

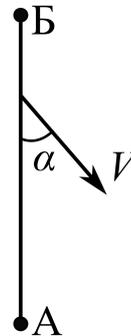
## Олимпиада «Физтех» по физике

### 9 класс, 2024 год, вариант 1

1. Беспилотные летательные аппараты применяют для доставки полезных грузов. Продолжительность полета аппарата по маршруту  $A \rightarrow B$  в безветренную погоду составляет  $T_0 = 400$  с. Расстояние  $AB$  равно  $S = 9,6$  км.

1. Найдите скорость  $U$  аппарата в спокойном воздухе.

Допустим, что в течение всего времени полета ветер дует с постоянной скоростью  $V = 16$  м/с под углом  $\alpha$  к прямой  $AB$  (см. рис.) таким, что  $\sin \alpha = 0,6$ .



2. Найдите продолжительность  $T_1$  полета по маршруту  $A \rightarrow B$  в этом случае. Скорость аппарата относительно воздуха постоянна и равна  $U$ .

3. При каком значении угла  $\alpha$  продолжительность полета по маршруту  $A \rightarrow B \rightarrow A$  максимальная? Движение аппарата прямолинейное.

4. Найдите максимальную продолжительность  $T_{\max}$  полета по маршруту  $A \rightarrow B \rightarrow A$ . Движение аппарата прямолинейное.

$$T_0 = \frac{S}{U} = 400 \text{ с} \Rightarrow U = \frac{S}{T_0} = \frac{9600 \text{ м}}{400 \text{ с}} = 24 \text{ м/с}$$

2. Школьник наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Модуль скорости мяча через  $t_1 = 1$  с и  $t_2 = 2$  с после старта одинаков. За этот промежуток времени вектор скорости повернулся на угол  $2\beta = 60^\circ$ . Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

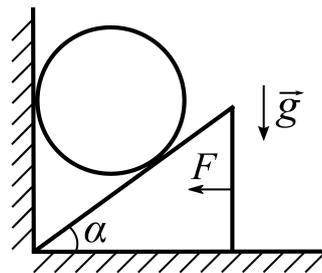
1. Найдите продолжительность  $T$  полета от старта до падения на площадку.

2. Найдите максимальную высоту  $H$  полета.

3. Найдите радиус  $R$  кривизны траектории в момент времени  $t_1 = 1$  с.

$$v(t_1) = v(t_2) \Rightarrow v_0^2 + 2gt_1v_0 \cos \beta = v_0^2 + 2gt_2v_0 \cos \beta \Rightarrow 2gt_1v_0 \cos \beta = 2gt_2v_0 \cos \beta \Rightarrow t_1 = t_2$$

3. Клин с углом при вершине  $\alpha = 30^\circ$  находится на горизонтальной поверхности. На наклонной плоскости клина покоится однородный шар (см. рис.), касающийся вертикальной стенки. Массы шара и клина одинаковы и равны  $m = 1$  кг. Трения нет. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.



1. Найдите горизонтальную силу  $F$ , которой систему удерживают в покое.

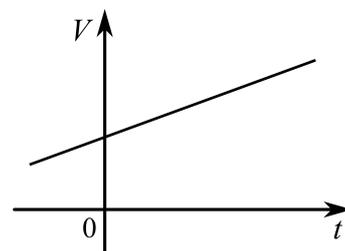
Силу  $F$  снимают, шар и клин приходят в поступательное прямолинейное движение с нулевой начальной скоростью. После перемещения по вертикали на  $H = 0,8$  м шар абсолютно упруго сталкивается с горизонтальной поверхностью.

2. Найдите перемещение  $h$  шара после соударения до первой остановки.
3. Найдите ускорение  $a$  клина в процессе разгона.
4. При каком значении угла  $\alpha$  ускорение клина максимальное?
5. Найдите максимальное ускорение  $a_{\max}$  клина.

$$F = mg \tan \alpha \approx 5,8 \text{ Н}; H = 0,2 \text{ м}; a = g \sin^2 \alpha = 4,33 \text{ м/с}^2; \alpha = 45^\circ; a_{\max} = g/2 = 5 \text{ м/с}^2$$

4. На шкале ртутного термометра расстояние между отметками  $t_1 = 35^\circ\text{C}$  и  $t_2 = 42^\circ\text{C}$  равно  $L = 5$  см. В термометре находится  $m = 2$  г ртути.

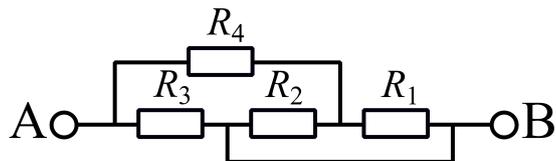
Экспериментально установлено, что с ростом температуры объем ртути увеличивается по линейному закону. График зависимости объема  $V$  ртути от температуры  $t$ , измеренной в градусах Цельсия, представлен на рисунке к задаче. При температуре  $t_{100} = 100^\circ\text{C}$  объем ртути в  $\beta = 1,018$  раза больше объема ртути при  $t_0 = 0^\circ\text{C}$ . Плотность ртути при температуре  $t_0 = 0^\circ\text{C}$  считайте равной  $\rho = 13,6$  г/см<sup>3</sup>. Тепловое расширение стекла пренебрежимо мало.



1. Следуя представленным опытными данным, запишите формулу зависимости объема  $V(t)$  ртути от температуры  $t$ , измеренной в градусах Цельсия. Формула должна содержать величины:  $m$ ,  $\rho$ ,  $\beta$ ,  $t_0$ ,  $t_{100}$ ,  $t$ .
2. Найдите приращение  $\Delta V$  объема ртути при увеличении температуры от  $t_1 = 35^\circ\text{C}$  до  $t_2 = 42^\circ\text{C}$ . В ответе приведите формулу и число в мм<sup>3</sup>.
3. Найдите площадь  $S$  поперечного сечения капилляра термометра. Ответ представьте в мм<sup>2</sup>.

$$\Delta V = \rho \cdot L \cdot \Delta \epsilon \approx \frac{7}{13,6} = S \left( \epsilon_{100} - \epsilon_{35} \right) \approx \frac{0,2 - 0,012}{1,018 - 1} (1 - \epsilon) \frac{d}{m} = 13,6 \left( \left( \frac{0,2 - 0,012}{0,2 - 1} (1 - \epsilon) + 1 \right) \frac{d}{m} - 1 \right) L$$

5. В цепи, схема которой представлена на рисунке к задаче, сопротивления резисторов  $R_1 = 5 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 20 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 10 \text{ Ом}$ ,  $R_4 = 6 \text{ Ом}$ .



1. Найдите эквивалентное сопротивление  $R_{\text{экв}}$  цепи.

Контакты  $A$  и  $B$  подключают к источнику постоянного напряжения  $U = 10 \text{ В}$ .

2. Найдите мощность  $P$ , которая рассеивается на всей цепи.

3. На каком резисторе рассеивается наименьшая мощность? Найдите эту наименьшую мощность  $P_{\text{min}}$ .

$1) R_{\text{экв}} = 5 \text{ Ом}; 2) P = \frac{U^2}{R_{\text{экв}}} = 0,8 \text{ Вт}; 3) P_{\text{min}} = 0,04 \frac{\text{Вт}}{\text{Ом}}$
--