

Олимпиада «Физика управляет миром» 2015-2016 уч. год.

Экспериментальный тур

11 класс (решения)

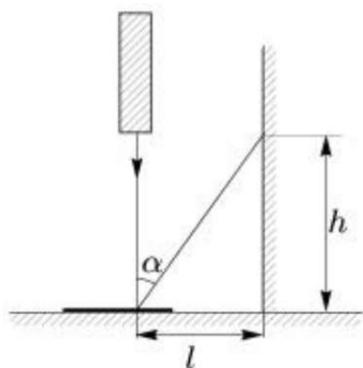
Задача 1.

Определить линейные размеры участка поверхности компакт-диска, приходящиеся на 1 бит информации.

Оборудование: диск CD-R, полупроводниковый лазер (лазерная указка), штатив, экран, линейка, карандаш.

Решение

Соберем установку (рис.). Установим лазер перпендикулярно плоскости



диска так, чтобы отраженный луч, соответствующий главному дифракционному максимуму, попал обратно в выходное окно лазера. Измерим на экране высоту h пятна, соответствующую дифракционному максимуму порядка m , и расстояние l от экрана до точки

падения луча.

Рассматривая диск как дифракционную решетку, получим

$$\frac{m\lambda}{d} = \sin \alpha = \frac{l}{\sqrt{l^2 + h^2}},$$

откуда период решетки

$$d = mL\sqrt{l^2 + h^2}/l,$$

где длина волны лазера $\lambda = 650$ нм.

Измерив внешний R и внутренний r радиусы рабочей поверхности диска, определим ее площадь

$$S = \pi(R^2 - r^2).$$

Число бит информации на диске

$$N = 650 \cdot (1024)^2 \cdot 8 \approx 55 \cdot 10^9.$$

Длина участка дорожки, приходящегося на один бит, $x = S / (Nd)$.

Задача 2. Поверхностное натяжение

Определите коэффициент поверхностного натяжения воды.

Оборудование: тарелка, вода, ложка, линейка, кусок ровной алюминиевой проволоки длиной 15-20 см и плотностью 2700 кг/м^3 , микрометр, влажные салфетки.

Решение. Нальем почти полную тарелку воды. Положим на край тарелки проволоку так, чтобы один конец ее касался воды, а другой был за пределами тарелки. Проволока выполняет две функции: она является рычажными весами и аналогом проволоочной рамки, которую обычно вытаскивают из воды для измерения поверхностного натяжения. В зависимости от уровня воды могут наблюдаться различные положения проволоки. Наиболее

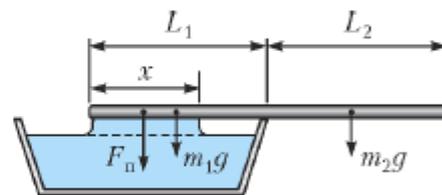


Рис. 3

удобно для расчетов и измерений горизонтальное расположение проволоки при уровне воды на 1-1,5 мм ниже края тарелки (рис.3). С помощью ложки можно регулировать уровень, доливая или отливая воду. Проволоку следует выдвигать из тарелки до тех пор, пока пленка воды под проволокой не начнет разрываться. В этом крайнем положении пленка имеет высоту 1,5-2 мм, и можно сказать, что силы поверхностного натяжения, приложенные к проволоке, направлены практически вертикально вниз.

Пусть m – масса проволоки, $L = L_1 + L_2$ – длина проволоки, m/L – масса единицы длины проволоки. Запишем условие равновесия проволоки относительно края тарелки, т.е. равенство моментов сил:

$$F_n \left(L_1 - \frac{x}{2} \right) + m_1 g \frac{L_1}{2} = m_2 g \frac{L_2}{2}$$

Подставим сюда силу поверхностного натяжения $F_n = 2x\sigma$.

массы: $m_1 = \frac{L_1 m}{L}$, $m_2 = \frac{L_2 m}{L}$, $m = \rho V = \frac{\rho \pi d^2 L}{4}$ и выразим коэффициент поверхностного натяжения σ . Измерения и вычисления упростятся, если вода будет смачивать всю длину L_1 . Окончательно получим

$$\sigma = \frac{\rho \pi d^2 g}{8} \left(\left(\frac{L}{L_1} - 1 \right)^2 - 1 \right).$$

Величины L и L_1 измеряются линейкой, а диаметр проволоки d – микрометром.

Например, при $L = 15$ см, $L_1 = 5,4$ см, $d = 1,77$ мм получаем $\sigma = 0,0703$ Н/м, что близко к табличному значению $0,0728$ Н/м.

Заместитель председателя оргкомитета
олимпиады Северо-Кавказского федерального
университета «45 параллель»,
проректор по учебной работе СКФУ



В.И. Шипулин