

Электродинамика

Электростатика

Q: 1. Что такое электрический заряд?

А: Электрический заряд - это физическая скалярная величина, показывающая способность тел быть источником электромагнитных полей и принимать участие в электромагнитном взаимодействии. Минимальная величина электрического заряда e (т.н. *элементарный заряд*) приблизительно равна $1.6 \cdot 10^{-19}$ Кл (Кл - **кулон**). Такими зарядами обладают, например, электрон и протон $-e$ и $+e$. Заряд любого тела можно представить в виде: $q = \pm Ze$, где Z - целое число.

Q: 2. Сформулируйте закон Кулона.

А: Закон взаимодействия неподвижных точечных зарядов был установлен экспериментально Шарлем Огюстеном де Кулоном в 1785 году. Этот закон может быть записан в виде формулы:

$$\vec{F}_{12} = k \frac{q_1 q_2}{|\vec{r}_{12}|^3} \vec{r}_{12},$$

где $\vec{F}_{12}$ - сила, действующая со стороны первого заряда на второй; $\vec{r}_{12}$ - вектор, направленный по прямой, соединяющий заряды в направлении от первого ко второму; q_1, q_2 - величины взаимодействующих зарядов с учетом знаков; k - коэффициент пропорциональности, зависящий от выбранной системы единиц.

В системе СИ: $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \approx 9 \cdot 10^9$ м/Ф (Ф - **фарад**). Величина $\epsilon_0 \approx 0.885 \cdot 10^{-11}$ Ф/м называется электрической постоянной.

Q: 3. Дайте определение напряженности электрического поля.

А: Силовой характеристикой электрического поля является напряженность $\vec{E} = \vec{E}(\vec{r})$. Для определения напряженности в некоторой области пространства следует поместить в каждую точку этой области с радиус-вектором $\vec{r}$ пробный заряд q' . Тогда $\vec{E}(\vec{r})$ определяется по формуле:

$$\vec{E}(\vec{r}) = \frac{\vec{F}(\vec{r})}{q'}$$

где $\vec{F}(\vec{r})$ - сила, действующая на пробный заряд. Она зависит от q' . Если q' велико, то при внесении заряда q' будут соответственно изменяться положения зарядов, создающих поле $\vec{E}$. Но если q' достаточно мало, то искажение поля будет незначительным и $\vec{E}(\vec{r})$, определяемое по написанной выше формуле, перестает зависеть от q' - становится характеристикой невозмущенного поля.

По размерности $[E] = \text{В/м}$ (**вольт/метр**), но его можно измерять и в единицах Н/Кл (**ньютон/кулон**).

Q: 4. По какой формуле вычисляется напряженность электрического поля точечного заряда?

A: Из определения напряжения электрического поля можно получить выражение для поля точечного заряда (для напряженности в произвольной точке). Для этого заменяем в законе Кулона: $q_1 = q$, $q_2 = q'$ и получим:

$$\vec{E} = k \frac{q}{r^2} \cdot \frac{\vec{r}}{r}.$$

Q: 5. Сформулируйте принцип суперпозиции для вектора $\vec{E}$.

