

## **Урок №**

### **Магнитное поле в веществе. Ферромагнетики.**

**Тип урока:** Личностно ориентированный.

**Цели:** На основе полученных ранее знаний, рассмотреть механизм возникновения и существования магнитного поля в веществе. Познакомится с понятием ферромагнетик.

**Задачи:**

**Образовательные задачи урока:**

1. Обеспечить в ходе урока усвоение материала урока; усвоение таких сложных понятий как спин электрона, температура Кюри, ферромагнетик, гистерезис.

**Воспитательные задачи урока:**

1. Содействовать в ходе урока формированию представлений о природе магнитного поля в веществах.
2. Обеспечить в ходе урока осознание учащимися того, что ничего в мире не происходит «просто так», что магниты – это не «чудесные вещества».
3. Продолжить работу по развитию познавательной самостоятельности учащихся.

4. Способствовать в ходе урока нравственному воспитанию учащихся.
5. Используя цитаты из литературных источников, содействовать эстетическому воспитанию учащихся

**Развивающие задачи урока:**

1. Продолжить работу по развитию у учащихся умений выделять главное, существенное, сравнивать изучаемые факты, логически излагать мысли.
2. Развивать у учащихся умение находить аналогии, приводить собственные примеры физических явлений в окружающей действительности.
3. С целью продолжения работы по развитию эмоций создавать на уроке ситуации удивления, парадоксальности.
4. С целью развития познавательного интереса учащихся, ввести в содержание урока элементы новизны знаний, связи их с жизнью, по возможности познавательных споров.

### План урока:

| Этапы урока                | Время  | Действия учителя                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Действия учеников                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Оформление доски                            |
|----------------------------|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 1. Организационный момент. | 1 мин  | Приветствие учащихся.<br>Объявление темы, целей и задач урока.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Приветствие учителя.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | На доске записано<br>число тема урока.      |
| 2. Проверка Д/З.           | 5 мин  | Учитель даёт время для повторения домашнего задания, повторяет с учащимися правило правой левой руки по слайдам, раздаёт карточки с тестовыми заданиями и предлагает выполнить любые три задания из предложенных пяти.                                                                                                                                                                                                                   | Повторяют материал, Работают со слайдами. Решают задания на карточках - работают с тестами.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                             |
| 3. Лекция учителя.         | 22 мин | Изложение основного материала с демонстрацией презентации.<br>Демонстрация фильмов «Намагниченность», «Ферромагнетики» (CD - ФИЗИКОН).                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Слушают, отвечают на вопросы.<br>Один из учащихся рассказывает подготовленный доклад.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Ферромагнитик<br>Температура Кюри<br>Домены |
| 4. Закрепление материала.  | 7 мин  | Учитель предлагает учащимся вопросы, заготовленные на слайдах.<br>1. Какие вещества называются диа-, пара-, ферромагнетиками?<br>2. Какая физическая величина называется магнитной проницаемостью?<br>3. Движение каких заряженных частиц создаёт собственную индукцию в ферромагнетике?<br>4. Что такое домены ферромагнетика?<br>5. Чем отличаются магнито-жесткие ферромагнетики от магнито-мягких?<br>6. Что такое температура Кюри? | Учащиеся отвечают на вопросы.<br>1. Это вещества у которых вектор магнитной индукции собственного магнитного поля отличается от вектора магнитной индукции внешнего магнитного поля.<br>2. Физическая величина, показывающая во сколько раз отличается вектор магнитной индукции внешнего поля от вектора м. индукции в вакууме.<br>3. Валентных электронов.<br>4. Самопроизвольно намагниченные области размером порядка $10^{-2}$ – $10^{-4}$ см называются доменами<br>5. Магнито-мягкие ферромагнитные материалы почти полностью размагничиваются, когда внешнее магнитное поле становится равным нулю, а магнито-жесткие сохраняют свою намагниченность.<br>6. Для каждого ферромагнетика существует определенная температура (так называемая температура или точка Кюри), выше которой ферромагнитные свойства исчезают, и вещество становится парамагнетиком. |                                             |
| 7. Задание на дом.         | 1 мин  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Запись Д/з.                                 |
| 8. Подведение итогов.      | 3 мин  | Подведение итога урока, выставление оценок, ответы на вопросы учащихся.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                             |

### **Источники:**

1. В.А. КАСЬЯНОВ, ФИЗИКА – 11. МОСКВА. ДРОФА, 2006г.
2. CD, курс «Физика, 7–11 классы», ФИЗИКОН.
3. CD, курс «Открытая Физика 2.5», ФИЗИКОН.

### **Технические требования:**

Windows 95, 98, ME, NT, 2000, XP, Internet Explorer 5.x/6.0, Pentium 150, 200 Мб свободного дискового пространства, 64 Мб оперативной памяти, CD-ROM, SVGA 800x600.

