

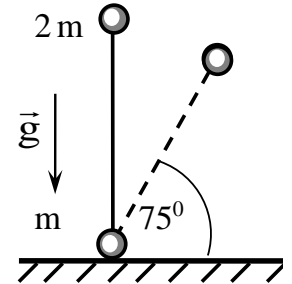
**ФИЗИКА ВАРИАНТ № 1**

**ЗАДАЧА 1.**

Однородный стержень массы  $m$  и длины  $L$  лежит на горизонтальной шероховатой поверхности. Ударом стержню сообщают скорость  $v$ , направленную вдоль его продольной оси. Определите максимальное расстояние  $S$ , на которое сместится стержень, если известно, что для поворота стержня на той же плоскости вокруг одного из его концов на угол  $\alpha$ , нужно совершить работу, равную  $A$ .

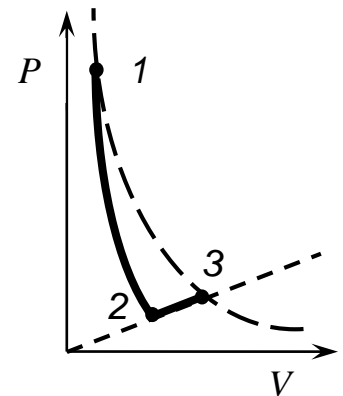
**ЗАДАЧА 2.**

На шероховатую горизонтальную поверхность вертикально поставили гантель, состоящую из двух маленьких шариков массами  $m_1=2m$  и  $m_2=m$ , 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  $\alpha = 75^\circ$ , ( $\sin 75^\circ = 0,97$ ).



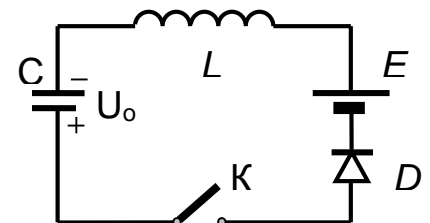
**ЗАДАЧА 3.**

Моль одноатомного идеального газа из начального состояния 1 расширяется в процессе 1 – 2 с постоянной теплоёмкостью, совершая в нём работу  $A_{12} = 200$  Дж. Затем к газу подводится количество теплоты  $Q_{23} = 200$  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.

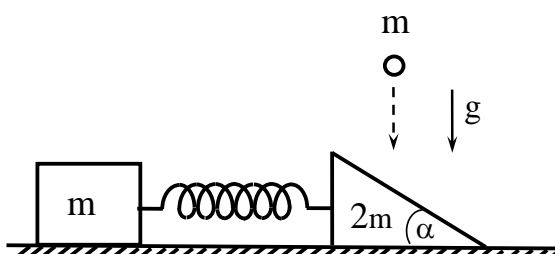


**ЗАДАЧА 4.**

В схеме, изображённой на рисунке, при разомкнутом ключе  $K$  конденсатор ёмкости  $C = 10$  мкФ заряжен до напряжения  $U_0 = 2$  В. Индуктивность катушки  $L = 0,1$  Гн, ЭДС батареи  $E = 5$  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  $2m$  с углом  $\alpha = 30^\circ$ , соединённая невесомой недеформированной пружиной жёсткости  $k$  сбрусом массы  $m$ . 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  $\theta = 60^\circ$ . 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 № 1

ЗАДАЧА 1

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

Из закона сохранения механической энергии для стержня  $\frac{mv^2}{2} = \mu mg \cdot S$  (1),

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

ЗАДАЧА 2

Ответ:  $\mu = \frac{\cos \alpha}{\frac{m_2}{m_1(3 \sin \alpha - 2)} + \sin \alpha} = 0,16$ ,

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

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

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

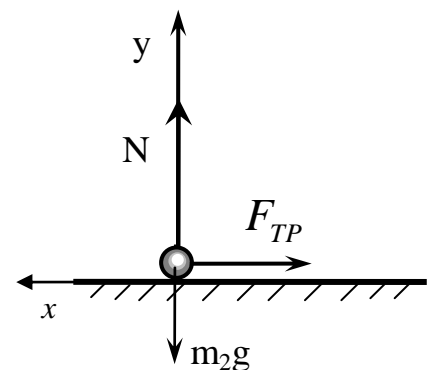
( Из (1) и (2) получим  $T = m_1 g(3 \sin \alpha - 2)$  )

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:  $Q_{12} = -\frac{3}{4} Q_{23} + A_{12} = 50 \text{ Дж}$ .

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = -\Delta U_{23} + A_{12} = -\frac{3}{4} Q_{23} + A_{12} = 50 \text{ Дж}$$

где  $A_{23} = \frac{1}{4} Q_{23} = 50 \text{ Дж}$ ;  $\Delta U_{23} = \frac{3}{4} Q_{23} = 150 \text{ Дж}$ .

Тогда  $Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = -\Delta U_{23} + A_{12} = -\frac{3}{4} Q_{23} + A_{12} = 50 \text{ Дж}$

**ЗАДАЧА 4.**

Ответ: 
$$I_{\max} = (U_0 + E) \sqrt{\frac{C}{L}} = 70 \text{ мА}$$

$$U = 2E + U_0 = 2 \cdot 5 + 2 = 12 \text{ В},$$

Работа батареи  $A = qE = CE(E + U_0)$ .

Изменение энергии конденсатора  $\Delta W_C = \frac{CE^2}{2} - \frac{CU_0^2}{2} = \frac{C}{2}(E^2 - U^2)$ .

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

Отсюда с учётом выражений для  $A$  и  $\Delta W_C$  находим

$$I_{\max} = (U_0 + E) \sqrt{\frac{C}{L}} = 70 \text{ мА}.$$

**ЗАДАЧА 5.**

Ответ: 
$$A = \frac{2v}{9} \sqrt{\frac{2m}{k}}$$

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:

$$A = \frac{2v}{9} \sqrt{\frac{2m}{k}}$$

**ЗАДАЧА 6.**

Ответ: 
$$N = \frac{m_0}{m_e}$$

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

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

электронно-позитронных пар 
$$N = \frac{m_0}{m_e}$$