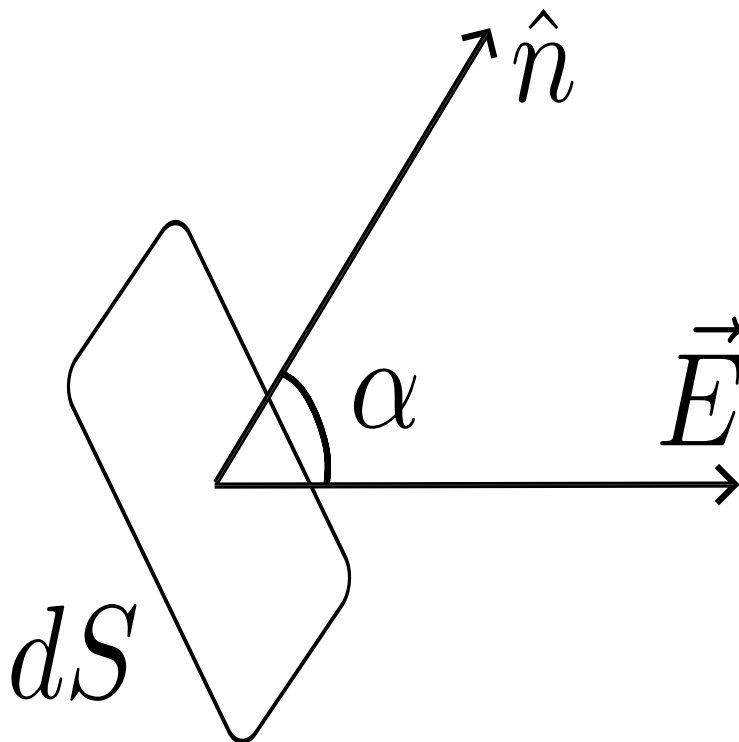
A: Из свойства электрического поля (независимость взаимодействий зарядов) следует принцип суперпозиции (наложения) электрических полей: $\vec{E}(\vec{r}) = \sum \vec{E}_i(\vec{r})$, где $\vec{E}_i(\vec{r})$ - напряженность в точке $\vec{r}$, создаваемая i -й частью системы зарядов независимо от наличия других частей. Для системы точечных зарядов формула выше переходит в

$$\vec{E} = k \sum \frac{q_i}{r_i^2} \cdot \frac{\vec{r}_i}{r_i}$$

где $\vec{r}_i$ - радиус-вектор, проведенный из точки нахождения заряда в интересующую нас точку.

Q: 6. Дайте определение потока вектора $\vec{E}$.

А: **Поток вектора $\vec{E}$.** Для удобства представим, что густота силовых линий равна E . Тогда число линий, пронизывающих площадку dS (см. рис.) с нормалью $\vec{n}$ равна $E dS \cos \alpha$. Это число равно потоку $d\Phi$ вектора $\vec{E}$ сквозь площадку dS .



Если ввести вектор элементарной площадки $d\vec{S} = \hat{n}dS$, то поток можно представить в форме: $d\Phi = \vec{E}d\vec{S} = E_n dS$, где E_n - проекция вектора $\vec{E}$ на нормаль $\vec{n}$. Для отдельной площадки $\vec{n}$ определено неоднозначно (2 варианта), но если dS принадлежит замкнутой поверхности, то, как правило, вектор нормали $\vec{n}$ направляют наружу объема, охватываемого поверхностью. Полный поток, по его смыслу, равен

$$\Phi = \int_S \vec{E}d\vec{S}.$$

Q: 7. Сформулируйте теорему Гаусса в интегральной форме.

А: Теорема Гаусса:

$$\oiint_S \vec{E}d\vec{S} = \frac{q_{\text{внутр}}}{\epsilon_0}$$

Поток вектора $\vec{E}$ сквозь замкнутую поверхность равен, с точностью до множителя $\frac{1}{\varepsilon_0}$, алгебраической сумме зарядов $q_{\text{внутр}}$, находящихся внутри этой поверхности.

Если заряд распределен непрерывно, то при вычислении $q_{\text{внутр}}$ сумма заменяется интегралом по объему, поверхности или линии, которые попали внутрь поверхности, соответственно: $\int \rho dV$, $\int \sigma dS$, $\int \lambda dl$.

Q: 8. Сформулируйте теорему Гаусса в дифференциальной форме.

А: Пренебрежем дискретностью заряда, считая его распределенным в пространстве с плотностью $\rho = \rho(\vec{r})$. В этом случае теорема Гаусса имеет следующий вид:

$$\oiint_S \vec{E} d\vec{S} = \frac{1}{\varepsilon_0} \int_V \rho dV.$$

Интеграл по поверхности, можно с помощью математической теоремы Остроградского-Гаусса преобразовать к форме

$$\oint \vec{E} d\vec{S} = \int_V \text{div } \vec{E} dV.$$

Так как это справедливо для любых по форме и величине объемов, то из сравнения интегралов, представленных выше, следует

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

Q: 9. В чем заключается физический смысл $\text{div } \vec{E}$?