Методическая разработка  
урока физики в 11 классе  
на тему  
"МАГНИТНОЕ ПОЛЕ В ВЕЩЕСТВЕ.  
ФЕРРОМАГНЕТИКИ"

Учитель физики МОУ СОШ №7  
Федоряка  
Наталья Александровна  
п. Советский.  
2007 г.

1. Какие вещества называются диа-, пара-, ферромагнетиками?  
**Это вещества у которых вектор магнитной индукции собственного магнитного поля отличается от вектора магнитной индукции внешнего магнитного поля.**
2. Какая физическая величина называется магнитной проницаемостью?  
**Физическая величина, показывающая во сколько раз отличается вектор магнитной индукции внешнего поля от вектора  $m$ . индукции в вакууме.**
3. Движение каких заряженных частиц создаёт собственную индукцию в ферромагнетике?  
**Валентных электронов.**
4. Что такое домены ферромагнетика?  
**Самопроизвольно намагниченные области размером порядка  $10^{-2}$ – $10^{-4}$  см называются доменами**
5. Чем отличаются магнито-жесткие ферромагнетики от магнито-мягких?  
**Магнито-мягкие ферромагнитные материалы почти полностью размагничиваются, когда внешнее магнитное поле становится равным нулю, а магнито-жесткие сохраняют свою намагниченность.**
6. Что такое температура Кюри?  
**Для каждого ферромагнетика существует определенная температура (так называемая **температура или точка Кюри**), выше которой ферромагнитные свойства исчезают, и вещество становится парамагнетиком.**

**Ферромагнетиками** могут быть различные сплавы, содержащие ферромагнитные элементы. Широкое применение в технике получили керамические ферромагнитные материалы – ферриты.

Для каждого ферромагнетика существует определенная температура (так называемая **температура или точка Кюри**), выше которой ферромагнитные свойства исчезают, и вещество становится парамагнетиком. У железа, например, температура Кюри равна  $770^{\circ}\text{C}$ , у кобальта  $1130^{\circ}\text{C}$ , у никеля  $360^{\circ}\text{C}$ .

Ферромагнитные материалы делятся на две большие группы – на **магнито-мягкие** и **магнито-жесткие** материалы. Магнито-мягкие ферромагнитные материалы почти полностью размагничиваются, когда внешнее магнитное поле становится равным нулю. К магнито-мягким материалам относится, например, чистое железо, электротехническая сталь и некоторые сплавы. Эти материалы применяются в приборах переменного тока, в которых происходит непрерывное перемагничивание, то есть изменение направления магнитного поля (трансформаторы, электродвигатели и т. п.).

Магнито-жесткие материалы сохраняют в значительной мере свою намагниченность и после удаления их из магнитного поля.

Примерами магнито-жестких материалов могут служить углеродистая сталь и ряд специальных сплавов. Магнито-жесткие материалы используются в основном для изготовления **постоянных магнитов**.

