

Тематическое планирование учебного материала

Основы электродинамики (21 ч)

Магнитное поле (10 ч)

Взаимодействие токов. Вектор магнитной индукции. Линии магнитной индукции. Модуль вектора магнитной индукции. Сила Ампера. Применение закона Ампера. Сила Лоренца. Магнитные свойства вещества.

Электромагнитная индукция (11 ч)

Открытие электромагнитной индукции. Магнитный поток. Правило Ленца. Закон электромагнитной индукции. ЭДС-индукции в движущихся проводниках. Самоиндукция. Индуктивность.

Колебания и волны (38 ч)

Механические колебания (7 ч)

Свободные и вынужденные колебания. Условия возникновения свободных колебаний. Математический маятник. Динамика колебательных движений. Вынужденные колебания. Резонанс.

Электромагнитные колебания (9 ч)

Свободные и вынужденные колебания. Колебательный контур. Период свободных электрических колебаний. Переменный электрический ток. Активные, индуктивные и относительные сопротивления. Резонанс в электрической цепи. Автоколебания.

Производство, передача и использование электрической энергии (6 ч)

Генерирование электрической энергии. Трансформаторы. Производство и использование электроэнергии. Передача электроэнергии. Эффективное использование энергии.

Механические волны (7 ч)

Волновые явления. Распространение механических волн. Длина волны. Скорость. Волны в среде. Звуковые волны.

Электромагнитные волны (9 ч)

Что такое электромагнитные волны. Экспериментальное обнаружение электромагнитных волн. Изобретение радио А.С. Поповым. Принцип радиосвязи. Распространение электромагнитных волн. Радиолокация.

Оптика (40 ч)

Световые волны (26 ч)

Скорость света. Закон отражения света. Закон преломления. Полное внутреннее отражение. Линза. Дисперсия. Интерференция. Дифракция. Дифракционная решетка. Поляризация света. Поперечность световых волн.

Элементы теории относительности (6 ч)

Законы электродинамики и принцип относительности. Постулаты теории относительности. Относительность одновременности. Основные свойства, вытекающие из постулатов теории относительности. Зависимость массы от скорости. Динамика. Связь между массой и энергией.

Излучение и спектры (8 ч)

Виды излучений. Источники света. Спектры и спектральные аппараты. Виды спектров. Спектральный анализ. Инфракрасное и ультрафиолетовое излучение. Рентгеновское излучение. Шкала электромагнитных волн.

Квантовая физика (35 ч)***Световые кванты (11 ч)***

Фотоэффект. Теория фотоэффекта. Фотоны. Давление света. Химическое действие света.

Атомная физика (4 ч)

Строение атома. Опыты Резерфорда. Квантовые постулаты Бора. Модель атома водорода по Бору. Трудности теории Бора. Квантовая механика. Лазеры.

Физика атомного ядра (17 ч)

Методы наблюдения и регистрации элементарных частиц. Открытие радиоактивности. Альфа-, бета- и гамма-излучения. Радиоактивное превращение. Закон радиоактивного распада. Изотопы. Открытие нейтрона. Строение атомного ядра. Энергия связи. Ядерная реакция. Деление ядер урана. Цепная ядерная реакция. Ядерный реактор. Термоядерная реакция. Биологическое действие радиоактивных излучений.

Элементарные частицы (3 ч)

Три этапа в развитии физики элементарных частиц. Открытие позитрона. Античастицы.

Значение физики для объяснения мира и развития производительных сил общества (1 ч)

Единая физическая картина мира.

Резервный урок (1 ч)

ПОУРОЧНЫЕ РАЗРАБОТКИ
к учебнику
Г.Я. Мякишева, Б.Б Буховцева

Основы электродинамики

Глава 1. Магнитное поле

Урок 1. Взаимодействие токов. Магнитное поле

Цели: дать учащимся представление о магнитном поле.

Демонстрация: демонстрация опыта Эрстеда, движения проводника с током в магнитном поле; демонстрация силовых линий магнитного поля постоянного магнита, магнитного поля прямого тока.

Ход урока

I. Организационный момент

II. Изучение нового материала

История магнита насчитывает свыше двух с половиной тысяч лет. В VI в. до н.э. древнекитайские ученые обнаружили минерал, способный притягивать к себе железные предметы. В древние времена свойства магнита пытались объяснить, приписывая ему «живую душу». Теперь мы знаем: вокруг любого магнита существует магнитное поле.

В 1820 г. Г.-Х. Эрстед обнаружил, что магнитное поле порождается электрическим током.

(Проводится демонстрация опыта Эрстеда.)