А: Дивергенция $\text{div } \vec{E}$ является скалярной величиной. Формула вычисления $\text{div } \vec{E}$ в разных системах координат выглядит по-разному. В произвольной системе координат $\text{div } \vec{E}$ (это справедливо для любого векторного поля) определяется как

$$\text{div } \vec{E} = \lim_{V \rightarrow 0} \frac{1}{V} \oiint \vec{E} d\vec{S}$$

В декартовых координатах:

$$\operatorname{div} \vec{E} = \frac{\partial E_x}{\partial x} + \frac{\partial E_y}{\partial y} + \frac{\partial E_z}{\partial z}$$

Если использовать векторный дифференциальный оператор $\vec{\nabla}$ (“набла”), который имеет вид $\vec{\nabla} = \hat{i} \frac{\partial}{\partial x} + \hat{j} \frac{\partial}{\partial y} + \hat{k} \frac{\partial}{\partial z}$, то $\operatorname{div} \vec{E}$ можно представить в виде скалярного “произведения”: $\operatorname{div} \vec{E} = \vec{\nabla} \cdot \vec{E}$.

Q: 10. Дайте определение циркуляции вектора $\vec{E}$.

А: Из механики известно, что любое стационарное поле центральных сил является консервативным, т.е. работа сил этого поля не зависит от формы пути, а зависит только от положения его начальной и конечной точки. Именно таким свойством обладает электростатическое поле - поле, образованное системой неподвижных зарядов. Если в качестве пробного заряда, переносимого из точки 1 заданного поля $\vec{E}$ в точку 2, взять единичный положительный заряд, то элементарная работа сил поля на перемещении $d\vec{l}$ равна $\vec{E}d\vec{l}$, а вся работа сил поля на этом пути: $\int_1^2 \vec{E}d\vec{l}$.

Этот интеграл берется по некоторой линии (пути), поэтому его называют линейным. Интеграл по замкнутому пути называют циркуляцией вектора $\vec{E}$ и обозначают $\oint$.

Q: 11. Сформулируйте теорему о циркуляции вектора $\vec{E}$?

А: Циркуляция вектора $\vec{E}$ в любом электростатическом поле равна нулю, т.е.

$$\oint \vec{E}d\vec{l} = 0$$

Это утверждение и называют теоремой о циркуляции вектора $\vec{E}$.

Q: 12. Дайте определение потенциального поля.

А: Поле, обладающее этим свойством, называют потенциальным. Значит, любое электростатическое поле является потенциальным.

Q: 13. Докажите, что линии электростатического поля $\vec{E}$ не могут быть замкнутыми.

A: Теорема о циркуляции вектора $\vec{E}$ позволяет сделать ряд важных выводов, практически не прибегая к расчетам.

Пример 1. Линии электростатического поля $\vec{E}$ не могут быть замкнутыми.

Если это не так и какая-то линия вектора $\vec{E}$ замкнута, то, взяв циркуляцию вектора $\vec{E}$ вдоль этой линии, мы сразу же придем к противоречию с теоремой, т.к. вдоль силовой линии $\vec{E}d\vec{r} > 0$. Значит, действительно, в электростатическом поле замкнутых линий вектора $\vec{E}$ не существует: линии начинаются на положительных зарядах и заканчиваются на отрицательных (или уходят в бесконечность).

Q: 14. По какой формуле можно определить потенциальную энергию системы точечных зарядов?

A: Электростатическое поле является потенциальным, т.е. работа его сил по перемещению заряда не зависит от форму пути. Работа сил поля при перемещении точечного заряда q из точки 1 в точку 2 равна убыли его потенциальной энергии:

$$A = W_1 - W_2.$$

Потенциальная энергия заряда q в системе зарядов q_i :

$$W = k \sum_i \frac{q \cdot q_i}{r_i}$$

где r_i - расстояние между q и q_i .

Полная потенциальная энергия системы точечных зарядов:

$$W = \frac{k}{2} \sum_i \sum_{j \neq i} \frac{q_i \cdot q_j}{r_{ij}},$$

где r_{ij} - расстояние между зарядами q_i и q_j .

