

## 11 класс Теоретический тур

### Задача №1. По окружности и побыстрее

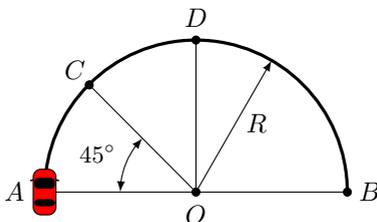
Автомобилист проезжает полуокружность  $AB$  радиусом  $R = 80$  м так, чтобы, стартовав из положения покоя, добраться до ее конца как можно быстрее. Поверхность дороги горизонтальна, автомобиль — небольшой по размеру, с мощным двигателем и четырьмя ведущими колесами. Общий коэффициент трения всех колес о дорогу считать постоянным и равным  $\mu = 0,5$ . Ускорение свободного падения примите равным  $g \approx 10$  м/с<sup>2</sup>.

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  $\beta \equiv \int_0^1 \frac{dx}{\sqrt{1-x^4}} \approx 1,311$ .

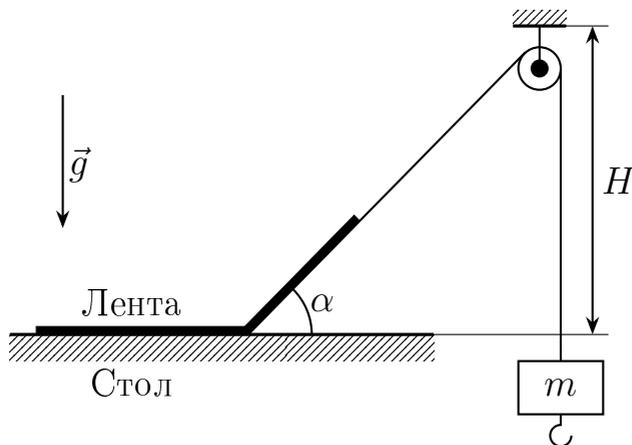


### Задача №2. Клейкая лента

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/м<sup>2</sup> (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  $\Delta h$ , на которое в результате сместились грузы, а также модули ускорений грузов в момент начала движения  $a_1$  и в момент остановки  $a_2$ .

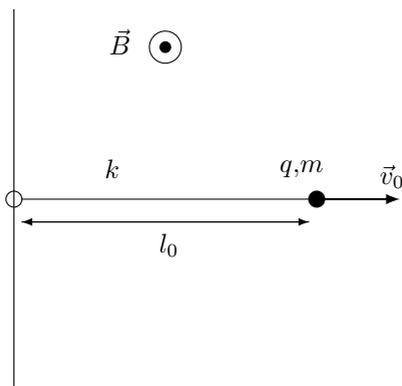
Ускорение свободного падения примите равным  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

### 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  $\alpha$  — 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. Определите 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

## 11 класс Экспериментальный тур

### Задача №1. Пружина на весах

#### Оборудование

Пружина «Slinky», электронные весы, деревянная линейка 40 см, деревянная линейка 20 см, 2 деревянных прямоугольных брусочка, малярный скотч, миллиметровая бумага для графиков.

#### Задание

0. Запишите номер установки.

1. Измерьте зависимость веса пружины  $P$ , установленной на весы одним из оснований, от вертикальной координаты  $x$  верхнего витка пружины. Полученные данные представьте в виде:  $\Delta P = P - P_0$ , где  $P_0$  – вес всей пружины и  $\Delta x = x - x_0$ , где  $x_0$  – вертикальная координата верхнего витка пружины, когда вся пружина покоилась на весах.

2. Предложите теоретическую зависимость  $\Delta P(\Delta x)$  для большого числа витков, изменивших своё положение.

3. На основании полученных данных пункта 1 с помощью графика проверьте соответствие теории и эксперимента.

4. Используя результаты пунктов 2 и 3, найдите коэффициент жёсткости одного витка пружины и оцените его погрешность.

5. Оцените момент силы, создаваемый пружиной при повороте одного её конца относительно другого на один оборот вокруг оси симметрии цилиндрической части пружины. Опишите свой метод.

#### Примечание

- Ускорение свободного падения  $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ .
- Проверьте выданную пружину: не должно быть слитых витков, все витки должны быть ровными и в нерастянутом состоянии плотно прилегать друг к другу.

## 11 класс Экспериментальный тур

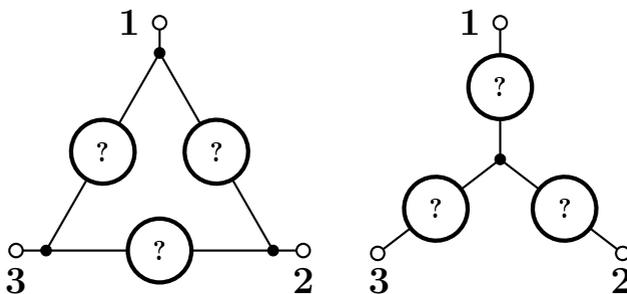
### Задача №2. R плюс C

#### Оборудование

Серый ящик с тремя выводами, мультиметр, конденсатор ёмкостью  $C_0 = 10 \text{ мкФ}$ , соединительные провода.

#### Задание

Серый ящик с тремя пронумерованными выводами содержит ровно три элемента, соединённых между собой по схеме типа «звезда» или типа «треугольник» (см. рисунок). Этими элементами могут быть резисторы или конденсаторы.



1. Определите, по какой из двух предложенных схем соединены элементы и что это за элементы.

2. Определите параметры этих элементов (ёмкости конденсаторов и сопротивления резисторов).

#### Примечание

- Все используемые в работе конденсаторы неполярные.
- В работе не требуется расчёт погрешностей, однако действия, направленные на повышение точности результата, оцениваются.
- На выбранной схеме укажите номера контактов (цвет контактных проводов).

ШИФР:

---

