

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ "НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО"

Университет ИТМО

Физико-технический факультет

ОБЩАЯ ФИЗИКА ЛЕКЦИОННЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ

Методические рекомендации
к проведению лекционных демонстраций по разделам:
механика, термодинамика, электромагнетизм, оптика, атомная физика

Санкт-Петербург, 2020

1 Колебания

1.1 Колебания математического маятника

1.2 Колебания пружинного маятника

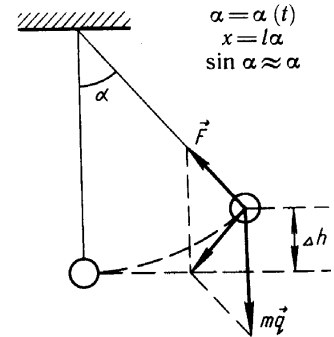
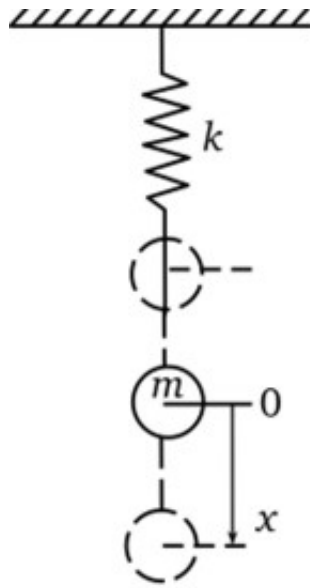


Рис. 1: Цилиндры, наклонная плоскость и схематическое изображение

1. Краткая теория:

Будем рассматривать движение маятника при условии, что угол отклонения мал, тогда, если измерять угол в радианах, справедливо утверждение: $\sin \alpha \approx \alpha$

На тело действуют сила тяжести и сила натяжения нити. Равнодействующая этих сил имеет две составляющие: тангенциальную, меняющую ускорение по величине, и нормальную, меняющую ускорение по направлению (центростремительное ускорение, тело движется по дуге).

Так как угол мал, то тангенциальная составляющая равна проекции силы тяжести на касательную к траектории: $ma_{tan} = -mg \sin \alpha$

Угол в радианах равен отношению длины дуги к радиусу (длине нити), а длина дуги приблизительно равна смещению $x \approx s$: $a = -\frac{g}{l} \cdot x$

Сравним полученное уравнение с уравнением колебательного движения $a = x'' = -\omega^2 x$, где ω - циклическая частота колебаний

Получаем, что частота колебаний маятника $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$, а период колебаний $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$

Если провести аналогичные рассуждения для пружинного маятника, получим: $\omega^2 = k/m$ и $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$

2. Элементы установки:

- Грузы массами $m_1 = (0,15 \pm 0,01)$ кг, $m_2 = (0,35 \pm 0,01)$ кг. (в этом можно убедиться во время демонстрации с помощью динамометра)
- Пружины с жесткостью: $k_1 = (23 \pm 1)$ Н/м, $k_2 = (10 \pm 1)$ Н/м.
- Демонстрационный секундомер с возможностью подключения оптических ворот.
- Динамометр

3. Ход демонстрации

Если секундомер используется без оптических ворот, то:

- На дистанционном пульте управления нажать последовательно три кнопки: «режим работы: 0», «механика: сброс», «индикация: время t_1, t_2 ».

- (b) На дистанционном пульте управления нажать кнопку **«механика: пуск»**. На дисплее прибора ПКЦ-3 отразится время с момента нажатия. Таймер будет работать до тех пор, пока не будет нажата клавиша стоп. *Значение секундомера после нажатия "Стоп" сохранится на дисплее не более, чем на 2 секунды.*

Если секундомер используется с оптическими воротами (пока для мат. маятника)

- (a) На дистанционном пульте управления нажать последовательно три кнопки: **«режим работы: 0»**, **«механика: сброс»**, **«индикация: время $t_1 - t_2$ »**.
- (b) На дистанционном пульте управления нажать кнопку **«механика: пуск»**. На дисплее прибора ПКЦ-3 отразится разница времени между 2-мя прохождениями оптических ворот маятником положения равновесия.

Список литературы

- [1] Д.В. Сивухин, Том 1, Механика, стр. 100-107
- [2] Ландсберг, Том 1, Механика, стр. 129-135
- [3] И.В.Савельев, Том 1, Механика, стр. 65-70