Q: 15. Дайте определение потенциалов.

А: Энергетическая характеристика электростатического поля - потенциал:

$$\varphi(\vec{r}) = \frac{W(\vec{r})}{q}.$$

По физическому смыслу потенциал численно равен энергии единичного положительного заряда в данной точке. Единицей потенциала является **вольт (В)**.

Потенциал поля точечного заряда:

$$\varphi = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r}$$

Потенциал на бесконечности ($r \rightarrow \infty$) условно полагают равным нулю.

Q: 16. Чему равен потенциал системы точечных зарядов?

А: Потенциал системы неподвижных точечных зарядов:

$$\varphi = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_i \frac{q_i}{r_i}$$

где r_i - расстояние от точечного заряда q_i до интересующей нас точки поля.

Q: 17. Чему равен потенциал в случае непрерывного распределения заряда плотностью ρ ?

А: Если заряды, образующие систему, распределены непрерывно, то формула для потенциала имеет вид:

$$\varphi = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int \frac{\rho dV}{r},$$

где ρ - объемная плотность заряда в месте нахождения объема dV . Интегрирование проводится или по всему пространству, или по той его части, которая содержит заряды.

Если заряды расположены только на поверхности S , то

$$\varphi = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int \frac{\sigma dS}{r}$$

где σ - поверхностная плотность заряда, dS - элемент поверхности S . Аналогичное выражение будет и в том случае, когда заряды распределены линейно.

Потенциал поля можно также определить следующим образом:

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \int_1^2 \vec{E} d\vec{l},$$

где φ_1, φ_2 - значения потенциала в точках 1 и 2.

Работа сил поля при перемещении точечного заряда из точки 1 в точку 2:

$$A_{1-2} = q(\varphi_1 - \varphi_2)$$

Q: 18. Сформулировать теорему о циркуляции поля $\vec{E}$ в дифференциальной форме.

А: Теорема о циркуляции поля $\vec{E}$ в дифференциальном виде:

$$\text{rot } \vec{E} = 0$$

Вид ротора $\vec{E}$ зависит от выбранной системы координат. В жекартовых координатах:

$$\text{rot } \vec{E} = [\nabla, \vec{E}] = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ E_x & E_y & E_z \end{vmatrix}$$

Q: 19. Как связаны между собой напряженность электростатического поля $\vec{E}$ и его потенциал?

А: $\vec{E} = -\text{grad } \varphi$ - с помощью этой формулы устанавливается взаимно однозначная связь между силовым полем $\vec{E}(\vec{r})$ и энергетическим потенциалом $\varphi(\vec{r})$ - по одному из них можно найти другое.

Оператор градиента $\text{grad } \varphi$ по величине равен производной φ по перемещению в направлении наибольшего роста функции.

Явное выражение $\text{grad } \varphi$ зависит от выбранной системы координат. В декартовой системе координат:

$$\vec{E} = -\text{grad } \varphi = -\vec{\nabla}\varphi = -\left(\hat{i}\frac{\partial\varphi}{\partial x} + \hat{j}\frac{\partial\varphi}{\partial y} + \hat{k}\frac{\partial\varphi}{\partial z}\right)$$

Пример. Надо найти $\vec{E}(\vec{r})$ поля, потенциал которого равен:

1. $\varphi(x, y) = -axy$, где a некоторая скалярная константа;
2. $\varphi(\vec{r}) = -\vec{a}\vec{r}$, где $\vec{a}$ некоторый постоянный вектор.

Решение.

1. $\vec{E} = a(\hat{i}y + \hat{j}x)$.
 2. $\vec{E} = \nabla(\vec{a}\vec{r}) = \nabla(a_x x + a_y y + a_z z) = \hat{i}a_x + \hat{j}a_y + \hat{k}a_z = \vec{a}$.
-

Q: 20. Что такое эквипотенциальная поверхность?

