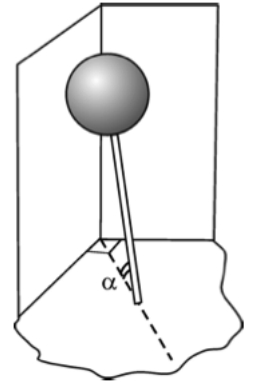


# Московская олимпиада школьников по физике

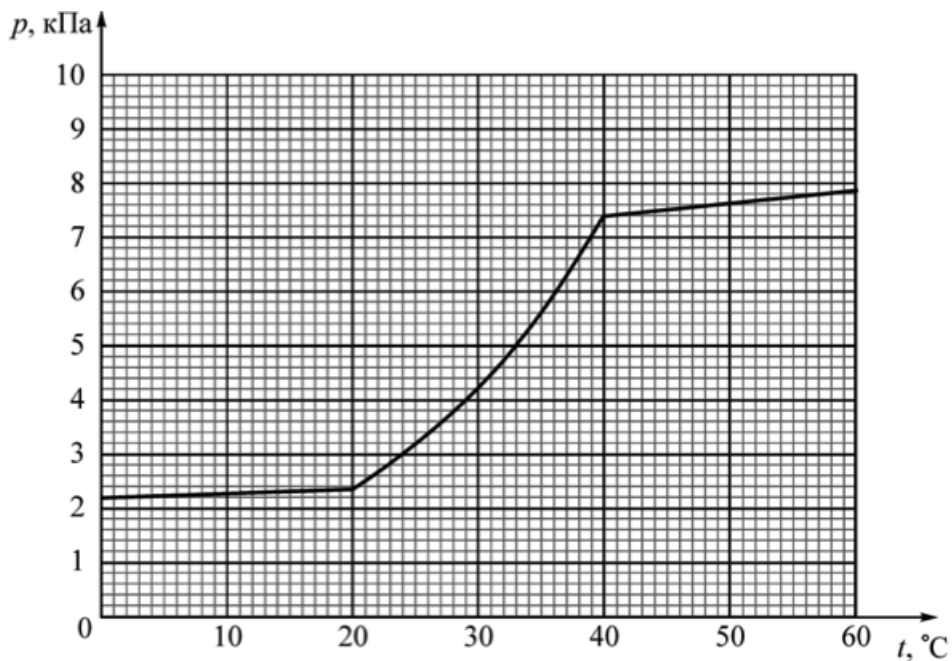
## 11 класс, второй тур, 2012 год

ЗАДАЧА 1. «Чупа-чупс стоял в углу. . . » За что его поставили, неясно, но стоять ему не очень-то хотелось. Вот он и стал постепенно отставлять свою «ножку» всё дальше вдоль биссектрисы того прямого угла между стенками, в который его поставили, а «головой» опираясь о стенки (см. рисунок). При каком угле  $\alpha$  между ножкой и полом чупа-чупс упадёт? Считать, что вся его масса сосредоточена в однородной шарообразной «голове» радиусом  $R$ , расстояние от центра головы до конца ножки равно  $l$ , коэффициент трения головы о стенки угла —  $\mu_1$ , а ножки об пол —  $\mu_2$ . Решите задачу в общем виде, а затем проведите численный расчёт угла  $\alpha$  для случая  $\mu_1 = \mu_2 = 0,6$ ,  $l = 4R$ .



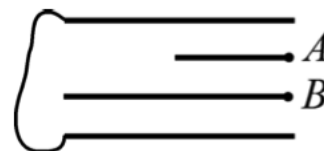
$$\alpha = \arccos \frac{\frac{\mu_1 + 1}{l} \sqrt{R^2 + l^2}}{\mu_1 + 1} \approx 54,6^\circ$$

ЗАДАЧА 2. Сосуд объёмом  $V = 1 \text{ м}^3$  разделён на две части лёгким тонким подвижным теплопроводящим поршнем, по одну сторону от которого находится вода, по другую — азот. График зависимости давления в системе от температуры приведён на рисунке. Сколько молей воды и сколько молей азота находятся в сосуде? Трения нет, универсальная газовая постоянная  $R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$ .



