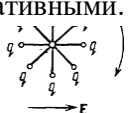


1. Опр.точ.зрд. - зрд, разм. носителя кот. по сравн. с расст., на кот. рассм. эл-стат взаимодей., можно пренебречь
2. Фундамент. сво-ва эл. заряда: суц. в двух видах – в виде полож. и отр. электричеств; Инвар. эл. зрд – его вел. не зав. от выб. сист. коорд.; Дискр-зрд для люб. тела сост. целое крт от эл. зрд; Аддит. зрд сист = алг. сумме зрд; Закон сохр. эл. заряда: сумм. зрд. нах. на изол. систм. тел ост. неизменным. $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$.
3. Закон Кулона. Два неподв. точ. заряда в вакууме действуют друг на друга с силами, пропорц. произ. модулей этих зарядов, обратно пропорц. квадрату расст. между ними и напр. вдоль прямой, соед. эти зрд: $\vec{F}_{12} = k \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r_{12}^2} \cdot \frac{\vec{r}_{12}}{r_{12}}$, где $F_{1,2}$ сила, с кот. зрд. 1 действ. на зрд. 2; q_1, q_2 велич. зарядов; $r_{1,2}$ - радиус-вектор (вектор, направ. от зрд 1 к зрд 2, и равный, по модулю, расстоянию между зарядами - $r_{1,2}$); k - коэффициент пропорциональности
4. Опр. напряж. эл. поля. Сила, действующая на ед. неподвижный пробный электрический заряд обозн. $E = F/q$
5. Принцип суперпозиции эл. полей. Напряж. эл. поля, созд. в любой точке пространства системой зарядов, равна векторной сумме напряжённостей полей, созд. различными зарядами по отдельности (в отсутствии всех остальных).
6. Опр. потока напряженности эл. поля $\Phi_E \equiv \oint \vec{E} \cdot d\vec{S}$ кол-во силовых линий, пронизывающих контур. При этом уч. напр – сил. линии, прониз. пов. в обратном $\oint_{\text{напр.}} \text{счит. со знак. «-»$.
7. Эл-стат. теор. Гаусса. В эл-стат поле поток вектора индукции через любую замкн. пов. равен сумме свободных зарядов, заключенных внутри этой пов-ти: $\Phi_E \equiv \oint \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{Q}{\epsilon_0}$; в дифф. форме: $\text{div } \vec{E} \equiv \nabla \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$. ρ - V плот заряда.
8. Напряж. эл-стат полей равномерно заряж сфер^{сы} и беск. плоскости. Сф: $E = k \frac{|q|}{r^2}$, r расст. от центра до внешней стороны оболочки. Напряж. = 0 внутри сферы, если $r < R$, Плоск: σ – пов. плот. зрд. $E = \frac{|\sigma|}{2\epsilon_0}$.
9. Гран. усл. для норм. и тангенц. сост. напряж. эл. поля $D_{2n} - D_{1n} = \sigma$ норм.сост. эл. инд, σ -пов. плот. зрд. $D = \epsilon \epsilon_0 E$ $E_{2\tau} - E_{1\tau} = 0$ - тан.(касат.) сост. напр. эл. поля если первый диэлектрик зам. проводником $E_{1\tau} = 0$, $D_{1n} = 0 \Rightarrow D_n = \sigma$, $E_\tau = 0$
10. Связь дивергенции вектора напряж. эл. поля. с зрдми $\text{div } \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$, ρ -плотн зрд = кол-во зрд, прих. на ед. l, S или V
11. Ф-лы для напряж. эл. поля дискр/непр. распр. заряда. Принцип суперпозиции для напряж поля совокуп. дискр источ: $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 + \dots \vec{E}_i = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_i}{(\Delta\vec{r}_i)^2} \frac{\Delta\vec{r}_i}{|\Delta\vec{r}_i|}$, $\Delta\vec{r}_i = \vec{r} - \vec{r}_i$. $\vec{E}(\vec{r}) = \sum_i \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_i}{(\Delta\vec{r}_i)^2} \frac{\Delta\vec{r}_i}{|\Delta\vec{r}_i|}$, Для непр. аналогичн.: $\vec{E}(\vec{r}) = \int \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\rho(\vec{r}') dV}{(\vec{r} - \vec{r}')^2} \frac{\vec{r} - \vec{r}'}{|\vec{r} - \vec{r}'|}$, V-обл. про-ва, где распр. заряды (ненулевая плотн. заряда), или всё про-во, $\vec{r}$ -рад-вектр точки, для кот. считаем $\vec{E}$, $\vec{r}'$ -рад-вектр источника, пробегающий все точки обл. V при интегр., dV -эл. объема.
12. Как опр. пот. эл. поля. - в тч. M наз. работу, кот. сов. поле по перем. ед. «+» заряда из этой тч. в тч. O, где догов. считать пот. = 0: $\varphi = \int (\vec{E}, d\vec{r})$, $\vec{E} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^3} \vec{r} \Rightarrow \varphi = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r}$. В силу пот.. эл-стат. поля, знач. интегр. не зав. от выбора траектории интегр. Выбор тч. O произволен и диктуется сообр. удобства. Обычно за нуль прин. пот. беск. уд. тч..
