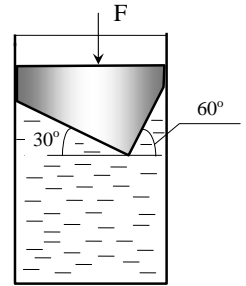


**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Э. БАУМАНА
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ТУР ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ «ШАГ В БУДУЩЕЕ–2019»
«ИНЖЕНЕРНОЕ ДЕЛО: ПРОФЕССОР ЖУКОВСКИЙ»**

ФИЗИКА ВАРИАНТ № 10

ЗАДАЧА 1.

Жидкость, находящаяся в сосуде площади S , сжимается поршнем. Сила, приложенная к поршню, равна F . Найдите давление в жидкости. Атмосферное давление, а также вес жидкости и поршня не учитывать.



ЗАДАЧА 2.

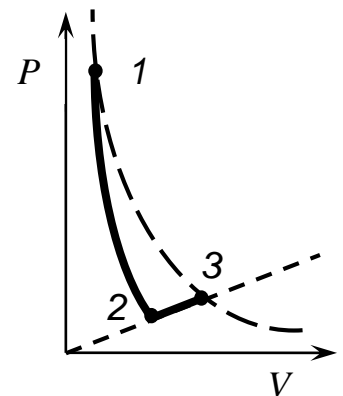
Во сколько раз увеличивается средняя энергия теплового движения молекул, если газ изобарически расширяется от объема V_1 до объема V_2 ?

ЗАДАЧА 3.

По прямому медному проводу сечения $S = 1 \text{ мм}^2$ течёт ток $I = 4,5 \text{ А}$. Считая, что на каждый атом меди приходится один свободный электрон проводимости, определите длину проводника, если известно, что электрон перемещается от одного конца проводника до другого за промежуток времени $\Delta t = 35$ суток. Плотность меди $\rho = 8,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, а ее молярная (атомная) масса $A = 64 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$.

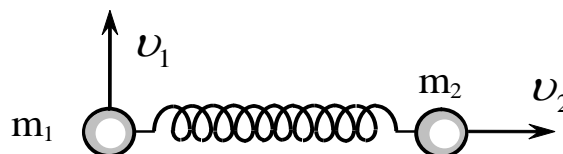
ЗАДАЧА 4.

Моль одноатомного идеального газа из начального состояния 1 расширяется в процессе 1 – 2 с постоянной теплоёмкостью, совершая в нём работу $A_{12} = 200 \text{ Дж}$. Затем к газу подводится количество теплоты $Q_{23} = 200 \text{ Дж}$ в процессе 2 – 3, в котором давление газа прямо пропорционально его объёму. Температуры в состояниях 1 и 3 одинаковые. Найдите молярную теплоёмкость газа в процессе 1 – 2, выразив её через R .



ЗАДАЧА 5.

Механическая система состоит из двух шариков, соединенных между собой невесомой пружиной. Массы шариков равны $m_1 = 2m$ и $m_2 = 3m$. В начальный момент пружина не деформирована, шарики удерживаются в одной горизонтальной плоскости на некотором расстоянии от земли, и им сообщают начальные скорости: шарiku массы m_1 – скорость $v_1 = v$ в вертикальном направлении, а шарiku массы m_2 – скорость $v_2 = 2v$ в горизонтальном направлении. Скорости шариков находятся в одной плоскости. Пренебрегая сопротивлением воздуха, найдите величину импульса этой системы в момент времени, когда её центр масс достигнет половины максимальной высоты относительно первоначального уровня.



ЗАДАЧА 6.

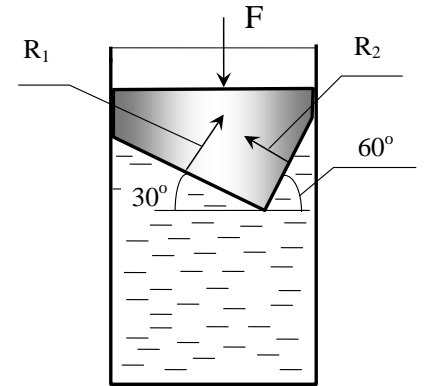
Альфа – частица (ядро ${}^4_2\text{He}$) движется прямолинейно вдоль оси x под действием электрического поля с напряженностью $E_x = E_0 - bx$, где E_0 и b – известные постоянные. В начальный момент времени альфа-частица покоилась в точке $x = 0$. Чему равна максимальная кинетическая энергия альфа-частицы в таком движении? Через какое время от начала движения достигается это максимальное значение кинетической энергии ?

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Э. БАУМАНА
 ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ТУР ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ «ШАГ В БУДУЩЕЕ-2019»
 «ИНЖЕНЕРНОЕ ДЕЛО: ПРОФЕССОР ЖУКОВСКИЙ»
 ФИЗИКА
 РЕШЕНИЕ ВАРИАНТА № 10

ЗАДАЧА 1.

