

Всероссийская олимпиада школьников по физике
муниципальный этап 2025 – 2026 учебный год

10 класс

Возможное (авторское) решение.

1. На заводском испытательном полигоне проводили исследование динамики движения новой модели электромобиля. Для проведения эксперимента использовался прямой горизонтальный участок трассы испытательного полигона. В процессе испытаний только в определённые моменты времени скачкообразно изменяли силу тяги электродвигателя (в некоторых случаях не только по модулю, но и по направлению). Результаты измерений во время эксперимента заносили в таблицу.

Время с момента начала испытаний t , с	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110
Значение проекции скорости v_x , м/с	2	1	0	-0,25	-0,5	-0,75	-1	0	1	1,25	1,5	1,75	2	1,5	1	0,5	0	-2	-4	-3	-2	-1	0
Моменты времени изменения силы тяги	старт		*				*		*				*				*		*				стоп

Определите максимальное смещение электромобиля от места старта эксперимента. В какой момент времени это смещение произошло?

Решение.

Решение задачи удобно провести в несколько этапов. На каждом этапе между моментами изменения тяги электродвигателя образец двигался с постоянным, для данного этапа, ускорением. Следовательно, на каждом этапе можно применить стандартный набор формул расчёта величин при равноускоренном движении: $a = \frac{v-v_0}{t}$; $x = x_0 + s_x$; $s_x = v_0 t + \frac{at^2}{2}$;

Также необходимо учитывать, что начальная координата тела и начальная скорость на каждом этапе движения совпадает с конечной координатой и скоростью предыдущего этапа, а начало отсчёта координат находится в точке старта наблюдений за движением модели электромобиля.

1 этап 0 – 10 секунды: $a = -0,2 \text{ м/с}^2$; $s_x = 10 \text{ м}$; $x = 10 \text{ м}$.

2 этап 10 – 30 секунды: $a = -0,05 \text{ м/с}^2$; $s_x = -10 \text{ м}$; $x = 0 \text{ м}$.

3 этап 30 – 40 секунды: $a = 0,2 \text{ м/с}^2$; $s_x = 0 \text{ м}$; $x = 0 \text{ м}$.

4 этап 40 – 60 секунды: $a = 0,05 \text{ м/с}^2$; $s_x = 30 \text{ м}$; $x = 30 \text{ м}$.

5 этап 60 – 80 секунды: $a = -0,1 \text{ м/с}^2$; $s_x = 20 \text{ м}$; $x = 50 \text{ м}$.

6 этап 80 – 90 секунды: $a = -0,4 \text{ м/с}^2$; $s_x = -20 \text{ м}$; $x = 30 \text{ м}$.

7 этап 90 – 110 секунды: $a = 0,2 \text{ м/с}^2$; $s_x = -40 \text{ м}$; $x = -10 \text{ м}$.

Ответ: Таким образом, максимальное смещение электромобиля от места старта эксперимента составило 50 метров в конце 80 секунды.

Примерные критерии оценивания

Выполнен анализ движения и сделаны правильные выводы – **3 балла**.

Правильно рассчитаны все величины, описывающие движение на каждом этапе – **4 балла**.

Получен полный правильный ответ задачи – **3 балла**.

Всероссийская олимпиада школьников по физике
муниципальный этап 2025 – 2026 учебный год
10 класс

Возможное (авторское) решение

2. В поле тяготения Земли вблизи к её поверхности из некоторой точки маленький шарик бросили под углом α к горизонту с начальной скоростью v_0 . Шарик ударился о вертикальную преграду, которая двигалась навстречу шарiku с горизонтальной скоростью v , и отскочил в точку, из которой был брошен. **Определите, через какое время t после броска произошло столкновение шарика с преградой.** Потерями на трение пренебречь. Удар о преграду абсолютно упругий.

Решение.

