



МАТЕРИАЛЫ ЗАДАНИЙ

*олимпиады школьников
«ЛОМОНОСОВ»
по физике*

2015/2016 учебный год

Заключительный этап для 7-х – 9-х классов (решения)

1. Военская колонна, совершающая пеший марш-бросок, растянулась при ходьбе на $L = 500$ м. Командир, находящийся во главе колонны, направил конного посыльного в хвост колонны с пакетом к своему заместителю. Посыльный поскакал навстречу колонне со скоростью $u = 36$ км/ч, вручил пакет заместителю командира и сразу же вернулся с той же скоростью к началу колонны, затратив на весь путь $t = 1$ мин 44 с. Найдите, с какой скоростью v двигалась колонна. Ответ приведите в м/с, округлив до целых.

1. Решение. В системе отсчета, связанной с движущейся колонной, относительная скорость посыльного при его движении навстречу колонне равна $u + v$, а при попутном его движении равна $u - v$. Поэтому полное время движения посыльного к хвосту колонны и обратно равно

$$t = \frac{L}{u + v} + \frac{L}{u - v} = \frac{2Lu}{u^2 - v^2}. \text{ Выражая из этого равенства скорость } v, \text{ находим, что } v = \sqrt{u^2 - 2Lu/t}.$$

Ответ: $v = \sqrt{u^2 - 2Lu/t} \approx 2$ м/с

2. Когда легковой автомобиль едет с постоянной скоростью по горизонтальному шоссе, расход бензина составляет $\mu_1 = 7$ л/100 км. Каков будет расход бензина μ_2 , если этот автомобиль поедет с той же скоростью вверх по участку шоссе, уклон которого составляет 50 м на 1 км пути? Качество дорожного покрытия на горизонтальном и наклонном участках шоссе одинаково. Масса автомобиля $M = 1000$ кг, коэффициент полезного действия двигателя $\eta = 30\%$, удельная теплота сгорания бензина $q = 42$ МДж/кг, плотность бензина $\rho = 0,7$ кг/л. Ускорение свободного падения примите равным $g = 10$ м/с². Ответ приведите в л/100 км, округлив до одного знака после запятой.

2. Решение. Пусть F – модуль результирующей всех сил сопротивления движению автомобиля. При перемещении автомобиля на расстояние l работа, совершенная двигателем, равна произведению количества теплоты, выделившейся при сгорании топлива, на коэффициент полезного действия двигателя: $A = \mu \rho q \frac{\eta}{100\%}$. На горизонтальном участке шоссе длиной l эта

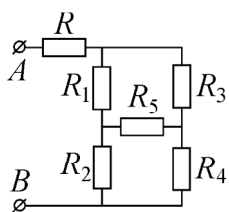
работа равна по величине работе сил сопротивления $A_c = Fl$, т.е. $A_1 = \mu_1 \rho q \frac{\eta}{100\%} l = Fl$. На

наклонном участке шоссе той же длиной работа двигателя равна сумме величины работы сил сопротивления $A_c = Fl$ и приращения потенциальной энергии автомобиля в поле силы

тяготения $\Delta E_{\text{п}} = 0,05 \cdot Mgl$. Имеем: $A_2 = \mu_2 \rho q \frac{\eta}{100\%} l = Fl + 0,05 \cdot Mgl$. Объединяя эти равенства,

находим ответ: $\mu_2 = \mu_1 + \frac{0,05 \cdot Mg \cdot 100\%}{\rho q \eta} \approx 12,6$ л/100 км.

Замечание: При подстановке числовых данных из условия задачи получаем, что последнее слагаемое в ответе имеет размерность л/м. Чтобы преобразовать его к требуемой размерности (л/100 км), нужно умножить его на 10^5 .



