

МОСКОВСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

ПО ФИЗИКЕ 2017–2018 уч. г.

НУЛЕВОЙ ТУР, ЗАОЧНОЕ ЗАДАНИЕ. 9 КЛАСС

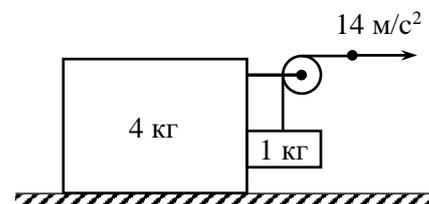
В прилагаемом файле приведено декабрьское заочное задание для 9 класса. Подготовьте несколько листов в клетку, на которых от руки напишите развёрнутые решения прилагаемых задач. Сфотографируйте страницы с Вашими решениями так, чтобы текст был чётко виден. Создайте архив фотографий с решениями и прикрепите к заданию. Развёрнутые решения задач оцениваются максимально в 30 баллов (по 6 баллов за полное правильное решение каждой задачи).

ЗАДАЧИ С РАЗВЁРНУТЫМ ОТВЕТОМ

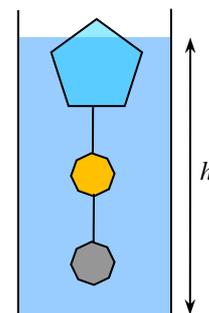
Развёрнутое решение задачи включает в себя законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для её решения, а также математические преобразования, приводящие к решению в общем виде, и расчёты с численным ответом и единицами измерения.

Задача 1. Со скалы, возвышающейся над морем на высоту $h = 25$ м, бросили камень. Найдите время его полёта, если известно, что непосредственно перед падением в воду камень имел скорость $v = 30$ м/с, направленную под углом $\beta = 120^\circ$ к начальной скорости. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

Задача 2. На гладком горизонтальном столе находится механическая система, изображённая на рисунке. Массы тел 4 кг и 1 кг. Свободный конец нити тянут в горизонтальном направлении с ускорением 14 м/с² (см. рисунок). Найдите силу натяжения нити. Блок невесом, нить невесома и нерастяжима, трения в оси блока нет, ускорение свободного падения равно 10 м/с².

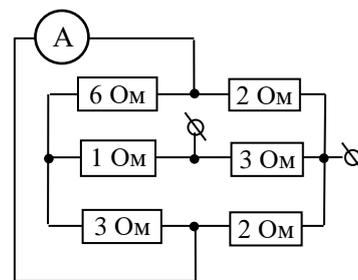


Задача 3. В цилиндрическом сосуде с водой плавает льдинка с привязанными к ней двумя детскими игрушками (см. рис.). Силы натяжения всех нитей одинаковы и равны T . Определите, в какую сторону и на сколько изменится уровень воды в стакане после того, как лёд растает. Площадь дна сосуда S , плотность воды ρ .



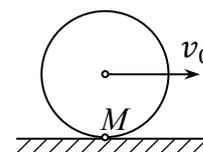
Задача 4. В сосуд, наполненный до краёв водой с температурой $t_0 = 19$ °С, аккуратно опустили некоторое тело, плотность которого в два раза больше плотности воды, а удельная теплоёмкость в два раза меньше удельной теплоёмкости воды. После установления теплового равновесия вода и тело в сосуде приобрели температуру $t_1 = 26$ °С. До какого значения t_2 повысилась бы температура воды в сосуде, если в этот же сосуд сразу были опущены два таких тела, а не одно? Считать, что тела полностью погружаются в воду. Теплообменом с окружающей средой пренебречь.

Задача 5. Что покажет идеальный амперметр, если к выводам схемы, изображённой на рисунке, подсоединить батарейку 12 В?



ЗАДАНИЯ С КРАТКИМ ОТВЕТОМ

Задание 1. Диск катится без проскальзывания по горизонтальной поверхности с постоянной по величине и направлению скоростью. Куда направлено ускорение точки M диска в момент, изображённый на рисунке? Задание оценивается в **4 балла**.



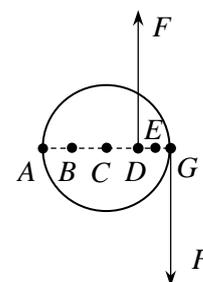
- а) вертикально вверх;
- б) вертикально вниз;
- в) вправо (горизонтально);
- г) влево (горизонтально);
- д) под углом 45° к горизонту вправо.

Задание 2. Лодочник, находящийся в неподвижной лодке, желая причалить к берегу, тянет за верёвку, соединяющую его с берегом, с постоянной силой F . В каком из четырёх перечисленных ниже случаев лодка причалит позже всего? Задание оценивается в **4 балла**.

- 1) противоположный конец верёвки привязан к неподвижному столбу на берегу;
- 2) за противоположный конец верёвки с такой же по величине силой F тянет матрос, находящийся на берегу;
- 3) верёвка перекинута через закреплённый на столбе блок, и её второй конец привязан к лодке;
- 4) противоположный конец верёвки привязан к тележке массой $F/2g$, которая может катиться по пристани без трения.

