Билет №20

**1. Контур с током в магнитном поле. Механический и магнитный моменты контура с током. Магнитный поток. Работа по перемещению контура с током в магнитном поле.**

**Контур с током в магнитном поле**

|  |
| --- |
| http://ido.tsu.ru/schools/physmat/data/res/elmag/uchpos/text/4/clip_image157.gif  Рис. 4.13 |

Пусть в однородное магнитное поле помещена рамка с током (рис. 4.13). Тогда силы Ампера, действующие на боковые стороны рамки, будут создавать вращающий момент, величина которого пропорциональна магнитной индукции, силе тока в рамке, ее площади S и зависит от угла a между вектором http://ido.tsu.ru/schools/physmat/data/res/elmag/uchpos/text/4/clip_image014.gif и нормалью к площади http://ido.tsu.ru/schools/physmat/data/res/elmag/uchpos/text/4/clip_image160.gif:

http://ido.tsu.ru/schools/physmat/data/res/elmag/uchpos/text/4/clip_image162.gif.

Направление нормали выбирают так, чтобы в направлении нормали перемещался правый винт при вращении по направлению тока в рамке.

Максимальное значение вращательный момент имеет тогда, когда рамка устанавливается перпендикулярно магнитным силовым линиям:

http://ido.tsu.ru/schools/physmat/data/res/elmag/uchpos/text/4/clip_image164.gif.

Это выражение также можно использовать для определения индукции магнитного поля:

http://ido.tsu.ru/schools/physmat/data/res/elmag/uchpos/text/4/clip_image166.gif.

Величину, равную произведению http://ido.tsu.ru/schools/physmat/data/res/elmag/uchpos/text/4/clip_image168.gif, называют магнитным моментом контура Рт. Магнитный момент есть вектор, направление которого совпадает с направлением нормали к контуру. Тогда вращательный момент можно записать

http://ido.tsu.ru/schools/physmat/data/res/elmag/uchpos/text/4/clip_image170.gif.

При угле a = 0 вращательный момент равен нулю. Значение вращательного момента зависит от площади контура, но не зависит от его формы. Поэтому на любой замкнутый контур, по которому течет постоянный ток, действует вращательный момент М, который поворачивает его так, чтобы вектор магнитного момента установился параллельно вектору индукции магнитного поля.

## Магнитный момент контура с током

Пусть r - плечо силы.

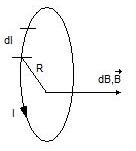
http://siblec.ru/mod/html/content/1sem/course120/elm/images/image593.gif.  
Если FA перпендикулярна r, тогда Sin=1. Это момент силы, действующий на I или III участок контура. Площадь S - между линией A B и участком тока I или III. Поскольку в каждой из противоположных сторон контура действует самостоятельная сила Ампера, то за площадь для суммарного момента сил принимается не половина, а вся площадь контура. Тогда вводится понятие магнитного момента контура с током как собственной характеристики контура, которая численно равна произведению P=IS, где S это вся площадь контура. Направление магнитного момента задается нормалью контура с током http://siblec.ru/mod/html/content/1sem/course120/elm/images/image594.gif.Тогда полный момент силы, действующий на контур с током в магнитном поле, численно равен: http://siblec.ru/mod/html/content/1sem/course120/elm/images/image595.gif.

**Механический момент контура:**

Т.к. в магнитном поле рамка с током испытывает ориентирующее действие, то на неё действует пара сил. Вращающий момент определяется по формуле: http://itm-x18.narod.ru/2-9.files/image002.gif, гдеhttp://itm-x18.narod.ru/2-9.files/image004.gif - вектор магнитного момента рамки с током, http://itm-x18.narod.ru/2-9.files/image006.gif - вектор магнитной индукции.

Для плоского контура с током: http://itm-x18.narod.ru/2-9.files/image008.gif.

**Поле на оси кругового с током:**

Все элементы кругового проводника с током создают в центре магнитные поля одинакового направления – вдоль нормали от витка. Поэтому сложение векторов http://itm-x18.narod.ru/2-9.files/image011.gif можно заменить сложением их модулей. Т.к. все элементы проводника перпендикулярны радиус-вектору и расстояние всех элементов проводника до центра кругового тока одинаково и равно R, то http://itm-x18.narod.ru/2-9.files/image013.gif.

Тогда http://itm-x18.narod.ru/2-9.files/image015.gif или http://itm-x18.narod.ru/2-9.files/image017.gif.

