

11 класс

Теоретический тур

Задача №1. По окружности и побыстрее

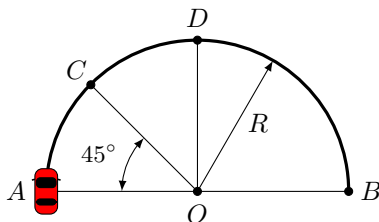
Автомобилист проезжает полуокружность AB радиусом $R = 80$ м так, чтобы, стартовав из положения покоя, добраться до ее конца как можно быстрее. Поверхность дороги горизонтальна, автомобиль — небольшой по размеру, с мощным двигателем и четырьмя ведущими колесами. Общий коэффициент трения всех колес о 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 $\beta \equiv \int_0^1 \frac{dx}{\sqrt{1-x^4}} \approx 1,311$.

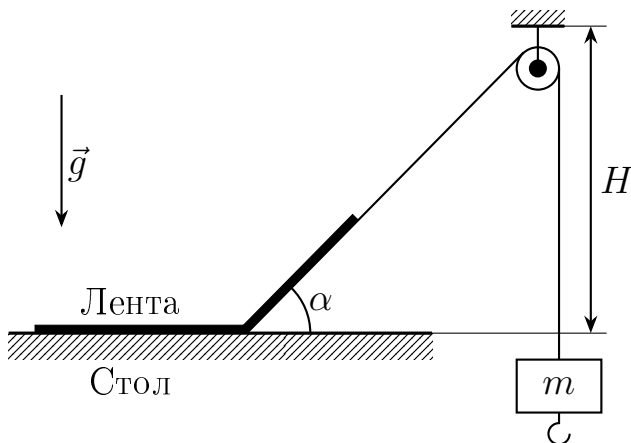


Задача №2. Клейкая лента

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 $\alpha_1 = 45^\circ$. К другому



концу нити прикрепил груз. При какой максимальной массе груза m система будет покоиться?

3. К первому грузу с максимально возможной массой m из предыдущего пункта прикрепил второй с неизвестной массой M и отпустил 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 .

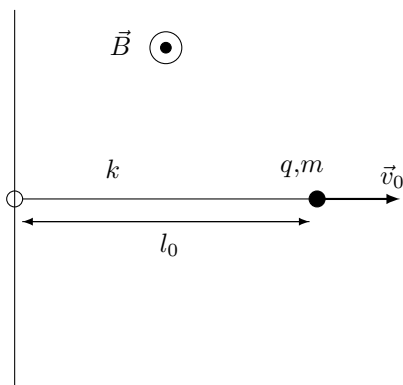
Ускорение свободного падения примите равным $g = 10 \text{ м/с}^2$.

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 $T_T > T_0$. Поршень и дно цилиндров 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 ($v_X^{\max} = v_T^{\max}$). Выразите T_T через T_0 и T_X .

Задача №4. Заряд на резинке

На длинную закреплённую гладкую спицу насажено лёгкое маленькое колечко, к которому прикреплен лёгкий резиновый шнур. В нерастянутом состоянии шнура его длина равна l_0 , коэффициент жёсткости равен k . К другому его концу прикреплен 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 .



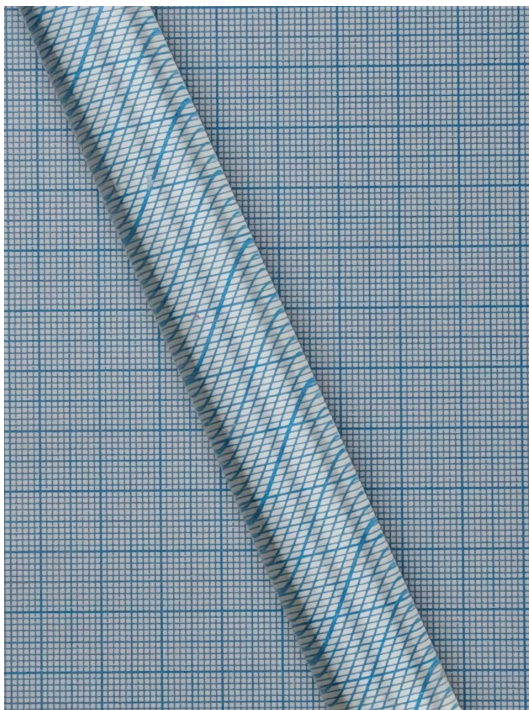
1. Определите траекторию заряда.
2. Определите дрейфовую скорость заряда.

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 $T \gg m/qB$.

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