1. Магнитное взаимодействие токов. Магнитное поле. Магнитная индукция. Напряженность магнитного поля. Силовые линии магнитного поля.

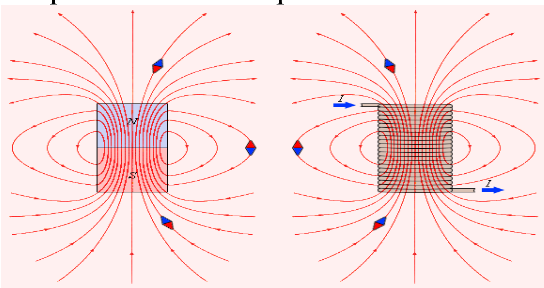
Магнитное поле образуется вокруг движущихся электрических зарядов, а так же вокруг постоянных магнитов(вызванное микро токами внутри вещ-ва).

Магнитное поле-силовое поле, окружающее токи и постоянные магниты.

Магнитная индукция-кол-ная хар-ка магнитного поля; в однородном магн.поле определяется максимвльным вращающим моментом,действующим на рамку с манг.моментом,равным единице, когда нормаль к рамке перепендикулярна направлению тока.

Напряженность магнитного поля- описание магнитного поля макротоков. $B=H\mu\mu_0$, μ-магнитная проницаемость поля, μ_0-магнитная постоянная.

Силовые линии- линии, касательные к которым в каждой точке совпадают с направлением вектора B.



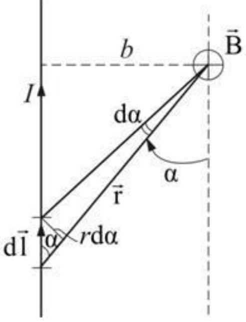
2. Закон Био-Савара-Лапласа. Расчет поля кругового тока.

$$dB = \frac{\mu_0\mu}{4\pi}\frac{Idl\sin\alpha}{r^2}$$, α – угол между векторами dl и r

Для кругового тока: $B = \mu\mu_0\frac{I}{2R}$

3. Закон Био-Савара-Лапласа. Поле прямолинейного тока.

dB=$\frac{\mu\mu 0}{4\pi} * \frac{Idl sin\alpha}{r^2}$, α-угол между векторами dl и r.



Магнитная индукция для прямого тока: B= $\frac{\mu\mu 0 2l}{4\pi R}$.

4. Сила Лоренца. Движение заряженной частицы в магнитном поле.

Сила Лоренца – сила, действующая на электрический заряд q, движущийся в магнитном поле со скоростью v.

$F = qvB\sin\alpha$

Сила лоренца не совершает работы, она только меняет направление движения.

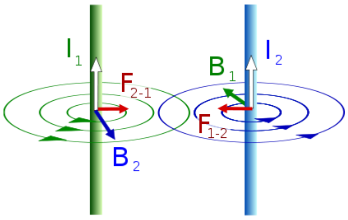
Если на заряд действует электрическое поле с напряженностью E, то результирующая сила:

$\vec{F} = q\vec{E} + qvB\sin\alpha$

5. Закон Ампера. Взаимодействие проводников с током.

Закон Ампера: dF=IBdsinα, α-угол между векторами dl и dB.

Взаимодействие проводников с током: dF=$\frac{\mu\mu_0 * 2I_1 I_2}{4\pi R}dl.$



6. Магнитное поле. Работа перемещения контура с током в магнитном поле.

Магнитное поле – особая материя, возникающая вокруг любых движущихся электрических зарядов.
Работа сил Ампера поп перемещению контура с током в магнитном поле:
$A = I(\Phi_2 - \Phi_1)$; (dA = IdΦ, dΦ = BdS, dS=ldx => dA = IBldx)

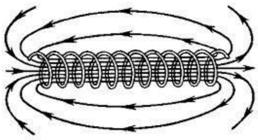
7. Циркуляция вектора магнитной индукции. Закон полного тока. Магнитное поле соленоида.

