

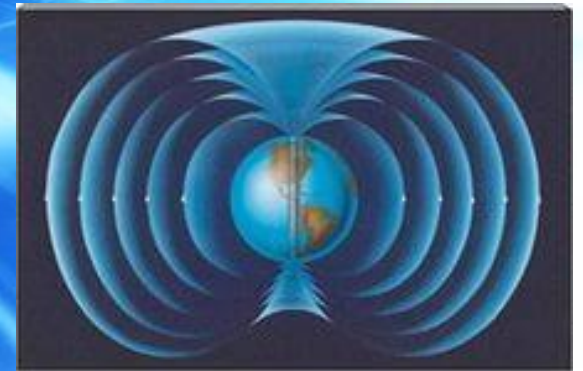
$$E = mc^2$$

$$F = ma$$

# Электромагнитные силы

$$g \approx 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$E = \frac{mv^2}{2}$$



$$e = mc^2$$

# План лекции:

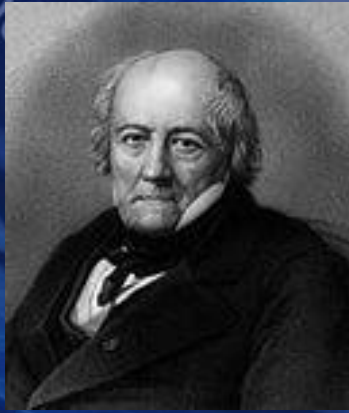
- 1. Открытие магнитных проявлений тока.**
- 2. Магнитные свойства вещества.**

$$g \approx 9,8 \text{ m/s}$$

$$E = \frac{mv^2}{2}$$

$$F = ma$$

# 1. Открытие магнитных проявлений тока



Французские ученые Био и Савар в 1820 году поставили опыты по изучению магнитного поля вокруг

Жан Батист Био проводников конечных размеров.



Его данные обобщил французский ученый Лаплас и предложил закон для вычисления магнитного напряжения поля. Так наука пополнилась законом Био-Феликс Савар Савара-Лапласа.

$$e = mc^2$$

В 1871 году русский ученый А.Г. Столетов впервые исследовал зависимость магнитной восприимчивости железа от его намагниченности, а также изучил явление насыщения железа. Работа А.Г. Столетова по исследованию магнитных свойств железа имели большое значение для развития магнитных цепей в электромашиностроении.



Андр Григорьевич Столетов

$$E = \frac{mv^2}{2}$$

Важное научное значение имели исследования магнитных проявлений тока французским ученым А. М. Ампером в двадцатых годах 19 века. Они принесли его к разработке начал электродинамики. Ампер впервые предложил термин "электрический ток" и ввел понятие о направлении электрического тока. Исследуя взаимодействие круговых и линейных токов, он установил математические выражения силы взаимодействия двух токов. Им предложена гипотеза, объясняющая природу магнитных явлений наличием молекулярных круговых токов.



Мари Ампер

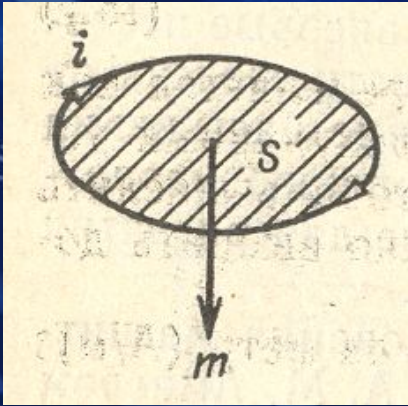
$$E = \frac{mv^2}{2}$$

## 2. Магнитные свойства вещества

Магнитное поле молекулярного тока характеризуют **магнитным моментом**, под которым понимают произведение молекулярного тока  $i_1$  и площадки  $S$ , ограниченной этим током (рис.1):  $\mathbf{m} = \mathbf{i} \cdot S$ .

