

Електродинаміка.

1. напруженість електричного поля точкового заряду $\vec{E} = k_0 \frac{q}{r^2} \vec{e}_r$
2. потенціал точкового заряду $\varphi = k_0 \frac{q}{r}$
3. принцип суперпозиції для електричного поля $\vec{E} = \sum \vec{E}_i; \varphi = \sum \varphi_i$
4. напруженість електричного поля зарядженої сфери

$$\vec{E} = k_0 \frac{q}{r^2} \vec{e}_r, r > R; \vec{E} = 0, (r < R);$$
5. напруженість електричного поля зарядженої кулі ($\rho = \text{const}$)

$$\vec{E} = k_0 \frac{q}{r^2} \vec{e}_r, r > R; \vec{E} = \frac{\rho \vec{r}}{3\epsilon\epsilon_0} \vec{e}_r, (r < R);$$
6. напруженість електричного поля нескінченної рівномірно зарядженої площини $\vec{E} = \frac{\sigma}{2\epsilon\epsilon_0} \vec{n}$
7. напруженість електричного поля нескінченної рівномірно зарядженої нитки $\vec{E} = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon\epsilon_0 r} \vec{e}_r$
8. потенціальна енергія заряду $W = q\varphi$
9. густина заряду $\rho = \frac{dq}{dV}; \sigma = \frac{dq}{dS}; \lambda = \frac{dq}{dl};$
10. визначення сили електричного струму $I = \frac{dq}{dt}$
11. густина струму $\vec{j} = \frac{dI}{dS_{\perp}} \vec{e}_v; I = \iint_s \vec{j} d\vec{S}$
12. заряд провідника $q = C\varphi$
13. заряд конденсатора $q = CU$
14. енергія конденсатора $W = \frac{CU^2}{2}$
15. потенціальна енергія взаємодії системи N зарядів $W = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N q_i \varphi_i$
16. ємність при паралельному з'єднанні конденсаторів $C = \sum C_i$
17. ємність при послідовному з'єднанні конденсаторів $\frac{1}{C} = \sum \frac{1}{C_i}$
18. ємність плоского конденсатора ($\epsilon = \text{const}$) $C = \frac{\epsilon\epsilon_0 S}{d}$
19. ємність сферичного конденсатора ($\epsilon = \text{const}$) $C = 4\pi\epsilon\epsilon_0 \frac{ab}{b-a}$

20.ємність циліндричного конденсатора ($\epsilon = \text{const}$) $C = \frac{2\pi\epsilon\epsilon_0 l}{\ln(b/a)}$

21.зв'язок між напруженістю і потенціалом електростатичного поля

$$\vec{E} = -\text{grad}\varphi; \quad \varphi(\vec{r}_2) - \varphi(\vec{r}_1) = -\int_{\vec{r}_1}^{\vec{r}_2} \vec{E} d\vec{l}$$

22.сила Лоренца $\vec{F} = q\vec{E} + q \cdot \vec{v} \times \vec{B}$

23.сила Ампера, що діє на

- лінійний струм $\vec{F} = \int_{\ell} I \cdot d\vec{\ell} \times \vec{B}$

- об'ємний струм $\vec{F} = \int_V \vec{j} \times \vec{B} \cdot dV$

24.принцип суперпозиції для магнітного поля $\vec{B} = \sum \vec{B}_i;$

25.магнітне поле точкового заряду ($V \ll c$) $\vec{B} = \frac{\mu_0 q}{4\pi} \cdot \frac{\vec{V} \times \vec{r}}{r^3}$

26.закон Біо – Савара – Лапласа для

- лінійних струмів $\vec{B} = \int_{\ell} \frac{\mu_0 I}{4\pi} \cdot \frac{d\vec{\ell} \times \vec{r}}{r^3}$

- об'ємних струмів $\vec{B} = \int_V \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{\vec{j} \times \vec{r}}{r^3} \cdot dV$

27.магнітне поле в центрі колового струму $B = \frac{\mu_0 I}{2R}$

28.магнітне поле прямого провідника $B = \frac{\mu_0 I}{4\pi r} (\text{Cos}\alpha - \text{Cos}\beta)$

