Лабораторная работа №3-1(1)

По дисциплине: «Физика»

Выполнил: студент группы ВТ-231

Борченко Александр Сергеевич

Проверил:

Плесканев Алексей Александрович

Белгород 2024

Лабораторная работа №3.1(1) "Изучение электроизмерительных приборов"

Ст. группы ВТ-231 Борченко А.

1. По способу сравнения, по виду выдаваемой информ., по роду измеряемой величины, по габаритам и степени точности.

2. Прямоуг. рамка с n витками изолированного провода, по которым проходит ток, находится в кольцевом зазоре. За счёт постоянного магнита с полюсными наконечниками создаётся радиальное магнитное поле. При отсутствии тока рамка удерживается на нулевом делении шкалы двумя пружинами.

Принцип действия: взаимодействие магнитного поля постоянного магнита с током, протекающим по любой подвижной катушке.

3. Принцип действия: взаимодействие магнитного поля неподвижной катушки, по которой протекает ток, с подвижным ферромагнит. сердечником, соединенным со стрелкой.

4. Принцип действия: взаимодействие магнитных потоков, создаваемых токами, протекающими по двум рамкам, из которых одна подвижная, а вторая нет. Измеряемый ток проходит через обе катушки. В результате взаимодействия магнит. полей создаётся вра-

щающийся момент M_1, под влиянием которого подвижная катушка будет стремиться повернуться так, чтобы плоскость его витков стала параллельна плоскости витков неподвиж. катушки, а их магнитные поля совпали бы по направлению. Этому противодействуют пружины.

5. Принцип действия приборов основан на взаимод. двух заряженных проводников, которые представляют собой два плоских электрода один из которых подвижен. Стрелка закреплена на оси и удерживается на нулевом делении шкалы пружинами.

6. Принцип работы цифровых измерительных приборов состоит в том что они преобразуют непрерывную изменяющуюся величину в дискретный сигнал (в числовой ряд), а затем отсчетное устройство воспроизводит значение измеряемой величины в цифровой форме.

7. Измерение сопротивления методом сравнения. Схема одинарного моста:
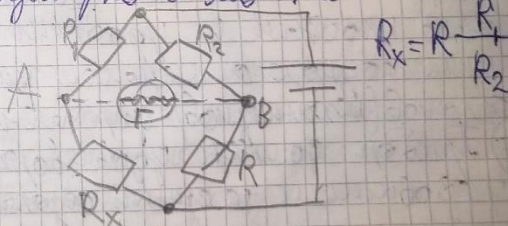
$$R_X = R \cdot \frac{R_1}{R_2}$$

R_1, R_2 - известные элементы резистора (моста)

Rx — неизвестное сопротивление.

8.) Основные требования
1) Пределы измерений должны охватывать все необходимые значения измеряемой величины.
2) Основные и доп. погрешности должны соответствовать решаемым при измерениях задачам.
3) Прибор должен надёжно работать.
4) Управление прибором должно быть простым и удобным при возможно меньшем числе органов (механизмов) управления.
5) Прибор должен удовлетворять требованиям техники безопасности.

9.) Нужно найти два ближайших штриха шкалы, возле которых написаны значения величины, вычесть из большего меньшее и полученное число разделить на число делений, находящихся между ними (определение цены деления).
Чувствительность прибора определяется отношением изменения сигнала на выходе прибора к его изменению на входе.
10. Амперметр — измеряет величину тока. Подключается последовательно.
Гальванометр — измеряет весьма малый ток, напряжение и кол-во электричества. Подключается последовательно.

11.) Вольтметр измеряет напряжение. Подключается параллельно.
12.) Добавочное сопротивление служит для расширения пределов измерений.
13. Назначение: регулировка напряжений и силы тока. Подключается параллельно.
14.) Предназначен для определения напряжения путём сравнения различных напряжений или ЭДС с помощью компенсационного метода.
15.)

