

Road to IPhO

W21-E1. Трение качения и скольжения

Оборудование



1. Цилиндр
2. Кусочек клейкой ленты ($\times 3$)
3. Деревянный брусок
4. Линейка деревянная
5. Линейка металлическая
6. Белый лист A4 ($\times 2$) с малярным скотчем (не показано на фото)

При качении тел возникает специальный вид сил трения, называемый трением качения. О существовании этого вида трения говорит следующий факт. Если цилиндр катится по горизонтальной плоскости без скольжения (рис. 1), то скорость движения цилиндра убывает, причём это не связано с возникновением скольжения. Поскольку скорость центра тяжести C цилиндра уменьшается, то значит, на цилиндр действует внешняя сила, направленная против движения - сила трения $F_{\text{тр}}$. Но момент этой силы относительно полюса C должен увеличивать угловую скорость вращения цилиндра, так как он направлен в ту же сторону, что и вращение.

Следовательно, если бы при качении существовала только тангенциальная сила трения, то она не смогла бы одновременно уменьшать поступательную и вращательную скорости цилиндра так, чтобы не возникало скольжения. В действительности при уменьшении скорости цилиндра скольжения не возникает. Значит, существует момент ещё какой-то силы, который направлен навстречу моменту силы трения. Он превосходит его по величине, замедляет вращение цилиндра так, что не возникает скольжения (рис. 2). Это и есть момент силы трения качения.

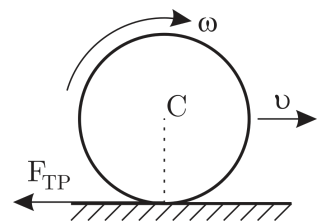


Рис. 1

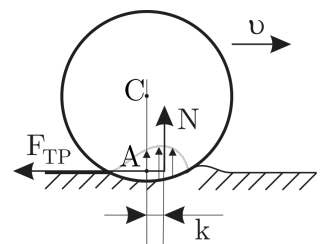


Рис. 2

Road to IPhO

Момент M (относительно точки A) силы трения качения пропорционален силе нормальной реакции опоры N , равной по модулю силе тяжести:

$$M = kN.$$

Постоянная величина k называется коэффициентом трения качения. Момент сил трения качения всегда направлен так, чтобы уменьшать скорость вращения цилиндра.

Следует отметить, что горизонтальная сила трения $F_{\text{тр}}$ приложена к цилиндру в точке касания с плоскостью, имеющей нулевую скорость. Поэтому сила $F_{\text{тр}}$ механическую работу не совершает.

A1 Определите экспериментально коэффициент трения качения k цилиндра, катающегося по деревянному бруску. Опишите способ измерения и зарисуйте схему установки. **11**

A2 Определите экспериментально коэффициент трения скольжения μ картона цилиндра о дерево. Приведите способ измерения и схему установки. **4**