

ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический
университет»

СПРАВОЧНИК МАГНИТНОГО ДИСКА
(кафедра общей физики)

А.Г. Москаленко М.Н. Гаршина
Е.П. Татьянанина С.В. Бурова

КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

для зачета по лабораторным работам
по дисциплине «Физика»
«Электричество. Магнетизм. Волновая оптика»

Методические указания

<u>ЭМО.doc</u>	<u>3,7 .МБ</u>	<u>.....2011</u>	<u>..... уч.-изд.л.</u>
(наименование файла)	(объем файла)	(дата)	(объем издания)

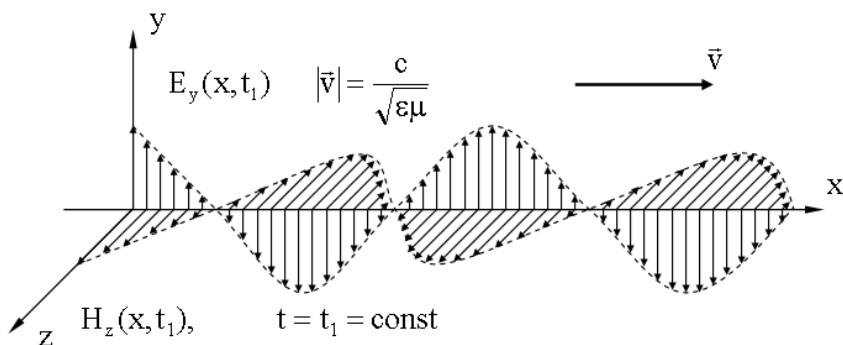
ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет»

Кафедра общей физики

«ЭЛЕКТРИЧЕСТВО. МАГНЕТИЗМ. ВОЛНОВАЯ ОПТИКА»

КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

для зачета по лабораторным работам
по дисциплине «Физика»
для студентов всех специальностей
очной формы обучения



Воронеж 2011

Составители: канд. физ.-мат.наук А.Г.Москаленко, канд. техн. наук М.Н. Гаршина, канд. физ.-мат. наук Е.П. Татьяна, канд. физ.-мат. наук С.В. Бурова

УДК 531 (07)

«Электричество. Магнетизм. Волновая оптика» контрольные задания для зачета по лабораторным работам по дисциплине «Физика» для студентов всех специальностей очной формы обучения / ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет»; сост. А.Г. Москаленко, М.Н. Гаршина, Е.П.Татьянина, С.В. Бурова. Воронеж, 2011. 69 с.

Методические указания содержат теоретический минимум и варианты контрольных заданий по дисциплине «Физика» для сдачи зачета по лабораторным работам «Электричество. Магнетизм. Волновая оптика».

Предназначены для студентов первого курса очной формы обучения.

Библиогр.: 7 назв.

Рецензент д-р физ.-мат. наук, проф. Е.В. Шведов

Ответственный за выпуск зав. кафедрой профессор В.С.Железный

Издается по решению редакционно-издательского совета Воронежского государственного технического университета

© ФГБОУ ВПО «Воронежский
государственный технический
университет», 2011

**«ЭЛЕКТРИЧЕСТВО. МАГНЕТИЗМ. ВОЛНОВАЯ ОПТИКА»
КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ**
для зачета по лабораторным работам
по дисциплине «Физика»
для студентов всех специальностей
очной формы обучения

Составители:
Москаленко Александр Георгиевич
Гаршина Мария Николаевна
Татьянина Елена Павловна
Бурова Светлана Васильевна

В авторской редакции

Подписано к изданию
Уч.-изд. л. 4,2. «С»

Заказ №

ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный
технический университет»
394026 Воронеж, Московский просп., 14

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

№2.1. Моделирование электростатических полей

№2.2. Определение ёмкости конденсаторов посредством измерения тока разрядки

Теоретический минимум

- Электрический заряд. Закон сохранения заряда. Закон Кулона.
- Электрическое поле. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции и его применение к расчету напряженности полей.
- Поток вектора напряженности. Теорема Гаусса для электростатического поля в вакууме. Применение теоремы Гаусса к расчету полей.
- Работа по перемещению заряда в электростатическом поле. Теорема о циркуляции вектора напряженности. Потенциал.
- Силовые линии и эквипотенциальные поверхности. Графическое изображение полей. Связь между напряженностью и потенциалом.
- Емкость уединенного проводника и конденсатора. Расчет емкости плоского, сферического и цилиндрического конденсаторов. Соединение конденсаторов.
- Энергия электрического поля точечных зарядов и конденсаторов. Объемная плотность энергии электрического поля.

Контрольные задания

Вариант 1

1. Заряд и его свойства. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона.

2. Точечные положительные заряды q и $2q$ закреплены на расстоянии L друг от друга в вакууме. На середине прямой, соединяющей заряды, поместили точечный отрицательный заряд $-q$. Модуль и направление силы, действующей на положительный заряд q , изменились следующим образом:

- 1) модуль не изменился, направление изменилось на противоположное;
- 2) модуль уменьшился в два раза, направление изменилось на противоположное;
- 3) модуль увеличился в два раза, направление не изменилось;
- 4) модуль стал равен нулю.

3. При основании равнобедренного прямоугольного треугольника помещены одинаковые заряды: $q_1 = q_2 = q$. Какой дополнительный заряд необходимо поместить в середине отрезка соединяющего эти заряды, чтобы напряженность электрического поля в третьей вершине стала равной нулю?

4. Куб, у которого отсутствует одна грань, расположен в однородном электрическом поле напряженностью E таким образом, что силовые линии электрического поля входят в куб через отсутствующую грань, а противоположная грань перпендикулярна силовым линиям. Ребро куба равно a . Чему равен поток вектора напряженности электрического поля через поверхность данного куба?

5. Найти отношение потенциалов точек, находящихся внутри заряженной сферы на расстояниях a и $2a$ от центра.

6. Электрон ($e/m = 1,76 \cdot 10^{11}$ Кл/кг), двигаясь под действием электрического поля из состояния покоя, приобретает скорость 30 Мм/с. Определить ускоряющую разность потенциалов

7. Градиент потенциала положительного точечного заряда в точке, находящейся на расстоянии r от заряда, направлен

- | | |
|------------------------|--------------|
| 1) к заряду | 2) от заряда |
| 3) перпендикулярно r | 4) равен 0 |

8. Одинаковые заряды Q расположены в вершинах квадрата со стороной a . Чему равна потенциальная энергия этой системы?

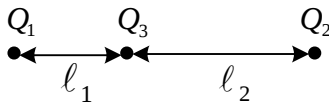
9. Напряженность поля в плоском воздушном конденсаторе с площадью пластин S равна E . Определить поверхностную плотность заряда на пластинах конденсатора.

10. Пространство между пластинами плоского конденсатора заполнено диэлектриком, молекулы которого можно рассматривать как жесткие диполи с электрическим моментом $2 \cdot 10^{-30} \text{ м}^3$. Концентрация диполей равна 10^{26} м^{-3} . При отсутствии диэлектрика напряженность поля между пластинами равна 150 МВ/м . Чему равна напряженность поля в таком диэлектрике и при таких условиях?

Вариант 2

1. Напряженность электростатического поля. Его графическое изображение. Напряженность электрического поля точечного заряда, заряженной сферы, заряженной плоскости.

2. Два заряда Q_1 и Q_2 закреплены на некотором расстоянии друг от друга. Третий заряд может перемещаться только вдоль прямой, проходящей через заряды. При каком отношении расстояний от этого заряда до зарядов Q_1 и Q_2 (l_1/l_2) он будет находиться в состоянии равновесия?



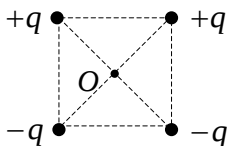
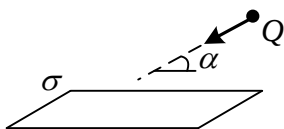
3. Напряженность поля в точке, отстоящей от точечного заряда на расстоянии r , равна E . Чему равна напряженность поля то в точке, отстоящей от точечного заряда на расстоянии $2r$?

4. Плоская квадратная пластина со стороной $a = 20 \text{ см}$ находится на некотором расстоянии от бесконечной равномер-

но заряженной ($\sigma = 0,5 \text{ мКл/м}^2$) плоскости. Плоскость пластины составляет угол $\alpha = 60^\circ$ с линиями поля. Определите поток напряженности электрического поля через эту пластину.

5. Проводящий шар радиуса R имеет положительный заряд $+q$. Как изменится потенциал в центре шара, если на расстоянии $2R$ от его центра поместить точечный отрицательный заряд $-2q$?

6. Электрическое поле создано бесконечной равномерно заряженной плоскостью с поверхностной плотностью заряда σ . В этом поле вдоль прямой, составляющей угол α с плоскостью, из точки 1 в точку 2, расстояние между которыми l , перемещается точечный заряд Q . Чему равна работа сил поля по перемещению заряда?



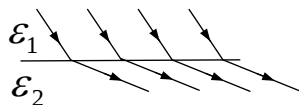
7. Четыре точечных заряда расположены в вершинах квадрата. Градиент потенциала в центре квадрата имеет направление

- 1) $\rightarrow$ 2) $\uparrow$ 3) $\leftarrow$ 4) $\downarrow$

8. В вершинах квадрата размещены точечные заряды $+q$, $-q$, $+q$, $-q$. Затем заряд $+q$ удаляется. Определить отношение потенциальной энергии в конечном состоянии к потенциальной энергии в начальном состоянии.

9. К пластинам плоского воздушного конденсатора приложена разность потенциалов U . После отключения конденсатора от источника напряжения в пространство между пластинами внесли диэлектрик с диэлектрической проницаемостью ϵ . Найти разность потенциалов между пластинами конденсатора в этом случае.

10. На рисунке дано графическое изображение электрического поля. Данному рисунку соответствует подпись:



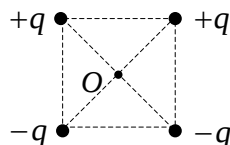
- 1) линии электрического смещения, $\epsilon_1 > \epsilon_2$
- 2) линии электрического смещения, $\epsilon_1 < \epsilon_2$
- 3) линии напряженности, $\epsilon_1 > \epsilon_2$
- 4) линии напряженности, $\epsilon_1 < \epsilon_2$

Вариант 3

1. Поток вектора напряженности электростатического поля. Теорема Гаусса для электростатического поля в вакууме.

2. Два маленьких одинаковых металлических шарика заряжены положительным зарядом $5q$ и отрицательным зарядом $-q$ и находятся на некотором расстоянии друг от друга в вакууме. Шарики привели в соприкосновение и развели на прежнее расстояние, поместив их в жидкий диэлектрик с $\epsilon = 2$. Как при этом изменился модуль силы взаимодействия?

3. Четыре точечных заряда расположены в вершинах квадрата. Напряженность поля в центре квадрата имеет направление



- 1) $\rightarrow$
- 2) $\uparrow$
- 3) $\leftarrow$
- 4) $\downarrow$

4. Сферическая поверхность охватывает два точечных заряда, величина которых различается в n раз. Поток вектора напряженности электростатического поля через эту поверхность равен Φ . Чему равна величина зарядов?

5. Две проводящие вложенные сферы радиусами $R_1 = 0,05\text{ м}$ и $R_2 = 1,5R_1$ имеют общий центр. Внутренней сфере сообщили заряд $q = 6,0 \cdot 10^{-8}\text{ Кл}$, внешнюю сферу заземлили. Чему будет равен потенциал внутренней сферы?

6. Тонкий стержень согнут в кольцо радиусом R . Он заряжен с линейной плотностью τ . Чему равна работа, которую надо совершить, чтобы перенести заряд Q из центра кольца в точку, расположенную на оси кольца на расстоянии $4R$ от кольца?

7. Градиент потенциала отрицательного точечного заряда в точке, находящейся на расстоянии r от заряда, направлен

- | | |
|------------------------|--------------|
| 1) к заряду | 2) от заряда |
| 3) перпендикулярно r | 4) равен 0 |

8. Три одинаковых точечных заряда, величина каждого из которых равна q , закреплены на одной прямой. При этом расстояние между соседними зарядами равно a . Чему равна работа сил электростатического поля при удалении центрального заряда?

9. Рассчитайте электрическую емкость плоского конденсатора площадью пластин S с двумя слоями диэлектриков толщиной d_1 и d_2 и диэлектрической проницаемостью ϵ_1 и ϵ_2 .

10. Расстояние между пластинами плоского конденсатора равно 2 мм, разность потенциалов 1,8 кВ. Диэлектрик – стекло ($\epsilon = 7$). Определите диэлектрическую восприимчивость стекла и поверхностную плотность связанных зарядов на поверхности стекла.

Вариант 4

1. Применение теоремы Гаусса к расчету напряженности электростатического поля объемно заряженного шара.

2 Расстояние между двумя точечными зарядами уменьшили в 2 раза и поместили в диэлектрик с относительной диэлектрической проницаемостью, равной 2. Как после этого изменилась сила кулоновского взаимодействия между зарядами?

3. Внутри полый тонкостенной сферы радиусом $2R$ находится сфера радиусом R . Их центры совпадают. Сферы соответственно заряжены зарядами $2q$ и q . Чему равна напряжен-

ность электрического поля на расстоянии $3R/2$ от общего центра сфер?

4. Определите поток вектора напряженности электростатического поля через сферическую поверхность, охватывающую точечные заряды $Q_1 = 5 \text{ нКл}$ и $Q_2 = -2 \text{ нКл}$.

