

Всероссийская олимпиада школьников по физике
муниципальный этап 2019 – 2020 учебный год

10 класс

Возможное (авторское) решение

Задача 1. Вертикально вверх бросили тело. Тело, двигаясь вверх, проходит некоторую точку траектории, находящуюся на высоте h над поверхностью земли. Затем, возвращаясь к месту броска, оказывается в этой же точке через промежуток времени Δt (после первого прохождения). Определите начальную скорость тела и всё время его движения. Сопротивление воздуха не учитывать; ускорение свободного падения равно g .

Решение.

Уравнение движения тела вдоль оси oy имеет вид: $y = y_0 + v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$; (в случае если ось oy направлена вертикально вверх). Если начало координат совместить с точкой броска, то $y_0 = 0$. Следовательно: $y = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$.

В некоторые моменты времени t_1 и t_2 координата тела $y_1 = y_2 = h$, следовательно: $h = v_0 t_1 - \frac{1}{2} g t_1^2$ и $h = v_0 t_2 - \frac{1}{2} g t_2^2$. Не забываем, что $\Delta t = t_2 - t_1$. Решив систему полученных уравнений получим:

$$v_0 = \frac{1}{2} \sqrt{g(8h + g\Delta t^2)}; \quad t = \sqrt{\frac{8h + g\Delta t^2}{g}}$$

Ответ: $v_0 = \frac{1}{2} \sqrt{g(8h + g\Delta t^2)}; \quad t = \sqrt{\frac{8h + g\Delta t^2}{g}}$

Примерные критерии оценивания

Выполнен рисунок, на котором указаны вектор начальной скорости тела, ускорения свободного падения и выбранное направление координатной оси oy – **2 балла**.

Записано уравнение движения тела (в общем случае) с учётом знаков проекций векторов на координатную ось oy – **2 балла**.

Выбрано начало координат и записаны уравнения движения для времени t_1 и t_2 – **2 балла**.

Составлена система уравнений, приводящих к верному решению – **2 балла**.

Произведены математические вычисления и получен верный ответ задачи – **2 балла**.

Всероссийская олимпиада школьников по физике
муниципальный этап 2019 – 2020 учебный год

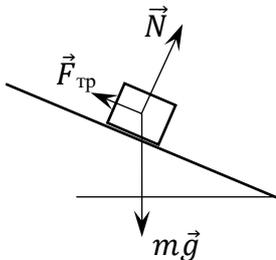
10 класс

Возможное (авторское) решение

Задача 2. На горизонтальном столе лежит ровная доска. Сверху на доску кладут небольшой деревянный брусок (масса бруска неизвестна). Один конец доски начинают поднимать вверх таким образом, что доска образует наклонную поверхность. Когда угол наклона между доской и горизонтальной плоскостью стола равен 19° брусок ещё не движется относительно доски. Когда же угол наклона равен 31° брусок соскальзывает по доске (характер движения неизвестен). Известно, что сила трения между бруском и доской в первом случае равна по модулю силе трения между бруском и доской во втором случае. Определите значение коэффициента трения между бруском и доской.

Решение.

В первом случае, когда брусок ещё не скользит по доске, возникающая сила трения является силой трения покоя. Она уравновешена составляющей силы тяжести, действующей на брусок.



стандартный рисунок

Следовательно, в этом случае: $F_{\text{тр}1} = mg \sin \alpha$.

Во втором случае, когда брусок соскальзывает по доске, сила трения определяется соотношением: $F_{\text{тр}2} = \mu N = \mu mg \cos \beta$. (Следует понимать, что ось ox направлена вниз вдоль наклонной поверхности, а ось oy направлена перпендикулярно поверхности вверх).

По условию задачи $F_{\text{тр}1} = F_{\text{тр}2}$; т. е. $mg \sin \alpha = \mu mg \cos \beta$. Откуда $\mu = \frac{mg \sin \alpha}{mg \cos \beta} = \frac{0.3256}{0.8572} \approx 0,38$

Ответ: $\mu \approx 0,38$

Примерные критерии оценивания

Выполнены рисунки, на которых указаны векторы сил, действующих на брусок, выбранное направление координатных осей, углы наклона доски (для первого и второго случая) – **2 балла**.

Записана формула для определения силы трения (для первого случая) – **3 балла**.

Записана формула для определения силы трения (для второго случая) – **3 балла**.

Получена итоговая формула и произведены математические вычисления. Получен верный ответ задачи – **2 балла**.

Всероссийская олимпиада школьников по физике
муниципальный этап 2019 – 2020 учебный год

10 класс

Возможное (авторское) решение

Задача 3. Из неизвестного несжимаемого материала изготовили куб (размеры грани куба неизвестны) и опустили в сосуд, частично заполненный ртутью. Поверх ртути налили воду таким образом, что уровень воды оказался выше верхней грани куба. При этом половина объёма куба находится в воде, а половина во ртути. Определите плотность материала, из которого изготовлен куб. Плотность воды 1000 кг/м^3 , плотность ртути 13600 кг/м^3 .

Решение.

Вдоль вертикальной оси на куб действуют три силы: сила тяжести F_T , сила давления на верхнюю грань F_1 и сила давления на нижнюю грань F_2 . Так как система находится в равновесии то можно записать: $\vec{F}_T + \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = 0$. Спроектируем векторы сил на вертикальную ось: $F_T + F_1 = F_2$; Где $F_T = \rho g l^3$; $F_1 = \rho_2 g \left(h - \frac{l}{2}\right) l^2$; $F_2 = \rho_1 g \frac{l^3}{2} + \rho_2 g h l^2$; где ρ_1 и ρ_2 – плотность ртути и воды соответственно, а l – длина грани куба. После математических преобразований получим: $\rho = \frac{\rho_1 + \rho_2}{2}$; где ρ – плотность вещества куба. *Следует отметить, плотность не зависит от размеров и формы тела.*

Ответ: $\rho = 7300 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$;

Примерные критерии оценивания

Выполнены рисунок, на котором указаны векторы сил, действующих на тело, выбранное направление координатных осей – **2 балла**.

