ВЫПИСКА ИЗ « МЕТОДИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО РАЗРАБОТКЕ ЗАДАНИЙ И ТРЕБОВАНИЙ К ПРОВЕДЕНИЮ МУНИЦИПАЛЬНОГО ЭТАПА ВСЕРОССИЙСКОЙ ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ В 2016/2017 УЧЕБНОМ ГОДУ ПО ФИЗИКЕ», РАЗРАБОТАННЫХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ПРЕДМЕТНО-МЕТОДИЧЕСКОЙ КОМИССИЕЙ ВСЕРОССИЙСКОЙ ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

6.5 Методика оценивания выполнения олимпиадных заданий

6.5.1. По окончании Олимпиады работы участников кодируются, а после окончания проверки декодируются.

6.5.2. Жюри Олимпиады оценивает записи, приведенные **только** в чистовике. **Черновики не проверяются.**

6.5.3. Не допускается снятие баллов за «плохой почерк», за решение задачи нерациональным способом, не в общем виде, или способом, не совпадающим с предложенным методической комиссией.

6.5.4. **Правильный ответ, приведенный без обоснования или полученный из неправильных рассуждений, не учитывается.**

6.5.5. Критерии оценивания разрабатываются авторами задач и приводятся в решении. Если задача решена не полностью, то этапы ее решения оцениваются в соответствии с критериями оценок по данной задаче.

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

6.5.7. Проверка работ осуществляется Жюри Олимпиады согласно стандартной методике оценивания решений:

Баллы	Правильность (ошибочность) решения
10	Полное верное решение
8	Верное решение. Имеются небольшие недочеты, 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 двух возможных случаев.
2-3	Есть понимание физики явления, но не найдено одно из необходимых для решения уравнений, в результате полученная система уравнений не полна и невозможно найти решение.
0-1	Есть отдельные уравнения, относящиеся к сути задачи при отсутствии решения (или при ошибочном решении).
0	Решение неверное, или отсутствует.

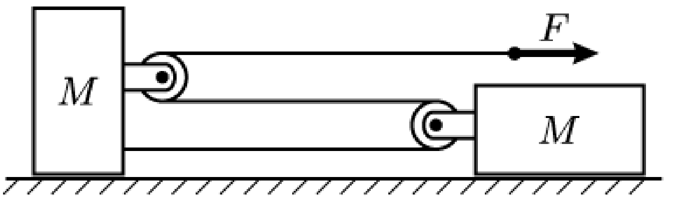
ВОЗМОЖНЫЕ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

и авторские критерии оценивания

Возможные решения задач

11 класс

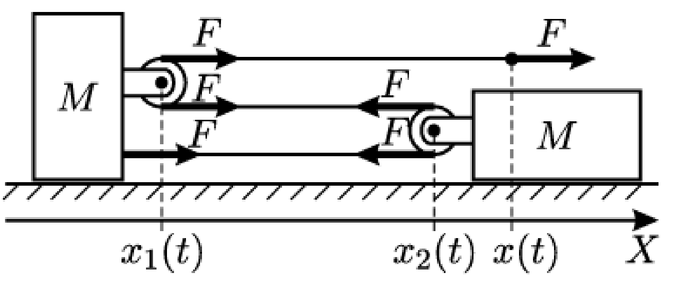
Задача 1. Два груза



В системе, изображенной на рисунке, блоки имеют пренебрежимо малые массы, нить невесомая и нерастяжимая, не лежащие на блоках участки нити горизонтальны. Массы грузов, лежащих на горизонтальной плоскости, одинаковы и равны M. Нить тянут за свободный конец в горизонтальном направлении с силой F. С каким ускорением движется конец нити, к которому приложена эта сила? Трения нет, движение грузов считайте поступательным.

(10 баллов)

Возможное решение



1. Поскольку нить и блоки невесомые и трения нет, то сила натяжения нити одинакова по всей её длине и равна F. Тогда на левый груз в горизонтальном направлении действует сила (см. рис.), равная $3F$ и направленная слева направо, а на правый груз – сила $2F$, направленная справа налево. Направим ось X неподвижной системы координат вправо.

2. Тогда по второму закону Ньютона проекция ускорения левого груза на ось X будет равна

$$a_1 = \frac{3F}{M}, \qquad (1)$$

а проекция ускорения правого груза $a_2 = -\frac{2F}{M}$. (2)

3. Найдем, как связаны друг с другом ускорения грузов и конца нити, то есть получим уравнение кинематической связи.

Пусть $x_1(t)$ – координата оси левого блока в некоторый момент времени t, $x_2(t)$ – координата оси правого блока, $x(t)$ – координата конца нити, L – длина нити, r – радиусы блоков, x_0 – расстояние от оси левого блока до левого груза.