В 1820 г. Ампер предложил, что «магнитные свойства постоянных магнитов обусловлены множеством круговых токов, циркулирующих внутри молекул этих тел».

Свойства магнитного поля

1. Магнитное поле порождается только движущимися зарядами, в частности электрическим током.

2. В отличие от электрического поля магнитное поле обнаруживается по его действию на движущиеся заряды (заряженные тела).

3. Магнитное поле материально, так как оно действует на тела и, следовательно, обладает энергией.

4. Магнитное поле обнаруживается по действию на магнитную стрелку.

Опыт Ампера

Пропускаем ток по параллельным проводникам. Гибкие проводники укрепляем вертикально, затем присоединяем их с источниками тока. Ничего не наблюдаем. Но если замкнуть концы проводников проволокой, в проводниках возникнут токи противоположного направления. Проводники начнут отталкиваться друг от друга.

В случае токов одного направления проводники притягиваются. Это взаимодействие между проводниками с током, то есть взаимодействие между движущимися электрическими зарядами, называют *магнитным*. Силы, с которыми проводники с током действуют друг на друга, называют магнитными силами.

Уильям Дисельберт выпустил в 1600 г. книгу под названием «Новая физиология в магнитах, магнитных силах и великом магните Земли». С этой книги, собственно, и начинается подлинное научное изучение электрических и магнитных явлений. Дисельберт описал в своей книге все свойства магнитов, которые в его эпоху были известны, а также изложил результаты собственных очень важных опытов. Он указал на ряд существенных различий между электрическим и магнитным притяжениями и ввел само слово «электричество».

Хотя после Дюсельберта различие между электрическими и магнитными явлениями было уже всем неоспоримо ясно, тем не менее, ряд фактов указывает на то, что при всем своем различии эти явления каким-то образом тесно и неразрывно связаны друг с другом. Наиболее бросаются в глаза факты намагничивания железных предметов и перемагничивания магнитных стрелок под влиянием молний.

Знаменитый французский физик Д. Араго (1786–1853) в своей работе «Гром и молния» описывает интересный случай: «В июне 1681 г. корабль «Королева», находившийся в сотне миль от берега в открытом море, был поражен молнией, которая причинила значительные повреждения в мачтах, парусах. Когда наступила ночь, то по положению звезд выяснилось, что из трех компасов, имевшихся на корабле, два показывали на юг, а третий – на запад».

Араго описывает также случай, когда молния, ударившаяся в дом, сильно намагнитила в нем стальные ножи, вилки и другие предметы.

В начале XVIII в. было установлено, что молния представляет собой электрический ток, идущий через воздух. Поэтому факты могли подсказать, что всякий электрический ток обладает какими-то магнитными свойствами. Однако обнаружить это удалось только в 1820 г. Эрстеду.

Первые успехи в исследовании магнитных явлений в Средние века

В Средние века изучение магнитных явлений приобретает практическое значение. Это происходит в связи с изобретением компаса.

Уже в XII в. в Европе стал известен компас как прибор, с помощью которого можно определить направление частей света. О компасе европейцы узнали от арабов, которым было уже к этому времени известно свойство магнитной стрелки. Еще раньше, вероятно, такое свойство знали в Китае.

Начиная с XII в. компас все шире применялся в морских путешествиях для определения курса корабля в открытом море.

Практическое применение магнитных явлений приводило к необходимости их изучения. Постепенно выяснялся целый ряд свойств магнитов.

В 1600 г. вышла книга английского ученого У. Гильберта «О магните, магнитных телах и большом магните – Земле». В ней автор описал уже известные свойства магнита, а также собственные открытия.

Еще раньше узнали, что магнит всегда имеет два полюса. Они были названы по имени частей света – северный полюс и южный полюс. В числе свойств магнита Гильберт указывал на то, что одинаковые полюсы отталкиваются, а разноименные притягиваются.

Гильберт предполагал, что Земля представляет собой большой магнит. Чтобы подтвердить это предположение, Гильберт проделал специальный опыт. Он выточил из естественного магнита большой шар. Приближая к поверхности шара магнитную стрелку, он показал, что она всегда устанавливается в определенном положении, так же как стрелка компаса на Земле.

Гильберт описал явление магнитной индукции, способы намагничивания железа и стали и т. д. Книга Гильберта явилась первым научным исследованием магнитных явлений.

III. Закрепление материала

- Какие взаимодействия называют магнитными?
- Перечислите основные свойства магнитного поля.
- Опишите опыт Эрстеда.
- Что доказывает опыт Эрстеда?