A — Блок
Б — ползунок
С,В — клеммы
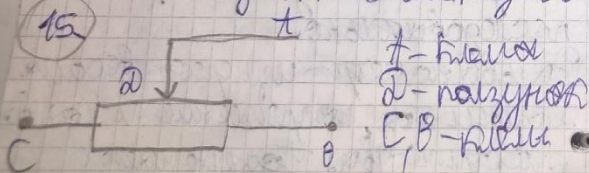
Если соединить С и В полюсами с источником тока, то получится потенциометр.
16.) Набор эталонных сопротивлений представляющих собой катушки сопротивлен, называется магазином сопротивлений. Каждая катушка состоит из хорошо изолированной проволочной обмотки, изготовленной из манганина. Катушки набора помещаются в общий ящик, на эбонитовой крышке ящика укреплены массовые медные пластины. Концы каждой из катушек соединены с двумя соседними пластинами. Подключается параллельно

17. "Цели использования"
1) Вычислять переводные коэф. для всех m_{a1}, m_{a2}, m_{a3}.
2) Во избежание порчи прибора его включают в макс. диапазоне d_n;
3) Определяют в первом приближении измеряемую величину, умножив отсчет по прибору на переводной коэф. m_{a1}.

18. Абсолютная погрешность измерений, производимых электроизмер. приборами — это разность между действительным значением величины A и величиной, измеренной прибором a:
$$\Delta a = a - a'.$$

19. а) Приведённой погрешностью прибора — это отношение абсолютной погрешности к предельному значению измеряемой величины, т.е. к наибольшему значению, которое может быть измерено по шкале прибора.
$$\xi_n = \frac{\Delta a}{a_{np}}$$

б) Абсолютная погрешность — это разность между действительным значением a и величиной, измеренной прибором a': $\Delta a = a - a'$

2а) √13.14.

Дано:
$l = 0,1$ м
$a = 0,2$ м

Решение:
$$dF = \frac{Q \cdot \tau \cdot dx}{4\pi \varepsilon_0 \cdot r^2} \Rightarrow$$

$Q = 100 \cdot 10^{-9}$ Кл
$\tau = 10^{-6}$ Кл/м
$F - ?$

$$F = \int_0^l \frac{Q\tau \, dx}{4\pi\varepsilon(a+x)^2} = \frac{Q\tau}{4\pi\varepsilon_0}\int_0^l \frac{dx}{(a+x)^2} =$$

$$= \frac{Q\tau}{4\pi\cdot\varepsilon}\int_0^l \frac{d(a+x)}{(a+x)^2} = \frac{Q\tau}{4\pi\varepsilon_0}\left(-\frac{1}{a+x}\right)\Big|_0^l =$$
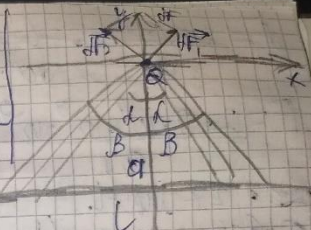
$$= \frac{Q\tau l}{4\pi\cdot\varepsilon_0 \cdot a(l+a)}$$

$$F = \frac{100\cdot10^{-9}\cdot10^{-6}\cdot0,1}{4\cdot3,14\cdot8,85\cdot10^{-12}\cdot0,2\cdot(0,1+0,2)} =$$

$$= 1,5\cdot10^{-3} \text{ Н}$$

Ответ: $1,5\cdot10^{-3}$ Н

√13.17

Дано:
$l = 0,2$ м

$\tau = 10^{-8}$ Кл/м
$a = 0,1$ м
$Q = 10^{-9}$ Кл
$F - ?$

$dF_y = dF_{1y} + dF_{2y}$; $dF = dF_{1y} + dF_{2y}$
$dF = 2dF_{1y}$
$dF_{1y} = dF_1 \cos\alpha \Rightarrow dF_{1y} = k\cdot\frac{a\cdot\tau\cdot dl}{a^2}\cos\alpha$
$dl = \frac{kd\alpha}{\cos\alpha}$
$$dF_{1y} = k\cdot Q\cdot\tau\cdot\frac{d\alpha}{a}$$
$$\sin\beta = \frac{\frac{l}{2}}{\sqrt{a^2+(\frac{l}{2})^2}} = \frac{l}{\sqrt{4a^2+l^2}}$$
$$F = \frac{2kQ\tau}{a}\int_0^{\beta}\cos\alpha\,d\alpha = \frac{2kQ\tau}{a}\sin\beta$$

$$F = \frac{2kQ\tau}{a} \cdot \left(\frac{}{\sqrt{a^2+H^2}} \right)$$

$$F = \frac{2 \cdot 9 \cdot 10^9 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-9}}{0,1} \cdot \frac{0,2}{\sqrt{4 \cdot 0,1^2+a^2}} =$$

$$\approx 1,27 \text{ мкН.}$$

Ответ: 1,27 мкН.

