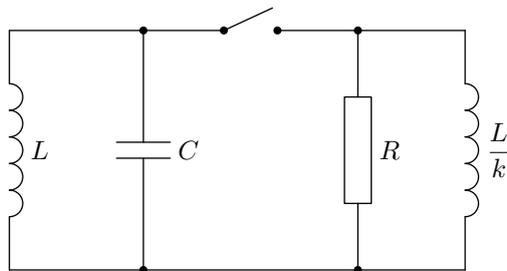


Олимпиада «Физтех» по физике

11 класс, онлайн-этап, 2011/12 год

1. С башни высотой $H = 20$ м брошен горизонтально камень, который упал на горизонтальную поверхность Земли на расстоянии $S = 10$ м от основания башни. С какой скоростью был брошен камень? Принять $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха не учитывать.
2. Плоская льдина плавает в воде, выступая над уровнем воды на $H = 4$ см. Человек массой $m = 80$ кг зашёл на льдину. В результате высота выступающей над водой части льдины уменьшилась в $n = 2$ раза. Найдите площадь льдины. Плотность воды $\rho = 1000$ кг/м³.
3. Внутри однородного шара радиусом $R = 39$ см находится сферическая полость радиусом $r = 13$ см, касающаяся поверхности шара. На каком расстоянии от центра шара находится центр масс шара с полостью? Ответ выразить в сантиметрах (см).
4. Лежащий на наклонной плоскости брусок начинает соскальзывать вниз, когда угол наклона плоскости к горизонту превышает $\alpha = 25^\circ$. Плоскость закрепили под углом $\beta = 20^\circ$ к горизонту и начали горизонтальной силой равномерно двигать брусок вверх вдоль наклонной плоскости. Найдите отношение потребованной силы к силе тяжести бруска.
5. По горизонтальному столу скользит брусок и сталкивается с неподвижным бруском такой же массы, имея перед ударом скорость $v = 80$ см/с. Удар упругий. Все скорости направлены вдоль одной прямой. Коэффициент трения брусков о стол равен $\mu = 0,1$. Найдите расстояние между брусками после их остановки. Принять $g = 10$ м/с². Ответ выразить в сантиметрах (см).
6. По гладкой горизонтальной поверхности стола скользят навстречу друг другу горка со скоростью $u = 0,5$ м/с и шайба со скоростью $v_0 = 2$ м/с. Шайба въезжает на горку, имеющую плавный переход к поверхности стола, движется без трения по горке, не отрываясь от неё, и, не достигнув вершины горки, съезжает на стол. Найдите скорость съехавшей шайбы. Масса горки намного больше массы шайбы. Все скорости параллельны одной и той же вертикальной плоскости.
7. В цилиндре под поршнем находится идеальный газ, имея некоторые начальный объём и давление. Из цилиндра выпустили 20% массы газа. Затем оставшийся газ перевели в состояние, в котором давление возросло на 30%, а объём увеличился на 40% по сравнению с первоначальными значениями. На сколько процентов увеличилась средняя квадратичная скорость молекул по сравнению с начальной?
8. Для нагревания некоторого количества смеси равных масс гелия и водорода при постоянном объёме потребовалось $Q_1 = 100$ Дж тепла. Сколько тепла понадобится для нагревания того же газа на то же количество градусов при постоянном давлении?
9. Плоский конденсатор с расстоянием между обкладками $d = 4$ мм заполнен двумя слоями диэлектриков с диэлектрическими проницаемостями $\varepsilon_1 = 2$ и $\varepsilon_2 = 3$. Толщина каждого слоя равна половине расстояния между обкладками. Конденсатор присоединён к источнику с ЭДС $\mathcal{E} = 12$ В. Найдите напряжённость электрического поля в диэлектрике с меньшей диэлектрической проницаемостью. Ответ выразить в киловольтах на метр (кВ/м).

10. В колебательном контуре происходят колебания. Максимальное напряжение на конденсаторе ёмкостью $C = 40$ мкФ равно $U_0 = 2$ В. Параллельно конденсатору подсоединены через ключ (изначально разомкнутый) параллельно соединённые резистор и катушка с индуктивностью в $k = 3$ раза меньшей индуктивности катушки колебательного контура. Ключ замыкают в момент, когда напряжение на конденсаторе становится в $n = 2$ раза меньше своего максимального значения. Какое количество теплоты выделится в резисторе после замыкания ключа? Омическим сопротивлением катушек и сопротивлением соединительных проводов пренебречь. Ответ выразить в микроджоулях (мкДж).



Ответы

1. $v_0 = S\sqrt{\frac{g}{2H}} = 5$ м/с.

2. $S = \frac{nm}{(n-1)\rho h} = 4$ м².

3. $x = \frac{R-r}{(R/r)^3-1} = 1$ см.

4. $\frac{F}{mg} = \operatorname{tg}(\alpha + \beta) = 1$.

5. $l = \frac{v^2}{2\mu g} = 32$ см.

6. $v = v_0 + 2u = 3$ м/с.

7. Примерно на 51%.

8. $Q_2 = \frac{19}{13}Q_1 \approx 146,15$ Дж.

9. $E_1 = \frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1 + \varepsilon_2} \frac{2\xi}{d} = 3,6$ кВ/м.

10. $Q = \frac{n^2+k}{2(k+1)n^2}CU_0^2 = \frac{7}{32}CU_0^2 = 35$ мкДж.