IV. Подведение итогов урока

Домашнее задание

§ 1 учебника.

Урок 2. Магнитное поле и его характеристики

Цель: сформировать представления учащихся о магнитном поле и его свойствах.

Оборудование: источник питания, ключ, переменный резистор, амперметр, катушка на подставке, компас, соединительные провода.

Ход урока

I. Организационный момент

II. Актуализация знаний

- Что называют магнитным полем?
- Как взаимодействуют между собой параллельные токи? Чем вызвано это взаимодействие?
- Перечислите правила, определяющие направления магнитного поля. Как использовать это правило?

III. Изучение нового материала

1. Проведение эксперимента.

Эксперимент № 1

Расположим перед катушкой компас. Замкнем цепь и будем наблюдать за поведением компаса.

Какой вывод можно сделать?

Вокруг проводника с током существует магнитное поле (магнитное поле действует на стрелку компаса, отклоняя ее).

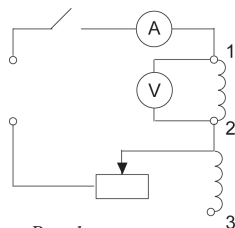


Рис. 1

Эксперимент № 2

Расположим перед катушкой компас так, чтобы расстояние между ними было около 12 см. Замкнем электрическую цепь. В данном случае отклонения стрелки не наблюдается. При приближении катушки к компасу на расстояние 8 см, наблюдается отклонение стрелки (оно может быть около 30°). Уменьшая расстояние, видим увеличение угла отклонения стрелки. Чем дальше от проводника с током, тем слабее магнитное поле.

2. Рассказ учителя.

Магнитное поле можно изобразить графически при помощи линий, касательные к которым в каждой точке совпадают с направлением вектора магнитной индукции.

Линии магнитной индукции не пересекаются. При изображении магнитного поля с помощью линий магнитной индукции эти линии

наносятся так, чтобы их густота в любом месте поля была пропорциональна значению модуля магнитной индукции.

Характерной особенностью линий магнитной индукции является их замкнутость.

Магнитное поле является вихревым.

Открытие электромагнетизма

В XVIII в. электричество и магнетизм считались хотя и похожими, но все же имеющими различную природу явлениями. Правда, были известны некоторые факты, указывающие на существование как будто бы связи между магнетизмом и электричеством, например, намагничивание железных предметов в результате ударов молнии. Больше того, Франклину удалось, как будто бы намагнитить кусок железа с помощью разряда лейденской банки. Но все-таки известные факты не позволяли уверенно утверждать, что между электрическими и магнитными явлениями существует связь.

Такую связь впервые обнаружил датский физик Ганс Кристиан Эрстед (1777–1851) в 1820 г. Он открыл действие электрического тока на магнитную стрелку.

Интересна история этого открытия. Идею о связи между электрическими и магнитными явлениями Эрстед высказал еще в первом десятилетии XIX в. Он полагал, что в явлениях природы, несмотря на все их многообразие, имеется единство, что все они связаны между собой. Руководствуясь этой идеей, он поставил перед собой задачу выяснить на опыте, в чем эта связь проявляется.

Эрстед открыл, что если над проводником, направленным вдоль земного меридиана, поместить магнитную стрелку, которая показывает на север, и по проводнику пропустить электрический ток, то стрелка отклоняется на некоторый угол.

После того как Эрстед опубликовал свое открытие, многие физики занялись исследованием этого нового явления. Французские ученые Ж. Био и Ф. Савар постарались установить закон действия тока на магнитную стрелку, то есть определить, как и от чего зависит сила, действующая на магнитную стрелку, когда она помещена около электрического тока. Они установили, что сила, действующая на магнитный полюс (на конец длинного магнита) со стороны прямолинейного проводника с током, направлена перпендикулярно к кратчайшему расстоянию от полюса до проводника и модуль ее обратно пропорционален этому расстоянию.

Познакомившись с работой Био и Савара, П.-С. Лаплас заметил, что для расчета «магнитной» силы, то есть, говоря современным языком, напряженности магнитного поля, полезно рассматривать действие очень малых отрезков проводника с током на магнитный

полюс. Новый важнейший шаг в исследовании электромагнетизма был сделан французским ученым Андре Мари Ампером (1775–1836) в 1820 г.

Раздумывая над открытием Эрстеда, Ампер пришел к совершенно новым идеям. Он предположил, что магнитные явления вызываются взаимодействием электрических токов. Каждый магнит представляет собой систему замкнутых электрических токов, плоскости которых перпендикулярны оси магнита. Взаимодействие магнитов, их притяжение и отталкивание объясняются притяжением и отталкиванием, существующими между токами. Земной магнетизм также обусловлен электрическими токами, которые протекают в земном шаре.

