

Вещество в магнитном поле

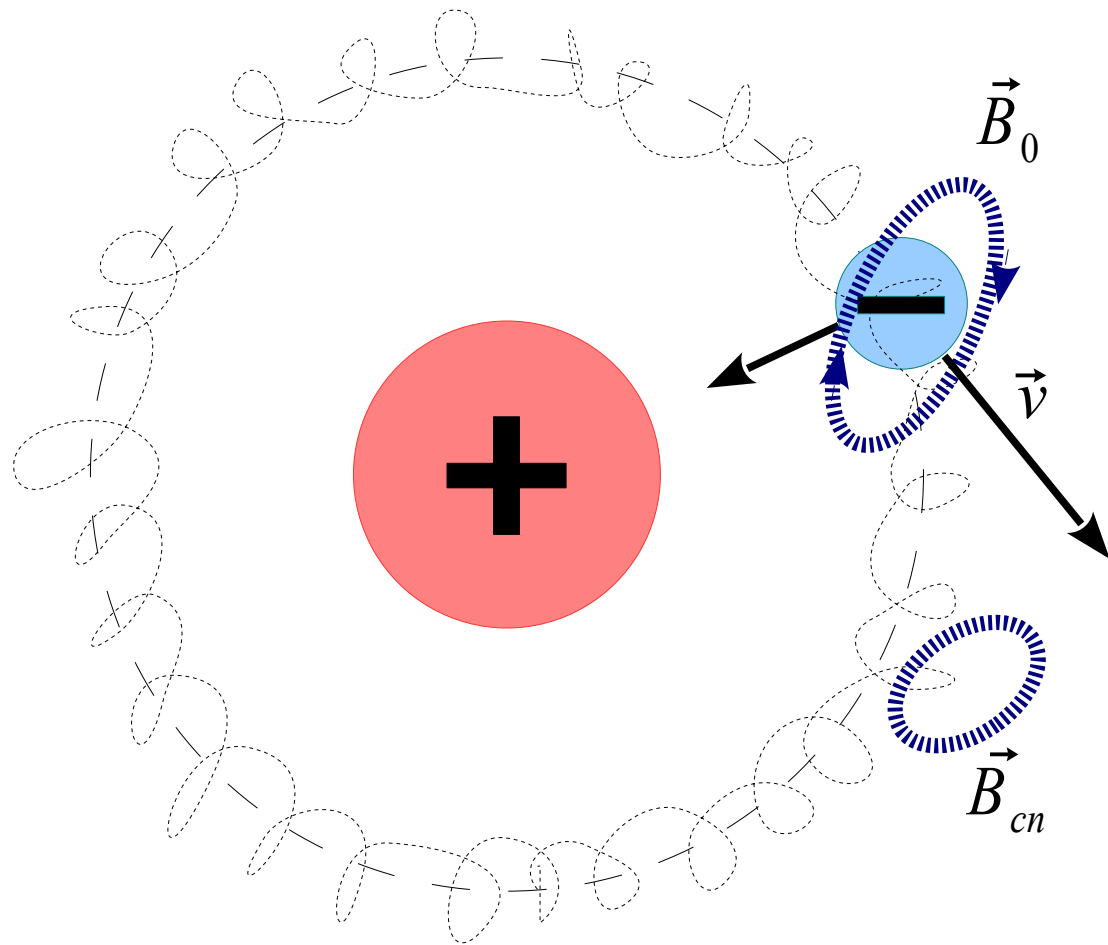




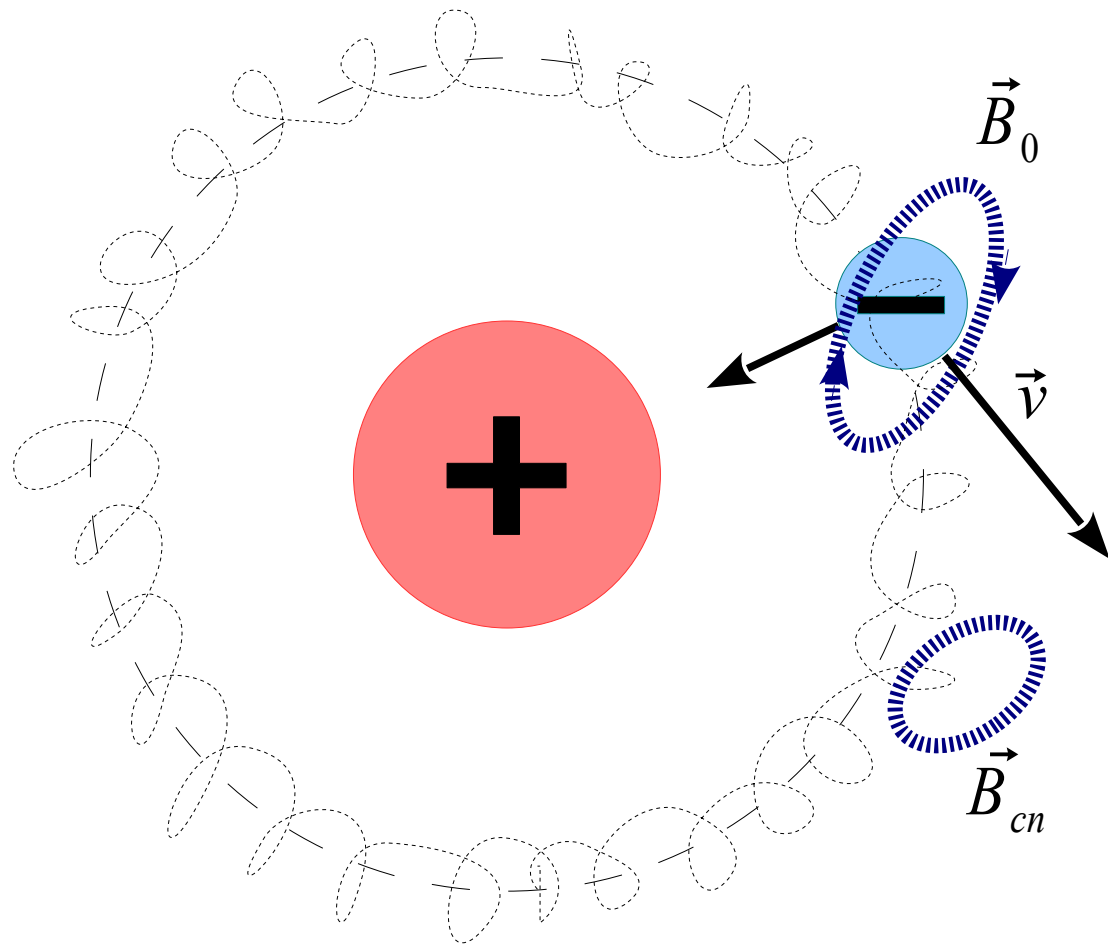
Задание

1. Сделать конспект презентации
2. Ответить на 13 теоретических вопросов.
3. Ответить на 5 качественных вопросов.

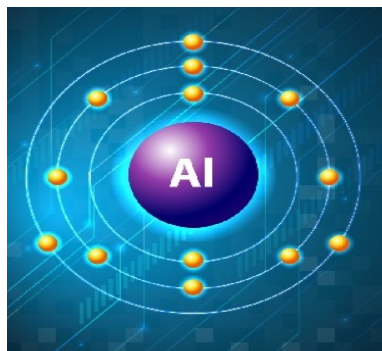
Оценок- две за разные части задания.



Так как **электрон в атоме** обладает зарядом и движется, то **каждый электрон создает вокруг себя магнитное поле.**



Так как электрон участвует в 2-х движениях – движение по орбите и вращение вокруг своей оси , то **его поле складывается из 2-х взаимно-перпендикулярных полей — орбитального и спинового.**