A: Электрическое поле можно наглядно представить не только с помощью силовых линий, но и эквипотенциальных поверхностей $\varphi(\vec{r}) = \text{Const}$. Качественно легко по одной картине построить другую. Силовые линии перпендикулярны эквипотенциальным поверхностям.

Q: 21. Как расположены друг относительно друга эквипотенциальные поверхности и силовые линии поля $\vec{E}$?

A: Если проводить эквипотенциальные поверхности так, чтобы разность потенциалов для двух соседних поверхностей была одинаковой, то расстояние между ними будут обратно пропорционально величине напряженности. На рисунке представлена примерная двумерная картина электрического поля: пунктиром обозначены сечения эквипотенциальных поверхностей, сплошными линиями - силовые линии.

Q: 22. Дайте определение электрического диполя.

A: Система из двух точечных зарядов равных по модулю и противоположных по знаку $(-q, +q)$, расстояние между которыми l

называется **электрическим диполем** и характеризуется **электрическим дипольным моментом**:

$$\vec{p} = q\vec{l},$$

где вектор $\vec{l}$ проводится от $-q$ до $+q$.

Потенциал диполя в точке, расположенной на большом расстоянии от него ($r \gg l$), имеет вид:

$$\varphi(r, \theta) = k \frac{p \cos \theta}{r^2} = k \frac{\vec{p} \cdot \vec{r}}{r^3}.$$

В полярных координатах (r, θ) компоненты вектора напряженности электрического поля диполя записываются следующим образом:

$$E_r = -\frac{\partial \varphi}{\partial r} = k \frac{2p \cos \theta}{r^3}$$

$$E_\theta = -\frac{\partial \varphi}{r \partial \theta} = k \frac{p \sin \theta}{r^3}$$

$$E = \sqrt{E_r^2 + E_\theta^2} = k \frac{p}{r^3} \sqrt{1 + 3 \cos^2 \theta}$$

Потенциальная энергия диполя в электрическом поле:

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

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

Q: 23. Что такое электрический дипольный момент?

A:

Q: 24. Как найти момент сил, действующих на диполь?

A:

Q: 25. Какие молекулы называют полярными? неполярными?

A:

Q: 26. Опишите процесс поляризации диэлектрика.

A:

Q: 27. Какие заряды называют связанными? Сторонними?

A:

Q: 28. Дайте определение поляризованности $\vec{P}$.

A:

Q: 29. Что такое диэлектрическая восприимчивость вещества?

A:

Q: 30. Дайте определение вектора $\vec{D}$.

A:

Q: 31. Интегральная форма теоремы Гаусса для вектора $\vec{D}$.

A:

Q: 32. Дифференциальная форма теоремы Гаусса для вектора $\vec{D}$.

A:

Q: 33. Какие диэлектрики называют изотропными?

A:

Q: 34. Как связаны между собой $\vec{P}$ и $\vec{E}$ в изотропных диэлектриках?

A:

Q: 35. Как связаны между собой $\vec{D}$ и $\vec{E}$ в изотропных диэлектриках?

A:

Q: 36. Докажите, что внутри проводника, внесенного во внешнее электрическое поле, отсутствуют избыточные заряды.

A:

Q: 37. Чему равна напряженность электрического поля у поверхности проводника?

A:

Q: 38. Дайте определение емкости уединенного проводника.

A:

Q: 39. Что такое конденсатор?

A:

Q: 40. Дайте определение емкости конденсатора.

A:

Q: 41. Как вычислить емкость батареи конденсаторов при последовательном соединении? При параллельном?

A:

Q: 42. По каким формулам вычисляете энергия электрического поля?

A:

Q: 43. Как вычислить работу при поляризации диэлектрика?

