

Олимпиада «Ломоносов» по физике

10–11 классы, 2019 год

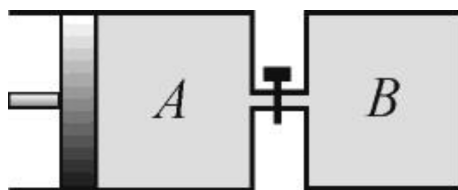
1. Вертолёт Ми-171 массой $m = 7 \cdot 10^3$ кг неподвижно висит над поверхностью Земли. Какую мощность N развивает при этом его двигатель, если диаметр винта вертолётa $d = 20$ м? Считайте, что доля мощности двигателя, расходуемая на образование вертикальной струи воздуха, составляет $\eta = 80\%$ от его полной мощности, а скорость воздуха в этой струе примерно одинакова по всему её сечению. Плотность воздуха $\rho = 1,3$ кг/м³. Ускорение свободного падения примите равным $g = 10$ м/с².



ВОПРОС. Сформулируйте второй и третий законы Ньютона.

$$N = \frac{100\%}{\eta} \frac{m g}{\pi} \sqrt{\frac{\rho}{m g}} \approx 572,77 \cdot 10^3 \text{ Вт}$$

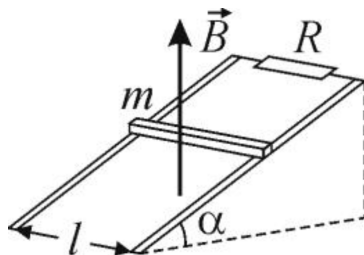
2. Цилиндр A соединён с сосудом B короткой трубкой с краном. В исходном состоянии в сосуде и в цилиндре справа от поршня находились равные количества гелия при одинаковой температуре и давлении $p_0 = 1$ атм. Закрыв кран, объём гелия в цилиндре изобарно уменьшили в $n = 3$ раза, а гелий в сосуде нагрели так, что его давление возросло в $k = 3$ раза. Затем, зафиксировав положение поршня, открыли кран. Пренебрегая объёмом трубки и теплообменом гелия с окружающими телами, определите установившееся давление p в сосуде. Ответ выразите в атмосферах.



ВОПРОС. Запишите уравнение Менделеева-Клапейрона (уравнение состояния идеального газа). Какими уравнениями описываются изотермический, изобарный и изохорный процессы?

$$pV = \nu R T$$

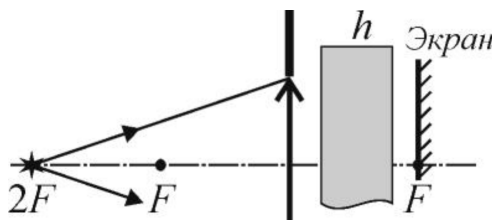
3. По двум проводящим длинным шинам, установленным под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту, поступательно соскальзывает расположенный перпендикулярно шинам медный брусок массой $m = 100$ г (см. рисунок). Вся система находится в однородном вертикальном магнитном поле, модуль индукции которого равен $B = 0,1$ Тл. Сверху шины замкнуты на резистор сопротивлением $R = 0,1$ Ом. Коэффициент трения между поверхностями шин и бруска равен $\mu = 0,5$, а расстояние между шинами $\ell = 1$ м. Пренебрегая сопротивлением шин, бруска и мест контакта между ними, найдите тепловую мощность N , выделяющуюся в резисторе при движении бруска с установившейся скоростью. Ускорение свободного падения примите равным $g = 10$ м/с².



ВОПРОС. Сформулируйте закон электромагнитной индукции и правило Ленца.

$$N = \left(\frac{B\ell(\cos\alpha + \mu \sin\alpha)}{mg(\sin\alpha - \mu \cos\alpha)} \right)^2 R \approx 36 \cdot 10^{-3} \text{ Вт}$$

4. Тонкая собирающая линза плотно вставлена в круглое отверстие в непрозрачной ширме. Точечный источник света располагается на главной оптической оси на удвоенном фокусном расстоянии от неё. При этом на экране, установленном в фокальной плоскости по другую сторону от линзы перпендикулярно её главной оптической оси, наблюдается светлое пятно диаметра $d = 1$ см. Каким станет диаметр d_1 светлого пятна на экране, если между ним и линзой поместить плоскопараллельную стеклянную пластинку толщиной $h = 2$ см с показателем преломления $n = 2$? Фокусное расстояние линзы $F = 10$ см. Учтите, что для малых значений аргумента x , заданного в радианах, справедливы приближенные формулы $\sin x \approx \text{tg } x \approx x$.



ВОПРОС. Какие линзы называют тонкими? Что такое фокусное расстояние и оптическая сила тонкой линзы?

$$n \approx 1,11 \cdot 10^3 = \left(\frac{u_d}{(1-u)^d} + 1 \right) p = 1p$$