

Московская олимпиада школьников по физике

9 класс, 2025/26 год

Отборочный этап

Внимание! При вычислениях следует использовать приближённые равенства: $\sqrt{5} \approx 2,2$, $\sqrt{3} \approx 1,7$, $\sqrt{2} \approx 1,4$. Ускорение свободного падения считайте равным 10 м/с^2 .

1. По реке плывёт баржа. По реке, скорость течения которой равна $0,5 \text{ м/с}$, движется баржа. Скорость баржи в стоячей воде равна $2,5 \text{ м/с}$. Баржа движется против течения. По палубе от борта к борту ходит матрос. Его скорость относительно баржи равна $1,0 \text{ м/с}$ и в любой момент времени направлена перпендикулярно скорости баржи. Ширина палубы составляет 10 м . Матрос начинает движение от одного из бортов. Временем разворота матроса можно пренебречь.

1. Найдите скорость матроса относительно берега. Ответ дайте в м/с , округлите до десятых.
2. Определите модуль перемещения матроса относительно баржи за минуту с начала движения. Ответ дайте в метрах, округлите до целого.
3. Чему равен модуль перемещения матроса относительно берега за то же время? Ответ дайте в метрах, округлите до целого.
4. Чему равен путь, пройденный матросом относительно берега за минуту с начала движения? Ответ дайте в метрах, округлите до целого.

(1) 2,2 м/с; 2) 0; 3) 120 м; 4) 132 м или 134 м

2. Маленькие шарики сталкиваются. Маленький металлический шарик (далее мы называем его первым шариком) вылетает из игрушечной пушки вертикально вверх со скоростью $v_0 = 20 \text{ м/с}$ в нулевой момент времени. Спустя время $\tau = 1 \text{ с}$ в том же направлении с такой же начальной скоростью вылетает второй шарик, идентичный первому. Считается, что шарики могут двигаться только по вертикали. При встрече шарики испытывают абсолютно упругое столкновение, в результате которого обмениваются скоростями. Также считается, что после возвращения шарика в начальную точку его движение прекращается. Сопротивлением воздуха можно пренебречь.

1. Через какое время после начала движения второго шарика произойдёт столкновение шариков? Дайте ответ в секундах, округлите до десятых.
2. Чему равна максимальная высота подъёма первого шарика? Дайте ответ в метрах, округлите до целого.
3. Через какое время после начала движения второго шарика он вернётся в начальную точку? Дайте ответ в секундах, округлите до десятых.

(1) $t_{\text{столк}} = \frac{v_0}{g} - \frac{v_0}{g} = 0$; (2) $H_{\text{max}} = \frac{v_0^2}{2g} = 20$ м; (3) $t_2 = \frac{v_0}{g} = 2$ с

3. Обмороженная гайка. Алюминиевая гайка массой 60 г привязана к шарик, заполненному гелием, с помощью тонкой лёгкой нитки. Объём шарика таков, что гайка с шариком остаются неподвижными в воздухе, не касаясь земли.

Гайку охлаждают до очень низкой температуры и погружают в цилиндрический сосуд с водой, удерживая её ниже уровня жидкости. Когда процесс намерзания льда прекращается, образуется кусок льда с вмороженной в него гайкой, соединённый тонкой ниткой с гелиевым шариком. После этого удержание гайки прекращают, и в состоянии равновесия кусок льда с гайкой, привязанный к шарик, плавает, погрузившись в воду на $\frac{4}{5}$ объёма.

Плотности веществ: вода — 1000 кг/м^3 , лёд — 900 кг/м^3 , воздух — $1,25 \text{ кг/м}^3$, гелий — $0,18 \text{ кг/м}^3$, алюминий — 2700 кг/м^3 . Площадь сечения сосуда равна 40 см^2 .

Не все из приведённых данных необходимы для решения задачи, однако их можно использовать, если вы считаете, что это будет полезно.