13. Ф-лы пот. эл. поля дискр/непр. распр. зрд. Из принц. суп-поз., $\Rightarrow$ сво-во пот. справед. для эл. поля любой системы или конфигурации неподвиж. зрдв. Тогда пот. сист. зрдв опр: дискр $\varphi = \sum \frac{q_i}{|\vec{r} - \vec{r}_i|}$ Непр. если им-ся V-плот.зрд, $\rho = \rho(\vec{r}')$, то пот. = инт. по V, где им-ся зрды $\varphi = \int \frac{dq}{|\vec{r} - \vec{r}'|} = \int \frac{\rho(\vec{r}') dV'}{|\vec{r} - \vec{r}'|}$ если им-ся пов. плот. заряда, то потенциал выражается через интеграл по поверхности $\varphi = \int \frac{dq}{|\vec{r} - \vec{r}'|} = \int \frac{\sigma(\vec{r}') dS'}{|\vec{r} - \vec{r}'|}$
14. Ф-ла, показ. лок. связь между пот. и напряж. эл. поля. $\text{rot } E = 0 \Rightarrow E = -\text{grad}(\varphi)$
15. Примеры эквипот. пов-тей. - тч. про-ва, в кот. пот. принимает одно и то же значение, образ. некот. пов-ть. В случае тч. заряда эквипот. пов-ми явл. пов-ти концентр. сфер с центром в тч. располож. зрд. Для однородного поля между обкладками эл. конд. пов-ти равного пот. будут иметь форму плоскостей, кот. располож. паралл. друг другу на одинак. расст. На краях обкладок картина поля исказится вследствие краевого эффекта. Предст., что беск. длин
16. Эл. диполь. Пот.и напряж. поля эл. диполя. - совокупность двух равных по величине разноименных тччных зрд, $\vec{E}(A) = \frac{3\vec{r} \rho \cos \alpha - \vec{p}}{4\pi\epsilon_0 r^3}$ распр. на расст. друг от друга, малом по сравн. с расст. до рассм. тч. поля. Пот $\varphi(A) = \frac{\rho \cos \alpha}{4\pi\epsilon_0 r^2}$, напр $\vec{p} = \frac{3\vec{r} \rho \cos \alpha - \vec{p}}{4\pi\epsilon_0 r^3}$ р-дипольный момент, α -угол между $\vec{p}$ и напр. на тч. набл. A, r -расст. от эл. дип. до A
17. Эл. дип. момент нейтр. сист. зарядов – вектор $\vec{P} = \sum q_i \vec{r}_i$ для эл. нейтр. сист. $\vec{P}$ не зав. от выб. начала координат
18. Циркуляция вектора напряж. эл-стат поля. - работа, кот. сов. эл. силы при перем. ед. «+»зрд по замкн. пути L: $A = \oint \vec{E} d\vec{l} \cos \alpha = \oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = 0$ т.к. раб. сил эл-стат поля по замкнутому контуру равна нулю (раб. сил пот. поля), Док^{л-во} для сист^{л-т} тчн. зрдв: если в эл-стат поле тч. зрд Q из тч 1 в тч 2 вдоль произв. траект. перем. другой тч зрд Q₀, то сила, прилож. к заряду, сов. работу: $dA = \vec{F} d\vec{l} = F dl \cos \alpha = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{QQ_0}{r^2} dl \cos \alpha$. т. к. $dr = dl \cos \alpha$, то $dA = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{QQ_0}{r^2} dr$. Раб. $A_{12} = \int_{r_1}^{r_2} dA = \frac{QQ_0}{4\pi\epsilon_0} \int_{r_1}^{r_2} \frac{dr}{r^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{QQ_0}{r_1} - \frac{QQ_0}{r_2} \right)$ при перем. зрд из тч 1 в тч 2 не зав. от траектории перем, а опр. только полож. точек 1 и 2., $\Rightarrow$ эл-стат. поле тч зрд пот., а эл-стат силы консервативными.
19. Ротор вектора напряж. эл-стат. поля. Возьмём произв. пов-ть S, опирающ. на кн. Г, для кот. выч. цирк.  Согласно теор. Стокса. инт. от ртра E, взятый по S равен циркул. вект. E по конт. Г $\oint_S [\nabla \times \vec{E}] d\vec{S} = \oint_\Gamma \vec{E} d\vec{l}$. Предст. «крыльчатку» в тех мест. где $\text{rot } \vec{E} > 0$ тк-я кр. вращалась бы с тем больш. уск, чем больш. проекц. рот на ось крыль. В случ. эл-стат поля уст-во не стало бы вращ. при люб. ориент. его оси.
20. Ур-я Пуассона и Лапласа для пот. эл-стат. поля. Векторы индук. D и напряж. E эл₁ поля связаны соотн: $\vec{D} = \epsilon \epsilon_0 \vec{E}$ ϵ – диэл. прониц. вещ-ва. Сво-во пот. поля позв. ввести пот. φ : $\vec{E} = -\text{grad}(\varphi)$ $\nabla \varphi = -\frac{\rho}{\epsilon \epsilon_0} \vec{D}$. Исп. дифф. $\text{div } \vec{D} = \rho$ ф-му ур-я Гаусса, пол ур-е Пуассона: $\Delta \varphi = -\frac{\rho}{\epsilon \epsilon_0}$, $\Delta \varphi = \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2}$, если $\Delta \varphi = 0$ то Лапласа
21. Напряж. и пот. эл. поля, а плотн.своб. зрдв внутри одн. проводника. $E_{\text{внутр}} = 0$ иначе зрды в провод. перем.бы под действием сколь угодно малого поля, а это уже эл.ток. $\Rightarrow$ пот. внутри провод. должен быть постоянным $\vec{E} = -\text{grad} \varphi, \text{grad} \varphi = 0, \varphi = \text{const}$, $Q = \oint_S \vec{E} d\vec{S} = 0$ тк $E = 0 \Rightarrow$ зрд. внут. провод. нет, они распол. на его пов-ти. Плот. = 0

22. Связь напряж. эл. поля у пов-ти одн. проводника с пов-ой плот.своб. зрдв. На пов-ти провод. напряж. поля должна быть напрв. перпенд. $E=E_n$ (иначе вдоль пов-ти потечет ток). Из усл. о гр. 2-х сред $E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$ Чз. т-му Гаусса $\oint D d\vec{S} = Q_{\text{своб}} = \sigma \Delta S$ $D = \epsilon \epsilon_0 E$ $D \Delta S = \sigma \Delta S$ 23. Плоск. конд. и его эл-емк -две плоск. пласт. площ. S , расп. на расст. d друг от друга и разд. диэлектриком, толщ. кот. мала по сравн. с разм. обкладок, обр плоск конд. $C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$
 $U=Q/C$; $U=Ed = \sigma d / \epsilon \epsilon_0 = Qd / \epsilon \epsilon_0 S \Rightarrow C=Q/U = \epsilon \epsilon_0 S / d$ 24. Емк. батареи конд. Паралл. соедин. $C=C_1 + \dots + C_N$ (док-во: $U=U_1=U_2=U_3$; $q_i=C_i U$; $q=q_1+q_2+q_3$; $q=CU=U(C_1+C_2+C_3) \Rightarrow C=C_1+C_2+C_3$) Послед. соедин: $1/C=1/C_1+\dots+1/C_N$ (док-во: $U=U_1+U_2+U_3$; $q=q_1=q_2=q_3$; $U_i=q/C_i$; $U=q/C=q/C_1+q/C_2+q/C_3 \Rightarrow 1/C=1/C_1+1/C_2+1/C_3$)
25. Вектр. эл. поляризации. – дип. момент ед. V диэлектрика, возник. при его поляризации. $P = \sum p_i / \Delta V$
26. Эл. индукция поля – вект. вел = сумме вектора напряж. эл. поля и вектора поляризации. $D = \epsilon_0 E + P$
27. Т-ма Гаусса для эл. индукции в инт. и дифф. формах. В эл-стат поле поток вектр. инд. чз люб замкн пов-ть = сумме своб. зарядов, заключ. внутри этой поверхности: $\oint (D, d\vec{S}) = Q$ в дифф: $\text{div} \vec{D} = \rho$ ρ – V плот. заряда.
