

ВсОШ, 2025/26, региональный этап, 11 класс, теоретический тур

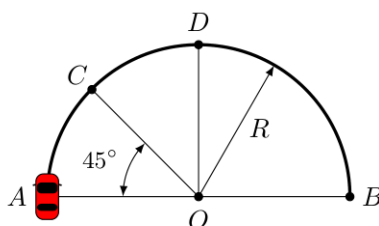
Всероссийская олимпиада школьников по физике [Условия и ответы](#)

Задача 1 По окружности и побыстрее

Автомобилист проезжает полуокружность AB радиусом $R = 80$ м так, чтобы, стартовав из положения покоя, добраться до ее конца как можно быстрее. Поверхность дороги горизонтальна, автомобиль — небольшой по размеру, с мощным двигателем и четырьмя ведущими колесами. Общий коэффициент трения всех колес о дорогу считать постоянным и равным $\mu = 0,5$. Ускорение свободного падения примите равным $g \approx 10$ м/с².

1. До какой максимальной скорости может разогнаться автомобиль на этой дороге?
2. Определите скорость автомобиля при прохождении точек C , D и B во время заезда (см. рисунок).
3. Найдите общее время прохождения полуокружности AB .

Указание: считайте известной константой $\beta \equiv \int_0^1 \frac{dx}{\sqrt{1-x^4}} \approx 1,311$.



Ответ

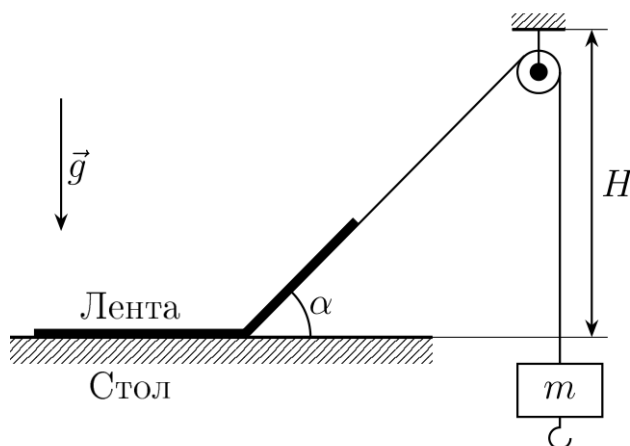
1) $v_m = \sqrt{\mu g R} = 20$ м/с; 2) $v_C = v_D = v_B = v_m = 20$ м/с; 3) $T = \left(\beta + \frac{3\pi}{4} \right) \sqrt{\frac{R}{\mu g}} \approx 14,7$ с.

Задача 2 Клейкая лента

Длинная клейкая лента шириной $d = 2$ см приклеена к горизонтальной поверхности стола. Известно, что для того, чтобы оторвать единицу площади такой ленты от стола, нужно совершить работу $\sigma = 10$ Дж/м² (считайте, что эта величина не зависит от угла, под которым тянут ленту). Лента является невесомой и нерастяжимой.

1. Под каким углом к горизонту и в каком направлении следует тянуть за конец ленты, чтобы сила, при которой лента начнёт отрываться от стола, была минимальной?
2. Один из концов ленты частично оторвали от стола и прикрепили к нему невесомую нить, переброшенную через маленький (по сравнению с длинами нити и ленты) невесомый блок, расположенный на высоте $H = 1$ м, как показано на рисунке. При этом угол между нитью и горизонтом составил $\alpha_1 = 45^\circ$. На другой конец нити прикрепили груз. При какой максимальной массе груза m система будет покоиться?
3. К первому грузу с максимально возможной массой m из предыдущего пункта прикрепили второй с неизвестной массой M и отпустили без начальной скорости. Лента стала

отрываться, и система пришла в движение. Спустя некоторый промежуток времени грузы остановились, а наклонный участок ленты оказался под углом $\alpha_2 = 30^\circ$ к горизонту. Найдите массу второго груза M , расстояние Δh , на которое в результате переместились грузы, а также модули ускорений грузов в момент начала движения a_1 и в момент остановки a_2 .



Ускорение свободного падения примите равным $g = 10 \text{ м/с}^2$.

