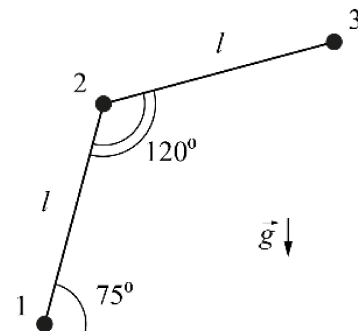


## Всероссийская олимпиада школьников по физике

9 класс, региональный этап, 2021/22 год

**Задача 1. Три ракеты.** Из точки, находящейся на высоте  $h$  над поверхностью земли, под разными углами к горизонту с одинаковыми скоростями  $v_0$  одновременно разлетаются три осколка фейерверка. Векторы их скоростей лежат в одной вертикальной плоскости. Через время  $\tau = 1,0$  с после вылета осколки взрываются. Вспышка первого происходит у самой поверхности земли, вспышка второго — на расстоянии  $l = 10$  м от первого, а вспышка третьего — на таком же расстоянии  $l$  от второго. Отрезок, соединяющий две первые вспышки, составляет угол  $75^\circ$  с горизонтом, а отрезок, соединяющий вторую и третью вспышку, составляет угол  $120^\circ$  с первым отрезком, как показано на рисунке. Определите:



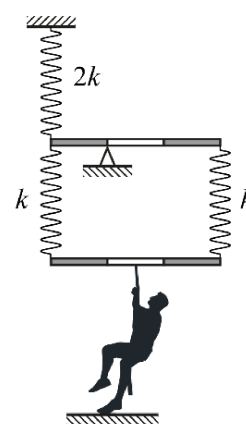
1. начальные скорости  $v_0$  осколков;
2. углы с горизонтом, под которыми направлены векторы начальных скоростей каждого из осколков;
3. высоту  $h$ , на которой разорвался фейерверк.

Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

$$v_0 \approx 4 \text{ м/с}; \tau = 1 \text{ с}; l = 10 \text{ м}; g = 10 \text{ м/с}^2; \alpha = 75^\circ; \beta = 120^\circ; h \approx 7,6 \text{ м}$$

**Задача 2. Пружины.** Система состоит из трёх лёгких пружин и двух лёгких стержней. Коэффициенты жёсткости пружин указаны на рисунке. Верхний стержень на трети своей длины прикреплен к шарнирной опоре.

1. Как изменится (в какую сторону и на сколько) длина верхней пружины, если к середине нижнего стержня приложить внешнюю силу  $F$ , направленную вертикально вниз?
2. Чему равен коэффициент  $k_0$  — жёсткости системы, если на неё действовать внешней вертикальной силой, приложенной к середине нижнего стержня?



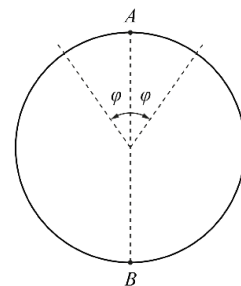
Углы поворота стержней малы. Пружины остаются вертикальными.

$$k_0 = 8k/5; \Delta x = F/(4k); \Delta x = F/(8k/5)$$

**ЗАДАЧА 3. Сосуды с водой.** В трёх сосудах находится вода массой  $m$ ,  $2m$  и  $4m$  при температуре  $t = 20^\circ\text{C}$ ,  $3t$  и  $2t$  соответственно. Порцию воды из первого сосуда переливают во второй. Затем такую же по массе порцию из второго сосуда переливают в третий. И в завершение, такую же порцию из третьего сосуда переливают в первый. В результате в первом сосуде устанавливается равновесная температура  $t_1 = 28^\circ\text{C}$ , а во втором —  $t_2 = 54^\circ\text{C}$ . Определите новую температуру  $t_3$  в третьем сосуде. Тепловыми потерями и теплоёмкостью сосудов можно пренебречь.

$$\square \circ \text{IV} = \varepsilon_7$$

**ЗАДАЧА 4. Кольцо.** Кольцо радиусом  $r$  сделано из проволоки, удельное сопротивление  $\rho$  которой увеличивается от точки  $A$  до точки  $B$  по линейному закону  $\rho = \alpha\varphi$ , где  $\alpha$  — известная постоянная,  $\varphi$  — угол, отсчитываемый от точки  $A$  по (или против) часовой стрелки, как показано на рисунке.



1. Определите сопротивление  $R_0$  всей проволоки, из которой изготовлено кольцо.
2. Найдите на кольце две точки  $M$  и  $N$ , между которыми эквивалентное сопротивление  $R_{MN}$  кольца максимально при минимальном расстоянии между  $M$  и  $N$ . Определите значение этого сопротивления  $R_{\max}$  и расстояние  $L$  между  $M$  и  $N$ .

Площадь  $S$  сечения проволоки известна и постоянна вдоль всего кольца.

$$\square \text{I} R_0 \approx \left( \frac{\rho_0}{\alpha} \right) \sin \mu = \frac{\rho_0}{\alpha} \frac{S}{2r} \sin \mu = \frac{\rho_0 S}{2r \alpha} \sin \mu \quad (1)$$

**ЗАДАЧА 5. Параллелограмм.** На рисунке обозначены образующие параллелограмм два точечных действительных источника света и два их изображения, полученные с помощью тонкой линзы. Построением определите тип линзы, её положение, положение главной оптической оси (ГОО) и фокусов  $F$ .