28. Гранич. усл. для вектора индукции эл. поля. Расм. произ. S – сеч. парр-пипда 1 низ 2 верх. ΔS – внутр. п вверх по т-ме Гаусса: $\oint D d\vec{S} = \Delta S(D_{2n} - D_{1n}) + N$, N – поток вектр. E чз. бок. пов-ть. Устр. высоту к 0: $D_{2n} - D_{1n} = \sigma$, $D_{2t} = D_{1t}$
29. Материальные ур-я для эл. поля, диэл. восприимчивость и проницаемость. В не оч. силн. эл. полях для боль-ва сред: $P = \chi \epsilon_0 E$, χ диэл. воспр-ть P – вектор поляризации $D = \epsilon_0 E + P = \epsilon_0 E + \chi \epsilon_0 E = \epsilon_0 (1 + \chi) E$ – мат. ур-ю ϵ – диэл. прониц.
30. Взаимная эн. сист. тч зарядов U , собствен. эн. заряда. – работа кулоновых сил по удалению всех зарядов друг от друга на бесконечность. $U = \frac{1}{2} \sum_k \sum_i \frac{q_i q_k}{4\pi \epsilon_0 r_{ik}} = \frac{1}{2} \sum_i \varphi_i q_i$ Собст. эн. заряда (всегда +) эн. взаимодействия различных эл-тов зрд между собой. Собст. эн. тч. заряда бесконечна. Эн. взаимодей-я дискр. зарядов = полн. эн. поля – собст. эн зрдв
31. Эн. системы непрерывно распределенных зарядов (формула). $w = \int_V \rho(\vec{r}) \varphi(\vec{r}) dV = \frac{1}{2} \int_S \sigma(\vec{r}) \varphi(\vec{r}) dS$ по пов. с пл σ
32. Ф-лы для эн. эл-стат. поля и ее V плот. $W_E = dW/dV = \rho \varphi / 2 = (E, D) / 2 = \epsilon \epsilon_0 E^2 / 2$ Эн: $W = \frac{1}{2} \int_V E D dV = \frac{1}{2} \sum Q \varphi_i$
33. Сила и момент сил, действующие на тч диполь в эл. поле. Рис. дип $(-L/2, L/2) 0X$; $F = qE$; $F_x = q(E_x(L/2, 0, 0) - E_x(-L/2, 0, 0))$; $F_x = q \frac{\partial E_x}{\partial x} L = q(L \nabla) E_x = (p \nabla) E_x$ Анал. у и z. $F = (p \nabla) E$ Момент: $[L \times F] = [L \times qE] = [qL \times E] = [p \times E]$
34. Опр. силы эл. тока и плотности тока, какова их связь. Плот. тока – зрд, прох. в ед. времени чз эл пов. ед площ. $j = e(n^+ v^+ - n^- v^-)$, где n – концентр. «+» и «-» заряд. частиц, v – скорости их упоряд. движ. Сила тока – зрд, прох. в ед. врем. чз полн. сеч. провод. $I = \int \vec{j} dS = \frac{dq}{dt}$ 35. Ур-е непр-ти в инт и дифф формах. «+» заряд, ухд. в ед. времени чз пов-ть S наруж: $\oint (j, d\vec{S})$. $\frac{dq}{dt}$ – изм. «+» зрд. за ед. вр. По зак. сохр. эн: $-\frac{dq}{dt} = \oint (j, d\vec{S}) - \int \frac{\partial \rho}{\partial t} dV = \int \text{div} \vec{j} dV - \int \frac{\partial \rho}{\partial t} dV = 0$
36. Усл. стац.-ти тока. Закон Ома для уч. цепи и его дифф. форма. Поток плотн. тока чз замк. пов-ть = 0 $\oint j dS = 0$ Ом: сила тока в уч. цепи прямо проп. напряж. и обратно проп. эл. сопр. данного уч. цепи $I = U/R$ дифф: $j = \sigma E$; j – вектр. плот. тока, σ – уд. провод-ть, E – вектр. напряж. эл. поля. 37. Сопрот. и уд. сопрот. проводника. Провод-ть и уд. пров-ть проводника. Эл. сопрот. – физ. вел. харак. сво-ва провод. препятств. прохожд. эл. тока и равна отнош. напряж. на концах провод. к силе тока, протек по нему. Эл.провод. – способ. тела провод. эл. ток, а также физ. вел., характ. эту способн. и обратная эл. сопрот. Уд. провод. – мера способн. вещ. провод. эл. ток. Прив. закон Ома
38. Сопрот. батареи провод. Послед.: $R = \rho(L_1 + \dots + L_n) / S = R_1 + \dots + R_n$. Парал: $1/R = (S_1 + \dots + S_n) / \rho L = 1/R_1 + \dots + 1/R_n$
39. Закон Джоуля-Ленца и его дифф. форма. Работа эл. сил сов. при перен. зрд от сеч. 1 к сеч 2: $A = q \int_1^2 \vec{E} d\vec{r} = I dt \int_1^2 \vec{E} d\vec{r} = I U dt$ Согл зак. сохр. эн в виде тепл. выд. эн.: $W = I U dt$ Кол-во теп в ед. врем: $Q = I U = I^2 R$ В дифф: $\omega = \vec{j} \vec{E} = \sigma E^2$, где w – мощн. выд. тепла в ед. V , j – плотн. эл. тока, E – напряж, σ – пров. среды
40. Правила Кирхгофа. Алг. сумма всех токов, втекающих в любой узел = 0 Для люб. контура сумма падений напряж. на его эл. равна сумме ЭДС, действующих в этом контуре; Узел – 3+ проводов. Контур – замкн. уч. цепи Цепь из n узлов опис. $n-1$ ур-я (1 узл можно искл) При сост. ур-й по 2-му правилу следует выб. незав. конт: 1-ый контур выб. произв. и помет. 1 из ветвей, кот. не должна вх. в посл. конт. и т.д. пока в цепи нельзя будет пров. более ни одного конт.; из п.1 и п.2 получим столько ур-й, сколько в цепи неизв. токов; Пр-ло знаков: при составлении уравнений для узлов токи, которые направлены к этому узлу, брать со знаком +, иначе со знаком -; токи, втек. в узел «+», а вытек «-» ЭДС источ. счит. «+», если проходится от - к +