## Магнитный поток

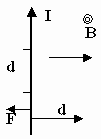
По теореме Остроградского-Гаусса в общем случае поток любого вектора  http://siblec.ru/mod/html/content/1sem/course120/elm/images/image548.gifчерез поверхность S численно равен http://siblec.ru/mod/html/content/1sem/course120/elm/images/image549.gif

Индукция http://siblec.ru/mod/html/content/1sem/course120/elm/images/image550.gif- вектор в пространстве, поэтому можно применить понятие потока индукции http://siblec.ru/mod/html/content/1sem/course120/elm/images/image551.gif. Если площадь фигуры, пересекающей силовые линии магнитного поля - площадь контура, по которому протекает ток, тогда http://siblec.ru/mod/html/content/1sem/course120/elm/images/image552.gif- магнитный поток контура с током. Если имеется множество последовательно соединенных контуров, то есть соленоид, то общее количество магнитных силовых линий равно сумме силовых линий, образованных каждым контуром.

http://siblec.ru/mod/html/content/1sem/course120/elm/images/image553.gif. Эта величина называется *потокосцепление* http://siblec.ru/mod/html/content/1sem/course120/elm/images/f17.gif =NФвитков =Фhttp://siblec.ru/mod/html/content/1sem/course120/elm/images/image554.gif.

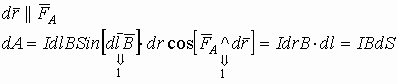
## Работа по перемещению проводника с током в магнитном поле

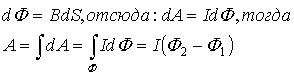
Длина проводника *l*, и перемещается он слева направо. Тогда работа по перемещению элемента проводника с током на расстояние dr равна:



http://siblec.ru/mod/html/content/1sem/course120/elm/images/image586.gif.

Условия перемещения:

1. магнитное поле и проводник в пространстве взаимно перпендикулярны, http://siblec.ru/mod/html/content/1sem/course120/elm/images/image587.gif.
2. Направление перемещения проводника параллельно силе, вдоль которой мы совершаем работу по перемещению. То есть  
   
3. http://siblec.ru/mod/html/content/1sem/course120/elm/images/image589.gif- площадочка, заметаемая элементом проводника с током *dl* при его перемещении на dr. Тогда поток векторов B, проходящих через эту площадку:



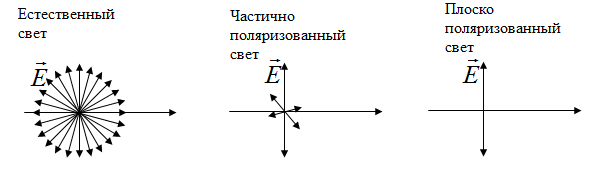
Работа по перемещению проводника с током в магнитном поле определяется величиной тока, величиной магнитной индукции и площадью закрываемой (заметаемой) проводником при движении. Она также определяется величиной тока и магнитным потоком, проходящим через площадь, закрываемую проводником при движении.

**3.Поляризованным** называется свет, в котором направления колебания вектора http://bog5.in.ua/lection/wave_optics_lect/image_wave/clip_image002_0004.png упорядочены каким-либо образом.

Свет представляет собой суммарное электромагнитное излучение множества атомов. Атомы излучают световые волна независимо друг от друга, поэтому световая волна, излучаемая телом в целом, харак­теризуется всевозможными равновероятными колебаниями светового вектора http://bog5.in.ua/lection/wave_optics_lect/image_wave/clip_image002_0005.png. Свет со всевозможными равновероятными ориентациями вектора называется **естественным**. Свет, в котором имеется преимущественное направление колебаний вектора http://bog5.in.ua/lection/wave_optics_lect/image_wave/clip_image002_0006.png и незначительная амплитуда колебаний вектора http://bog5.in.ua/lection/wave_optics_lect/image_wave/clip_image002_0007.png в других направлениях, называется **частично поляризованным**. В плоско поляризованном свете плоскость, в которой колеблется вектор http://bog5.in.ua/lection/wave_optics_lect/image_wave/clip_image002_0008.png, называется плоскостью поляризации, плоскость, в которой колеблется вектор http://bog5.in.ua/lection/wave_optics_lect/image_wave/clip_image004_0002.png, называется плоскостью колебаний.

