

**ЗАДАНИЕ ПО ФИЗИКЕ**  
**ВАРИАНТ 27081** для 8-го класса

1. Каждый год в НИУ МЭИ проходит «Ночь техники», на которую приезжают школьники. Они посещают научные и учебные лаборатории и смотрят различные опыты. Один из опытов в лаборатории кафедры физики проводили следующим образом. Сначала на электронных весах взвесили оболочку воздушного шарика, а затем его надули и взвесили снова. Что произошло с показаниями весов? Объясните ответ.

**Решение.**

**1 случай.** На весах взвешивают оболочку воздушного шарика. Очевидно, что показания весов определяются силой тяжести, действующей на оболочку  $m_{об}g$ , а силой Архимеда (в данном случае) можно пренебречь.

**2 случай.** Шарик надули воздухом. Показания весов определяются результирующей трех сил:  $m_{об}g + m_{воздуха}g - F_{арх}$ , где  $F_{арх} = \rho_{воздуха}gV_{шарика}$ . Очевидно, что поскольку оболочка тонкая, а давление внутри шарика не может существенно превышать атмосферное, то показания весов не изменяются.

*Ответ: Показания весов не изменяются, если шарик накачали воздухом.*

2. Для проведения физических опытов одноклассникам Пете и Кате была нужна вода с температурой в интервале от  $70^{\circ}\text{C}$  до  $80^{\circ}\text{C}$ . Они взяли сосуд объемом 2 литра и налили туда треть литра воды при температуре  $80^{\circ}\text{C}$ . Когда вода остыла до  $70^{\circ}\text{C}$ , Петя добавил к ней кипящей воды так, чтобы температура воды в сосуде вновь стала равна  $80^{\circ}\text{C}$ . Так он поступал несколько раз, пока это позволял объем сосуда. На какую часть своего объема оказался в конце концов заполнен сосуд?

**Решение.**

Уравнение теплового баланса для процесса, описанного в условии задачи, имеет вид

$$mt_1 + Mt_2 = (m + M)t_3,$$

где  $m$  – масса воды, охлажденной до  $t_1 = 70^{\circ}\text{C}$ ;  $M$  – масса доливаемой воды при температуре  $t_2 = 100^{\circ}\text{C}$ ;  $t_3 = 80^{\circ}\text{C}$ . Из уравнения теплового баланса находим

$$M = \frac{1}{2}m.$$

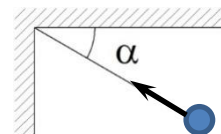
Объемы воды в сосуде принимают последовательность значений

$$\frac{1}{3}\text{ л}; \quad \frac{1}{2}\text{ л}; \quad \frac{3}{4}\text{ л}; \quad \frac{9}{8}\text{ л}; \quad \frac{27}{16}\text{ л}; \quad \frac{81}{32}\text{ л} \dots$$

Таким образом, после четырех доливаний вода в сосуде будет занимать объем  $\frac{27}{16}$  л. При

этом сосуд наполнен на  $\frac{27}{2 \cdot 16} = \frac{27}{32} \approx 84\%$ .

3. Два плоских зеркала, расположенных вертикально, образуют прямой угол. Муха летит горизонтально так, что ее скорость  $v$  направлена в ребро угла и образует угол  $\alpha = 30^{\circ}$  с одним из зеркал. Сколько своих отражений видит муха и с какими скоростями относительно неё они движутся?

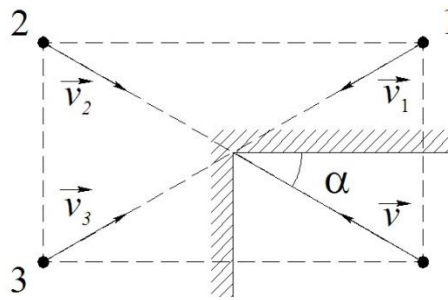


**Решение.**

На рисунке показаны изображения мухи и скорости изображений.

Нетрудно увидеть, что навстречу мухе движутся три её изображения со скоростями:

$$v_1 = 2v \sin \alpha = v; \quad v_2 = 2v; \quad v_3 = 2v \cos \alpha = \sqrt{3}v.$$



4. Петя сделал модель корабля и стал испытывать её в цилиндрической бочке. К Пете подошла его младшая сестра Лена, посадила на корабль в качестве «пассажира» своего резинового ёжика и стала играть. Петя заметил, что при плавании корабля с ёжиком уровень воды в бочке выше на 1 см того уровня воды, который был в бочке изначально (без корабля и без ёжика). В результате неосторожности при игре корабль перевернулся и пошёл ко дну, при этом ёжик остался на плаву. Петя заметил, что уровень воды в бочке при этом понизился на 3 мм. Попробуйте рассчитать отношение средней плотности материала модели корабля к плотности воды, если масса корабля в  $n = 3/2$  раза больше массы ёжика.