№13.21

Дано:
$R = 0,1$ м
$\tau = 10^{-6}$ Кл/м
$Q = 20 \cdot 10^{}$ Кл

$F = ?$

Решение:
$dG = \tau \, dL$
$d\vec{F} = \frac{dL \cdot \tau \cdot q}{R^2} \cdot K$
$d\vec{F}_y = d\vec{F}_{y1} + d\vec{F}_{y2} = 0$

$$dF_x = \frac{K \cdot Q \cdot \tau \cdot R \, d\alpha \cdot \cos\alpha}{R^2}$$

$$F = \int d\vec{F}_x = \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} \frac{k \cdot Q \cdot \tau \cdot k \cdot d\alpha \cdot \cos\alpha}{R^2} =$$

$$= \frac{k \cdot Q \cdot \tau}{R} \cdot \sin\alpha \Big|_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} = \frac{2kQ\tau}{R} =$$

$$= \frac{2 \cdot 9 \cdot 10^9 \cdot 20 \cdot 10 \cdot 10^{-6}}{0,1} = 3,6 \cdot 10^{-3} \text{ H}$$

Ответ: $3,6 \cdot 10^{-3}$ H.

№14.6

Дано:
$Q_1 = 20 \cdot 10^{-6}$ Кл
$Q_2 = -10 \cdot 10^{-6}$ Кл
$d = 5 \cdot 10^{-2}$ м
$r_1 = 8 \cdot 10^{-2}$ м
$r_2 = 4 \cdot 10^{-2}$ м

$E = ?$

Решение:

$$E_1 = \frac{|q_1|}{4\pi\varepsilon_0 r_1^2}$$

$$E_2 = \frac{|q_2|}{4\pi\varepsilon_0 r_2^2}$$

$$d = r_1^2 + r_2^2 - 2r_1 r_2 \cos\alpha$$

$$\cos\alpha = \frac{d^2 - r_1^2 - r_2^2}{2 r_1 r_2}$$

$$E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 - 2 E_1 \cdot E_2 \cos\alpha}$$
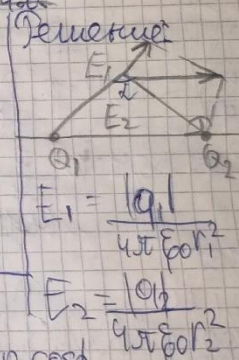
$$E_1 = \frac{|40 \cdot 10^{-9}|}{4 \cdot 3,14 \cdot 0,12^2 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12}} \approx 2,5 \cdot 10^4 \frac{B}{M}$$

$$E_2 = \frac{|-10 \cdot 10^{-9}|}{4 \cdot 3,14 \cdot 0,06^2 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12}} \approx 2,5 \cdot 10^4 \frac{B}{M}$$

$$E = \sqrt{(2,5 \cdot 10^4)^2 + (2,5 \cdot 10^4)^2 - 2 \cdot 2,5 \cdot 10^4 \cdot 2,5 \cdot 10^4}$$

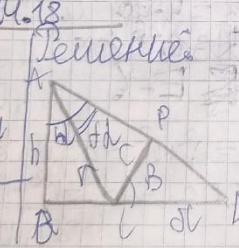$$\cdot \left(\frac{-5}{9} \right) = 36,4 \cdot 10^3 \frac{B}{M}$$

Ответ: $36,4 \cdot 10^3 \frac{B}{M}$.

№14.18

Дано:
$L = 0,1$ м
$\tau = 400 \cdot 10^{-9}$ Кл/м
$r = 0,08$ м

$E = ?$

Решение:

$$E = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}; \quad \varepsilon = 1; \quad dE = \frac{dQ}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$$

$$\cos\alpha = \frac{h}{r} \Rightarrow r = \frac{h}{\cos\alpha} \qquad \sin\alpha = \frac{C}{r}$$

$$\tau = \frac{dQ}{dL} \Rightarrow dE = \frac{\tau \cdot dL}{4\pi\varepsilon_0 \cdot r^2}$$

$$dL = \frac{r \cdot \sin(d\alpha)}{\cos\alpha} \qquad d\alpha \Rightarrow dL = \frac{r \cdot d\alpha}{\cos\alpha}$$