5. По тонкому проволочному кольцу радиуса $R = 3 \text{ см}$ равномерно распределен заряд $q = 10^{-9} \text{ Кл}$. Чему равна разность потенциалов между центром кольца и точкой, находящейся на оси кольца на расстоянии $r = 4 \text{ см}$ от центра.

6. Заряд q находится в электрическом поле точечного заряда Q . Работы, совершаемые по перемещению заряда q из точки А в точку В (A_{AB}) и из точки А в точку С (A_{AC}) (точки В и С лежат на окружности, в центре которой расположен заряд Q), соотносятся следующим образом:

1) $A_{AB} = A_{AC} \neq 0$ 2) $A_{AB} > A_{AC}$ 3) $A_{AB} < A_{AC}$ 4) $A_{AB} = A_{AC} = 0$

7. Электростатическое поле создается положительным точечным зарядом. На расстоянии 10 см от заряда потенциал поля равен $\varphi = 100 \text{ В}$. Чему равно числовое значение градиента потенциала электрического поля в этой точке?

8. Два электрона находятся на бесконечно большом расстоянии. Один из них покоится, а другой приближается к нему. Минимальное расстояние, до которого сблизятся электроны равно r . Найти квадрат начальной скорости движения второго электрона. Массу и заряд электрона считать известными.

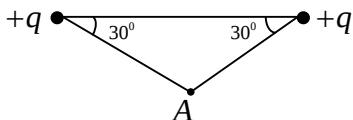
9. Два плоских конденсатора одинаковой емкости соединены в батарею последовательно и подключены к источнику тока. Затем пространство между пластинами второго конденсатора, не отключая источника тока, заполняют диэлектриком с диэлектрической проницаемостью $\varepsilon = 3$. Как и во сколько раз изменится разность потенциалов на пластинах первого конденсатора?

10. В однородное электростатическое поле напряженностью $E_0 = 700 \text{ В/м}$ перпендикулярно полю помещается бесконечная плоскопараллельная стеклянная ($\epsilon = 7$) пластина. Чему равна поляризованность стекла?

Вариант 5

1. Применение теоремы Гаусса к расчету напряженности электростатического поля равномерно заряженной бесконечной нити.

2. Два одинаковых металлических шарика, заряженных одноименными зарядами q и $4q$, находятся на расстоянии r друг от друга. Шарики привели в соприкосновение. На какое расстояние их надо развести, чтобы сила взаимодействия осталась прежней?



3. Равные заряды расположены так, как показано на рисунке. Если убрать один из зарядов то модуль напряженности в точке А изменится следующим образом:

- 1) увеличится 2) уменьшится 3) не изменится
- 4) для ответа на вопрос недостаточно данных.

4. Площадка $S = 20 \text{ см}^2$ представляет часть сферической поверхности радиуса $R = 20 \text{ см}$, окружающей заряд $q = 10 \text{ нКл}$. Чему равен поток вектора напряженности электрического поля, создаваемого данным зарядом, через площадку S ?

5. Радиусы двух заряженных металлических шариков равны $R_1 = 4 \cdot 10^{-2} \text{ м}$ и $R_2 = 2 \cdot 10^{-2} \text{ м}$. Шарики заряжены одинаковым зарядом $q = 6 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$. Чему станут равны заряды q_1 и q_2 шариков после их соприкосновения?

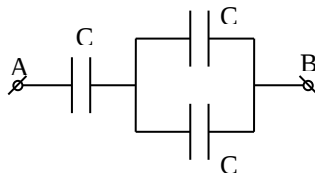
6. Заряженная частица, пройдя расстояние между точками поля, имеющими разность потенциалов 2 кВ , приобретает

энергию 8 кэВ. Определите заряд этой частицы, выраженный через заряд электрона.

7. Электростатическое поле создается бесконечной плоскостью, заряженной равномерно с поверхностной плотностью $\sigma = 5 \text{ нКл/м}^2$. Чему равно числовое значение градиента потенциала этого поля и как он направлен?

8. Три частицы с зарядом q и массой m каждая закреплены в вершинах правильного треугольника со стороной a . Частицы освободили. Квадрат скорости каждой частицы на бесконечно большом расстоянии друг от друга определяется соотношением $v^2 = nq^2/4\pi\epsilon_0 ma$. Чему равно n ?

9. Разность потенциалов между точками А и В составляет 1000 В. Энергия батареи конденсаторов равна 2 Дж. Вычислите емкость каждого конденсатора.



10. В вершине куба находится точечный заряд q . Определите поток вектора D через поверхность куба.

Вариант 6

1. Работа сил электрического поля. Потенциал. Потенциал точечного заряда.

2. Четыре одинаковых точечных заряда q расположены в вершинах квадрата со стороной a . Чему равна сила, действующая со стороны трех зарядов на четвертый?

3. Электростатическое поле создается двумя бесконечными параллельными плоскостями, заряженными равномерно одноименными зарядами с поверхностной плотностью соответственно $\sigma_1 = 8,85 \cdot 10^{-10} \text{ Кл/м}^2$ и $\sigma_2 = 17,70 \cdot 10^{-10} \text{ Кл/м}^2$. Чему равны напряженности электростатического поля между плоскостями и за пределами плоскостей?

4. Чему равен поток вектора E через поверхность сферы, в центре которой находится диполь с моментом $p = ql$?

5. Потенциал заряженного шарика равен φ . Найти потенциал поля в точке, находящейся от поверхности шарика на расстоянии, равном трем радиусам шарика.

6. Тонкий стержень согнут в кольцо радиусом R . Он заряжен с линейной плотностью τ . Заряд Q переносится из центра кольца в точку, расположенную на оси кольца на расстоянии $2R$ от кольца. Какую при этом надо совершить работу?

7. Электростатическое поле создается бесконечной плоскостью, заряженной равномерно с поверхностной плотностью $\sigma = 1 \text{ нКл/м}^2$ ($\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{12} \text{ Кл}^2/\text{Н.м}$). Определите разность потенциалов между двумя точками этого поля, лежащими на расстоянии 20 см и 50 см.

8. Плотность энергии электрического поля при удалении от точечного заряда спадает по закону

- 1) r^{-1} 2) r^{-2} 3) r^{-4} 4) r^{-6}

9. Пластины изолированного плоского конденсатора емкостью C и с зарядом q раздвигают так, что расстояние между ними увеличивается в n раз. Рассчитайте, какую для этого нужно произвести работу.

10. Два точечных заряда с зарядами $+12 \text{ нКл}$ и -12 нКл , образуя диполь, находятся на расстоянии 0,3 см. Чему равен электрический момент данного диполя?

Вариант 7

1. Взаимосвязь между напряженностью электростатического поля и разностью потенциалов.

2. Два заряда Q и $-4Q$ находятся на расстоянии a друг от друга. Какой отрицательный заряд q и на каком расстоянии x

от заряда Q надо поместить, чтобы вся система находилась в равновесии?

3. Напряженность внутри объемно заряженной сферы в зависимости от расстояния от центра сферы r изменяется следующим образом

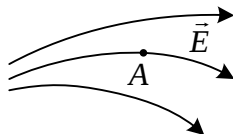
- 1) $E \sim r$ 2) $E \sim r^{-1}$ 3) $E \sim r^{-2}$ 4) $E = \text{const}$

4. В центре грани куба находится точечный заряд q . Чему равен поток вектора напряженности через поверхность куба?

5. N заряженных капель с потенциалом φ_0 сливают в одну с потенциалом φ . Определите отношение потенциалов φ/φ_0 .

6. Электрический заряд перемещается из точки с потенциалом 75 В в точку с потенциалом 125 В. При этом силы электростатического поля совершают работу 2 мДж. Определите величину перемещаемого заряда.

7. На рисунке приведена картина силовых линий электрического поля. Указать направление возрастания потенциала в точке А:



- 1) $\rightarrow$ 2) $\uparrow$ 3) $\leftarrow$ 4) $\downarrow$

8. Два заряда $+q$ и $-q$ находятся в точке с координатами $(a/2, 0, 0)$ и $(-a/2, 0, 0)$ соответственно. Чему равна работа сил поля, создаваемого этими зарядами, при удалении заряда q_0 из начала координат в бесконечность?

9. Плоский воздушный конденсатор подключили к источнику напряжения и затем отключили от него. После этого сдвинули пластины конденсатора, уменьшив зазор в два раза. Как изменилась при этом плотность энергии?

10. В однородное электростатическое поле напряженностью $E_0 = 700$ В/м перпендикулярно полю помещается бесконечная плоскопараллельная стеклянная ($\epsilon = 7$) пластина. Чему равно электрическое смещение внутри пластины?

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

№2.4. Определение ЭДС источника методом компенсации

№2.5. Измерение сопротивления проводников мостиком Уинстона

№2.6. Изучение обобщенного закона Ома

Теоретический минимум

- Сила и плотность тока. Связь между вектором плотности тока и скоростью упорядоченного движения зарядов.
- Законы Ома и Джоуля-Ленца в интегральной и дифференциальной формах.
- Сторонние силы, ЭДС и напряжение.
- Обобщенный закон Ома.
- Правила Кирхгофа и их применение к расчету разветвленных цепей.
- Классическая теория электропроводности металлов. Вывод законов Ома и Джоуля-Ленца на основе электронной теории.

Контрольные задания

Вариант 1

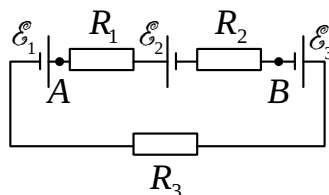
1. Дайте понятие силы и плотности тока. Какова связь плотности тока со скоростью упорядоченного движения зарядов?

2. Количество электричества, проходящее через поперечное сечение проводника, изменяется со временем по закону $q = 9 + 8t - t^2$. Через какое время ток поменяет свое направление на противоположное?

3. Амперметр с сопротивлением $R_A = 0,16 \text{ Ом}$ зашунтирован сопротивлением $R = 0,04 \text{ Ом}$. Чему равен ток в цепи, если амперметр показывает ток $I_0 = 8 \text{ А}$?

4. При прохождении через проводник электрического тока за время t выделилось количество теплоты, равное Q . Объем проводника V , удельное сопротивление ρ . Чему равна напряженность электрического поля в проводнике?

5. В представленной схеме ЭДС первого и второго источников равны $\mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_2 = 2 \text{ В}$, ЭДС третьего $\mathcal{E}_3 = 5 \text{ В}$, сопротивления $R_1 = 1 \text{ Ом}$, $R_2 = R_3 = 2 \text{ Ом}$. Какова разность потенциалов между точками A и B ?



6. Если две электрические лампочки сопротивлением 200 Ом и 300 Ом включены в сеть параллельно, то во сколько раз отличаются потребляемые ими мощности?

Вариант 2

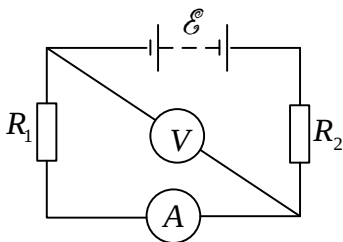
1. Сформулируйте закон Ома в интегральной и дифференциальной форме для однородного и неоднородного участка цепи.

2. Ток в проводнике меняется со временем по уравнению

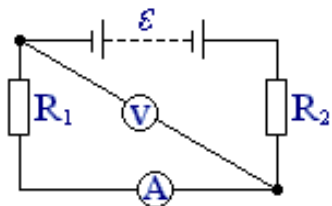
$$I = 4 + 2t \text{ (А)}.$$

Какое количество электричества, пройдет через поперечное сечение проводника за время 5 с ?

3. ЭДС батареи аккумуляторов 12 В . Если сила тока в цепи равна 4 А , а напряжение на клеммах батареи 11 В , то чему будет равен ток короткого замыкания?



4. Чему равно показание амперметра, если $\mathcal{E} = 6 \text{ В}$, $R_1 = 4 \text{ Ом}$, $R_2 = 6 \text{ Ом}$, $R_V = 12 \text{ Ом}$?



5. Какова средняя тепловая мощность в медном проводнике при силе электрического тока 10 А/см^2 ? Удельное сопротивление меди $\rho = 0,017 \text{ нОм}\cdot\text{м}$.

6. Две батареи с ЭДС равными 12 В , 5 В и 10 В и внутренними сопротивлениями $r = 1 \text{ Ом}$, соединены между собой одноименными полюсами. Какова сила тока, проходящая через первую батарею?

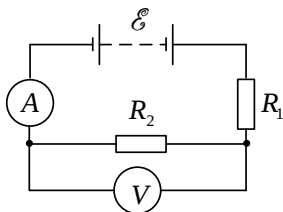
Вариант 3

1. Какую роль выполняют сторонние силы в источнике тока? Электродвижущая сила и ее связь с напряженностью поля сторонних сил.

2. Ток в проводнике меняется со временем по уравнению

$$I = 4 + 2t \text{ (А)}.$$

Какое количество электричества пройдет через поперечное сечение проводника за время от $t_1 = 2 \text{ с}$ до $t_2 = 6 \text{ с}$?



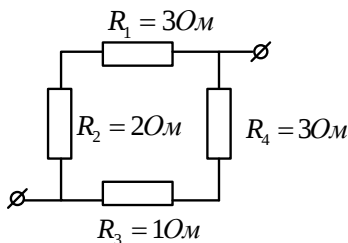
3. Что показывает амперметр в данной цепи? Параметры цепи: $\mathcal{E} = 6 \text{ В}$, $R_1 = 4 \text{ Ом}$, $R_2 = 6 \text{ Ом}$, $R_V = 12 \text{ Ом}$.

