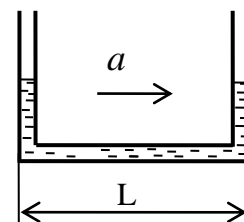


ФИЗИКА ВАРИАНТ № 6

ЗАДАЧА 1.

Тонкая U-образная трубка, размеры которой указаны на рисунке, заполнена ртутью до половины вертикальных частей трубки. Трубка движется горизонтально с ускорением a . Найдите разность высот h ртути в вертикальных частях трубки. При движении трубки ртуть из неё не выливается. Плотность ртути равна ρ .



ЗАДАЧА 2.

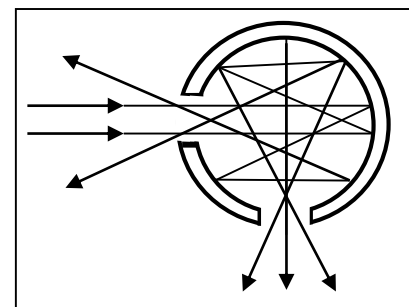
Две свинцовые пули, массы которых $m_1 = 2m$ и $m_2 = 3m$, летящие во взаимно перпендикулярных направлениях со скоростями $v_1 = v$ и $v_2 = 2v$ испытали абсолютно неупругий удар. На сколько градусов нагреются пули после удара, если до удара их температуры были одинаковыми?

ЗАДАЧА 3.

Газообразный гелий из начального состояния 1 расширяется в изобарическом процессе 1-2, а затем продолжает расширяться в адиабатическом процессе 2-3. Температуры в состояниях 1 и 3 равны. Найдите работу, совершённую газом в изобарическом процессе, если в адиабатическом процессе газ совершил работу $A = 750$ Дж.

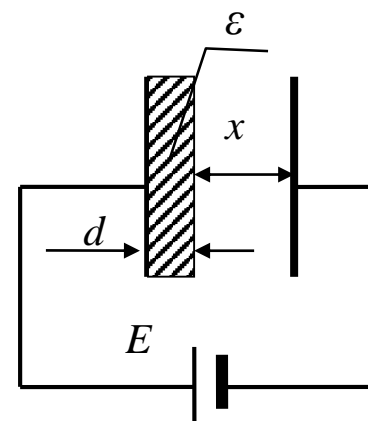
ЗАДАЧА 4.

Световой поток через небольшое отверстие σ_1 попадает внутрь полости, имеющей площадь поверхности $S = 5$ см². Стенки полости небольшую часть света поглощают, а остальную рассеивают. В этих условиях внутри полости создаётся равномерно распределённое по всем направлениям излучение. Из второго отверстия σ_2 ($\sigma_1 = \sigma_2 = 2$ мм²) выходит $n = 1/5$ светового потока, падающего на входное отверстие σ_1 . Найдите величину коэффициента поглощения α стенок полости.



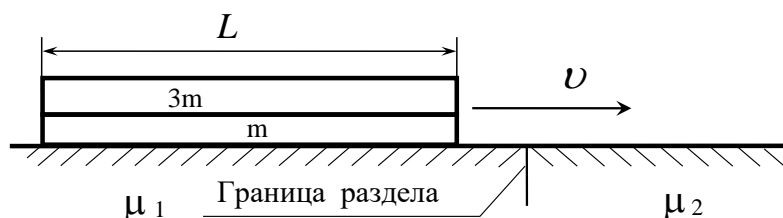
ЗАДАЧА 5.

Плоский конденсатор, пластины которого имеют площадь S и расположены на расстоянии d , заполнен твёрдым диэлектриком с диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 4$. Правую пластину конденсатора отодвигают на расстояние $x = 2d$ так, что образуется воздушный зазор. Найдите работу, которая при этом была совершена внешними силами.. Внутренним сопротивлением батареи пренебречь.



ЗАДАЧА 6.

Два однородных бруска одинакового размера расположены, как показано на рисунке так, что их края совпадают. Бруски движутся по первой горизонтальной полуплоскости, при этом вектор скорости брусков направлен вдоль их продольной оси и перпендикулярен линии раздела полуплоскостей. Масса нижнего бруска равна m , верхнего $3m$, коэффициент трения нижнего бруска о первую полуплоскость $\mu_1 = 0,3$, а о вторую $\mu_2 = 0,7$. Величина кинетической энергии брусков достаточна для преодоления границы раздела полуплоскостей. Определите величину коэффициента трения μ между брусками, при которой верхний брусок начнет проскальзывать относительно нижнего в момент времени, когда бруски въедут на вторую полуплоскость на $4/5$ своей длины.



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

ФИЗИКА
РЕШЕНИЕ ВАРИАНТА № 6

ЗАДАЧА 1.

Ответ: $h = \frac{La}{g}$.