Так как нить нерастяжима (L = const):

$$x(t) - x_1(t) + \pi r + x_2(t) - x_1(t) + \pi r + x_2(t) - x_1(t) + x_0 = L. \qquad (3)$$

Отсюда

$$x(t) = 3x_1(t) - 2x_2(t) + L - 2\pi r - x_0. \qquad (4)$$

Такое же соотношение справедливо также и для момента времени $t + \Delta t$, близкого к моменту t:

$$x(t+\Delta t) = 3x_1(t+\Delta t) - 2x_2(t+\Delta t) + L - 2\pi r - x_0. \qquad (5)$$

Вычитая из (5) соотношение (4) найдем связь между перемещениями левого и правого грузов и смещением конца нити:

$$\Delta x = 3\Delta x_1 - 2\Delta x_2. \qquad (6)$$

4. Деля полученное соотношение на Δt, получим уравнение связи скоростей.

$$\upsilon = 3\upsilon_1 - 2\upsilon_2, \qquad (7)$$

И, аналогично, можно вывести связь ускорений:

$$a = 3a_1 - 2a_2. \qquad (8)$$

5. Таким образом, из условия нерастяжимости нити следует:

$$a = 3a_1 - 2a_2 = 3\cdot\frac{3F}{M} - 2\cdot\left(-\frac{2F}{M}\right) = \frac{13F}{M}.$$

Критерии оценивания решения:

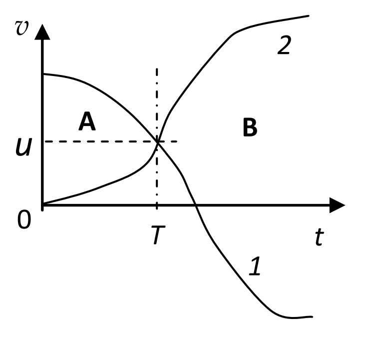
Представлен рисунок с указанием сил и ускорений – 2 балла.
Определены ускорения грузов (1) и (2) – 2 балла.
Получено кинематическое соотношение (6) – 4 балла.
Получено соотношение (8) для ускорений – 1 балл.
Получен правильный ответ – 1 балл.

Задача 2. Столкновение частиц.

Частица массы m, имеющая заряд q, движется к другой заряженной частице массы $2m$ и с зарядом $2q$ по прямой, соединяющей центры частиц. В тот момент, когда расстояние между частицами было велико, скорость первой была равна v, а вторая покоилась. Определите, на какое наименьшее расстояние $\boldsymbol{a}$ смогут сблизиться эти частицы. Действием силы тяжести пренебречь. (**10 баллов**)

Для справки: энергия взаимодействия двух точечных зарядов q_1 и q_2, находящихся на расстоянии r равна $W = k\dfrac{q_1 q_2}{r}$.

Возможное решение



1. Наименьшее расстояние между частицами осуществляется в момент, когда скорости у них равны. Например, если представить схематически изменение скоростей первой и второй частицы с течением времени, то в области А ($v_1 > v_2$) частицы сближаются и, наоборот, в области В ($v_1 < v_2$) расстояние между ними увеличивается. Следовательно, минимальному расстоянию соответствует момент T, когда $v_1 = v_2 = u$.

Или более строго, расстояние между частицами $\Delta x = x_2 - x_1$ минимально, если по необходимому условию экстремума производная Δx по времени равна нулю, что сразу приводит к равенству скоростей.

2. Из закона сохранения импульса имеем:

$$mv = 3mu;\ u = \frac{v}{3}.$$

3. По закону сохранения энергии:

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{3mu^2}{2} + k\frac{2q^2}{a} = \frac{3mv^2}{18} + k\frac{2q^2}{a}.$$

4. Откуда, минимальное расстояние

$$a = \frac{6kq^2}{mv^2}$$

Критерии оценивания решения:

Соответствие минимального расстояния равенству скоростей выведено – 4 балла,

(*приведено без вывода - 2 балла*)
Закон сохранения импульса – 2 балла.
Закон сохранения энергии– 2 балла.
Получен правильный ответ – 2 балла.

Задача 3. Превращение озона в кислород.

В закрытом теплоизолированном сосуде находится озон (O_3) при температуре $t_1 = 527$°С. Через некоторое время озон полностью превращается в кислород (O_2). Определите, во сколько раз возрастет при этом давление в сосуде, если на образование одного моля озона из кислорода нужно затратить $q = 141$кДж. Теплоемкость одного моля кислорода при постоянном объеме считать равной $C_v = 21$ Дж/К моль. **(10 баллов)**

Возможное решение

1. Запишем уравнения состояния для начального и конечного состояний газа

$$p_1V = \frac{m}{\mu_1}RT_1, \quad p_2V = \frac{m}{\mu_2}RT_2.$$

2. Молярные массы связаны соотношением: $\mu_2 = \frac{2}{3}\mu_1$.