29.магнітне поле прямого соленоїда $B = \mu\mu_0 nI;$

30.магнітне поле тороїдального соленоїда $B = \frac{\mu\mu_0 NI}{2\pi r}$

31.рівняння неперервності струмів $\text{div}\vec{j} + \frac{\partial \rho}{\partial t} = 0$

32.струм зміщення $\vec{j}_{zm} = \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$

Рівняння Максвела:

33. електростатична теорема Гауса

- $\oint_S \vec{D} d\vec{S} = \int_V \rho dV$

- $\text{div}\vec{D} = \rho$

34.теорема про циркуляцію магнітного поля або закон повного струму

- $\oint_{\ell} \vec{H} d\vec{l} = I_{\text{полн}}; \quad I_{\text{полн}} = \sum I_i = \int_S (\vec{j} + \vec{j}_{zm}) d\vec{S}$

- $\text{rot}\vec{H} = \vec{j}$

35.умова соленоїдальності магнітного поля

- $\oint_s \vec{B} d\vec{S} = 0$

- $div \vec{B} = 0$

36.закон електромагнітної індукції Фарадея

- $\oint_{\ell} \vec{E} d\vec{\ell} = - \int_s \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} d\vec{S}$

- $rot \vec{E} = - \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$

37.матеріальні рівняння

- $\vec{D} = \epsilon \epsilon_0 \vec{E}$

- $\vec{B} = \mu \mu_0 \vec{H}$

38.електричний дипольний момент $\vec{p} = q\vec{\ell}$

39.магнітній дипольний момент $\vec{p}_m = I\vec{S}$

40.момент сил, які діють на диполь у зовнішньому полі $\vec{M} = \vec{p} \times \vec{E}$

41.потенціальна енергія диполя у зовнішньому полі $W = -\vec{p}\vec{E}$

42.сила, що діє на диполь в неоднорідному полі $\vec{F} = p \frac{\partial \vec{E}}{\partial \ell}$

43. закон Ома для ділянки кола $I = \frac{U}{R}$

44.визначення електрорушійної сили $\mathcal{E} = \oint_{\ell} \vec{E}_{емп} d\vec{\ell}$

45. закон Ома для замкнутого кола $I = \frac{\sum \mathcal{E}_i}{R + r}$

46.правила Кірхгофа для розгалужених кіл

- $\sum_{i=1}^N I_i = 0$

- $\sum_i \mathcal{E}_i = \sum_i I_i R_i$

47.закон Ома в диференційній формі $\vec{j} = \sigma \vec{E}; \sigma = \frac{1}{\rho}$

48.густина струму $\vec{j} = en\vec{V}$

49.опір при з'єднанні N резисторів

- послідовному $R_{носл} = \sum_{i=1}^N R_i$

- паралельному $\frac{1}{R_{нар}} = \sum_{i=1}^N \frac{1}{R_i}$

50.опір провідника $R = \rho \frac{l_{\parallel}}{S_{\perp}}$

51.теплова потужність струму - закон Джоуля

$$P = \frac{dQ}{dt} = I^2 R; p = \frac{dP}{dV} = j^2 \rho$$

52.потужність електричного струму $P = \frac{dA}{dt} = UI; p = \frac{dP}{dV} = \vec{j} \vec{E}$

53.визначення коефіцієнта самоіндукції (потокозчеплення) $\Psi = LI$

54.визначення коефіцієнта взаємоіндукції $\Psi_2 = L_{12} I_1$

55.енергія магнітного поля провідника зі струмом $W = \frac{LI^2}{2}$

56.взаємна енергія двох струмів $W = L_{12} I_1 I_2$

57.е.р.с. самоіндукції $\mathcal{E}_{si} = -L \frac{dI}{dt}$

58.робота по переміщенню провідника зі струмом у зовнішньому полі

$$A = I \Delta \Phi; (I = const)$$

59.закон Ома для змінного (квазістаціонарного) струму

$$I = \frac{U}{Z}; I_m = \frac{U_m}{|Z|}$$

60.імпеданс (повний опір) $Z = R + i(\omega L - \frac{1}{\omega C})$

$$|Z| = \sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2}$$

61.потужність, що виділяється в колі змінного струму

$$P = U_o I_o \cos \varphi; \operatorname{tg} \varphi = \frac{\omega L - 1/\omega C}{R}$$