# Магнитное поле в веществе. ФЕРРОМАГНЕТИЗМ

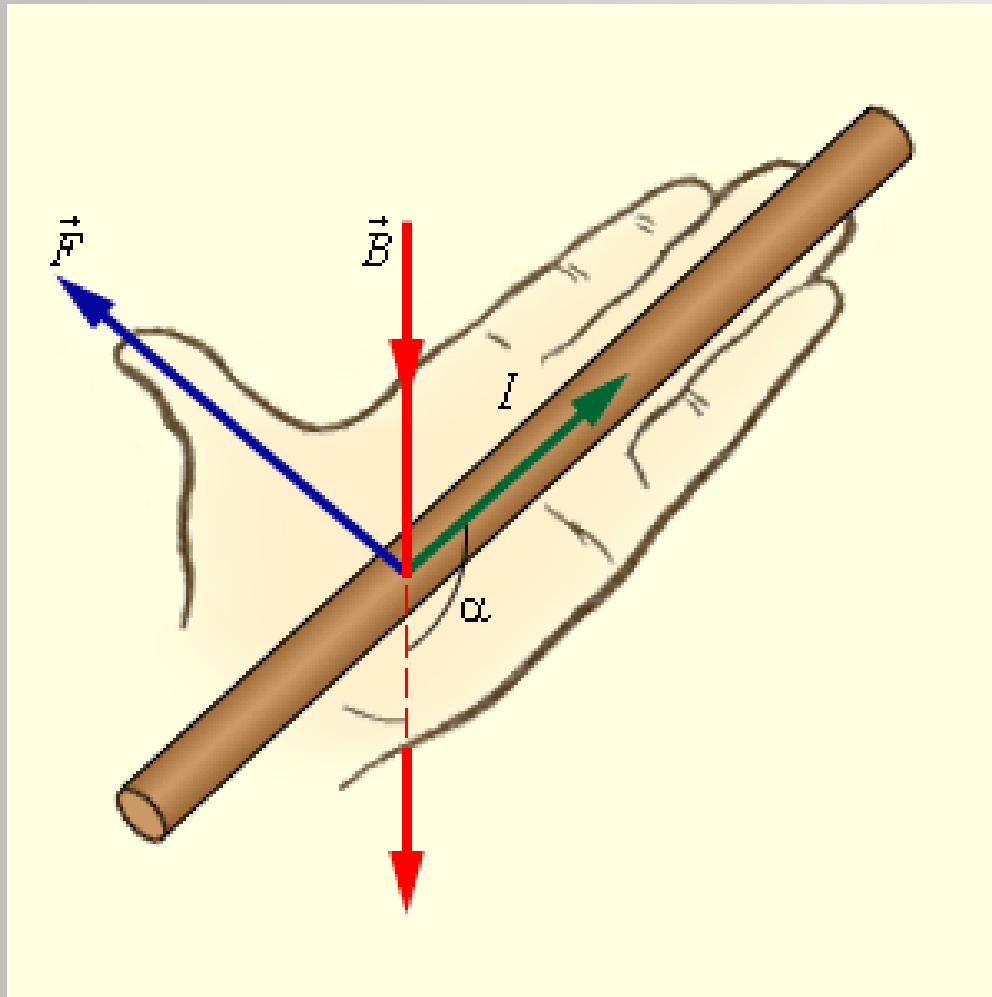


# ЦЕЛЬ УРОКА:

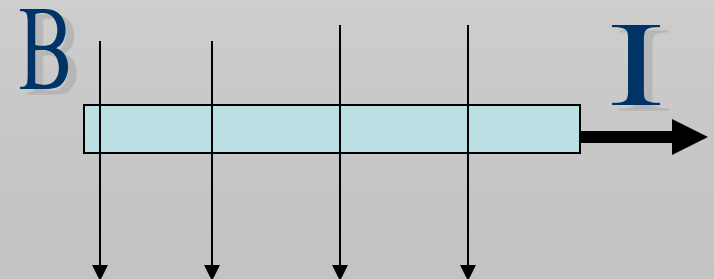
- На основе полученных ранее знаний, рассмотреть механизм возникновения и существования магнитного поля в веществе. Познакомится с понятием ферромагнетик.



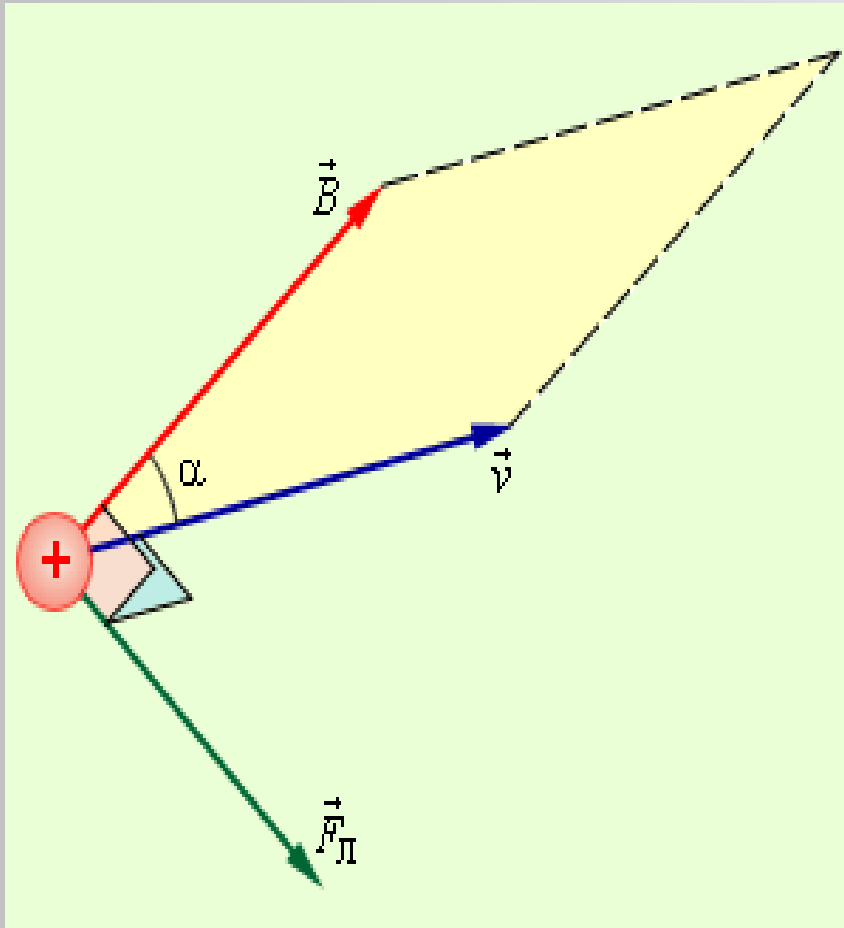
# ПОВТОРЕНИЕ



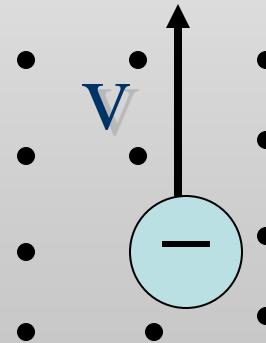
По правилу  
«левой руки»  
определите, в  
какую сторону  
будет двигаться  
проводник с  
током.