41. Сохр. эн. для цепей пост. тока, сод. ЭДС. Стац. токи могут протек. только при нал. стор. сил (не кул. происх) дейст. на заряд. част. Зак. Ома: $j = \sigma(E + E_c)$ ЭДС-эл.движ. сила опр: $\epsilon = \int \vec{E}_c d\vec{l}$ Стор. силы не пот. $\Rightarrow A \neq 0$; $A = I \epsilon$ Раб. кул. сил по замкн. конт = 0 $\Rightarrow Q = I \epsilon$ Работа, сов. в цепи при прох. = A стор. эдс = кол-ву выд. тепл. в цепи
42. Закон Ампера. Магн. поле – поле, созд. движ. зрдми и действ. на друг. движ. заряды. Зак. Амп: сов. сила, дейст. на эл-т $d\vec{l}$ провд: $dF = I [d\vec{l} \times \vec{B}]$ $F_A = I \int [d\vec{l} \times \vec{B}]$ напр $d\vec{l}$ совп с напр тока. 43. Не против. ли зак. Ампера 3-му зак. Ньютона. Нет. Расм. 2 пров. с токами I_1, I_2 . $dF_{12} = I_2 [dl_2 \times dB_1]$ сила дейст. 1й пров. на выд. уч. 2го. $dB_1 = \mu_0 I_1 [dl_1 \times r_{12}] / r_{12}^3$; $dF_{12} = I_2 \mu_0 I_1 [dl_2, [dl_1, r]] / 4\pi r^3$ $dF_{12} = -dF_{21}$ и вып. 3й закон, - от r_{12} век. напр. 44. Вект. магн. индукции поля. Зак. Био Савара-Лапласа. Сил. хар-ка магн. поля в тч. про-ва – индук. магн. поля B – такой вект, что сила Лоренца, дейст. со стор. магн. пол. на зрд q движ со скор. v равна $F = q[v \times B]$ Б-С-Л: вект. магн. индук. B поля, созд. в тч. M пров.конт. L с ток. I в вакууме равен: $B(M) = \int_L dB = \mu_0 I / 4\pi \int_L [dl \times r] / r^3$, r – вект. пров. из эл. dl в тч. M ; $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Тн/м магн. пост.}$

45. Индукция магн. поля прямого беск. провода с током. тч М вне прям.; расст R. В уч. dl расст r под α ; $r=R/\sin\alpha$
 $dl=rda/\sin\alpha$ БСЛ: $dB=\mu_0 I [dl \times r]/4\pi r^3=\mu_0 I R da/\sin\alpha 4\pi r^3=\mu_0 I r \sin\alpha da/\sin\alpha 4\pi r^2=\mu_0 I \sin\alpha da/4\pi R$; $B=\int_0^\pi dB=\mu_0 I/2\pi R$
46. Т-ма о циркуляции магн. инд. (зкн полн. тк) $\oint_L Bdl=\mu_0 I$ в произв. намагн. среде цирк. вект. инд. магн. поля В по любому замкн. конт. L= алг. сумме токов I, кот. охв. этим конт. Дифф: $\text{rot} B=j$; плотн. тока провод. в расм. тч. про-ва
47. Т-ма Гаусса для магн. поля. БСЛ: $A=\mu_0 I/4\pi \int_L dl/r$; $\text{rot} A=B$; $\text{div} B=\text{div} \text{rot} A=0$; $\text{div} B=\lim \Delta V \rightarrow \oint Bds/\Delta V=\oint Bds=0$
 Поток вект. магн. инд чз люб. замкн. пов-ть = 0 48. Вект. пот. Усл. нормировки. А – вект. пот. Калибровка – нал. усл на А чтобы однознач. выч. вект. пот. Кул. кал: $\text{div} A=0$ (магн. стат. зад.) Симм. кал.: $A=1/2 B \times r$ 49. Инд. магн. поля плоск. витка с током. Рис. кольцо рад R. В вверх, выс. z. Расст. r, k ед. вект. норм. к плоск. коль. ρ -ед. норм. от цен. кол. БСЛ: $B=\mu_0 I/4\pi r^3 \int_L [dl, kz-\rho]$ Вдоль. пут. инт. $kz=\text{const}$; $B=\mu_0 I/4\pi r^3 \int_L [\rho, dl]=\mu_0 I 2\pi R^2/4\pi r^3$; $B(z)=\mu_0 I R^2/2(R^2+z^2)^{3/2}$
50. Сила и момент сил, дейст. на элемент. ток в магн. поле. $F=I \oint [dl, b]=0$; $M=[p_m, B]$; p_m - вект. магн. мом. Элем. тк. - эл. тк в замк. эл конт. (малых разм). Под дейст. мом. сил. конт. стремится занять уст. пол. т.е. пов. так чтобы мом. = 0
51. Сила Лоренца и характер движ. заряда в пост. эл. и магн. полях. Если част. с зрд q движ. с v в магн. поле В, то на эту част. дейст. $F=q[v \times B]$ Т.к F Лор. в каждый мом. врем. перпенд. v част., то не влияет на |v|, но меняет напр. $\Rightarrow$ част. движ. по спирали. Если. q влет. на v в одн. эл. поле между пласт. плоск. конд. то на нее дейст. пост. $F=qE$ напр. вниз/вверх $\Rightarrow$ сит. аля полёт тела брош под угл к гор $\Rightarrow$ част. двиг по параб. 52. Зак. эл. инд. Фарадея и правило Ленца. ЭДС эл. инд. в конт. $=v$ изм. магн. пот. чз конт., взятой с противоп. знаком $\epsilon_1=\frac{d\Phi}{dt} \Phi=\oint Bds$ т. Стокса: $\epsilon=\oint_L Edl=\oint_L \text{rot} E \Rightarrow \text{rot} E=-\delta B/\delta t$ II-ло Ленц: инд. тк всегд. напр. так что его дейст. противоп. дейст. причин. его породж.
