Потенциальная энергия электрического диполя с моментом $\vec{p}$ в поле с напряженностью $\vec{E}$.

1. $-\vec{p}\vec{E}$

2. $|\vec{p}|\ |\vec{E}|$

3. $-\ |\vec{p}|\ |\vec{E}|$

4. $-\frac{|\vec{p}|}{|\vec{E}|}$

5. $\frac{|\vec{E}|}{|\vec{p}|}$

Ответ: Потенциальная энергия диполя в электрическом поле:

$$W = -\vec{p} \cdot \vec{E} = -pE(r)\cos\alpha, \qquad 1.$$

где α – угол между $\vec{E}(\vec{r})$ и $\vec{p}$.

Точечный заряд q помещен в центр пирамиды. Поток вектора напряженности через грань пирамиды равен

1. $\frac{q}{4}$

2. $\frac{q}{4\varepsilon_0}$

3. $\frac{q}{6\varepsilon\varepsilon_0}$

4. $\frac{q}{\varepsilon_0}$

5. $\varepsilon\varepsilon_0 q$

Ответ: Из-за симметрии задачи, потоки вектора напряженности электрического поля через каждую из 4 граней пирамиды одинаковы. По теореме Остроградского-Гаусса полный поток Φ

$$\Phi = \frac{q}{\varepsilon_0} \qquad 2.$$

Поток через одну грань

$$\Phi_1 = \frac{q}{4 \cdot \varepsilon_0} \qquad 3.$$

Элемент проводника с током I, длиной dl создает в точке A, положение которой задано вектором $\vec{r}$, магнитное поле с индукцией

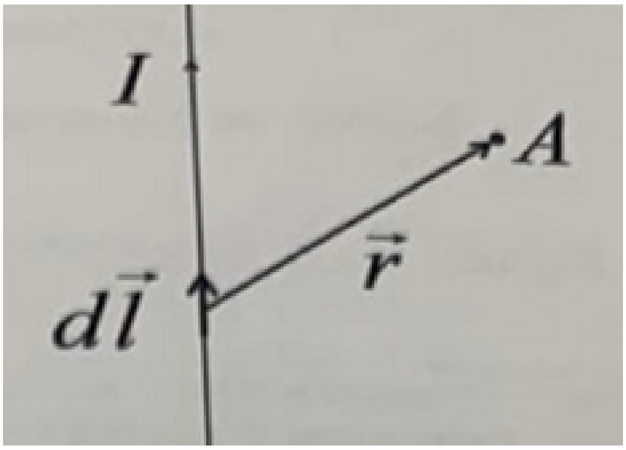

Рис. 1. Поясняющий рисунок.

1. $\boldsymbol{\frac{\mu_0 I}{4\pi}\frac{\left[d\vec{l},\vec{r}\right]}{r^3}}$
2. $\frac{\mu_0 I}{4\pi}\frac{\left[d\vec{l},\vec{r}\right]}{l^3}$
3. $\frac{\mu_0 I}{4\pi}\frac{\left[d\vec{l},\vec{r}\right]}{r^2}$
4. $\frac{\mu_0 I}{\pi}\frac{\left[d\vec{l},\vec{r}\right]}{r^2}$
5. $-\frac{\mu_0 I}{\pi}\frac{\left[d\vec{l},\vec{r}\right]}{l^2}$

Ответ: По закону Био-Савара-Лапласа для тонкого проводника:

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi}\frac{\left[d\vec{l},\vec{r}\right]}{r^3} \qquad 4.$$

Диполь с моментом $\vec{p}$ помещен в электрическое поле напряженностью $\vec{E}$. На диполь действует механическй момент $\overrightarrow{M}$. Укажите верное выражение.

1. $\overrightarrow{M} = |\vec{p}|\ \vec{E}$
2. $\overrightarrow{M} = |\vec{E}|\ \vec{p}$
3. $\overrightarrow{M} = \left[\vec{E},\vec{p}\right]$
4. $M = 0$

5. $\boldsymbol{\overrightarrow{M} = \left[\vec{p},\vec{E}\right]}$

Ответ: В однородном электрическом поле энергия W изменяется за счет изменения угла α, при этом элементарная работа сил поля при повороте диполя равна: $dA = M_\alpha d\alpha = -dW$, где $\overrightarrow{M_\alpha} = \left[\vec{p} \times \vec{E}\right]$ – момент сил, действующий на диполь:

$$M_\alpha = -\frac{\partial W}{\partial \alpha} = -pE \sin \alpha \qquad 5.$$

По витку радиусом R течет ток силой I. Индукция магнитного поля B в центре витка равна

1. $\frac{\mu_0 I}{2\pi R}$
2. $\boldsymbol{\frac{\mu_0 I}{2R}}$
3. $\frac{\mu_0 I}{\pi R}$
4. $\frac{\mu_0 I}{4\pi R}$
5. $\frac{\mu_0 I}{8\pi R}$

Ответ: По теореме Био-Савара-Лапласа:

$$\begin{aligned} d\vec{B} &= \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{\left[d\vec{l}, \vec{r}\right]}{r^3} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{dl}{r^2} = \\ &= \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{r d\alpha}{r^2} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{d\alpha}{R}. \end{aligned} \qquad 6.$$

$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi R} \int_0^{2\pi} d\alpha = \frac{\mu_0 I 2\pi}{4\pi R} = \boldsymbol{\frac{\mu_0 I}{2R}} \qquad 7.$$

Поток вектора индукции электростатического поля через замкнутую поверхность

1. Равен алгебраической сумме свободных зарядов, находящихся внутри поверхности.
2. Равен сумме абсолютных величин связанных зарядов, находящихся внутри поверхности.
3. Равен сумме абсолютных величин всех зарядов, находящихся внутри поверхности, деленной на электрическую постоянную.

4. Равен алгебраической сумме всех зарядов, охваченных поверхностью, деленную на электрическую постоянную.

5. Равен нулю.

Ответ: По теореме Остроградского-Гаусса для вектора электрической индукции $\vec{D}$:

$$\oiint_S \vec{D} d\vec{S} = q_{\text{внутр}}. \qquad 8.$$

Точечный заряд q помещен в центр куба. Поток вектора напряженности через одну грань куба равен

1. $\frac{q}{6}$
2. $\boldsymbol{\frac{q}{6\varepsilon_0}}$
3. $\frac{q}{4\varepsilon\varepsilon_0}$
4. $\frac{q}{\varepsilon_0}$
5. $\varepsilon\varepsilon_0 q$

Ответ: Из-за симметрии задачи, потоки вектора напряженности электрического поля через каждую из шести граней куба одинаковы. По теореме Остроградского-Гаусса полный поток Φ

$$\Phi = \frac{q}{\varepsilon_0} \qquad 9.$$

Поток через одну грань

$$\Phi_1 = \frac{q}{6 \cdot \varepsilon_0}. \qquad 10.$$

Укажите все верные утверждения. В однородном изотропном диэлектрике, который помещен в однородное электрическое поле.