**Решение.**

$m$  – масса ёжика

$x_1 = 10$  мм – повышение уровня воды из-за корабля и ёжика по отношению к уровню пустой бочки

$\rho = k\rho_в$  – средняя плотность материала модели корабля

$x_2$  – повышение уровня воды после падения ёжика и утопления корабля по отношению к уровню пустой бочки

$x = x_1 - x_2 = 3$  мм – понижение уровня воды в бочке после падения ёжика и утопления корабля

$$\begin{cases} nm + m = \rho_в S x_1 \\ \rho_в \frac{nm}{k\rho_в} + m = \rho_в S x_2 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} nm + m = \rho_в S x_1 \\ \frac{nm}{k} + m = \rho_в S x_2 \end{cases}$$

$$\frac{k(n+1)}{n+k} = \frac{x_1}{x_2}$$

$$k(n+1)x_2 = (n+k)x_1$$

$$k[(n+1)x_2 - x_1] = nx_1$$

$$k = \frac{nx_1}{(n+1)x_2 - x_1} = \frac{nx_1}{(n+1)(x_1 - x) - x_1} = \frac{1,5 \cdot 10}{2,5 \cdot 7 - 10} = 2$$

5. Дядюшка Поджер (рассказ Дж. К. Джерома) забил гвоздь в стену и собрался вешать картину. У него есть моток прекрасного шелкового шнура, кусок которого он закрепил в специальных защелках в двух верхних углах картины и накинул шнурок на гвоздь. Однако картина никак не желала висеть ровно – она постоянно сползала то в одну, то в другую сторону. Очевидно трение между шнурком и гвоздем было слишком мало. Определите, какой длины должен быть шнурок, чтобы дядюшка Поджер смог всё же ровно подвесить прямоугольную картину с размерами  $a = 3$  фута по горизонтали и  $b = 2$  фута по вертикали, если полностью пренебречь трением между шнурком и гвоздем. Считать также, что защелки в углах картины не требуют дополнительной длины шнура для его фиксации, а их массой, как и массой самого шнура, можно пренебречь.

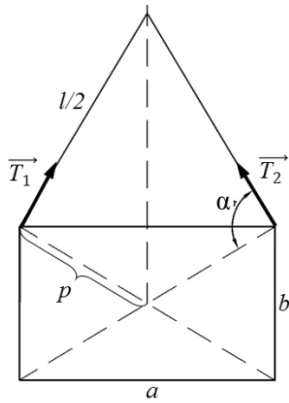


Рис.1

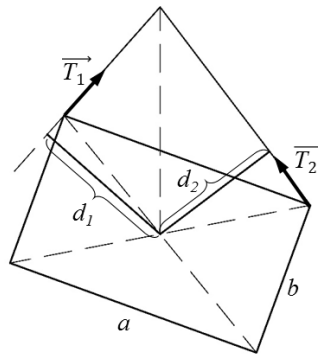


Рис. 2

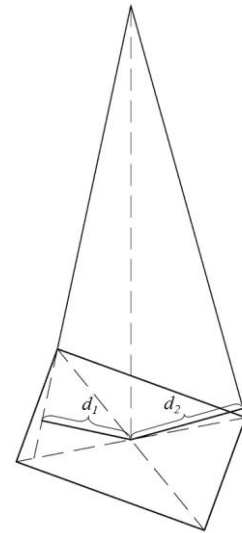


Рис. 3

Рис.1 картина находится в равновесии – моменты сил натяжения нити равны, т.к.  $T_1 = T_2$  и  $d_1 = d_2$ .

Рис.2, 3 картину вывели из положения равновесия, повернув вправо. Положение равновесия устойчивое если момент силы  $T_2$  больше момента силы  $T_1$ .  $T_1 = T_2$ , следовательно  $d_2 > d_1$  и неустойчивое если  $d_2 < d_1$ .

$d_2 > d_1$  если угол  $\alpha > 90^\circ$  (Рис.3),

$d_2 < d_1$  если угол  $\alpha < 90^\circ$  (Рис.2)

Рассмотрим крайний случай  $\alpha = 90^\circ$  (рис.1)

Из подобия треугольников получаем:

$$\frac{b}{2p} = \frac{a/2}{l/2}, \quad l_{кр} = \frac{2ap}{b} = \frac{a}{b} \sqrt{a^2 + b^2}$$

Ответ: Устойчивое равновесие если  $l \geq \frac{a}{b} \sqrt{a^2 + b^2} = 5,4$  фута.