# ПОВТОРЕНИЕ



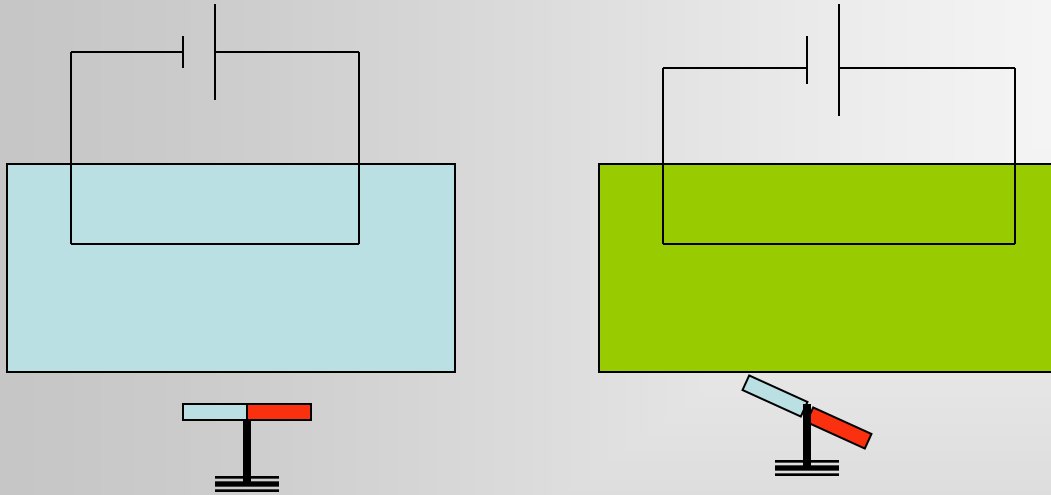
По правилу "левой руки" определите  
в какую сторону будет направлена  
сила Лоренца?



# ПОВТОРЕНИЕ

- **Выполните на карточках любые 3 из предложенных заданий.**
- **Передайте карточки на первый стол.**

# Рассмотрим опыты:



Почему отклонение магнитной стрелки различно в этих опытах?



- **Этот опыт показывает, что индукция магнитного поля, создаваемого электрическими токами в веществе, отличается от индукции магнитного поля, создаваемого теми же токами в воздухе ( или вакууме).**
- **Согласно гипотеза Ампера в любом теле существуют микроскопические токи, обусловленные движением электронов в атомах и молекулах.**

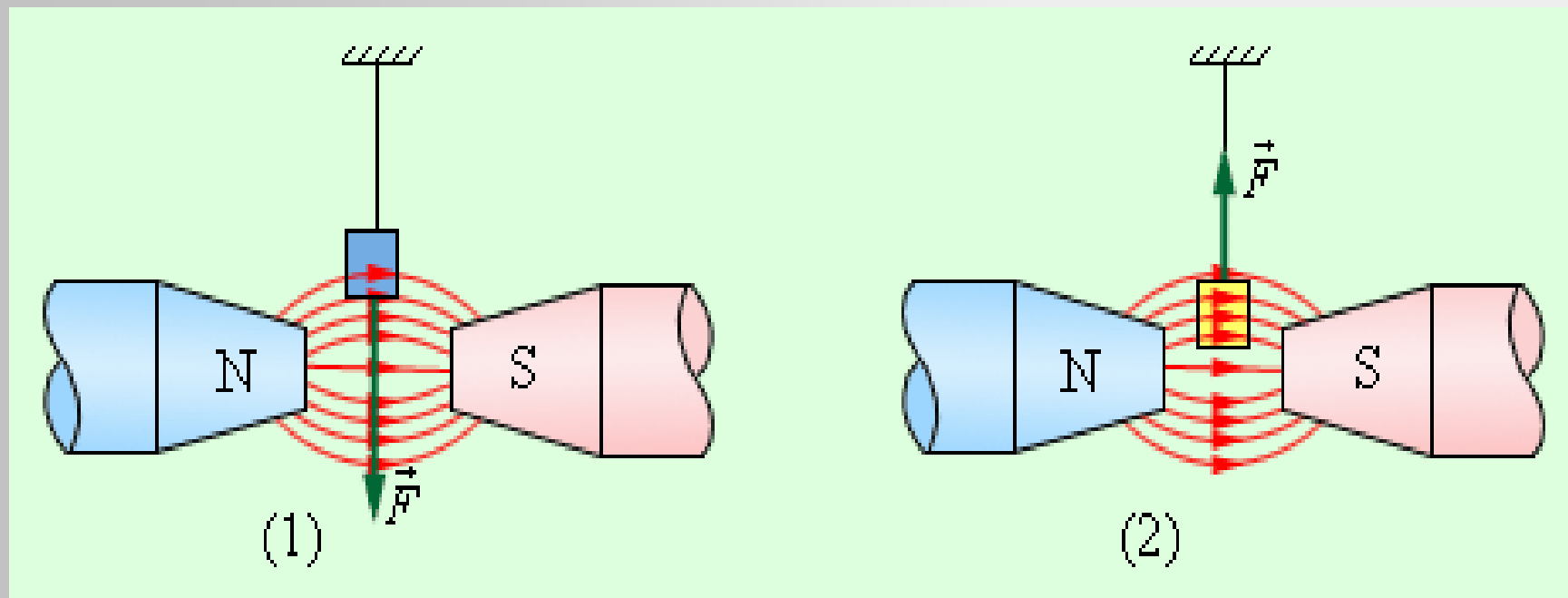
- Физическая величина, показывающая, во сколько раз индукция  $\vec{B}$  магнитного поля в однородной среде отличается по модулю от индукции магнитного поля  $\vec{B}_0$  в вакууме, называется магнитной проницаемостью:

$$\mu = \frac{B}{B_0}.$$

- **Магнитные свойства веществ определяются магнитными свойствами атомов или элементарных частиц (электронов, протонов и нейтронов), входящих в состав атомов.**
- **Согласно гипотеза Ампера в любом теле существуют микроскопические токи, обусловленные движением электронов в атомах и молекулах.**
- **В настоящее время установлено, что магнитные свойства протонов и нейтронов почти в 1000 раз слабее магнитных свойств электронов. Поэтому магнитные свойства веществ в основном определяются электронами, входящими в состав атомов.**
- **Одним из важнейших свойств электрона является наличие у него не только электрического, но и собственного магнитного поля. Собственное магнитное поле электрона называют *спиновым* (spin – вращение).**
- **Электрон создает магнитное поле также и за счет орбитального движения вокруг ядра, которое можно уподобить круговому микротоку. Спиновые поля электронов и магнитные поля, обусловленные их орбитальными движениями, и определяют широкий спектр магнитных свойств веществ.**

- Вещества крайне разнообразны по своим магнитным свойствам. У большинства веществ эти свойства выражены слабо. **Слабо-магнитные вещества** делятся на две большие группы – **парамагнетики** и **диамагнетики**. Они отличаются тем, что при внесении во внешнее магнитное поле парамагнитные образцы намагничиваются так, что их собственное магнитное поле оказывается направленным по внешнему полю, а диамагнитные образцы намагничиваются против внешнего поля. Поэтому **у парамагнетиков  $\mu > 1$ , а у диамагнетиков  $\mu < 1$ .**

Образцы из пара- и диамагнетика, помещенные в неоднородное магнитное поле между полюсами электромагнита, ведут себя по-разному –  
парамагнетики втягиваются в область сильного поля,  
диамагнетики – выталкиваются



Парамагнетик (1) и диамагнетик (2) в неоднородном магнитном поле.

- Пара- и диамагнетизм объясняется поведением электронных орбит во внешнем магнитном поле. У атомов диамагнитных веществ в отсутствие внешнего поля собственные магнитные поля электронов и поля, создаваемые их орбитальным движением, полностью скомпенсированы.
- Возникновение диамагнетизма связано с действием силы Лоренца на электронные орбиты.
- Под действием этой силы изменяется характер орбитального движения электронов и нарушается компенсация магнитных полей. Возникающее при этом собственное магнитное поле атома оказывается направленным против индукции внешнего поля.

- В атомах парамагнитных веществ магнитные поля электронов скомпенсированы не полностью, и атом оказывается подобным маленькому круговому току. В отсутствие внешнего поля эти круговые микротоки ориентированы произвольно, так что суммарная магнитная индукция равна нулю.
- Внешнее магнитное поле оказывает ориентирующее действие – микротоки стремятся сориентироваться так, чтобы их собственные магнитные поля оказались направленными по индукции внешнего поля. Из-за теплового движения атомов ориентация микротоков никогда не бывает полной.
- При усилении внешнего поля ориентационный эффект возрастает, так что индукция собственного магнитного поля парамагнитного образца растет прямо пропорционально индукции внешнего магнитного поля.