Удар о преграду не изменяет вертикальную составляющую скорости шарика. Поэтому полное время движения шарика t_1 представляет собой полное время подъёма и спуска на первоначальную высоту в поле силы тяжести тела, брошенного вертикально вверх со скоростью $v_0 \sin \alpha$. Следовательно, $t_1 = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$. движение шарика по горизонтали складывается из двух участков пути: до соударения с преградой он двигался со скоростью $v_0 \cos \alpha$; после соударения шарик пролетел назад такой же путь, но с другой скоростью. Чтобы рассчитать скорость обратного движения шарика, заметим, что скорость сближения шарика и преграды (по горизонтали) была равна $v_0 \cos \alpha + v$. Поскольку удар абсолютно упругий, то после удара шарик будет удаляться от преграды со скоростью $v_0 \cos \alpha + v$, поэтому относительно земли он будет иметь горизонтальную скорость $(v_0 \cos \alpha + v) + v = v_0 \cos \alpha + 2v$. Если до удара о преграду шарик летел время t , то, приравнявая пути пройденные им до и после соударения, получим уравнение:
 $v_0 \cos \alpha \times t = (t_1 - t)(v_0 \cos \alpha + 2v)$. Отсюда, учитывая, что полное время движения шарика равно

$$t_1 = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}, \text{ получим } t = \frac{v_0 \sin \alpha (v_0 \cos \alpha + 2v)}{g(v_0 \cos \alpha + v)}$$

Ответ: $t = \frac{v_0 \sin \alpha (v_0 \cos \alpha + 2v)}{g(v_0 \cos \alpha + v)}$

Примерные критерии оценивания

Выполнен анализ движения и сделаны правильные выводы – **3 балла**.

Правильно рассчитаны все величины, описывающие движение на каждом этапе – **4 балла**.

Получен полный правильный ответ задачи – **3 балла**.

Всероссийская олимпиада школьников по физике
муниципальный этап 2025 – 2026 учебный год
10 класс

Возможное (авторское) решение

3. Два проводника имеют сечение в форме квадрата. Сторона сечения первого проводника 1 мм, второго проводника 4 мм. Проводники имеют одинаковую длину и изготовлены из одинакового материала. Для того, чтобы начался процесс плавления первого проводника необходимо пропустить через него ток $I_1 = 10 \text{ А}$. Определите силу тока I_2 , который нужно пропустить через второй проводник, чтобы он начал плавиться. Считать, что количество теплоты, уходящее в окружающую среду за 1 секунду, подчиняется закону $Q = kS(T - T_{\text{ср}})$; где S – площадь поверхности проводника, T – температура поверхности проводника, $T_{\text{ср}}$ – температура окружающей среды вдали от проводника, k – коэффициент пропорциональности, одинаковый для обоих проводников.

Решение.

Условием того, что проводник нагревается, а затем плавится, является превышение выделившегося количества теплоты (на основании закона Джоуля – Ленца) над количеством теплоты, уходящей в окружающую среду за одинаковое время. $I^2 R > kS(T - T_{\text{ср}})$. Согласно условию, чтобы первый проводник начал плавиться, необходимо пропустить через него ток, больший, чем 10 А.

Следовательно: $k4a_1 l (T_{\text{пл}} - T_{\text{ср}}) = I_1^2 R_1$, где a – сторона квадрата сечения проводника, l – длина проводника, $T_{\text{пл}}$ – температура плавления материала проводника, R_1 – сопротивление первого проводника. Несложно определить сопротивление второго проводника: $R_2 = \frac{R_1}{16}$. Таким образом, чтобы второй проводник начал плавиться, необходимо через него пропустить ток I_2 , удовлетворяющий условию: $I_2^2 R_2 > k4a_2 l (T_{\text{пл}} - T_{\text{ср}})$. Решая совместно полученные неравенства окончательно получаем: $I_2 > 8I_1$ т. е. $I_2 > 80 \text{ А}$.

Ответ: $I_2 > 80 \text{ А}$

Примерные критерии оценивания

Выполнен анализ условия необходимого для плавления проводника – **3 балла**.

Правильно рассчитаны соотношения для первого и второго проводника – **4 балла**.

Получен полный правильный ответ задачи – **3 балла**.