Циркуляция вектора: $\oint_L \overrightarrow{Bdl} = \oint_L B_l dl$,где $\overrightarrow{dl}$-вектор элементарной длины, напрвленной вдоль обхода контура; B_l=Bcosα- составляющая вектора B в направлении касательной к контуру;α-угол между вкторами B и dвдю

Закон полного тока в вакууме: $\oint_L \overrightarrow{Bdl} = \oint_L B_l dl$ = μ0$\sum_{k=1}^{n} I_{k.}$ n – число проводников с токами в контуре.

Закон полного тока: $\oint_L \overrightarrow{Bdl} = \oint_L B_l dl$=B$\oint_L dl$=B*2πr-> B=$\frac{\mu 0 I}{2\pi r}$

Магнитное поле соленоида: B=$\frac{\mu_0 NI}{l}$, l-длина соленоида,N- кол-во витков



8. Намагничивание вещества. Намагниченность. Магнитная восприимчивость.

Намагничивание вещества, обусловлено преимущественной ориентацией или индуцированием магнитных моментов отдельных молекул в одном направлении. Происходит в направлении, противоположном магнитной силе – является Диамагнитным. Сам процесс является не плавным, а характеризуется малыми скачками.

Намагниченность - магнитный момент единицы объёма вещества:
$J = \frac{p_m}{V}$, J – вектор намагниченности, p_m – вектор магнитного момента, V – объем
Магнитная восприимчивость: $J = \chi H$, χ- скалярная величина связывающая J и H(напряж)

9. Классификация магнетиков. Природа и механизмы намагничивания.

Магнетик-способность под действием магнитного поля приобретать магнитный момент(намагничиваться).

1.Диамагнетики-вещество,намагничивающееся во внешнем поле против направления поля.

2.Парамагнетики- вещество,намагничивающееся во внешнем поле по направлению поля.

3.Ферромагнетики-вещество, обладающее спонтанной намагниченностью,т.е.они намагничены даже при отсутствии внеш.магн.поля.

10. Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея. Правило Ленца. Самоиндукция. ЭДС индукции.

Явление электромагнитной индукции – заключается в том, что в замкнутом проводящем контуре при изменении потока магнитной индукции, охватываемого этим контуром, возникает электрический ток.

ЭДС индукции: $\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt}$

Правило Ленца: индукционный ток в контуре имеет всегда такое направление, что создаваемое им магнитное поле препятствует изменению магнитного потока, вызывающему этот индукционный ток.

Закон Фарадея: ЭДС эл.индукции в контуре численно равна и противоположна по знаку скорости изменения магнитного потока сквозь поверхность, ограниченную этим контуром.

Самоиндукция: возникновение ЭДС индукции в проводящем контуре при изменении в нем силы тока. (L = Ф/I [1Гн = 1 Вб/А])

11. Индуктивность. Взаимная индукция. Индуктивность соленоида.

Индуктивность-коэффициент пропорциональности $L=\mu\mu_0\frac{N^2S}{l}$, S-площадь соленоида,μ-магнитная проницаемость.

Взаимная индукция-явление возникновения ЭДС в одном из контуров при изменении силы тока в другом. $L_{12}=L_{21}=\mu\mu_0\frac{N1N2}{l}S$.

12. Энергия электрического поля. Энергия и плотность энергии магнитного поля.

Энергия магнитного поля: $W = \frac{LI^2}{2}$

Объемная плотность: $\omega = \frac{BH}{2}$

Энергия электрического поля: $W = \frac{kq^2}{2R}$

13. Вихревое электрическое поле. Ток смещения. Система уравнений Максвелла в интегральной форме.

Вихревое электрическое поле - это индуцированное электрическое поле. Переменное магнитное поле порождает наведенное (индуцированное) электрическое поле. Если магнитное поле постоянно, то индуцированного электрического поля не возникает.

