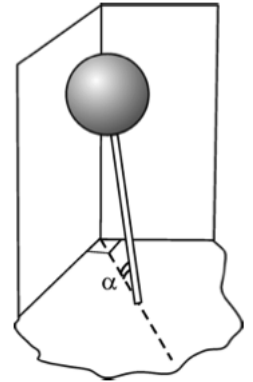


Московская олимпиада школьников по физике

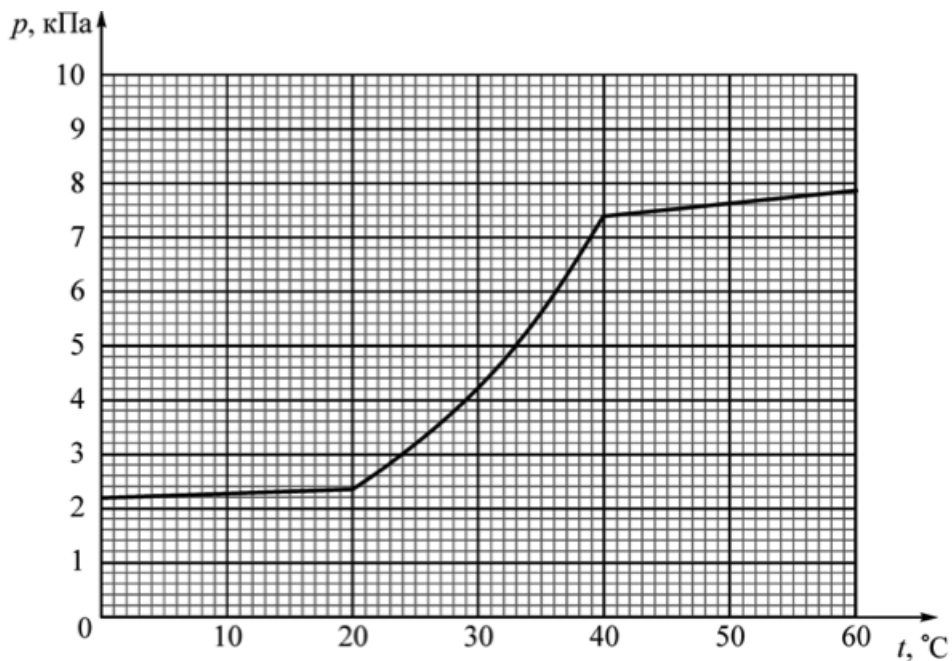
11 класс, второй тур, 2012 год

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 α 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 — μ_1 , а ножки об пол — μ_2 . Решите задачу в общем виде, а затем проведите численный расчёт угла α для случая $\mu_1 = \mu_2 = 0,6$, $l = 4R$.



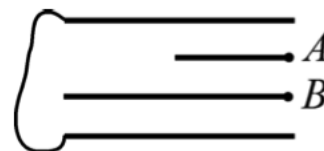
$$\alpha = \arccos \frac{\frac{\mu_1 + 1}{l} \sqrt{R^2 + l^2}}{\mu_1 + 1} \approx 54,6^\circ$$

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 $R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$.



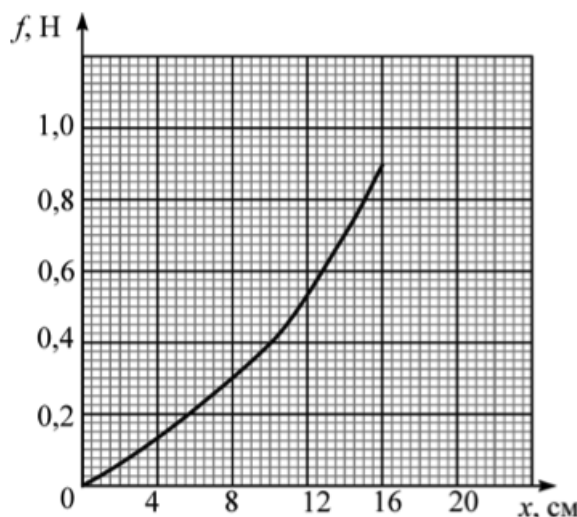
$$n_{\text{азот}} \approx 0,97 \pm 0,01 \text{ моль}, n_{\text{вода}} \approx 1,87 \pm 0,02 \text{ моль}$$

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 ?



$$C \frac{1}{9} = \epsilon V C$$

ЗАДАЧА 4. Резиновый жгут и пружина в нерастянутом 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/с².

$$C \frac{1}{9} = \epsilon V C \quad (1) \quad X = 31,5 \text{ cm}; (2) \quad m = 40 \text{ g}; (3) \quad E = 18 \pm 2 \text{ mJ}; (4) \quad T = 0,84 \pm 0,05 \text{ c}$$

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 размывной области на краю зайчика станет менее 10% от диаметра его ярко освещённой круглой части. Размер зеркальца 5×7 см, угловой размер Солнца $\varphi \approx 0,01$ радиана.

$$w \approx \frac{\varphi}{100} < 7$$