53. Самоинд. – явл. возн. ЭДС инд. в пров. конт, при изм. прот. чз конт. тк. При изм. тк в конт. пропорц. мен. магн. поток через пов-ть, огр. конт. Изм. магн. потока, в силу закона эл-магн инд., приводит к возбужд. индуктивной ЭДС.
54. Коэф. самоинд. (инд-ть) – коэф. пропорц. мжд силой тк I в конт. и магн. пот. Φ чз эт конт., созд. эт. ткм: $L=\Phi/I$.
55. Явл. взаимной инд. – возн. ЭДС инд. в одном конт, при изм. силы тк во втор. конт и наоборот. $\epsilon_2=-\frac{d\Phi_1}{dt}=-L\frac{dI_1}{dt}$
56. Собст. эн. эл. тк.: $\epsilon=-d\Phi/dt$; $\Phi=LI$; $\epsilon=-LdI/dt$; $dW=-A=-\epsilon Idt=LI dI$; $W=\int_0^I LIdl=LI^2/2=I\Phi/2=\Phi^2/2L$ Эн. сист. замкн. тк $W=\frac{L_1 I_1^2}{2}+\frac{L_2 I_2^2}{2}+L_{12} I_1 I_2$ 57. Ф-лы эн. магн. поля и её V плот: $W=BH/2=B^2/2\mu_0$; $W=\int_V w dV$ 58. Эн. сист. $W=1/2 \sum L_{ik} I_i I_k$
59. Молек. тк и вект. намагн. Тело, пом. в магн. поле, намагн и созд собст магн поле, кот. накл на внеш. Согл. гип. Ампера, част. из кот. сос. тл, можн. расм. как мал. конт, обтек так наз. молек. тк, связ. с орбит. движ. элект. С ткй тч зрен. мжн. объясн. ориент. эт конт во внеш. магн. поле. Для. макроскоп. оп. магн. поля в вещ. введ. усредн. по V вещ. его хар-ка – вект. намагн. $j=\Sigma p_{mi}/\Delta V$; p_{mi} – магн. момент. всех молек. тк, ок. внутр. беск. мало. $V \Delta V \vec{H}=\frac{1}{\mu_0} \vec{B}-\vec{M}$
60. Опр. вект. напряж. магн. поля – вект. физ. вел = разн. вект. магн. инд. и вект. намагн. Для дост. слабых пол. и больш. встреч. в прир. вещ: $I=\chi H$; χ -магн. воспр. вещ. $B=\mu_0 H$; $\mu=1+\chi$ $\oint \vec{B} \cdot d\vec{l}=\frac{4\pi}{\epsilon} \int \vec{j} \cdot d\vec{s}$ $\text{rot} \vec{B}=\frac{4\pi}{\epsilon} \vec{j}$
61. Т-ма о циркуляции вект. напряж. магн. поля $\oint_L Hdl=\Sigma I$, охв. этим. конт. $\text{rot} H=j$; j – плот. тк.; экв. по т-ме Стокса
62. Матер. ур-я для магн. поля. Магн. восприим. и прониц. вещ-ва. $B=\mu_0 H$; $\mu=1+\chi$ – магн. воспр. физ вел, хар. связь между магн. момент. (намагн) вещ-ва и магн. полем в этом веществе. (диамагн. <0 , парамагн. >0 , ферромагн. $>>0$)
 Магн. прониц. μ – вел., хар. магн. сво-ва вещ-ва, зав. от рода вещ-ва и его сост. (ex: от темп.). $\chi=J/H$; J – намагн. $\mu=B/H$
63. Гран. усл. для вект. напряж. и инд. магн. поля. Из сво-в соленоид. магн. пол $\oint Bds=0 \Rightarrow$ на гран. 2-х сред $B_{2n}\Delta S$ $B_{1n}\Delta S \Rightarrow B_{2n}=B_{1n}$; $B=\mu_0 H$; $H_{n1}/H_{n2}=\mu_2/\mu_1$ По т-ме о цирк $\oint Hdl=j$ в отсутст на гран. разд. пов-ти тк провд: $H_{1\tau}-H_{2\tau}=j_n$
64. Ток смещения – вел. пропорц. скорости изм. перемен. эл. поля в диэл или в вакууме. $j_D=\delta D/\delta t$ породж. магн. поле В конд. тк провод. связ. с движ. электр. не мож. суц т.к. разд. диэл. $\Rightarrow$ суц. некий проц, замык. тк провод, обм. зрд.