Эта гипотеза требовала, конечно, опытного подтверждения. И Ампер проделал целую серию опытов для ее обоснования.

Первые опыты Ампера заключались в обнаружении сил, действующих между проводниками, по которым течет электрический ток. Опыты показали, что два прямолинейных проводника с током, расположенные параллельно друг другу, притягиваются, если токи в них имеют одинаковое направление, и отталкиваются, если направление токов противоположно.

Ампер показал также, что виток с током и спиралевидный проводник с током (соленоид) ведут себя как магниты. Два таких проводника притягиваются и отталкиваются подобно двум магнитным стрелкам.

Свои первые сообщения о результатах опытов Ампер сделал на заседаниях Парижской академии наук осенью 1820 г. После этого он занялся разработкой теории взаимодействия проводников, по которым течет электрический ток.

Ампер решил в основу теории взаимодействия токов положить закон взаимодействия между элементами токов. Нужно отметить, что Ампер говорил уже не просто о взаимодействии элементов проводников, как Био и Савар, а о взаимодействии элементов токов, так как к тому времени уже возникло понятие силы тока. И это понятие ввел сам Ампер.

Следуя взглядам того времени о подобии элементарных сил силам тяготения, Ампер предположил, что сила взаимодействия между элементами двух токов будет зависеть от расстояния между ними и должна быть направлена по прямой, соединяющей эти два элемента.

Проведя большое число опытов по определению взаимодействия токов в проводниках различной формы и по-разному расположенных относительно друг друга, Ампер, в конце концов, определил искомую силу. Подобно силе тяготения она оказалась обратно пропорциональной квадрату расстояния между элементами электрических токов. Но в отличие от силы тяготения ее значение зависело еще и от относительной ориентации элементов токов.

Ампер проводил опыты с замкнутыми постоянными токами, он получал при расчетах по своей формуле правильные результаты. Оказывается, что для замкнутых проводников формула Ампера приводит к тем же результатам, что и исправленная впоследствии формула, выражающая силу взаимодействия между элементами токов, которая по-прежнему носит название закона Ампера.

IV. Закрепление материала

- В чем состоит правило правого винта?
- Какую форму имеют линии магнитной индукции прямого тока?
- От чего зависит магнитная индукция поля внутри вытянутой катушки?
- В чем заключается принцип суперпозиции?

V. Подведение итогов урока

Домашнее задание

§ 2 учебника.

Изготовить электромагнит и испытать его.

Ответить на вопросы:

- От каких параметров зависит магнитное поле электромагнита?
- Определить полюса вашего электромагнита.
- В чем отличие и в чем сходство электромагнита и постоянного магнита?

Урок 3. Закон Ампера и его применение

Цель: сформулировать закон Ампера и показать его практическую применимость.

Ход урока

I. Организационный момент

II. Актуализация знаний

- Опишите опыт Эрстеда.
- Каким является магнитное поле?
- Что можно сказать об основных линиях магнитного поля?
- Что такое соленоид?
- Сформулируйте правила для определения направлений силовых линий магнитного поля?
- Что можно сказать о магнитных монополях?

III. Выполнение лабораторной работы

Лабораторная работа по теме «Изучение свойств постоянных магнитов»

Цели: получить картины силовых линий магнитного поля вокруг постоянных магнитов.

Оборудование: магнит полюсовой (2 шт.), магнит подковообразный, магнитная стрелка, скрепки, медный провод, ластик, железные опилки.

Ход работы

1. Найдите северный полюс стрелки, установите полюса полюсового магнита и подковообразного. Обозначьте северный и южный полюса магнитов.

2. Положите лист картона на полюсовой магнит и равномерно посыпьте его железными опилками. Не двигая магнит и картонку, осторожно постучите по картонке, чтобы опилки могли перемещаться. Обратите внимание, как выстроились опилки на листе. Сделайте рисунок в тетради.

3. Получите картину магнитного поля двух полюсовых магнитов, расположенных параллельно друг другу, и подковообразного магнита.

4. Что можно сказать о линиях магнитной индукции?

IV. Изучение нового материала

1. Проведение эксперимента.

По двум параллельным проводникам пропускаем электрический ток. В том случае, если ток направлен в одну сторону, наблюдается притяжение проводников, если в разные стороны, то отталкивание.

Притяжение или отталкивание электрически нейтральных проводников при пропускании через них электрического тока называют магнитным взаимодействием токов.