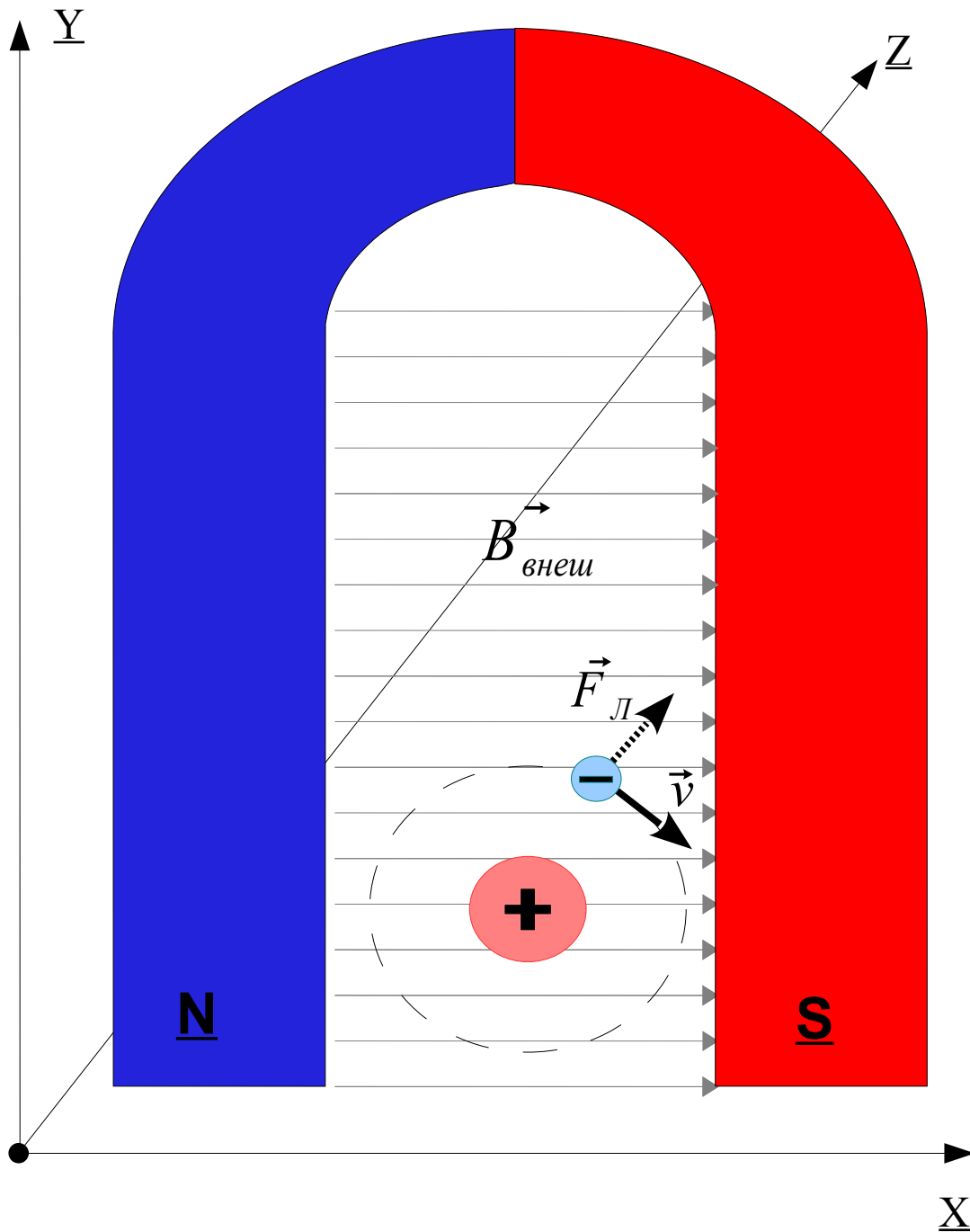
Электронный паспорт

- **1s² 2s² 2p⁶ 3s² 3p¹**
- **Магнитные поля электронов компенсируют друг друга**
- **Магнитное поле электронов не компенсировано, атом-маленький магнит**
- **Поля отдельных атомов компенсируют друг друга**



Электронный паспорт

- **1s² 2s² 2p⁶ 3s² 3p⁶ 4s² 3d⁶**
- **Магнитные поля электронов компенсируют друг друга**
- **Магнитное поле электронов не компенсировано, атом-маленький магнит**
- **Поля отдельных атомов компенсируют друг друга**



Во внешнем магнитном поле на электрон действует сила Лоренца.

Электроны разворачиваются и поля отдельных электронов и атомов перестают компенсировать друг друга.

В веществе возникает собственное магнитное поле, складывающееся по принципу суперпозиции с внешним.

Магнитная проницаемость

$$\mu = \frac{B_{\text{внеш}} \pm B_{\text{соб}}}{B_{\text{внеш}}}$$

Показывает, во сколько раз отличается поле в веществе по сравнению с полем в вакууме.

Таким образом , **в магнитном поле все**
вещества намагничиваются,
но при отсутствии внешнего поля
утрачивают намагниченность из-за теплового
движения атомов.

В зависимости от строения электронных оболочек, магнитные поля отдельных электронов либо компенсируют друг друга либо нет.

Этим определяются магнитные свойства вещества.