Записано условие равновесия тела в векторной форме (указано, на основании какого закона Ньютона выполняется условие равновесия) – **2 балла**.

Записаны формулы для вычисления сил, действующих на куб – **3 балла**.

Получена итоговая формула и произведены математические вычисления. Получен верный ответ задачи – **2 балла**.

Отмечено, что плотность вещества тела не зависит ни от его объёма, ни от его формы – **1 балл**

Всероссийская олимпиада школьников по физике
муниципальный этап 2019 – 2020 учебный год

10 класс

Возможное (авторское) решение

Задача 4. Грузовой автофургон за два часа проехал 160 километров. Во время движения двигатель автомобиля развивал среднюю мощность 70 кВт. КПД двигателя равен 25%. Определите сколько топлива сэкономил водитель за эту поездку, если норма расхода топлива составляет 36 кг на 100 километров пути. Удельная теплота сгорания топлива $4,2 \times 10^7$ Дж/кг.

Решение.

КПД двигателя автомобиля определяется соотношением: $\eta = \frac{Nt}{qm}$, определим массу сгоревшего топлива: $m = \frac{Nt}{\eta q}$. Норма расхода топлива на весь путь $m_{01} = \frac{m_0}{s_0} s$. Тогда масса сэкономленного топлива: $\Delta m = m_{01} - m = 9,6$ кг.

Ответ: $\Delta m = 9,6$ кг;

Примерные критерии оценивания

Записано уравнение для определения КПД двигателя автомобиля – **2 балла.**

Записано уравнение для определения массы сгоревшего топлива – **2 балла.**

Записана формула для вычисления нормы расхода на весь путь – **3 балла.**

Получена итоговая формула для вычисления экономии топлива – **2 балла.**

Правильно проведены вычисления и дан ответ задачи (с указанием ед. измерения) – **1 балл**

Всероссийская олимпиада школьников по физике
муниципальный этап 2019 – 2020 учебный год

10 класс

Возможное (авторское) решение

Задача 5. Между двух клемм источника тока включена электрическая цепь, собственное сопротивление которой равно R . В эту цепь включают потребитель мощностью P , рассчитанный на номинальное напряжение U . Как изменятся потери энергии в цепи, если параллельно первому потребителю подключить ещё один такой же потребитель? Напряжение между клеммами источника считать постоянным.

Решение.

Учащийся должен понимать, что потери энергии являются тепловыми потерями цепи, подводящей ток к потребителю. Сопротивление всей цепи до подключения второго потребителя: $R + \frac{U^2}{P}$; после подключения второго потребителя: $R + \frac{U^2}{2P}$. Введём обозначение: $x = \frac{U^2}{2RP}$. Тогда для сопротивления цепи в первом и втором случаях получим: $R_1 = (1 + 2x)R$ и $R_2 = (1 + x)R$. На основании закона Ома для силы тока в цепи получим: $I_1 = \frac{U_{ист}}{(1+2x)R}$ и соответственно: $I_2 = \frac{U_{ист}}{(1+x)R}$. Таким образом для тепловых потерь, за единичный отрезок времени, в электрической цепи имеем: $Q_1 = \frac{U_{ист}^2}{(1+2x)^2 R}$ и $Q_2 = \frac{U_{ист}^2}{(1+x)^2 R}$. Найдём отношение тепловых потерь: $\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{(1+2x)^2}{(1+x)^2} = \left(1 + \frac{x}{1+x}\right)^2$. Следовательно: $1 < \frac{Q_2}{Q_1} < 4$.

Ответ: $1 < \frac{Q_2}{Q_1} < 4$. Потери энергии возрастут.

Примерные критерии оценивания

Определено сопротивление цепи до подключения второго потребителя – **1 балл**.

Определено сопротивление цепи после подключения второго потребителя – **1 балл**.

Введено обозначение группы величин – **2 балла**.

Получена формула для вычисления силы тока в обоих случаях – **2 балла**.

Записана формула для тепловых потерь в обоих случаях – **2 балла**.

Найдено соотношение тепловых потерь и получен ответ – **2 балла**.

Общие рекомендации членам жюри по оцениванию работ участников олимпиады.

1. Жюри олимпиады оценивает записи, приведенные **только** в чистовике. Черновики не проверяются.
2. Не допускается снятие баллов за «плохой почерк», за решение задачи нерациональным способом, не в общем виде, или способом, не совпадающим с предложенным методической комиссией.
3. Правильный ответ, приведенный без обоснования или полученный из неправильных рассуждений, **не учитывается**.
4. Решение каждой задачи оценивается целым числом баллов от 0 до 10.
5. Если решение ученика отлично от авторского, то проверка работ осуществляется согласно стандартной методике оценивания решений:

Баллы	Правильность (ошибочность) решения
10	Полное верное решение
8	Верное решение. Имеются небольшие недочеты, в целом не влияющие на решение.
5-6	Решение в целом верное, однако, содержит существенные ошибки (не физические, а математические).
5	Найдено решение одного из двух возможных случаев.
2-3	Есть понимание физики явления, но не найдено одно из необходимых для решения уравнений, в результате полученная система уравнений не полна и невозможно найти решение.
0-1	Есть отдельные уравнения, относящиеся к сути задачи при отсутствии решения (или при ошибочном решении).
0	Решение неверное, или отсутствует.