

A111.00

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

Уравновесим линейку на ребре бруска, тем самым определим положение центра масс линейки: $x_r = 248$ мм. Используя линейку как рычаг, определим отношение масс M/m цилиндра и линейки

$$M/m = 3.44 \pm 0.22.$$

Закрепим линейку в качестве стержня на основание цилиндра используя клейкую массу. Сторону линейки со шкалой направим в сторону цилиндра: так удобнее определять положение линейки относительно цилиндра. На край стола закрепим лист с начерченными линиями под разными углами к вертикали. Запустим колебания системы цилиндра и стержня. Величину амплитуды фиксируем по совпадению с линиями на листе. Линии на листе не обязательно рисовать как лучи из одного центра: можно подобрать положения так, чтобы линия совпадала с наклонённой линейкой при соответствующем положении цилиндра.

Энергия системы при колебаниях, выраженная через угловую амплитуду φ :

$$W = mgd(1 - \cos\varphi) \approx mgd\varphi^2/2.$$

При повороте цилиндра со стержнем на угол $d\alpha$ момент силы реакции опоры совершает работу:

$$\delta A = -M \cdot d\alpha = -k(m + M)g \cdot d\alpha.$$

Остальные силы работы не совершают. Заметим, что даже когда система находится в положении равновесия, но движение ещё не закончилось, система всё равно характеризуется угловой амплитудой φ . Изменение энергии системы при повороте на малый угол $d\alpha$:

$$dW = mgd \cdot \varphi d\varphi = -k(m + M)g \cdot d\alpha.$$

Убыль энергии за 1/4 периода (здесь знак « Δ » означает убыль, а не изменение):

$$mgd \cdot \varphi \cdot \Delta\varphi_{T/4} = k(m + M)g \cdot \varphi.$$

За N периодов величина убыли амплитуды будет в $4N$ раз больше. Выразим коэффициент трения качения

$$k = \frac{m}{m + M} \frac{d \cdot \Delta\varphi_N}{4N}.$$

$x_{up}, \text{ мм}$	$d, \text{ мм}$	$\varphi_0, ^\circ$	$\varphi, ^\circ$	N	$k, \text{ мм}$	$\Delta k, \text{ мм}$
0	186,5	30	10	18	0,23	0,019
20	166,5	30	10	16	0,231	0,02
40	146,5	30	10	14	0,233	0,022
40	146,5	40	10	21	0,233	0,016
40	146,5	40	20	13	0,25	0,025

В итоге, получается коэффициент трения качения

$$k = (0,24 \pm 0,02) \text{ мм}.$$

A24.00

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

Используя клейкую массу закрепим линейку в качестве стержня на основание цилиндра. Поместим данную систему на брусок. Начнем наклонять брусок (рис. 1). При некотором угле наклона β бруска к горизонту система начнёт скользить. Коэффициент трения

$$\mu = \operatorname{tg} \beta = \operatorname{tg} (17^\circ \pm 1^\circ) = 0,31 \pm 0,02.$$