На проводник с током в магнитном поле действует сила, которая получила название силы Ампера. Направление этой силы можно найти при помощи правила левой руки. Математическая запись имеет следующий вид:

$$F_A = IBl \sin \alpha ,$$

где I – сила тока в проводнике; B – магнитная индукция; l – длина проводника; α – угол между направлением проводника и направлением вектора магнитной индукции.

2. Работа с учебником.

Учащиеся открывают с. 900 учебника, читают § 64 и отвечают на следующие вопросы:

- Как устроен измерительный прибор магнитоэлектрической системы?

- Каково устройство электродвигателя постоянного тока?
- От чего зависит вращающийся магнит электродвигателя постоянного тока?
- Как можно изменить направление вращения якоря электродвигателя?
- Как можно изменить скорость вращения якоря электродвигателя?

V. Решение задач

1. Какая сила действует на каждый метр длины воздушных проводов троллейбусной линии, расположенных на расстоянии 52 м друг от друга, если сила тока в проводах – 2000 А? (*Ответ: 1,5 Н.*)

2. Вычислите индукцию магнитного поля на расстоянии 10 м от длинного прямого проводника при силе тока в проводнике 20 А. (*Ответ: $4 \cdot 10^{-5}$ Тл.*)

3. Вычислите индукцию магнитного поля внутри цилиндрической катушки длиной 10 м, содержащей 200 витков провода, при силе тока в катушке 5 А. (*Ответ: $1,3 \cdot 10^{-2}$ Тл.*)

Задачи повышенной сложности:

1. В вертикально однородном магнитном поле на двух тонких лентах горизонтально подвешен проводник длиной 20 см и массой 20,4 г. Индукция магнитного поля равна 0,5 Тл. На какой угол от вертикали отклонятся ленты, если сила тока в проводнике равна 2 А. (*Ответ: 45° .*)

2. Прямолинейный проводник массой 2 кг и длиной 50 см помещен в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции. Индукция поля равна 15 Тл. Какой силы ток должен проходить по нему, чтобы он висел не падая? (*Ответ: 2,7 Тл.*)

3. Проводящий стержень лежит на горизонтальной поверхности перпендикулярно однородному горизонтальному магнитному полю с индукцией 0,2 Тл. Какую силу в горизонтальном направлении нужно приложить перпендикулярному проводнику для его равномерного поступательного движения? Сила тока в проводнике – 10 А, масса – 100 г, длина – 25 см, коэффициент трения – 0,1. (*Ответ: 0,548 Н или 0,402 Н.*)

VI. Подведение итогов урока

Дополнительный материал

Андре-Мари Ампер

Андре-Мари Ампер родился 20 января 1775 г. в Лионе в семье образованного коммерсанта. Отец его вскоре переселился с семьей в имение Полестье, расположенное в окрестностях Лиона, и лично руководил воспитанием сына. Уже к 14 годам Ампер прочитал все 20 томов знаменитой «Энциклопедии» Дидро и д'Аламбера. Проявляя с детства большую склонность к

математическим наукам, Ампер к 18 годам в совершенстве изучил основные труды Эйлера, Бернулли и Лагранжа. К тому времени он хорошо владел латынью, греческим и итальянским языками. Иными словами, Ампер получил глубокое и энциклопедическое образование.

В 1793 г. в Лионе вспыхнул контрреволюционный мятеж. Отец Ампера – жирондист, исполнявший обязанности судьи при мятежниках, после подавления мятежа был казнён как сообщник аристократов. Имущество его было конфисковано. Юный Ампер начал свою трудовую деятельность с частных уроков. В 1801 г. он занял должность преподавателя физики и химии центральной школы в городе Бурге. Здесь он написал первый научный труд, посвященный теории вероятности «Опыт математической теории игры». Эта работа привлекла внимание д'Аламбера и Лапласа. И Ампер стал преподавать математику и астрономию в Лионском лицее. В 1805 г. Ампер был назначен репетитором по математике в знаменитой Политехнической школе в Париже и с 1809 г. заведовал кафедрой высшей математики и механики. В этот период Ампер публикует ряд математических трудов по теории рядов. В 1813 г. его избирают членом Института (т. е. Парижской Академии наук) на место скончавшегося Лагранжа. Вскоре после избрания Ампер представил в Академию свое исследование о преломлении света. К этому же времени относится его знаменитое «Письмо к г. Бертолле», в котором Ампер сформулировал открытый им независимо от Авогадро химический закон, именуемый ныне законом Авогадро-Ампера.

В 1816 г. Ампер опубликовал свою классификацию химических элементов, первую в истории химии серьезную попытку расположить химические элементы по их сходству между собой.

