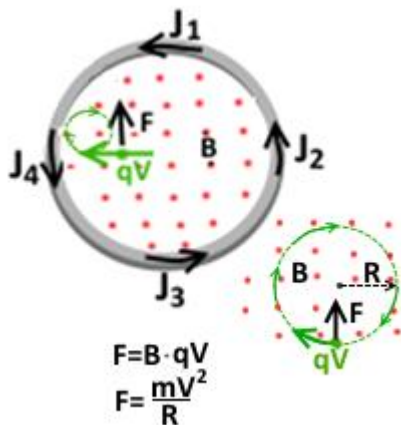


Круговое движение заряда в магнитном поле.



Вернемся к заряду $q+$, летящего со скоростью V поперек поля B . Сила Лоренца F , действующая на заряд, поперечна скорости V , справа притягивается к **условному току** J . Так как сила F перпендикулярна V , то она не будет изменять величину V , а только поворачивать ее. Получаем круговое движение с неким радиусом R , определяемое формулой **центростремительной** силы (или ускорения) $F = mV^2/R$. Сама сила F – это сила Лоренца $F = B(qV)$. Подставляя F , получаем $mV^2/R = B(qV)$. Откуда $(R/V) = m/(Bq)$. Период движения частицы по кругу $T = (2\pi R)/V = 2\pi(R/V) = 2\pi m/(Bq)$.

Запоминать формулу не обязательно. **Важно знать**, что период обращения частицы T (как и частота обращения) не зависят от скорости частицы V (и R). Не сложно понять, что m определяет инерциальные свойства и увеличивает T (стоит в числителе), а величины B и q увеличивают **кривизну траектории**, т.е. уменьшают радиус R и период T (значит, стоят в знаменателе).

Современные ускорители заряженных частиц.



Для того, чтобы исследовать свойства **элементарных частиц**, их надо разгонять до **околосветовой скорости** перед ударом по другим частицам.

Для ускорения частиц используют **электрическое поле E вдоль траектории** ускоряемых частиц.

Чтобы постепенно разгонять частицы, их траектории делают **по кругу**. Для этого используют **магнитное поле**, которое силой Лоренца **разворачивает траектории частиц по кругу**. Но надо помнить, что при увеличении скорости частиц, чтобы радиус орбит частиц не увеличивался, надо **повышать силу поля B** при разгоне «пучка частиц».

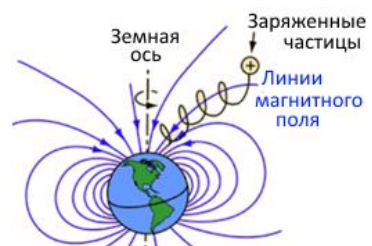
На снимке показан «**большой андронный коллайдер**» в Швейцарии, недавно запущенный, длина окружности тоннеля которого под землей 100 км.

Полярное сияние и магнитное поле Земли.



На фото показано «**полярное сияние**». Это частицы (протоны, $q+$) от «вспышки» на Солнце долетают Земли за 2-3 суток и **попадает в ее магнитное поле**.

Частицы свободно движутся **вдоль силовых линий**, но их поперечная скорость к линиям **силой Лоренца «закручивает»** их вокруг линий, и **принуждает двигаться по спиралям**. Это показано на рисунке.



На снимке видно, что **сияние состоит из вертикальных полос**. Это траектории частиц, движущихся **вдоль линий поля**. При этом они ударяют по попавшим на пути **атомам газа атмосферы Земли**, переводя их в «возбужденное состояние», после чего атомы газа излучают **кванты света**. В верхних слоях газ атмосферы очень разрежен.

Атмосфера (и свечение) начинается с высоты 400 км над Землей. И на некоторой высоте от соударений частицы теряют энергию, и свечение прекращается.

Проверьте себя, что сможете легко определить, как **закручиваются частицы $q+$** , по часовой стрелке, или против? В северном полушарии линии поля направлены **внутрь Земли**. Значит, порождающий их **круговой ток по «закону буравчика»** направлен по часовой стрелке. Но! Частицы в поле **закручиваются в противоположную сторону**.

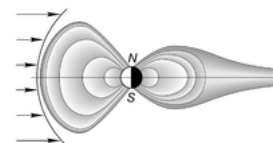
Протуберанцы на Солнце.



Солнце состоит из **плазмы** (заряженных частиц). Внутренние движения плазмы (**ток!**) сопровождаются сильными магнитными полями. Протуберанец – это и есть часть магнитного поля. А вдоль его линий движутся по спиралям заряженные частицы, делая линии поля «видимыми», если присмотреться.

Линии магнитного поля, вместе с частицами, которые они «связали», представляют собой некоторые «единые объекты - конструкции», которые движутся вместе, поле и частицы. Эти линии магнитного поля называют «вмороженными линиями».

Аналогичная «объектность структуры» есть и у магнитного поля Земли. «Структура» магнитного поля Земли искажается «солнечным ветром» в сторону от Солнца.



Токовые измерительные приборы.



Это и амперметры, и вольтметры. Проволочная прямоугольная рамка-катушка (между полюсами магнита) начально установленная в нейтральное положение. Но при прохождении через нее тока, в зависимости от величины тока и его направления рамка (и стрелка) поворачиваются больше или меньше в ту или другую сторону.

Ось рамки (и стрелки) при отсутствии тока удерживается в «нейтральном положении» двумя пружинками. Через эти две пружины подается и ток в рамку. На железный цилиндр внутри рамки не обращайте внимания, его роль – улучшать форму магнитного поля между полюсами магнита, «концентрировать» силовые линии в районе рамки.

Сначала вопрос, какое направление поля магнита в районе рамки? Не торопитесь отвечать: «от S к N». Да, «от S к N», но это, если идти по самому магниту, изогнутому в нашем случае. А в самом промежутке «от N к S», слева направо!

Предположим, подан ток в рамку, такой, что в правой части ток J течет от нас (черная стрелка), а в левой части рамки – к нам.

Каково действие сил на рамку? Поступим, как и раньше. Нарисуем вспомогательный кольцевой ток J (красный), с его направлением по «правилу буравчика», «буравчик» направлен по полю B от «N» к «S» в данном случае. Тогда правая сторона рамки будет притягиваться вниз, к нижнему току J по **закону Ампера**. А стрелка должна повернуться вправо, в зависимости от силы тока.

И еще важное замечание. В рамке много витков (n), Значит, на эту сторону рамки магнит действует своим полем B не на JL , а на nJL , в n раз сильнее.

Информация о порядках значений магнитных полей (не для запоминания).
Для представления сравните с соответствующими мерами длины.

		Аналог в метрах:
Сувенирный магнит на холодильнике -	порядка $3 \cdot 10^{-3}$ Тл	3 мм
Магнитное поле Земли значительно -	порядка $5 \cdot 10^{-5}$ Тл	0.05 мм (толщина волоса)
Магниты Большого адронного коллайдера —	от 0,5 до 8 Тл	0.5 м – 8 м
Магнитное поле в солнечных пятнах	порядка 10 Тл.	10 м
Магнитные поля внутри атомов —	($10^3 — 10^4$ Тл).	1-10 км