По поведению в магнитном поле все вещества делятся на 3 группы

Диамагнетики —
вещества, в
которых магнитные
поля отдельных
электронов
**полностью
компенсированы**

Парамагнетики
— вещества, в
которых
магнитные
орбитальные
поля отдельных
электронов **не
полностью
компенсированы**
и каждый атом —
маленький магнит

Ферромагнетики —
вещества, в которых
в результате
**взаимодействия
магнитных полей
отдельных атомов**
возникают домены
(области
самопроизвольной
намагниченности)

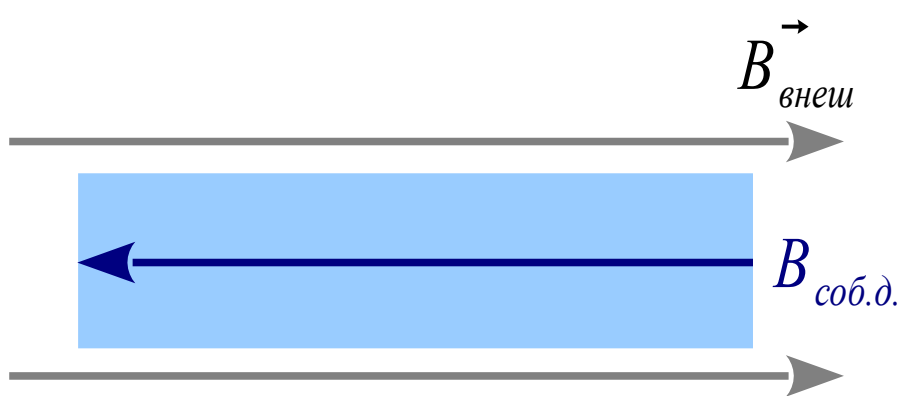
ЗАВИСИТ ОТ:

- строения электронных оболочек
- температуры

Диамагнетики-
вещества, в
которых
магнитные поля
отдельных
электронов
полностью
компенсированы

$\mu < 1$ (незначительно)

Вещество	μ	Вещество	μ
Азот	0,999988	Повар.соль	0,999970
Водород	0,999996	Ацетон	0,999966
Германий	0,999992	Глицерин	0,999943
Вода (жидкая)	0,999989	Нафталин (сред.)	0,999908



диамагнитные образцы
намагничиваются

против

внешнего поля.

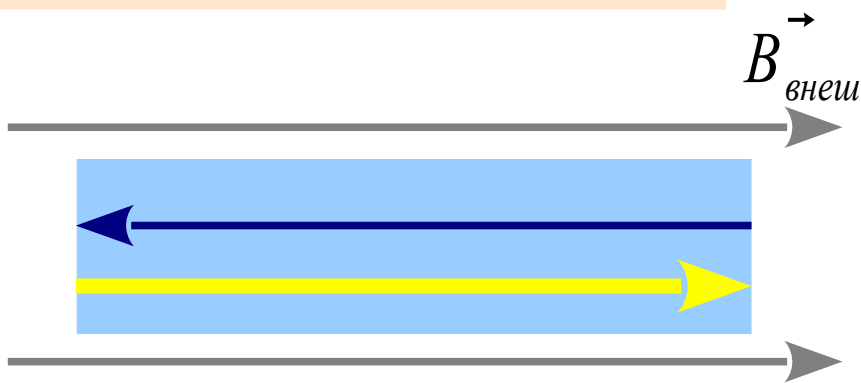
По принципу суперпозиции
поля складываются и поле
ослабевает.

Парамагнетики — вещества, в которых магнитные орбитальные поля отдельных электронов не полностью компенсированы и каждый атом — маленький магнит

$\mu > 1$ (незначительно)

Вещество	μ	Вещество	μ
Mg Магний	1,000013	U Уран	1,000414
Na натрий	1,000016	Pu Плутоний	1,000627
Ti Титан	1,000161	CoCl ₃	1,12166

при внесении во внешнее магнитное поле



парамагнитные образцы намагничиваются так, что электроны, поля которых компенсированы, создает поле, **противоположное** внешнему, электроны, поля которых не компенсированы, **сонаправленное** внешнему и оно сильнее.

Ферромагнетики — вещества, в которых в результате взаимодействия магнитных полей отдельных атомов возникают домены (области самопроизвольной намагниченности)

$$\mu \gg 1$$

Fe, Co, Ni и их сплавы
фехраль $\mu=125000$

редкоземельные металлы
Gd, Tb, Dy, Ho, Er.

