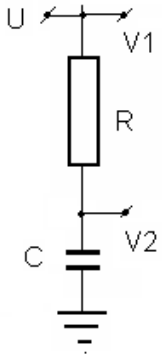
Лабораторная работа № 1

Электрический конденсатор.

Цель работы*: исследование зависимости заряда конденсатора от разности потенциалов между пластинами. Расчет емкости конденсатора. Изучение процесса зарядки конденсатора. Проверка работы батареи конденсаторов параллельного и последовательного соединения, расчет емкости батарей.*



Оборудование: *два конденсатора C ~ 10-50 мкФ, резистор R ~ 10кОм*

Порядок выполнения работы:

1. В начале работы соберите представленную на рисунке схему. На этой схеме U обозначена клемма питания на устройстве сопряжения. V1 и V2 – служат для измерения тока и напряжения в цепи.
2. В работе напряжение, подаваемое компьютером на конденсатор, будет меняться с течением времени. Компьютером измеряется напряжение на конденсаторе и ток в цепи, и строятся соответствующие графики. Измерение заряда конденсатора производится косвенно. Заряд равен произведению силы тока на время протекания заряда по проводнику.

$$Q = I * T$$

Объясните, в каком случае допустимо рассчитывать заряд таким образом. Далее на экране появится график зависимости заряда на конденсаторе от поданного на него напряжения.

3. Повторите предыдущий эксперимент с конденсатором другой емкости.
4. Соберите батарею из двух последовательно соединенных конденсаторов. Повторите первый эксперимент.
5. Соберите батарею из двух параллельно соединенных конденсаторов. Повторите первый эксперимент.
6. На полученных графиках с помощью подвижного курсора определите значения емкостей использованных конденсаторов.
7. В последнем эксперименте на конденсатор будет подана постоянная разность потенциалов и измерена сила тока в цепи при зарядке конденсатора. На экране появится график зависимости тока зарядки от времени.
8. Рассчитайте погрешность измерения емкости.

Дополнительные вопросы:

1. Зачем на конденсатор в первом эксперименте подается возрастающее напряжение?
2. Сравните те емкости (с погрешностями!), которые Вы использовали в эксперименте, с теми, которые были измерены компьютером.
3. Почему в последнем эксперименте ток спадает со временем? Если можете, напишите дифференциальное уравнение, описывающее этот процесс.

Лабораторная работа №2

Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле.

Цель работы: *определить скорость движения электрона, угол вылета и удельный заряд электрона.*

Оборудование: *водородная лампа с электронной пушкой, вольтметр, амперметр, линейка*

Порядок выполнения работы:

1. Изучите схему, представленную на рисунке.
2. Для прогрева схема требует 5 минут. После, регулируя рукоятками «Фокус» и «Анод», добейтесь замыкания луча в кольцо. Траектория движения электронов в нижней точке кольца должна быть наиболее узкой.
3. Измерьте диаметр кольца, анодное напряжение и ток в катушках. Полученные данные представьте в виде таблицы. Проделайте серию экспериментов не менее 8 раз при различных значениях тока и напряжения. Придумайте наилучший, по вашему мнению, способ измерения диаметра кольца.

I(A)	*U(B)*	*R(м)*	*B(Тл)*	$\frac{e}{m}\left(\frac{Кл}{кг}\right)$	$V(\frac{м}{с})$

4. Поверните трубку нежно на небольшой угол. Добейтесь наименьшего радиуса траектории электронов и наибольшей ее четкости. Для определения угла между скоростью электронов и вектором магнитной индукции α проведите измерения анодного напряжения, тока в катушках, диаметра кольца и шага винта траектории. Полученные значения представьте в виде таблицы.

