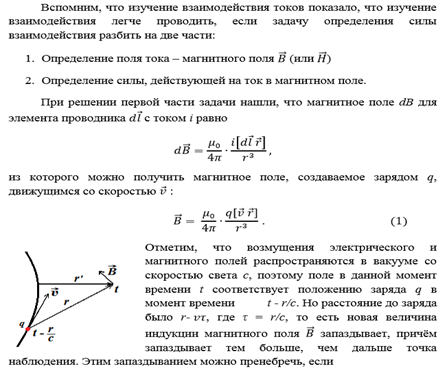
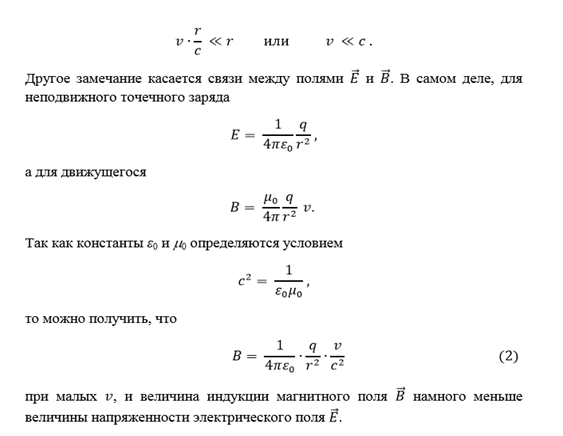
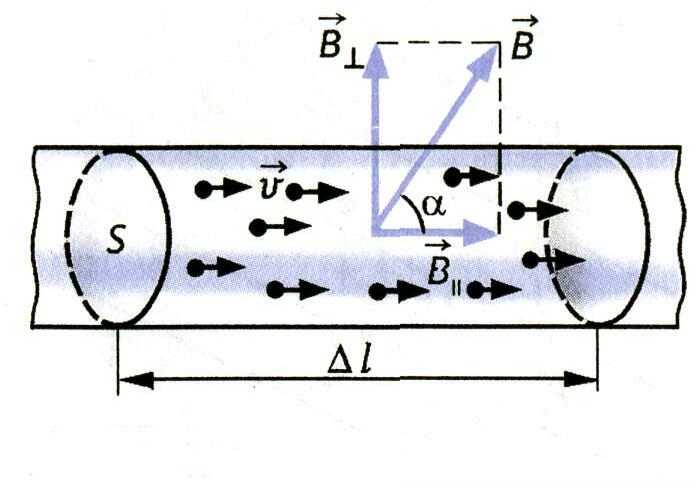
Билет 15.

1. **Движение заряда в магнитном поле**.



**Сила Лоренца**



Так как электрический ток представляет собой упорядоченное движение зарядов, то действие магнитного поля на проводник с током есть результат его действия на отдельные движущиеся заряды.

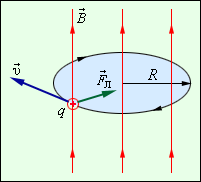
Силу, действующую со стороны магнитного поля на движущиеся в нем заряды, называют силой Лоренца.

Сила Лоренца определяется соотношением:

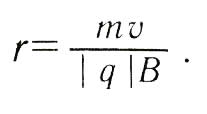
Fл = q·V·B·sin

**где q - величина движущегося заряда;  
V - модуль его скорости;   
B - модуль вектора индукции магнитного поля;  
 - угол между вектором скорости заряда и вектором магнитной индукции.**

Обратите внимание, что сила Лоренца перпендикулярна скорости и поэтому она не совершает работы, не изменяет модуль скорости заряда и его кинетической энергии. Но направление скорости изменяется непрерывно



Сила Лоренца перпендикулярна векторам В и v , и её направление определяется с помощью того же правила левой руки, что и направление силы Ампера: если левую руку расположить так, чтобы составляющая магнитной индукции В, перпендикулярная скорости заряда, входила в ладонь, а четыре пальца были направлены по движению положительного заряда (против движения отрицательного), то отогнутый на 90 градусов большой палец покажет направление действующей на заряд силы Лоренца F л.



**Сила Лоренца зависит от модулей скорости частицы и индукции магнитного поля. Эта сила перпендикулярна скорости и, следовательно, определяет центростремительное ускорение частицы. Частица равномерно движется по окружности радиуса r.**