Магнитный момент считается векторным, его направление определяется по правилу правого винта (буравчика). Магнитный момент измеряется в амперквadrатах ( $A \cdot m^2$ ).

$$e = mc^2$$

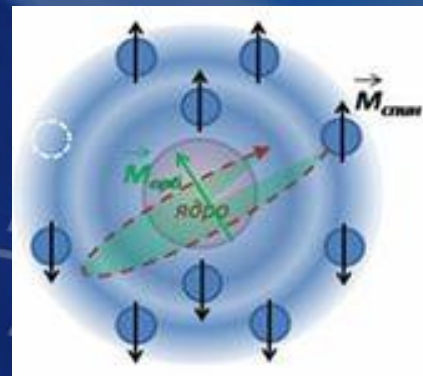


пределами молекул магнитные моменты большинства электронов взаимно компенсируются, а нескомпенсированные моменты

**Рис.1. Определение магнитного момента** определяют магнитные свойства вещества.

По характеру намагничивания и его интенсивности все вещества делятся на три группы:

1. Диамагнитные.
2. Парамагнитные.
3. Ферромагнитные.



$$e = mc^2$$

Степень намагничивания вещества характеризуют физической величиной, называемой намагниченностью. **Намагниченность** – векторная величина, равная отношению магнитного момента тела к его объему:  $\mathbf{M} = \Sigma \mathbf{m} / V$ .

Магнитный момент тела определяется как векторная сумма магнитных моментов молекулярных токов в составе этого тела:  $\Sigma \mathbf{m} = \mathbf{m}_1 + \mathbf{m}_2 \dots$  Чтобы вычислить намагниченность в данном месте поля, нужно выбрать достаточно малый объем  $V$ .

Намагниченность  $\mathbf{M}$  измеряется в амперах на метр (А/м).

$$E = \frac{mv^2}{2}$$



$$e = mc^2$$

При отсутствии намагниченности в любом материале существовало бы только внешнее магнитное поле с индукцией  $\mathbf{B}_0$  суммируется с вектором, определяющим намагничивание материала,  $\mu_0 \mathbf{M}$  (вектор намагничивания умножен на магнитную постоянную, так как в международной системе единиц у вектора  $\mathbf{B}_0$  и  $\mathbf{M}$  различные единицы – тесла и ампер на метр).  
Результирующая магнитная индукция:  $\mathbf{B} = \mathbf{B}_0 + \mu_0 \cdot \mathbf{M}$ .  
Разность векторов:  $\mathbf{B} / \mu_0 - \mathbf{M} = \mathbf{H}$  – называется вектором напряженности магнитного поля и  $\mathbf{B} = \mu_0 \cdot (\mathbf{H} + \mathbf{M})$ .

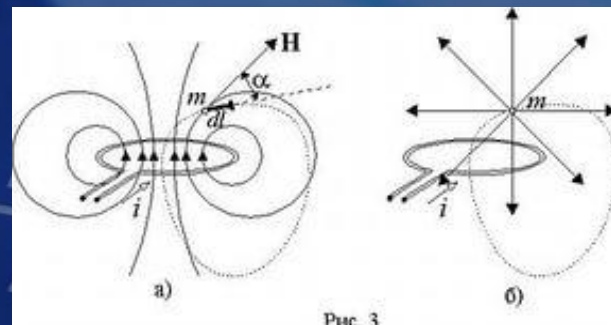


Рис. 3

$$e = mc^2$$

В материалах, магнитные свойства которых не зависят от направления намагничивания, в том числе и в ферромагнитных, но у последних только при малой интенсивности поля,  $\mathbf{M} = \kappa \cdot \mathbf{H}$ , т.е. намагниченность пропорциональна напряженности магнитного поля; коэффициент пропорциональности  $\kappa$  (читать "каппа") называется **магнитной восприимчивостью** и характеризует способность материала намагничиваться. Для таких веществ и материалов:  $\mathbf{B} = \mu_0 \cdot (\mathbf{H} + \kappa \cdot \mathbf{H}) = \mu_0 \cdot (1 + \kappa) \cdot \mathbf{H}$ , где  $1 + \kappa = \mu_r$  и есть относительная магнитная проницаемость. Таким образом  $\mathbf{B} = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \mathbf{H} = \mu_a \cdot \mathbf{H}$ , т.е. вектор индукции пропорционален вектору напряженности магнитного поля.

$$E = mc^2$$

# Контрольные вопросы

1. Чем характеризуется магнитный момент?
2. Какая величина называется намагниченностью?
3. Чем различаются диамагнитные, парамагнитные и ферромагнитные материалы?