65. Ур-я Максвелла. в дифф. ф-ме. зак. Гаусса: $\text{div} D=\rho$ зак. Гаус. для магн. поля: $\text{div} B=0$ Зак. инд. Фарадея: $\text{rot} E=-\delta B/\delta t$ Теор. о цирку. магн. поля: $\text{rot} H=j+\delta D/\delta t$; ρ -V плот. D эл. инд. В магн. инд. j плот эл. тк H/E – напряж. эл/мгн пол
66. Ур-я Максвелла. в инт. ф-ме $\oint_S DdS=Q$; $\oint_S BdS=0$; $\oint_L Edl=-d/dt \int_S Bds$; $\oint_L Hdl=I+d/dt \int_S Dds$; Птк. эл. инд. чз замк пов-ть проп. вел. своб. зрд нах. в V огр эт пов-тью. Птк магн инд. чз замкн. пов-ть = 0. Изм. птк магн инд. прох чз незамкн пов-ть S взят с «-» проп. цирк. эл. пол. на замкн. конт L – гран S. Полн. эл. тк своб. зрд и измен эл. инд чз незамкн. пов-ть S проп. цирк. магн. поля. на замкн. конт L – гран S. 67. Сколько реш. у сист. ур-й М-ла? Обр. не замкн. сист., $\Rightarrow$ беск. реш. Чтобы обр. замк. сист., надо доп. материал. ур-ми: $D=\epsilon \epsilon_0 E$; $B=\mu_0 H$; $j=\sigma(E+E_c)$;
68. Вектор Умова-Пойнтинга – характ. плотн. птк эн. эл-магн. волны т.е. эн. перенос. волн. за ед. врем. чз ед. площ. перпенд. направл. вол.: $\vec{H}=[\vec{E}, \vec{H}]=w c \vec{n}$; w – V плот. эн. пер. эл-магн волн, с – v распр. эл-магн. изл в сред. n напр
69. Волн. ур-е из ур-й М-ла. Зак. цирк: $\text{rot} H=j+\delta D/\delta t$; j=0 т.к. нет своб. зрдв. Из. зак. инд. Ф-дея. $\text{rot} \text{rot} E=-\text{rot} \delta B/\delta t=d/dt * \mu_0 dD/dt=-\epsilon \epsilon_0 \mu_0 d^2 E/dt^2=-\epsilon \mu d^2 E/c^2 dt^2=\text{rot} \text{rot} E=\text{grad} \text{div} E-\Delta E=-\Delta E$. Фаз. ск. $v=c/\sqrt{\epsilon \mu}$ Анал. $\Delta B=\epsilon \mu d^2 B/c^2 dt^2$
70. Плоск. эл-магн волна – распр. в про-ве возм, фронт котор. имеет форму плоск. (пов-ть до кот. дох. кол. к дан. мом. врем) Плоск. монохром. эл-магн вол. частн. случ. общ. реш. волн. ур: $E=E_A \cos(wt-kx)$; $H=H_A \cos(wt-kz)$; ампл. w круг част. волн. $k=2\pi/\lambda$; λ -дл. волн. из. ур-й М-ла эл. и магн. плос. м-хр. волн. связ: $\sqrt{\epsilon \epsilon_0} [n \times E]=\sqrt{\mu \mu_0} H$ прав. 3ка век.
71. Взаимн. ориент. полевых вект. и волн. вект. в плоск. волн. Поляриз. эл-магн волн. v – волн. E, H пол. вект. Поляриз – явл. напр. кол. вект. напряж. эл. поля. E или H, ког. эл магн изл мож. иметь лин. поляр. в напрл перп. напр. расп. вол. ; круг. прав/лев в зав. от напр. вращ. век. инд. эллипт. – пром. случ.



72. Плот. птк эн. эл-магн волн. вект Пойнтинга – эл-магн эн. перенос. волн. за ед. врем. чз пов-ть ед площ. перпн к напр. распр. волн $\Pi = \Delta W / \Delta t = [E, H] = w_{cp}$, $w = \epsilon \epsilon_0 E^2 - V$ плот. эн.; с-скор. распр. эл-магн волн, n – ед. вект. напр.
73. Возм. введ. ск/век пот. нест эл-магн поля. Ск.пот: $A = \text{grad} \varphi$; Век. пот.: век поле, rot кот. = задн. век. полю $v = \text{rot} A$ $\text{div rot} = 0$ У-я М-ла: $B = \text{rot} A (\text{div} B = 0) \Rightarrow \text{rot} E = -\partial B / \partial t$; $\text{rot}(E + \partial A / \partial t) = 0$; $E = -\text{grad} \varphi - \partial A / \partial t$; $\Delta \varphi + \partial / \partial t \text{div} A = -\rho / \epsilon_0$ $\text{rot} H = j + \frac{\partial D}{\partial t}$
74. Усл. калибровки Лоренца – выб. вект. пот. магн. поля в виде $\text{div} A + \partial \varphi / \partial t = 0$, φ – эл-стат пот. прим. для расм. дин зад
75. Ур-я вект и скал. пот. эл-магн поля. $E = -\text{grad} \varphi$; $B = \text{rot} A$ $\text{rot rot} A = \mu_0 j + \epsilon_0 \mu_0 \frac{\partial}{\partial t} \left(-\text{grad} \varphi - \frac{\partial A}{\partial t} \right) = \text{grad div} A - \nabla^2 A$
76. Реш. ур-й для век. и ск. пот: $\Delta A - \text{grad} \left(\text{div} A + \frac{1}{c^2} \frac{\partial \varphi}{\partial t} \right) - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 A}{\partial t^2} = -\mu_0 j$, $\nabla^2 A = -\mu_0 j$, $A = \frac{\mu_0}{4\pi} \int \frac{j}{r} dV$.
77. Вект. и ск. пот. сист. на больш. расст. $|r-r'|$ разлож. $\varphi(r, t) = \frac{1}{r} \int \rho \left(r', t - \frac{r}{c} + \frac{nr'}{c} \right) dV$ $A(r, t) = \frac{1}{cr} \int j \left(r', t - \frac{r}{c} + \frac{nr'}{c} \right) dV'$. по Тейлору, $\sim r - nr'$, n – ед. вект. в напр. тч. наблюд.