I(A)	*U(B)*	*R(м)*	*H(м)*	*B(Тл)*	$V(\frac{м}{с})$	$\cos\alpha$	α

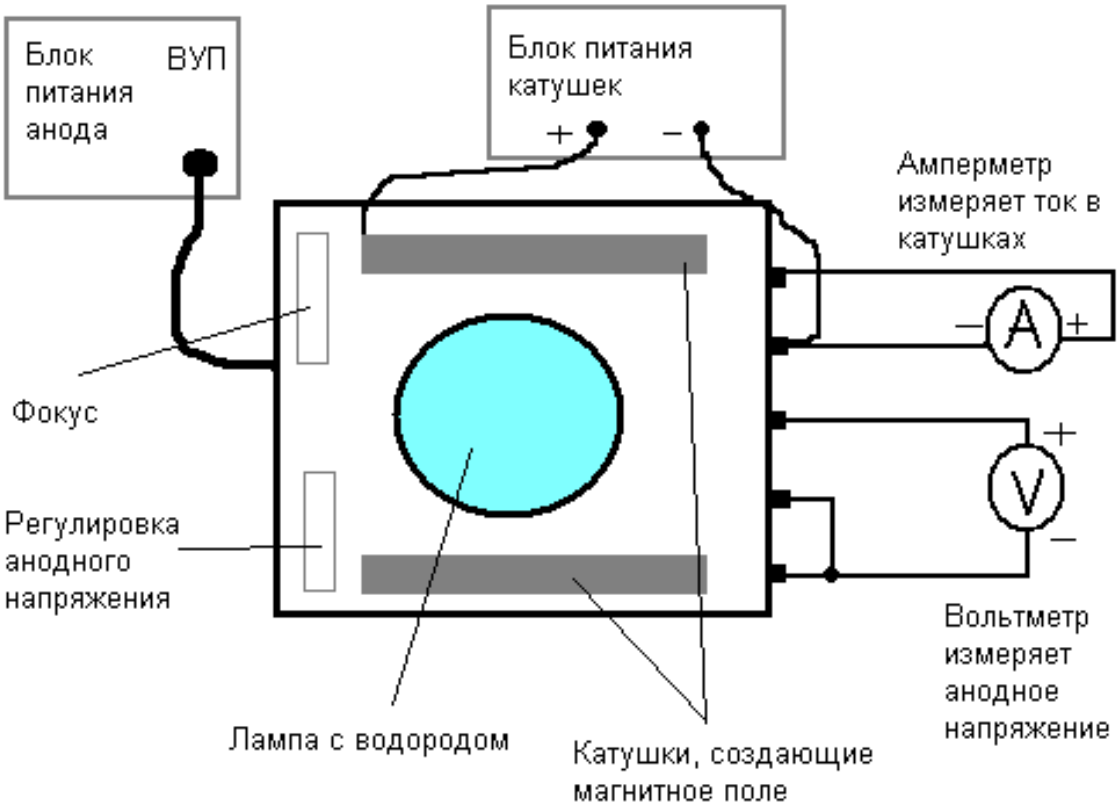
5. Рассчитайте погрешности. Сравните усредненное значение $\frac{e}{m}$ с табличным значением.
6. Дайте теоретическое обоснование формулам (1), (2) и (3), используемым в работе.

$B = \frac{0{,}71\mu_0 nI}{r}$, где μ_0 - магнитная постоянная, n – число витков в катушках (n=245),
r – радиус катушек (r=12,5 $\pm$ 0,5 см)

$$\frac{e}{m} = \frac{2U}{R^2 B^2} \quad (1)$$

$$V = \frac{eRB}{m} \quad (2)$$

$$\cos(\alpha) = \frac{HBe}{2\pi mV} \quad (3)$$



Дополнительные вопросы:

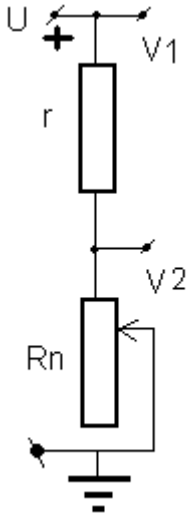
- Объясните причину размытости кольца, наблюдаемого в эксперименте.
- Предложите способ получения пучка электронов с близкими по величине скоростями («монокинетичный пучок»).

Лабораторная работа №3

Исследование полной однородной цепи постоянного тока.

