

11 класс

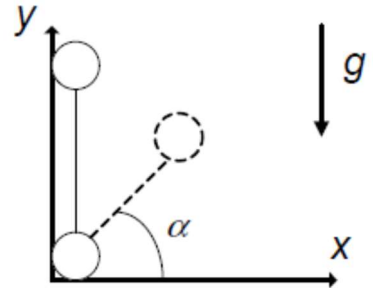
Задача 1

Из условия равновесия нижнего шара имеем: $N_x = T \cos \alpha$,

где T – сила упругости, возникающая в стержне.

Верхний шар движется по окружности радиуса l , поэтому из второго закона Ньютона следует:

$$\frac{mv^2}{l} = mg \sin \alpha - T.$$



Из закона сохранения энергии получаем:

$$mgl = \frac{mv^2}{2} + mgl \sin \alpha$$

Отсюда находим: $N_x = mg \cos \alpha (3 \sin \alpha - 2)$, если $\sin \alpha > \frac{2}{3}$.

Если $\sin \alpha \leq \frac{2}{3}$, то $N_x = 0$, т.к. нижний шар отходит от вертикальной стенки.

Критерии оценивания

Записано условие равновесия для нижнего шара	1 балл
Записан второй закон Ньютона для верхнего шара в проекциях на ось, направленную вдоль гантели	3 балла
Записан закон сохранения энергии для шаров	3 балла
Получено выражение для силы реакции опоры со стороны вертикальной стенки	3 балла

Задача 2

Если колесо движется со скоростью v и нет проскальзывания, то скорость нижней точки колеса равна 0, а скорость верхней точки, как и горизонтальная скорость камушка, равна

$2v$. Время падения камушка равно $t = \sqrt{\frac{2 \cdot 2R}{g}}$, а время движения оси колеса по

горизонтالي в два раза больше, т.к. скорость колеса в два раза меньше скорости камушка.

Значит, наезд колеса на камушек произойдет через время:

$$T = 2t = 4 \sqrt{\frac{R}{g}}.$$

Критерии оценивания

Записано соотношение между скоростями нижней, центральной и верхней точек колеса	2 балла
Найдено время падения камешка	4 балла
Указано время движения колеса до наезда на камешек	4 балла

Задача 3

Пар под поршнем становится насыщенным и должен частично сконденсироваться. Давление пара после конденсации равно $2p$. Давление пара над поршнем находим по закону Бойля-Мариотта:

$$p_1 = \frac{pV}{V_1} = \frac{pV}{V + 3V/4} = \frac{4}{7}p.$$

Из условия равновесия поршня получаем:

$$p_1 S + mg = 2pS.$$

Отсюда находим:

$$mg = \left(2 - \frac{4}{7}\right)pS = \frac{10}{7}pS$$

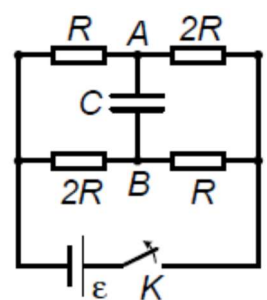
Критерии оценивания

Указано, что пар под поршнем начнет конденсироваться и записано давление пара под поршнем в вертикальном состоянии	2 балла
Записан закон Бойля-Мариотта и найдено давление пара над поршнем	4 балла
Записано условие равновесия поршня	2 балла
Найден вес поршня	2 балла

Задача 4

Энергия электрического поля конденсатора равна $\frac{CU^2}{2}$, где U – напряжение на конденсаторе, которое равно $U = \frac{\mathcal{E}}{3}$. В каждой ветви электрической цепи выделится половина энергии конденсатора, поэтому количество теплоты, выделившееся на резисторе сопротивлением $2R$, равно:

$$Q_{2R} = \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{3} \frac{C\mathcal{E}^2}{18} = \frac{C\mathcal{E}^2}{54}.$$



Критерии оценивания

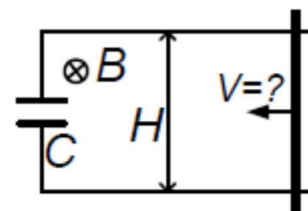
Найдено напряжение на конденсаторе при замкнутом ключе	3 балла
Найдена энергия конденсатора до размыкания ключа	2 балла

Указано, что в каждой части цепи выделится половина энергии конденсатора	2 балла
Найдено количество теплоты, выделившееся на резисторе $2R$	3 балла

Задача 5

Сопротивление контура при движении переключки уменьшается по закону: $R = R_0 - 2\rho vt$.

Учитывая, что ЭДС индукции равна $\mathcal{E} = BvH$, получаем выражение:



$$BvH = IR + \frac{q}{C} = I(R_0 - 2\rho vt) + \frac{It}{C}.$$

Выражая отсюда силу тока, находим:
$$I = \frac{BvHq}{(R_0 - 2\rho vt) + \frac{t}{C}} = \frac{BvHC}{R_0C + t(1 - 2\rho vC)}.$$

Сила тока остается постоянной, если выражение в скобках равно нулю: $1 - 2\rho vC = 0$.

Отсюда получаем искомое значение скорости:
$$v = \frac{1}{2\rho C}.$$

При $t = 0$ имеем:
$$I = \frac{BvH}{R_0}.$$

Следовательно,
$$I = \frac{BH}{2\rho CR_0}.$$

Критерии оценивания

Записан закон изменения сопротивления при движении переключки	2 балла
Записан закон Ома для цепи с переключкой	2 балла
Получено выражение для изменение силы тока в цепи	2 балла
Выделено условие постоянства силы тока	1 балл
Найдена скорость движения переключки	1 балл
Найдено значение тока в начальный момент времени	2 балла

Общие критерии оценивания решения, приведенного участником Олимпиады

Баллы	Правильность (ошибочность) решения
10	Полное верное решение

8-9	Верное решение. Имеются небольшие недочеты , в целом не влияющие на результат, либо присутствуют ошибки в вычислениях , вследствие которых получен неверный численный ответ.
5-7	Решение в целом верное, однако, содержит существенные ошибки (не только математические, но и физические). Есть понимание физики явления , но не найдено одно из необходимых для решения уравнений, в результате полученная система уравнений не полна и невозможно найти решение.
3-4	Есть решение , содержащее верные формулы , относящиеся к сути задачи, но не доведенное до конца, либо решение доведено до конца, но вследствие грубых физических ошибок получен неверный результат.
1-2	Есть отдельные уравнения , относящиеся к решению задачи, при отсутствии решения, либо угадан правильный ответ .
0	Решение совершенно неверное, или отсутствует.