78. Напряж эл. и магн. поля сист. на больш. расст. $B = [\nabla A] = \frac{1}{c} [\dot{A}n]$ $E = \frac{1}{c} [[\dot{A}n]n]$
79. Напряж. эл. и магн. поля. сист. на больш. расст. с дип. мом. по гарм. закону. $E = B = \ddot{p}(t-r/c) \sin \Theta / c^2 r$, Θ – уг. наблюд $p = ql = p_0 \cos \omega t$
80. Ср. мощн. сист. на больш. расст. с дип. мом. по гарм. закону. $P = p_0^2 \omega^4 / 3c^3$
81. Квазиата. эл-магн. проц. – все те проц, в кот. можн. пренебречь ткм смещения, расчёта тк в эл. цеп при переход проц. RC: $I(0) = 0$ ключ замык. $U_C = q/C$ – пад. напр. на конд. $U_R = IR$ – пад. напр. на рез. П-ла Кирхгофа: $\epsilon = q/C + IR$; $I = dq/dt$; $\epsilon = q/C + R dq/dt$; $q/C = -R dq/dt$; $dq/q = -dt/RC$; $q_{\text{одн}} = C' \exp(-t/RC)$; $q = \epsilon C + q_{\text{одн}}$; $q(0) = 0 \Rightarrow C' = -\epsilon C$; $I = dq/dt = \epsilon / R \exp(-t/RC)$ RL: $I(0) = 0$ кл. змк. $\epsilon = IR + L dI/dt$; $I = -L/R dI/dt$; $dI/I = -R dt/L$; $I_{\text{одн}} = C \exp(-kt/L)$; $I(0) = 0 \Rightarrow C = -\epsilon/R$; $I = \epsilon/R + C \exp(-kt/L)$
82. Собств. кол. в кол. конт. Ампл. и нач. фаза при гарм. кол., кол конт – эл цепь сод соед. кат. инд и конд. $E_C = CU_0^2/2$ пот. ток, выз. самоинд в L; $E_C = 0$; $E_L = LI_0^2/2$; перез, $U_L = -L dI/dt$; $I_C = C dU_C/dt$; $U_L = U_C$; $I_L = I_C$; Дифф. одно из у-й и подс: $d^2 I/dt^2 + I/LC = 0$ – ур-е своб кол. Реш: $I = I_0 \sin(\omega t + \varphi)$; $\omega = 1/\sqrt{LC}$ – цикл. част. I_0 – ампл. кол. φ – нач. фаза.
83. Ур-е затух. кол. $\frac{d^2 x}{dt^2} + 2\beta \frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x = 0$ реш: $x = A_0 e^{-\beta t} \sin(\omega t + \varphi_0)$ $A_{\text{зат.}} = A e^{-\beta t}$. $A(t)/A(t+\tau) = e$; $\beta \tau = 1$ – коэф затух
84. Вын. кол. в кол. конт под дейст. гарм. сил. – возн. в конт. если в него введ ЭДС измн. по зак. $\sin/\cos$; расм. LRC; По 2-ому Кирхг. $-U_L + U_R + U_C = \epsilon$ вынужд; $L dI/dt + IR + q/C = \epsilon_0 \cos \omega t$; $\ddot{q} + 2\beta \dot{q} + \omega_0^2 q = \frac{\epsilon_0}{L} \cos \omega t$
85. Ф-ла для ампл. и фазы: $q_0 = \epsilon_0 / L \sqrt{\text{sq}((\omega_0^2 - \omega^2) + 4\beta^2 \omega^2)}$; $\tan \varphi = 2\beta \omega / (\omega_0^2 - \omega^2)$ Зак. изм. тк: $dq/dt = w \epsilon_0 \cos(\omega t + \pi/2 + \varphi) / LC \text{sq}(\cdot)$
86. Резонанс тк – рез. происх в парал кол. конт при подкл к ист напряж, част кот совп с рез. част. $\omega_P = 1/\sqrt{LC}$;

- $I_0 = U/R = I_R$; $I_L = U/\omega_P L = U/\rho$; $I_C = U\omega_P C = U/\rho$; ρ – волн. соп. конт. $\sqrt{L/C}$; На рез. част. тки. тек в реакт. эл. прев общ в R/ρ
87. Метод компл. ампл. – компл. вел. мод=амп, арг=нач фазе кол. писать с крышк. $A = A e^{i\varphi}$; $A \cos(\omega t + \varphi) = \text{Re} A e^{i\omega t}$ Поль. пр-ми Кир. сост. сист. ур-й для компл. ампл: $U_R = IR$; $U_C = I/i\omega C$; $U_L = i\omega L$; $U = IZ$; $Z = (R, 1/i\omega C, i\omega L)$ – комп. сопрот. (импеданс) соотв. эл-та. Ур-я такж. Прим. RL; $Z_{RL} = Z_R + Z_L = R + i\omega L$; $U = I Z_{RL} = I(R + i\omega L)$; $I = U/R + i\omega L = U e^{i\varphi} / (R + i\omega L)$ $I = |I| e^{i\varphi} = U / \sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}$; $\varphi_1 = \varphi_U - \arctg(\omega L/R)$ тк. $R + i\omega L = \sqrt{R^2 + \omega^2 L^2} e^{i \arctg(\omega L/R)}$ 88. Эфф. знач силы. тк и напряж. мощ. пер. тк.: эфф тк/нп – вел. пост тк/нп, дейст. кот. произв такую же раб. что и расм. перем. тк/нп за врем. одн пер. $U = U_0 \cos \omega t$; $I = I_0 \sin(\omega t - \varphi)$; $U(0) = 0$; $I(0) = -I_0 \sin \varphi$; Эн. выд за Δt : $\Delta W = U_0 I_0 \sin \omega t \sin(\omega t - \varphi) \Delta t$; $\Rightarrow W = \Sigma U_0 I_0 \cos \varphi \Delta t / 2 - \Sigma U_0 I_0 \cos(2\omega t - \varphi) \Delta t / 2 = U_0 I_0 T \cos \varphi / 2$; 2-я $\Sigma = 0$ ибо $\cos$; $P = W/T = U_0 I_0 \cos \varphi / 2$; $P = U_{\text{эф}} I_{\text{эф}} / 2 \Rightarrow U_{\text{эф}} = U_0 / 2$; $I_{\text{эф}} = I_0 / 2$
89. Скин-эффект - пост. тк распр. равн. по попереч. сеч. пров. У перем тк из-за инд. взаимодейс. разл. эл-тов тк между собой происх. перераспред. плот. тк по попереч. сеч. пров, в рез. чг тк сосредот. преимущ. в пов-ом слое пров. Толщ. скин-слоя: $\Delta = (2/(\lambda \mu_0 \omega))^{1/2}$, λ – уд. эл. пров. среды, μ – магн. проница. вещ-ва, ω – част. пер. тк При дост. больш. част. толщ. скин-слоя м.б. оч. малой. Прим: мед. n пров $\omega = 10 \text{ кГц} \Rightarrow \Delta = 0.66 \text{ мм}$; $50 \text{ Гц} \Rightarrow \Delta = 9.34 \text{ мм}$
90. Зак. сохр. имп. для част. в эл-магн. поле $\int [r \times P] dV + \sum [r_k \times p_k] = \text{const.}$ сумм. момент $\frac{d}{dt} \left(\frac{m_0 v}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} \right) = e \left(\vec{E} + \left[\frac{\vec{v}}{c}, \vec{B} \right] \right)$ имп. эл-магн пол и сумм. мом. имп сист зар. част неизм. $P = \text{плот. пот.}$ 91. Ф-я Лаг $L = -m_0 c^2 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} + \frac{e}{c} \vec{v} \vec{A} - e \varphi$.