4. По проводу сечением S и удельным сопротивлением ρ течет ток I . Получите выражение для силы, действующей на отдельные свободные электроны со стороны электрического поля.

5. Три батареи с ЭДС равными 12 В , 5 В , 10 В и одинаковыми внутренними сопротивлениями $r = 1\text{ Ом}$, соединены между собой одноименными полюсами.

Какова сила тока, проходящая через вторую батарею?

6. На каком из резисторов при прохождении постоянного тока выделяется максимальное количество теплоты?



Вариант 4

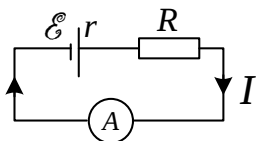
1. Как определяется работа и мощность тока? Сформулируйте закон Джоуля-Ленца в интегральной и дифференциальной форме.

2. Неоднородный участок цепи это –

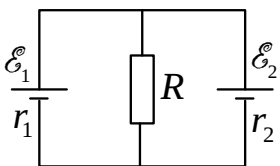
- 1) участок, на котором действуют только электрические силы;
- 2) участок, на котором действуют электрические и сторонние силы;
- 3) участок, на котором действуют только сторонние силы;
- 4) участок с неоднородным удельным сопротивлением.

3. Как изменится ток короткого замыкания, если два одинаковых источника тока пересоединить из параллельного соединения в последовательное?

4. Напряженность электрического поля в проводнике равна E . Объем проводника V , удельное сопротивление ρ . Какое количество теплоты выделится при прохождении через проводник электрического тока за время t ?



5. Чему равно падение напряжения внутри источника, если $\mathcal{E} = 2\text{ В}$, $r = 0,4\text{ Ом}$, $I = 1\text{ А}$?



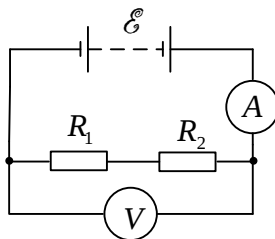
6. Какой ток течет через сопротивление R при следующих параметрах схемы: $\mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_2 = 2\text{ В}$, $r_1 = 1\text{ Ом}$, $r_2 = 2\text{ Ом}$, $I_1 = 1\text{ А}$?

Вариант 5

1. Сформулируйте правила Кирхгофа для разветвленных цепей. Как определяются в уравнениях Кирхгофа знаки для ЭДС, токов и падений напряжений?

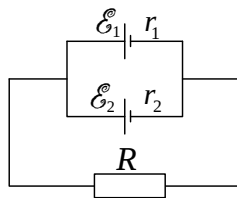
2. По проводнику сечением S течет ток I . Плотность и молярная масса материала проводника соответственно равны ρ и M . На каждый атом материала приходится один свободный электрон. Получите выражение для средней скорости упорядоченного движения электронов вдоль проводника.

3. Что покажет вольтметр при следующих параметрах схемы: $\mathcal{E} = 6 \text{ В}$, $R_1 = 4 \text{ Ом}$, $R_2 = 6 \text{ Ом}$, $R_V = 12 \text{ Ом}$?



4. Какое количество теплоты выделится за единицу времени в единице объема медного провода ($\rho = 17 \text{ нОм}\cdot\text{м}$), при плотности тока $j = 300 \text{ кА}/\text{м}^2$?

5. Два параллельно соединенных элемента с одинаковыми ЭДС $\mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_2 = 2 \text{ В}$ и внутренними сопротивлениями $r_1 = 1 \text{ Ом}$, $r_2 = 1,5 \text{ Ом}$ замкнуты на внешнее сопротивление $R = 1,4 \text{ Ом}$. Определите ток, протекающий во внешней цепи.

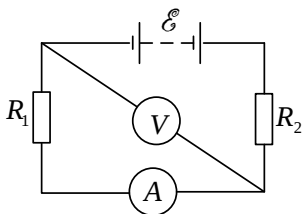


6. Две электрические лампочки сопротивлением 100 Ом и 300 Ом включены в сеть последовательно. Как различаются мощности, потребляемые лампочками?

Вариант 6

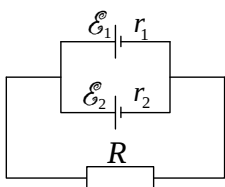
1. От чего зависит сопротивление проводников? Каков физический смысл удельного сопротивления и удельной проводимости? Последовательное и параллельное соединение проводников.

2. Рассчитайте среднюю скорость упорядоченного движения электронов в проводнике с концентрацией $n = 10^{29} \text{ м}^{-3}$ при плотности тока $j = 100 \text{ А}/\text{см}^2$.



3. Чему равно показание амперметра при следующих параметрах схемы: $\mathcal{E} = 6 \text{ В}$, $R_1 = 4 \text{ Ом}$, $R_2 = 6 \text{ Ом}$, $R_V = 12 \text{ Ом}$?

4. При какой плотности тока в медном проводе ($\rho = 17 \text{ нОм} \cdot \text{м}$) удельная тепловая мощность тока будет равна $720 \text{ Дж/м}^3 \cdot \text{с}$?



5. Два параллельно соединенных элемента с одинаковыми ЭДС $\mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_2 = 2 \text{ В}$ и внутренними сопротивлениями $r_1 = 1 \text{ Ом}$, $r_2 = 1,5 \text{ Ом}$ замкнуты на внешнее сопротивление $R = 1,4 \text{ Ом}$. Чему равен ток, протекающий через второй элемент?

6. Обмотка электрического кипятильника имеет две секции. Если включена только первая секция, то вода закипает через время t_1 , если только вторая, то через время t_2 .

Через какое время закипит вода, если обе секции включить параллельно?

Вариант 7

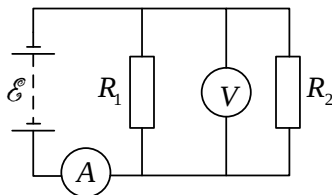
1. Что представляет собой неоднородный участок цепи? Сформулируйте закон Ома для неоднородного участка цепи в интегральной и дифференциальной форме.

2. Ток в проводнике меняется со временем по уравнению

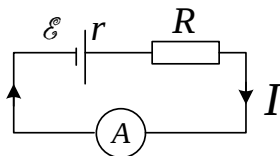
$$I = 18 - 6t \text{ (A)}.$$

Какое количество электричества, пройдет через поперечное сечение проводника за 6 секунд?

3. Что покажет вольтметр при следующих параметрах схемы: $\mathcal{E} = 6 \text{ В}$, $R_1 = 4 \text{ Ом}$, $R_2 = 6 \text{ Ом}$, $R_V = 12 \text{ Ом}$?



4. Каков КПД цепи, если $\mathcal{E} = 2 \text{ В}$, $r = 0,4 \text{ Ом}$, $I = 1 \text{ А}$?



5. Лампочки мощностью $W_1 = 100 \text{ Вт}$ и $W_2 = 200 \text{ Вт}$ соединены последовательно и включены в цепь постоянного тока. Как будут относиться мощности, потребляемые лампочками в этом случае?

6. Три батареи с ЭДС равными 12 В , 5 В , 10 В и одинаковыми внутренними сопротивлениями $r = 1 \text{ Ом}$, соединены между собой одноименными полюсами. Чему равна сила тока, проходящая через третью батарею?

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

№2.8а, 2.8б. Определение удельного заряда электрона с помощью магнетрона

Теоретический минимум

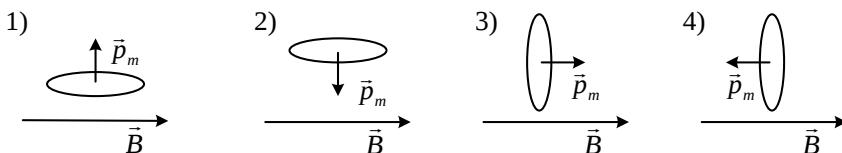
- Магнитное поле. Индукция магнитного поля. Поле движущегося заряда.
- Закон Био-Савара-Лапласа. Принцип суперпозиции. Поле прямого и кругового токов.
- Теорема Гаусса и теорема о циркуляции вектора магнитной индукции. Применение теоремы о циркуляции для расчета поля соленоида и тороида.
- Сила Ампера. Взаимодействие параллельных токов. Контуры с током в магнитном поле.
- Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в магнитном поле.

Контрольные задания

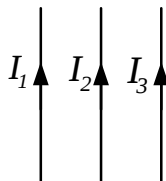
Вариант 1

1. Закон Био-Савара-Лапласа.

2. Контур с током, имеющий магнитный момент $\vec{P}_m$, находится во внешнем магнитном поле с индукцией $\vec{B}$. Устойчивому положению равновесия соответствует состояние

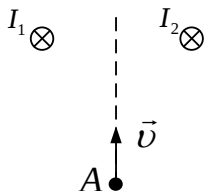


3. Три бесконечно длинных параллельных проводника с токами расположены на равных расстояниях один от другого. $I_1 = 1$ А, $I_2 = 2$ А, $I_3 = 3$ А. Указать направления сил, действующих на проводники с токами I_1 и I_2 .

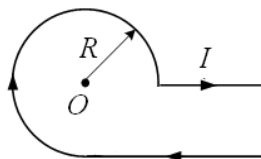


1) $\rightarrow, \leftarrow$ 2) $\leftarrow, \leftarrow$ 3) $\rightarrow, \rightarrow$ 4) $\leftarrow, \rightarrow$

4. В магнитном поле двух бесконечно длинных параллельных прямолинейных проводников с одинаковыми токами пролетает электрон. Куда направлена магнитная сила, действующая на электрон в точке А?

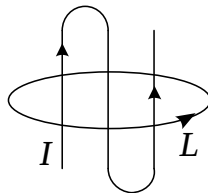


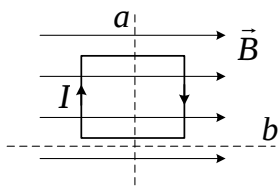
5. Частица, несущая один элементарный заряд, влетела в однородное магнитное поле с индукцией $B = 0,5$ Тл. Определите момент импульса, которым обладала частица при движении в магнитном поле, если ее траектория представляла дугу окружности радиусом $R = 0,2$ см.



6. Определить магнитную индукцию в точке О.

7. Найдите циркуляцию вектора магнитной индукции $\oint_L B_l dl$ по заданному контуру.



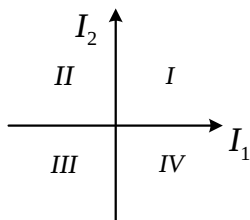


8. В однородном магнитном поле в плоскости, параллельной линиям магнитной индукции $\vec{B}$, расположена прямоугольная рамка с током. Сравнить работы, необходимые для поворота рамки на угол $\pi/2$ вокруг осей a и b .

Вариант 2

1. Теорема о циркуляции вектора магнитной индукции.

2. Два прямолинейных бесконечно длинных проводника с токами расположены взаимно перпендикулярно в одной плоскости. Точки, в которых магнитная индукция равна нулю, располагаются в квадрантах

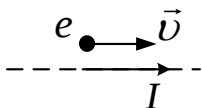


1) I, II

2) III, IV

3) I, III

4) II, IV



3. Вектор силы, действующей на движущийся электрон вблизи бесконечного прямого провода с током, направлен

1) $\downarrow$

2) $\uparrow$

3) $\rightarrow$

4) $\leftarrow$

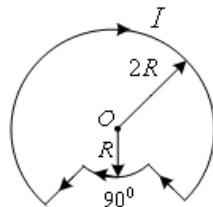
4. Прямолинейный проводник длиной 1 м расположен в магнитном поле с индукцией 0,05 Тл так, что составляет с вектором индукции угол 30° . Какой ток нужно пропустить через проводник, чтобы на него со стороны поля действовала сила 0,5 Н?

5. Протон влетает в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции и начинает двигаться

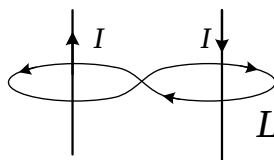
по окружности. Если величину магнитного поля уменьшить в 2 раза, то частота вращения протона

- 1) увеличится в 2 раза;
- 2) увеличится в $\sqrt{2}$ раз;
- 3) не изменится;
- 4) уменьшится в 2 раза

6. Выразить магнитную индукцию в точке О через силу тока I и радиус R .



7. Найти циркуляцию вектора магнитной индукции $\oint_L B_l dl$ по заданному контуру

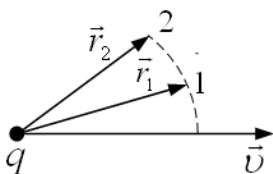


8. Виток, по которому течет ток силой $I = 20$ А, свободно установился в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,016$ Тл. Диаметр витка $d = 10$ см. Какую работу надо совершить, чтобы повернуть виток на угол $\alpha = \pi/2$ относительно оси, совпадающей с диаметром?

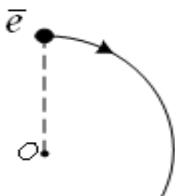
Вариант 3

1. Применение закона Био-Савара-Лапласа для расчета поля, созданного бесконечно длинным прямолинейным проводником.

