

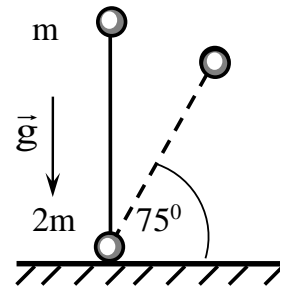
ФИЗИКА ВАРИАНТ № 2

ЗАДАЧА 1.

Однородный стержень массы m и длины L лежит на горизонтальной шероховатой поверхности. Ударом стержню сообщают скорость v , направленную вдоль его продольной оси. При этом стержень сместился вдоль своей оси на максимальное расстояние S . Определите работу, которую необходимо совершить для поворота этого стержня на той же плоскости вокруг одного из его концов на угол α .

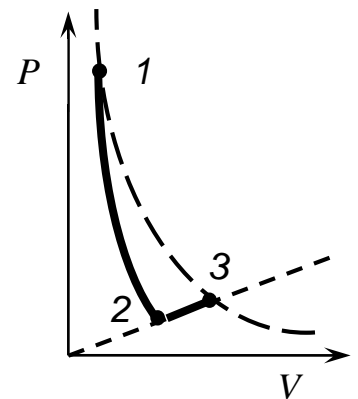
ЗАДАЧА 2.

На шероховатую горизонтальную поверхность вертикально поставили гантель, состоящую из двух маленьких шариков массами $m_1 = m$ и $m_2 = 2m$, соединённых невесомым жёстким стержнем. Гантель отпускают без начальной скорости, и она начинает падать. Определите величину коэффициента трения между гантелью и плоскостью, если нижний шарик начинает скользить по плоскости, когда угол наклона стержня с плоскостью достигнет $\alpha = 75^\circ$, ($\sin 75^\circ = 0,97$).



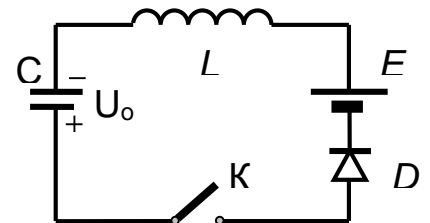
ЗАДАЧА 3.

Два моля одноатомного идеального газа из начального состояния 1 расширяются в процессе 1 – 2 с постоянной теплоёмкостью, совершая в нём работу $A_{12} = 400$ Дж. Затем к газу подводится количество теплоты $Q_{23} = 400$ Дж в процессе 2 – 3, в котором давление газа прямо пропорционально его объёму. Температуры в состояниях 1 и 3 одинаковые. Найдите количество теплоты, подведённое к газу в процессе 1 – 2.

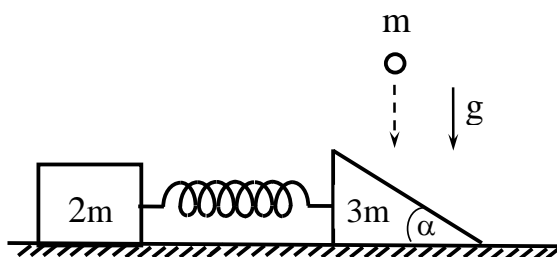


ЗАДАЧА 4.

В схеме, изображённой на рисунке, при разомкнутом ключе К конденсатор ёмкости $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_0 = 4$ В. Индуктивность катушки $L = 0,1$ Гн, ЭДС батареи $E = 10$ В, диод D - идеальный. Определите максимальный ток в цепи после замыкания ключа. Найдите напряжение, которое установится на конденсаторе после замыкания ключа.



ЗАДАЧА 5.



На гладкой горизонтальной поверхности расположена треугольная призма массы $3m$ с углом $\alpha = 30^\circ$, соединённая невесомой недеформированной пружиной жёсткости k сбрусом массы $2m$. Шар массы m падает вертикально вниз и ударяется в призму со скоростью v . Определите величину максимальной деформации пружины при дальнейшем движении тел. Силами трения пренебречь.

ЗАДАЧА 6.

Какое максимальное число N электронно-позитронных пар может образоваться при взаимодействии с веществом двух одинаковых гамма квантов, на которые распалась движущаяся нейтральная релятивистская частица с массой покоя m_0 , если угол между направлениями разлёта гамма квантов $\theta = 90^\circ$. Считать, что вся энергия гамма квантов идёт на образование электронно-позитронных пар.

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Э. БАУМАНА
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ТУР ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ «ШАГ В БУДУЩЕЕ-2019»
«ИНЖЕНЕРНОЕ ДЕЛО: ПРОФЕССОР ЖУКОВСКИЙ»

ФИЗИКА

РЕШЕНИЕ ВАРИАНТА № 2

ЗАДАЧА 1.

Ответ: $A = \frac{mv^2 \alpha L}{4S}$.

