

**Решение школьного этапа всероссийской олимпиады
школьников по физике в 2017 - 2018 учебном году**

Решение каждой задачи оценивается целым числом баллов от 0 до 10.

Ответ задачи, записанный в работе при отсутствии решения, оценивается в 0 баллов. Участник, обоснованно получивший правильный ответ задачи, получает максимально возможный балл (10 баллов) за задачу вне зависимости от выбранного способа решения. При частично правильном решении задачи используются приведенные ниже критерии оценок.

Баллы	Характеристики представленного решения задачи
10	Полное верное решение
7-9	Верное решение. Имеются небольшие недочёты, 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 возможных случаев.
3-4	Есть понимание физики явления, но не найдена часть необходимых для решения уравнений, в результате полученная система уравнений не полна и невозможно найти решение.
1-2	Есть отдельные формулы, относящиеся к сути задачи, или правильные качественные рассуждения (при отсутствии решения или при ошибочном решении).
0	Решение неверное или полностью отсутствует.

7 класс.

1. (10 баллов).

Решение. Один талант составляет $60 \cdot 100 = 6000$ драхм (**3 балла**), 15 мин состоит из $15 \cdot 100 = 1500$ драхм (**3 балла**). Таким образом, масса чаши – 7500 драхм (**1 балл**) или $7500 \cdot 4,4 = 33000$ г = 33 кг (**3 балла**).

Ответ: 33 кг.

2. (10 баллов).

Возможное решение:

Когда Винни-Пух вернулся домой, его неверно выставленные часы показывали 14 часов 5 минут (2 часа 5 минут + 12 часов = 14 часов 5 минут). Значит, дома он отсутствовал 3 часа 30 минут (14 часов 5 минут — 10 часов 35 минут = 3 часа 30 минут). (**3 балла**).

Поскольку в гостях Винни-Пух провёл 3 часа, на дорогу в оба конца он затратил 30 минут (3 часа 30 минут — 3 часа = 30 минут). (**3 балла**).

В один конец он шёл 15 минут. (**1 балл**).

От Кролика Винни вышел (по точным часам) в 13 часов 10 минут (10 часов 10 минут + 3 часа = 13 часов 10 минут), а домой вернулся через 15 минут, то есть в 13 часов 25 минут. (**3 балла**). Это время он и выставил на своих часах.

Ответ: 13 часов 25 минут.

3. (10 баллов).

Возможное решение:

Записана формула или видно из работы ученика, что скорость- это расстояние, деленное на время (**1 балл**).

Путь туда и обратно по озеру будет длиться $120/10 + 120/10 = 24$ часа. (**3 балла**).

Путь по реке по течению длится $120/12=10$ часов (2 балла).

Путь по реке против течения длится $120/8=15$ часов (2 балла).

Общее время движения по реке $10+15=25$ часов (1 балл).

Добираться быстрее по озеру. (1 балл).

8 класс.

1. (10 баллов).

Решение

Решение. По определению мощности $N = \frac{A}{t}$, где A – работа, совершенная двигателями катера за время t . Величина этой работы равна $A = (M + m)g \cdot H$, где M – масса катера, m –

масса груза.

Учитывая, что двигатели

работали лишь на 10% своей мощности, находим $\eta N = \frac{(M + m)g \cdot H}{t}$, откуда искомая масса

$$M = \frac{\eta N t}{g \cdot H} - m = 1250 \text{ кг}$$

2. (10 баллов). Решение

Объем всех бревен $V = 10 \cdot 0,03 \text{ м}^3 \cdot 20 = 6 \text{ м}^3$

Сила Архимеда, действующая на плот при его полном погружении, равна $F_a = \rho g V = 1000 \cdot 10 \cdot 6 = 60 \text{ кН}$

Сила тяжести, действующая на плот, равна $F_t = m_{\text{плота}} \cdot g = \rho_{\text{бревен}} \cdot V \cdot g = 600 \cdot 6 \cdot 10 = 36 \text{ кН}$

Сила тяжести, действующая на нагруженный плот, равна 76 кН (Необходимо добавить силу тяжести, действующую на грузовик).

Сравнивая силу Архимеда и силу тяжести, действующую на нагруженный плот, делаем вывод, что переправа не удастся.

Критерии оценивания:

Найден объем плота - 2 балла

Найдена сила Архимеда, действующая на плот - 2 балла

Найдена сила тяжести, действующая на плот - 2 балла

Найдена сила тяжести, действующая на нагруженный плот - 2 балла

Сделан вывод об условиях плавания плота – 2 балла

3. (10 баллов).