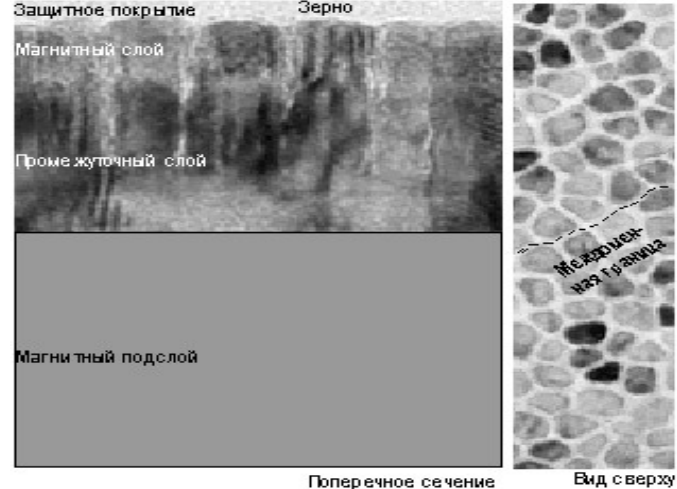
соединения $ZrZn_2$ и $Zr_xM_{1-x}Zn_2$
(где M — это Ti, Y, Nb или Hf),
 Au_4V , Sc_3In

керамические (ферриты);

неодим-железо-бор (Nd-Fe-B,
 $NdFeB$);

самарий-кобальт ($SmCo$);

альнико ($AlNiCo$)



Природа ферромагнетизма может быть до конца понята только на основе квантовых представлений.

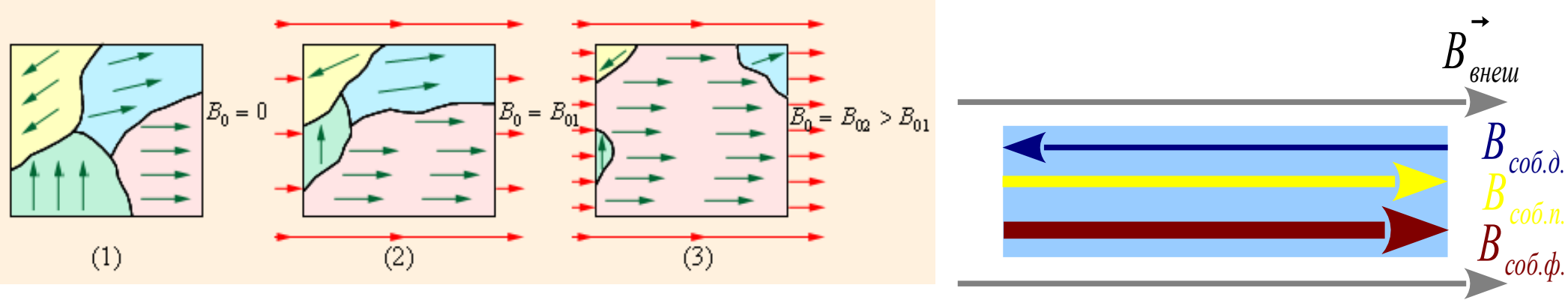
В кристаллах ферромагнитных материалов возникают условия, при которых,

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.



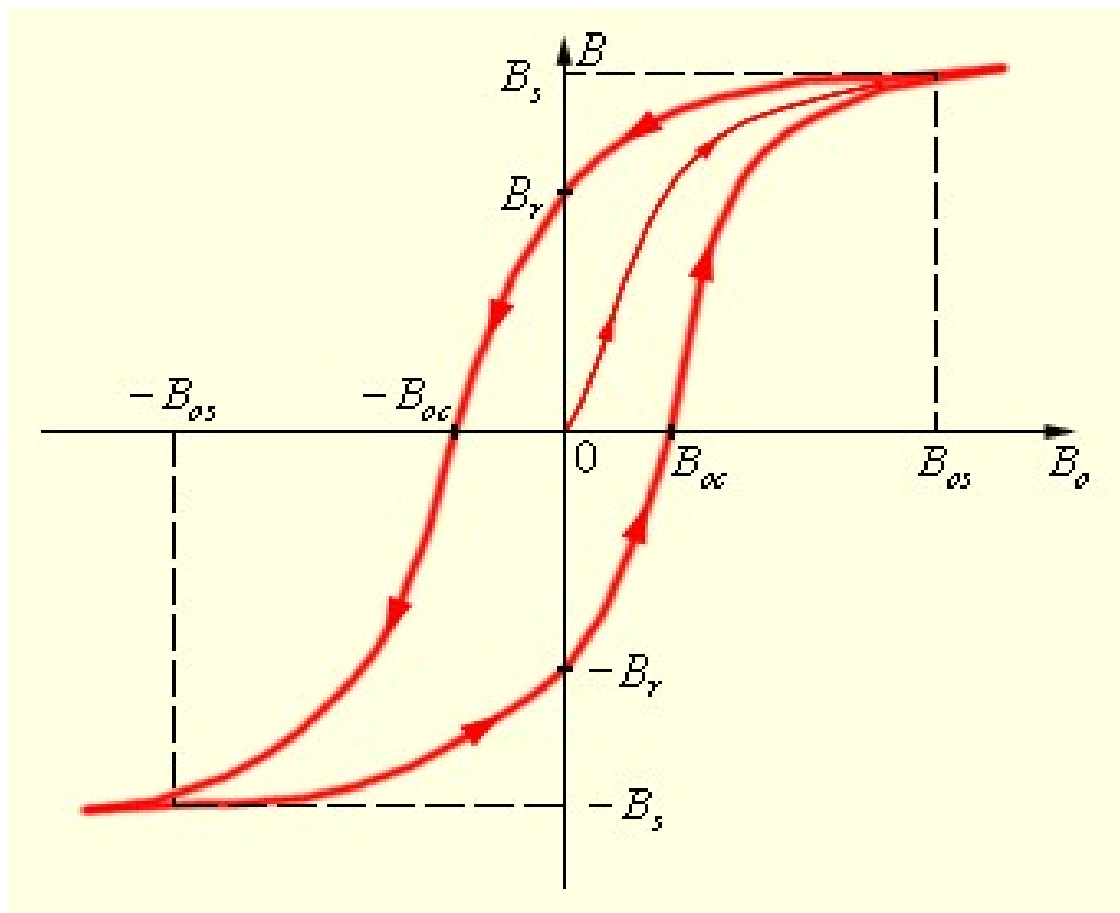
В отсутствие внешнего магнитного поля направления векторов индукции магнитных полей в различных доменах ориентированы в большом кристалле хаотически. Такой кристалл в среднем окажется не намагниченным.

