

Московская олимпиада школьников по физике

10 класс, первый тур, 2011 год

ЗАДАЧА 1. В далёком космосе оказался школьный динамометр, корпус которого имеет массу $M = 20$ г, а пружина имеет массу $m = 10$ г. За крючок, укреплённый на корпусе, тянут с силой $F_1 = 5$ Н, направленной вдоль оси пружины, а за крючок, находящийся на свободном конце пружины, тянут с силой $F_2 = 2$ Н, направленной в сторону, противоположную силе F_1 . Что будет «показывать» динамометр, то есть напротив какого деления на шкале остановится индикаторная стрелка?

$$F = \frac{(m+M)z}{z + \frac{m}{M}z} = F$$

ЗАДАЧА 2. На гладкой горизонтальной поверхности находится жёсткий клин массой M , причём его гладкая наклонная поверхность составляет угол α с горизонтом. На этот клин налетает жёсткий шарик массой m , у которого за мгновение до столкновения с наклонной поверхностью клина скорость была горизонтальной. Происходит абсолютно упругий удар. При каком отношении m/M шарик после удара будет двигаться в вертикальном направлении?

$$v_{\text{шарика}} - 1 = M/m$$

ЗАДАЧА 3. Школьник Коля налил в тарелку холодную окрошку, имеющую температуру $t_{\text{окр}} = 10^\circ\text{C}$. Масса окрошки в тарелке равна $m = 300$ г, а её удельная теплоёмкость равна удельной теплоёмкости воды $c_{\text{в}} = 4200$ Дж/(кг · °C). Коля добавил в окрошку горячую картошку, которая имела температуру $t_{\text{карт}} = 80^\circ\text{C}$. Полная теплоёмкость добавленной картошки равна $C = 450$ Дж/°C. После установления теплового равновесия температура картошки и окрошки оказалась равной $t = 22^\circ\text{C}$. В какую сторону было передано больше теплоты при теплообмене с окружающей средой: от содержимого тарелки в среду или наоборот, и на сколько больше?

$$Q_{\text{от окрошки}} = (m_{\text{окр}} - t) c_{\text{в}} = (t - t_{\text{карт}}) C = Q_{\text{к среде}}$$

ЗАДАЧА 4. В интернете сейчас можно легко найти видеозаписи различных физических опытов, в частности, такого.

Группа студентов напускает в большое корыто до краёв какой-то тяжелый газ из баллона, а потом кладёт на поверхность этого газа в корыте модель корабля, согнутую из алюминиевой фольги, и этот «корабль» плавает, как настоящий «летучий голландец»! Потом студенты зачерпывают ковшиком газ из корыта, переливают его внутрь «корабля», и он тонет.

Найдите, какой минимальной молярной массой μ должен обладать этот тяжёлый газ, чтобы в нём мог плавать «корабль» в форме прямоугольного параллелепипеда (с открытым верхом), согнутый из бытовой алюминиевой фольги толщиной $h = 25$ мкм. Размеры «корабля»: длина $a = 50$ см, ширина $b = 20$ см, высота бортов $c = 10$ см. Считать, что лишние куски, образовавшиеся при сгибании параллелепипеда из листа фольги, удалены. Плотность алюминия $\rho_{\text{Al}} = 2,7$ г/см³, плотность воздуха при данных условиях равна $\rho_{\text{в}} = 1,3$ кг/м³, средняя молярная масса воздуха $\mu_{\text{в}} = 29$ г/моль.

$$\rho_{\text{газа}} \approx \left(\frac{\rho_{\text{Al}} h}{\rho_{\text{в}} (c^2 + a^2 + b^2)} + 1 \right) \mu \leq \mu$$

ЗАДАЧА 5. Из трёх одинаковых батареек собрали цепь, схема которой изображена на рисунке. Что покажет вольтметр, подключённый к выводам 1 и 2? ЭДС каждой из батареек равна \mathcal{E} .

$$\boxed{\mathcal{E}/\mathcal{E} = 1}$$

