т)**

Задача 2. Помпа

Във велосипедна гума с обем $V_r = 2,00 \text{ l}$ се намира въздух при нормално атмосферно налягане $p_0 = 1,0 \text{ atm}^*$ и температура $T_0 = 300 \text{ K}$, равна на температурата на външния атмосферен въздух. Гумата трябва да бъде напompана до налягане $p_1 = 6,0 \text{ atm}$. За целта се използва помпа с обем $V_n = 0,50 \text{ l}$, както е показано на фигурата. При движение на буталото на помпата нагоре, в нея постъпва атмосферен въздух през клапана 1. При движение на буталото надолу клапанът 1 се затваря. Когато налягането на въздуха в помпата се изравни с налягането на въздуха в гумата, клапанът 2 се отваря и през него въздухът влиза в гумата. Приемете, че в най-долното положение на буталото в помпата не остава въздух.



Фиг. 2

В подточки а), б) и в) приемете, че буталото се движи много бавно и поради топлообмен с атмосферата температурата на въздуха в помпата и в гумата остават постоянни, докато трае помпането.

а) Колко мола въздух n_0 се намират в гумата, преди да бъде напompана, и колко мола n_1 – когато бъде достигнато крайното налягане? **(2.0 т)**

б) Пресметнете броя N пълни напompвания (т.е. движения на буталото от горно положение и обратно), преди да бъде достигнато крайното налягане. **(2.5 т)**

в) Какво количеството топлина Q обменя постъпващият в гумата въздух с околната атмосфера**? **(2.0 т)**

г) Да предположим, че за разлика от предишния случай, буталото се движи толкова бързо, че топлообменът между напompания въздух и външната атмосфера се пренебрегва. **(3.5 т)**

- Колко мола n' въздух се намират в гумата, когато бъде достигнато крайното налягане?

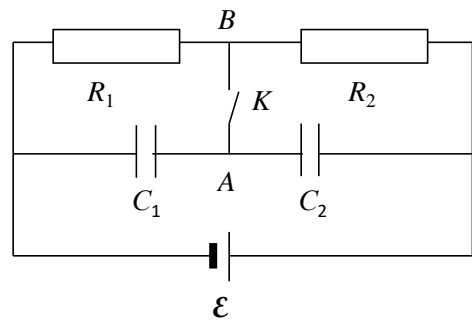
- Колко пълни напompвания N' са нужни в този случай, за да бъде напompана гумата?

* Приемете, че $1 \text{ atm} = 1,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

** При изотермен процес обмененото количество топлина е $Q = nRT \ln(V_{\text{кр}}/V_{\text{нач}})$, където n е количеството газ, $V_{\text{кр}}$ и $V_{\text{нач}}$ са съответно крайният и началният обем на газа, а $\ln x$ е т.нар. „натурален“ логаритъм, т.е. логаритъм при основа числото $e = 2,718 \dots$

Задача 3. Кондензатори

Електрическата верига, показана на схемата от фиг. 3, се състои от два резистора със съпротивление $R_1 = 15 \text{ k}\Omega$ и $R_2 = 35 \text{ k}\Omega$ съответно, два кондензатора с капацитет $C_1 = 4,0 \text{ nF}$ и $C_2 = 6,0 \text{ nF}$ съответно и източник с постоянно ЕДН $\mathcal{E} = 10 \text{ V}$ и нулево вътрешно съпротивление. Между точките A и B е свързан ключа K , който първоначално е отворен, а впоследствие се затваря.



Фиг. 3

Получете изрази и пресметнете:

- а) напреженията U_1 и U_2 върху кондензаторите при отворен ключ K ; **(4,0 т)**
- б) напреженията U_1' и U_2' , които се установяват върху кондензаторите след затваряне на ключа K . **(3,0 т)**
- в) Пресметнете броя N електрони, които минават през ключа от момента на неговото затваряне докато върху кондензаторите се установяват постоянни напрежения. В каква посока, от т. A към т. B или от т. B към т. A преминават електроните? **(3,0 т)**