

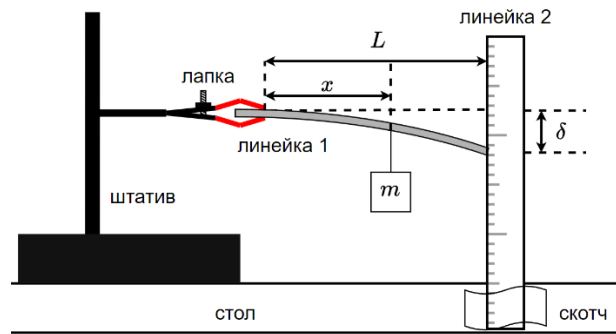
РЕСПУБЛИКАНСКИЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР “ДАРЫН”
ЧЕТВЕРТЫЙ (ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ) ЭТАП РЕСПУБЛИКАНСКОЙ
ОЛИМПИАДЫ ПО ПРЕДМЕТУ ФИЗИКА (2023-2024 УЧЕБНЫЙ ГОД)
10 класс, 2 тур, 15 баллов

Время работы: 3 часа

Упругие свойства линейки

Приборы и материалы: линейка (1) металлическая; линейка (2); набор грузов; штатив с лапкой; секундомер; нитки; пластилин; скотч; ножницы.

Задание: В данном эксперименте будут измеряться упругие свойства металлической линейки 1 через установку из рисунка справа. Линейку 2 вертикально закрепите скотчем к краю стола: ею будет измеряться стрела прогиба δ линейки 1. Измерения проводите закрепляя грузы суммарной массы m на нити на расстоянии x от закреплённого конца линейки 1, Вы также в случае надобности можете более надёжно закрепить их пластилинами к линейке. **Внимание**, после измерений разогните линейку 1 до начального положения во избежание остаточной деформации. Подвесьте груз m на расстоянии x от закреплённого конца линейки и запишите его массу, а также укажите значение свободной длины линейки L . Вы можете, но не обязаны, сохранять m и L неизменными во всех пунктах, однако при изменениях ясно указывайте об этом. Ускорение свободного падения $g = 9.8 \text{ м/с}^2$.



1. Измерьте зависимость стрелы прогиба $\delta(x)$ от расстояния груза x и изобразите Ваши данные на графике. Можно полагать, что тяжесть груза уравновешена законом Гука, и жёсткость линейки в точке x описывается функцией

$$k(x) = k_0 \cdot (x/L)^\alpha.$$

На основании результатов ваших измерений определите α . Численно рассчитайте жёсткость k_0 . В данном пункте погрешность оценивать не требуется.

2. Период малых колебаний груза $T(x)$ имеет степенной вид

$$T(x) = Cx^\beta.$$

Теоретически найдите значения β и C в зависимости от величин k_0 , m , и L . В установке из предыдущего пункта измерьте зависимость периода малых колебаний $T(x)$ грузов от положения равновесия, и изобразите результаты измерений на графике. Сходятся ли измерения с зависимостью из пункта 2? Если нет, то найдите «динамические» значения k'_0 и α' , то есть параметры новой зависимости

$$k'(x) = k'_0 \cdot (x/L)^{\alpha'},$$

которые могут отличаться от найденных вами «статических» значений первого пункта. В данном пункте погрешность оценивать не требуется.

3. Пусть профиль линейки имеет форму дуги окружности радиуса R ; такая модель хорошо работает для небольших значений δ . Если относительно закреплённого конца линейки на неё действует момент сил M , тогда

$$R = \frac{Eah^3}{12} \cdot \frac{1}{M'}$$

где ширина линейки $a = 2.5$ см, толщина $h = 1$ мм, а E – модуль Юнга. Предложите метод достаточно точного измерения модуля Юнга, доложите результаты в виде таблиц и графиков, и рассчитайте значение E . Оцените погрешность измерений.

Математическая подсказка: для малых углов θ в радианной мере справедливо, что

$$\sin \theta \approx \theta, \quad \cos \theta \approx 1 - \theta^2/2.$$