

МОСКОВСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

ПО ФИЗИКЕ 2017–2018 уч. г.

НУЛЕВОЙ ТУР, ЗАОЧНОЕ ЗАДАНИЕ. 10 КЛАСС

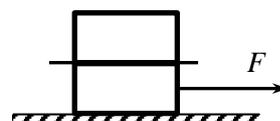
В прилагаемом файле приведено декабрьское заочное задание для 10-го класса. Подготовьте несколько листов в клетку, на которых от руки напишите развёрнутые решения прилагаемых задач. Сфотографируйте страницы с Вашими решениями так, чтобы текст был чётко виден. Создайте архив фотографий с решениями и прикрепите 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. Колесо, двигаясь по прямой равномерно с проскальзыванием, переместилось на расстояние 2 м, совершив при этом 5 оборотов. На каком расстоянии от центра колеса расположен мгновенный центр его вращения?

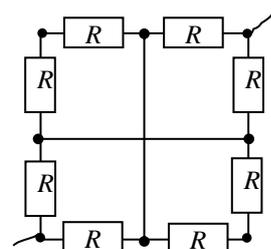
Задача 2. На гладком столе лежат два тела массой m каждое, между которыми находится лёгкий лист бумаги. Коэффициент трения между верхним бруском и листом равен μ , между нижним бруском и листом 3μ . С какими ускорениями начнут двигаться тела, если к нижнему приложить горизонтальную силу F ?



Задача 3. Два тела массами 100 г и 300 г, соединенные невесомой пружиной жёсткости 750 Н/м, движутся со скоростью 5 м/с по гладкому горизонтальному столу к абсолютно упругой стенке. Пружина в процессе движения горизонтальна и её ось перпендикулярна стенке. Найдите максимальную деформацию пружины после абсолютно упругого отражения от стенки тела массой 300 г.

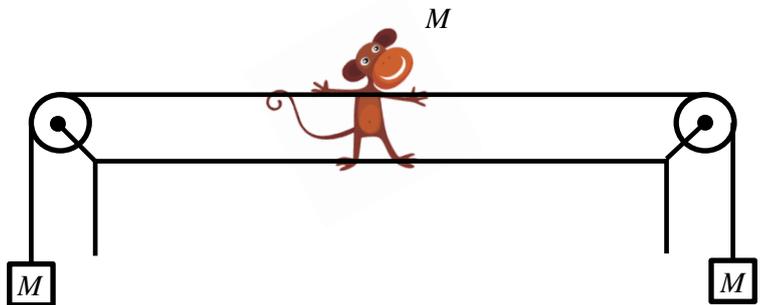
Задача 4. Моль гелия расширяется изобарически, совершая работу 3,4 Дж, затем изохорически уменьшают его температуру, и, наконец, сжимают адиабатически, возвращая в начальное состояние. Найдите к.п.д. цикла, если в адиабатическом процессе над газом была совершена работа 1,7 Дж.

Задача 5. Определите общее сопротивление схемы, указанной на рисунке. В центре квадрата провода контакта не имеют.



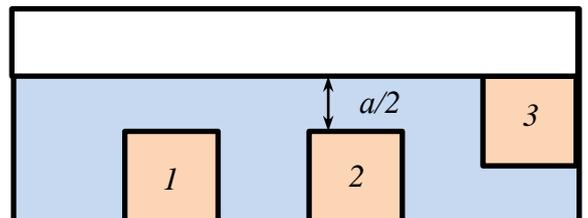
ЗАДАНИЯ С КРАТКИМ ОТВЕТОМ

Задание 1. В системе, изображенной на рисунке, первоначально все тела покоятся. Обезьяна массой M , медленно перебирая лапами горизонтальную нить, начинает двигаться вправо (относительно Земли) со скоростью 4 м/с. В каком направлении и с какой скоростью начнет двигаться правое тело? Нить невесома и нерастяжима, блоки невесомые, трение отсутствует. Задание оценивается в 4 балла.



- а) Вниз, 4 м/с;
- б) вниз, 2 м/с;
- в) вниз, 1 м/с;
- г) вверх, 4 м/с;
- д) вверх, 2 м/с.