Возможное решение:

Пусть расстояние между городами- S км $v = S/t$ (1 балл- запись формулы).

Скорость по течению $v_{\text{тепл}} + v_{\text{реки}} = S/60$ (км/ч). (2 балла).

Скорость против течения $v_{\text{тепл}} - v_{\text{реки}} = S/80$ (км/ч) (2 балла).

Плот по реке плывет со скоростью течения реки, значит $v_{\text{реки}} = S/t$, где t -искомое время движения плота. (2 балла).

Решая систему уравнений, исключив скорость теплохода, получим

$$S/60 - v_{\text{реки}} = S/80 + v_{\text{реки}}$$

$$S/60 - S/80 = 2 \cdot v_{\text{реки}} = 2 \cdot S/t,$$

$$S/240 = 2 \cdot S/t,$$

Время плота $t = 480$ часов = 20 суток. (3 балла).

4. (10 баллов)

Решение

Обозначим через m массу одного груза, l – расстояние между соседними крючками. Применим для каждого случая правило рычага:

(а) $m \cdot l - 2m \cdot 2l + m \cdot nl = 0$, отсюда $n = 3$,

(б) $3m \cdot l - 2m \cdot 3l + m \cdot nl = 0$, отсюда $n = 3$,

(в) $2m \cdot 2l + m \cdot 3l - m \cdot l - 3m \cdot 3l + m \cdot nl = 0$, отсюда $n = 3$.

1. Если получен правильный ответ без уравнения моментов сил – по 1 баллу за каждый рычаг.
2. Записаны уравнения моментов сил и получено решение – по 3 балла за случаи (а) и (б), 4 балла – случай (в).

9 класс.

1. (10 баллов).

Ответы и критерии оценивания:

а	3ч	1 балл
б	1ч.; 0,5ч.	1 балл
в	2.5ч	1 балл
г	120км	2балла
д	60 км	2балла
е	0 ; 240км	3балла

2. (10 баллов). Решение:

Ответы и критерии оценивания

Найдена масса тела ($2,8 \text{ Н}/10 \text{ м/с}^2 = 0,28 \text{ кг}$) – 3балла

Найдена выталкивающая сила ($F_A = 2,8 \text{ Н} - 1,69 \text{ Н} = 1,11 \text{ Н}$) – 3балла

Найдена объём тела ($F_A = \rho g V \Rightarrow V = F_A / \rho g \Rightarrow V = 1,11 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$) - 2балла

Найдена плотность тела ($\rho = m/V = 2,5 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$) – 2балла

3. (10 баллов). Решение.

Дано:	СИ	Решение:
$S = 20 \text{ м}$ $V_1 = 3,6 \text{ км/ч}$ $\Delta V = 0,2 V_1$ $t = 0,5 \text{ мин}$ $V_2 = 1,2 \text{ м/с}$	1 м/с $0,2 \text{ м/с}$ 30 с	$t_{\text{общ}} = t_1 + t_2$ t_1 - время, за которое солдат пробежал от хвоста к ее голове $t_1 = S / (V_2 - V_1), t_1 = 100 \text{ с}$ t_2 - время, за которое солдат бежал обратно $t_2 = S / (V_2 + V_1), t_2 = 9 \text{ с}$ $t_{\text{общ}} = 100 \text{ с} + 30 \text{ с} + 9 \text{ с} = 139 \text{ с} = 2 \text{ мин } 32 \text{ с}$
$t_{\text{общ}} = ?$		

Ответы и критерии оценивания

Найдена формула $t_{\text{общ}} = t_1 + t_2$ - 2балла

Найдено время, за которое солдат пробежал от хвоста к ее голове - 3балла

Найдено время, за которое солдат бежал обратно – 3 балла

Найдено общее время – 2 балла

4. (10 баллов). Решение

Ответы и критерии оценивания

1. Количество теплоты, выделяемое при охлаждении воды:
 $Q_1 = C_v m_v (0 - t_v)$, $Q_1 = 20\ 160$ Дж - **2 балла**
2. Количество теплоты, поглощаемое при нагревании льда:
 $Q_2 = C_l m_l (0 - t_l)$, $Q_2 = 2\ 016$ Дж - **2 балла**
3. Количество теплоты, поглощаемое при таянии льда:
 $Q_3 = \lambda m_l$, $Q_3 = 26\ 720$ Дж - **2 балла**

($Q_1 < Q_2 + Q_3$), количество теплоты Q_1 недостаточно для того чтобы расплавить весь лед. Это значит, что в конце процесса в сосуде будет находиться и лед и вода, а температура смеси будет равна 0°C .