2. Заряд $q > 0$ движется со скоростью $\vec{v}$. Сравнить модули магнитной индукции B в точках 1 и 2 ($r_1 = r_2$):



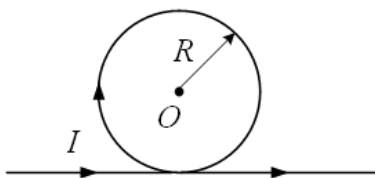
- 1) одинаковы
- 2) $B_1 > B_2$
- 3) $B_1 < B_2$
- 4) однозначно ответить нельзя



3. Электрон, влетевший в область однородного магнитного поля, движется по дуге окружности. Как направлен вектор индукции магнитного поля?

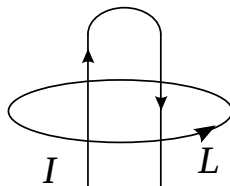
4. Линии напряженности однородного электрического поля и линии индукции однородного магнитного поля взаимно перпендикулярны. Напряженность электрического поля равна 1 кВ/м, индукция магнитного поля равна 1 мТл. Определить модуль скорости электрона, движущегося в этих полях прямолинейно и равномерно.

5. Частица массы m и заряда q движется по окружности радиуса R в однородном магнитном поле с индукцией B в плоскости, перпендикулярной линиям индукции. Найти кинетическую энергию частицы.



6. Бесконечно длинный проводник с током I имеет плоскую петлю радиусом R . Найти индукцию поля в точке O .

7. Чему равна циркуляция вектора магнитной индукции $\oint_L B_l dl$ по заданному контуру?



8. Рамка с током $I = 5 \text{ А}$ содержит $N = 20$ витков тонкого провода. Определить магнитный момент p_m рамки с током, если площадь рамки равна 10 см^2 .

Вариант 4

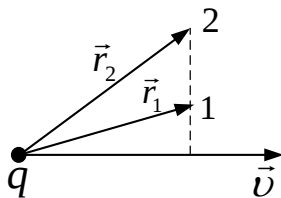
1. Применение закона Био – Савара – Лапласа для расчета поля кругового тока.

2. Заряд $q > 0$ движется со скоростью $\vec{v}$. Сравнить модули магнитной индукции B в точках 1 и 2:

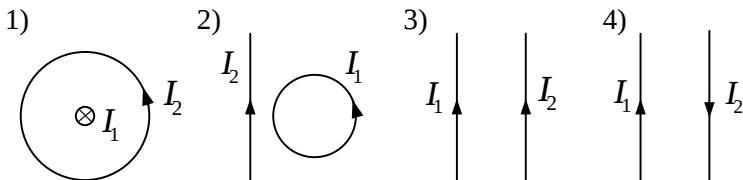
1) однозначно ответить нельзя

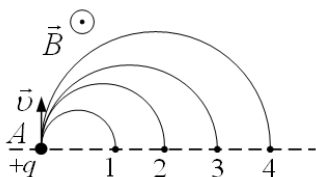
2) $B_1 < B_2$ 3) $B_1 > B_2$

4) одинаковы



3. Проводники с током не взаимодействуют друг с другом в случае, указанном на рисунке

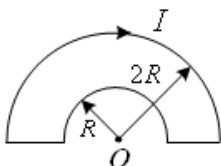




4. Частицы, имеющие одинаковые заряды, вылетают из точки А в магнитном поле с одинаковыми скоростями. Макси-мальная масса соответствует частице

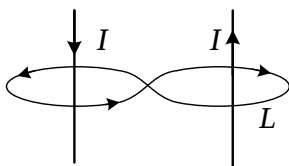
- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

5. Протон движется по окружности в однородном магнитном поле с индукцией $B = 10^{-3}$ Тл. За какое время он совершает полный оборот?



6. По плоскому контуру из тонкого провода течет ток I . Найти магнитную индукцию поля, создаваемого этим током в точке О.

- 1) $3\mu_0 I/8R$ 2) $\mu_0 I/8R$
3) $\mu_0 I/2R$ 4) $\mu_0 I/4R$



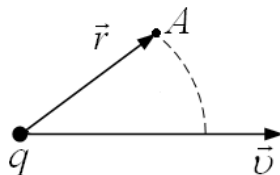
7. Определить циркуляцию вектора магнитной индукции $\oint_L \vec{B}_l dl$ по заданному контуру.

8. В однородное магнитное поле с индукцией 0,1 Тл помещена квадратная рамка площадью 25 см^2 . Нормаль к плоскости рамки составляет с направлением магнитного поля угол 60° . По рамке течет ток 1 А. Определить вращающий момент, действующий на рамку.

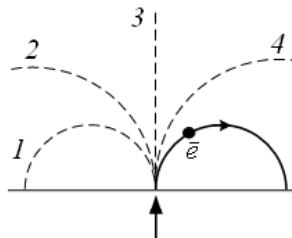
Вариант 5

1. Работа по перемещению контура с током в магнитном поле.

2. Заряд $q < 0$ движется со скоростью $\vec{v}$. Определить направление вектора $\vec{B}$ в точке A.

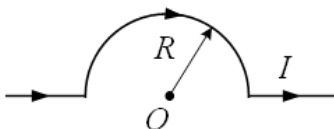


3. В магнитное поле влетает электрон и движется по окружности. По какой траектории будет двигаться протон, влетевший в это поле с такой же скоростью?

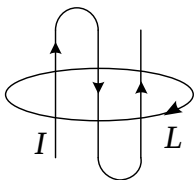


4. Квадратная проволочная рамка расположена в одной плоскости с длинным прямым проводом так, что две ее стороны параллельны проводу, а ближайшая к проводу сторона рамки находится на расстоянии, равном ее длине. По рамке и проводнику текут одинаковые токи I . Найти силу, действующую на рамку с током.

5. Ион, пройдя ускоряющую разность потенциалов $U = 645\text{В}$, влетел в скрещенные под прямым углом однородные магнитное ($B = 1\text{ мТл}$) и электрическое ($E = 200\text{ В/м}$) поля. Определите отношение заряда иона к его массе, если ион в этих полях движется прямолинейно.



6. Бесконечно длинный проводник с током I имеет плоскую петлю радиусом R . Найти магнитную индукцию поля в точке O .

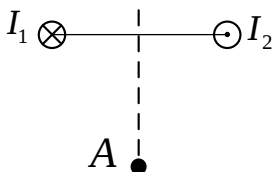


7. Определить циркуляцию вектора магнитной индукции $\oint_L \vec{B}_l d\vec{l}$ по заданному контуру.

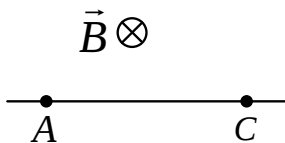
8. Поток магнитной индукции через площадь поперечного сечения соленоида (без сердечника) равен $\Phi = 1$ мкВб. Длина соленоида $l = 12,5$ см. Определите магнитный момент p_m этого соленоида.

Вариант 6

1. Сила Ампера. Сила Лоренца.



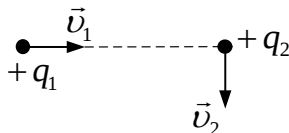
2. Магнитное поле создано двумя параллельными длинными проводниками с токами I_1 и I_2 , расположенными перпендикулярно плоскости чертежа, причем $I_1 = I_2$. Укажите направление вектора магнитной индукции результирующего поля в точке A , находящейся на одинаковом расстоянии от проводников.



3. По проводнику AC протекает постоянный ток. Проводник помещен в однородное магнитное поле, линии индукции которого перпендикулярны проводнику. Потенциал точки A

больше потенциала точки С. Определить направление силы Ампера, действующей на проводник.

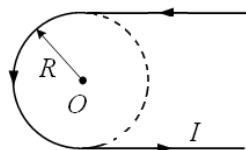
4. Две положительно заряженные частицы движутся во взаимно перпендикулярных направлениях. В тот момент, когда вторая частица оказалась на линии скорости первой, магнитные силы, действующие на частицы равны



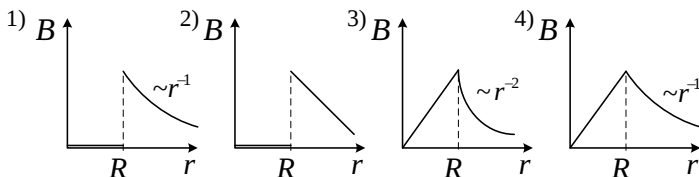
- 1) $F_1 = F_2 \neq 0$ 2) $F_1 = 0, F_2 \neq 0$
 3) $F_1 \neq 0, F_2 = 0$ 4) $F_1 = F_2 = 0$

5. Протон и дейтрон (ядро изотопа водорода, 2_1H), имеющие одинаковые скорости, влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции. Как связаны между собой радиусы R_1 и R_2 окружностей, по которым, соответственно, движутся протон и дейтрон?

6. Найти магнитную индукцию в точке О.



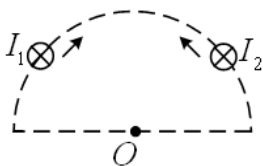
7. Ток равномерно распределен по поверхности длинной металлической трубы радиуса R . Зависимости B от r , где r – расстояние от оси трубы, соответствует график



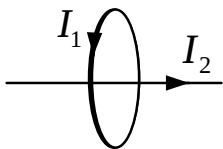
8. Какую работу совершает однородное магнитное поле с индукцией $B = 1,5$ Тл при перемещении проводника длиной $\ell = 0,2$ м, по которому течет ток в 10 А, на расстояние 0,25 м, если направление перемещения перпендикулярно к направлению поля и направлению тока? Проводник расположен под углом $\alpha = 30^\circ$ к направлению поля.

Вариант 7

1. Применение теоремы о циркуляции вектора $\vec{B}$ к расчету поля соленоида.



2. По дуге окружности скользят два бесконечно длинных параллельных проводника с токами $I_1 = I_2$. Как изменится модуль индукции магнитного поля в центре окружности O при сближении проводников?



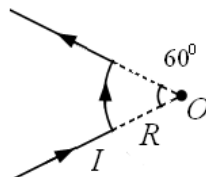
3. Прямолинейный проводник с током I_2 проходит по оси кругового тока I_1 . С какой силой взаимодействуют токи?

4. Двухпроводная линия состоит из длинных параллельных прямых проводов, находящихся на расстоянии d друг от друга. По проводам текут одинаковые токи I . Найти силу взаимодействия токов, приходящихся на единицу длины провода.

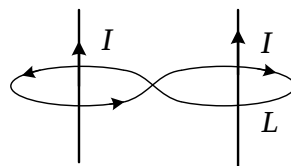
5. Электрон, пройдя в электрическом поле ускоряющую разность потенциалов U , попадает в однородное магнитное поле, линии индукции которого перпендикулярны направлению движения электрона, и начинает двигаться по окружности. Если ускоряющая разность потенциалов U увеличивается в 2 раза, то радиус окружности

- 1) увеличится в 2 раза 2) увеличится в $\sqrt{2}$ раз
 3) уменьшится в $\sqrt{2}$ раз 4) уменьшится в 2 раза

6. Найти магнитную индукцию поля, созданного в точке О изогнутым бесконечно длинным проводником с током.



7. Определить циркуляцию вектора магнитной индукции $\oint_L \mathbf{B}_l d\mathbf{l}$ по заданному контуру.



8. По витку радиусом $R = 10$ см течет ток $I = 50$ А. Виток помещен в однородное магнитное поле ($B = 0,2$ Тл). Определить момент силы, действующий на виток, если плоскость витка составляет угол $\varphi = 60^\circ$ с линиями магнитной индукции.

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

№ 2.9. Изучение магнитного поля соленоида

№ 2.10. Изучение явления взаимной индукции

Теоретический минимум

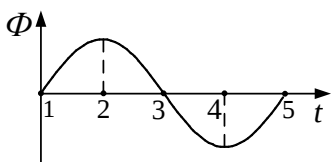
- Закон Био-Савара-Лапласа. Принцип суперпозиции. Поле прямого и кругового токов.

- Теорема Гаусса и теорема о циркуляции вектора магнитной индукции. Применение теоремы о циркуляции для расчета поля соленоида и тороида.
- Электромагнитная индукция. Закон Фарадея и правило Ленца.
- Явление самоиндукции. Индуктивность соленоида.
- Взаимная индукция.
- Токи при замыкании и размыкании цепи с индуктивностью.
- Энергия магнитного поля. Объёмная плотность энергии.

Контрольные задания

Вариант 1

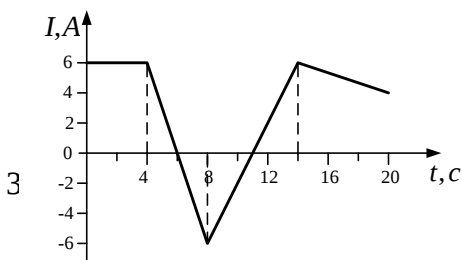
1. Явление электромагнитной индукции.



2. Поток магнитной индукции через проводящее кольцо изменяется по гармоническому закону. В какой момент времени ЭДС индукции, наводимая в кольцо, равна нулю?

3. В однородном магнитном поле ($B = 0,2$ Тл) равномерно вращается рамка, содержащая $N = 200$ витков. Площадь рамки $S = 100$ см². Максимальная ЭДС, индуцируемая в рамке равна 12,6 В. Найти частоту вращения рамки.

4. На рисунке представлен график зависимости силы тока в катушке от времени. Индуктивность катушки равна $L = 2,5$ Гн. Опреде-

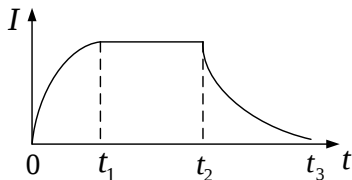


лить модуль ЭДС самоиндукции, возникающей в катушке, в момент времени 6 с.

