

11 класс

Задача 1. Катушка

В выданном вам черном ящике находится катушка с большим числом витков. Ось катушки совпадает с осью отверстия в черном ящике. В этой работе ваша задача — определить параметры катушки, исследуя ее взаимодействие с постоянным магнитом (магнитным шариком).

Магнитные свойства постоянных магнитов характеризуются магнитным моментом p_m . Магнитный момент шарика направлен вдоль оси латунной трубки, поэтому в рамках данной задачи сила, действующая на шарик со стороны катушки, направлена по оси катушки и определяется выражением $F = p_m \frac{dB}{dx}$, где $p_m = (0,10 \pm 0,01) \text{ А} \cdot \text{м}^2$, B — индукция магнитного поля на оси катушки, x — расстояние между шариком и центром катушки.

Подайте на катушку напряжение $U = 12 \text{ В}$ с помощью блока питания. Убедитесь, что переключатель на блоке питания установлен в положение «12В». Если это не так, обратитесь к ответственным за аудиторию.

Соберите установку так, чтобы магнитный шарик, прикрепленный к латунной трубке, мог перемещаться вдоль оси катушки. Запишите номер установки.

1. Снимите зависимость силы F , действующей на магнитный шарик со стороны катушки, от расстояния x между шариком и центром катушки. Учтите, что центр катушки может не совпадать с центром черного ящика. Постройте график этой зависимости.
2. Определите индукцию магнитного поля B_0 в центре катушки.
3. Получите теоретическую формулу для индукции магнитного поля B на оси витка радиуса r на расстоянии x от центра витка, по которому течет ток I .
4. Определите радиус катушки R в предположении, что высота катушки много меньше диаметра, а все витки имеют один радиус (короткая катушка).
5. Определите количество витков в катушке N и диаметр проволоки d , по-прежнему считая катушку короткой.

Масса медной обмотки составляет 70% массы черного ящика. Плотность меди $\rho = 8,96 \text{ г/см}^3$. Удельная проводимость (величина, обратная удельному сопротивлению) меди $\lambda = 59 \cdot 10^6 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$.

Оборудование. Весы электронные, катушка индуктивности в черном ящике, латунная трубка с неодимовым магнитным шариком, блок питания, штатив, деревянная линейка, плоская клипса, две клипсы для бумаги, деревянный кубик, прищепка.

Примечание. Согласно закону Био–Савара–Лапласа, индукция магнитного поля, создаваемого в точке C элементом тока I длиной dl , находящимся в точке

D , равна $dB = \frac{kI dl \sin \alpha}{r^2}$, где r — длина отрезка CD , α — угол между отрезком CD и направлением тока, $k = 10^{-7}$ Гн/м. Вектор индукции поля перпендикулярен как направлению тока, так и отрезку CD (рис. 15).

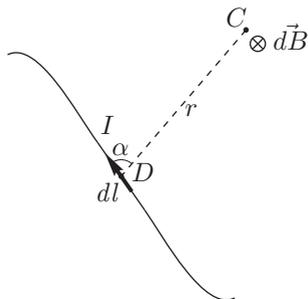


Рис. 15

Задача 2. Пограничное кипение

Вам выдано 30 мл неизвестной жидкости NN. Категорически запрещено её пить! Также избегайте ее попадания в глаза! Неизвестная жидкость не вызывает ожогов кожи.

Если две несмешивающиеся жидкости налить в сосуд и начать греть, при некоторой температуре начнется образование пузырей *на границе раздела* двух жидкостей. Это явление называется пограничным кипением. Температура пограничного кипения *ниже* температуры кипения чистых жидкостей.

Задание

1. Определите плотность ρ жидкости NN.
2. Определите молярную массу μ жидкости NN.
3. Измерьте температуру пограничного кипения $T_{\text{погр}}$ в системе NN+вода.
4. Определите удельную теплоту парообразования L жидкости NN (на единицу массы). Считайте, что L не зависит от температуры.

Уравнение Клапейрона-Клаузиуса определяет изменение давления насыщенного пара жидкости при изменении её температуры:

$$\frac{dP}{dT} = \frac{\mu LP}{RT^2}.$$

Зависимость давления $P_{\text{в}}$ насыщенного водяного пара от температуры приведена в таблице.

$T, ^\circ\text{C}$	10	20	30	40	50	60	70	80	90
$P_{\text{в}}, \text{кПа}$	1,2	2,3	4,2	7,4	12,3	19,9	31,2	47,4	70,1

Оборудование. Весы, электронный термометр, шприц 3 мл, шприц 20 мл, 3 воздушных шарика, неизвестная жидкость NN, четыре стакана различно объёма, мерный цилиндр, гайки, деревянная палочка, ножницы, горячая и холодная вода (по требованию), салфетки (по требованию).

Примечание.

1. Исследуемая жидкость достаточно дорогая, поэтому ее запасы у жюри крайне ограничены! Если вы все же оказались в безвыходной ситуации, мы выдадим вам еще 10 мл NN в течение 30 минут.
2. Жидкость NN кипит при температуре существенно ниже $100\text{ }^\circ\text{C}$.
3. Атмосферное давление равно $P_0 = (100 \pm 1)$ кПа.