1. $\operatorname{div} \vec{E} = \rho_{\text{своб}}$
2. $\operatorname{div} \vec{P} = -\rho_{\text{своб}}$
3. $\boldsymbol{\operatorname{div} \vec{D} = \rho_{\text{своб}}}$
4. $\boldsymbol{\operatorname{div} \vec{P} = -\rho_{\text{связ}}}$
5. $\operatorname{div} \vec{D} = 0$

Ответ: Плотность связанных зарядов определяется формулой:

$$\rho_{\text{связ}} = -\operatorname{div} \vec{P} \qquad 11.$$

Вектор электрической индукции:

$$\vec{D} = \varepsilon_0 \vec{E} + \vec{P} \tag{12.}$$

Уравнения Гаусса для поля E

$$\operatorname{div} \vec{E} = \frac{\rho_{\text{полн}}}{\varepsilon_0} \tag{13.}$$

где

$$\rho_{\text{полн}} = \rho_{\text{своб}} + \rho_{\text{связ}} \tag{14.}$$

Возьмем дивергенцию для

$$\vec{D} = \varepsilon_0 \vec{E} + \vec{P} \tag{15.}$$

Получим

$$\operatorname{div} \vec{D} = \varepsilon_0 \operatorname{div} \vec{E} + \operatorname{div} \vec{P} \tag{16.}$$

Подставляем в уравнение Гаусса

$$\begin{aligned} &= \varepsilon_0 \cdot \frac{\rho_{\text{своб}} + \rho_{\text{связ}}}{\varepsilon_0} + \operatorname{div} \vec{P} = \\ &= \rho_{\text{своб}} + \rho_{\text{связ}} + \operatorname{div} \vec{P} \end{aligned} \tag{17.}$$

Но мы знаем, что

$$\rho_{\text{связ}} = -\operatorname{div} \vec{P} \tag{18.}$$

то есть

$$\operatorname{div} \vec{D} = \rho_{\text{своб}} + \rho_{\text{связ}} + \operatorname{div} \vec{P} = \rho_{\text{своб}} - \operatorname{div} \vec{P} + \operatorname{div} \vec{P} = \rho_{\text{своб}} \tag{19.}$$

В результате получим

$$\operatorname{div} \vec{D} = \rho_{\text{своб}} \tag{20.}$$

Электрическое поле проходит через границу раздела двух незаряженных диэлектриков $\varepsilon_2 > \varepsilon_1$. Укажите все верные утверждения. На границе раздела

1. $D_{1n} = D_{2n}$

2. $D_{1n} < D_{2n}$
3. $D_{1n} > D_{2n}$

4. $\boldsymbol{D_{1\tau} < D_{2\tau}}$

5. $D_{1\tau} > D_{2\tau}$

Ответ: Так как

$$\operatorname{div} \vec{D} = \rho_{\text{своб}} \qquad 21.$$

Проинтегрировав, получим

$$D_{2n} - D_{1n} = \rho_{\text{своб}} \qquad 22.$$

Так как диэлектрики незаряжены

$$\rho_{\text{своб}} = 0 \qquad 23.$$

Тогда

$$D_{1n} = D_{2n} \qquad 24.$$

Векторы $\vec{D}$ и $\vec{E}$ связаны

$$\vec{D} = \varepsilon \vec{E} \qquad 25.$$

Из уравнения

$$\operatorname{rot} \vec{E} = 0 \qquad 26.$$

Следует

$$E_{1\tau} = E_{2\tau} \qquad 27.$$

Теперь умножаем на ε

$$\begin{gathered} D_{1\tau} = \varepsilon_1 E_\tau \\ D_{2\tau} = \varepsilon_2 E_\tau \end{gathered} \qquad 28.$$

Так как

$$\varepsilon_2 > \varepsilon_1 \qquad 29.$$

то

$$D_{2\tau} > D_{1\tau} \qquad 30.$$

Источник внутренним спротивлением r подключен к нагрузке, сопротивлением R. Какой из графиков правильно качественно отражает зависимость полезной мощности от R.

Ответ: По закону Ома для замкнутой цепи:

$$U = \mathcal{E} - Ir \tag{31.}$$

Домножим на I.

$$IU = \mathcal{E}I - I^2 r \tag{32.}$$

Переставим слагаемые и воспользуемся $U = IR$

$$I\mathcal{E} = I^2 R + I^2 r \tag{33.}$$

где $I^2 R$ – полезная мощность.

Полное сопротивление

$$R_{\text{полн}} = R + r \tag{34.}$$

Ток

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r} \tag{35.}$$

Тогда полезная мощность

$$P(R) = I^2 \cdot R = \left(\frac{\mathcal{E}}{R + r}\right)^2 \cdot R = \frac{\mathcal{E}^2 R}{(R + r)^2} \tag{36.}$$

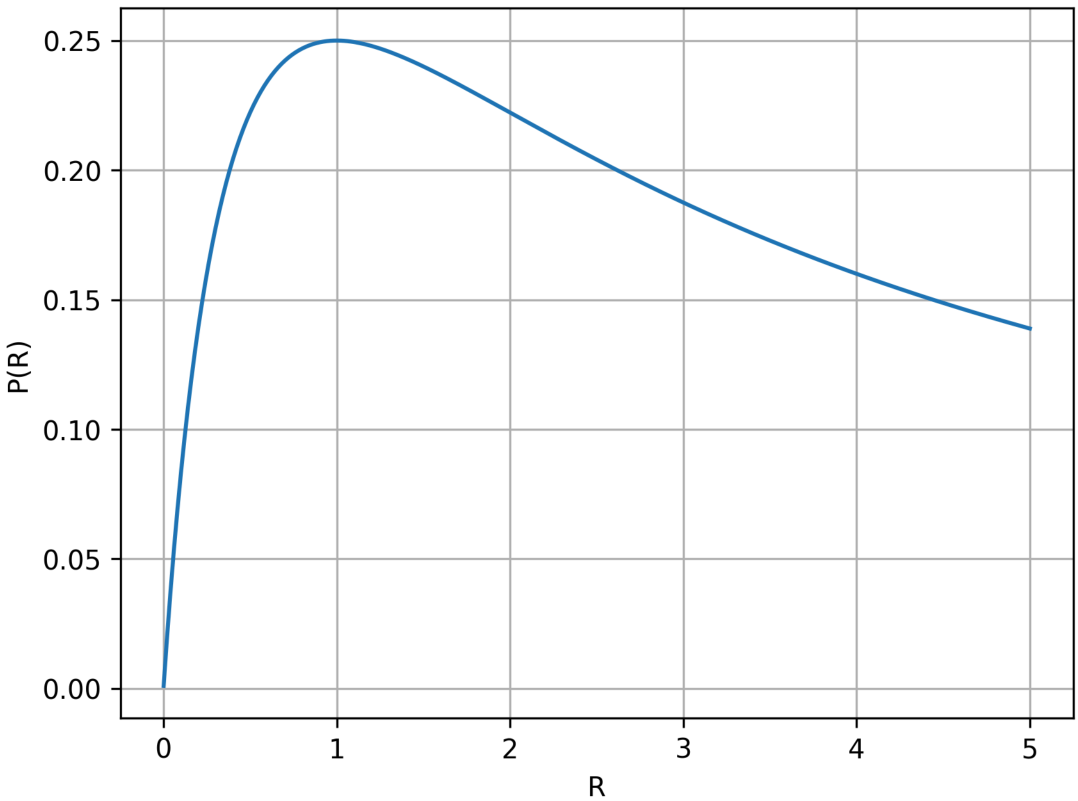

Рис. 2. График $P(R)$.

Какая формула позволяет вычислить разность потенциалов между точками A и B, расположенными на расстоянии l друг от друга в однородном электрическом поле напряженностью E.

1. $\varphi_A - \varphi_B = -E \cdot l$
2. $\varphi_A - \varphi_B = E \cdot l \cdot \operatorname{tg} \alpha$

3. $\boldsymbol{\varphi_A - \varphi_B = E \cdot l \cdot \cos \alpha}$

4. $\varphi_A - \varphi_B = -E \cdot l \cdot \cos \alpha$
5. $\varphi_A - \varphi_B = -E \cdot l \cdot \operatorname{tg} \alpha$

Ответ: По определению разности потенциалов между точками A и B

$$\varphi_A - \varphi_B = \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{l} \tag{37.}$$

Так как поле однородное, то $\vec{E} = \text{const}$ и интеграл упрощается до

$$\varphi_A - \varphi_B = \vec{E} \cdot d\vec{l} \tag{38.}$$

И по определению скалярного произведения

$$\varphi_A - \varphi_B = El\cos\alpha \qquad 39.$$

Потенциальная энергия контура с магнитным моментом $\vec{P}_m$ в поле с индукцией $\vec{B}$ равна

1. $\boldsymbol{-\vec{P}_m\vec{B}}$
2. $-\,|\vec{P}_m|\,|\vec{B}|$
3. $\vec{P}_m \times \vec{B}$
4. $\vec{P}_m\vec{B}$
5. $|\vec{P}_m|\,|\vec{B}|$

