

Олимпиада «Шаг в будущее» по физике

10 класс, 2021 год, вариант 2

1. Мальчик бьет по мячу. После удара мяч улетает под углом $\alpha = 45^\circ$ к горизонту и приземляется на расстоянии $s = 25,6$ м от мальчика. Чему равна средняя сила удара по мячу, если масса мяча $m = 0,5$ кг, а время удара $\tau = 0,02$ с? Сопротивлением воздуха пренебречь.

$$F_{\text{ср}} = \frac{mv_{\text{ис}}}{\tau} = \frac{mgs}{2\tau} = 400 \text{ Н}$$

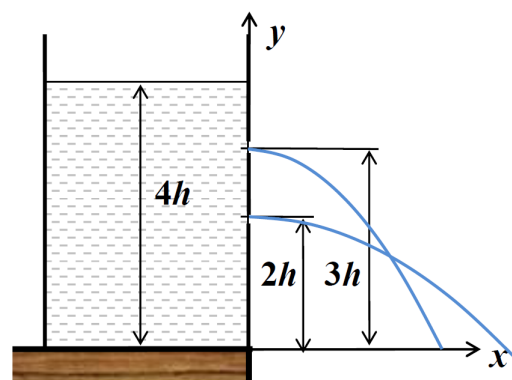
2. Цирковой гимнаст ложится на туго натянутую упругую предохранительную сетку, в результате чего максимальное провисание сетки равно $\Delta l_0 = 9$ см. С какой безопасной максимальной высоты, отсчитываемой от уровня сетки, может упасть (без начальной скорости) гимнаст, чтобы максимальное провисание сетки в этом случае было не больше $\Delta l = 60$ см?

$$h = \frac{g}{2k} \left(1 - \frac{\Delta l_0}{\Delta l} \right) = 0,9 \text{ м}$$

3. Три космических тела массы m каждое лежат в одной плоскости и находятся в вершинах равностороннего треугольника, сохраняя эту конфигурацию в процессе вращения вокруг общего центра масс. Период вращения этой системы известен и равен T . Определите расстояние L между телами, считая его много большим размеров самих тел.

$$L = \sqrt[3]{\frac{3m}{2} \frac{4\pi^2}{GT^2}} = 1,5 \text{ м}$$

4. На краю стола стоит открытый сосуд, заполненный жидкостью до высоты $4h$. В сосуде на одной вертикали сделаны малые одинаковые отверстия, из которых может вытекать жидкость. Отверстия расположены на расстояниях $2h$ и $3h$ от поверхности стола (см. рис.). Определите, на какой высоте от поверхности стола пересекаются струи, вытекающие из отверстий? Сосуд остается неподвижным, высота уровня жидкости в сосуде за время наблюдения практически не меняется.



$$y = \tau h = 1,5h$$

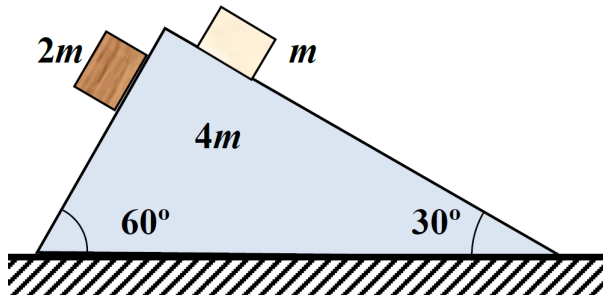
5. Тепловая машина, рабочим телом которой является одноатомный идеальный газ, совершает циклический процесс, состоящий из трех участков. Вначале газ адиабатически расширяется, при этом его температура уменьшается от $4T$ до T , затем сжимается изобарно до первоначального объема и, наконец, нагревается изохорно до первоначального давления. Найдите КПД тепловой машины, участвующей в этом процессе.

Примечание: уравнение адиабаты для одноатомного идеального газа имеет вид:

$$pV^{\frac{5}{3}} = \text{const.}$$

$$\eta = \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{p_1 V_1 - p_2 V_2}{p_1 V_1} = 0,25$$

6. На гладкой горизонтальной поверхности находится гладкий клин массой $4m$, имеющий форму треугольной призмы, в основании которой лежит прямоугольный треугольник с углами 60° и 30° . На клин осторожно поставили два гладких тела, массами $2m$ и m , как показано на рисунке. Определите, в какую сторону, и с каким ускорением будет двигаться клин, если оба тела одновременно начнут скользить по его боковым поверхностям?



$$\text{Влево, } a = \frac{g(\sin 2\alpha - \frac{1}{2} \sin 2\beta)}{4 + 2 \sin^2 \alpha + \sin^2 \beta} = 0,75 \text{ м/с}^2$$

7. Имеется нерастворимый в керосине полидисперсный (с частицами разных размеров) порошок из материала неизвестной плотности. Насыпная плотность (отношение массы к занимаемому порошком объему) материала равна 1450 кг/м^3 . Средняя плотность материала, залитого керосином — 1950 кг/м^3 .

Плотность керосина принять равной 800 кг/м^3 .

Найдите долю, занимаемую материалом в засыпанном им объеме (коэффициент заполнения).

$$\frac{8}{3}$$