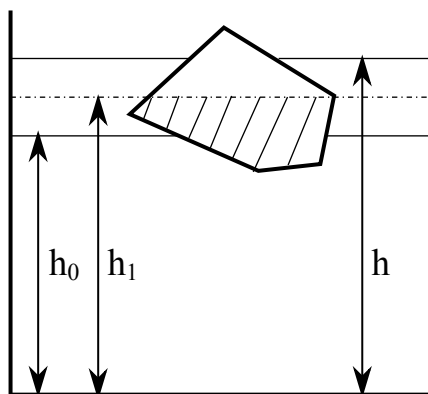
Всероссийская олимпиада школьников по физике
муниципальный этап 2025 – 2026 учебный год

10 класс

Возможное (авторское) решение

4. Цилиндрический сосуд заполнили водой, а затем сверху налили слой масла. Известно, что плотность масла меньше плотности воды. В сосуд опустили кусок льда. **Определите как изменится уровень границы раздела воды и масла, после того как весь лёд растает? Как при этом изменится общий уровень жидкости в сосуде? Обязательно поясните ответ на основе физических закономерностей.**

Решение.



Общеизвестно, что при таянии льда, плавающего в сосуде с водой, уровень воды не меняется. В нашем случае будем считать уровень воды в начальный момент равным h_0 , уровень поверхности масла h (отсчитываем от дна сосуда). Если бы в сосуде находилась только вода, то её уровень h_1 при условии неизменного положения куска льда относительно сосуда подчинялся бы условиям:

$h_0 < h_1 < h$. При таянии вода, образующаяся из льда, имеет объём равный объёму заштрихованной области на рисунке. Поскольку часть этого объёма выходит за пределы поверхности воды $h_1 > h_0$, то при таянии льда уровень воды повышается. С другой стороны, поскольку $h_1 < h$, масло будет заполнять образовавшуюся «лунку», т. е. общий уровень жидкости в сосуде понижается.

Ответ. Уровень воды повысится. Общий уровень жидкостей понизится.

Примерные критерии оценивания

Выполнен анализ плавания льда в сосуде – **3 балла**.

Правильно сделан вывод об изменении уровня воды в сосуде – **3 балла**.

Правильно сделан вывод об изменении уровня масла – **3 балла**.

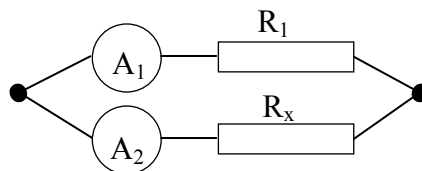
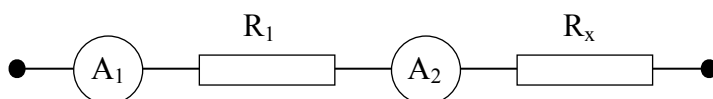
Дан правильный ответ задачи без пояснений – **1 балл**.

Всероссийская олимпиада школьников по физике
муниципальный этап 2025 – 2026 учебный год
10 класс

Возможное (авторское) решение

5. К двум разным амперметрам последовательно подключены резисторы. К первому резистор с известным сопротивлением R_1 , ко второму резистор с неизвестным сопротивлением R_x . Сначала пары амперметр-резистор соединяют последовательно, а затем параллельно, каждый раз подключая к клеммам одного и того же источника тока. Шкалы амперметров имеют равномерные деления, а отклонение стрелки в каждом амперметре пропорционально силе тока. Отклонение стрелок амперметров в первом случае соответственно равны n_1 и n_2 , а во втором n'_1 и n'_2 . Определите неизвестное сопротивление R_x второго резистора.

Решение.



В случае последовательного соединения выполняется условие $I_1 = I_2$, причём $I_1 = \alpha_1 n_1$, $I_1 = \alpha_2 n_2$. Где α – соответствующий коэффициент пропорциональности. Следовательно $\alpha_1 n_1 = \alpha_2 n_2$. В случае параллельного соединения $I'_1 R_1 = I'_2 R_x$. Кроме того $I'_1 = \alpha_1 n'_1$, $I'_2 = \alpha_2 n'_2$.

Таким образом, $R_1 \alpha_1 n'_1 = R_x \alpha_2 n'_2$. Окончательно получим $R_1 \frac{n'_1}{n_1} = R_x \frac{n'_2}{n_2}$.

Значит $R_x = R_1 \frac{n_2 n'_1}{n_1 n'_2}$.

Ответ: $R_x = R_1 \frac{n_2 n'_1}{n_1 n'_2}$.

Примерные критерии оценивания

Определены соотношения при последовательном соединении – **3 балла**.

Определены соотношения при параллельном соединении – **3 балла**.

Получены соотношения между известным и неизвестным сопротивлениями – **3 балла**.

Дан правильный ответ задачи – **1 балл**.