Ответ: Для контура с током магнитный момент:

$$\vec{p}_m = I\vec{S} \qquad 40.$$

Для электрического диполя в электрическом поле

$$U = -\vec{p}\cdot\vec{E} \qquad 41.$$

Для контура с током в магнитном поле:

$$U = -\vec{p}_m\cdot\vec{B} \qquad 42.$$

Магнитное поле проходит через границу раздела двух сред. Токи проводимости отсутствуют. $\mu_2 > \mu_1$. Укажите все верные утверждения. На границе раздела

1. $\boldsymbol{B_{1n} = B_{2n}}$
2. $B_{1n} < B_{2n}$
3. $B_{1n} > B_{2n}$
4. $\boldsymbol{B_{1\tau} < B_{2\tau}}$
5. $B_{1\tau} > B_{2\tau}$

Ответ: Уравнение Максвелла для магнитного поля

$$\mathrm{div}\,\vec{B} = 0 \qquad 43.$$

Проинтегрировав, получим

$$\oint \vec{B}\cdot d\vec{S} = 0 \qquad 44.$$

Переходя к пределу, получим граничное условие

$$B_{2n} - B_{1n} = 0 \Rightarrow B_{2n} = B_{1n} \qquad 45.$$

Из уравнения Максвелла

$$\mathrm{rot}\ \vec{H} = \vec{\jmath}_{\text{пров}} \qquad 46.$$

По условию

$$\vec{\jmath}_{\text{пров}} = 0 \qquad 47.$$

То есть

$$H_{1\tau} = H_{2\tau} \qquad 48.$$

Так как

$$\vec{B} = \mu \vec{H} \qquad 49.$$

С учетом того, что $\mu_2 > \mu_1$

$$B_{2\tau} > B_{1\tau} \qquad 50.$$

Укажите все выражения, которые входят в ток смещения

1. $\boldsymbol{\frac{\partial \vec{P}}{\partial t}}$

2. $\frac{\partial J}{\partial t}$

3. $\boldsymbol{\varepsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}}$

4. $\vec{\jmath}_{\text{проводимости}}$

5. $\mu_0 \frac{\partial \vec{H}}{\partial t}$

Ответ: По определению Максвелла плотность тока смещения

$$\vec{\jmath}_{\text{см}} = \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \qquad 51.$$

По определению $\vec{D}$

$$\vec{D} = \varepsilon_0 \vec{E} + \vec{P} \qquad 52.$$

Взяв производную по времени получим

$$\frac{\partial \vec{D}}{\partial t} = \varepsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} + \frac{\partial \vec{P}}{\partial t} \qquad 53.$$

В реальном колебательном контуре резонанс по величине ЭДС индукции в катушке наступает при частоте внешней ЭДС

1. намного меньше собственной частоты контура
2. намного больше собственной частоты контура
3. примерно равной собственной частоте контура
4. чуть меньше собственной частоты контура

5. чуть больше собственной частоты контура

Ответ: хз.

Укажите все волновые уравнения

1. $\boldsymbol{\Delta\vec{E} = \frac{1}{c^2}\frac{\partial^2\vec{E}}{\partial t^2}}$

2. $\oint_L \vec{H}d\vec{l} = \int_S \left(\vec{j} + \frac{\partial\vec{D}}{\partial t}\right)d\vec{S}$

3. $\oint_L \vec{E}d\vec{l} = -\int_S \frac{\partial\vec{B}}{\partial t}d\vec{S}.$

4. $c = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0\varepsilon\mu_0\mu}}$

5. $\boldsymbol{\Delta\overrightarrow{H} = \frac{1}{c^2}\frac{\partial^2\overrightarrow{H}}{\partial t^2}}$

Ответ: Волновое уравнение – это дифференциальное уравнение вида

$$\Delta\vec{F} = \frac{1}{v^2}\frac{\partial^2\vec{F}}{\partial t^2} \qquad 54.$$

где Δ – оператор Лапласа.

Эквипотенциальные поверхности поля точечного положительного заряда имеют вид

1. равноотстоящих друг от друга плоскостей

2. концентрических сфер

3. коаксиальных цилиндров
4. эллипсоидов вращения
5. пересекающихся плоскостей

Ответ: Эквипотенциальная поверхность – это поверхность, на которой

$$\varphi = \mathrm{const} \qquad 55.$$

Для точечного положительного заряда q

$$\varphi(r) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{r} \qquad 56.$$

Если $\varphi = \text{const}$, то из формулы следует

$$\frac{1}{r} = \text{const} \Rightarrow r = \text{const} \qquad 57.$$

Множество точек, находящихся на одинаковом расстоянии от одной точки, это сфера.

Укажите все верные утверждения. Электрическое поле проходит через границу раздела двух незаряженных диэлектриков $\varepsilon_2 > \varepsilon_1$. Укажите все верные утверждения. На границе раздела

1. $E_{1n} = E_{2n}$
2. $E_{1n} < E_{2n}$
3. **$\boldsymbol{E_{1n} > E_{2n}$**
4. $E_{1\tau} < E_{2\tau}$
5. **$\boldsymbol{E_{1\tau} = E_{2\tau}}$**

Ответ: Закон Фарадея

$$\text{rot } \vec{E} = 0 \qquad 58.$$

Интегрируя по малому контуру, пересекающему границу, получаем

$$E_{1\tau} = E_{2\tau} \qquad 59.$$

Из уравнения Гаусса

$$\text{div } \vec{D} = \rho_{\text{своб}} \qquad 60.$$

Интегрирование дает

$$D_{2n} - D_{1n} = \rho_{\text{своб}} \qquad 61.$$

Так как диэлектрики незаряжены

$$\rho_{\text{своб}} = 0 \Rightarrow D_{1n} = D_{2n} \qquad 62.$$

Так как

$$\vec{D} = \varepsilon\varepsilon_0\vec{E} \quad (63.)$$

Получим

$$\varepsilon_1 E_{1n} = \varepsilon_2 E_{2n} \quad (64.)$$

Тогда если

$$\varepsilon_1 < \varepsilon_2 \quad (65.)$$

То

$$E_{1n} > E_{2n} \quad (66.)$$

Проводящий шар заряжен положительным зарядом. Внутри шара

1. линии напряженности замкнуты
2. линии напряженности идут вдоль радиусов к поверхности
3. линии напряженности идут вдоль радиусов к центру

4. напряженность поля равна нулю

5. линии напряженности перпендикулярны радиусам шара

Ответ: В электростатическом равновесии внутри проводника

$$\vec{E} = 0 \quad (67.)$$

Укажите все верные утверждения

1. Первый закон Кирхгофа является следствием закона Кулона

2. Первый закон Кирхгофа является следствием закона сохранения заряда 3. Второй закон Кирхгофа является следствием закона Ома для неоднородного участка цепи.

4. Второй закон Кирхгофа является следствием закона Джоуля-Ленца.
5. Второй закон Кирхгофа является следствием закона Ома для однородного участка цепи.

Ответ: По первому закону Кирхгофа алгебраическая сумма токов в узле равна нулю

$$\sum I = 0 \quad (68.)$$

то есть

$$\sum I_{\text{вход}} = \sum I_{\text{выход}} \qquad 69.$$

то есть заряд не накапливается в узле.

По второму закону Кирхгофа в любом замкнутом контуре алгебраическая сумма ЭДС равна алгебраической сумме падений напряжений.

$$\sum E = \sum IR \qquad 70.$$

или эквивалентно:

$$\sum U = 0 \qquad 71.$$

Закон сохранения заряда

$$\frac{dq}{dt} = 0 \qquad 72.$$

Закон Ома для неоднородного участка цепи

$$U = IR - \mathcal{E} \qquad 73.$$

или

$$IR = U + \mathcal{E} \qquad 74.$$

Укажите формулу, которая всегда окажется верной при вычислении объемной плотности энергии электричского поля

1. $\frac{\vec{E}\vec{D}}{2}$
2. $\frac{|\vec{E}||\vec{D}|}{2}$
3. $\frac{\varepsilon_0\varepsilon\ |\vec{E}|^2}{2}$
4. $\vec{D}\vec{E}$
5. $\frac{|\vec{D}|^2}{2\varepsilon_0\varepsilon}$

Ответ: Объемная плотность энергии $w = \frac{\vec{E}\vec{D}}{2}$ содержит в себе как собственную энергию электрического поля $\frac{\varepsilon_0 E^2}{2}$, так и энергию поляризации диэлектрика $\frac{\vec{E}\vec{P}}{2}$.

