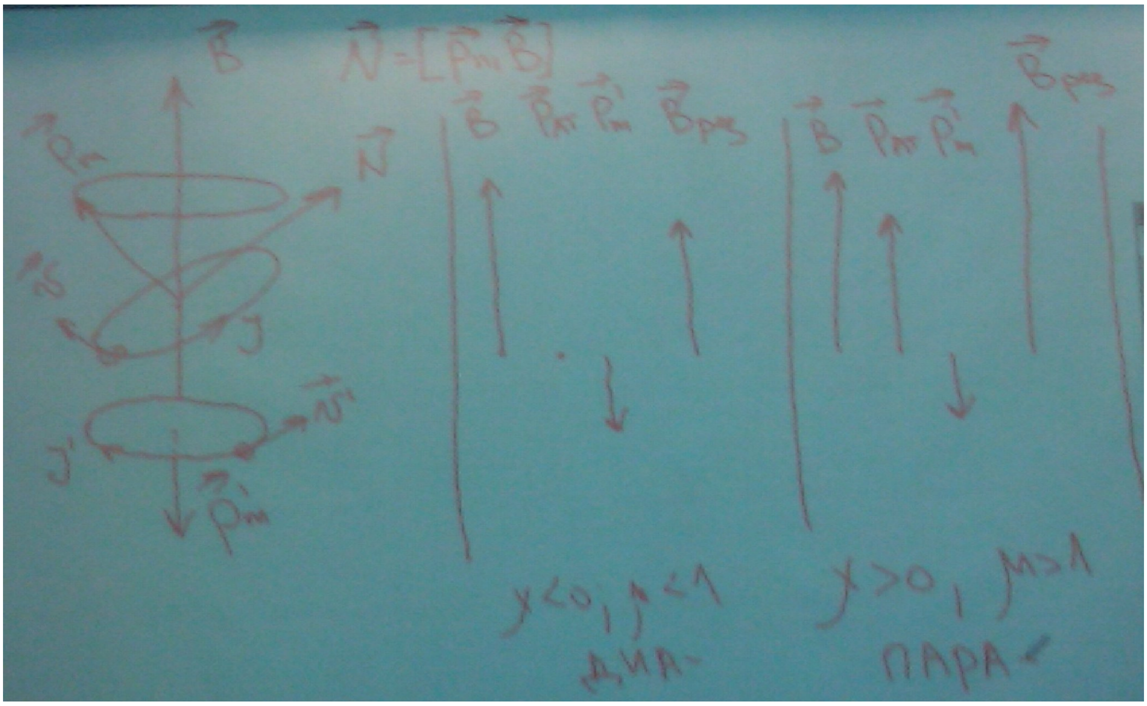
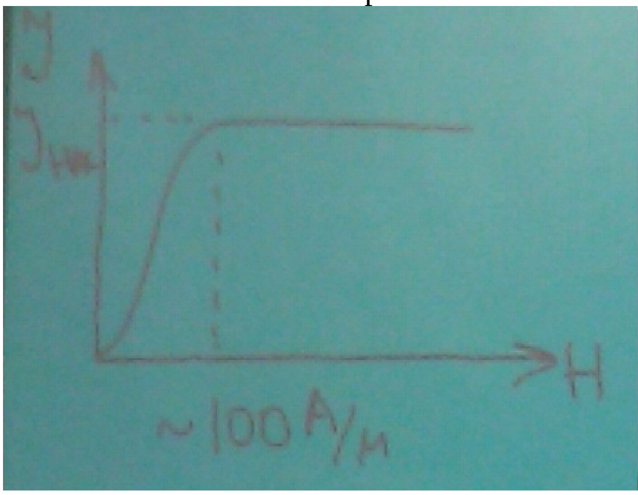
Парамагнетики, диамагнетики, механизм их намагничивания.