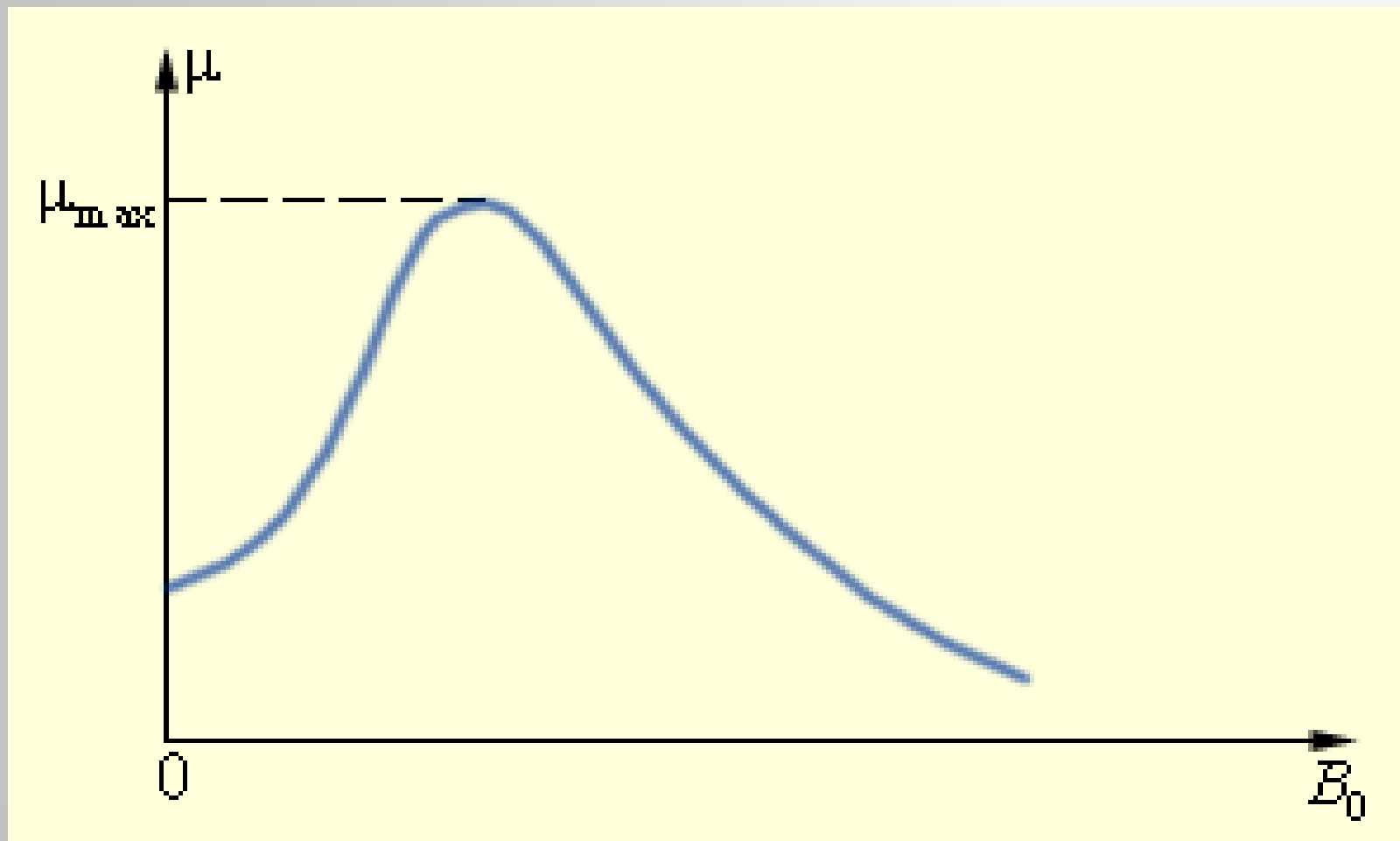
- Следует отметить, что диамагнитными свойствами обладают атомы любых веществ.
- Однако, во многих случаях диамагнетизм атомов маскируется более сильным парамагнитным эффектом.
- Явление диамагнетизма было открыто М. Фарадеем (1845 г.).

**Вещества, способные сильно намагничиваться в магнитном поле, называются ферромагнетиками.**

- **Магнитная проницаемость ферромагнетиков по порядку величины лежит в пределах  $10^2$ – $10^5$ .**
- **Например, у стали  $\mu \approx 8000$ , у сплава железа с никелем магнитная проницаемость достигает значений 250000.**
- **К группе ферромагнетиков относятся четыре химических элемента: железо, никель, кобальт, гадолиний.**
- **Из них наибольшей магнитной проницаемостью обладает железо. Поэтому вся эта группа получила название ферромагнетиков.**

