

Муниципальный этап Всероссийской олимпиады

Липецкая область

Физика

2017 – 2018 уч. год

9 класс

Уважаемые участники олимпиады!

Вашему вниманию предлагаются 5 задач, требующих развернутого ответа.

Время на решение задач – 3,5 часа мин (210 минут).

Внимательно прочитайте каждую задачу. Начинайте решать на черновике. Если есть возможность проиллюстрировать решение рисунком - сделайте это. Учтите, что черновик не проверяется, поэтому все важные элементы решения перенесите на чистовик (в том числе и рисунок).

Не забудьте на черновике написать сверху «**ЧЕРНОВИК**», а на чистовике там же «**ЧИСТОВИК**». Рядом со словом «чистовик» нужно оставить место для шифра Вашей работы. **Помните, ни на чистовике, ни на черновике не должно быть Вашей фамилии, имени, каких-либо иных пометок, указывающих на принадлежность работы.**

Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его и постарайтесь выполнить те задачи, для которых Вам ясен путь решения. К пропущенным заданиям Вы можете вернуться, если у вас останется время.

На чистовике оформляйте задания в том порядке, в котором они даны.

Задача №1. Испытательный полигон.

Испытательный полигон для автомобилей состоит из круговой трассы длиной 1000 м. Полный круг автомобиль проходит за время $t = 40$ с. Первые 150 метров автомобиль движется равноускоренно с ускорением a , остальную часть дистанции он движется с постоянной скоростью V . Найти a и V .

РЕШЕНИЕ:

Длину участка, на котором автомобиль движется ускоренно, обозначим $S_1 = 150$ м. Длину участка, где движение равномерное, обозначим S_2 . Скорость автомобиля после окончания разгона V можно выразить через ускорение и время движения на первом участке t_1

$$V = at_1.$$

Тогда

$$S_2 = S - S_1 = Vt_2 = at_1t_2.$$

Кроме того,

$$t = t_1 + t_2$$

и

$$S_1 = \frac{at_1^2}{2}.$$

Из записанных соотношений проще найти времена t_1 и t_2

$$t_2 = \frac{S - S_1}{S + S_1}t; \quad t_2 = 30 \text{ с};$$

$$t_1 = t - t_2; \quad t_1 = 10 \text{ с}.$$

Зная времена, легко найти скорость

$$V = \frac{S - S_1}{t_2}; \quad V = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

и ускорение

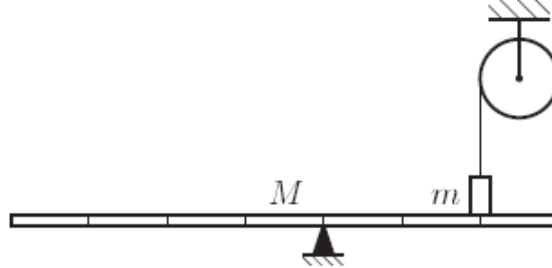
$$a = \frac{V}{t_1}; \quad a = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$$

Рекомендации по проверке:

Написаны отдельные формулы, имеющие отношение к задаче, но решения задачи нет	1 балл
Правильно написана система уравнений $V = at_1$, $S_2 = S - S_1 = Vt_2 = at_1t_2$, $t = t_1 + t_2$, $S_1 = \frac{at_1^2}{2}$, но есть ошибки в счёте	7-8 баллов
Верно записана система уравнений и всё верно посчитано	10 баллов

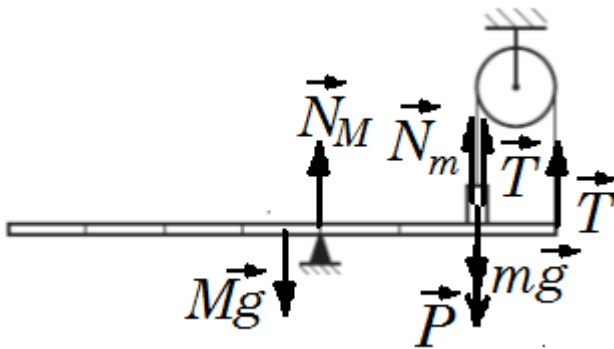
Задача №2. Рычаг.

При каких массах груза m возможно равновесие однородного рычага массы M , изображенного на рисунке. Штрихами рычаг делится на 7 равных частей.

**Возможное решение:**

По условию задачи система находится в равновесии.

