

11 класс

Задача 1. Свободные колебания линейки

Оборудование. Стробоскоп, стальная линейка толщиной $h_1 = (1,00 \pm 0,01)$ мм, пластмассовая линейка толщиной $h_2 = (2,1 \pm 0,1)$ мм, зажим, миллиметровая бумага.

Если отклонить в *поперечном* направлении конец зажатой с одного конца упругой линейки и отпустить, то возникнут свободные поперечные колебания. Наименьшая циклическая частота ω таких колебаний определяется плотностью ρ материала линейки, его модулем Юнга E и геометрическими размерами свободного конца линейки: длиной l , шириной b и толщиной h (рис. 5):

$$\omega = \beta E^m \rho^n l^p b^q h^s, \quad (1)$$

где β — безразмерный коэффициент, а m, n, p, q, s — некоторые рациональные числа.

Модуль Юнга определяет упругие свойства материала. По закону Гука относительная деформация стержня под действием силы F , приложенной перпендикулярно его сечению S , равна:

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l} = \frac{F}{ES}.$$

Для стали модуль Юнга $E = 2,1 \cdot 10^{11}$ Па.

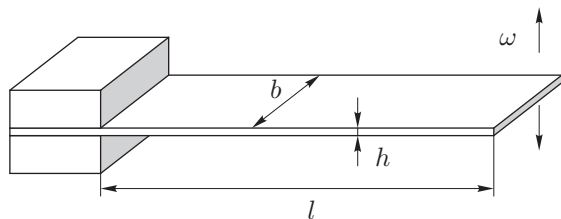


Рис. 5

1. Предложите метод измерения частоты колебаний линейки с помощью стробоскопа.
2. Снимите экспериментальную зависимость наименьшей частоты $\omega(l)$ колебаний стальной линейки.
3. По результатам измерений определите значение коэффициента p в формуле (1).
4. Определите показатели степени m, n, q, s в формуле (1).
5. Определите модуль Юнга материала пластмассовой линейки, считая её поперечное сечение прямоугольником.

Примечание. Стробоскоп — прибор, позволяющий воспроизводить повторяющиеся яркие световые импульсы с заданной частотой. Для включения нажмите и удерживайте «READ». Для регулировки частоты используйте «UP»

и «DOWN». Для тонкой настройки нажмите «FINE ADJUST». Для воспроизведения световых импульсов удерживайте нажатой кнопку справа сбоку. Частота мерцаний указана в мин^{-1} (RPM).

Задача 2. Разряд батарейки

Оборудование. Новая батарейка АА, мультиметр в режиме термометра (положение «TEMP»), мультиметр, резистор сопротивлением $r = 1,0$ Ом, секундомер, шприц с делениями, вода в стаканчике, калориметр (пенопластовый контейнер), миллиметровая бумага.

1. Определите ток короткого замыкания $I_{0,кз}$ и внутреннее сопротивление R_0 новой (не бывшей в употреблении) батарейки.
2. Измерьте заряд q (в А · час), который отдаст батарейка при её полной разрядке через минимальное постоянное сопротивление.
3. Измерьте в том же процессе полную теплоту Q_0 , выделившуюся в батарейке. Теплоёмкость батарейки $C = 61 \pm 2$ Дж/°С, а удельная теплоёмкость воды $c_v = 4200$ Дж/(кг · °С).

4. Используя измеренное значение q , определите количество джоулевой теплоты Q_1 , которая выделилась в батарейке, и сравните его с Q_0 . Считайте, что при длительной разрядке на малом сопротивлении ЭДС \mathcal{E} выданной вам батарейки слабо меняется и равна в среднем $\mathcal{E}_{ср} = 1,0 \pm 0,1$ В

ВНИМАНИЕ. В некоторых случаях при разрядке батарейка может сильно греться, поэтому проводите длительные измерения, поместив батарейку в контейнер с водой.

Примечание. Во время длительного разряда батарейки даже *кратковременное* (порядка нескольких секунд) изменение сопротивления нагрузки может *значительно* изменить характер последующего разряда из-за эффекта восстановления ЭДС.

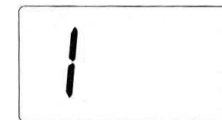


Рис. 6

Если измеряемая мультиметром величина превышает предел измерения, а на дисплее нет символа «зашкаливания» (рис. 6), то показаниям прибора можно доверять.

Для измерения токов используйте режим «10А», и входные гнезда «COM» и «10ADC».

Вам может быть выдана новая батарейка взамен старой, **но только один раз.**