Ответ

$$1) \alpha = \pi; \quad 2) m = \frac{\sigma d}{(1 - \cos \alpha_1) g} \approx 0,068 \text{ кг}; \quad 3) M = \frac{\sigma d \Delta L}{g \Delta h} - m \approx 32 \text{ г}, \Delta h \approx 0,146 \text{ м}, a_1 \approx 3,2 \text{ м/с}^2, a_2 \approx 4,9 \text{ м/с}^2.$$

Задача 3 Быстрые поршни

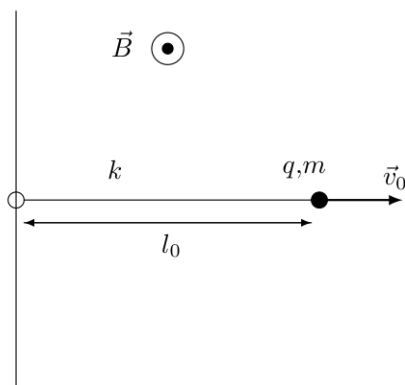
Два одинаковых вертикальных тонкостенных цилиндрических сосуда внутреннего радиуса r , в которых под поршнями находятся равные количества идеального газа, поставили в комнату с температурой воздуха T_0 . В одном сосуде газ имеет температуру $T_X < T_0$, а в другом — температуру $T_\Gamma > T_0$. Дно цилиндров и поршень теплоизолированные. Мощность тепловых потерь через боковые стенки прямо пропорциональна произведению площади контакта и разности температур содержимого сосуда и окружающей среды: $N = \alpha S \Delta T$, где α — некоторая константа. Атмосферное давление p_0 , поршни легкие. Молярная теплоемкость газа в сосудах при постоянном давлении C_p . Известно, что максимальные скорости, с которыми двигались поршни каждого из цилиндров вплоть до установления в них комнатной температуры равны по модулю ($v_X^{\max} = v_\Gamma^{\max}$). Выразите T_Γ через T_0 и T_X .

Ответ

$$T_\Gamma = \frac{T_0 + \sqrt{T_0^2 + 4T_X(T_0 - T_X)}}{2} \text{ при } T_X \geq T_0/2; \quad T_\Gamma = T_0 \cdot \frac{1 + \sqrt{2}}{2} \text{ при } T_X < T_0/2.$$

Задача 4 Заряд на резинке

На длинную закреплённую гладкую спицу насажено лёгкое маленькое колечко, к которому прикреплён лёгкий резиновый шнур. В нерастянутом состоянии шнура его длина равна l_0 , коэффициент жёсткости равен k . К другому его концу прикреплён точечный положительный заряд q массы m . Система находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости рисунка. В начальный момент времени расстояние от заряда до спицы равно l_0 , а его скорость направлена перпендикулярно спице от неё и равна v_0 .



1. Определите траекторию заряда.
2. Определите дрейфовую скорость заряда.

Примечания

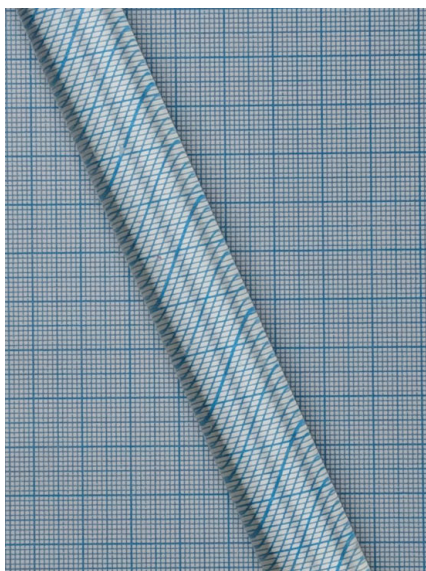
- На заряд действуют силы только со стороны шнура и магнитного поля.
- Заданные по условию величины связаны соотношением: $mv_0 < qBl_0$.
- Под дрейфовой скоростью понимается модуль вектора средней скорости за время $T \gg m/qB$.

Ответ

- 1) траектория состоит из последовательно чередующихся половинок эллипса (при натянутом шнуре, полуоси $a = \frac{mv_0}{\sqrt{km + (qB)^2}}$ поперёк спицы и $b = \frac{qBmv_0}{km + (qB)^2}$ вдоль неё) и окружности радиусом $R = \frac{mv_0}{qB}$ (при ненатянутом), которые переходят друг в друга без излома при $x = 0$;
- 2) $u = \frac{2kmv_0}{\pi\sqrt{km + (qB)^2} \left(qB + \sqrt{km + (qB)^2} \right)}$.

Задача 5 Цилиндр

У стеклянного цилиндра плоскостью, параллельной его оси, отрезана часть. Цилиндр лежит плоской поверхностью на листе миллиметровой бумаги (см. рис.). Его сфотографировали с большого расстояния камерой, направленной перпендикулярно листу миллиметровки.



1. Найдите показатель преломления стекла n .
2. Какая часть радиуса цилиндра отсечена плоскостью?

Примечания

- Для итоговых геометрических построений и получения числовых значений расстояний и углов, необходимых для решения задачи, используйте фотографию, выданную на отдельном листе
- Не забудьте сдать этот лист вместе с остальными

Ответ

1) $n \approx 1,48$; 2) $\frac{y}{R} = \frac{R-h}{R} \approx 0,46$, где h — расстояние от оси цилиндра до плоскости среза.