Расставим силы (силы, действующие на блок можно не приводить). (2 балла)



Применим правило моментов для рычага относительно опоры:

$$3TL + MgL/2 = 2N_m L \quad (2 \text{ балла})$$

Здесь учтено, что $P = N_m$ (1 балл)

Условие равновесия груза: $mg = N_m + T$ (3 балла)

Решая систему уравнений для равновесия относительно T получаем:

$$T = (4m - M)g/10, \quad (1 \text{ балл})$$

Откуда $m \geq M/4$. (1 балл)

Притом необходимо учитывать, что $P = N_m \neq 0$

Максимум за задачу 10 баллов

Задача №3. Вода и лед.

В калориметре с водой плавает однородный куб изо льда массы $m=1$ кг. Система вода-лед находится в тепловом равновесии. Сколько литров воды при температуре $t = 40^\circ\text{C}$ нужно добавить в калориметр, чтобы объём льда выступающий из воды уменьшился в $n = 3$ раза? Удельная теплота плавления льда $\lambda = 330\,000$ Дж/кг, удельная теплоёмкость воды $c_v = 4200$ Дж/(кг $^\circ\text{C}$).

Возможное решение:

Пусть в воде плавает кусок льда массы m , при этом над водой находится часть его объёма V . Общий объём льда равен $V_0 = m / \rho_{\text{л}}$. Часть льда, погруженная в воду имеет объём $V_{\text{погр}} = V_0 - V$. (2 балла)

В состоянии равновесия $\rho_{\text{в}} V_{\text{погр}} g = mg$, откуда, согласно вышеуказанным соотношениям получаем

$$\frac{\rho_{\text{в}}}{\rho_{\text{л}}} m - \rho_{\text{в}} V = m, \quad V = \frac{\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{л}}}{\rho_{\text{л}} \cdot \rho_{\text{в}}} m. \quad (3 \text{ балла})$$

Таким образом, уменьшение объема пропорционально уменьшению массы льда. Чтобы уменьшить в три раза выступающий объем необходимо в $n=3$ раза уменьшить кусок льда.

Теплая вода, подлитая в калориметр остывает до $t_0=0^\circ\text{C}$ и одновременно частично плавит лед.

Из условия теплового баланса

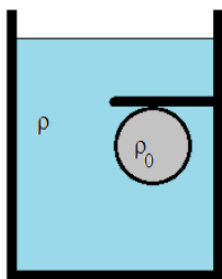
$$(m - m/n)\lambda = m_{\text{в}} c_{\text{в}} (t - t_0) \quad (3 \text{ балла})$$

Откуда выразим и рассчитаем массу подливаемой теплой воды.

$$m_{\text{в}} = \frac{n-1}{n} \frac{m\lambda}{c_{\text{в}} (t - t_0)} \approx 0,76 \text{ кг}. \quad (2 \text{ балла})$$

Ответ: 0.76 кг.

Максимум за задачу 10 баллов

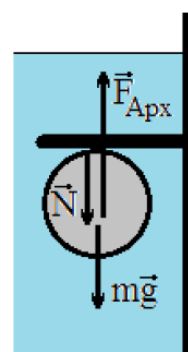


Задача №4. Шар в воде

К сосуде с водой находится пробковый шар, объёмом $V=50$ литров, который удерживается от всплытия деревянной горизонтальной полкой, прикреплённой к стенке сосуда. Стенки сосуда и полка гладкие. Плотность воды $\rho=1000\text{кг/м}^3$, плотность пробкового шара $\rho_0=900\text{кг/м}^3$. Найти силу F , с которой шар действует на полку.

РЕШЕНИЕ:

На шар действуют следующие силы: сила тяжести $m\vec{g}$, направленная вертикально вниз ($m = \rho_0 V$), сила Архимеда $F_A = \rho Vg$, направленная вертикально вверх, сила реакции опоры полки, направленная вниз. Так как $\rho > \rho_0$, то сила Архимеда больше силы тяжести. Шар находится в покое, поэтому сумма действующих на него сил равна нулю:



$$m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_A = 0$$

Следовательно $N = mg - F_A = (\rho - \rho_0)gV$.

Согласно 3-ему закону Ньютона $F=N$ (по модулю).

