

Московский физико-технический институт

Письменный экзамен по физике, 2007 год, вариант 4

1. К неподвижной тележке, находящейся на горизонтальной поверхности, бегут мальчик массой m и девочка массой $0,8m$. Мальчик запрыгивает на тележку. Девочка нагоняет уже движущуюся тележку и тоже запрыгивает на нее. Скорость тележки увеличивается на 60%. Во сколько раз масса тележки больше суммарной массы мальчика и девочки? Горизонтальные составляющие скоростей мальчика и девочки относительно поверхности земли перед попаданием на тележку одинаковы. Сопротивлением движению тележки пренебречь. Направления всех движений находятся в одной вертикальной плоскости.

□

2. Тонкий подвижный теплопроводящий поршень делит герметичный цилиндр объемом $V = 3,7$ л на две части. В одной части находится вода, в другой — воздух при давлении $P = 0,32$ атм. Начальная температура в цилиндре $t_1 = 7^\circ\text{C}$. При медленном нагревании поршень в некоторый момент начинает двигаться, при температуре $t_2 = 100^\circ\text{C}$ останавливается и при дальнейшем нагревании остается неподвижным.

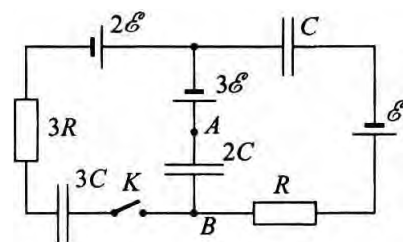
1. Какая масса воды находится в начальный момент в газообразном состоянии?

2. Найдите полную массу воды в цилиндре.

Объемом жидкости можно пренебречь по сравнению с объемом цилиндра. Давление насыщенных паров воды при температуре 20°C равно $P_{20} = 0,023$ атм. Силу тяжести и трение поршня о цилиндр не учитывать.

$$p \approx \left(\frac{1}{d} - \frac{c}{d} \right) \frac{u}{\lambda} \pi = u \quad (1)$$

3. В электрической цепи, собранной из резисторов, батарей и первоначально незаряженных конденсаторов, все возникшие после соединения процессы перезарядки закончились. Все элементы можно считать идеальными, их параметры указаны на рисунке.

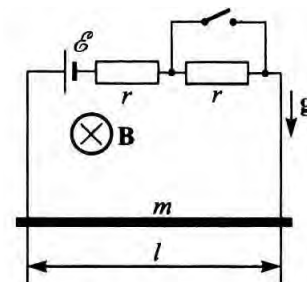


1. Найдите разность потенциалов $\varphi_A - \varphi_B$ в установившемся режиме при разомкнутом ключе K .

2. Найдите ток (с указанием направления) через резистор с сопротивлением $3R$ сразу после замыкания ключа K .

$$I = \frac{u}{R} = I \quad (2)$$

4. По длинным вертикальным проводящим штангам, находящимся на расстоянии l друг от друга, может без трения скользить, не теряя электрического контакта и оставаясь перпендикулярной рельсам, проводящая перемычка массой m . Штанги соединены через два резистора с сопротивлением r и идеальную батарею с ЭДС \mathcal{E} (см. рис.). Сопротивлением остальных участков цепи можно пренебречь. Система находится в горизонтальном постоянном однородном магнитном поле с индукцией B , перпендикулярном плоскости рисунка.



1. Найдите массу перемычки m , если при разомкнутом ключе она оказывается неподвижной.
2. После замыкания ключа через некоторое время устанавливается равномерное движение перемычки. Найдите величину и направление скорости v этого движения.

Считайте заданными \mathcal{E}, r, B, l, g .

$$\boxed{1) \ m = \frac{B^2 l^2}{2gr}; \ 2) \ v = \frac{B \mathcal{E} l}{r}}$$

5. В круглое отверстие листа фанеры вставлена собирающая линза с фокусным расстоянием $F = 30$ см и диаметром $D = 72$ мм. Точечный источник света находится на главной оптической оси линзы на расстоянии $a = 60$ см от линзы. На экране, расположенном перпендикулярно главной оптической оси линзы, получено резкое изображение этого источника. Линзу при неподвижных источнике и экране передвигают на $x = 15$ см вдоль главной оптической оси в направлении от экрана.

1. На каком расстоянии от экрана получилось новое изображение источника?
2. Найдите диаметр светлого пятна на экране.

$$\boxed{1) \ 15 \text{ см}; \ 2) \ 12 \text{ мм}}$$