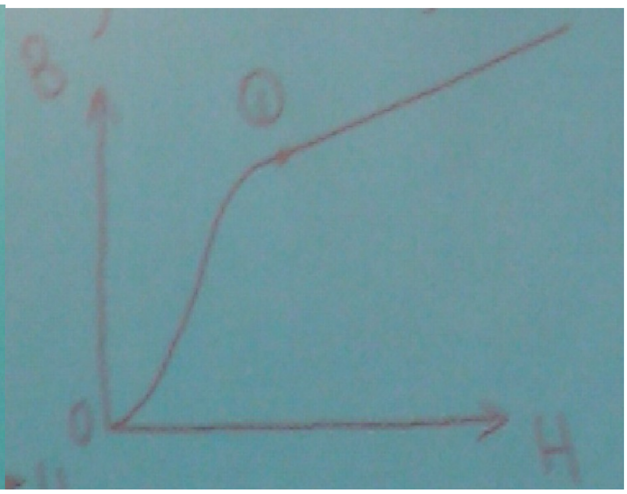


В результате действия N начинается прецессия электронной орбиты. Следовательно, на упорядоченное движение электрона накладывается ещё одно упорядоченное движение. Изобразим проекцию траектории на плоскость перпендикулярную B . Следовательно возникает наведённой магнитный момент P_m' всегда направленный противоположно B .

Ферромагнетики

Их намагниченность до $\sim 10^{10}$ превышает пара-ферромагнетики, причем намагниченность зависит от h сложным образом.

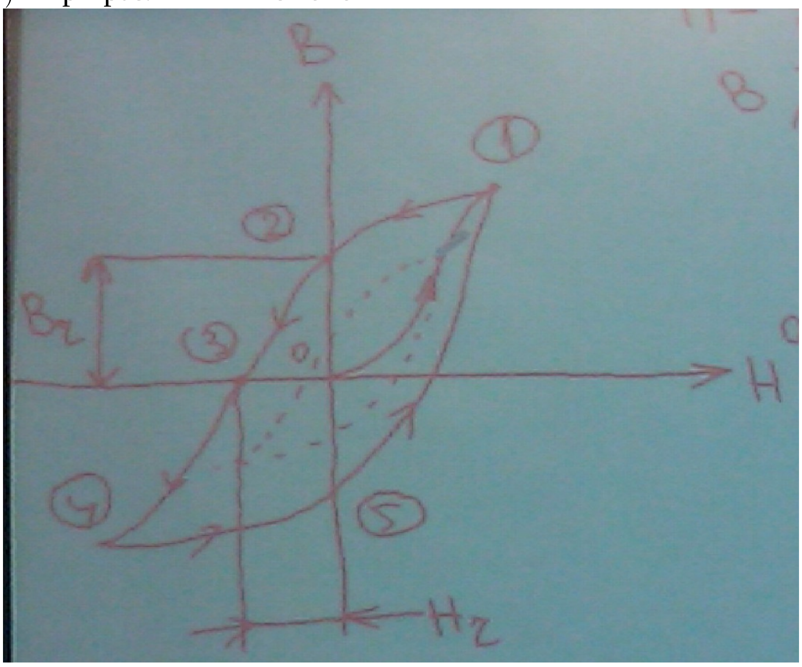




$H=\frac{B}{\mu_0}-I \rightarrow B=\mu_0(H+I)=\mu_0 H+\mu_0 I$

$B=\mu_0 H+\mu_0 I_{НАС}$

Изобразим $P(H)$ при различных изменениях H



H_r — коэрцитивная сила

Получилась петля гистерезиса.

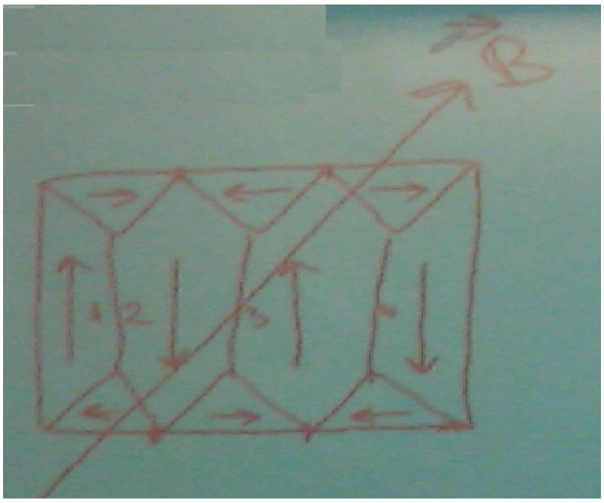
Поскольку в точке 1 было насыщение, то петля называется основным циклом. Внутри множество частных циклов показанных пунктиром.