Укажите все верные утверждения. Магнитное поле создают
1. Электрический ток 2. Движущаяся заряженная частица
3. Потенциальное электрическое поле

4. Вихревое электрическое поле

5. Ток смещения

Ответ: По закону Био-Савара и Ампера

$$\vec{B} \sim \vec{\jmath} \qquad 75.$$

Движущийся заряд – это микроскопический ток. Если заряд q движется со скоростью $\vec{v}$, он создает магнитное поле:

Если заряд q движется со скоростью $\vec{v}$, он создает магнитное поле

$$\vec{B} \propto q\vec{v} \qquad 76.$$

Ток смещения

$$\vec{\jmath}_{\text{см}} = \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \qquad 77.$$

создает магнитное поле наравне с током проводимости.

Магнитное поле проходит через границу раздела двух однородных изотропных магнетиков $\mu_2 > \mu_1$. Токи проводимости отсутствуют. Укажите все верные утверждения. На границе раздела

1. $H_{1n} = H_{2n}$
2. $H_{1n} < H_{2n}$

3. $\boldsymbol{H_{1n} > H_{2n}}$

4. $H_{1\tau} < H_{2\tau}$

5. $\boldsymbol{H_{1\tau} = H_{2\tau}}$

Ответ: Связь между $\vec{B}$ и $\vec{H}$

$$\vec{B} = \mu\vec{H} \qquad 78.$$

Из уравнения Максвелла

$$\operatorname{div} \vec{B} = 0 \qquad 79.$$

Следует

$$B_{1n} = B_{2n} \qquad 80.$$

Подставим и получим

$$\mu_1 H_{1n} = \mu_2 H_{2n} \qquad 81.$$

Так как

$$\mu_2 > \mu_1 \qquad 82.$$

Тогда

$$H_{1n} > H_{2n} \qquad 83.$$

Из уравнения Максвелла

$$\text{rot } \vec{H} = \vec{\jmath}_{\text{пров}} \qquad 84.$$

По условию

$$\vec{\jmath}_{\text{пров}} = 0 \qquad 85.$$

Тогда

$$H_{1\tau} = H_{2\tau} \qquad 86.$$

Данная система уравнений Максвелла соответствует случаю, когда

$$\begin{cases} \oint_L \vec{E} d\vec{l} = -\int_S \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} d\vec{S} \\ \oint_L \vec{H} d\vec{l} = \int_S \left(\vec{\jmath} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} d\vec{S} \right) \\ \oint_S \vec{D} d\vec{S} = 0 \\ \oint_S \vec{B} d\vec{S} = 0 \end{cases} \qquad 87.$$

1. электрическое и магнитное поля не изменяются во времени
2. отсутствуют токи смещения
3. отсутствуют токи проводимости
4. **отсутствуют свободные заряды**
5. отсутствуют связанные заряды

Ответ: В общем случае третье уравнение Максвелла выглядит следующим образом

$$\oint_S \vec{D} \cdot d\vec{S} = Q_{\text{своб}} \tag{88.}$$

В задаче

$$\oint_S \vec{D} \cdot d\vec{S} = 0 \tag{89.}$$

Значит

$$Q_{\text{своб}} = 0 \tag{90.}$$

В изображенной на рисунке точке A магнитное поле направлено по стрелке

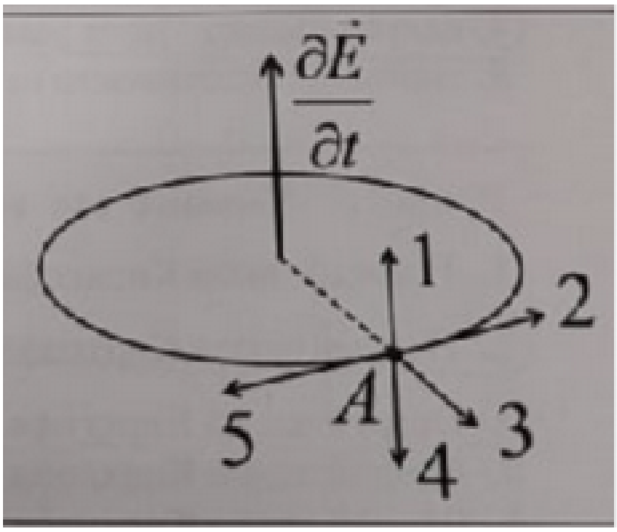

Рис. 3. Поясняющий рисунок.

1. 1
2. **2**
3. 3
4. 4
5. 5

Ответ: хз.

Зависимость смещения материальной точки от времени определяется уравнением $x = 0.12\cos(20t + 0.2)$. Определите период колебаний.

Ответ: Общий вид уравнения колебаний

$$x(t) = A\cos(\omega t + \varphi_0) \quad 91.$$

где A – амплитуда, ω – циклическая (угловая) частота, φ_0 – начальная фаза.

Для данного уравнения

$$\omega = 20 \text{ рад/с} \quad 92.$$

По формуле

$$T = \frac{2\pi}{\omega} \quad 93.$$

Подставив число, получим

$$T \approx 0.314 \text{ с} \quad 94.$$

Напряженность поля диполя при удалении от него

1. не изменяется
2. убывает пропорционально первой степени расстояния до центра диполя
3. убывает пропорционально квадрату расстояния до центра диполя

4. убывает пропорционально кубу расстояния до центра диполя

5. убывает пропорционально корню квадратному из расстояния до центра диполя

Ответ:

$$E \sim \frac{kql}{r^3} \quad 95.$$

где $ql = p$ – дипольный момент.

$$E \sim \frac{p}{r^3} \quad 96.$$

Пластина из однородного изотропного диэлектрика с проницаемостью ε помещена параллельно пластинам в заряженный плоский конденсатор. Как связаны между собой векторы электрической индукции D и поляризации диэлектрика P.

1. $\vec{D} = \varepsilon_0 \varepsilon \vec{P}$

2. $\boldsymbol{\vec{D} = \frac{\varepsilon\vec{P}}{\varepsilon-1}}$
3. $\vec{D} = -\frac{\varepsilon\vec{P}}{\varepsilon-1}$
4. $\vec{D} = -(\varepsilon-1)\vec{P}$
5. $\vec{D} = (\varepsilon-1)\vec{P}$

Ответ: По определению электрической индукции

$$\vec{D} = \varepsilon_0\vec{E} + \vec{P} \qquad 97.$$

Связь поляризации (поляризованности) с полем

$$\vec{P} = \varepsilon_0(\varepsilon-1)\vec{E} \qquad 98.$$

Выразим $\vec{E}$ через $\vec{P}$

$$\vec{E} = \frac{\vec{P}}{\varepsilon_0(\varepsilon-1)} \qquad 99.$$

Подставляем в формулу для $\vec{D}$

$$\vec{D} = \varepsilon_0\vec{E} + \vec{P} = \varepsilon_0 \cdot \frac{\vec{P}}{\varepsilon_0(\varepsilon-1)} + \vec{P} = \frac{\vec{P}}{\varepsilon-1} + \vec{P} = \frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}\vec{P} \qquad 100.$$

Плоский воздушный конденсатор заряжен и отключен от источника. Конденсатор заполняют диэлектриком. Выберите все верные утверждения.