**Магнитное поле взаимодействия токов.**

Одним из важных примеров магнитного взаимодействия токов является взаимодействие параллельных токов. Закономерности этого явления были экспериментально установлены Ампером. Если по двум параллельным проводникам электрические токи текут в одну и ту же сторону, то наблюдается взаимное притяжение проводников. В случае, когда токи текут в противоположных направлениях, проводники отталкиваются. **Взаимодействие токов вызывается их магнитными полями: магнитное поле одного тока действует силой Ампера на другой ток и наоборот.** Опыты показали, что модуль силы, действующей на отрезок длиной Δl каждого из проводников, прямо пропорционален силам тока I1 и I2 в проводниках, длине отрезка Δl и обратно пропорционален расстоянию R между ними:

|  |
| --- |
| Магнитное взаимодействие токов |

  В Международной системе единиц СИ коэффициент пропорциональности k принято записывать в виде:

|  |
| --- |
| k = μ0 / 2π, |

  где μ0 – постоянная величина, которую называют **магнитной постоянной.** Введение магнитной постоянной в СИ упрощает запись ряда формул. Ее численное значение равно

|  |
| --- |
| μ0 = 4π·10–7 H/A2 ≈ 1,26·10–6 H/A2. |

  Формула, выражающая закон магнитного взаимодействия параллельных токов, принимает вид:

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | Магнитное взаимодействие токов | |

  Отсюда нетрудно получить выражение для индукции магнитного поля каждого из прямолинейных проводников. Магнитное поле прямолинейного проводника с током должно обладать осевой симметрией и, следовательно, замкнутые линии магнитной индукции могут быть только концентрическими окружностями, располагающимися в плоскостях, перпендикулярных проводнику. Это означает, что векторы ![ Магнитное взаимодействие токов
](data:image/gif;base64,R0lGODlhEwAoAPAAAP///wAAACH5BAEAAAAALAAAAAATACgAAAI7hI+py43hWoBp2otjpdrwDoZKBnKfY3bfyaSqVT6qrK1jRT8reYsAW/P9hMBIUTIRKpfMpvMJjUqnnQIAOw==) и ![ Магнитное взаимодействие токов
](data:image/gif;base64,R0lGODlhFQAoAPAAAP///wAAACH5BAEAAAAALAAAAAAVACgAAAI/hI+py83hYoBr2otjpRrxDoZaJnLfeJzOpzZmaZVeyNJzEt+G+u6kK9IFW6gggCjZwXLGpvMJjUqn1Kr16igAADs=) магнитной индукции параллельных токов I1 и I2 лежат в плоскости, перпендикулярной обоим токам. Поэтому при вычислении сил Ампера, действующих на проводники с током, нужно в законе Ампера положить sin α = 1. Из закона магнитного взаимодействия параллельных токов следует, что модуль индукции B магнитного поля прямолинейного проводника с током I на расстоянии R от него выражается соотношением

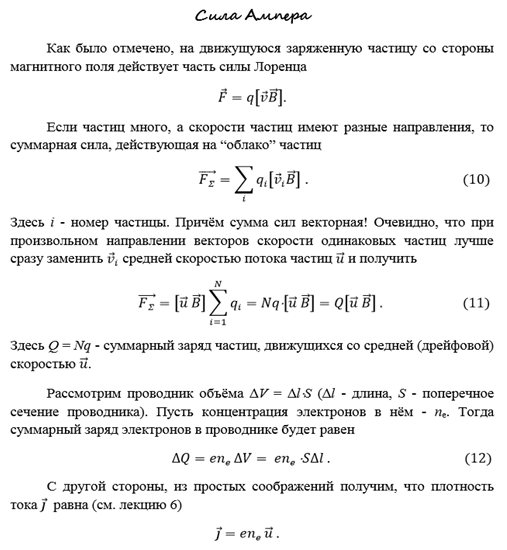
|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | Магнитное взаимодействие токов | |

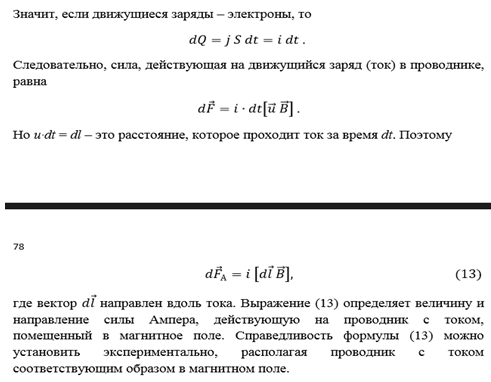
  Для того, чтобы при магнитном взаимодействии параллельные токи притягивались, а антипараллельные отталкивались, линии магнитной индукции поля прямолинейного проводника должны быть направлены по часовой стрелке, если смотреть вдоль проводника по направлению тока. Для определения направления вектора ![ Магнитное взаимодействие токов
](data:image/gif;base64,R0lGODlhDwAoAPAAAP///wAAACH5BAEAAAAALAAAAAAPACgAAAIxhI+pyxmtwgOy2guNzJT7j0FT14xjhJzOoTqVmJYxc7baHIXfzvf+DwwKh8Si8dgrAAA7) магнитного поля прямолинейного проводника также можно пользоваться правилом буравчика: направление вращения рукоятки буравчика совпадает с направлением вектора ![ Магнитное взаимодействие токов
](data:image/gif;base64,R0lGODlhEwAoAPAAAP///wAAACH5BAEAAAAALAAAAAATACgAAAI1hI+py43hWoBp2otjpdrwDoZKBnKfY3bfyaSqVT6qrK01jZIje4u8CAwKh8Si8YhMKpdMYgEAOw==) если при вращении буравчик перемещается в направлении тока (рис. 4.16.3).