5. Через катушку, индуктивность которой равна 200 мГн, протекает ток, изменяющийся по закону $I = 2\cos 3t$. Найти максимальное значение ЭДС самоиндукции.

6. Магнитный поток через проводящий контур увеличивается на 0,2 Вб в результате изменения тока в контуре с 4 А до 12 А. Определить индуктивность контура.

7. На рисунке показан график изменения величины силы тока в катушке при замыкании и размыкании цепи. Величина ЭДС самоиндукции, наводимая в катушке,

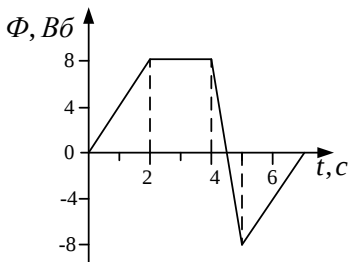


- 1) в интервале $(0 - t_1)$ больше, чем в интервале $(t_2 - t_3)$;
- 2) в интервале $(t_1 - t_2)$ равна нулю;
- 3) одинакова на всех участках;
- 4) зависит от индуктивности катушки.

Укажите неверное утверждение.

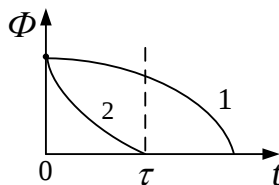
Вариант 2

1. Явление самоиндукции. Индуктивность контура.

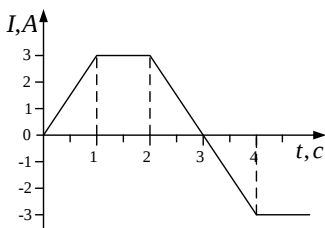


2. Магнитный поток через контур ($R = 1$ Ом), меняется так, как показано на графике. В момент времени $t = 3$ с определить индукционный ток в контуре.

3. На расстоянии a от длинного прямого провода с током I находится кольцо радиусом r и сопротивлением R . Кольцо расположено так, что поток, пронизывающий его, максимален. Какой заряд протечет через кольцо, если ток в проводнике будет выключен?



Какой заряд протечет через кольцо, если ток в проводнике будет выключен?



4. Ток со временем в катушке индуктивности изменяется по закону, показанному на рисунке. Изобразить зависимость ЭДС самоиндукции от времени.

5. В однородное магнитное поле с магнитной индукцией 100 Тл помещена квадратная рамка со стороной 10 см. Плоскость рамки составляет с направлением магнитного поля угол 60° . Найти магнитный поток, пронизывающий рамку.

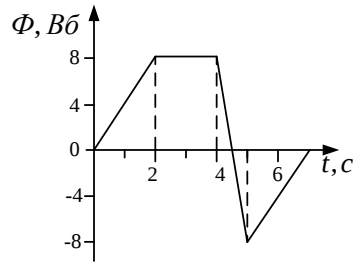
6. По графику изменения магнитного потока, пронизывающего один и тот же проводящий контур, определить в каком случае заряд, протекший по контуру за время τ будет больше.

7. Сила тока в обмотке соленоида, содержащего $N = 1500$ витков, равна 5 А. Магнитный поток Φ через поперечное сечение соленоида составляет 200 мкВб. Определить энергию магнитного поля в соленоиде.

Вариант 3

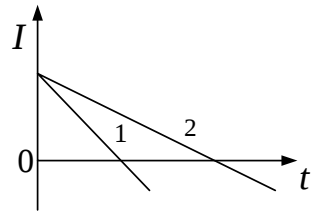
1. Явление взаимной индукции.

2. Магнитный поток через контур с сопротивлением $R = 1$ Ом меняется так, как показано на графике. Определить значение индукционного тока в момент времени $t = 5$ с.



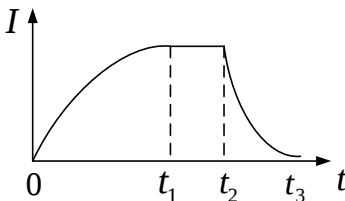
3. В проволочное кольцо, присоединенное к баллистическому гальванометру, вставили прямой магнит. По цепи протекло количество электричества 10 мкКл. Сопротивление цепи гальванометра составляет 30 Ом. Найти магнитный поток, пересекающий проволочное кольцо.

4. Через две одинаковые катушки индуктивности текут токи, спадающие со временем по линейному закону. В какой из катушек возникающая ЭДС самоиндукции больше?



5. Две длинные катушки намотаны на общий сердечник, причем индуктивности этих катушек равны L_1 и L_2 . Найти отношение числа витков первой катушки к числу витков второй катушки.

6. Найти энергию магнитного поля соленоида, в котором при силе тока 10 А возникает магнитный поток 1 Вб.



7. На рисунке показан график изменения величины силы тока в катушке при замыкании и размыкании цепи. Величина ЭДС

самоиндукции, наводимая в катушке,

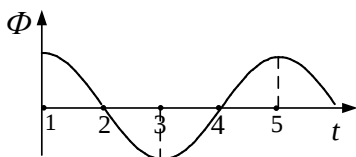
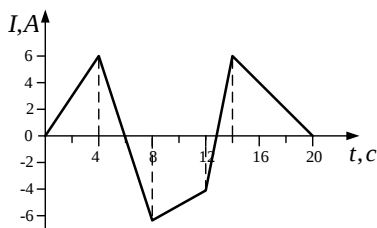
1) одинакова на всех участках;

2) в интервале $(0 - t_1)$ меньше, чем в интервале $(t_2 - t_3)$;

3) в интервале $(t_1 - t_2)$ равна нулю;

4) зависит от индуктивности катушки.

Укажите неверное утверждение.



Вариант 4

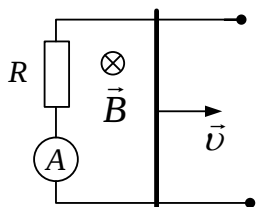
1. Энергия магнитного поля.

2. Поток магнитной индукции через проводящее кольцо изменяется по гармоническому закону. В какой момент времени ЭДС индукции, наводимая в кольце, имеет максимальное по модулю значение?

3. В однородном магнитном поле индуктивностью B вращается с постоянной угловой скоростью ω проводящее колесо с четырьмя радиальными спицами длиной L . Ось колеса параллельна линиям индукции. Найти индуцированную разность потенциалов между осью кольца и его ободом.

4. На графике представлена зависимость силы тока в катушке от времени. Индуктивность катушки равна $L = 2,5$ Гн. Определить модуль ЭДС самоиндукции, возникающей в катушке, в момент времени 16 с.

5. Найти индуктивность соленоида длины l и радиуса R , имеющего N витков.



6. Вычислить магнитный поток, создаваемый соленоидом сечением 10 см^2 , если он имеет 10 витков на каждый сантиметр его длины при силе тока 20 А .

7. Катушку индуктивностью $L = 0,6 \text{ Гн}$ подключают к источнику тока. Определите сопротивление катушки, если за время $t = 3 \text{ с}$ сила тока через катушку достигнет 80% предельного значения.

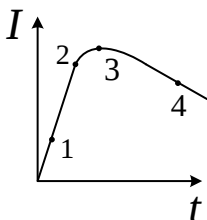
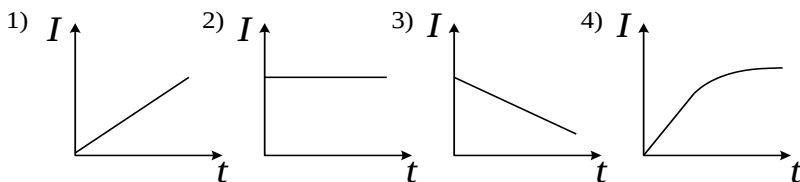
Вариант 5

1. Токи при замыкании и размыкании цепи, содержащей катушку индуктивности.

2. Какое из перечисленных значений называют электромагнитной индукцией?

- 1) нагревание проводника электрическим током;
- 2) возникновение электрического тока в замкнутом контуре при изменении магнитного потока через этот контур;
- 3) возникновение электрического поля в пространстве, где находится электрический заряд;
- 4) возникновение магнитного поля вокруг проводника с током.

3. По параллельным металлическим проводникам, расположенным в однородном магнитном поле, с постоянной скоростью перемещается перемычка. Зависимости индукционного тока от времени соответствует график.



4. Ток через катушку индуктивности изменяется со временем так, как показано на рисунке. В какой точке наблюдается максимальная по модулю ЭДС самоиндукции?

5. Сила тока в соленоиде равномерно возрастает от 0 до 10 А за $t=1$ мин, при этом соленоид накапливает энергию 220 Дж. Какая ЭДС индукции наводится в соленоиде?

6. Два соленоида ($L_1 = 0,64$ Гн и $L_2 = 1$ Гн) одинаковой длины и равного сечения вставлены один в другой. Определите взаимную индуктивность соленоидов.

7. В катушке индуктивностью 4 Гн сила тока равна 4 А. Чему будет равна сила тока в катушке, если энергия магнитного поля катушки уменьшится в 4 раза?

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

№ 2.11. Снятие кривой намагничивания и петли гистерезиса с помощью осциллографа

№ 2.12. Определение точки Кюри ферромагнетика

Теоретический минимум

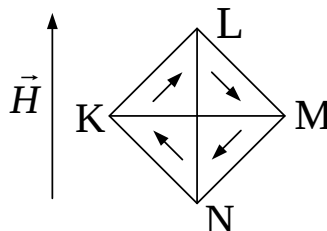
- Намагничивание вещества. Гипотеза Ампера. Вектор намагниченности.
- Напряженность магнитного поля. Закон полного тока. Связь между B и H .
- Магнитные моменты атомов. Атом в магнитном поле. Прецессия электронных орбит.
- Диа- и парамагнетики.
- Ферромагнетики. Кривая намагничивания. Гистерезис. Точка Кюри.
- Доменная структура ферромагнетиков.

Контрольные задания

Вариант 1

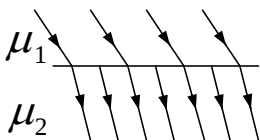
1. Природа ферромагнетизма.

2. На рисунке изображен монокристалл ферромагнетика в магнитном поле. Какая граница доменов и в каком направлении смещается на начальной стадии намагничивания?



3. В магнитном поле с индукцией $B = 2 \cdot 10^{-5}$ Тл помещен шарик из висмута ($\mu = 0,999834$) радиусом 5 мм. Каков магнитный момент шарика?

4. Как изменится циркуляция вектора магнитной индукции по контуру, охватывающему проводник с током, если пространство заполнить однородным и изотропным парамагнетиком?



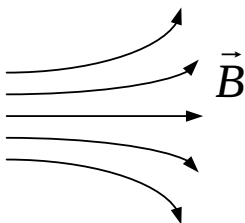
5. На рисунке дано графическое изображение магнитного поля на границе двух магнетиков. Данному рисунку соответствует подпись:

- 1) линии магнитной индукции, $\mu_1 > \mu_2$
- 2) линии магнитной индукции, $\mu_1 < \mu_2$
- 3) линии напряженности, $\mu_1 > \mu_2$
- 4) линии напряженности, $\mu_1 < \mu_2$

6. Что характеризует относительная магнитная проницаемость среды?

Вариант 2

1. Природа парамагнетизма. Какие вещества являются парамагнетиками?



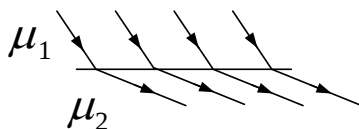
2. В парамагнитной среде создано неоднородное магнитное поле. Магнитные моменты молекул и магнитные силы, действующие на молекулы, направлены следующим образом

- | | |
|-------------------------------|------------------------------|
| 1) $\rightarrow, \rightarrow$ | 2) $\leftarrow, \leftarrow$ |
| 3) $\rightarrow, \leftarrow$ | 4) $\leftarrow, \rightarrow$ |

3. Магнитный момент каждого атома равен магнетону Бора ($\mu_B = 9,27 \cdot 10^{-24}$ Дж/Тл), а концентрация атомов $6 \cdot 10^{28} \text{ м}^{-3}$. Определить намагниченность тела при насыщении.

4. Изменится ли циркуляция вектора магнитной индукции по контуру, охватывающему проводник с током, если пространство заполнить однородным изотропным диамагнетиком?

5. На рисунке дано графическое изображение магнитного поля на границе двух магнетиков. Данному рисунку соответствует подпись:



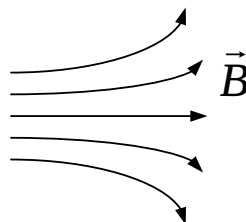
- 1) линии магнитной индукции, $\mu_1 > \mu_2$
- 2) линии магнитной индукции, $\mu_1 < \mu_2$
- 3) линии напряженности, $\mu_1 > \mu_2$
- 4) линии напряженности, $\mu_1 < \mu_2$

6. Что называется точкой Кюри?

Вариант 3

1. Теорема Лармора. Природа диамагнетизма.

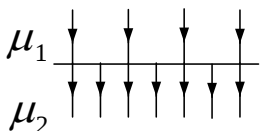
2. В диамагнитной среде создано неоднородное магнитное поле. Магнитные моменты молекул и магнитные силы, действующие на молекулы, направлены следующим образом



- | | |
|-------------------------------|------------------------------|
| 1) $\rightarrow, \rightarrow$ | 2) $\leftarrow, \leftarrow$ |
| 3) $\rightarrow, \leftarrow$ | 4) $\leftarrow, \rightarrow$ |

3. Магнитная восприимчивость марганца равна $1,21 \cdot 10^4$. Найти намагниченность марганца в магнитном поле напряженностью 100 кА/м.

