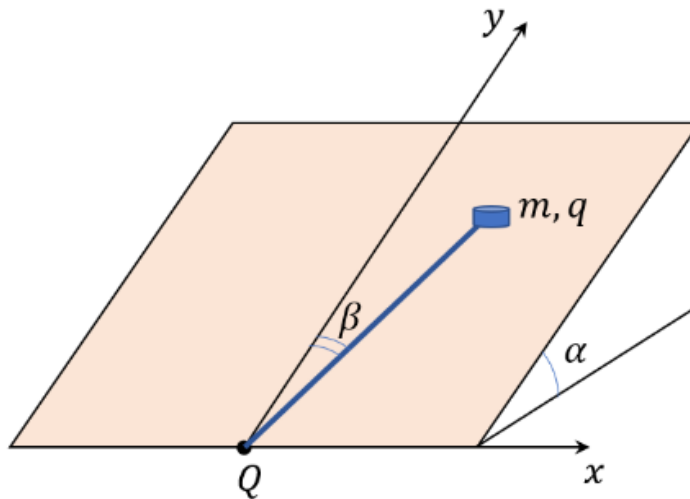


**Задача 1.** Система (см.рис.) состоит из двух одноименных точечных зарядов  $Q$  и  $q$ , соединенных непроводящим упругим жгутом жесткостью  $\gamma = 1,0$  Н/м. Масса маленькой шайбы, несущей заряд  $q$ , равна  $m = 0,20$  кг. Угол при вершине наклонной плоскости равен  $\alpha = 30^\circ$ , коэффициент трения шайбы о плоскость  $\mu = 0,5 \operatorname{tg} \alpha$ . Начальная длина жгута пренебрежимо мала ( $l_0 \rightarrow 0$ ). В отсутствие силы тяжести расстояние между зарядами равно  $r_0 = 10$  м. Считайте, что модуль силы тяжести намного меньше, чем модуль силы упругости или силы кулоновского взаимодействия в области зоны застоя. На какой максимальный угол  $\beta_{\max}$  может отклониться жгут от оси  $Oy$  при условии, что шайба должна находиться в положении равновесия? Определите границы зоны застоя (области, в которой шайба, отпущенная без начальной скорости, продолжает покоиться) на плоскости  $xOy$ . Изобразите схематично эту область на плоскости  $xOy$ , отразив при построении основные особенности границы этой области.

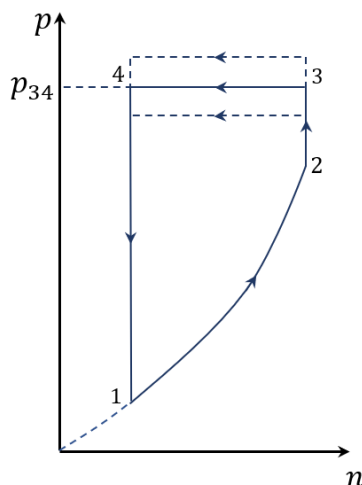
*Примечание:* при малых  $|x| \ll 1$  справедлива приближенная формула:  $(1 \pm x)^\alpha \approx 1 \pm \alpha x$ .



**Задача 2.** Две маленькие шайбы массами  $m_1$  и  $m_2 = 2m_1$  находятся на оси  $Oy$  гладкой горизонтальной плоскости и связаны нерастяжимой легкой нитью длины  $l$ . Первой шайбе толчком сообщают скорость  $v_1$ , направленную перпендикулярно нити вдоль оси  $Ox$ .

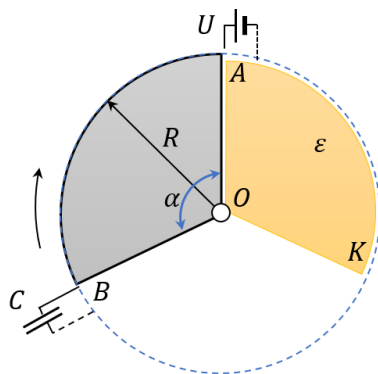
На каком расстоянии  $L$  вдоль оси  $Ox$  от второй шайбы должна находиться шайба массы  $m_3 = m_2$ , чтобы произошло столкновение? Какими будут скорости каждой из шайб после подобного столкновения? Считайте, что высота третьей шайбы такова, что натянутая нить проходит над этой шайбой, не задевая её.