4. Указано. Что расплавится не весь лед - **2 балла**
5. Указана конечная температура смеси - **2 балла**

5. (10 баллов). Решение

Ответы и критерии оценивания

До замыкания ключа общее сопротивление участка равно:

$$R_{\text{общ}} = 3R \cdot 4R / (3R + 4R) = 12R/7 \text{ - 2 балла}$$

До замыкания ключа показания амперметра:

$$I = U / R_{\text{общ}} = U / (12R/7) = 7U/12R \text{ - 2 балла}$$

После замыкания ключа общее сопротивление участка равно:

$$R^*_{\text{общ}} = 3R \cdot R / (3R + R) + 2R \cdot R / (2R + R) = 17R/12 \text{ - 2 балла}$$

Показания амперметра после замыкания ключа:

$$I^* = U / R^*_{\text{общ}} = 12U/17R \text{ - 2 балла}$$

Окончательно получаем: $I^*/I = 12 \cdot 12/7 \cdot 17 = 144/119 = 1,21$ - **2 балла**

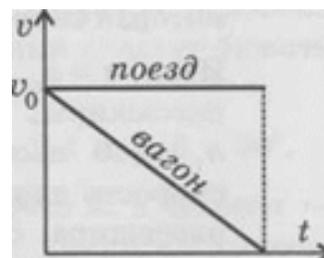
10 класс.

Задание 1 (10 баллов)

Построим график зависимости скорости от времени для поезда и вагона

Учитывая, что перемещение численно равно площади под графиком $U(t)$, получаем, что $S_{\text{п}} = 2S_{\text{в}} = 100$ м

Ответ: 100 м



Задание 2 (10 баллов)

Дано:

$$S = 180 \text{ м}$$

$$V_0 = 0 \text{ м/с}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$t_1 = t_2 = t_3$$

Решение

$$S = \frac{gt^2}{2}$$

$$T = \sqrt{\frac{2S}{g}} = 6 \text{ с}$$

$$t_1 = t_2 = t_3 = 6/3 = 2 \text{ с}$$

$$S_1 = \frac{gt^2}{2}$$

$$S_1 = 20 \text{ м}$$

Обозначим V_1, V_2 - конечные скорости на 1 и 2 участке

$$S_2 = V_1 t_2 + \frac{g t_2^2}{2}, \quad V_1 = g t_1$$

$$S_2 = 60 \text{ м}$$

$$S_3 = V_2 t_3 + \frac{g t_3^2}{2}, \quad V_2 = g(t_1 + t_2)$$

$$S_3 = 100 \text{ м}$$

Ответ: 20 м, 60 м, 100 м.

S_1 -? S_2 -? S_3 -?

Задание 3 (10 баллов)

Определим, какое количество теплоты теряет стакан за пять минут. Масса воды в нем известна, следовательно,

$$Q_1 = c m_B \Delta t$$

Следовательно, простая вода должна «принести» Q_1 тепла, чтобы стакан не остывал. При этом простая вода массой m_1 охлаждается на 20°C . Тогда количество теплоты, полученное водой в стакане

$$Q_2 = c m_1 (t_K - t_B)$$

Приравнявая количества теплоты, имеем:

$$Q_1 = Q_2$$

$$c m_B \Delta t = c m_1 (t_K - t_B)$$

$$m_1 = \frac{m_B \Delta t}{(t_K - t_B)} \quad m_1 = 0,015 \text{ кг}$$

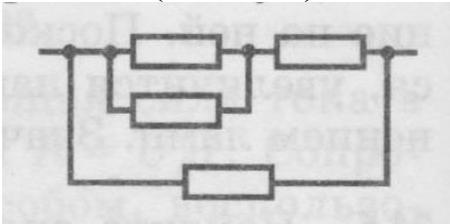
Разделим эту массу на массу капли, чтобы узнать их количество:

$$n = \frac{m_1}{m_k} = \frac{0,015}{0,2 \cdot 10^{-3}} = 75$$

Так как капать надо в течение 5 минут, то получается, по 15 капель в минуту.