Ток смещения – поток вектора быстроты изменения электрического поля δE/δt через некоторую поверхность S: $J_D = \varepsilon_0 \int \frac{\delta E}{\delta t} ds$

Система уравнений Максвелла:

$q = \oint Dds$ – Закон Гаусса

$\oint Bds = 0$ – Закон Гаусса для магнитного поля

$\oint Edl = -\frac{d}{dt}\int Bds$ – Закон индукции Фарадея

$\oint Hdl = I + \frac{d}{dt}\int Dds$ – теорема о циркуляции магнитного поля

14. Гармонические колебания. Характеристики гармонических колебаний и их физический смысл.

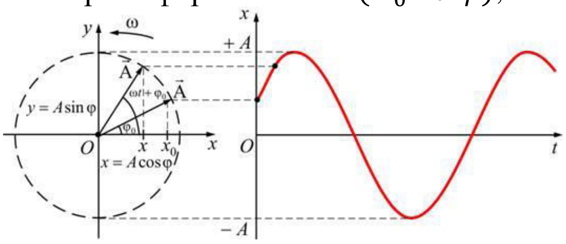
Гармонические колебания – колебания, при которых колеблющаяся величина изменяется со временем по закону синуса(косинуса). s = Acos(ω_0t + φ)

Характеристики:

Амплитуда колебаний – максимальное значение колеблющейся величины(A).
ω_0 – круговая циклическая частота.
Фаза колебаний – периодически изменяющийся аргумент косинуса(ω_0t + φ).
Начальная фаза – смещение колеблющейся величины от положения равновесия в начальный момент времени t0 (φ).
Период колебаний – перио за который фаза колебаний получает приращение 2π ($T = \frac{2\pi}{\omega_0}$).
Частота колебаний – число полных колебаний совершенных в единицу времени ($\nu = \frac{1}{T}$).

15. Комплексная форма представления гармонических колебаний. Представление гармонических колебаний в векторной форме.

Колебания-движения или процессы, кот.хар-тся определенной повторяемостью во времени.
Гармоническиеt колебания- колебания, при кот.колеблющаяся величина изменяется со временем по закону косинуса(синуса).
Комплексная форма: s=A$e^{i(\omega_0 t+\varphi)}$, где A – амплитуда колебаний, $(\omega_0 t + \varphi)$ – фаза колебаний.
Векторная форма: s=$Acos(\omega_0 t + \varphi)$;

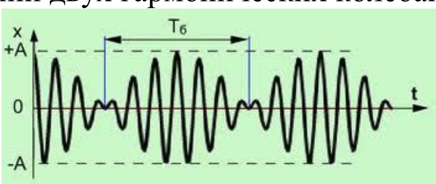


16. Сложение одинаково направленных гармонических колебаний.

$x_1 = Acos(\omega_1 t + \varphi_1)$
$x_2 = Acos(\omega_2 t + \varphi_2)$
а) $\varphi_2 - \varphi_1 = 2\pi k$(k=0,1,2,…)
A=A_1 + A_2, т.е. амплитуда результирующего колебания A равна сумме амплитуд склад колеб
б) $\varphi_2 - \varphi_1 = (2k+1)\pi$ (k=0,1,2,…)
A = |A_1 - A_2| , т.е амплитуда результирующего колебания равна разности амплитуд

17. Биения.

Биения- периодические изменения амплитуды колебания, возникающие при сложении двух гармонических колебаний с близкими частотами.



$x=(2A\cos\frac{\Delta\omega}{2}t)\cos\omega t.$

18. Сложение взаимно-перпендикулярных гармонических колебаний. Фигуры Лиссажу.