Открытие Эрстедом в 1820 г. действия электрического тока на магнитную стрелку привлекает внимание Ампера к явлениям электромагнетизма. Ампер ставит многочисленные опыты, изобретает для этой цели сложные приборы, которые изготавливает за свой счет, что сильно подрывает его материальное положение.

С 1820 по 1826 г. Ампер опубликовал ряд теоретических и экспериментальных трудов по электродинамике и почти еженедельно выступал с докладами к Академии наук.

В 1822 г. он выпустил «Сборник наблюдений по электромагнетизму», в 1823 г. – «Конспект теории электродинамических явлений» и, наконец, в 1826 г. – знаменитую «Теорию электродинамических явлений, выведенных исключительно из опыта». Ампер получает всемирную известность как выдающийся физик.

Урок 4. Решение задач. Сила Ампера

Цель: отработка практических навыков при решении задач.

Ход урока

I. Организационный момент

II. Повторение материала

- Что устанавливает закон Ампера?
- Чему равен модуль силы Ампера?
- Сформулируйте правило, позволяющее определить направление силы Ампера.
- Приведите примеры использования силы Ампера.

III. Решение задач

1. В однородное магнитное поле внесены проводники с силами тока, направления которых указаны на рис. 2. Определите направления силы, действующей на каждый проводник со стороны магнитного поля.

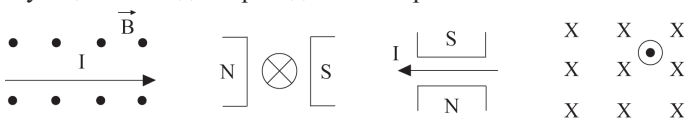


Рис. 2

2. Определить направление тока в проводнике, находящемся в магнитном поле, если действующая на проводник сила имеет направление:

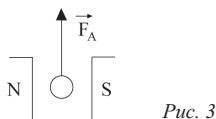


Рис. 3

3. Прямой проводник ab длиной $l = 0,5$ м, массой $m = 0,5$ г подвешен горизонтально на двух невесомых нитях oa и ob в однородном магнитном поле (см. рис. 4). $B = 24,5$ мТл и перпендикулярно к проводнику. Какой ток надо пропустить через проводник, чтобы одна из нитей разорвалась, если нить разрывается при нагрузке, равной силе, превышающей $Mg - 39,2$ мН.

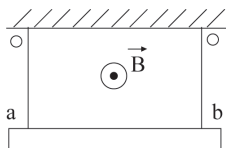


Рис. 4

Дано:

$$l = 0,5 \text{ м,}$$

$$m = 0,5 \text{ г,}$$

$$B = 24,5 \text{ мТл,}$$

$$Mg - 39,2 \text{ мН}$$

$$I = ?$$

Решение:

$$\vec{R} = m\vec{a};$$

$$2T - mg - F_A = 0 \Rightarrow$$

$$T = \frac{1}{2}(mg + F_A);$$

$$T = \frac{1}{2}(mg + F_A) \geq Mg \Rightarrow$$

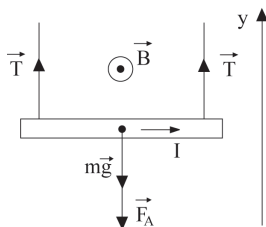


Рис. 5

$$I \geq \frac{2(M - m)g}{Bl} = 3,75 \text{ А.}$$

(Ответ: $I = 3,75$ А.)

4. Проводник с током $I = 1$ А, массой $m = 20$ г и длиной $l = 20$ м подвешен на двух тонких проволоках и помещен в однородное магнитное поле с вектором \vec{B} , направленным вертикально (см. рис. 6). Величина индукции тока $B = 0,5$ Тл. На какой угол от вертикали отклонится проволока, поддерживающая проводник?

Дано:

$$I = 1 \text{ А,}$$

$$m = 20 \text{ г,}$$

$$B = 0,5 \text{ Тл}$$

$$I = ?$$

Решение:

$$\vec{R} = m\vec{a};$$

Составим систему

$$x \quad F - 2T \sin \alpha = 0$$

$$y \quad 2T \cos \alpha - mg = 0;$$

$$2T \sin \alpha = BIl$$

$$2T \cos \alpha = mg \Rightarrow$$

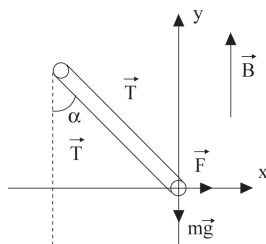


Рис. 6

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{BIl}{mg} \approx 0,5; \quad \alpha = 26,5^\circ.$$

(Ответ: $\alpha = 26,5^\circ$.)

