

Деформация изгиба

Условие

Задача 2. «Деформация изгиба»

Приборы и оборудование: Пружинка от шариковой ручки, две палочки от шашлыка длиной 20 см, штатив с лапкой, секундомер, транспортир, нить с грузом.

В данной работе необходимо исследовать деформацию изгиба пружинки от шариковой ручки. Для проведения измерений в пружинку вставлены две одинаковые деревянные палочки (для шашлыка), так чтобы они своими концами почти касались внутри пружинки. Мерой деформации пружинки служит угол изгиба (измеренный в радианах) - γ . При изгибе возникает момент сил упругости, стремящийся выпрямить пружинку (см. рис. 1).

В соответствии с обобщенным законом Гука момент возвращающей силы должен быть пропорционален углу изгиба, т.е.

$$M = K\gamma, \quad (1)$$

где K - постоянный коэффициент упругости.

Часть 1. Проверка закона Гука.

В данной части работы в качестве единицы момента силы используйте величину $M_0 = mg\frac{l}{2}$, где m, l - масса и длина палочки, $g = 9,8 \frac{м}{с^2}$ - ускорение свободного падения.

1.1 Не проводя никаких измерений (достаточно простых наблюдений), укажите, является ли коэффициент K в формуле (1) больше или меньше M_0 . Ответ обоснуйте.

Для экспериментальной проверки выполнимости закона Гука (1) предлагается использовать следующую установку (рис. 2). Одну из двух палочек (3) закрепите в лапке штатива (4). Вторая (2), прикрепленная к неподвижной палочке (3) с помощью исследуемой пружинки (1), может свободно колебаться. Для точного измерения углов используйте транспортир и отвес (5), привязанный к концу неподвижной палочки.

1.2 Измерьте зависимость угла изгиба γ (в состоянии равновесия) от угла наклона α неподвижной палочки от вертикали. Постройте график полученной зависимости.

1.3 Запишите условие равновесия палочки (2), считая уравнение (1) справедливым.

1.4 Используя полученные экспериментальные данные, постройте график зависимости M момента сил упругости, возникающего в пружинке, от угла изгиба γ .

1.5 Укажите, при каких углах изгиба γ закон Гука выполняется. Определите коэффициент упругости пружинки K . Оцените погрешность этой величины.

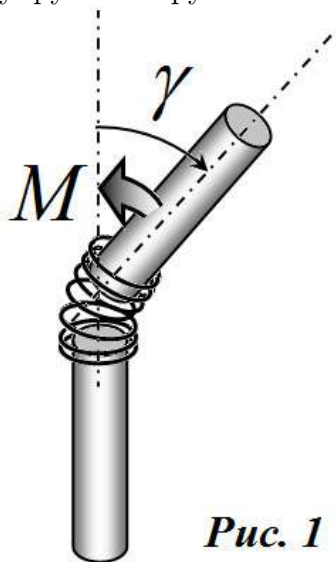


Рис. 1

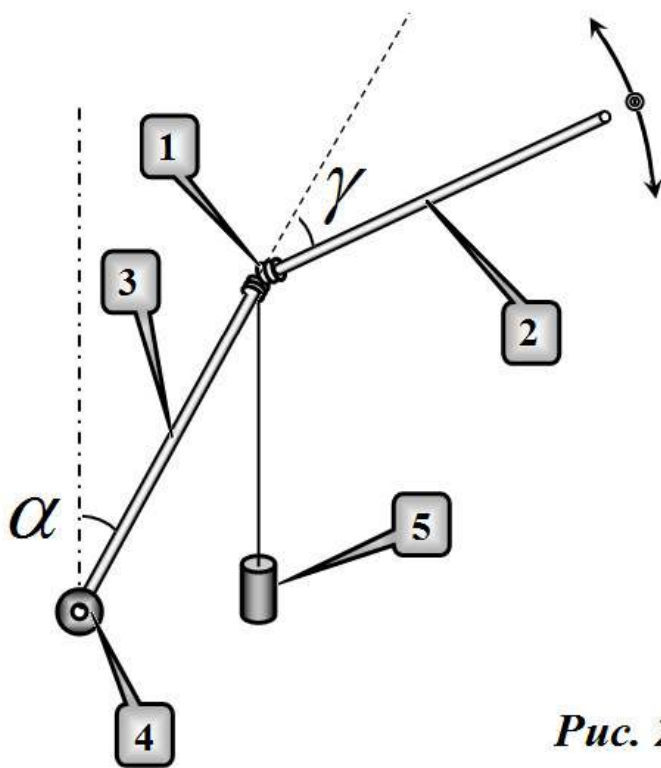


Рис. 2

При использовании единицы измерения момента силы M_0 речь идет об определении величины $\tilde{K} = \frac{K}{M_0}$.

Часть 2. Колебания стержня.

В данной части задачи исследуются колебания подвижного стержня (2) при различных углах наклона α неподвижного стержня (3). Следите, чтобы колебания происходили в вертикальной плоскости.

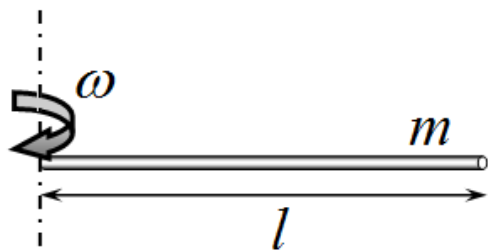
2.1 Покажите, что период малых колебаний стержня определяется формулой

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{2l}{3g(\tilde{K} - \cos(\alpha + \gamma))}}, \quad (2)$$

где l - длина подвижного стержня, $\tilde{K}$ - найденный в первой части коэффициент жесткости пружинки, γ - угол изгиба пружинки в положении равновесия.

Подсказка: Кинетическая энергия тонкого однородного стержня, вращающегося с угловой скоростью ω вокруг оси, перпендикулярной стержню и проходящей через его конец равна

$$E = \frac{ml^2}{6}\omega^2.$$



2.2 Измерьте зависимость периода колебаний $T(\alpha)$ подвижного стержня в вертикальной плоскости от угла наклона неподвижного стержня α . Проверьте выполнимость формулы (2). Используя полученные данные, определите коэффициент $\tilde{K}$. Сравните это значение со значением, полученным в первой части работы.