**Задача 3.** На  $(p; n)$ -диаграмме, где  $n$  - концентрация газа, изображен циклический процесс, проводимый с  $\nu = 1$  моль идеального одноатомного газа ( $\gamma = 5/3$ ). Найдите отношение  $V_{\max}/V_{\min}$  максимального объёма газа в данном процессе к минимальному, если известно, что участок 1-2 адиабатический, имеется возможность настраивать тепловой двигатель так, чтобы давление  $p_{34}$  на участке 3-4 менялось в широком диапазоне, а максимально возможный КПД данного циклического процесса равен  $\eta_{\max} = 31\%$ .



**Задача 4.** Электродвигатель состоит из двух параллельных металлических пластин, в виде двух секторов круга радиуса  $R = 50$  см с центральным углом  $\alpha = 120^\circ$ , закрепленных на непроводящем валу (обозначен  $O$  на рисунке) на расстоянии  $d = 2,0$  см друг над другом. В точках  $A$  и  $B$  при помощи двух пар проводящих щёток (одна сверху, вторая снизу) подключены источник постоянного напряжения  $U = 220$  В и изначально незаряженный конденсатор ёмкостью  $C = 1,0$  мФ соответственно. В секторе  $АOK$  с центральным углом  $\alpha$  расположен неподвижный слой диэлектрика толщины немного меньшей  $d$ , диэлектрическая проницаемость которого равна  $\epsilon = 6,5$ . Двигатель вращает вал с пластинами, его мощность регулируется таким образом, чтобы вращение вала было равномерным. Период одного полного оборота генератора составляет  $T = 10$  с.

Какой заряд  $q_1$  передается конденсатору таким генератором за первый полный оборот из состояния, изображенного на рисунке? Какой максимальный заряд  $q_{\max}$  может быть передан конденсатору в такой системе? Какова максимальная мощность  $P_{\max}$  двигателя, приводящего пластины генератора во вращение?



**Задача 5.** При исследовании оптических свойств прозрачного шара радиуса  $R$  была получена зависимость угла отклонения  $\theta(x)$  луча от своего первоначального направления. Измерения проводили во всем доступном диапазоне  $x \in [0, R]$ . Лаборант построил график этой зависимости, отложив по вертикали угол отклонения  $\theta$  в градусах, а по горизонтали – расстояние  $x$  в см, однако вечером уборщица порвала его и выбросила. Наутро лаборант в ужасе обнаружил только два кусочка этого графика, а таблицу измерений так и не смог найти. Помогите лаборанту подготовить отчет по сохранившейся информации: определите показатель преломления  $n$  вещества шара, радиус  $R$  шара, расстояние  $l$  от центра шара до точки, в которой фокусируется пучок световых лучей, испущенный вдоль диаметра шара на малых расстояниях  $x \ll R$ .

**Примечание:** при малых углах  $\alpha$  [рад]  $\ll 1$  справедлива формула  $\sin \alpha \approx \alpha$  [рад].

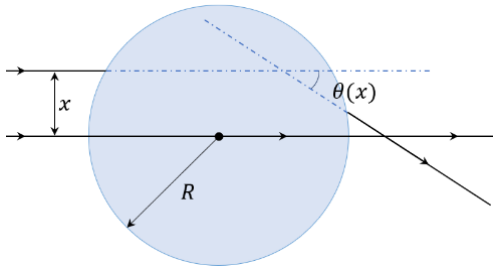


Рис. к задаче 5.

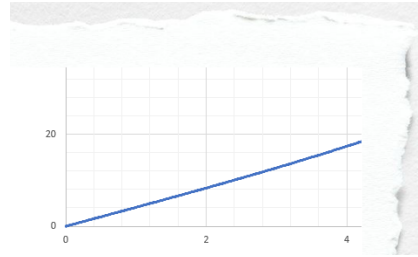


Рис.(а) Левый нижний угол

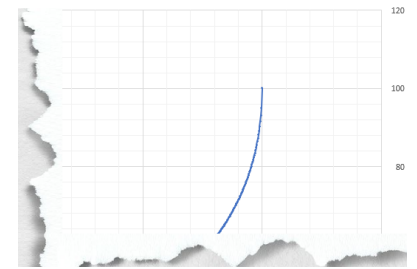


Рис.(b) Правый верхний угол