Цель работы: *исследовать вольтамперную характеристику полной цепи постоянного тока, определить ЭДС источника, внутреннее сопротивление и ток короткого замыкания.*

Оборудование: *вольтметр, амперметр, источник постоянного напряжения, реостат (Rn~1000 Ом), резистор r ~1000 Ом*



Порядок выполнения работы:

1. Соберите схему, представленную на рисунке.
2. Подаваемое напряжение не должно превышать 40В.
3. Снимите вольтамперную характеристику нагрузки (сделайте не менее 10 измерений при различных положениях ползунка реостата).
4. Постройте график ВАХ. Добавить линейную интерполяцию (коэффициент достоверности должен быть не менее 0.95, иначе эксперимент необходимо переделать).
5. Определите по графику значения ЭДС и тока короткого замыкания.
6. Рассчитайте внутреннее сопротивление источника.

Дополнительные вопросы:

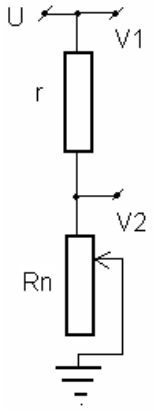
- Что означает тангенс угла наклона графика U(I).
- Какой угол содержит информацию о текущем значении сопротивления реостата?

Лабораторная работа № 4

Мощность и КПД полной цепи постоянного тока.

Цель работы*: Исследовать реальную электрическую цепь, определить мощность и КПД цепи.*

Оборудование: *резистор r ~ 400Ом, R_{max} ~ 1 кОм*



Порядок выполнения работы:

1. В начале работы соберите представленную на рисунке схему. На этой схеме U обозначена клемма питания на устройстве сопряжения. V1 и V2 – служат для измерения тока и напряжения в цепи.
2. Изменяя сопротивление нагрузки (для этого надо двигать ползунок реостата), получите зависимость силы тока в цепи и напряжения на нагрузке. Измерение проводить не менее 10 секунд.
3. Получите графики зависимости мощности и КПД цепи.
4. Рассчитайте погрешности.

Дополнительные вопросы:

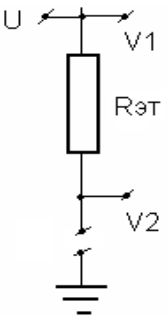
- Объясните вид полученных в работе графиков, напишите формулы зависимости измеренных величин от сопротивления нагрузки R.
- При каком значении сопротивления нагрузки выделяется наибольшая мощность? Чему при этом сопротивлении равен КПД цепи?
- В каких электрических цепях выгодно получать наибольший КПД, а в каких – наибольшую выделяемую мощность?

Лабораторная работа № 5

Зависимость сопротивления от температуры.

Цель работы*: Исследовать зависимость сопротивления металлов, электролитов и полупроводников от температуры. Работа может быть выполнена целиком или по частям.*

Оборудование: *резистор $R_{эт}$ ~ 400 Ом, сменный блок, в котором может быть установлен исследуемый объект (терморезистор, ванночка с электролитом или колодка с полупроводником*).



Порядок выполнения работы:

1. В начале работы соберите представленную на рисунке схему. На этой схеме U обозначена клемма питания на устройстве сопряжения. V1 и V2 – служат для измерения тока и напряжения в цепи.
2. Поместите термометр в термостат с исследуемым терморезистором. Запишите погрешность прибора. Сам термостат поместите в сосуд с водой, нагреваемой с помощью электроплитки. Проведите 5-8 измерений при разных значениях температуры. В результате на экране появится график зависимости сопротивления проводника от температуры. С помощью подвижного курсора определите значения температуры и сопротивления, необходимые для расчета температурного коэффициента сопротивления данного металла. Введите расчетную формулу.
3. Повторите эксперимент, поместив в сменный блок ванночку с электролитом.
4. Повторите эксперимент, поместив в сменный блок колодку с полупроводником.
5. Рассчитайте погрешности.

Дополнительные вопросы:

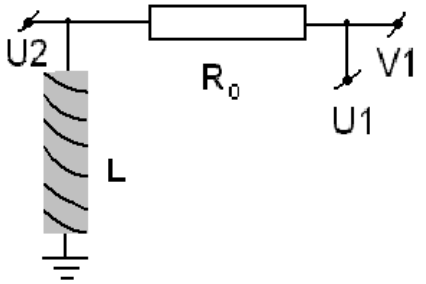
- Как в данном эксперименте измерено сопротивление проводника?
- Почему графики зависимости сопротивления проводника от температуры выглядят по-разному в 1, 2 и 3 экспериментах?