1. напряженность поля в конденсаторе увеличивается

2. напряженность поля в конденсаторе уменьшается

3. напряжение на конденсаторе увеличивается
4. заряд конденсатора увеличивается

5. заряд конденсатора не изменится

Ответ: Если конденсатор отключен, то

$$Q = \text{const} \qquad 101.$$

При заполнении диэлектриком с $\varepsilon > 1$:

$$C = \varepsilon C_0 \qquad 102.$$

емкость увеличивается

Так как $Q = \mathrm{const}$, а C увеличилось, то из формулы

$$Q = CU \qquad 103.$$

видно, что напряжение уменьшается

Так как U уменьшается, а d не меняется, то из формулы

$$E = \frac{U}{d} \qquad 104.$$

E уменьшается

Источник внутренним сопротивлением r подключен к нагрузке сопротивлением R. Какой из графиков правильно качественно отражает зависимость КПД источника от R.
Ответ: По закону Ома

$$U = \mathcal{E} - Ir \qquad 105.$$

Домножим на I

$$\mathcal{E}I = I^2R + I^2r \qquad 106.$$

$$\begin{gathered} P_{\text{общ}} = \mathcal{E}I \\ P_{\text{полезн}} = I^2R \end{gathered} \qquad 107.$$

$$\eta = \frac{P_{\text{полезн}}}{P_{\text{общ}}} = \frac{I^2R}{I\mathcal{E}} = \frac{IR}{\mathcal{E}} \qquad 108.$$

По закону Ома для полной цепи

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R+r} \qquad 109.$$

Подставим и получим

$$\eta(R) = \frac{E}{R+r} \cdot \frac{R}{E} = \frac{R}{R+r} \qquad 110.$$

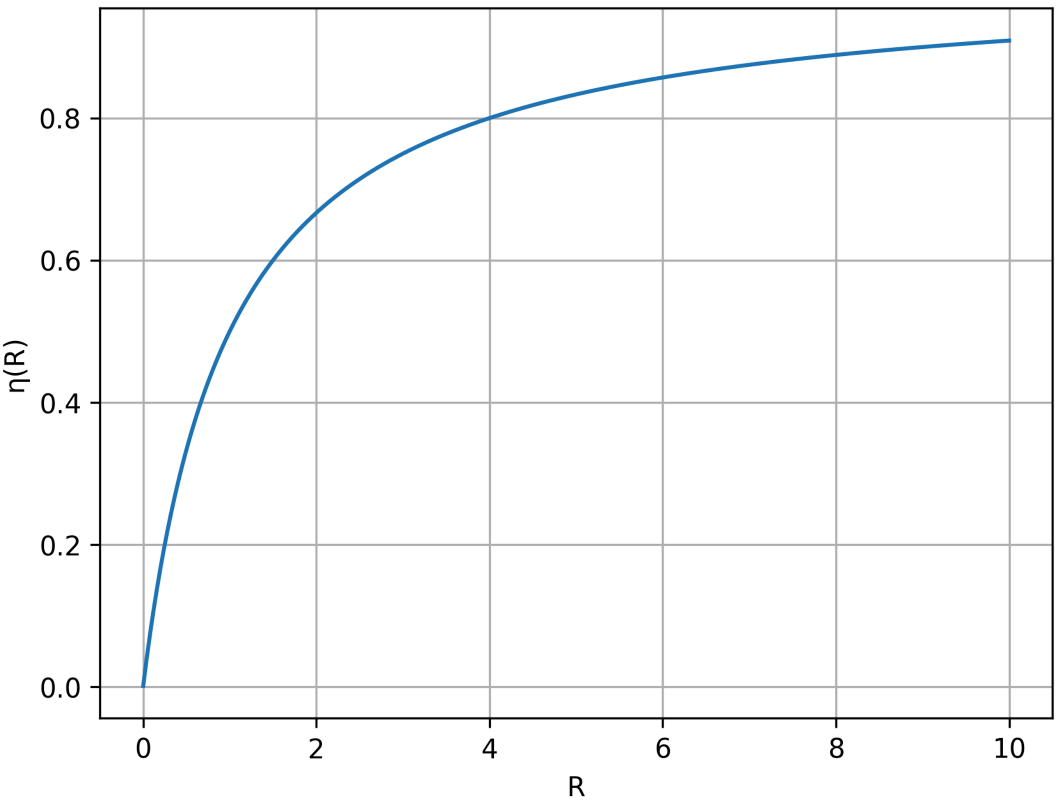

Рис. 4.

Силу, действующую на элемент проводника с током I длиной dl в магнитном поле с индукцией B, можно вычислить по формуле

1. $\boldsymbol{I\left[d\vec{l},\vec{B}\right]}$

2. $2\pi I\left(d\vec{l},\vec{B}\right)$

3. $\frac{1}{\pi}I\left(d\vec{l},\vec{B}\right)$

4. $\frac{\mu_0 IB}{dl}$

5. $\frac{\mu_0 IB}{4\pi dl}$

Ответ: Силы, действующие на токи в магнитном поле, называют силами Ампера. Сила, действующая на элементарный объем dV проводника с плотностью тока $\vec{\jmath}$ равна

$$d\vec{F} = \left[\vec{\jmath},\vec{B}\right]dV. \qquad 111.$$

Если проводник достаточно тонкий, то

$$d\vec{F} = I\left[d\vec{l},\vec{B}\right]. \qquad 112.$$

Напряженность поля прямого проводника с током при удалении от него

1. не изменяется

2. убывает пропорционально первой степени расстояния до проводника

3. убывает пропорционально квадрату расстояния до проводника
4. убывает пропорционально кубу расстояния до проводника
5. убывает пропорционально корню квадратному из расстояния до проводника

Ответ: По теореме о циркуляции

$$\oint \vec{H} \cdot d\vec{l} = I \tag{113.}$$

Берем окружность радиуса r:

$$\oint \vec{H} \cdot d\vec{l} = H \cdot 2\pi r = I \tag{114.}$$

Выразив напряженность получим

$$H = \frac{I}{2\pi r} \tag{115.}$$

Укажите все верные утверждения. В однородном, изотропном магнетике

1. $\vec{B} = \mu_0\left(\overrightarrow{H} + \vec{J}\right)$

2. $\vec{B} = \mu_0 \mu \overrightarrow{H}$

3. $\vec{B} = \mu_0 \vec{H} + \vec{J}$

4. $\mu = 1 + \chi$

5. $\vec{J} = \chi \overrightarrow{H}$

Ответ: это все стандартные формулы.

Данная система уравнений Максвелла соответствует случаю, когда

$$\begin{cases} \oint_L \vec{E}d\vec{l} = -\int_S \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} d\vec{S} \\ \oint_L \vec{H}d\vec{l} = \int_S \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} d\vec{S} \\ \oint_S \vec{D}d\vec{S} = \int_r \rho_{\text{стор}} dV \\ \oint_S \vec{B}d\vec{S} = 0 \end{cases} \qquad 116.$$

1. электрическое и магнитное поля не изменяются во времени
2. отсутствуют токи смещения

3. отсутствуют токи проводимости

4. отсутствуют свободные заряды
5. отсутствуют связанные заряды

Ответ: Второе уравнение в общем виде

$$\oint_L \vec{H} \cdot d\vec{l} = \int \left(\vec{J}_{\text{пров}} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \right) d\vec{S} \qquad 117.$$

Видно, что

$$\vec{\jmath}_{\text{пров}} = 0 \qquad 118.$$

Укажите все верные утверждения. Материальными уравнениями называются

1. $\boldsymbol{\vec{B} = \mu_0 \mu \vec{H}}$

2. $\boldsymbol{\vec{D} = \varepsilon_0 \varepsilon \vec{E}}$

3. $\boldsymbol{\vec{D} = \varepsilon_0 \vec{E} + \vec{P}}$

4. $\oint_L Bdl = \mu_0 I$
5. $\oint_L \vec{E}d\vec{l} = 0$

Ответ: Материальные уравнения – это уравнения, которые связывают поля с откликом вещества.

$$\vec{B} = \mu_0 \mu \vec{H} \qquad 119.$$

связывает $\vec{B}$ и $\vec{H}$.

$$\vec{D} = \varepsilon_0 \varepsilon \vec{E} \qquad 120.$$

связывает $\vec{D}$ и $\vec{E}$.

$$\vec{D} = \varepsilon_0 \vec{E} + \vec{P} \qquad 121.$$

связывает $\vec{D}$ и $\vec{E}$, учитывая поляризацию $\vec{P}$.