Поскольку $B=\mu\mu_0 H$, то $\mu\sim\frac{B}{H}$

$H=\frac{B}{\mu_0}-I=\frac{\mu\mu_0 H}{\mu_0}+I$

$\mu=1+\frac{I}{H}$ $\quad I\geq I_{нас}$, $\quad H rigtarrow \infty$, $\quad \mu\rightarrow 1$

Максимум μ достигается до выхода намагниченности насыщения. Свойства ферромагнетиков объясняются тем, что даже при отсутствии внешнего поля в ферромагнетике возникают области самопроизвольного или спонтанного намагничивания, так называемые домены.



Домены образуются потому, что это энергетически более выгодное состояние.
Во внешнем поле домены 1 и 3 увеличиваются, а домены 2 и 4 уменьшаются в размерах. В конце концов 2 и 4 исчезают, а 1 и 3 остаются(они максимальные). При дальнейшем увеличении 1 и 3 начинают выстраиваться по полю и в конечном итоге домены вышли на насыщение.

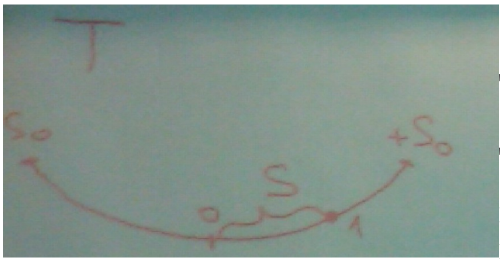
Кюри-Вейсс

$$\boxed{\chi = \frac{const}{T - T_c}}$$

$T > T_c$

Колебания
Гармонические колебания

Гармонические колебания — это простейший вид колебаний и любой сложный колебательный процесс может быть представлен конечной или бесконечной суммы гармонических колебаний (фрианализ).



В физике важное место занимает периодическое движение, когда одно и тоже движение повторяется много раз который называется, среди периодических движений называются колебания, когда, например, материальная точка движется по отрезку дуги или прямой вперёд или назад, между двумя крайними положениями.

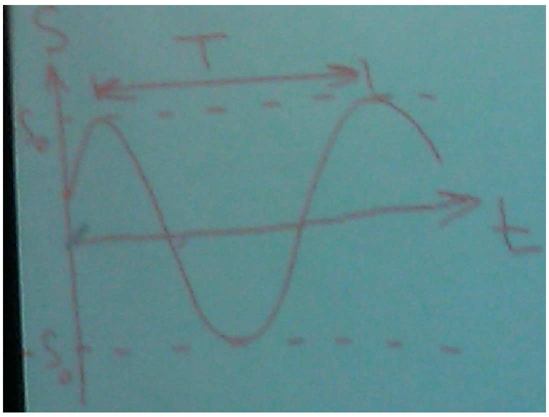
$S=S_0\sin(\omega t+\varphi_0)$
$S=S_0\cos(\omega t+\varphi_0)$

S — дуговая координата колеблющейся точки, или смещение точки от положения равновесия.

Среди колебаний особо выделяются гармонические колебания это такие колебания. При которых S изменяется во времени по закону синуса или косинуса.

S_0 — наибольшее смещение или амплитуда колебаний.

Всё, что стоит под синусом или косинусом, называется фазой колебаний. Фаза, для данного момента времени, определяет положение и направление движения колеблющейся точки.
ω — циклическая частота
t — текущее время
φ_0 — начальная фаза, определяет положение направления движения в начальный нулевой момент времени.



ω и T связаны стандартным образом.
$\boxed{\omega=\frac{2\pi}{T}}$; $\boxed{\nu=\frac{1}{T}}$ Гц;
$\boxed{\omega=2\pi\nu}$ — связь циклической частоты. Число колебаний за 2π секунды.
Пусть колебания совершаются вдоль кривой линии. Направим вдоль неё ось x . Начало координат поместим в положение равновесия. И когда уравнение незатухающих гармонических колебаний можно записать так: $x=A\sin(\omega t+\varphi_0)$ $x=A\cos(\omega t+\varphi_0)$
$A\equiv S_0$ $x\equiv S$

Скорость и ускорение колеблющейся точки

$x = A\sin(\omega t + \varphi_0)$

$V = \frac{dx}{dt} = A\omega\cos(\omega t + \varphi_0)$

$\boxed{V_{max} = A\omega}$ $\boxed{V = V_{max}\cos(\omega t + \varphi_0)}$

То есть скорость совершает гармонические колебания с той-же частотой ω и амплитудой V_{max}.