Подставив численные значения получаем:

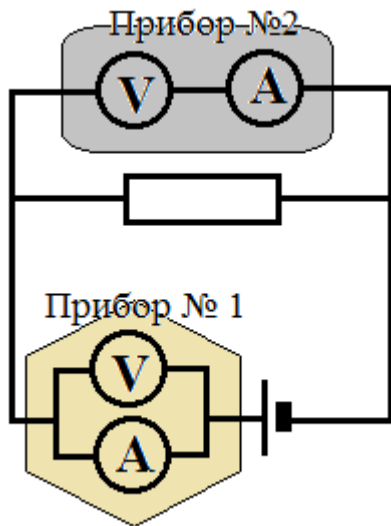
$$F=50 \text{ Н.}$$

Ответ: $F=50 \text{ Н.}$

Элемент решения	Баллы
Рисунок с силами	3
Выражения для всех сил	2
Второй закон Ньютона для шара	2
Третий закон Ньютона	2
Вычисления	1

Максимум за задачу – 10 баллов.

Задача №5. Измерительные приборы.



Соединим параллельно амперметр и вольтметр, полученное измерительное устройство назовём Прибор №1. Теперь соединим такие же вольтметр и амперметр последовательно и получим Прибор № 2. Теперь соберём схему, показанную на рисунке, используя резистор с неизвестным сопротивлением R и источник тока с неизвестными параметрами, и запишем показания приборов:

Прибор № 1: 7 мА и 0,3 В;

Прибор № 2: 2,7 В и 2,7 мА.

Найдите сопротивления резистора, вольтметров и амперметров.

РЕШЕНИЕ:

По показаниям Прибора № 1 определим сопротивление амперметра

$$R_A = \frac{U_1}{I_1};$$

$$R_A = \frac{0,3}{7 \cdot 10^{-3}} = \frac{3}{7} \cdot 10^2 = 42,86 \text{ Ом.}$$

По показаниям прибора № 2 найдём сопротивление вольтметра

$$R_V = \frac{U_2}{I_2};$$

$$R_V = \frac{2,7}{2,7 \cdot 10^{-3}} = 10^3 \text{ Ом.}$$

Определим напряжение между точками А и В

$$U_{AB} = U_2 + I_2 R_A;$$

$$U_{AB} = 2,816 \text{ В.}$$

Ток через вольтметр первого прибора равен

$$I_{V1} = \frac{V_1}{R_V};$$

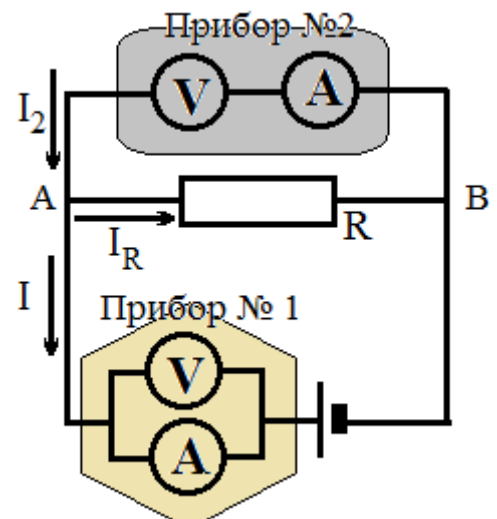
$$I_{V1} = \frac{0,3}{10^3} = 3 \cdot 10^{-4} \text{ А.}$$

Ток I равен

$$I = I_{V1} + I_1;$$

$$I = 7,3 \text{ мА.}$$

Ток через резистор R равен



$$I_R = I - I_2;$$

$$I_R = 4,6 \text{ мА}.$$

Сопротивление резистора равно

$$R = \frac{U_{AB}}{I_R};$$

$$R = 612 \text{ Ом}.$$

Рекомендации по проверке:

В таблице указано, как по шагам оценивать действия.

Записан закон Ома для какого-нибудь участка, либо сделана попытка посчитать сопротивление цепи с использованием законом параллельного и последовательного соединений	1 балл
Найдено сопротивление амперметра	2 балла
Найдено сопротивление вольтметра	2 балла
Кроме этого ещё записаны выражения для токов, напряжений сопротивлений участков цепи, из которых видно, что ребёнок разбирается в задаче	3 балла
Найдено сопротивление резистора	2 балла

Важно! Ребёнок мог считать не так, как предложено автором. Тогда следует проверять цифры.

Максимум за задачу 10 баллов