Укажите все верные для световой волны утверждения

1. векторы $\vec{E}$ и $\overrightarrow{H}$ изменяются с одинаковой частотой

2. векторы $\vec{E}$ и $\overrightarrow{H}$ всегда перпендикулярны друг к другу

3. скорость распространения зависит от диэлектрической проницаемости среды

4. скорость распространения зависит от магнитной проницаемости среды

5. волна всегда переносит энергию в пространстве

Ответ: хз.

Укажите все верные утверждения

1. силовые линии электростатического поля не могут быть замкнуты

2. силовые линии электростатического поля всегда замкнуты

3. циркуляция напряженности электростатического поля по замкнутому контуру равна нулю

4. циркуляция напряженности электростатического поля по любому замкнутому контуру отлична от нуля

5. циркуляция напряженности электростатического поля по замкнутому контуру зависит от формы контура

Ответ: Для электростатического поля выполняется одно из уравнений максвелла

$$\mathrm{rot}\ \vec{E} = 0 \qquad 122.$$

По определению циркуляции

$$\oint_L \vec{E} \cdot d\vec{l} \qquad 123.$$

Из уравнения Уравнение 122

$$\oint_L \vec{E} \cdot d\vec{l} = 0 \qquad 124.$$

Из Уравнение 124 следует то, что замкнутых силовых линий быть не может.

По длинному прямому проводнику течет электрический ток силой I. Индукция магнитного поля в вакууме, в точке A на расстоянии R от проводника равна

1. $\frac{\mu_0 I}{4\pi R}$
2. $\frac{I}{2\pi R}$
3. $\frac{\mu_0 I}{2R}$
4. **$\boldsymbol{\frac{\mu_0 I}{2\pi R}}$**
5. $\frac{I\pi}{8R}$

Ответ: вывод был много раз.

Контур с током обладает магнитным моментом P_m. Механический момент, действующий на этот контур в поле с индукцией B, равен

1. $\boldsymbol{\left[\vec{P}_m, \vec{B}\right]}$
2. $-\left[\vec{P}_m, \vec{B}\right]$
3. $2\pi\left[\vec{P}_m, \vec{B}\right]$
4. $\frac{\left[\vec{P}_m, \vec{B}\right]}{4\pi}$
5. 0

Ответ: Магнитный момент контура

$$\vec{p}_m = I\vec{S} \qquad 125.$$

Формула механического момента

$$\overrightarrow{M} = \vec{P}_m \times \vec{B} \qquad 126.$$

Укажите, как изменяются потенциал φ и напряженность E внутри проводящей сферы, равномерно заряженной по поверхности

1. $E = \text{const}, \varphi \sim \frac{1}{r}$
2. $E \sim \frac{1}{r^2}, \varphi \sim \frac{1}{r}$
3. $E \sim \frac{1}{r}, \varphi \sim \frac{1}{r^2}$
4. **$\boldsymbol{E = 0, \varphi = \text{const}}$**
5. $E \sim r, \varphi \sim r^2$

Ответ: В электростатическом равновесии

$$E_{\text{внутри проводника}} = 0 \qquad 127.$$

Связь потенциала и поля

$$\vec{E} = -\nabla\varphi \qquad 128.$$

Если

$$\vec{E} = 0 \qquad 129.$$

то

$$\nabla\varphi = 0 \qquad 130.$$

Потенциал не меняется в пространстве

$$\varphi = \text{const} \qquad 131.$$

В некоторой точке однородного изотропного диэлектрика с проницаемостью ε напряженность поля равна $\vec{E}$. Вектор поляризации $\vec{P}$ в этой точке определяется выражением

1. $\vec{P} = \varepsilon_0(1 - \varepsilon)\vec{E}$
2. **$\boldsymbol{\vec{P} = \varepsilon_0(\varepsilon - 1)\vec{E}}$**
3. $\vec{P} = \varepsilon_0\varepsilon\vec{E}$
4. $\vec{P} = \frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}\vec{E}$
5. $\vec{P} = -\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}\vec{E}$

Ответ:

$$\vec{P} = \varepsilon_0\chi\vec{E} \qquad 132.$$

$$\varepsilon = 1 + \chi \tag{133.}$$

$$\chi = \varepsilon - 1 \tag{134.}$$

$$\vec{P} = \varepsilon_0(\varepsilon - 1)\vec{E} \tag{135.}$$

Поток вектора напряженности электростатического поля через замкнутую поверхность

1. равен алгебраической сумме свободных зарядов, находящихся внутри поверхности
2. равен сумме абсолютных величин связанных зарядов, находящихся внутри поверхности
3. равен сумме абсолютных величин всех зарядов, находящихся внутри поверхности, деленной на электрическую постоянную

4. равен алгебраической сумме всех зарядов, охваченных поверхностью, деленной на электрическую постоянную

5. равен нулю

Ответ: По закону Остроградского-Гаусса

$$\oiint \vec{E}d\vec{S} = \frac{\sum q_{\text{внутр}}}{\varepsilon_0} \tag{136.}$$

Укажите все верные утверждения. Магнитное поле создают

1. неподвижные электрические заряды

2. движущиеся электрические заряды

3. потенциальное электрическое поле
4. вихревое электрическое поле

5. изменяющееся во времени электрическое поле

Ответ:

$$\operatorname{rot}\,\vec{H} = \vec{j}_{\text{проводимости}} + \frac{\partial\vec{D}}{\partial t} \tag{137.}$$

Данная система уравнений Максвелла соответствует случаю, когда

$$\begin{cases} \oint_L \vec{E}d\vec{l} = 0 \\ \oint_S \vec{D}d\vec{S} = \int_V \rho_{\text{своб}} dV \\ \oint_L \vec{H}d\vec{l} = \int_S \vec{\jmath}_{\text{пров}} d\vec{S} \\ \oint_S \vec{B}d\vec{S} = 0 \end{cases} \qquad 138.$$

1. электрическое и магнитное поля не изменяются во времени

2. отсутствуют токи смещения

3. отсутствуют токи проводимости

4. отсутствуют свободные заряды

5. отсутствуют связанные заряды

Ответ: Из первого уравнения системы: поля не изменяются во времени, из второго уравнения: ток смещения отсутствует.

Частица с зарядом q движущаяся со скоростью $\vec{v}$ создает в точке A, положение которой задано вектором $\vec{r}$, магнитное поле с индукцией

1. $\frac{\mu_0 q}{2\pi}\frac{[\vec{v},\vec{r}]}{r^2}$

2. $\boldsymbol{\frac{\mu_0 q}{4\pi}\frac{[\vec{v},\vec{r}]}{r^3}}$

3. $-\frac{\mu_0 q}{2\pi}\frac{[\vec{v},\vec{r}]}{r^2}$

4. $\frac{\mu_0 q}{\pi}\frac{[\vec{v},\vec{r}]}{r}$

5. $-\frac{\mu_0 q}{4\pi}\frac{[\vec{v},\vec{r}]}{r^3}$

Ответ: По формуле магнитного поля движущегося заряда (Био-Савар)

$$\vec{B}(\vec{r}) = \frac{\mu_0}{4\pi} q \frac{\vec{v} \times \vec{r}}{r^3} \qquad 139.$$

Укажите уравнения, справедливые для вихревого электрического поля

1. $\boldsymbol{\oint_L \vec{E}d\vec{l} = -\oint_S \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} dS}$ 2. $\boldsymbol{E_{1\tau} = E_{2\tau}}$

3. div $\vec{E} = \frac{\rho}{\varepsilon_0}$

4. $\oint_L \vec{E}d\vec{l} = 0$

5. $\vec{E} = -\text{grad}\ \varphi$

Ответ: Вихревое электрическое поле – это поле, которое возникает при изменяющемся во времени магнитном поле.

$$\text{rot}\ \vec{E} \neq 0 \qquad 140.$$

Из первого выражения: если $\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \neq 0$, то циркуляция $\vec{E}$ не равна нулю.

$$E_{1\tau} = E_{2\tau} \qquad 141.$$

Это граничное условие для электрического поля.