Ответ: 15 капель в минуту

Задание 4 (10 баллов)

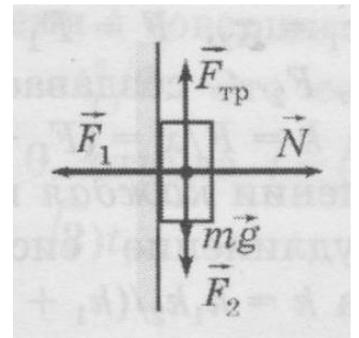


Ответ: 4 резистора

Задание 5 (10 баллов)

Магнит равномерно скользит по плите, если $F_2 + mg = F_{\text{тр}}$, $F_{\text{тр}} = \mu N = \mu F_1$. Откуда $F_2 = \mu F_1 - mg$.

Ответ: 2 Н



11 класс.

1. (10 баллов).

Решение

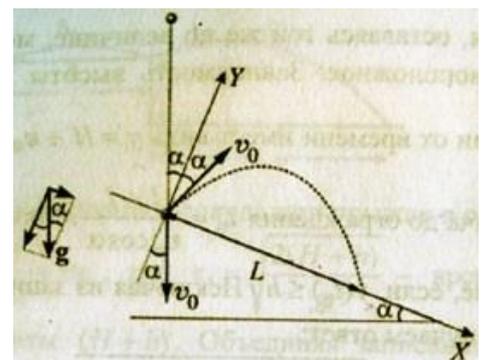
При падении с высоты 20 см шарик набирает скорость

$$v = \sqrt{2gh} = 2 \text{ м/с}$$

Если ввести ось Ox вдоль наклонной плоскости то проекция ускорения g на ось Oy будет $g_y = g \cdot \cos \alpha$ и проекция скорости $v_{0y} = v_0 \cdot \cos \alpha$

А в момент второго удара координата по оси Oy будет равна нулю, то есть перемещение по оси Oy равно нулю:

$$0 = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t - g \cdot \cos \alpha \cdot t^2 / 2$$



$$v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t = g \cdot \cos \alpha \cdot t^2 / 2$$

$$v_0 = g \cdot t / 2$$

$$t = 2v_0 / g = 0.4 \text{ с}$$

2. (10 баллов).

Решение:

ЗСЭ и ЗСИ

$$mv_0 = 3mv_2 - mv_1, \quad \rightarrow v_0 = 3v_2 - v_1$$

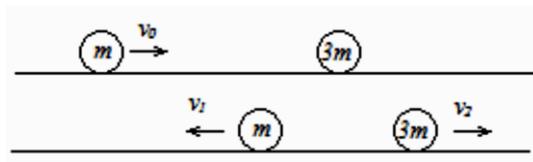
$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{3mv_2^2}{2}$$

По условию

$$\frac{\frac{mv_0^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2}}{\frac{mv_0^2}{2}} = \frac{3}{4}, \quad \rightarrow v_1 = \frac{v_0}{2} = 4 \text{ м/с}$$

Значит

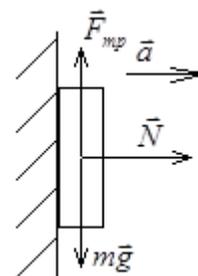
$$v_0 = 3v_2 - \frac{v_0}{2} \quad \rightarrow \quad v_2 = \frac{v_0}{2} = 4 \text{ м/с}$$



3. (10 баллов).

Решение:

$$ma = N, \quad mg = F_{\text{тр}}, \quad F_{\text{тр}} \leq \mu N, \quad \mu \geq g/a$$



4. (10 баллов).

Решение:

Используются уравнение Менделеева – Клапейрона, первое начало термодинамики, формула для расчета внутренней энергии одноатомного идеального газа и формула работы газа

$$Q_p = 3/2 \cdot \nu R \Delta T + \nu R \Delta T,$$

$$Q_v = 3/2 \cdot \nu R \Delta T,$$

$$Q_p - Q_v = \nu R \Delta T,$$

$$\nu = 12.5 \text{ моль}$$

5. (10 баллов).

Решение:

Мощность во внешней цепи определяется формулой $P = I^2 R$ (1 балл), согласно закону Ома для полной цепи $I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$ (1 балл), выразим внешнее сопротивление $R = \frac{\mathcal{E} - Ir}{I}$ (1 балл).

Тогда $P = \mathcal{E}I - I^2 r$ (1 балл).

График зависимости P от I - парабола, ветви которой идут вниз (2 балла).

Построение графика (2 балла)

Координата вершины параболы может быть найдена согласно

формуле $x_0 = \frac{-b}{2a}$ (1 балл)

Следовательно, максимум мощности при $I_1 = \mathcal{E}/(2r)$. (1 балл)