- а) 4;
- б) 1;
- в) 1 и 2;
- г) 1 и 4;
- д) 1, 2 и 4;
- е) 2, 3 и 4.

Задание 3. К однородному диску, лежащему на гладкой горизонтальной поверхности, приложена пара сил в точках D и G . Относительно какой точки начнёт вращаться диск? Задание оценивается в **4 балла**.



- а) A ;
- б) B ;
- в) C ;
- г) D ;

д) E ;

е) G .

Задание 4. В сосуде с кипящей солёной водой плавает сосуд поменьше с 1) пресной водой; 2) такой же солёной водой. Будет ли кипеть вода в меньшем сосуде? Задание оценивается в **3 балла**.

а) 1 и 2 – да;

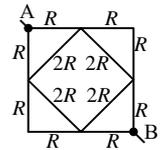
б) 1 – нет, 2 – да;

в) 1 – да, 2 – нет;

г) 1 и 2 – нет;

д) зависит от атмосферного давления.

Задание 5. Определите сопротивление участка цепи между точками A и B проволочной сетки. Задание оценивается в **3 балла**.



а) $R/3$;

б) $R/2$;

в) R ;

г) $1,5R$;

д) $3R$.

МОСКОВСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

ПО ФИЗИКЕ 2017–2018 уч. г.

НУЛЕВОЙ ТУР, ЗАОЧНОЕ ЗАДАНИЕ. 9 КЛАСС

Заочное задание (декабрь) состоит из пяти задач. За решение каждой задачи участник получает до 4 баллов по результатам автоматической проверки ответов и до 6 баллов на основании проверки развёрнутого ответа. Всего участник может получить 48 баллов.

Задача 1. Со скалы, возвышающейся над морем на высоту $h = 25$ м, бросили камень. Найдите время его полёта, если известно, что непосредственно перед падением в воду камень имел скорость $v = 30$ м/с, направленную под углом $\beta = 120^\circ$ к начальной скорости. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

Возможное решение. Запишем закон сохранения энергии (или формулу $h = \frac{v^2 - v_0^2}{2g}$):

$$\frac{m v_0^2}{2} + mgh = \frac{m v^2}{2} \Rightarrow v_0 = \sqrt{v^2 - 2gh}.$$

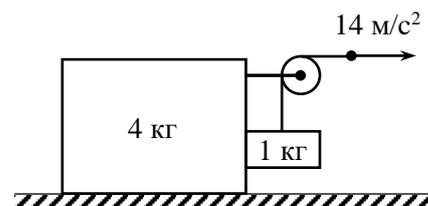
Теперь в треугольнике скоростей $\mathbf{v} = \mathbf{v}_0 + \mathbf{g}t$ известны две стороны и угол между ними β . Воспользовавшись теоремой косинусов, окончательно получаем: $t = 4,4$ с.

Критерии оценивания.

- | | |
|---|-----------|
| 1. $v_0 = \sqrt{v^2 - 2gh}$ | 2 балла |
| 2. Построен векторный треугольник скоростей | 2,5 балла |
| 3. Теорема косинусов | 1 балл |
| 4. $t = 4,4$ | 0,5 балла |

Примечание. Возможен аналитический способ решения задачи.

Задача 2. На гладком горизонтальном столе находится механическая система, изображённая на рисунке. Массы тел 4 кг и 1 кг. Свободный конец нити тянут в горизонтальном направлении с ускорением 14 м/с² (см. рисунок). Найдите силу натяжения нити. Блок невесом, нить невесома и нерастяжима, трения в оси блока нет, ускорение свободного падения равно 10 м/с².



Возможное решение. Пусть m – масса маленького тела, M – масса большого тела. Вдоль стола тела движутся с ускорением $A = \frac{F}{m+M}$. Вертикальная составляющая ускорения тела массой m равна: $a_y = \frac{F}{m} - g$. Запишем уравнение кинематической связи для ускорений тел:

$$a_0 - A - a_y = 0 \Rightarrow F = \frac{a_0 + g}{\frac{1}{m+M} + \frac{1}{m}} = 20 \text{ Н},$$

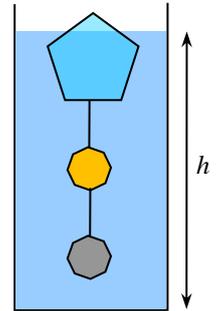
где a_0 – ускорение, с которым тянут свободный конец нити.

Критерии оценивания.

- | | |
|------------------------|-----------|
| 1. $A = \frac{F}{m+M}$ | 1,5 балла |
|------------------------|-----------|

- | | |
|----------------------------|-----------|
| 2. $a_y = \frac{F}{m} - g$ | 1,5 балла |
| 3. $a_0 - A - a_y = 0$ | 2,5 балла |
| 4. $F = 20 \text{ Н}$ | |
| 0,5 балла | |

Задача 3. В цилиндрическом сосуде с водой плавает льдинка с привязанными к ней двумя детскими игрушками (см. рис.). Силы натяжения всех нитей одинаковы и равны T . Определите, в какую сторону и на сколько изменится уровень воды в стакане после того, как лёд растает. Площадь дна сосуда S , плотность воды ρ .