Какое уравнение показывает, что не существует магнитных зарядов

1. $B_{1n} = B_{2n}$
2. $\oint_L H_l dl = \int_S j dS$
3. $H_{1\tau} = H_{2\tau}$
4. **$\mathbf{div}\ \vec{B} = 0$**
5. $\text{div}\ \vec{j} = -\frac{\partial \rho}{\partial t}$

Ответ: $\text{div}\ \vec{B} = 0$ это одно из уравнений Максвелла. И оно значит, что нет магнитных зарядов.

Укажите, как изменяются потенциал φ и напряженность E внутри шара, равномерно заряженного по объему

1. $E = \text{const}, \varphi \sim \frac{1}{r}$
2. $E \sim \frac{1}{r^2}, \varphi \sim \frac{1}{r^2}$
3. $E \sim \frac{1}{r}, \varphi \sim \frac{1}{r^2}$
4. $E = 0, \varphi = \text{const}$
5. **$\boldsymbol{E \sim r, \varphi \sim r^2}$**

Ответ: По закону Гаусса

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{q_{\text{внутр}}}{\varepsilon_0} \qquad 142.$$

$$q_{\text{внутр}} = \rho \cdot \frac{4}{3}\pi r^3 \qquad 143.$$

$$E \cdot 4\pi r^2 = \frac{\rho \frac{4}{3}\pi r^3}{\varepsilon_0} \qquad 144.$$

$$E(r) = \frac{\rho}{3\varepsilon_0} r \qquad 145.$$

$$E \sim r \qquad 146.$$

$$E = -\frac{d\varphi}{dr} \qquad 147.$$

$$\varphi(r) \sim -\int r dr \sim -r^2 \qquad 148.$$

$$\varphi \sim r^2 \qquad 149.$$

В некоторой точке однородного изотропного диэлектрика с проницаемостью ε напряженность поля равна E, а вектор поляризации равен P. Индукция электрического поля в этой точке определяется выражением

1. $\vec{P} + (1 - \varepsilon)\vec{E}$
2. $\vec{P} + \varepsilon_0 \varepsilon \vec{E}$

3. $\boldsymbol{\vec{P} + \varepsilon_0 \vec{E}}$

4. $\varepsilon_0 \vec{E} + \varepsilon \vec{P}$
5. $\varepsilon_0 \varepsilon \vec{E} - \vec{P}$

Ответ: По определению электрической индукции:

$$\vec{D} = \varepsilon_0 \vec{E} + \vec{P} \qquad 150.$$

Поток вектора поляризации через замкнутую поверхность

1. равен алгебраической сумме свободных зарядов, находящихся внутри поверхности

2. равен алгебраической сумме связанных зарядов, находящихся внутри поверхности, взятой с обратным знаком

3. равен сумме абсолютных величин всех зарядов, находящихся внутри поверхности, деленной на электрическую постоянную

4. равен алгебраической сумме всех зарядов, охваченных поверхностью, деленной на электрическую постоянную
5. равен нулю

Ответ:

$$\rho_{\text{связ}} = -\text{div}\ \vec{P} \qquad 151.$$

$$\oint_S \vec{P} \cdot d\vec{S} \qquad 152.$$

$$\oint_S \vec{P} \cdot d\vec{S} = \int_V \text{div}\ \vec{P}\ dV \qquad 153.$$

$$\text{div}\ \vec{P} = -\rho_{\text{связ}} \qquad 154.$$

$$\oint_S \vec{P} \cdot d\vec{S} = -\int_V \rho_{\text{связ}} dV \qquad 155.$$

$$\oint_S \vec{P} \cdot d\vec{S} = -Q_{\text{связ}} \qquad 156.$$

Слой однородного изотропного диэлектрика с проницаемостью ε прижат к пластине, заряженной с поверхностной плоскостью σ. Напряженность электрического поля в диэлектрике определяется выражением

1. $E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0 \varepsilon}$
2. $E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$
3. $E = \varepsilon_0 \varepsilon \sigma$
4. $\boldsymbol{E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0 \varepsilon}}$
5. $E = \varepsilon_0 \sigma$

Ответ: хз.

Укажите все верные утверждения. Циркуляция вектора индукции магнитного поля вычисляется по формуле

1. $\boldsymbol{\oint_L B_\tau dl}$
2. $\boldsymbol{\oint_L \vec{B} d\vec{l}}$

3. $\oint_L \vec{B} \times d\vec{l}$
4. $\oint_L B2\pi dr$
5. $\oint_L \vec{B} \times d\vec{r}$

Ответ: Второй вариант – это точное определение циркуляции. Первый вариант – это проекция на касательное направление.

По длинному прямому проводнику течет электрический ток силой I. Поток вектора магнитной индукции через поверхность сферы радиусом R, центр которой находится на расстоянии a от проводника, равен

1. $\frac{\mu_0 I}{4\pi R}$
2. $\frac{I}{2\pi R}$
3. $\frac{\mu_0 Ia}{4\pi R^2}$
4. $\frac{\mu_0 I}{2\pi a}$
5. 0

Ответ: для длинного прямого проводника магнитного поля:

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \qquad 157.$$

Поток магнитного поля

$$\Phi_B = \iint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} \qquad 158.$$

$$\vec{B} \perp d\vec{S} \Rightarrow \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0 \qquad 159.$$

I' – алгебраическая сумма токов намагничивания, I – алгебраическая сумма токов проводимости. Циркуляцию вектора J по замкнутому контуру L можно определить по формуле

1. $\oint_L \vec{J} d\vec{l} = I' + I$
2. $\boldsymbol{\oint_L \vec{J} d\vec{l} = I'}$
3. $\oint_L \vec{J} d\vec{l} = I$
4. $\oint_L \vec{J} d\vec{l} = I' - I$
5. $\oint_L \vec{J} d\vec{l} = 0$

Ответ: Определение циркуляции тока намагничивания

$$\oint_L \vec{J}\cdot d\vec{l} = \sum \text{токов намагничивания внутри контура} \qquad 160.$$

Плотность тока смещения равна

1. $\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$
2. $\vec{\jmath}_{\text{проводимости}}$
3. $\varepsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} + \vec{\jmath}_{\text{проводимости}}$
4. $\boldsymbol{\frac{\partial \vec{D}}{\partial t}}$
5. $\mu_0 \frac{\partial \vec{H}}{\partial t}$

Ответ: определение.

Укажите все верные утверждения. Циркуляция вектора напряженности магнитного поля вычисляется по формуле

1. $\boldsymbol{\oint_L H_l dl}$
2. $\boldsymbol{\oint_L \overrightarrow{H} d\vec{l}}$
3. $\oint_L \vec{H} \times d\vec{l}$
4. $\oint_L H 2\pi dr$
5. $\oint_L \vec{H} \times d\vec{r}$

Ответ: второй вариант – определение циркуляции. первый вариант – проекция на касательную.