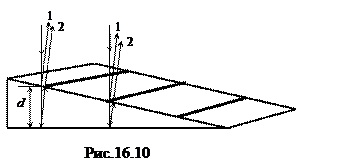
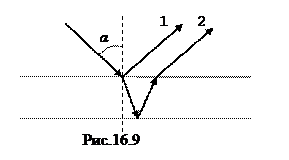
|  |
| --- |
| Магнитное поле прямолинейного проводника с током. 3 |
| Рисунок 4.16.3. Магнитное поле прямолинейного проводника с током. |

|  |
| --- |
| Магнитное взаимодействие 4 |
| Рисунок 4.16.4. Магнитное взаимодействие параллельных и антипараллельных токов. |

Рис. 4.16.4 поясняет закон взаимодействия параллельных токов. Магнитное взаимодействие параллельных проводников с током используется в Международной системе единиц (СИ) для определения единицы силы тока – ампера: **Ампер – сила неизменяющегося тока, который при прохождении по двум параллельным проводникам бесконечной длины и ничтожно малого кругового сечения, расположенным на расстоянии 1 м один от другого в вакууме, вызвал бы между этими проводниками силу магнитного взаимодействия, равную 2·10–7 H на каждый метр длины.**

****

****

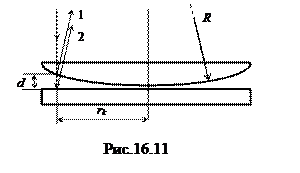
**3.Интерференция в тонких пленках. Линии равного наклона и равной толщины: кольца Ньютона. Пример расчета.**

При падении светового пучка на тонкую пленку под углом *α* происходит его разделение на две волны, направления которых обозначены лучами 1 и 2 (рис.16.9). Волна 1 отражается от верхней границы пленки, волна 2 преломляется, отражается он нижней границы пленки, преломляется на верхней границе пленки и выходит из пленки. Эти волны являются когерентными волнами, которые образуются из одной первичной волны и проходят разный оптический путь. При наложении этих волн они интерферируют и результат интерференции зависит от оптической разности хода этих волн. Если на пленку падает белый свет, состоящий из световых волн разной длины волны, то условию максимума (16.6) при интерференции будут удовлетворять только волны какой- то определенной длины. Поэтому на поверхности пленки под разными углами зрения будут наблюдаться разноцветные радужные полосы. Эти полосы называются ***полосами равного наклона***.

Если свет падает на пленку с переменной толщиной и отражается от нее (рис.16.10), то условие максимума (16.6) при интерференции лучей 1 и 2 будет выполняться только для определенных толщин *d*пленки. На поверхности пленки образуются яркие полосы, под которыми толщина пленки удовлетворяет условию максимума (16.6). Эти полосы называются***полосами равной толщины***. Если на пленку падает белый свет, то полосы будут иметь

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | |  | |

радужную окраску.

А теперь вспомните, как переливаются всеми цветами радуги мыльные пузыри, бензиновые пленки на поверхности воды в речном порту или на асфальте после дождя. Объясните эти явления.

Интерференционная картина возникает при отражении света от стеклянной пластины и положенной на нее плосковыпуклой линзой, сферическая поверхность которой имеет большой радиус кривизны *R*(рис.16.11). В этом случае накладываются лучи 1 и 2, отраженные от двух границ тонкой прослойки воздуха между линзой и пластинкой. Если толщина воздушной прослойки*d*удовлетворяет условию максимума (16.6), то лучи при интерференции усиливают друг друга, на расстоянии *rk* от оси симметрии возникает светлое пятно. Ясно, что все светлые пятна, под которыми толщина воздушной прослойки равна *d*, находятся на окружности радиуса *rk* и образуют в отраженном свете светлое кольцо радиуса *rk* . Таких светлых колец будет много, каждому из них соответствует различные толщины воздушного зазора, при которых выполняется условие максимума (16.6). Эти кольца являются полосами равной толщины и получили название ***колец Ньютона***. Радиусы колец Ньютона зависят от длины волны света *λ*0 , показателя преломления *n*среды, заполняющей зазор (для воздуха *n* =1), от радиуса кривизны *R*линзы и от номера *k*кольца:

Описание: http://ok-t.ru/studopedia/baza5/117204268000.files/image900.gif, *k* = 1, 2, 3, …. (16.9)

В белом свете кольца Ньютона имеют радужную окраску. Кольца Ньютона наблюдаются и в проходящем свете