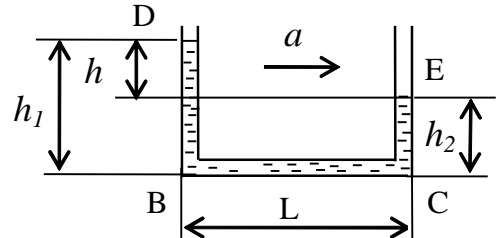
Ртуть движется с ускорением a ; следовательно, на неё действует горизонтальная сила. На ртутные столбики DB EC действует сила со стороны стенок трубки. На горизонтальном участке BC на ртуть будет действовать сила. Эта сила возникает за счет разности давлений сечений B и C, то есть $P_B - P_C$.

$$P_B = \rho g h_2; \quad P_C = \rho g h_1. \quad P_B - P_C = \rho g h_2 - \rho g h_1 = \rho g h.$$

Разность сил давлений в сечениях BD и EC равна $F = \rho g h S$.

По второму закону Ньютона $ma = F_B - F_C$, где $m = \rho L S$.

Тогда $\rho L S \cdot a = \rho g h S$, откуда $h = \frac{La}{g}$.



и
в

ЗАДАЧА 2.

Ответ: $\Delta t = \frac{3 v^2}{5 c}$.

Так как $Q = (m_1 + m_2)c\Delta t$, то $\frac{1}{2} \frac{m_1 \cdot m_2}{m_1 + m_2} (v_1^2 + v_2^2) = (m_1 + m_2)c\Delta t$,

откуда найдём на сколько градусов нагреются пули после удара

$$\Delta t = \frac{1}{2} \frac{m_1 \cdot m_2}{(m_1 + m_2)^2 c} (v_1^2 + v_2^2).$$

При $m_1 = 2m$ и $m_2 = 3m$; $v_1 = v$, $v_2 = 2v$, $\Delta t = \frac{3 v^2}{5 c}$

ЗАДАЧА 3.

Ответ: $A_{12} = \frac{2}{3} A_{23} = 500 \text{ Дж}$

В изобарном процессе 1–2 работа $A_{12} = Q_{12} - \Delta U_{12} = (c_P - c_V)\nu\Delta T$, где $\Delta T = \frac{A_{23}}{\nu \cdot c_V}$.

Тогда $A_{12} = \frac{2}{3} A_{23} = \frac{2}{3} 750 = 500 \text{ Дж}$.

ЗАДАЧА 4.

Ответ: $\frac{\Phi_1}{\Phi} = \frac{\sigma}{\sigma + \alpha(S - \sigma)} \approx \frac{1}{3}$.

По закону сохранения энергии поток, поступающий в камеру за единицу времени, $\Phi = \Phi_1 + \Phi_2 + \Phi_3$. $\Phi = E \cdot \sigma + E \cdot (S - \sigma)\alpha = E(\sigma + \alpha(S - \sigma))$. Из этих соотношений найдём часть светового потока, падающего на входное отверстие, которая выходит обратно:

$$\frac{\Phi_1}{\Phi} = \frac{E \cdot \sigma}{E(\sigma + \alpha(S - \sigma))} = \frac{\sigma}{\sigma + \alpha(S - \sigma)} = \frac{1 \cdot 10^{-2}}{1 \cdot 10^{-2} + 1 \cdot 10^{-2}(2 - 1 \cdot 10^{-2})} = \frac{1}{1 + 2 - 10^{-2}} \approx \frac{1}{3}.$$

ЗАДАЧА 5.

Ответ: $A = \frac{\varepsilon_0 \cdot \varepsilon^2 \cdot S \cdot E^2}{d(1 + 2\varepsilon)}$.

Работа, совершённая внешними силами $A = \frac{1}{2}C_2E^2 - \frac{1}{2}C_1E^2 - A_{\text{БАТ}}$.

После подстановки работы батареи получим

$$A = \frac{1}{2}E^2(C_1 - C_2) = -\frac{1}{2}\varepsilon_0 \cdot \varepsilon \cdot S \cdot E^2 \left(\frac{1}{d} - \frac{1}{d + \varepsilon \cdot x} \right) = \frac{\varepsilon_0 \cdot \varepsilon^2 \cdot S \cdot E^2 \cdot x}{2d(d + \varepsilon \cdot x)}.$$

При $x = 2d$ $A = \frac{\varepsilon_0 \cdot \varepsilon^2 \cdot S \cdot E^2 \cdot 2d}{2d(d + \varepsilon \cdot 2d)} = \frac{\varepsilon_0 \cdot \varepsilon^2 \cdot S \cdot E^2}{d(1 + 2\varepsilon)}$.

ЗАДАЧА 6.

Ответ: $\mu = \frac{1}{5}\mu_1 + \frac{4}{5}\mu_2 = 0,62$.

Ускорение системы тел $a = \frac{F_{\text{ТР}}}{m_1 + m_2} = \frac{g}{L} [\mu_1(L - x) + \mu_2 x]$ (1)

X- длина брусков на правой плоскости

Проскальзывание верхнего бруска начинается при условии $a = \mu g$ (2)

Приравняв (1) и (2), находим коэффициент трения μ между брусками

$$\mu = \frac{1}{5}\mu_1 + \frac{4}{5}\mu_2 = 0,62.$$