4. Как связаны между собой векторы магнитной индукции, напряженности магнитного поля и намагниченности?



5. На рисунке дано графическое изображение магнитного поля на границе двух магнетиков. Данному рисунку соответствует подпись:

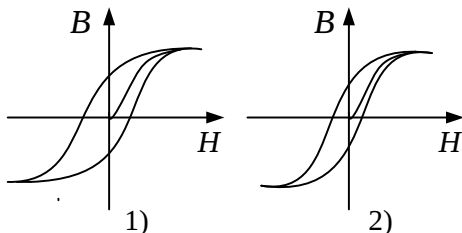
- 1) линии магнитной индукции, $\mu_1 = 2\mu_2$;
- 2) линии магнитной индукции, $\mu_2 = 2\mu_1$;
- 3) линии напряженности, $\mu_1 = 2\mu_2$;
- 4) линии напряженности, $\mu_2 = 2\mu_1$.

6. Из каких магнитных моментов складывается магнитный момент атома?

Вариант 4

1. Классификация магнетиков. Кривые намагничивания для диа-, пара-, и ферромагнетиков.

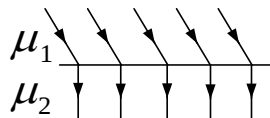
2. Изменится ли циркуляция вектора $\vec{H}$ по контуру, охватывающему проводник с током, если пространство заполнить однородным и изотропным магнетиком?



3. Что определяет площадь петли гистерезиса? Какой из сортов стали (1 или 2) лучше использовать для изготовления сердечников трансформаторов и почему?

4. По соленоиду длиной 1 м с числом витков $N = 500$ течет ток силой 5 А. В соленоид вставлен железный сердечник. Найдите намагниченность железа внутри соленоида, если при данной силе тока индукция поля в соленоиде равна 1,6 Тл.

5. На рисунке дано графическое изображение магнитного поля на границе двух магнетиков. Данному рисунку соответствует подпись:



- 1) линии магнитной индукции, $\mu_1 > \mu_2$
- 2) линии магнитной индукции, $\mu_1 < \mu_2$
- 3) линии напряженности, $\mu_1 > \mu_2$
- 4) линии напряженности, $\mu_1 < \mu_2$

6. Каким соотношением связаны между собой индукция B и напряженность H магнитного поля? Единицы измерения B и H .

Вариант 5

1. Теорема о циркуляции вектора $\vec{B}$ для магнитного поля в веществе.

2. Магнитные свойства парамагнетиков определяются следующим фактором:

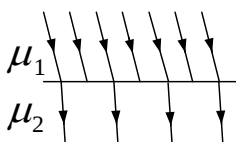
- 1) суммарный магнитный момент атома равен нулю;
- 2) суммарный магнитный момент атома не равен нулю;
- 3) некомпенсированы спины электронов на недостроенных внутренних электронных оболочках;
- 4) скомпенсированы спины электронов на недостроенных внутренних электронных оболочках.

3. Чему равна магнитная восприимчивость стали, если известно, что при помещении стального бруска в магнитное

поле напряженностью $H = 3000 \text{ А/м}$ в нем возникает индукция $B = 1 \text{ Тл}$?

4. Какие из перечисленных веществ относятся к диамагнетикам?

- | | |
|----------------------------------|----------------------------------|
| 1) медь ($\mu = 0,999912$) | 4) вольфрам ($\mu = 1,000175$) |
| 2) висмут ($\mu = 0,999824$) | 5) кобальт ($\mu = 150$) |
| 3) алюминий ($\mu = 1,000023$) | 6) никель ($\mu = 250$) |



5. На рисунке дано графическое изображение магнитного поля на границе двух магнетиков. Данному рисунку соответствует подпись:

- 1) линии магнитной индукции, $\mu_1 > \mu_2$
- 2) линии магнитной индукции, $\mu_1 < \mu_2$
- 3) линии напряженности, $\mu_1 > \mu_2$
- 4) линии напряженности, $\mu_1 < \mu_2$

6. Как связаны между собой магнитная проницаемость и магнитная восприимчивость среды?

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

№2.14. Исследование затухающих электромагнитных колебаний

№2.15. Изучение вынужденных электромагнитных колебаний

Теоретический минимум

- Электрический колебательный контур. Дифференциальное уравнение собственных электромагнитных колебаний и его решение.
- Реальный колебательный контур. Дифференциальное уравнение затухающих колебаний и его решение.
- Время релаксации. Логарифмический декремент. Добротность.
- Аперiodический разряд конденсатора. Критическое сопротивление.
- Дифференциальное уравнение вынужденных электромагнитных колебаний и его решение.
- Векторная диаграмма напряжений в контуре.
- Резонанс токов и напряжений в контуре.

Контрольные задания

Вариант 1

1. Дифференциальное уравнение и его решение для LC-контра.

2. Уравнение изменения напряжения на обкладках конденсатора емкостью $C=20$ мкФ имеет вид

$$U = 10 \cos 200\pi t.$$

Найти:

- 1) период колебаний в LC-контуре;
- 2) индуктивность контура;
- 3) максимальную энергию магнитного поля.

3. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью $C=25$ нФ и катушки индуктивностью $L=1$ мкГн. В начальный момент времени обкладкам конденсатора сообщен заряд $q_0=2,5$ мкКл. Написать с числовыми коэффициентами уравнение изменения от времени напряжения на обкладках конденсатора.

4. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью $C=530$ нФ и катушки с индуктивностью $L=30$ мкГн. На какую длину волны настроен контур?

5. Параметры колебательного контура имеют значения:

$$C=4,0 \text{ мкФ}, L=0,1 \text{ мГн}, R=1,0 \text{ Ом}.$$

Чему равна добротность контура Q ? При каком сопротивлении $R_{кр}$ процесс становится аperiodическим?

Вариант 2

1. Дифференциальное уравнение и его решение для RLC-контура.

2. Уравнение изменения со временем тока в LC-контуре, индуктивность катушки которого $L=1$ Гн, имеет вид

$$I = -0,02 \sin 400\pi t \text{ (A)}.$$

Найти:

- 1) период колебаний в LC-контуре;
- 2) емкость контура;
- 3) максимальную энергию электрического поля.

3. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью $C=1,0$ нФ и катушки индуктивностью $L=1,0$ мГн. В начальный момент времени обкладкам конденсатора сообщен заряд

$q_0=50$ мкКл. Написать с числовыми коэффициентами уравнение изменения от времени заряда на обкладках конденсатора.

4. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью $C=2$ нФ и катушки с индуктивностью $L=5$ мкГн. На какую длину волны настроен контур?

5. Параметры колебательного контура имеют значения:

$$C=4,0 \text{ мкФ}, L=0,01 \text{ мГн}, R=0,5 \text{ Ом}.$$

Чему равна добротность контура Q ? При каком сопротивлении $R_{кр}$ процесс становится апериодическим?

Вариант 3

1. Дифференциальное уравнение и его решение для вынужденных колебаний в контуре.

2. Уравнение изменения со временем тока в LC-контуре, индуктивность катушки которого $L=1$ Гн, имеет вид

$$I = -0,02 \sin 200\pi t \text{ (А)}.$$

Найти:

- 1) период колебаний в LC-контуре;
- 2) емкость конденсатора;
- 3) максимальную энергию электрического поля.

3. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью $C=1,0$ нФ и катушки индуктивностью $L=1,0$ мГн. Конденсатор заряжен до напряжения $U_0=100$ В. Чему будет равна амплитуда силы тока в контуре?

4. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью $C=200$ пФ и катушки с индуктивностью $L=2$ мкГн. На какую длину волны настроен контур?

5. Параметры колебательного контура имеют значения:

$$C=8,0 \text{ мкФ}, L=0,2 \text{ мГн}, R=1,2 \text{ Ом}.$$

Чему равна добротность контура Q ? При какой частоте ω в данном контуре возникнет резонанс токов?

Вариант 4

1. Вид резонансных кривых для напряжений и токов в контуре.

2. Уравнение изменения со временем тока в LC-контуре, индуктивность катушки которого $L=0,1$ Гн, имеет вид

$$I = -0,05 \sin 20\pi t \text{ (А)}.$$

Найти:

- 1) частоту ν колебаний в LC-контуре;
- 2) емкость конденсатора;
- 3) максимальную энергию электрического поля.

3. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью $C=1,0$ нФ и катушки индуктивностью $L=1,0$ мГн. Конденсатор заряжен до напряжения $U_0=10$ В. Чему будет равна амплитуда силы тока в контуре?

4. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью $C=200$ пФ и катушки с индуктивностью $L=2$ мкГн. На какую длину волны настроен контур?

5. Параметры колебательного контура имеют значения:

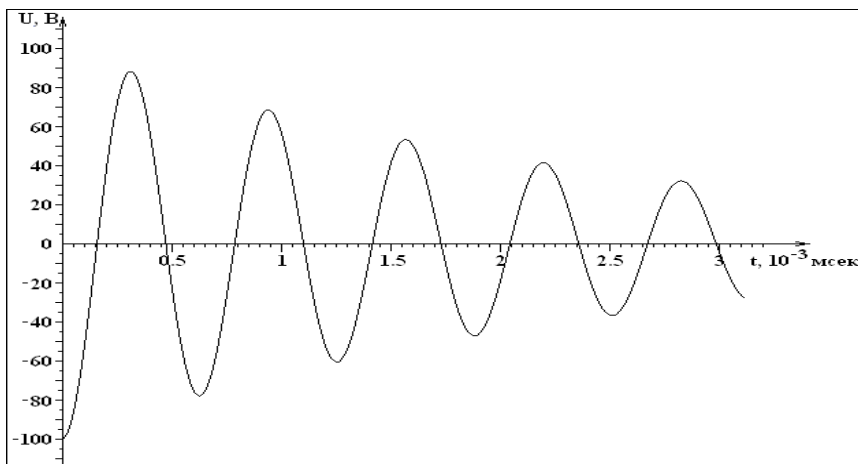
$$C=8,0 \text{ мкФ}, L=0,2 \text{ мГн}, R=1,2 \text{ Ом}.$$

Чему равна добротность контура Q ? При какой частоте ω в данном контуре возникнет резонанс напряжений?

Вариант 5

1. Электромагнитные волны. Волновое уравнение и уравнение плоской электромагнитной волны. Графическое изображение волны.

2. График изменения напряжения на обкладках конденсатора некоторого контура от времени имеет следующий вид



Определить добротность контура Q и его время релаксации τ .

3. Конденсатору емкостью $C=200\text{ пФ}$ сообщают заряд $q=5\text{ нКл}$ и замыкают на катушку с индуктивностью $L=1\text{ мГн}$. Чему будет равна амплитуда силы тока в контуре?

4. Колебательный контур радиоприемника состоит из катушки с индуктивностью $L=2\text{ мГн}$ и переменного конденсатора, емкость которого может изменяться от 10 до 100 пФ. В каком диапазоне длин волн может принимать радиостанции этот приемник?

5. Собственная частота колебаний некоторого контура $\nu=8,0\text{ кГц}$, добротность контура $Q=72$. В контуре возбуждаются затухающие колебания. Найти закон убывания запасенной в контуре энергии W со временем t .

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

№2.20 Интерференция света

Теоретический минимум

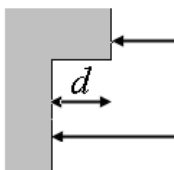
- Плоская световая волна. Монохроматичность и когерентность световых волн.
- Интерференция световых волн. Оптическая разность хода световых волн.
- Способы наблюдения интерференции света.
- Интерференция света в тонких пленках. Полосы равной толщины и равного наклона.
- Кольца Ньютона.
- Просветление оптики. Интерферометр Майкельсона.

Контрольные задания

Вариант 1

1. Интерференция световых волн. Монохроматичность и когерентность световых волн.

2. На ступенчатую стеклянную пластину, перпендикулярно ее поверхности, падает световой пучок, который после отражения от пластины собирается линзой. Длина падающей волны λ . При каком наименьшем значении высоты ступеньки d интенсивность в фокусе линзы будет минимальной?



3. Расстояние между двумя щелями в опыте Юнга равно 1 мм, расстояние от щелей до экрана 3 м. Определить длину волны света, если ширина полос интерференции на экране равна 1,5 мм.

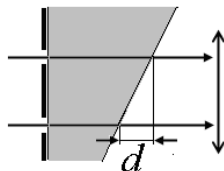
4. Плосковыпуклая линза в установке для получения колец Ньютона имеет радиус кривизны 4 м. Радиус пятого светлого кольца в отраженном свете составляет 3 мм. Чему равна длина волны падающего монохроматического света?

5. Пучок белого света падает нормально на стеклянную пластинку, толщина которой $d=0,4$ мкм. Показатель преломления стекла $n=1,5$. Какие длины волн, лежащие в пределах видимого спектра (от 400 до 700 нм), усиливаются в отраженном пучке?

Вариант 2

1. Интенсивности максимумов и минимумов в случае интерференции света. Условия интерференционных максимумов и минимумов.

2. Одна сторона стеклянного клина закрыта экраном с двумя щелями, как показано на рисунке. На клин, перпендикулярно его поверхности, падает световой пучок, который после прохождения клина собирается линзой. Длина падающей



волны λ ; в стекле она меньше, и равна $\frac{2}{3}\lambda$. При какой разности толщин клина d около щелей интенсивность света в фокусе линзы будет максимальной?