$x = A\cos(\omega t)$

$y = B\cos(\omega t + \alpha_2)$, α – разность фаз

Получаются эллиптически поляризованные колебания: $\frac{x^2}{A^2} - \frac{2xy}{AB}\cos\alpha + \frac{y^2}{B^2} = \sin^2\alpha$

1) α = 2mπ/2 (m =0,1,2…)

   $y = \pm\frac{B}{A}x$

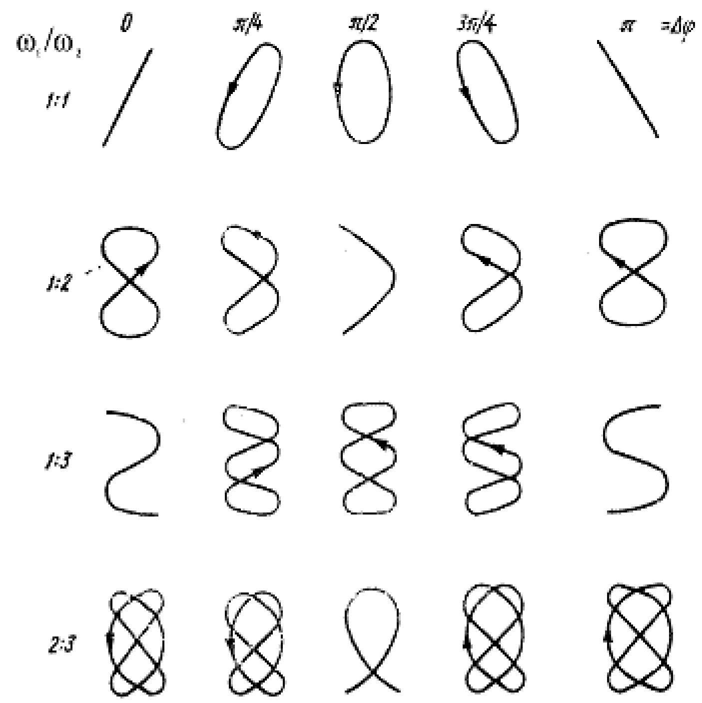
   $\varphi = arctg\left(\frac{B}{A}\cos(m\pi)\right)$

2) α = (2m+1)π/2 (m =0,1,2…)

   $\frac{x^2}{A^2} - \frac{y^2}{B^2} = 1$ – окружность

Получаются *колебания, поляризованные по кругу.*

Фигуры Лиссажу – если если различны частоты:



19. Гармонический осциллятор. Дифференциальное уравнение гармонического осциллятора. Примеры гармонических осцилляторов.

Гармонический осциллятор- система, совершающая колебания, описываемые уравнением: $\ddot{s}+\omega_0^2 s=0$.

Примеры: Пружинный маятник, физический маятник, матаматический маятник.

20. Математический маятник, физический маятник, груз на пружине, колебательный контур без потерь энергии.

Математический маятник - осциллятор, представляющий собой механическую систему, состоящую изматериальной точки, находящейся на невесомой нерастяжимой нити или на невесомом стержне в однородном поле сил тяготения.

$\ddot{x} + \omega^2 sinx = 0$ *, где* $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$, l- длина нити

$E = \frac{1}{2} ml^2 {\omega_0}^2 A^2$

Физический маятник - осциллятор, представляющий собой твёрдое тело, совершающее колебания в поле каких-либо сил относительно точки, не являющейся центром масс этого тела, или неподвижной оси, перпендикулярной направлению действия сил и не проходящей через центр масс этого тела.

$\varphi = \mathrm{A}cos(\omega t + \alpha)$, где $\omega = \sqrt{\frac{mgl}{I}}$

$E = \frac{1}{2} I {\omega_0}^2 A^2 = const$

Пружинный маятник — механическая система, состоящая из пружины с коэффициентом упругости k, один конец которой жёстко закреплён, а на втором находится груз массы m.

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

$\ddot{x} = -\omega^2 A cos(\omega t + \alpha)$ (ma=-kx), $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}, T = 2\pi \sqrt{\frac{k}{m}}$

$E = m\frac{v^2}{2} + k\frac{x^2}{2} = k\frac{A^2}{2} = const$

21. Энергия механических и электрических гармонических колебаний.

