

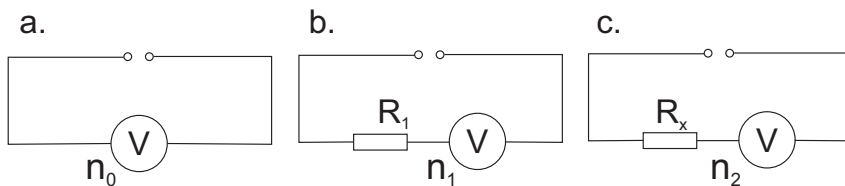
# Олимпиада Смарт Старт – 2017. Физика. Отборочный этап.

## 8 класс

1. Тело, состоящее из куска льда и вмерзшего в него алюминиевого бруска, плавает в воде так, что под водой находится  $\alpha = 0,95$  объема тела. Какой процент льда должен растаять, чтобы тело полностью погрузилось в воду? Плотность воды  $\rho_v = 10^3 \text{ кг/м}^3$ , льда  $\rho_l = 900 \text{ кг/м}^3$ , алюминия  $\rho_a = 2,7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ .

2. Некоторое количество воды нагревается электронагревателем мощностью  $P = 500 \text{ Вт}$ . При включении нагревателя на время  $\tau_1 = 2 \text{ мин}$  температура воды повысилась на  $\Delta T = 1 \text{ К}$ , а при его отключении - понизилась за время  $\tau_2 = 1 \text{ мин}$  на ту же величину  $\Delta T$ . Какова масса нагреваемой воды, если потери тепла за счет рассеяния в окружающую среду пропорциональны времени? Удельная теплоемкость воды  $c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{°C}}$ .

3. Имеются резисторы, сопротивление одного из них  $R_1 = 0,5 \text{ кОм}$ , а другого  $R_x$  нужно измерить. Для этого, используя источник постоянного электрического напряжения, собрали три цепи (см. рис. а, б, в). В первом случае стрелка вольтметра отклонилась на  $n_0 = 16$  делений его шкалы, во втором – на  $n_1 = 12$  делений и в третьем – на  $n_2 = 10$  делений. Определите по этим данным сопротивление  $R_x$  второго резистора.



4. К коромыслу равноплечных весов подвешены два сплошных однородных шарика, сделанных из разных материалов, но имеющих одинаковые массы. Если теперь один из шариков поместить в жидкость плотностью  $1000 \text{ кг/м}^3$ , а другой – в жидкость плотностью  $800 \text{ кг/м}^3$ , то равновесие сохранится. Считая, что плотности шариков больше плотностей жидкостей, найдите отношение плотностей шариков.

5. В цилиндрический сосуд с водой опустили железную коробочку, из-за чего уровень воды в сосуде поднялся на 2 см. На сколько опустится уровень воды, если коробочку утопить? Плотности воды  $\rho_v = 1000 \text{ кг/м}^3$  и железа  $\rho_{ж} = 7800 \text{ кг/м}^3$ .

Олимпиада Смарт Старт – 2017. Физика. Отборочный этап.

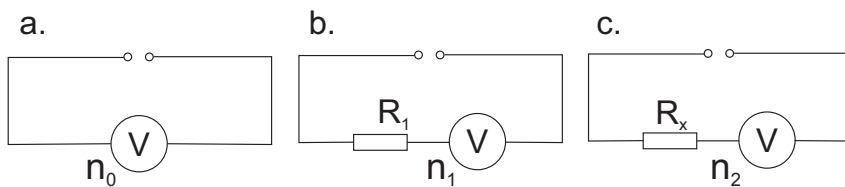
9 класс

1. Тело, состоящее из куска льда и вмерзшего в него алюминиевого бруска, плавает в воде так, что под водой находится  $\alpha = 0,95$  объема тела. Какой процент льда должен растаять, чтобы тело полностью погрузилось в воду? Плотность воды  $\rho_v = 10^3 \text{ кг/м}^3$ , льда  $\rho_l = 900 \text{ кг/м}^3$ , алюминия  $\rho_a = 2,7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ .

2. Некоторое количество воды нагревается электронагревателем мощностью  $P = 500 \text{ Вт}$ . При включении нагревателя на время  $\tau_1 = 2 \text{ мин}$  температура воды повысилась на  $\Delta T = 1 \text{ К}$ , а при его отключении - понизилась за время  $\tau_2 = 1 \text{ мин}$  на ту же величину  $\Delta T$ . Какова масса нагреваемой воды, если потери тепла за счет рассеяния в окружающую среду пропорциональны времени? Удельная теплоемкость воды  $c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}}$ .

3. Доска массой  $M$  может двигаться без трения по наклонной плоскости, образующей угол  $\alpha$  с горизонтом. С каким ускорением должна бежать по доске собака массой  $m$ , чтобы доска не соскальзывала с наклонной плоскости? Каким должен быть коэффициент трения между лапами собаки и доской, чтобы задача имела решение?

4. Имеются резисторы, сопротивление одного из них  $R_1 = 0,5 \text{ кОм}$ , а другого  $R_x$  нужно измерить. Для этого, используя источник постоянного электрического напряжения, собрали три цепи (см. рис. а, б, в). В первом случае стрелка вольтметра отклонилась на  $n_0 = 16$  делений его шкалы, во втором – на  $n_1 = 12$  делений и в третьем – на  $n_2 = 10$  делений. Определите по этим данным сопротивление  $R_x$  второго резистора.

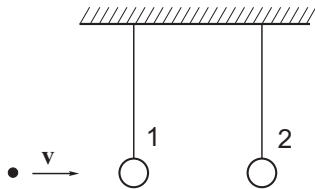
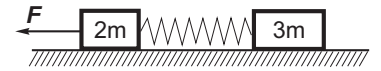


5. Перед переездом на абсолютно пустой дороге стоит автомобиль. На светофоре указано, что переезд откроется через  $\tau$  секунд. Водителю необходимо попасть в точку за переездом, расстояние до которой от автомобиля равно  $S$ , за минимальное время. Считать, что автомобиль может двигаться только с постоянным по модулю ускорением  $a$  как вперед так и назад, при разгоне и торможении. Определить минимальное время, за которое автомобиль может добраться до нужной точки.

Олимпиада Смарт Старт – 2017. Физика. Отборочный этап.

10 класс

1. На горизонтальной плоскости лежат два бруска массами  $3m$  и  $2m$ , соединённые ненапряженной пружиной (см. рис.). Какую наименьшую постоянную силу, направленную горизонтально, нужно приложить к бруску массой  $2m$ , чтобы сдвинулся и другой брусок? Коэффициент трения брусков о плоскость  $\mu$ .

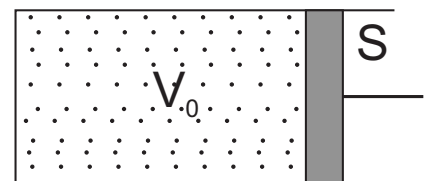


2. Пуля пробивает один из подвешенных грузиков и застревает в другом (см.рис.). Начальная скорость пули  $v$ , масса пули  $m$  равна массе каждого грузика. Найдите количество теплоты, выделившееся в первом грузике, если во втором выделилось количество теплоты  $Q$ .

3. Некоторое количество воды нагревается электронагревателем мощностью  $P = 500$  Вт. При включении нагревателя на время  $\tau_1 = 2$  мин температура воды повысилась на  $\Delta T = 1$  К, а при его отключении - понизилась за время  $\tau_2 = 1$  мин на ту же величину  $\Delta T$ . Какова масса нагреваемой воды, если потери тепла за счет рассеяния в окружающую среду пропорциональны времени? Удельная теплоемкость воды  $c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}}$ .

4. Перед переездом на абсолютно пустой дороге стоит автомобиль. На светофоре указано, что переезд откроется через  $\tau$  секунд. Водителю необходимо попасть в точку за переездом, расстояние до которой от автомобиля равно  $S$ , за минимальное время. Считать, что автомобиль может двигаться с постоянным по модулю ускорением  $a$  как вперед так и назад, кроме того, может резко, практически мгновенно затормозить (дорога сухая, автомобиль исправен). Определить минимальное время, за которое автомобиль может добраться до нужной точки.