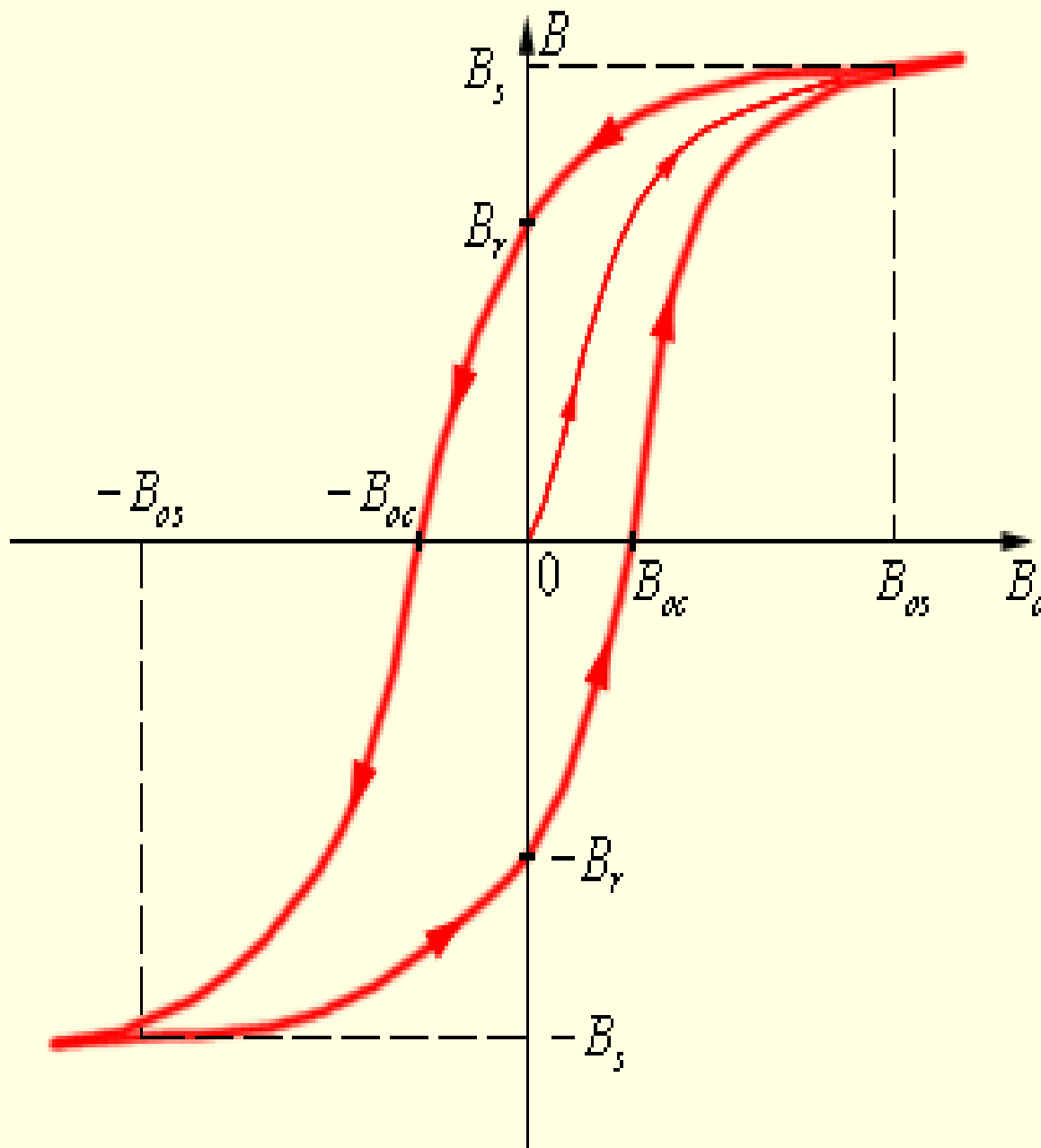
Магнитная проницаемость  $\mu$  ферромагнетиков не является постоянной величиной; она сильно зависит от индукции  $B_0$  внешнего поля. Типичная зависимость  $\mu(B_0)$  приведена на рисунке.

В таблицах обычно приводятся значения максимальной магнитной проницаемости.



- Непостоянство магнитной проницаемости приводит к сложной нелинейной зависимости индукции  $B$  магнитного поля в ферромагнетике от индукции  $B_0$  внешнего магнитного поля.
- Характерной особенностью процесса намагничивания ферромагнетиков является так называемый **гистерезис**, то есть зависимость намагничивания от предыстории образца.
- Кривая намагничивания  $B$  ( $B_0$ ) ферромагнитного образца представляет собой петлю сложной формы, которая называется **петлей гистерезиса**.