W=$\frac{Q^2}{2C} + \frac{L\dot{Q}^2}{2} = const$; - электрич

22. Затухающие механические колебания. Коэффициент затухания, логарифмический декремент затухания. Добротность.

Затухающие колебания – колебания, амплитуды которых из-за потерь энергии реальной колебательной системой с течением времени уменьшаются.

$\frac{d^2s}{dt^2} + 2\delta \frac{ds}{dt} + {\omega_0}^2 s = 0$, δ – *коэффициент затухания.*

Логарифмический декремент затухания - $\delta T = \frac{1}{N_e}$, где N_e – число колебаний, совершаемых за время уменьшения амплитуды в e раз.

Добротность - $Q = \frac{\omega_0}{2\delta}$

23. Затухающие электрические колебания. Коэффициент затухания, логарифмический декремент затухания. Добротность.

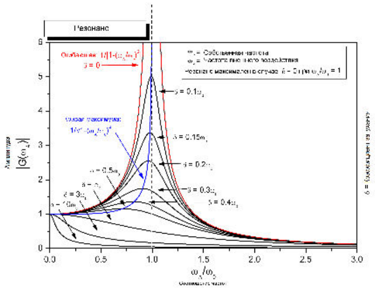
Затухающие колебания – колебания, амплитуды кот.из-за потерь энергии реальной колебательной системой с течением времени уменьшаются.

$\ddot{Q}+2\delta\dot{Q}+\omega_0{}^2Q=0$; $\delta=\frac{R}{2L}$ – коэффициент затухания, $\frac{A(t)}{A(t+T)}=e^{\delta T}$ – декремент затухания, $\Theta=ln\,\frac{A(t)}{A(t+T)}$ – логарифмический декремент затухания, Q-добротность(характеристика колебательной системы)- $Q=\frac{\pi}{\theta}$.

24. Вынужденные колебания. Зависимость амплитуды и фазы вынужденных колебаний от частоты внешнего гармонического воздействия. Явление резонанса.

Вынужденные колебания – Колебания, возникающие под действием внешней периодически изменяющейся ЭДС.

Резонанс – явление резкого возрастания амплитуды вынужденных колебаний при приближении частоты вынуждающей силы к частоте, равной или близкой собственной частоте колебательной системы.



25. Колебательный контур. Вынужденные колебания тока в цепи. Резонанс напряжений.

Колебательный контур — простейшая система, в которой могут происходить свободные электромагнитные колебания

При соединении конденсатора с катушкой индуктивности, в цепи потечёт ток I, что вызовет в катушке электродвижущую силу (ЭДС)самоиндукции, направленную на уменьшение тока в цепи. Ток, вызванный этой ЭДС (при отсутствии потерь в индуктивности) в начальный момент будет равен току разряда конденсатора, то есть результирующий ток будет равен нулю. Магнитная энергия катушки в этот (начальный) момент равна нулю.

Затем результирующий ток в цепи будет возрастать, а энергия из конденсатора будет переходить в катушку до полного разряда конденсатора. В этот момент электрическая энергия конденсатора $E_c=0$. Магнитная же энергия, сосредоточенная в катушке, напротив, максимальна и равна: $E_L=\frac{LI_0{}^2}{2}$, где L — индуктивность катушки, I — максимальное значение тока.

После этого начнётся перезарядка конденсатора, то есть заряд конденсатора напряжением другой полярности. Перезарядка будет проходить до тех пор, пока магнитная энергия катушки не перейдёт в электрическую энергию конденсатора. Конденсатор, в этом случае, снова будет заряжен до напряжения U.

В результате в цепи возникают колебания, длительность которых будет обратно пропорциональна потерям энергии в контуре.

Резонанс напряжений - резонанс, происходящий в последовательном колебательном контуре при его подключении к источнику напряжения, частота которого совпадает с собственной частотой контура.