$$dE = \frac{\tau \cdot d\alpha \cdot \cos\alpha}{4\pi \cdot \varepsilon_0 \cdot h \cdot \cos\alpha} \qquad \text{Из } \triangle ABN: \quad tg\,\alpha = \frac{L}{h}$$

$$E_x = \int_0^{arctg\frac{L}{h}} dE \cos\alpha = \int_0^{arctg\frac{L}{h}} \frac{\cos\alpha \, d\alpha \cdot \tau \cdot \sin(}{4\pi\varepsilon_0 \cdot h}$$

$$arctg \, L/(h)$$

$$E_x = \frac{4 \cdot 10^{-7} \cdot \sin(arctg(0,1/0,08))}{4\pi \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 0,08} =$$
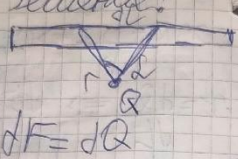
$$= 35,1 \cdot 10^3 \text{ B/M}$$

Ответ: $35,1 \cdot 10^3$ B/M.

№14.36

Дано:
$\tau = 2 \cdot 10^{-6}$ Кл/м
$r = 0,01$ м
$Q = 10^{-7}$ Кл
$F - ?$

Решение:

$dF = dQ$

$dQ = \tau \, dl$
$dl = r \sin d$

$dF = \dfrac{k \cdot Q \cdot \tau \, d \sin \alpha}{r}$

$F = \dfrac{2 Q \tau}{r} \int d \sin \alpha$

$F = \dfrac{2 Q \tau}{r} = \dfrac{2 \cdot 10^{-7} \cdot 2 \cdot 10^{-6} \cdot 9 \cdot 10^{9}}{0,01} =$

$= 0,36$ Н

Ответ: 0,36 Н

№14.49

Дано:
$\sigma = 10^{-6}$ Кл/м²
$r = 0,1$ м
$\varphi_E - ?$

Решение:

$\varphi_E = E \cdot S$

$E = \dfrac{\sigma}{2 \varepsilon_0}$

$\varphi_E = \dfrac{\sigma \pi r^2}{2 \varepsilon_0}$

$\varphi_E = \dfrac{3,14 \cdot 0,1^2 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12}} =$

$= 1,7 \cdot 10^{3}$ В·м

Ответ: $1,7 \cdot 10^{3}$ В·м

№14.51

Дано:
$R = 0,2$ м
$Q = 10 \cdot 10^{-9}$ Кл
$S = 20 \cdot 10^{-4}$ м²
$\varphi_E - ?$

Решение:

$\varphi_E = E \cdot S$

$E = \dfrac{k \cdot Q}{\varepsilon \cdot R^2}$, $\varepsilon = 1 \Rightarrow E = \dfrac{9 \cdot 10^{9} \cdot 10 \cdot 10^{-9}}{0,2^2}$

$= 2250$ Н/Кл

$\varphi_E = 2250 \cdot 20 \cdot 10^{-4} = 4,5$ В·м

Ответ: 4,5 В·м

Ответ на вопрос (на видео): для измерения переменного тока амперметром необходимо подключить диодный мост.

Таблица

Название и (№прибора) «Ц-4". Предназначен назначение для измерения постоян. тока,
прибора напряжения постоян. и перемен. т.

Основные $\sim$ - постоян- и переменн.
обозначения тока.
на шкале ▬ - постоян. ток 2,5
(класс точности по пост.)
2,5 - класс точности
по измер. сопротивл.
4-0 - класс точности по
переменному току.
✴ - измерительная цепь
⊡ - магнитно-элект.
прибор, 1 категория защищен
от магн. полей.

Система прибора Класс точности	Магнитноэлектричерская
	по постоян. Т. — 2,5 В. по переменному Т. — 4.
Пределы измерения A_{np}	0,1-0,3 - 3 -30 - 300 и 3000 Ма (постоян. Т). 0,1-1-3-10-30-100-300 и 1000В (переменный Т)
Цена деления	Первая шкала: 0,2 и 0,1 Вторая: 0,8 и 10.
Чувствительность	Первая шкала: 5 ма/дел, 10 Ма/дел Вторая: 10 МВ/дел
Абсолютная погрешность	При 0,1; 0,3; 3 ма — 0,0025 ма; 0,0075; 0,075. При 3; 30; 300; 3000 ма — 1,2; 12; 120 ма