3. В опыте с зеркалами Френеля расстояние между мнимыми изображениями источника света 0,5 мм, расстояние от них до экрана равно 5 м. Если в наблюдаемом монохроматическом свете ширина полос равна 6 мм, то чему равна длина волны света?

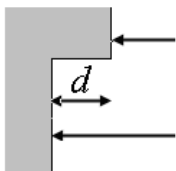
4. Диаметр d_2 второго светлого кольца Ньютона при наблюдении в отраженном свете ($\lambda=0,6$ мкм) равен 1,2 мм. Определить оптическую силу D плосковыпуклой линзы, взятой для опыта.

5. За испарением тонкой плёнки спирта ($n_{\text{сп}} = 1,36$), находящейся на стеклянной пластинке ($n_{\text{ст}} = 1,5$), наблюдают сверху. В какой-то момент времени плёнка становится красной ($\lambda = 700$ нм). Чему может быть равна минимальная толщина плёнки в этот момент?

Вариант 3

1. Методы наблюдения интерференции: метод Юнга, зеркала Френеля, бипризма Френеля, зеркало Ллойда.

2. Одна сторона толстой стеклянной пластины имеет ступенчатую поверхность, как показано на рисунке. На пластину, перпендикулярно ее поверхности, падает световой пучок, который после отражения от пластины собирается линзой. Длина падающей волны λ . При каком наименьшем значении высоты ступеньки d интенсивность в фокусе линзы будет максимальной?



3. В опыте Юнга расстояние между щелями равно 0,8 мм. На каком расстоянии от щелей следует расположить экран, чтобы ширина интерференционной полосы оказалась равной 2 мм? Длина волны монохроматического света $\lambda = 6,5 \cdot 10^{-7}$ м.

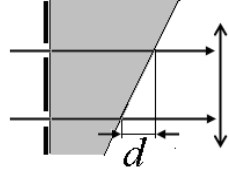
4. Плосковыпуклая линза выпуклой стороной лежит на стеклянной пластинке. Определить толщину d слоя воздуха там, где в отраженном свете ($\lambda = 0,6$ мкм) видно первое светлое кольцо Ньютона.

5. Плёнку масла ($n_{\text{м}} = 1,42$) толщиной 200 нм, находящуюся на стеклянной пластинке ($n_{\text{ст}} = 1,5$), наблюдают сверху. Какого цвета она должна вам казаться? Вычислите соответствующую длину волны.

Вариант 4

1. Расчет интерференционной картины от двух когерентных источников.

2. Одна сторона стеклянного клина закрыта экраном с двумя щелями, как показано на рисунке. На клин, перпендикулярно его поверхности, падает световой пучок, который после прохождения клина собирается линзой. Длина падающей волны λ ; в стекле она меньше, и равна $\frac{2}{3}\lambda$.



При какой разности толщин клина d около щелей интенсивность света в фокусе линзы будет минимальной?

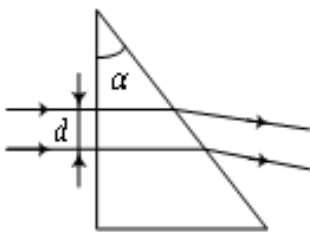
3. Во сколько раз увеличится расстояние между соседними интерференционными полосами на экране в опыте Юнга, если зеленый светофильтр ($\lambda_1 = 0,5$ мкм) заменить красным ($\lambda_2 = 0,65$ мкм)?

4. Плосковыпуклая линза в установке для получения колец Ньютона имеет радиус кривизны 4 м. Радиус пятого темного кольца в проходящем свете составляет 3 мм. Чему равна длина волны падающего монохроматического света?

5. На толстую стеклянную ($n_{\text{ст}}=1,5$) пластинку, покрытую очень тонкой пленкой ($n_{\text{пл}}=1,4$), падает нормально параллельный пучок монохроматического света ($\lambda=0,6$ мкм). Отраженный свет максимально ослаблен вследствие интерференции. Определить минимальную толщину d пленки.

Вариант 5

1. Интерференция в тонких пленках. Полосы равной толщины. Кольца Ньютона.



2. Два параллельных световых пучка, отстоящих друг от друга на расстоянии $d = 5$ см, падают на кварцевую призму ($n = 1,49$) с преломляющим углом $\alpha = 25^\circ$. Определите оптическую разность хода этих пучков на выходе их из призмы.

3. В опыте с зеркалами Френеля расстояние между мнимыми изображениями источника света равно $0,5$ мм, расстояние от них до экрана равно 3 м. Длина волны $0,6$ мкм. Определить ширину полос интерференции на экране.

4. На установке для наблюдения колец Ньютона был измерен в отраженном свете радиус третьего темного кольца ($k=3$). Когда пространство между плоскопараллельной пластиной и линзой заполнили жидкостью, то тот же радиус стало иметь кольцо с номером, на единицу большим. Определить показатель преломления n жидкости.

5. Какую наименьшую толщину должна иметь пластинка, сделанная из материала с показателем преломления $n = 1,5$, чтобы при ее освещении белым светом, перпендикулярным поверхности пластинки, она казалась в отраженном свете красной ($\lambda = 750$ нм)?

Вариант 6

1. Интерференция в тонких пленках. Полосы равного наклона.

2. Свет с длиной волны $0,6$ мкм нормально падает на тонкую пленку, нанесенную на стеклянную поверхность. Вследствие интерференции световые волны, отраженные от различных поверхностей пленки гасят друг друга. При какой минимальной разности хода это возможно?

3. В опыте Юнга щели освещались монохроматическим светом с $\lambda = 0,6 \text{ мкм}$. Расстояние между щелями равно 1 мм , расстояние от них до экрана $L = 3 \text{ м}$. Найдите положение второй светлой полосы на экране, считая от центра интерференционной картины.

4. Установка для получения колец Ньютона освещается белым светом, падающим нормально. Найти радиус четвертого синего кольца ($\lambda = 400 \text{ нм}$). Наблюдения проводятся в проходящем свете. Радиус кривизны линзы равен 5 м .

5. Пучок белого света падает нормально на нанесенную на стекло пленку. Показатель преломления пленки $n = 4/3$, а ее толщина $d = 600 \text{ нм}$. На каких длинах волн отраженный свет максимально ослабляется?

Вариант 7

1. Просветление оптики. Интерферометр Майкельсона.

2. На пути световой волны, идущей в воздухе, поставили стеклянную пластинку толщиной 5 мм . На сколько изменится оптическая длина пути, если волна падает на пластинку: 1) нормально; 2) под углом $\alpha = 30^\circ$?

3. В опыте с зеркалами Френеля расстояние между мнимыми изображениями источника света равно $0,5 \text{ мм}$, расстояние от них до экрана равно 3 м . Длина волны света $0,6 \text{ мкм}$. Определить ширину полос интерференции на экране.

4. Установка для получения колец Ньютона освещается монохроматическим светом с длиной волны 600 нм , падающим нормально к поверхности пластинки. Найти толщину воздушного слоя между линзой и стеклянной пластинкой в том месте, где наблюдается четвертое темное кольцо в отраженном свете.

5. Вода ($n_{\text{в}}=1,3$) в кастрюле покрыта плёнкой масла ($n_{\text{м}} = 1,42$) толщиной 500 нм. Какая длина волны будет отсутствовать в отражённом свете, если смотреть на плёнку сверху?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

№2.21 Дифракция света

Теоретический минимум

- Явление дифракции света. Принцип Гюйгенса-Френеля.
- Метод зон Френеля.
- Дифракция Френеля от круглого отверстия и диска.
- Дифракция Фраунгофера на щели.
- Дифракционная решетка.

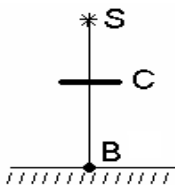
Контрольные задания

Вариант 1

1. Явление дифракции света. Принцип Гюйгенса-Френеля.

2. Радиус четвертой зоны Френеля для плоского волнового фронта равен 3 мм. Определить радиус шестой зоны Френеля.

3. В центре дифракционной картины за круглым диском С в точке В, на экране наблюдается



- 1) всегда максимум интенсивности
- 2) всегда минимум интенсивности
- 3) максимум, если на диске укладывается нечетное число зон Френеля
- 4) минимум, если на диске укладывается четное число зон Френеля

4. Ширина центрального дифракционного максимума на экране, удаленного от щели на $\ell = 1\text{ м}$, равна $\Delta x = 1\text{ см}$. определите число длин волн, укладываемых на ширине щели.

5. Для того чтобы, дифракционная решетка с периодом $d = 20\text{ мкм}$ могла разрешить дублет натрия ($\lambda_1 = 589,0\text{ нм}$ и $\lambda_2 = 589,6\text{ нм}$) в спектре второго порядка, чему должна быть равной ее наименьшая длина?

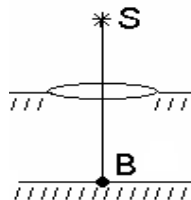
Вариант 2

1. Метод зон Френеля.

2. Плоская световая волна с длиной волны $\lambda = 600\text{ нм}$ падает по нормали на экран с круглым отверстием. Определить диаметр отверстия, при котором в точке Р, лежащей на оси светового пучка на расстоянии $b = 2\text{ м}$ от экрана, будет наблюдаться максимальная освещенность.

3. В центре дифракционной картины от круглого отверстия наблюдается светлое пятно, если число зон Френеля, укладываемых в отверстии, равно

- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4



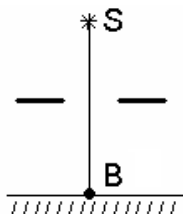
4. На узкую щель падает нормально монохроматический свет с длиной волны λ . Если угол отклонения света, соответствующий третьей световой дифракционной полосе, равен 30° , то чему равна ширина щели?

5. Определите длину дифракционной решетки, имеющей 50 штрихов на 1 мм , чтобы она могла разрешить две линии натрия $\lambda_1 = 580\text{ нм}$ и $\lambda_2 = 589,6\text{ нм}$ в спектре второго порядка.

Вариант 3

1. Дифракция Френеля от круглого отверстия.

2. На экран, имеющий круглое отверстие, падает сферическая волна. Радиус отверстия совпадает с радиусом центральной зоны Френеля для точки А на оси отверстия. Как изменится интенсивность света в точке А, если экран убрать?



3. В центре дифракционной картины от круглого отверстия наблюдается темное пятно, если число зон Френеля, укладывающихся в отверстие, равно

1) 1

2) 2

3) 3

4) 4

4. На щель шириной 0,021 мм падает нормально монохроматический свет с длиной волны 0,63 мкм. Сколько дифракционных минимумов можно наблюдать на экране за этой щелью?

5. Дифракционная решетка освещена нормально падающим монохроматическим светом. Максимум второго порядка наблюдается под углом 14° . Под каким углом наблюдается максимум третьего порядка?

Вариант 4

1. Дифракция Френеля от круглого диска.

2. Дифракционная картина наблюдается на расстоянии l от точечного источника монохроматического света с длиной волны $\lambda = 600\text{ нм}$. На расстоянии $a = 0,5l$ от источника помещена круглая непрозрачная преграда диаметром $D = 0,6\text{ см}$. Найдите расстояние l , если преграда закрывает для точки наблюдения только центральную зону Френеля.

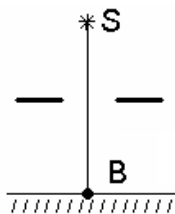
3. В центре дифракционной картины от круглого отверстия наблюдается темное пятно, если число зон Френеля, укладываемых в отверстие, равно

1) 1

2) 2

3) 3

4) 4



4. Ширина щели, освещаемой монохроматическим светом с длиной волны $\lambda=0,45$ мкм, равна 0,15 мм. С помощью линзы дифракционная картина наблюдается на экране в ее фокальной плоскости. Определить расстояние между минимумами первого порядка, если оптическая сила линзы $D=5$ дптр.

5. В спектре, даваемом дифракционной решеткой с $d=2300$ нм, видны при $\lambda=500$ нм только два максимума (кроме центрального). Определите ширину щелей в этой решетке.

Вариант 5

1. Дифракция Фраунгофера на щели.

2. На круглое отверстие $d=0,4$ см падает нормально параллельный пучок света с $\lambda=500$ нм. Точка наблюдения находится на оси отверстия на расстоянии 1 м от него. Темное или светлое пятно будет в центре дифракционной картины, если в точке наблюдения поместить экран?

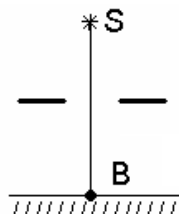
3. За круглым отверстием в точке В, на экране наблюдается

1) всегда максимум интенсивности

2) всегда минимум интенсивности

3) максимум, если на диске укладывается нечетное число зон Френеля

4) минимум, если на диске укладывается четное число зон Френеля



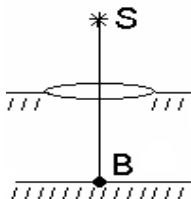
4. На щель шириной 20 мкм падает нормально параллельный пучок монохроматического света с длиной волны 500 нм. Найти ширину изображения щели на экране, удаленном от щели на 1 м.

5. На дифракционной решетке с периодом $d = 9$ мкм и шириной щели $b = 3$ мкм не наблюдается максимум m -го порядка. Определить порядок этого максимума m .

Вариант 6

1. Дифракционная решетка.