5. Рамка площадью $S = 25 \text{ см}^2$, содержащая $N = 100$ витков провода, помещена в однородное магнитное поле так, что индукция \vec{B} параллельна плоскости рамки. При величине тока в каждом витке $I = 1$ А на рамку со стороны магнитного поля действует момент силы $M = 5 \cdot 10^{-3}$ Н·м. Определить величину B вектора индукции магнитного поля ($2 \cdot 10^{-2}$ Тл).

6. Прямолинейный проводник с током помещен в однородное магнитное поле с индукцией $B = 0,2$ Тл. Найдите величину силы, действующую на проводник, если его длина $l = 10$ см, величина тока $I = 3$ А, а направление тока составляет с направлением вектора индукции магнитного поля угол $\alpha = 45^\circ$ ($4,2 \cdot 10^{-2}$ Н).

7. Жесткая проводящая квадратная рамка лежит на горизонтальной непроводящей поверхности и находится в магнитном поле, линии индукции которого параллельны двум сторонам рамки. Масса рамки $m = 20$ г, длина ее стороны $a = 4$ см, величина магнитной индукции $B = 0,5$ Тл. Какой величины ток следует пропустить по рамке, чтобы одна из ее сторон начала подниматься ($I = 5$ А)?

IV. Подведение итогов урока

Домашнее задание

Упражнение № 1 (1:2).

Р – 829; Р – 830.

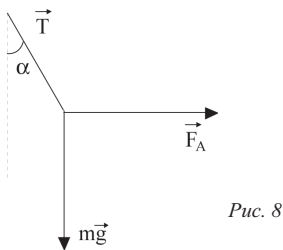
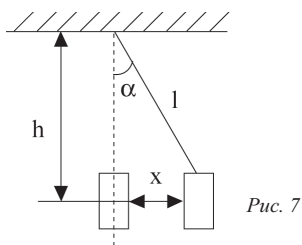
Урок 5. Лабораторная работа по теме «Оценка модуля вектора магнитной индукции подковообразного магнита»

Цель: использование силы Ампера для определения вектора магнитной индукции однородного поля.

Оборудование: подковообразный магнит, катушка с известным числом витков, весы с разновесами, нить, амперметр, реостат, ключ, источник тока, линейка, штатив с лапкой.

Ход работы

1. Определите массу катушки с витками.
2. Закрепите катушку на двух нитях в лапке штатива так, чтобы катушка на 2 см углубилась в пространство между полюсами концевиками подковообразного магнита и могла свободно колебаться, не вращаясь вокруг своей оси.
3. Соберите цепь, позволяющую пропускать ток по катушке, регулировать его и измерять силу тока.
4. Реостатом отрегулируйте силу тока так, чтобы катушка отклонилась от вертикали на 1–2 см, не выходя из зазора магнита.
5. При этом измерьте силу тока, отклонение X , длину нити L .



$$6. F_A = Mgtg\alpha \approx \frac{MgX}{h} \approx \frac{MgX}{L}; F_A = I l B N; B = \frac{MgX}{L I l N}.$$

7. Сделайте вывод.

Домашнее задание

- п. 2–5.

Урок 6. Сила Лоренца

Цели: установить силы, влияющие на подвижное заряженное тело в электромагнитном поле.

Оборудование: старый телевизор, генератор полос, электромагнит.

Ход урока

I. Организационный момент

II. Актуализация знаний

1. Фронтальный опрос.

- Что такое электромагнитное поле?
- Какие величины определяют состояние электромагнитного поля?
- Какая сила называется электрической?
- Какая сила называется магнитной?
- Что такое пробный заряд?
- Как определяется электрическая напряженность?
- Что называется магнитной индукцией?
- Как описывается взаимодействие заряженных частиц на языке теории поля?

2. Решение экспериментальной задачи.

- Как, имея в распоряжении заряженный электромметр с полым шаром и пробный шарик на изолирующей ручке, получить на другом электромметре с полым шаром заряд, превышающий заряд по модулю первого электромметра? (*Предполагаемое решение:* Пробный шарик подносят к кондуктору заряженного электромметра на расстояние, равное 2 см, и касаются шарика рукой. При этом он приобретает электрический заряд, противоположный по знаку заряду электромметра. При повторных операциях на нем накапливается заряд.)

III. Изучение нового материала

Проанализировав свойства электромагнитного поля и установив связь силовых характеристик этого поля друг с другом, а также с зарядами и токами, Максвелл написал систему уравнений, составивших основу для теории.