3. Количество тепла, которое выделится при превращении озона в кислород будет равно:

$$Q = \frac{m}{\mu_1}q.$$

4. Из первого закона термодинамики $Q = \Delta U$ следует, что выделение тепла приведет к повышению температуры газа до:

$$T_2 = T_1 + \frac{mq/\mu_1}{C_v m/\mu_2} = T_1 + \frac{q\mu_2}{C_v\mu_1}.$$

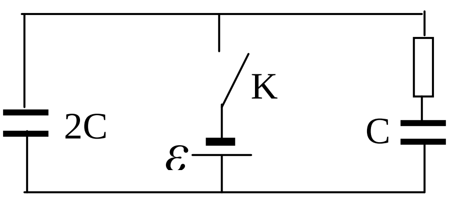
5. Отношение давлений будет равно

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{\mu_1 T_2}{\mu_2 T_1} = \frac{\mu_1}{\mu_2} + \frac{q}{C_v T_1} \approx 9.9 \approx 10.$$

Критерии оценивания решения:
Пункт 1.– 2 балла.
Соотношение молярных масс – 1 балл.
Выделенное количество теплоты – 2 балла.
Получено выражение конечной температуры – 3 баллf.
Ответ задачи(пункт 5) – 2 балла.

Задача 4. Зарядка конденсаторов

Определить какое количество теплоты выделится в цепи при замыкании ключа К в схеме, изображенной на рисунке. Какое количество теплоты выделится внутри источника тока? Электроемкости конденсаторов 2С и С. ЭДС батареи ε. Внутреннее сопротивление батареи много меньше сопротивления резистора.



Возможное решение

1. Т.к. по условию сопротивление резистора много больше сопротивления источника, то после замыкания ключа ток зарядки конденсатора *2C* будет во много

раз превышать ток через резистор и конденсатор C, т.е. сначала быстро зарядится конденсатор $2C$ до напряжения $\mathcal{E}$, а затем будет заряжаться конденсатор C.

2. При зарядке конденсатора $2C$ через источник пройдет заряд $q_1=2C\mathcal{E}$. Источник произведет работу $A=2C\mathcal{E}^2$. Энергия конденсатора станет $W= C\mathcal{E}^2$. Во время этого процесса в источнике выделится количество теплоты $Q_\mathcal{E}=C\mathcal{E}^2$.

3. При зарядке конденсатора C через резистор пройдет заряд $q_2=C\mathcal{E}$. При этом источник произведет работу $A=C\mathcal{E}^2$. Энергия конденсатора станет $W= C\mathcal{E}^2/2$. Во время этого процесса в резисторе выделится количество теплоты практически равное $Q_R= C\mathcal{E}^2/2$, во много раз превышающее тепло, выделившееся при этом в источнике.

4. Тогда количество теплоты, выделившееся в цепи $Q= Q_\mathcal{E}+ Q_R=3\,C\mathcal{E}^2/2$

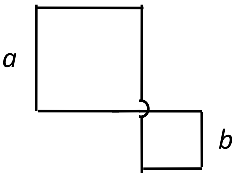
5. За всё время в источнике выделится количество теплоты $Q_\mathcal{E}=C\mathcal{E}^2$

Критерии оценивания решения:

Неизохронность процессов зарядки конденсаторов (пункт 1) – 3 балла.
Определено в первом процессе Q_ε – 2 балла.
Получено выражение Q_R – 3 балла.
Найдено суммарное Q – 1 балл.
Пункт 5. – 1 балл.

Задача 5. Индукционный ток в контуре.

Плоский контур, имеющий вид двух квадратов со сторонами a=20 см и b=10см, находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном к его плоскости. Индукция поля меняется во времени по закону $B=B_0 \sin \omega t$, где B_0 = 10 мТл и ω=100 с$^{-1}$.Найти амплитуду индукционного тока в контуре, если сопротивление единицы длины его ρ = 50 мОм/м. Индуктивностью контура пренебречь. **(10 баллов)**



Возможное решение

1. ЭДС индукции, возникающие в частях контура: ($\mathcal{E}_i= -\Phi' = - (B\cdot S)'$).

$\mathcal{E}_a= - \omega B_0 a^2 \cos \omega t$; $\mathcal{E}_b= - \omega B_0 b^2 \cos \omega t$. **(3 балла)**

2. Они противодействуют друг другу и суммарная ЭДС:

$\mathcal{E}= - \omega B_0(a^2 - b^2) \cos \omega t$ **(4 балла)**

3. Максимальное значение тока в контуре

$i_{max}= \mathcal{E}_{imax}/R=\omega B_0(a^2 - b^2)/(4\rho(a+b))= \omega B_0(a - b)/4\rho$ **(2 балла)**

4. i_{max}= 0.5 А. **(1 балл)**

Критерии оценивания решения:

Рассчитаны ЭДС индукции – 3 балла.
Определена суммарная ЭДС – 4 балла.
Получено выражение для максимального тока – 2 балла.
Получен числовой ответ – 1 балл.