Лабораторная работа №6

Изучение явления самоиндукции.

Цель работы: *исследовать особенности явления самоиндукции, измерить индуктивность катушки и ЭДС самоиндукции.*

Оборудование: катушка 3600 витков $R_L \approx 50$ Ом, резистор R_0~50 ÷ 150 Ом



Порядок выполнения работы:

1. Соберите схему, представленную на рисунке.
2. От компьютера в схему подается линейно возрастающее напряжение, поэтому ток в цепи также растет, причем параметры схемы подобраны таким образом, что зависимость I(t) практически линейна. При изменении силы тока в катушке возникает ЭДС самоиндукции, в данных условиях эксперимента практически постоянная.
3. В первой части работы по графикам I(t) и U(t), пользуясь подвижным курсором, измерьте ЭДС самоиндукции, и значения тока в разные моменты времени. Рассчитайте значение индуктивности катушки L.
4. Во второй части эксперимента будет повторен первый эксперимент с увеличенным в два раза полным сопротивлением цепи. Для этого надо изменить R_0 так, чтобы соблюдалось равенство $R_{02} = 2*R_{01}+R_L$ (*).
5. Третий эксперимент предлагается провести аналогично предыдущим, но время нарастания тока автоматически будет уменьшено вдвое.
6. Во всех трех заданиях необходимо записывать значения токов и времени.
7. В каждом из экспериментов рассчитайте индуктивность катушки с погрешностью.

Дополнительные вопросы:

- Выведите равенство (*).
- Объясните, как были измерены значения силы тока и ЭДС самоиндукции.
- Объясните, как изменялись графики I(t) и U(t), при изменении условий эксперимента, и как при этом менялось значение ЭДС самоиндукции.

Лабораторная работа №2(новая)

Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле.

Цель работы: *определить скорость движения электрона, угол вылета и удельный заряд электрона.*

Оборудование: *водородная лампа с электронной пушкой, вольтметр, амперметр, линейка*

Порядок выполнения работы:

7. Изучите схему, представленную на рисунке.
8. Для прогрева схема требует 5 минут.
9. Измерьте диаметр кольца, анодное напряжение и ток в катушках. Полученные данные представьте в виде таблицы. Проделайте серию экспериментов **не менее** 8 раз при различных значениях тока и напряжения. Придумайте наилучший, по вашему мнению, способ измерения диаметра кольца.

I(A)	*U(B)*	*R(м)*	*B(Тл)*	$\frac{e}{m}\left(\frac{Кл}{кг}\right)$	$V(\frac{м}{с})$

10. Поверните трубку нежно на небольшой угол. Добейтесь наименьшего радиуса траектории электронов и наибольшей ее четкости. Для определения угла между скоростью электронов и вектором магнитной индукции α проведите измерения анодного напряжения, тока в катушках, диаметра кольца и шага винта траектории. Полученные значения представьте в виде таблицы.