Задание 2. В сосуде с водой находятся три одинаковых кубика с рёбрами a : 1 – на дне, вода под него не подтекает; 2 – на дне, вода подтекает; 3 – у боковой стенки, между ним и стенкой вода НЕ затекает. На какой из кубиков сила, действующая со стороны воды, наибольшая? Задание оценивается в 2 балла.

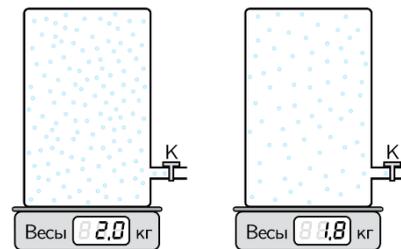


- а) 1;
- б) 2;
- в) 3;
- г) на все кубики действуют одинаковые силы со стороны воды.

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

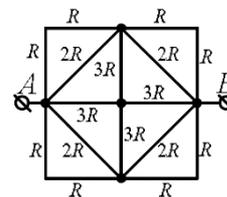
- а) 1 и 2 – да;
- б) 1 – нет, 2 – да;
- в) 1 – да, 2 – нет;
- г) 1 и 2 – нет;
- д) зависит от атмосферного давления.

Задание 4. На весах находятся два одинаковых сосуда с воздухом при одинаковом давлении и температуре. В каком сосуде находится влажный воздух? Задание оценивается в 3 балла.



- а) В левом;
- б) в правом.

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



- а) R ;
- б) $6R/7$;
- в) $2R/3$;
- г) $3R/7$;
- д) $R/3$.

Заочное задание (ноябрь) 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 44 балла.

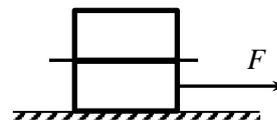
Задача 1. Колесо, двигаясь по прямой равномерно с проскальзыванием, переместилось на расстояние 2 м, совершив при этом 5 оборотов. На каком расстоянии от центра колеса расположен мгновенный центр его вращения?

Возможное решение. Скорость центра колеса равна: $v = \omega \cdot x$, где x – расстояния от центра колеса до мгновенного центра вращения. Так как движение равномерное, следовательно, $S = v \cdot t$, где S – перемещение центра колеса за время t . С другой стороны: $2\pi N = \omega t$. Решая систему уравнений, получаем: $x = \frac{S}{2\pi N} = 6,4$ см.

Критерии оценивания.

- | | |
|-------------------------|-----------|
| 1. $v = \omega \cdot x$ | 2,5 балла |
| 2. $S = v \cdot t$ | 1,5 балла |
| 3. $2\pi N = \omega t$ | 1,5 балла |
| 4. $x = 6,4$ см | 0,5 балла |

Задача 2. На гладком столе лежат два тела массой m , между которыми находится лёгкий лист бумаги. Коэффициент трения между верхним бруском и листом равен μ , между нижним бруском и листом 3μ . С какими ускорениями начнут двигаться тела, если к нижнему приложить горизонтальную силу F ?



Возможное решение. Так как лист лёгкий, то сумма всех сил, приложенных к нему равна нулю. Поскольку коэффициент трения снизу больше коэффициента трения сверху, то лист бумаги начнёт двигаться так же, как и нижний брусок. Возможны два случая:

- $F \leq 2\mu mg$, то $a_{\text{в}} = a_{\text{н}} = \frac{F}{2m}$.
- $F \geq 2\mu mg$, то $a_{\text{н}} = \frac{F}{m} - \mu g$; $a_{\text{в}} = \mu g$.

Критерии оценивания.