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.

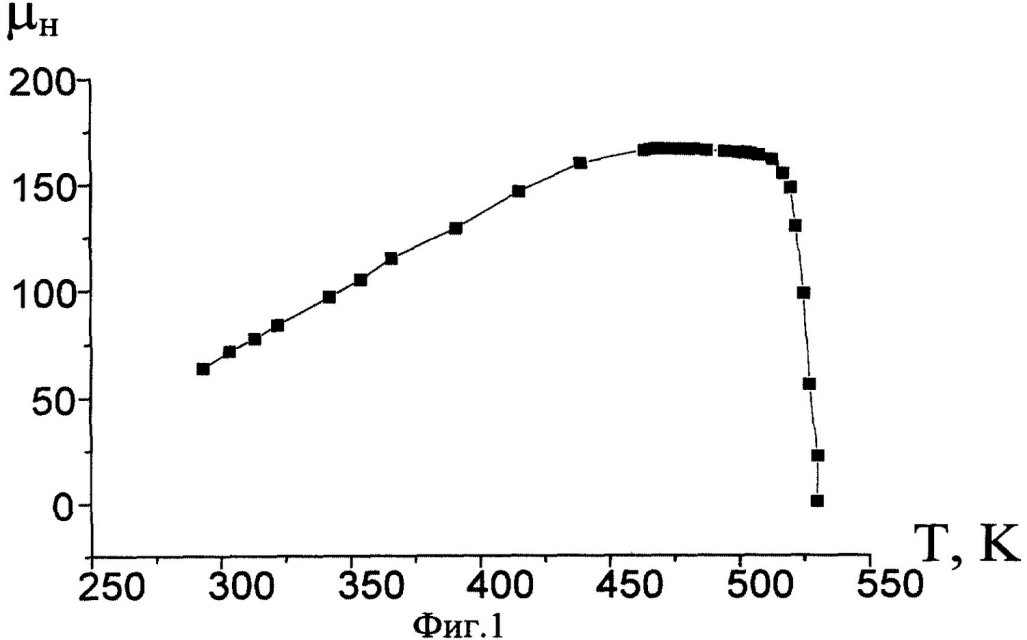
В очень сильном внешнем поле домены, в которых собственное магнитное поле совпадает по направлению с внешним полем, поглощают все остальные домены, и наступает магнитное насыщение.

Намагничивание ферромагнетиков



Магнитная проницаемость μ ферромагнетиков не является постоянной величиной; она сильно зависит от индукции B_0 внешнего поля.

В таблицах обычно приводятся значения максимальной магнитной проницаемости.