В 1892 г. Лоренц получил формулу силы, с которой электромагнитное поле действует на любое находящееся в нем заряженное тело.

$\vec{F} = q\vec{E} + q\vec{v} \cdot \vec{B}$ – электромагнитная сила Лоренца.

Здесь включены два слагаемых:

первое – электрическая сила $\vec{F} = q\vec{E}$;

второе – магнитная сила (или просто сила Лоренца) $\vec{F} = q\vec{v} \cdot \vec{B}$.

$$\vec{F} = |q|vB \sin \alpha.$$

Направлена магнитная сила Лоренца всегда перпендикулярно векторам \vec{v} и \vec{B} в ту сторону, куда перемещался бы буравчик в случае поворота его рукоятки от \vec{v} до \vec{B} . Или определяется правилом левой руки.

Так как магнитная сила Лоренца всегда перпендикулярна скорости движения, то она работу не совершает ($A = 0$).

Частица, влетая в однородное постоянное магнитное поле:

$$m\vec{a} = q\vec{v} \cdot \vec{B};$$

$$ma = |q|vB \sin \nu.$$

1. Если $\vec{v} \parallel \vec{B}$, то $\alpha = 0^\circ$, $\sin \alpha = 0$, $F_m = 0$. Сила Лоренца не действует, частица продолжает свое движение.

2. $\alpha = 90^\circ$, $\vec{v} \perp \vec{B}$,

$$ma = |q|vB; \quad a = \frac{v^2}{R}; \quad m = \frac{v^2}{R} = |v \cdot B| \Rightarrow R = \frac{mv}{|q|B},$$

и ее период $T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi m}{|q|B}$, частица движется по окружности.

3. Частица влетает в магнитное поле под острым или тупым углом к вектору \vec{B} .

Учащиеся открывают учебник на с. 169 и разбираются самостоятельно (работа с учебником).

Демонстрация силы Лоренца

При движении электромагнита в зоне экрана наблюдается искривление полос.

IV. Закрепление материала

- Какую силу называют силой Лоренца?
- Напишите формулу для определения силы, с которой магнитное поле действует на движение в теле заряда.
- Как движется заряженная частица в однородном магнитном поле в случае, когда направление скорости перпендикулярно магнитной индукции?
- Почему сила Лоренца не меняет модуля скорости заряженной частицы?
- По какой формуле определяется период обращения заряженной частицы по окружности в однородном магнитном поле?

V. Решение задач

1. В однородном магнитном поле, индукция которого равна 2 Тл, движется электрон со скоростью 10^5 м/с перпендикулярно линиям магнитной индукции. Вычислите силу, действующую на электрон. (Ответ: $F_d = 3,2 \cdot 10^{-14}$ Н).

2. Электрон движется в вакууме в однородном магнитном поле с индукцией $5 \cdot 10^{-3}$ Тл. Радиус окружности, по которой он движется, равен

1 см. Определите модуль скорости движения электрона, если она направлена перпендикулярно к линиям индукции. (*Ответ:* $v = 9 \cdot 10^2$ м/с).

VI. Подведение итогов урока

Домашнее задание

п. 6.

Р – 839; Р – 840.

Урок 7. Применение силы Лоренца

Цель: показать практическую значимость силы Лоренца.

Ход урока

I. Организационный момент

II. Повторение изученного

- Какую силу называют силой Лоренца?
- Чему равна сила Лоренца?
- Что такое электрическое поле?
- Какое поле называют однородным?
- В каком случае электрическое поле разгоняет заряженную частицу, а в каком тормозит?
- Что такое магнитное поле?
- Как определить направление магнитной силы Лоренца?
- Как движется частица в магнитном поле в разных случаях?

III. Выполнение лабораторной работы

Лабораторная работа

Цели: ознакомление с устройством электронно-лучевой трубки осциллографа, использование знаний о силе Лоренца для определения скорости движения заряда.

Оборудование: подковообразный магнит с рассчитанным модулем B магнитной индукции, линейка, осциллограф (электронно-лучевая трубка).

Ход работы

1. Установите след электронного луча (светящуюся точку) в центре экрана, вращая ручки вертикального и горизонтального смещения луча осциллографа. Осторожно прижмите подкову магнита к экрану и измерьте линейкой смещение луча по Y .

2. Зарисуйте положение магнита относительно экрана, начальное и конечное положение луча на экране. Укажите направление линий

Конец ознакомительного фрагмента.
Приобрести книгу можно
в интернет-магазине
«Электронный универс»
e-Univers.ru