Вектор http://bog5.in.ua/lection/wave_optics_lect/image_wave/clip_image002_0009.png называют световым вектором потому, что при действии света на вещество основное значение имеет электрическая составляющая поля волны, действующая на электроны в атомах вещества.

Различает также **эллиптически поляризованный свет**: при распростра­нении электрически поляризованного света вектор http://bog5.in.ua/lection/wave_optics_lect/image_wave/clip_image002_0010.png описывает эллипс, и циркулярно поляризованный свет (частный случай эллиптически поляризованного света) - вектор описывает окружность (сравните со сложением взаимно перпендикулярных колебаний: возможны: прямая линия, эллипс и окружность).



Степенью поляризации называется величина

http://bog5.in.ua/lection/wave_optics_lect/image_wave/clip_image008_0002.png

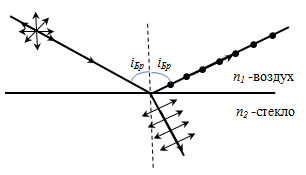
где *Imax* и *Imin* – максимальная и минимальная компоненты интенсивности света, соответствующие двум взаимно перпендикулярным компонентам вектора http://bog5.in.ua/lection/wave_optics_lect/image_wave/clip_image002_0011.png (то есть*Ех* и *Еу* – составляющие). Для плоско поляризованного света *Еу* = *Е*, *Ех* = 0, следовательно, *Р* = 1. Для естественного света *Еу*= *Ех* = *Е* и *Р* = 0. Для частично поляризованного света *Еу* = *Е*, *Ех* = (0...1)*Еу*, следовательно, 0 < *Р* < 1.

**Закон Брюстера:**

При угле падения, равном углу Брюстера *іБ*р: 1. отраженный от границы раздела двух диэлектриков луч будет полностью поляризован в плоскости, перпендикулярной плоскости падения; 2. степень поляризации преломленного луча достигает максимального значения меньшего единицы; 3. преломленный луч будет поляризован частично в плоскости падения; 4. угол между отраженным и преломленным лучами будет равен 90°; 4. тангенс угла Брюстера равен относительному показателю преломления

http://bog5.in.ua/lection/wave_optics_lect/image_wave/clip_image010_0001.png

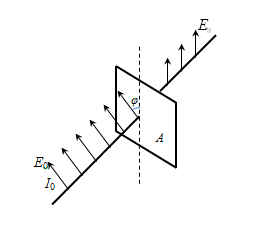
- закон Брюстера.

 *n12*- показатель преломления второй среды относительно первой. **Угол падения** (отражения) - угол между падающим (отраженным) лучом и нормалью к поверхности. **Плоскость падения** - плоскость, проходящая через падающий луч и нормаль к поверхности.

Степень поляризации преломленного света может быть значительно повышена многократным преломлением при условии падения света на границу раздела под углом Брюстера. Если для стекла (*n* = 1,53) степень поляризации преломленного луча составляет ≈15 %, то после преломления на 8-10 наложенных друг на друга стеклянных пластинках, вышедший свет будет практически полностью поляризован - **стопа Столетова**.

Поляризованный свет можно получить из естественного с помощью **поляризаторов** - анизотропных кристаллов, пропускающих свет только в одном направлении (исландский шпат, кварц, турмалин).

Поляризатор, анализирующий в какой плоскости поляризован свет, называется анализатором.

Если на анализатор падает плоско поляризованный свет амплитудой *Е*0 и интенсивности *I*0 (http://bog5.in.ua/lection/wave_optics_lect/image_wave/clip_image014_0001.png), плоскость поляризации которого составляет угол φ с плоскостью анализатора, то падающее электромагнитное колебание можно разложить на два колебания; с амплитудами http://bog5.in.ua/lection/wave_optics_lect/image_wave/clip_image016_0001.pngи http://bog5.in.ua/lection/wave_optics_lect/image_wave/clip_image018_0002.png, параллельное и перпендикулярное плоскости анализатора.

Сквозь анализатор пройдет составляющая параллельная плоскости анализатора, то есть составляющая http://bog5.in.ua/lection/wave_optics_lect/image_wave/clip_image016_0002.png, а перпендикулярная составлявшая будет задержана анализатором. Тогда интенсивность прошедшего через анализатор света будет равна (http://bog5.in.ua/lection/wave_optics_lect/image_wave/clip_image020_0003.png):

http://bog5.in.ua/lection/wave_optics_lect/image_wave/clip_image022_0001.png