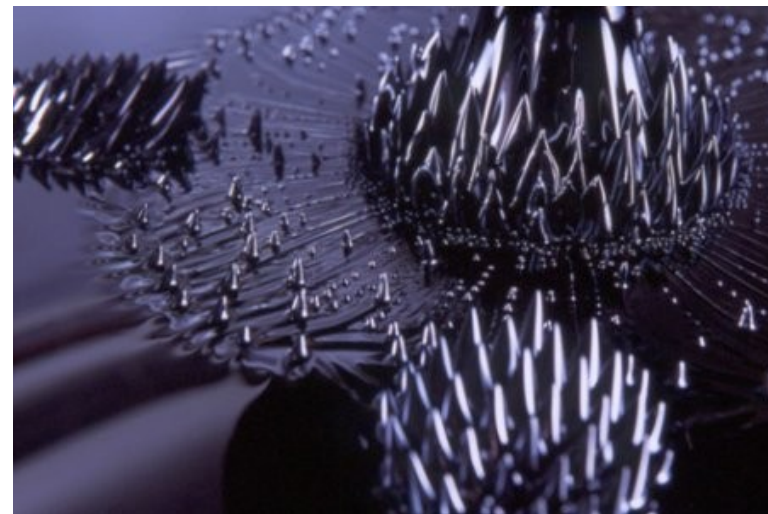
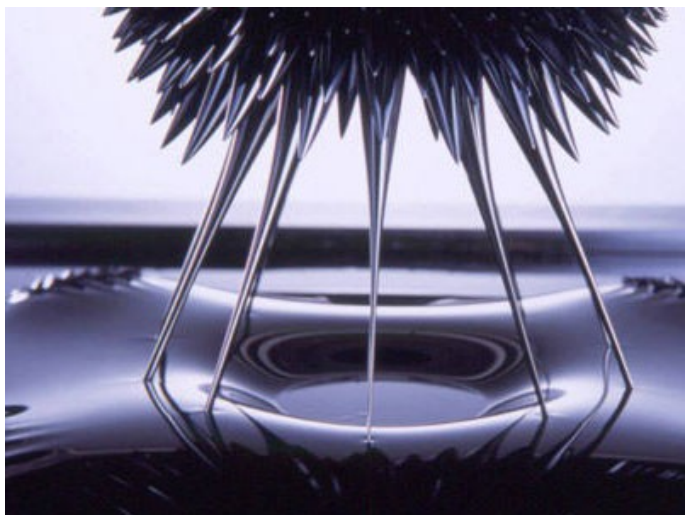


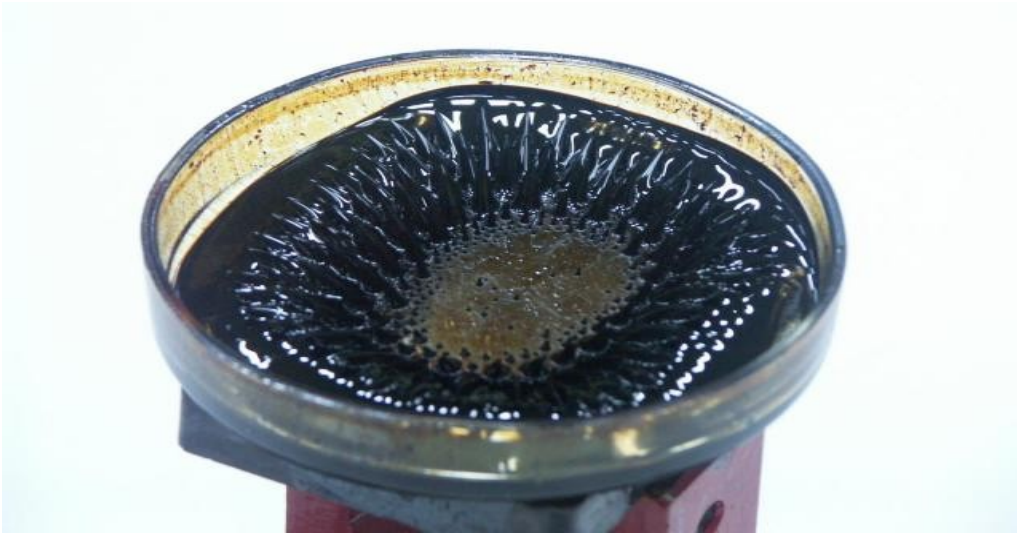
Для каждого ферромагнетика существует определенная температура (точка Кюри), выше которой ферромагнитные свойства исчезают.

У железа 770 °С,
у кобальта 1130 °С,
у никеля 360 °С.