1. Определите по этим данным массу намёрзшего на гайку льда. Ответ дайте в граммах, округлите до целого.
2. На сколько миллиметров изменится уровень воды в сосуде после таяния льда (относительно уровня воды в положении равновесия, устанавливающегося после окончания удерживания гайки)? Считайте, что вся вода, образующаяся при таянии, остаётся в сосуде. Ответ дайте в миллиметрах (без учёта знака), округлите до целого.

$$0 \text{ (} \tau \text{ ; } 1 \text{ } 001 = \frac{\xi}{\text{м}^3 \text{ г} \text{ см}^3} = \text{в} \text{ г} \text{ см}^3 \text{ (} 1$$

4. Плавление ледяных шариков в воде. Сосуд с теплоизолированными стенками содержит 200 г воды при начальной температуре $+40^\circ\text{C}$. В сосуд погружен портативный нагреватель мощностью 180 Вт. Начиная с нулевого момента времени в сосуд каждую секунду падает маленький ледяной шарик массой μ . Температура шарика в момент попадания в воду равна -20°C .

Предполагается, что теплопроводность воды и льда достаточно велика, содержимое сосуда постоянно перемешивается, испарением с поверхности воды, временем плавления шариков, теплоёмкостью сосуда, а также теплопотерями при теплообмене с окружающей средой можно пренебречь. Теплоёмкости воды и льда равны: $4200 \text{ Дж/(кг} \cdot ^\circ\text{C)}$ и $2100 \text{ Дж/(кг} \cdot ^\circ\text{C)}$, удельная теплота плавления льда 330 кДж/кг .

1. При каком значении массы шариков $\mu_{\text{крит}}$ температура в сосуде будет оставаться постоянной, равной $+40^\circ\text{C}$? Ответ дайте в граммах, округлите до сотых.
2. Пусть масса каждого шарика равна $3\mu_{\text{крит}}$. Через какое время после начала процесса температура в сосуде изменится на 15°C ? Ответ дайте в минутах, округлите до целого.
3. Пусть теперь масса каждого шарика равна $\frac{\mu_{\text{крит}}}{2}$. Какую температуру будет иметь содержимое сосуда через 2 минуты после начала процесса? Ответ дайте в градусах Цельсия (без учёта знака), округлите до целого.

$$0 \text{ } \tau \text{ } \xi = \text{L (} \xi \text{ ; } \text{ни} \text{ } 1 \approx \tau \text{ (} \tau \text{ ; } 1 \text{ } \xi \text{ } 0 = \text{ли} \text{ } \mu_{\text{крит}} \text{ (} 1$$

5. Цепь с разным подключением. В электрической цепи, схема которой представлена на рис. 1, величина сопротивления равна 1 кОм. Идеальный источник, напряжение между выводами которого равно 6 В, а также идеальный амперметр можно подключать к клеммам цепи разными способами.

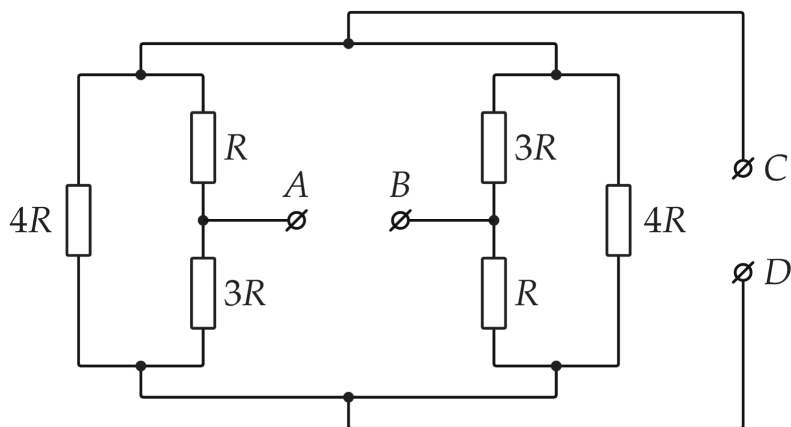


Рисунок 1

Сначала амперметр подключают к клеммам A и B , а источник к клеммам C и D .

1. Определите ток через источник. Ответ дайте в мА, округлите до целого.
2. Определите показания амперметра. Ответ дайте в мА, округлите до целого.

Теперь амперметр подключают к клеммам C и D , а источник к клеммам A и B .

3. Определите ток через источник. Ответ дайте в мА, округлите до целого.
4. Определите показания амперметра. Ответ дайте в мА, округлите до целого.

$I_{ист} = 2 \text{ мА}; I_A = 4 \text{ мА}; I_{ист} = 2 \text{ мА}; I_A = 4 \text{ мА}; I_{ист} = 2 \text{ мА}; I_A = 4 \text{ мА}$
--