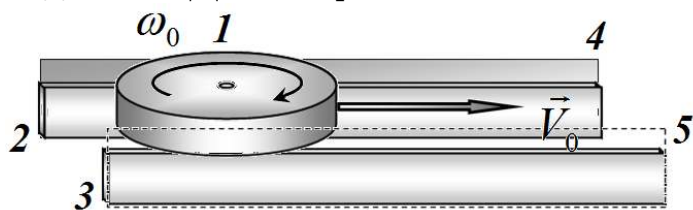


Условие

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 μ . 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 ω_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

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

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

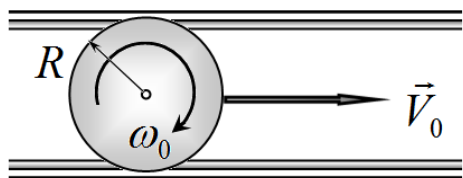
Это уравнение описывает изменение скорости вращательного движения и в случае наличия поступательного движения.

Подсказка: Кинетическая энергия диска, вращающегося вокруг собственной оси с угловой скоростью ω равна

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

1.2 Найдите, за какое время угловая скорость диска уменьшится в два раза. 1.3 Найдите, сколько оборотов сделает диск до полной остановки.

вид сверху



Часть 2. Движение диска по рельсам.

Далее считаем, что диск может двигаться поступательно по рельсам.

Диск раскручивают до угловой скорости ω_0 вокруг его оси, аккуратно кладут на рельсы и сообщают скорость $V_0 = 2\omega_0 R$, направленную вдоль рельсов.

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 $V_0 \mu$).



Республиканская физическая олимпиада
2023 года
(Заключительный этап)
Теоретический тур