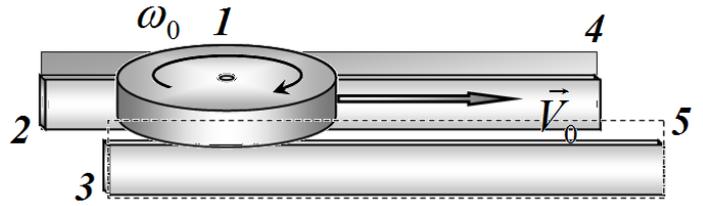


### Задание 3. Диск на рельсах.

Массивный однородный диск 1 радиуса  $R$  может скользить по двум узким горизонтальным параллельным рельсам 2 и 3. Диск опирается на рельсы своими краями. Коэффициент трения диска о рельсы равен  $\mu$ . По бокам рельсов расположены упорные стенки 4 и 5, не позволяющие диску соскользнуть с рельсов. Трением диска об эти упорные стенки можно пренебречь.



#### Часть 1. Динамика вращательного движения.

Пусть ось диска удерживается **неподвижной**, при этом диск вращается, опираясь на рельсы. Диск раскрутили до угловой скорости  $\omega_0$  и положили на рельсы. Обозначим скорость крайних точек диска относительно его центра  $v = \omega R$ .

**1.1** Покажите, что изменение модуля скорости крайних точек диска описывается уравнением

$$\frac{\Delta v}{\Delta t} = -4 \frac{F_{тр.}}{m}, \quad (1)$$

где  $F_{тр.}$  - сила трения, действующая на диск со стороны одного рельса,  $m$  - масса диска.

*Это уравнение описывает изменение скорости вращательного движения и в случае наличия поступательного движения.*

**Подсказка:** Кинетическая энергия диска, вращающегося вокруг собственной оси с угловой скоростью  $\omega$  равна

$$E_{кин.} = \frac{mR^2 \omega^2}{4} = \frac{mv^2}{4}. \quad (2)$$

**1.2** Найдите, за какое время угловая скорость диска уменьшится в два раза.

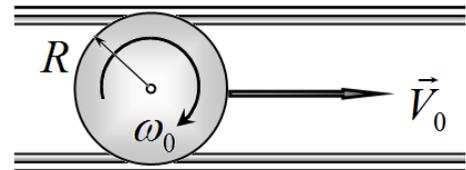
**1.3** Найдите, сколько оборотов сделает диск до полной остановки.

#### Часть 2. Движение диска по рельсам.

Далее считаем, что диск может двигаться поступательно по рельсам.

Диск раскручивают до угловой скорости  $\omega_0$  вокруг его оси, аккуратно кладут на рельсы и сообщают скорость  $V_0 = 2\omega_0 R$ , направленную вдоль рельсов.

вид сверху



**2.1** Нарисуйте схематические графики зависимости модулей скорости поступательного движения  $V$  и скорости вращательного движения относительно оси  $v = \omega R$  от времени.

**2.2** Через какое время после начала движения скорости поступательного  $V$  и вращательного движения  $v$  станут равными?

**2.3** Рассчитайте среднее ускорение оси диска после того, как скорости поступательного и вращательного движения стали равными.

**2.4** Найдите, какой полный путь пройдет диск до остановки (ответ выразите через  $V_0$  и  $\mu$ ).