2. Монохроматический свет ($\lambda=0,6$ мкм) падает нормально на круглое отверстие радиусом 0,6 мм. На каком расстоянии от отверстия находится точка наблюдения, если в отверстии укладываются три зоны Френеля?



3. В центре дифракционной картины от круглого отверстия наблюдается темное пятно, если число зон Френеля, укладываемых в отверстие, равно

1) 1

2) 2

3) 3

4) 4

4. На щель падает пучок монохроматического света с длиной волны 500 нм. Ширина щели 6 мкм. Под каким углом будет наблюдаться третий дифракционный максимум?

5. Дифракционная решетка содержит 200 штрихов на миллиметр. На нее нормально падает монохроматический свет с длиной волны 0,6 мкм. Максимум какого наибольшего порядка дает эта решетка?

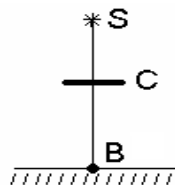
Вариант 7

1. Дифракция рентгеновских лучей на кристаллической решетке. Формула Вульфа-Брэгга.

2. Плоская световая волна длиной 0,5 мкм падает нормально на диафрагму с круглым отверстием диаметром 1 см. На каком расстоянии от отверстия должна находиться точка наблюдения, чтобы отверстие открывало две зоны Френеля?

3. В центре дифракционной картины за круглым диском С в точке В, на экране наблюдается

- 1) всегда максимум интенсивности
- 2) всегда минимум интенсивности
- 3) максимум, если на диске укладывается нечетное число зон Френеля
- 4) минимум, если на диске укладывается четное число зон Френеля



4. На непрозрачную пластинку с узкой щелью падает нормально плоская монохроматическая волна ($\lambda=600$ нм). Угол отклонения лучей, соответствующих второму дифракционному максимуму равен 20° . Определить ширину щели.

5. Дифракционная решетка содержит 200 штрихов на миллиметр. На нее нормально падает монохроматический свет с длиной волны 0,6 мкм. Найти общее число дифракционных максимумов в спектре этой дифракционной решетки.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

№2.22 Поляризация света

Теоретический минимум

- Естественный и поляризованный свет. Степень поляризации света.
- Закон Малюса.
- Поляризация света при отражении и преломлении на границе раздела двух диэлектриков. Закон Брюстера.
- Двойное лучепреломление.
- Искусственная оптическая анизотропия.
- Вращение плоскости поляризации оптически активными средами.

Контрольные задания

Вариант 1

1. Естественный и поляризованный свет. Степень поляризации света.

2. Определите степень поляризации света, если в частично поляризованном свете амплитуда светового вектора, соответствующая максимальной интенсивности света, в 2 раза больше амплитуды, соответствующей минимальной интенсивности.

3. Если интенсивность естественного света, проходящего через поляризатор и анализатор, уменьшается в 4 раза, то чему равен угол между их главными плоскостями?

4. На стеклянную пластинку ($n = 1,7$) падает естественный свет. Отраженный луч максимально поляризован. Определить угол между падающим и отраженным лучами.

5. Кристаллическая пластинка из исландского шпата с наименьшей толщиной $d = 0,54$ мкм служит пластинкой в четверть волны для $\lambda = 0,48$ мкм. Определите разность Δn показателей преломления обыкновенного и необыкновенного лучей.

6. Раствор глюкозы с массовой концентрацией $C_1 = 0,3$ г/см³, находящийся в стеклянной трубке, поворачивает плоскость поляризации монохроматического света, проходящего через раствор, на угол $\varphi_1 = 36^\circ$. Определите массовую концентрацию C_2 глюкозы в другом растворе в трубке такой же длины, если он поворачивает плоскость поляризации на угол $\varphi_2 = 18^\circ$.

Вариант 2

1. Закон Малюса.

2. Если в частично поляризованном свете амплитуда светового вектора, соответствующая максимальной интенсивности света, в 1,5 раза больше амплитуды, соответствующей минимальной интенсивности, то чему равна степень поляризации света?

3. Во сколько раз ослабевает естественный свет, проходя через два николя, плоскости поляризации которых составляют угол $\varphi = 60^\circ$?

4. Чему равен показатель преломления стекла, если отраженный луч будет полностью поляризован при угле преломления 30° ?

5. Кристаллическая пластинка из исландского шпата с наименьшей толщиной $d = 0,86$ мкм служит пластинкой в четверть волны для $\lambda = 0,59$ мкм. Определите разность Δn показателей преломления обыкновенного и необыкновенного лучей.

6. На какой угол повернет плоскость поляризации монохроматического света кварцевая пластинка толщиной 15 мм? Удельное вращение в кварце для данной длины волны $\alpha = 0,6$ рад/мм.

Вариант 3

1. Поляризация света при отражении и преломлении на границе раздела двух диэлектриков. Закон Брюстера.

2. Степень поляризации света равна $P = 0,25$. Найти отношение интенсивности поляризованной составляющей к интенсивности естественной составляющей.

3. Интенсивность света, прошедшего поляризатор и анализатор, угол между главными плоскостями которых составляет 30° , равна I_1 . При изменении угла до 45° интенсивность света изменилась до I_2 . Чему равно отношение интенсивностей I_1/I_2 ?

4. Естественный луч света падает на полированную поверхность стеклянной пластины ($n=1,54$), погруженной в жидкость. Отраженный от пластины луч составляет угол $\varphi = 97^\circ$ с падающим лучом. Определить показатель преломления жидкости, если отраженный луч полностью поляризован.

5. Определите наименьшую толщину кристаллической пластинки в четверть волны для $\lambda = 530$ нм, если разность показателей преломления необыкновенного и обыкновенного лучей для данной длины волны $\Delta n = 0,01$.

6. Определите массовую концентрацию C сахарного раствора, если при прохождении света через трубку длиной $L = 20$ см с этим раствором плоскость поляризации света поворачивается на угол $\varphi = 10^\circ$. Удельное вращение сахара $\alpha = 1,17 \cdot 10^{-2}$ рад·м²/кг.

Вариант 4

1. Двойное лучепреломление.

2. Если в частично поляризованном свете амплитуда светового вектора, соответствующая максимальной интенсивности света, в 3 раза больше амплитуды, соответствующей минимальной интенсивности, то чему равна степень поляризации света?

3. Угол ϕ между плоскостями пропускания поляризатора и анализатора равен 30° . Во сколько раз уменьшится интенсивность света, выходящего из анализатора, если угол увеличить до 60° ?

4. На стеклянную пластинку ($n = 1,54$) падает естественный свет. Отраженный луч максимально поляризован. Определить угол между падающим и отраженным лучами.

5. Определите наименьшую толщину кристаллической пластинки в полволны для $\lambda = 530$ нм, если разность показателей преломления необыкновенного и обыкновенного лучей для данной длины волны $\Delta n = 0,01$.

6. Пластинка кварца толщиной $d_1 = 2$ мм, вырезанная перпендикулярно оптической оси кристалла, поворачивает плоскость поляризации монохроматического света определенной длины волны на угол $\phi_1 = 30^\circ$. Определить толщину d_2 кварцевой пластинки, помещенной между параллельными николями, чтобы данный монохроматический свет гасился полностью.

Вариант 5

1. Искусственная оптическая анизотропия.
2. Степень поляризации частично поляризованного света составляет 0,75. Определите отношение максимальной интенсивности света, пропускаемого анализатором, к минимальной.
3. Во сколько раз уменьшиться интенсивность света после прохождения через два Николя плоскости поляризации которых составляют угол 60° , если в каждом Николе теряется 10% падающего на него света?
4. Луч естественного света отражается от плоскости стеклянного сосуда ($n_{\text{ст}} = 1,52$), наполненного водой ($n_{\text{в}} = 1,33$). Каким должен быть угол падения, чтобы отраженный луч был полностью поляризован?
5. Определите наименьшую толщину кристаллической пластинки в целую длину волны для $\lambda = 530$ нм, если разность показателей преломления необыкновенного и обыкновенного лучей для данной длины волны $\Delta n = 0,01$.
6. Определите толщину кварцевой пластинки, для которой угол поворота плоскости поляризации монохроматического света определенной длины волны $\varphi = 45^\circ$. Удельное вращение в кварце для данной длины волны $\alpha = 0,6$ рад/мм.

Вариант 6

1. Вращение плоскости поляризации оптически активными средами.
2. На плоскопараллельную пластину падает под углом Брюстера узкий пучок естественного света. Коэффициент отражения стекла $\rho = 0,8$. Определить степень поляризации света, прошедшего через пластину.
3. Какой процент первоначальной интенсивности сохраниться после прохождения света через два Николя, плоскости

которых составляют угол 75^0 и каждый Николь в отдельности поглощает 5% падающего на него света?

4. Предельный угол полного внутреннего отражения некоторого вещества равен 45^0 . Чему равен для этого вещества угол полной поляризации?

5. Кристаллическая пластинка толщиной $d=13,3$ мкм служит пластинкой в четверть волны для $\lambda = 530$ нм. Определите разность показателей преломления необыкновенного и обыкновенного лучей для данной длины волны.

6. Раствор глюкозы с массовой концентрацией $C_1 = 0,21$ г/см³, находящийся в стеклянной трубке, поворачивает плоскость поляризации монохроматического света, проходящего через раствор, на угол $\varphi_1 = 24^0$. Определить массовую концентрацию C_2 глюкозы в другом растворе в трубке такой же длины, если он поворачивает плоскость поляризации на угол $\varphi_2=18^0$.

Вариант 7

1. Поляризация света при отражении и преломлении на границе раздела двух диэлектриков. Закон Брюстера.

2. Степень поляризации частично поляризованного света равна 0,5. Во сколько раз максимальная интенсивность света, проходящего через анализатор, больше минимальной?

3. Интенсивность света, прошедшего поляризатор и анализатор, угол между главными плоскостями которых составляет 45^0 , равна I_1 . При изменении угла до 60^0 интенсивность света изменилась до I_2 . Чему равно отношение I_1/I_2 ?

4. Свет падает на границу раздела двух сред воздух-вода под углом Брюстера (53^0). Чему равен угол преломления?

5. Определите, для какой длины волны кристаллическая пластинка из исландского шпата с наименьшей толщиной $d = 0,48$ мкм служит пластинкой в четверть волны, если она создает разность показателей преломления обыкновенного и необыкновенного лучей равную $\Delta n = 0,02$.

6. Определите толщину кварцевой пластинки, для которой угол поворота плоскости поляризации монохроматического света определенной длины волны $\varphi = 45^\circ$. Удельное вращение в кварце для данной длины волны $\alpha = 0,6$ рад/мм.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Трофимова Т.И. Курс физики: учебн. пособие для вузов / Т.И. Трофимова. 9-е изд. перераб. и доп. Изд-во: Academia, 2007, 560 с.

2. Савельев И.В. Курс общей физики: в 5 кн.: кн.2: электричество и магнетизм: учебное пособие для втузов / И.В. Савельев. М.: АСТ: Астрель, 2005.-336 с.:ил.

3. Савельев И.В. Курс общей физики: в 5 кн.: кн.4: Волны. Оптика: учебное пособие для втузов / И.В. Савельев. М.: АСТ: Астрель, 2005.-256 с.:ил.

4. Детлаф А.А. Курс физики: учеб. пособие для втузов / А.А. Детлаф, Б.М. Яворский. М.: Высш.шк., 1989. – 608 с.

5. Методические указания к лабораторному практикуму по электричеству общего курса физики для студентов всех специальностей и всех форм обучения №288-2008/ Воронеж. гос. техн. ун-т. Сост. А.Г. Москаленко, Н.В. Матовых, А.Ф. Татаренков, О.А. Шестаков, О.В. Мячина Воронеж, 2005. 40 с.

6. Методические указания к лабораторному практикуму по электричеству общего курса физики для студентов всех специальностей очной формы обучения №299-2005 / Воронеж. гос. техн. ун-т. Сост. А.Г. Москаленко, Н.В. Матовых, М.Н. Гаршина, А.Ф. Татаренков, О.А. Шестаков, И.А.Сафонов, В.С. Железный, В.М. Фёдоров. Воронеж, 2005. 51 с.

7. Методические указания к лабораторному практикуму по волновой оптике для студентов всех специальностей и всех форм обучения №337-2006 / Воронеж. гос. техн. ун-т; Сост. А.Г. Москаленко, Н.В. Матовых, А.Ф. Татаренков, Т.С. Тимошенко, Шестаков О.А., Евсюков В.А., Воронеж, 2005. с.

СОДЕРЖАНИЕ

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

№2.1. Моделирование электростатических полей..... 5

№2.2. Определение ёмкости конденсаторов посредством измерения тока разрядки..... 5

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

№2.4. Определение ЭДС источника методом компенсации..... 16

№2.5. Измерение сопротивления проводников мостиком Уинстона 16

№2.6. Изучение обобщенного закона Ома 16

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

№2.8а, 2.8б. Определение удельного заряда электрона с помощью магнетрона 24

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

№ 2.9. Изучение магнитного поля соленоида 35

№ 2.10. Изучение явления взаимной индукции 35

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

№ 2.11. Снятие кривой намагничивания и петли гистерезиса с помощью осциллографа 43

№ 2.12. Определение точки Кюри ферромагнетика 43

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

№2.14. Исследование затухающих электромагнитных колебаний 49

№2.15. Изучение вынужденных электромагнитных колебаний..... 49

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

№2.20 Интерференция света 54

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

№2.21 Дифракция света..... 60

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

№2.22 Поляризация света..... 66

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК..... 72