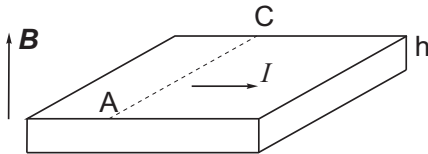
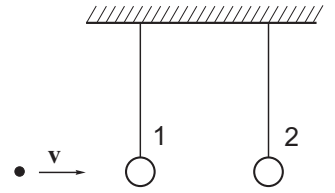
5. Идеальный одноатомный газ заполняет открытый цилиндрический сосуд с поршнем, который может двигаться практически без трения. Стенки сосуда и поршень теплоизолированы. Система находится в равновесии, площадь основания цилиндра  $S = 200 \text{ см}^2$ , начальный объем  $V_0 = 3.0$  л. Атмосферное давление  $p_0 = 10^5$  Па. Если в такой системе надавить или потянуть за поршень, то можно ощутить некоторые "упругие" силы. Покажите, что при малых деформациях для системы выполняется закон Гука и найдите жесткость системы при малых деформациях.



Олимпиада Смарт Старт – 2017. Физика. Отборочный этап.

11 класс

1. Пуля пробивает один из подвешенных грузиков и застревает в другом (см.рис.). Начальная скорость пули  $v$ , масса пули  $m$  равна массе каждого грузика. Найдите количество теплоты, выделившееся в первом грузике, если во втором выделилось количество теплоты  $Q$ .

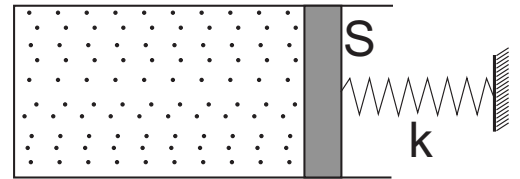


2. По металлической ленте, толщина которой  $h$ , течет ток  $I$  (см. рис.). Лента помещена в однородное магнитное поле, индукция которого равна  $\mathbf{B}$  и направлена перпендикулярно поверхности ленты.

Определите разность потенциалов между точками А и С ленты, если концентрация свободных электронов в металле равна  $n$ .

3. Шарик массой 0.2 кг, подвешенный на нити, совершает гармонические колебания. Во сколько раз увеличится частота колебаний, если шарик сообщить заряд 100 мкКл и поместить в однородное электрическое поле напряженностью 160 кВ/м, направленное вертикально вниз? Ускорение свободного падения  $10 \text{ м/с}^2$ .

4. Идеальный одноатомный газ заполняет цилиндрический сосуд с поршнем, который может двигаться практически без трения. Стенки сосуда и поршень теплоизолированы. Система находится в равновесии, площадь основания цилиндра  $S = 200 \text{ см}^2$ , начальный объем  $V_0 = 3.0 \text{ л}$ , температура  $t_0 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Поршень соединен с недеформированной пружиной (см. рис.), другой конец которой закреплен, жесткость пружины  $k = 15 \text{ кН/м}$ . Газ медленно нагревают до температуры  $t_1 = 80 \text{ }^\circ\text{C}$ , удерживая поршень на месте. Затем поршень резко отпускают. Пренебрегая массой поршня, найдите температуру газа после того, как система придет в равновесие. Атмосферное давление  $p_0 = 10^5 \text{ Па}$ .



5. Пластина толщиной  $2h$  заряжена с постоянной объёмной плотностью заряда  $\rho$ . Поперечные размеры пластины значительно больше ее толщины, поэтому граничными эффектами можно пренебречь. Ось  $Ox$  направлена перпендикулярно пластине, начало отсчёта находится в центре пластины.

а) Найдите зависимость проекции вектора напряженности электрического поля  $E_x$  на ось  $Ox$  от координаты  $x$  в диапазоне  $-2h \leq x \leq 2h$ , постройте график. Считайте заряд пластины отрицательным.

б) Найдите зависимость потенциала электростатического поля от координаты  $x$  в диапазоне  $-2h \leq x \leq 2h$ , постройте график. Потенциал в центре пластины принять равным нулю:  $\varphi(0) = 0$ .

Прим. Объёмной плотностью электрического заряда называется отношение заряда элемента объема к величине этого элемента объема:  $\rho = \frac{\Delta q}{\Delta V}$ .