Посередине между двумя точечными зарядами $q_1 = 6$ нКл **и** $q_2 = -2$ нКл **помещен заряд** q**. На этот заряд со стороны заряда** q_2 **действует сила** 4 **мкН. Определить силу, действующую на заряд** q **со стороны обоих зарядов** q_1 **и** q_2**.**

1. 36 мкН
2. 24 мкН
3. 18 мкН
4. **16 мкН**
5. 12 мкН

Ответ: На заряд q действует сила F_{q_1} и F_{q_2}.

$$\frac{F_{q_1}}{F_{q_2}} = \frac{k\frac{qq_1}{x^2}}{k\frac{qq_2}{x^2}} = \frac{q_1}{q_2} = |-3| = 3 \qquad 161.$$

$$F_{q_1} = 3F_{q_2} = 3 \cdot 4 \text{ мкН} = 12 \text{ мкН} \qquad 162.$$

Так как силы сонаправлены

$$F = F_{q_1} + F_{q_2} = 16 \text{ мкН} \qquad 163.$$

Электростатическое поле создано двумя точечными зарядами $-q$ и $+4q$. Отношение потенциала поля, созданного вторым зарядом в точке A, к потенциалу результирующего поля в этой точке равно

1. 2
2. 3

3. 4

4. -2
5. -4

Ответ:

$$\varphi_2 = k\frac{4q}{3a} \qquad 164.$$

$$\varphi_1 = k\frac{-q}{a} \qquad 165.$$

$$\varphi_{\text{рез}} = \varphi_1 + \varphi_2 = k\left(\frac{-q}{a} + \frac{4q}{3a}\right) = k\frac{q}{3a} \qquad 166.$$

$$\frac{\varphi_2}{\varphi_{\text{рез}}} = \frac{k\frac{4q}{3a}}{k\frac{q}{3a}} = 4 \qquad 167.$$

Укажите все верные утверждения. Вихревое электрическое поле создают

1. движущиеся с ускорением электрические заряды

2. движущиеся равномерно точечные заряды
3. потенциальные, однородные электрические поля

4. изменяющееся во времени магнитное поле

5. стационарное, однородное магнитное поле

Ответ: Ускоренный заряд создает переменное магнитное поле.

$$\text{ускорение заряда} \Rightarrow \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \neq 0 \Rightarrow \text{rot } \vec{E} \neq 0 \tag{168.}$$

$$\left(\text{rot } \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}\right) \tag{169.}$$

Какой график представляет зависимость напряженности электрического поля $E(r)$ для равномерно заряженной сферы радиуса R

Ответ: По закону Гаусса:

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{q_{\text{внутр}}}{\varepsilon_0} \tag{170.}$$

$$q(r) = q\frac{r^3}{R^3} \tag{171.}$$

$$E(r)4\pi r^2 = \frac{qr^3}{\varepsilon_0 R^3} \tag{172.}$$

$$E(r) = k\frac{q}{R^3}r \tag{173.}$$

снаружи сферы

$$E(r)4\pi r^2 = \frac{q}{\varepsilon_0} \tag{174.}$$

$$E(r) = k\frac{q}{r^2} \tag{175.}$$

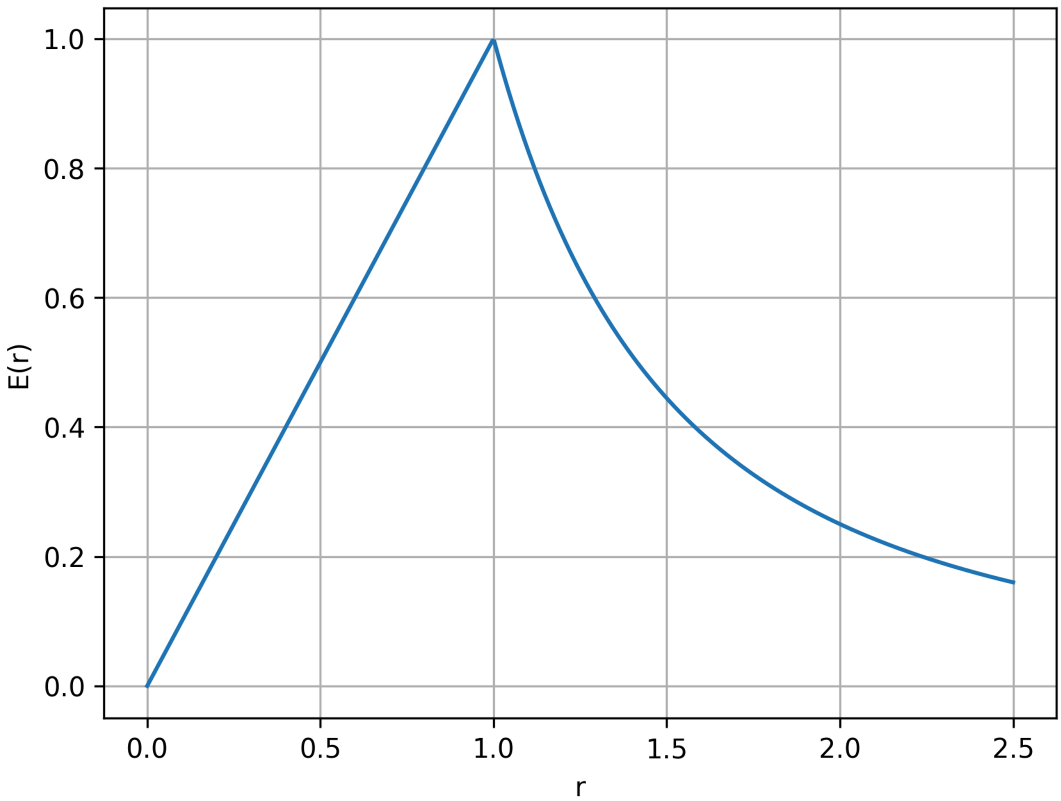

Рис. 5. Напряженность электрического поля равномерно заряженной сферы

Пластина из однородного изотропного диэлектрика с проницаемостью ε вплотную прилегает к проводящей пластине, заряженной с поверхностной плотностью σ. Поверхностная плотность связанных зарядов на поверхности диэлектрика σ' равна.

1. $\sigma' = \frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}\sigma$
2. $\sigma' = -\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}\sigma$
3. $\sigma' = \frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}\sigma$
4. $\sigma' = -\frac{\sigma}{\varepsilon}$

5. $\boldsymbol{\sigma' = -\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}\sigma}$

Ответ:

$$D = \sigma \qquad 176.$$

$$\vec{D} = \varepsilon_0 \varepsilon \vec{E} \qquad 177.$$

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0 \varepsilon} \quad 178.$$

$$\vec{P} = \varepsilon_0(\varepsilon - 1)\vec{E} \quad 179.$$

$$\vec{P} = \varepsilon_0(\varepsilon - 1)\frac{\sigma}{\varepsilon_0 \varepsilon} = \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon}\sigma \quad 180.$$

$$\sigma' = -P = -\frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon}\sigma \quad 181.$$

В каком случае поток вектора напряженности однородного электрического поля через произвольную замкнутую поверхность равен нулю?

1. только когда на поверхности находятся электрические заряды

2. только если вектор напряженности перпендикулярен поверхности во всех точках

3. всегда
4. никогда не равен нулю
5. только когда поверхность имеет сферическую форму

Ответ:

$$\Phi = \oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} \quad 182.$$

если $\vec{E} \perp d\vec{S}$, то $\vec{E} \cdot d\vec{S} = 0$, соответственно $\Phi = 0$

Электрическое поле создается заряженным равномерно по объему шаром из дэлектрика с проницаемостью $\varepsilon = 3$. Как изменится напряженность электрического поля на некотором расстоянии от центра шара внутри него, при уменьшении диэлектрической проницаемости в 2 раза.

1. увеличится в 2 раза

2. увеличится в 1.33 раза

3. не изменится
4. уменьшится в 4 раза
5. уменьшится в 1.33 раза

Ответ:

$$\varepsilon = 3, \varepsilon' = \frac{3}{2} \tag{183.}$$

$$\oint \vec{D} \cdot d\vec{S} = q_{\text{своб, внутри}} \tag{184.}$$

внутри шара

$$D \cdot 4\pi r^2 = \rho \cdot \frac{4}{3}\pi r^3 \tag{185.}$$

$$D = \frac{\rho r}{3} \tag{186.}$$

$$\vec{D} = \varepsilon_0 \varepsilon \vec{E} \tag{187.}$$

$$E = \frac{D}{\varepsilon_0 \varepsilon} \tag{188.}$$

$$E_1 = \frac{D}{\varepsilon_0 3} \tag{189.}$$

$$E_2 = \frac{D}{\varepsilon_0 \frac{3}{2}} \tag{190.}$$

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{3}{\frac{3}{2}} = 2 \tag{191.}$$