Соединение	Тс, К	Соединение	Тс, К
Fe ₃ Al	743	TbN	43
Ni ₃ Mn	773	DyN	26
FePd ₃	705	EuO	77
MnPt ₃	350	MnB	578
CrPt ₃	580	ZrZn ₂	35
ZnCMn ₃	353	Au ₄ V	42–43
AlCMn ₃	275	Sc ₃ In	5–6

Жидкий металл и магнит





Магнитная жидкость является средой, сочетающей **магнитные свойства с хорошей текучестью**. Широкий выбор жидких основ разработанных магнитных жидкостей (вода, керосин, синтетические и минеральные масла, перфторированные эфиры, глицерин и т.п.) может обеспечить реализацию **магнитного управления** работой многих технических устройств и технологических процессов.

Ферриты

Ферри́ты (оксифе́ры) — соединения оксида железа Fe_2O_3 с более основными оксидами других металлов, являющиеся ферримагнетиками

Поликристаллические ферриты производят по керамической технологии.

Из ферритового порошка, синтезированного из смеси исходных ферритообразующих компонентов и гранулированного со связкой, **прессуют изделия нужной формы, которые подвергают затем спеканию при температурах от 900 до 1500 °С** на воздухе или в специальной газовой атмосфере.

В качестве исходных ферритообразующих компонентов применяются **смеси оксидов**, гидроксидов, оксалатов и карбонатов (иногда их совместно осаждают из раствора) или совместно **упаренные растворы солей** (нитраты, сульфаты, двойные сульфаты типа шенитов).

Монокристаллы ферритов **выращивают зонной плавкой или методами Вернейля или Чохральского**, обычно под давлением кислорода в несколько десятков или сотен атмосфер.

Для **растворимых ферритов используют гидротермальное выращивание в растворах** гидроксида или карбоната натрия, хлорида аммония или смеси хлоридов под давлением от 200 до 1200 атмосфер.

Монокристаллы некоторых ферритов (при применении в качестве исходных веществ смеси оксидов) выращивают также из растворов в расплаве (смеси $PbO + PbF_2$, $PbO + B_2O_3$, $BaO + B_2O_3$ или более сложные)[2].

Ферриты используют в качестве магнитных материалов в радиотехнике, электронике, автоматике, вычислительной технике (ферритовые поглотители электромагнитных волн, антенны, сердечники, элементы памяти, постоянные магниты и т. д.), поскольку сочетают **высокую намагниченность с полупроводниковыми или диэлектрическими свойствами.**

Благодаря сочетанию высоких магнитных свойств и низкой электропроводности ферриты широко применяются в технике высоких частот (более 100 кГц).

Ответьте на вопросы и пришлите ответы на электронную почту qaarentenam@s1802.ru.

1. Почему электрическое и магнитное поле в веществе отличается от поля в вакууме?
2. От чего и почему зависят диэлектрическая и магнитная проницаемость ?
3. Чем отличаются диа-, пара- и ферромагнетики
а/ по строению б/ по свойствам?
4. Почему плазма любого вещества- диамагнетик?
5. Что общего между электронной поляризацией и диамагнитным эффектом.
6. Почему всем веществам присущ диамагнитный эффект, но обнаружить его можно только у диамагнетиков?
7. Существует ли остаточная намагничиваемость у диа- и парамагнетиков и почему?
8. Как объясняются намагничивание и размагничивание ферромагнетиков?
9. Почему с ростом температуры ферромагнетики утрачивают свои свойства ?
10. Определите, к какой группе по поведению в электрическом и магнитном поле относятся:
сталь, сплав никеля и алюминия, пары Cu, раствор H_2SO_4 , соль $CuCl_2$,C, As, O_2 .

Ответьте на вопросы и пришлите ответы на электронную почту quarentenam@s1802.ru.

11. Можно ли провести параллель, что

- диэлектрики в электрическом поле аналог диамагнетиков в магнитном,
- полупроводники — аналог парамагнетиков,
- проводники- аналог ферромагнетиков?

12. Можно ли сказать, что сегнетоэлектрики и ферромагнетики -одни и те же вещества?

13. Сравните свойства сегнетоэлектриков в электрическом поле и ферромагнетиков в магнитном.

Ответьте на вопросы и пришлите ответы на электронную почту quarentenam@s1802.ru.

13.1. Можно ли намагнитить кольцо, сделанное из стальной проволоки?

13.2. Какой полюс появится у конца иголки, если к ее ушку приблизить южный полюс магнита?

13.3. Если магнит дугообразный, то железный гвоздь одним концом притягивается к одному полюсу, а другим — к другому. Почему?

13.4. К одному из полюсов магнитной стрелки поднесли иголку. Одним из полюсов стрелка притянулась к иголке. Может ли это служить доказательством того, что игла была намагничена?

13.5. Почему корпус компаса делают из меди, алюминия, пластмассы и других материалов, но не из железа?