Работа, совершаемой при повороте стержня: $A = \frac{\mu \cdot m \cdot g \cdot \alpha \cdot L}{2}$ (1),

где $\mu = \frac{v^2}{2gS}$. (2) Подставляя (2) в (1), получим $A = \frac{mv^2 \alpha L}{4S}$.

ЗАДАЧА 2.

Ответ: $\mu = \frac{\cos \alpha}{\frac{m_2}{m_1(3 \sin \alpha - 2)} + \sin \alpha} = 0,1$

Запишем закон сохранения энергии и второй закон Ньютона для верхнего материального шарика.:

$$m_1 g \ell = m_1 g \ell \cdot \sin \alpha + \frac{m_1 v^2}{2} \quad (1)$$

$$\frac{m_1 v^2}{2} = m_1 g \cdot \sin \alpha - T, \quad (2)$$

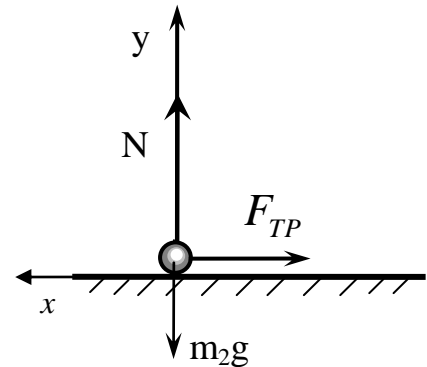
Из (1) и (2) получим $T = m_1 g(3 \sin \alpha - 2)$.

Условие равновесия нижней материальной точки:

$$T \cos \alpha = F_{TP}, \quad \text{где } F_{TP} = \mu \cdot N.$$

Из последнего равенства находим

$$\mu = \frac{T \cos \alpha}{m_2 g + T \sin \alpha} = \frac{\cos \alpha}{\frac{m_2}{m_1(3 \sin \alpha - 2)} + \sin \alpha}.$$



ЗАДАЧА 3.

Ответ: $Q_{12} = -\frac{3}{4} Q_{23} + A_{12} = 100 \text{ Дж}$.

$$A_{23} = \frac{1}{4} Q_{23} = \frac{1}{4} 400 = 100 \text{ Дж}; \quad \Delta U_{23} = \frac{3}{4} Q_{23} = \frac{3}{4} 400 = 300 \text{ Дж}.$$

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = -\Delta U_{23} + A_{12} = -\frac{3}{4} Q_{23} + A_{12} = -300 + 400 = 100 \text{ Дж}$$

ЗАДАЧА 4.

Ответ:
$$I_{\max} = (U_o + E) \sqrt{\frac{C}{L}} = 280 \text{ мА}$$

$$U = 2E - U_o = 2 \cdot 10 + 2 + 4 = 24 \text{ В},$$

Работа батареи $A = qE = CE(E + U_o)$.

Изменение энергии конденсатора $\Delta W_C = \frac{CE^2}{2} - \frac{CU_o^2}{2} = \frac{C}{2}(E^2 - U_o^2)$.

По закону сохранения энергии $A = \Delta W_C + \frac{L \cdot I_{\max}^2}{2}$.

Отсюда

$$I_{\max} = (U_o + E) \sqrt{\frac{C}{L}} = (4 + 10) \sqrt{\frac{40}{0,1}} = 280 \text{ мА}.$$

ЗАДАЧА 5.

Ответ:
$$A = \frac{2v}{7} \sqrt{\frac{6m}{5k}}$$

По второму закону Ньютона. $\vec{F}\Delta t = m\vec{v}_1 - m\vec{v}$, где v - скорость шара в момент удара. При абсолютно упругом ударе сохраняется кинетическая энергия.

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_1 u^2}{2} \quad (4) \text{ где } u \text{ - скорость призмы, с которой она стала двигаться вдоль}$$

оси x . Применяя закон сохранения импульса и закон сохранения механической энергии для системы призма – брусок, получим:

$$A = \frac{2v}{7} \sqrt{\frac{6m}{5k}}$$

ЗАДАЧА 6

Ответ:
$$N = \frac{m_o}{2 \sin \frac{\theta}{2} m_e} = \frac{m_o}{\sqrt{2} \cdot m_e}$$

Для образования электронно-позитронной пары необходима энергия $2m_e c^2$, где m_e - масса покоя электрона. Пусть энергия гамма - кванта равна E_γ , тогда искомое число электронно-позитронных пар

$$N = 2 \frac{E_\gamma}{2m_e c^2} = \frac{E_\gamma}{m_e c^2} \quad (1). \text{ С учетом закона сохранения энергии и закона сохранения}$$

импульса число электронно-позитронных пар

$$N = \frac{m_o}{2 \sin \frac{\theta}{2} m_e} = \frac{m_o}{\sqrt{2} \cdot m_e}$$