Возможное решение. Из равенства натяжения нитей следует, что плотность верхней игрушки равна плотности воды. Рассмотрим силы давления на дно сосуда до и после того, как лёд растаял.

- До: $\rho g h_1 S = (m + M)g + m_{\text{л}}g$, где m – суммарная масса игрушек, M – масса воды.
 - После: $\rho g h_2 S + F_{\text{д}} = (m + M)g + m_{\text{л}}g$, $F_{\text{д}}$ – сила давления нижнего камня на дно.
- Правые части уравнений между собой равны, а сила давления равна силе натяжения T , отсюда получаем, что уровень воды понизится на величину $\Delta h = \frac{T}{\rho g S}$.

Критерии оценивания.

- | | |
|---|-----------|
| 1. Определена плотность «верхней» игрушки | 0,5 балла |
| 2. $\rho g h_1 S = (m + M)g + m_{\text{л}}g$ | 1,5 балла |
| 3. $\rho g h_2 S + F_{\text{д}} = (m + M)g + m_{\text{л}}g$ | 1,5 балла |
| 4. $F_{\text{д}} = T$ | 2 балла |
| 5. $\Delta h = \frac{T}{\rho g S}$ | 0,5 балла |

Задача 4. В сосуд, наполненный до краёв водой с температурой $t_0 = 19^\circ\text{C}$, аккуратно опустили некоторое тело, плотность которого в два раза больше плотности воды, а удельная теплоёмкость в два раза меньше удельной теплоёмкости воды. После установления теплового равновесия вода и тело в сосуде приобрели температуру $t_1 = 26^\circ\text{C}$. До какого значения t_2 повысилась бы температура воды в сосуде, если в этот же сосуд сразу были опущены два таких тела, а не одно? Считать, что тела полностью погружаются в воду. Теплообменом с окружающей средой пренебречь.

Возможное решение. Запишем уравнение теплового баланса для двух случаев (с учётом соотношений плотностей и теплоёмкостей тела и воды):

$$c(m - \rho V)(t_1 - t_0) = \frac{c}{2} \cdot 2\rho V(t_{\text{Т}} - t_1) \Rightarrow cmt_1 = cmt_0 + c\rho V(t_{\text{Т}} - t_0),$$

$$c(m - 2\rho V)(t_2 - t_0) = \frac{c}{2} \cdot 4\rho V(t_{\text{Т}} - t_2) \Rightarrow cmt_2 = cmt_0 + 2c\rho V(t_{\text{Т}} - t_0),$$

где $t_{\text{Т}}$ – начальная температура тела.

Решая систему уравнений, окончательно получаем: $t_2 = 2t_1 - t_0 = 33^\circ\text{C}$.

Критерии оценивания.

- | | |
|---|-----------|
| 1. $c(m - \rho V)(t_1 - t_0) = \frac{c}{2} \cdot 2\rho V(t_{\text{Т}} - t_1)$ | 2,5 балла |
|---|-----------|

$$2. c(m - 2\rho V)(t_2 - t_0) = \frac{c}{2} \cdot 4\rho V(t_T - t_2)$$

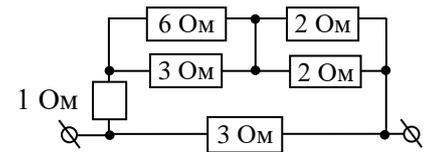
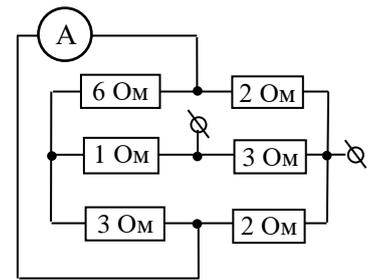
2,5 балла

$$3. t_2 = 2t_1 - t_0 = 33\text{ }^\circ\text{C}$$

1 балл

Задача 5. Что покажет идеальный амперметр, если к выводам схемы, изображённой на рисунке, подсоединить батарейку 12 В?

Возможное решение. На эквивалентной схеме видно, что резистор сопротивлением 3 Ом присоединён параллельно ко всему остальному участку. Суммарный ток, который протекает через эту ветвь, равен 3 А. Через сопротивление 6 Ом протекает ток 1 А, а через сопротивление 2 Ом протекает ток 1,5 А. Из закона сохранения заряда следует, что амперметр покажет 0,5 А.



Критерии оценивания.

- | | |
|--------------------------------|---------|
| 1. Эквивалентная схема | 2 балла |
| 2. Найдено распределение токов | 3 балла |
| 3. Закон сохранения заряда | 1 балла |

Автоматическая проверка ответов

Задание 1. а

Задание 2. д

Задание 3. в

Задание 4. в

Задание 5. г