- | | |
|--|-----------|
| 1. Записан второй закон Ньютона для каждого из тел | 1,5 балла |
| 2. Найдено условие проскальзывания | 1 балл |
| 3. Второй закон Ньютона для листа | 1,5 балла |
| 4. $F \leq 2\mu mg$, то $a_{\text{в}} = a_{\text{н}} = \frac{F}{2m}$ | 1 балл |
| 5. $F \geq 2\mu mg$, то $a_{\text{н}} = \frac{F}{m} - \mu g$; $a_{\text{в}} = \mu g$ | 1 балл |

Задача 3. Два тела массами 100 г и 300 г, соединенные невесомой пружиной жёсткости 750 Н/м, движутся со скоростью 5 м/с по гладкому горизонтальному столу к абсолютно упругой стенке. Пружина в процессе движения горизонтальна. Найдите максимальную деформацию пружины после абсолютно упругого отражения от стенки тела массой 300 г.

Возможное решение. В результате абсолютно упругого удара скорость тела массой 300 г меняет направление на противоположное. Пусть v – первоначальная скорость тел до соударения. Скорость движения центра масс системы после отражения равна:

$$V_{\text{ц.м.после}} = \frac{m_2 v - m_1 v}{m_1 + m_2} = \frac{v}{2}$$

(направлена от стенки).

Запишем закон сохранения энергии для всей системы:

$$\frac{(m_1+m_2)v^2}{2} = \frac{(m_1+m_2)\frac{v^2}{4}}{2} + \frac{kx^2}{2} \Rightarrow x = v \sqrt{\frac{3(m_1+m_2)}{4k}} = 0,1 \text{ м.}$$

Критерии оценивания.

- | | |
|---|-----------|
| 1. В результате абсолютно упругого удара скорость тела массой 300 г меняет направление на противоположное | 0,5 балла |
| 2. Найдена скорость движения центра масс | 2 балла |
| 3. Верно записан ЗСЭ | 3 балла |
| 4. $x = 0,1$ м | 0,5 балла |

Задача 4. Моль гелия расширяется изобарически, совершая работу 3,4 Дж, затем изохорически уменьшают его температуру, и, наконец, сжимают адиабатически, возвращая в начальное состояние. Найдите к.п.д. цикла, если в адиабатическом процессе над газом была совершена работа 1,7 Дж.

Возможное решение. Работа газа за цикл: $A = 3,4 - 1,7 = 1,7$ Дж. Газ получает тепло при изобарическом расширении. Из первого начала термодинамики следует, что в изобарических процессах с одноатомным идеальным газом величины Q , ΔU и A всегда относятся соответственно, как 5:3:2. Значит, $Q_+ = \frac{5}{2}A_{12} = 2,5 \cdot 3,4 = 8,5$ Дж.

К.п.д. цикла равен

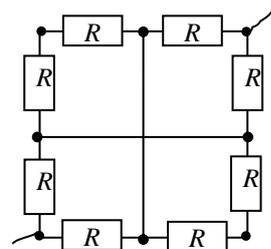
$$\eta = \frac{A}{Q_+} = \frac{3,4-1,7}{8,5} = 0,2.$$

Критерии оценивания.

- | | |
|--------------------------------|-----------|
| 1. $A = 1,7$ Дж | 1,5 балла |
| 2. Первое начало термодинамики | 0,5 балла |
| 3. $Q_+ = \frac{5}{2}A_{12}$ | 3 балла |
| 4. $\eta = \frac{A}{Q_+}$ | 0,5 балла |
| 5. $\eta = 0,2$ | 0,5 балла |

Задача 5. Определите общее сопротивление схемы, указанной на рисунке. В центре квадрата провода контакта не имеют.

Возможное решение. Эквивалентная схема представляет собой сбалансированный мост. Значит, получаем систему из двух параллельно соединённых резисторов сопротивлением $2R$ каждый. Окончательный ответ R .



Критерии оценивания.

- | | |
|-------------------------------|---------|
| 1. Эквивалентная схема – мост | 2 балла |
|-------------------------------|---------|

- | | |
|--------------------------------|--------|
| 2. Мост сбалансирован | 1 балл |
| 3. Последовательное соединение | 1 балл |
| 4. Параллельное соединение | 1 балл |
| 5. Окончательной ответ | 1 балл |

Автоматическая проверка ответов.

Задание 1. д

Задание 2. в

Задание 3. в

Задание 4. б

Задание 5. б