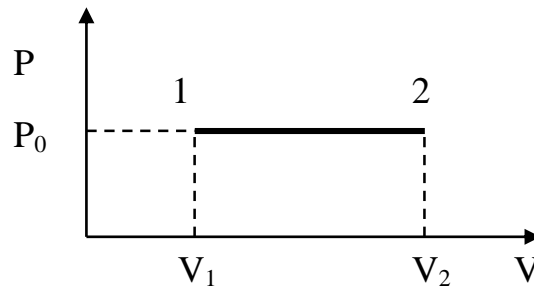
Ответ: $p = \frac{F}{S}$

Пусть искомое давление равно p . Тогда жидкость будет действовать на поршень с силами $R_1 = pS_1$, и $R_2 = pS_2$, где S_1 и S_2 – площади скошенных частей поршня. Так как силы R_1 и R_2 направлены перпендикулярно к поверхностям S_1 и S_2 , а сам поршень находится при этом в равновесии, то $F = R_1 \cos 30^\circ + R_2 \cos 60^\circ$. Подставив сюда R_1 и R_2 и учитывая, что $S_1 \cos 30^\circ + S_2 \cos 60^\circ = S$, получим $F = pS$, откуда $p = \frac{F}{S}$.



ЗАДАЧА 2.

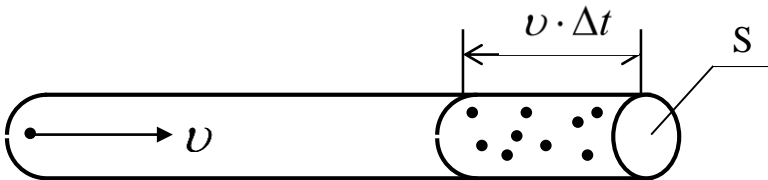
Ответ: $\frac{E_2}{E_1} = \frac{V_2}{V_1}$



$$\bar{E} = \frac{i}{2} kT \quad \frac{E_2}{E_1} = \frac{T_2}{T_1}; \quad P_0 V_1 = \nu R T_1; \quad P_0 V_2 = \nu R T_2; \quad \frac{T_2}{T_1} = \frac{V_2}{V_1}; \quad \frac{E_2}{E_1} = \frac{V_2}{V_1}$$

ЗАДАЧА 3.

Ответ: $L = \tau \frac{I \cdot A}{\rho \cdot e \cdot N_A \cdot S \cdot L} = 1100 \text{ м}$



Пусть n – концентрация электронов $n = n_a = \frac{\rho}{A} N_A$. За время Δt площадку S пересечёт ΔN электронов, причём $\Delta N = n v \cdot \Delta t \cdot S$. Они перенесут заряд $\Delta q = \Delta N \cdot e = n \cdot e \cdot v \cdot \Delta t \cdot S$. Ток $I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = n \cdot e \cdot v \cdot S$; $I = \rho \frac{N_A}{A} e \cdot v \cdot S$. Скорость направленного движения электронов

$v = \frac{I \cdot A}{\rho \cdot e \cdot N_A \cdot S}$. Время перемещения электронов от одного конца проводника до другого за промежуток времени τ : $\tau = \frac{L}{v}$, где L – длина проводника. Отсюда найдём длину

10-2

проводника, которую электроны проходят за промежуток времени $\Delta t = 35$ суток

$$L = \tau \cdot v = \tau \frac{I \cdot A}{\rho \cdot e \cdot N_A \cdot S \cdot L} = 3 \cdot 10^6 \cdot \frac{I \cdot A}{\rho \cdot e \cdot N_A \cdot S \cdot L} = 1100 \text{ м}$$

ЗАДАЧА 4.

Ответ: $c = -\frac{R}{2}$.

$$c = \frac{Q_{12}}{v(T_2 - T_1)} = R \frac{Q_{12}}{vR(-\Delta T)} = R \frac{\frac{3}{4}Q_{23} + A_{12}}{-\frac{Q_{23}}{2}} = R \frac{3Q_{23} + 4A_{12}}{2Q_{23}} = -\frac{R}{2}.$$

ЗАДАЧА 5.

Ответ: $p = m\nu\sqrt{38}$.

1). В произвольный момент времени импульс системы равен:

$$\vec{p} = \vec{p}_0 + (m_1 + m_2)\vec{g}t, \quad (1) \quad \text{где } \vec{p}_0 = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2$$

2) Время подъема центра масс системы на высоту $y = \frac{h}{2}$ находим из уравнения равнопеременного

движения $\frac{h}{2} = v_{COY}t - \frac{gt^2}{2}$, где $h = \frac{v_{COY}^2}{2g}$ – максимальная высота подъёма центра масс.

То есть $t = \frac{v_{COY}}{g} \left(1 - \frac{1}{\sqrt{2}}\right)$ (2)

Подставляя (2) в (1), получим $p = m\nu\sqrt{38}$.

ЗАДАЧА 6.

Ответ: $t = \frac{T}{4} = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{m}{2eb}}$.

Заряд α -частицы $q = 2e$. Сила, действующая на частицу $F_x = q(E_0 - bx)$.

Ускорение частицы $a_z = -\frac{qb}{m}z = -\omega^2z$. Движение колебательное с периодом

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{2eb}}.$$

Максимальная кинетическая энергия . достигается через время $t = \frac{T}{4} = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{m}{2eb}}$.