$V = V_{max}\sin(\omega t + \varphi_0 + \frac{\pi}{2})$, поэтому говорят, что скорость опережает смещение по фазе на $\frac{\pi}{2}$ или на четверть периода.

t_1

$\sin(\omega t_1 + \varphi_0) = 1$; $x = A$

$\cos(\omega t_1 + \varphi_0) = 0$; $V_1 = 0$

Вывод: при максимальном смещении, скорость колеблющейся точки обращается в ноль.

t_2

$\sin(\omega t_2 + \varphi_0) = 0$; $x_2 = 0$

$\cos(\omega t_2 + \varphi_0) = 1$; $V_2 = V_{max}$

Вывод: колеблющаяся точка положение равновесия проходит с максимальной скоростью

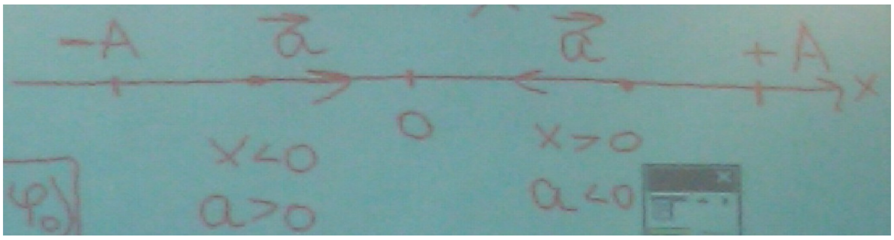
$a = \frac{dV}{dt} = -A\omega^2\sin(\omega t + \varphi_0)$

$\boxed{a_{max} = A\omega^2}$

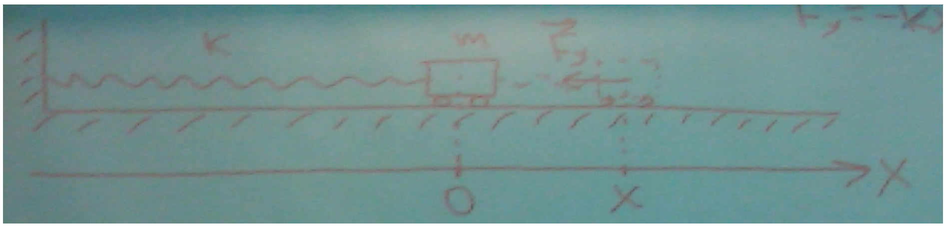
$a = a_{max}\sin(\omega t + \varphi_0 + \pi)$

Смещение ускорения колеблется в противофазе.

Выражение для a можно представить в виде $a = -\omega^2 x$



Свободные колебания упругой механической системы без затухания (пружинный маятник)



$F_x = -kx$

Установим характер движения тела, чтобы это сделать, напишем второй закон Ньютона (в проекции на ось x).

$$ma = F_y$$

$$V = \frac{dx}{dt} = \dot{x}$$

$$a = \frac{dV}{dt} = \frac{d}{dt}\left(\frac{dx}{dt}\right) = \frac{d^2x}{dt^2} = \ddot{x}$$

$$m\ddot{x} = -kx$$

$$\ddot{x} + \frac{k}{m}x = 0$$

$$\boxed{\omega_0^2 = \frac{k}{m}}$$

$\boxed{\ddot{x} + \omega_0^2 x = 0}$ - это дифференциальное уравнение свободных незатухающих гармонических колебаний.

Решение этого уравнения имеет вид: $\boxed{x = A\sin(\omega_0 t + \varphi_0)}$

Вывод: под действием упругой силы в системе возникают незатухающие гармонические колебания с частотой $\boxed{\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}}$ и периодом $\boxed{T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}}$.

То есть параметры системы m и k полностью определяют частоту и период колебаний. A и φ_0 — постоянные интегрирования.

Энергия колебательной системы

Она включает в себя кинетическую энергию движущегося тела и потенциальную энергию.

$$x=A\sin(\omega_0 t+\varphi_0)$$

$$w_n=\frac{kx^2}{2}=\frac{1}{2}m\omega_0^2A^2\sin^2(\omega_0+\varphi_0)$$

$$w_n=\frac{mV^2}{2}=\frac{1}{2}m\omega_0^2A^2\cos^2(\omega t+\varphi_0)$$

$$w=w_n+w_\kappa=\frac{m\omega_0^2A^2}{2}$$

Вывод: полная энергия колебательной системы остается постоянной.