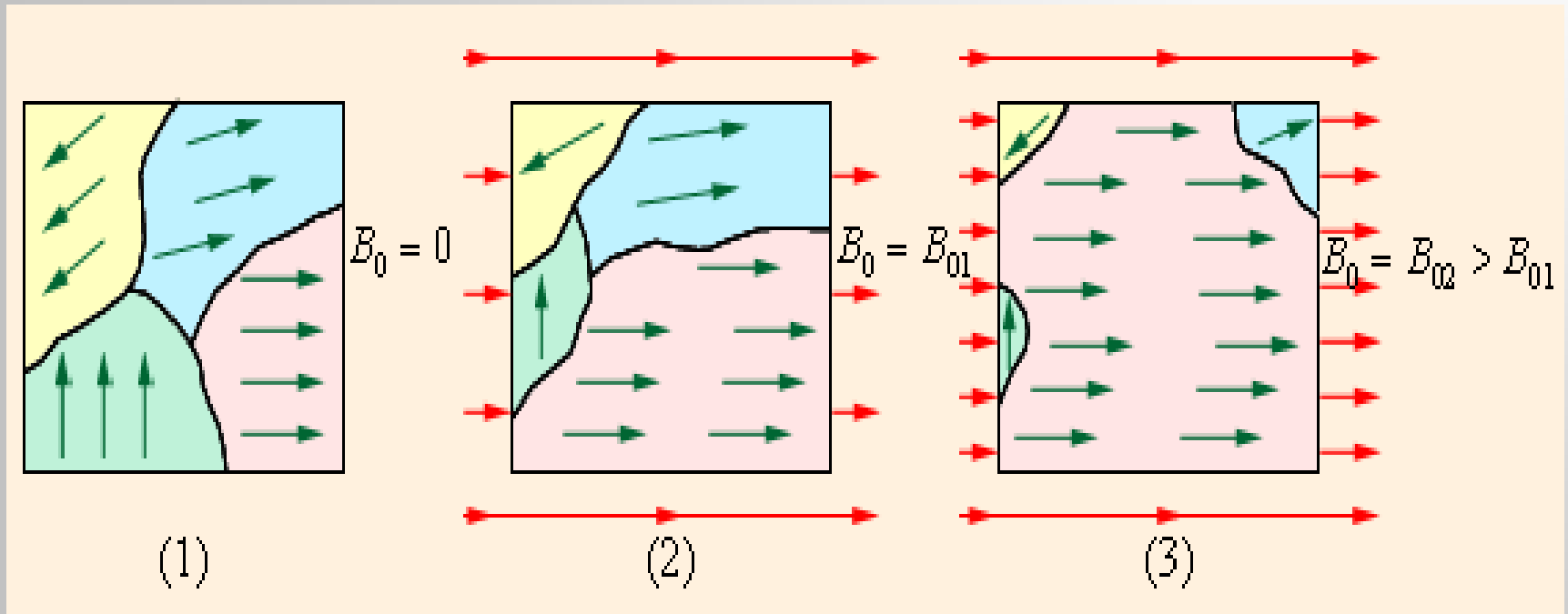
Петля гистерезиса ферромагнетика. Стрелками указано направление процессов намагничивания и размагничивания ферромагнитного образца при изменении индукции  $B_0$  внешнего магнитного поля.



- Природа ферромагнетизма может быть до конца понята только на основе квантовых представлений. Качественно ферромагнетизм объясняется наличием собственных (спиновых) магнитных полей у электронов.
- В кристаллах ферромагнитных материалов возникают условия, при которых, вследствие сильного взаимодействия спиновых магнитных полей соседних электронов, энергетически выгодной становится их параллельная ориентация.
- В результате такого взаимодействия внутри кристалла ферромагнетика возникают самопроизвольно намагниченные области размером порядка  $10^{-2}$ – $10^{-4}$  см.
- Эти области называются **доменами**.
- Каждый **домен** представляет из себя небольшой постоянный магнит.

- В отсутствие внешнего магнитного поля направления векторов индукции магнитных полей в различных доменах ориентированы в большом кристалле хаотически. Такой кристалл в среднем окажется ненамагниченным.
- При наложении внешнего магнитного поля происходит смещение границ доменов так, что объем доменов, ориентированных по внешнему полю, увеличивается.
- С увеличением индукции внешнего поля возрастает магнитная индукция намагниченного вещества.
- В очень сильном внешнем поле домены, в которых собственное магнитное поле совпадает по направлению с внешним полем, поглощают все остальные домены, и наступает магнитное насыщение.

# Иллюстрация процесса намагничивания ферромагнитного образца.



Намагничивание ферромагнитного образца.

(1)  $B_0 = 0$ ; (2)  $B_0 = B_{01}$ ; (3)  $B_0 = B_{02} > B_{01}$ .

# Ответьте на вопросы:

1. Какие вещества называются диа-, пара-, ферромагнетиками?
2. Какая физическая величина называется магнитной проницаемостью?
3. Движение каких заряженных частиц создаёт собственную индукцию в ферромагнетике?
4. Что такое домены ферромагнетика?
5. Чем отличаются магнито-жесткие ферромагнетики от магнито-мягких?
6. Что такое температура Кюри?

# Домашнее задание:

**§ 29 (ответить на вопросы или уметь пересказать);**

**§ 30 (выучить определения).**