3. В цепи, схема которой показана на рисунке, сопротивление резистора $R = 500$ Ом, а между клеммами A и B поддерживается постоянное напряжение $U = 20$ В. Определите количество теплоты Q , выделяющееся на этом резисторе за время $\tau = 5$ минут, если сопротивления остальных резисторов $R_1 = 2R$, $R_2 = 4R$, $R_3 = R$, $R_4 = 2R$, $R_5 = R$. Ответ приведите в джоулях с точностью до одного знака после запятой.

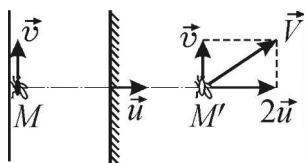
3. Решение. Исходя из условия задачи легко установить, что справедливо равенство $\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$,

откуда следует, что напряжение между выводами резистора R_5 равно нулю. Покажем это. В самом деле, предполагая, что ток через резистор R_5 не течет (т.е. в точках подключения этого резистора фактически нет разветвления цепи), имеем следующие уравнения: $I_1 R_1 = I_3 R_3$, $I_2 R_2 = I_4 R_4$, $I_1 = I_2$, $I_3 = I_4$, где через I_i обозначены токи через резисторы R_i ($i = 1, 2, 3, 4$). Из этих уравнений и следует записанное выше равенство. Учитывая, что резистор R_5 можно мысленно удалить, находим сопротивление между клеммами A и B , а именно $R_0 = R + \frac{(R_1 + R_2)(R_3 + R_4)}{(R_1 + R_2) + (R_3 + R_4)} = 3R$. По закону Ома

сила тока, текущего через резистор R равна $I = \frac{U}{R_0} = \frac{U}{3R}$. Согласно закону Джоуля–Ленца,

$$Q = RI^2 \cdot \tau = \frac{U^2}{9R} \tau. \quad \text{Ответ: } Q = \frac{U^2}{9R} \tau \approx 26,7 \text{ Дж.}$$

4. Муха ползёт по стене со скоростью $v = 3$ см/с. Плоское зеркало, параллельное стене, удаляется от стены со скоростью $u = 2$ см/с. С какой по модулю скоростью V движется изображение мухи в зеркале? Ответ приведите в см/с, округлив до целых.



4. Решение. На рисунке M – муха, M' – её изображение в зеркале. Изображение неподвижной точки в зеркале, удаляющемся от нее со скоростью u , движется со скоростью $2u$. По закону сложения скоростей $\vec{V} = \vec{v} + 2\vec{u}$ и искомая величина $V = \sqrt{v^2 + (2u)^2}$.

Ответ: $V = \sqrt{v^2 + (2u)^2} = 5$ см/с.

Критерии оценки

Задачи (каждая задача оценивается максимально в 25 баллов)

1. Задача вовсе не решалась – **0 баллов**.
2. Задача не решена, но сделан поясняющий рисунок (если требуется), частично сформулированы необходимые физические законы – **5 – 14 баллов**.
3. Задача не решена, но правильно сформулированы физические законы и правильно записаны основные уравнения, необходимые для решения задачи – **15 – 20 баллов**.
4. Задача решена, но допущены незначительные погрешности – **21-23 балла**.
5. Задача решена полностью и получен правильный ответ – **25 баллов**.

Максимальное количество баллов по четырем задачам – 100.



2015/2016 учебный год
КРИТЕРИИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОБЕДИТЕЛЕЙ И ПРИЗЁРОВ²

олимпиады школьников

«ЛОМОНОСОВ»

по физике

7-9 классы

ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП

ПОБЕДИТЕЛЬ:

Нет победителей.

ПРИЗЁР:

От 40 баллов до 100 баллов включительно.

ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП

ПОБЕДИТЕЛЬ (диплом I степени):

Нет победителей.

ПРИЗЁР (диплом II степени):

От 98 баллов до 100 баллов включительно.

ПРИЗЁР (диплом III степени):

От 87 баллов до 89 баллов включительно.

² Утверждены на заседании жюри олимпиады школьников «Ломоносов» по физике