62.енергія електромагнітного поля $W = \int_V w dV;$

63.об'ємна густина енергії електромагнітного поля

$$w = w_E + w_B = \frac{1}{2} \vec{E} \vec{D} + \frac{1}{2} \vec{B} \vec{H};$$

64.вектор Пойнтінга – поверхнева густина потоку енергії

$$\vec{S} = \vec{E} \times \vec{H}$$

65.фазова швидкість електромагнітної хвилі

$$V = \frac{c}{n}; n = \sqrt{\varepsilon \mu}; c = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0}}$$

66.зв'язок між електричним і магнітним полем $\sqrt{\varepsilon \varepsilon_0} E = \sqrt{\mu \mu_0} H$

67.закон збереження енергії електромагнітного поля

$$\frac{dW}{dt} = - \int_V j^2 \rho dV - \oint_S \vec{E} \times \vec{H} d\vec{S}$$

68. частота власних коливань контуру $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

69. частота згасаючих коливань контуру $\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}$

70. декремент (коефіцієнт) згасання $\beta = \frac{R}{2L}$

71. діючі значення напруги і сили струму (при гармонічному струмі)

$$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}; I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$$

Деякі математичні вирази, які необхідно знати.

72. $dS_{cf} = r^2 \sin\theta \cdot d\theta \cdot d\varphi$

73. $dV_{cf} = r^2 \sin\theta \cdot dr \cdot d\theta \cdot d\varphi$

74. $dV_{цм} = r \cdot dr \cdot d\varphi \cdot dz$

75. формули приблизного обчислення при $x \ll 1$:

- $\sin x \approx x - \frac{x^3}{6}$
- $\cos x \approx 1 - \frac{x^2}{2}$
- $e^x \approx 1 + x$
- $\ln(1+x) \approx x$
- $(1 \pm x)^n \approx 1 \pm nx$

76. розкладання функції в степеневий ряд в точці $x=a$ (Тейлора)

$$f(x) = \sum_{i=0}^n C_n \cdot (x-a)^n, C_n = \frac{f^{(n)}(a)}{n!}$$

77. градієнт у різних системах координат:

- декартова: $\text{grad}\varphi = \vec{\nabla}\varphi = \frac{\partial\varphi}{\partial x}\vec{e}_x + \frac{\partial\varphi}{\partial y}\vec{e}_y + \frac{\partial\varphi}{\partial z}\vec{e}_z$
- циліндрична: $\text{grad}\varphi = \vec{\nabla}\varphi = \frac{\partial\varphi}{\partial r}\vec{e}_r + \frac{1}{r}\frac{\partial\varphi}{\partial\phi}\vec{e}_\phi + \frac{\partial\varphi}{\partial z}\vec{e}_z$
- сферична: $\text{grad}\varphi = \vec{\nabla}\varphi = \frac{\partial\varphi}{\partial r}\vec{e}_r + \frac{1}{r}\frac{\partial\varphi}{\partial\theta}\vec{e}_\theta + \frac{1}{r \cdot \sin\theta}\frac{\partial\varphi}{\partial\phi}\vec{e}_\phi$

78. дивергенція векторного поля \vec{A} у різних системах координат:

- декартова: $\text{div}\vec{A} = \vec{\nabla} \cdot \vec{A} = \frac{\partial A_x}{\partial x} + \frac{\partial A_y}{\partial y} + \frac{\partial A_z}{\partial z}$
- циліндрична: $\text{div}\vec{A} = \vec{\nabla} \cdot \vec{A} = \frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}(rA_r) + \frac{1}{r}\frac{\partial A_\phi}{\partial\phi} + \frac{\partial A_z}{\partial z}$
- сферична:

$$\text{div}\vec{A} = \vec{\nabla} \cdot \vec{A} = \frac{1}{r^2}\frac{\partial}{\partial r}[A_r r^2] + \frac{1}{r \cdot \sin\theta}\frac{\partial}{\partial\theta}[A_\theta \sin\theta] + \frac{1}{r \cdot \sin\theta}\frac{\partial A_\phi}{\partial\phi}$$