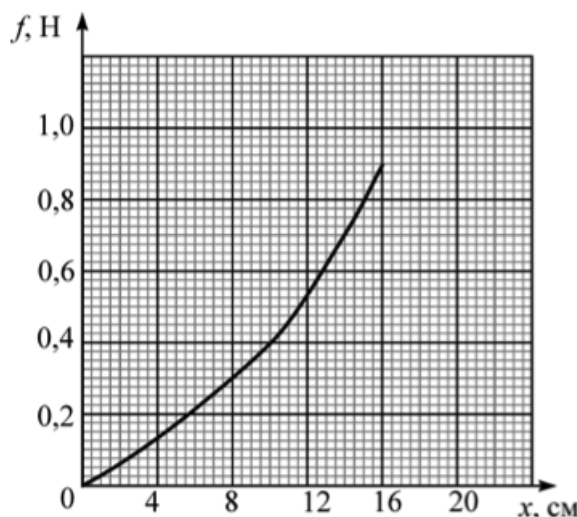
$$n_{\text{азот}} \approx 0,97 \pm 0,01 \text{ моль}, n_{\text{вода}} \approx 1,87 \pm 0,02 \text{ моль}$$

ЗАДАЧА 3. Электрическая ёмкость плоского конденсатора, состоящего из двух одинаковых параллельных друг другу пластин, находящихся на расстоянии  $d$ , равна  $C$ . Четыре такие пластины расположили параллельно друг другу на расстоянии  $d$ , соединив две внешние пластины тонким проводом. От одной из внутренних пластин отрезали и удалили половину. Какова ёмкость такой системы проводников, если её измеряют между указанными на рисунке точками  $A$  и  $B$ ?



$$C \frac{d}{\epsilon} = \epsilon \epsilon_0 C$$

ЗАДАЧА 4. Резиновый жгут и пружина в нерастяннутом состоянии имеют одинаковые длины. Коэффициент жёсткости пружины равен  $k = 4$  Н/м. График зависимости модуля  $f$  силы растяжения жгута от его удлинения  $x$  приведён на рисунке. Пружина и жгут очень лёгкие. Пружину подвешивают за один из концов к потолку, а к её второму концу прикрепляют конец жгута (при этом пружина и жгут оказываются соединёнными последовательно).



1) К свободному нижнему концу жгута прикладывают направленную вниз силу с модулем  $F = 0,7$  Н. На какую суммарную величину  $X$  растянутся пружина и жгут?

2) Найдите массу  $m$  груза, который нужно подвесить к свободному нижнему концу жгута, чтобы суммарное удлинение системы в положении равновесия было равно  $L = 20$  см.

3) Оцените энергию  $E$ , которая будет запасена в жгуте при подвешивании к его свободному нижнему концу покоящегося груза найденной выше массой  $m$ .

4) Груз этой массой  $m$ , подвешенный к свободному нижнему концу жгута, заставили свободно колебаться с амплитудой  $A = 2$  мм вокруг положения равновесия. Пренебрегая трением, оцените, чему будет равен период таких колебаний груза.

При решении задачи считайте, что ускорение свободного падения равно  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

$$C \frac{d}{\epsilon} = \epsilon \epsilon_0 C \quad (1) \quad X = 31,5 \text{ см}; (2) \quad m = 40 \text{ г}; (3) \quad E = 18 \pm 2 \text{ мДж}; (4) \quad T = 0,84 \pm 0,05 \text{ с}$$

ЗАДАЧА 5. Летом в ясный солнечный день школьник вышел во двор своего дома с прямоугольным зеркальцем в руках. Поймав зеркальцем солнечный свет, он направил зайчик перпендикулярно на неосвещённую стену дома и стал постепенно отходить от неё. Оказалось, что вначале зайчик имел квадратную форму со стороной  $d = 5$  см, а потом его края стали размываться, и он постепенно стал практически круглым, с небольшим размывом по краям. Пренебрегая явлением дифракции, объясните наблюдаемый эффект и оцените, при каком расстоянии  $L$  от стены ширина размытой области на краю зайчика станет менее 10% от диаметра его ярко освещённой круглой части. Размер зеркальца  $5 \times 7$  см, угловой размер Солнца  $\varphi \approx 0,01$  радиана.

$$w \approx \frac{\varphi}{\rho} < 7$$