I(A)	*U(B)*	*R(м)*	*H(м)*	*B(Тл)*	$V(\frac{м}{с})$	$\cos\alpha$	α

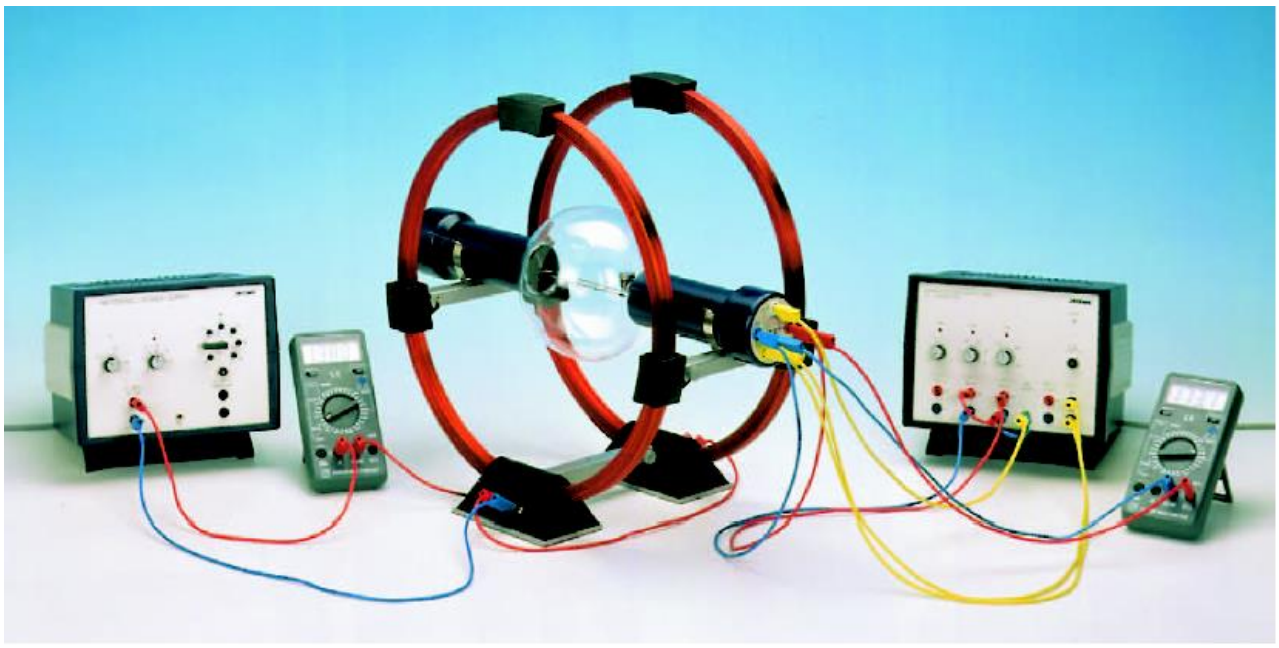
11. Рассчитайте погрешности. Сравните усредненное значение $\frac{e}{m}$ с табличным значением.
12. Дайте теоретическое обоснование формулам (1), (2) и (3), используемым в работе.

$B = \frac{0{,}7155\mu_0 nI}{r}$, где μ_0 - магнитная постоянная, n – число витков в катушках (n=154), r – радиус катушек (r=20,0 $\pm$ 0,5 см)

$$\frac{e}{m} = \frac{2U}{R^2 B^2} \quad (1)$$

$$V = \frac{eRB}{m} \quad (2)$$

$$\cos(\alpha) = \frac{HBe}{2\pi mV} \quad (3)$$



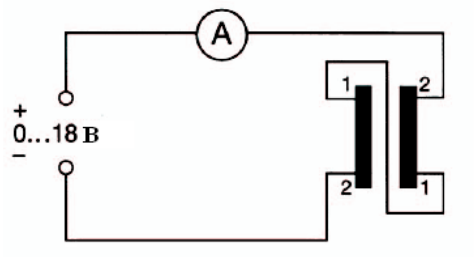


Схема соединения катушек Гельмгольца

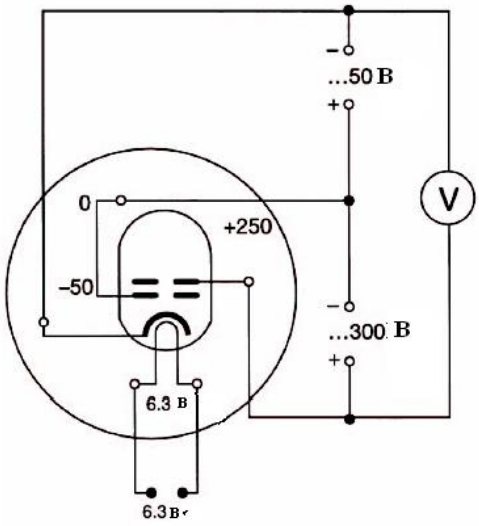


Схема соединения электронно-лучевой трубки

Дополнительные вопросы:

- Объясните причину размытости кольца, наблюдаемого в эксперименте.
- Предложите способ получения пучка электронов с близкими по величине скоростями («монокинетичный пучок»).