92. Сист. ур-й М-ла и преобр. Галилея. Если ИСО S' движ отн ИСО S с v вдоль ОХ, нач. совп, то $x' = x + vt$; $y', z', t' = y, z, t$; УМ не инв. отн преобр. Галилея тк. волны распр. со скорос. света. кот. постоя. во всех сист. отсчета
93. Постулаты теории относит. Принц. отн. Эйнштейна. Любое физ. явл. прот. один. во всех инерц. сист отсч. Форма зав. физ. зак. от про-во-врем коорд. долж. быть одинак. во всех ИСО, т.е. зак. инв. относ. переход. меж. ИСО. и уст. их равноправ. Принц. пост. ск. света. ск. с в покоящ сист. отсч не зав. от ск. ист., она одинак. во всех инерц. сист.
94. Преобр. Лоренца. если ИСО K' движ отн. K с пост. v вдоль ОХ, нач. коорд. $x' = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$, $y' = y$, $t' = \frac{t - (v/c^2)x}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$, совп. в нач. врем. 95. Инв. ур-й эл-ди-ки (отн. преобр. Лор.) $\delta^2 A^\alpha = \mu_0 j^\alpha$; $A = (\varphi/c, A)$; $j^\alpha = (c\rho, j_x, j_y, j_z)$; $\delta^2 = \delta^2/c^2 \delta t^2 - \Delta$

Печатаем в режиме 4 листа на 1 А4 и радуемся. Жалко, что списать почти никак, о чём автор заранее не знал, поэтому имеет смысл переделать в более читабельную версию аля для подготовки.

Исходный материал брался из Teormin po fizike от 214 группы и Physics by Saniya + с рандомных интернет ресурсов.

Претендует на лучшее качество. Также, для тех, кто хочет шарить рекомендуются лекции Козел С. М. с МФТИ

<http://lectoriy.mipt.ru/course/Physics-Electricity-07L> (вопросы 79-80 оттуда, лекция 15 – излуч. элемент. диполя)

Немного самых часто используемых формул. Желательно напечатать покрупнее, а то ничего не видно. (2 листа на 1)

$$\vec{F} = k q_1 q_2 \vec{r} / r^3 \quad \vec{E} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^3} \vec{r} \quad \vec{p}_e = q \vec{l} \quad \text{эстат} \quad \oint \vec{E} \cdot d\vec{r} = 0 \quad \varphi = \int \vec{E} \cdot d\vec{r} \quad \varphi = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r} \quad \varphi(M) = \left(\frac{r}{r_p} \right) \quad \vec{P} = n \vec{p}_e \quad \vec{P} = \chi \epsilon_0 \vec{E} \quad \vec{D} = \epsilon_0 \vec{E} + \vec{P} = \epsilon_0 (1 + \chi) \vec{E} = \epsilon \epsilon_0 \vec{E}$$

$$\oint \vec{D} \cdot d\vec{S} = \sum q_i \quad \text{div} D = \rho \quad \Delta \varphi = -\frac{\rho}{\epsilon \epsilon_0} \quad E = -\text{grad} \varphi \quad D_{n1} - D_{n2} = \sigma, \quad E_{r1} = E_{r2} \quad \varphi = \frac{Q}{C} \quad U = \frac{Q}{C} \quad C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d} \quad w = \frac{UQ}{2} = \frac{Q^2}{2C} = \frac{CU^2}{2} \quad w = \frac{1}{2} \vec{E} \cdot \vec{D} = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N Q_i \varphi_i$$

$$\vec{j} = \lambda \vec{E}, \quad \vec{\mathcal{E}} = \int \vec{E} \cdot d\vec{l} \quad d\rho/dt + \text{div} j = 0, \quad I = \int j \cdot d\vec{S} \quad F = q[\vec{v}, \vec{B}] \quad dF = I[d\vec{l}, \vec{B}] \quad \vec{B}(M) = \int d\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \int \frac{[d\vec{l}, \vec{r}]}{r^3} \quad \vec{M} = I \oint [\vec{r}, d\vec{l}] \cdot \vec{B} \parallel \quad M = |\vec{p}_m, \vec{B}| \quad \vec{p}_m = I \int d\vec{S} \quad \vec{H} = \frac{\vec{B}}{\mu_0} - \vec{j} \quad \sum_{j=1}^N \vec{p}_{mj}$$

$$\oint \vec{H} \cdot d\vec{l} = I \quad \text{rot} H = \vec{j} \quad \Phi = \int \vec{B} \cdot d\vec{S} \quad L = \frac{\Phi}{I} \quad w_M = \frac{LI^2}{2} = \frac{1}{2} I \Phi \quad \delta A = \int [d\vec{l}, \vec{B}] \cdot d\vec{r} \quad \mathcal{E}_i = -\frac{d\Phi}{dt} \quad \text{rot} \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \quad U_R = IR, \quad U_L = L dI/dt, \quad \frac{L}{\omega} \frac{dW}{dt} = -\oint \vec{E} \cdot d\vec{S} - \frac{dQ}{dt} + \int j \cdot d\vec{V} \quad U_C = 1/C \int \frac{dQ}{dt} \cdot \frac{1}{C} \frac{\partial^2 E}{\partial t^2} = 0$$