

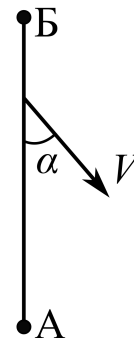
Олимпиада «Физтех» по физике

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 α 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 α 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/с².

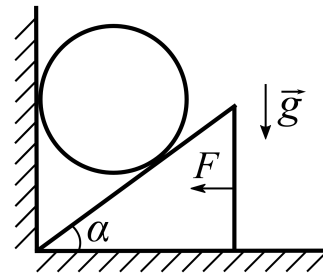
1. Найдите продолжительность T полета от старта до падения на площадку.

2. Найдите максимальную высоту H полета.

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

$$v(t_1) = v(t_2) \Rightarrow v_0^2 + 2gt_1v_0 \cos \beta = v_0^2 + 2gt_2v_0 \cos \beta \Rightarrow 2gt_1 \cos \beta = 2gt_2 \cos \beta \Rightarrow t_1 = t_2$$

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/с².



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

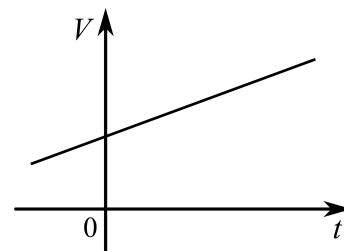
Силу F снимают, шар и клин приходят в поступательное прямолинейное движение с нулевой начальной скоростью. После перемещения по вертикали на $H = 0,8$ м шар абсолютно упруго сталкивается с горизонтальной поверхностью.

2. Найдите перемещение h шара после соударения до первой остановки.
3. Найдите ускорение a клина в процессе разгона.
4. При каком значении угла α 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.

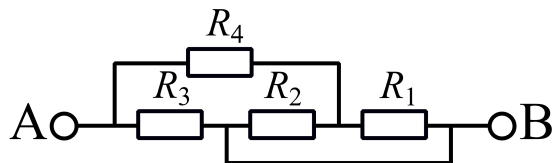
Экспериментально установлено, что с ростом температуры объем ртути увеличивается по линейному закону. График зависимости объема V ртути от температуры t , измеренной в градусах Цельсия, представлен на рисунке к задаче. При температуре $t_{100} = 100^\circ\text{C}$ объем ртути в $\beta = 1,018$ раза больше 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/см³. 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 , ρ , β , t_0 , t_{100} , t .
2. Найдите приращение ΔV 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 мм³.
3. Найдите площадь S поперечного сечения капилляра термометра. Ответ представьте в мм².

$$\Delta V = \rho \cdot L \cdot \Delta \epsilon \approx \frac{7}{13,6} = S \left(\epsilon_{100} - \epsilon_{t_0} \right) \approx \frac{0,2 - 0,012}{1,018 - 1} (1 - \epsilon) \frac{d}{m} = 13,6 \left(\left(\frac{0,2 - 0,012}{1,018 - 1} (1 - \epsilon) + 1 \right) \frac{d}{m} - 1 \right) L$$

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_{min} .

$1) R_{\text{экв}} = 5 \text{ Ом}; 2) P = \frac{U^2}{R} = 20 \text{ Вт}; 3) P_{\text{min}} = 0,04 \frac{\text{Вт}}{\text{Ом}}$
--