A:

Постоянный электрический ток

Q: 1. *Что такое электрический ток?*

A:

Q: 2. *Дайте определение плотности тока.*

A:

Q: 3. *Сформулируйте уравнение непрерывности (в интегральной форме).*

A:

Q: 4. *Сформулируйте уравнение непрерывности (в дифференциальной форме).*

A:

Q: 5. *Сформулируйте закон Ома для однородного проводника.*

A:

Q: 6. *Сформулируйте закон Ома в локальном виде.*

A:

Q: 7. *Что такое сторонние силы?*

A:

Q: 8. *Сформулируйте обобщенный закон Ома в локальной форме.*

A:

Q: 9. *Сформулируйте закон Ома для неоднородного участка цепи.*

A:

Q: 10. *Сформулируйте закон Джоуля-Ленца (для однородного участка цепи).*

A:

Q: 11. *Сформулируйте закон Джоуля-Ленца в локальной форме для однородного участка цепи.*

A:

Q: 12. *Сформулируйте закон Джоуля-Ленца для неоднородного участка цепи.*

A:

Магнитное поле. Электромагнитная индукция

Q: 1. Дайте определение силы Лоренца.

A:

Q: 2. Что такое вектор $\vec{B}$?

A:

Q: 3. Сформулируйте принцип суперпозиции для вектора $\vec{B}$?

A:

Q: 4. Сформулируйте закон Био-Савара-Лапласа.

A:

Q: 5. Найдите поле $\vec{B}$ прямого тока.

A:

Q: 6. Какую силу называют силой Ампера?

A:

Q: 7. Дайте определение магнитного момента.

A:

Q: 8. Сформулируйте теорему Гаусса для вектора $\vec{B}$.

A:

Q: 9. В чем заключается механизм намагничивания?

A:

Q: 10. Дайте определение намагниченности $\vec{J}$.

A:

Q: 11. Какие токи называют молекулярными?

A:

Q: 12. Какие токи называют поверхностными токами намагничивания?

A:

Q: 13. Какие токи называют объемными токами намагничивания?

A:

Q: 14. Дайте определение вектора $\vec{H}$.

A:

Q: 15. Сформулируйте теорему о циркуляции вектора $\vec{H}$ (в интегральной и дифференциальной форме).

A:

Q: 16. Связь между $\vec{J}$ и $\vec{H}$? Между $\vec{B}$ и $\vec{H}$?

A:

Q: 17. В чем заключается явление электромагнитной индукции?

A:

Q: 18. Дайте определение ЭДС индукции.

A:

Q: 19. Сформулируйте правило Ленца.

A:

Q: 20. Какие токи называют токам Фуко?

A:

Q: 21. Сформулируйте закон электромагнитной индукции.

A:

Уравнения Максвелла

Q: 1. *Дайте определение тока смещения.*

A:

Q: 2. *Дайте определение полного тока.*

A:

Q: 3. *Сформулируйте теорему о циркуляции вектора $\vec{H}$ в случае произвольных токов (в интегральной и дифференциальной форме).*

A:

Q: 4. *Сформулируйте уравнения Максвелла.*

A:

Q: 5. *В чем заключается содержание этих уравнений?*

A:

Оптика

Q: 1. Уравнения Максвелла в интегральной форме (без вывода, но объяснением физического смысла всех членов).

A:

Q: 2. Уравнения Максвелла в дифференциальной форме (без вывода, но объяснением физического смысла всех членов).

A:

Q: 3. Уравнения Максвелла в интегральной форме для случая отсутствия токов и зарядов (без вывода, но объяснением физического смысла всех членов).

A:

Q: 4. Уравнения Максвелла в дифференциальной форме для случая отсутствия токов и зарядов (без вывода, но объяснением физического смысла всех членов).

A:

Q: 5. Волновое уравнение (без вывода, но объяснением физического смысла всех членов).

A:

Q: 6. Уравнение плоской ЭМ волны (без вывода, но объяснением физического смысла всех членов).

A:

Q: 7. Волновое число и волновой вектор (Определение. Направление. Формула).

A:

Q: 8. Волновой фронт (Определение. Примеры (сферический и плоский ВФ)).

A:

Q: 9. Показатель преломления среды (формула 1 через скорость света и фазовую скорость, формула 2 через проницаемости).

A:

Q: 10. Вектор Пойнтинга (формула без вывода, но объяснением физического смысла всех членов).

A:

Q: 11. Интенсивность ЭМ излучения (Размерность. Выражение через квадрат амплитуды.).

A:

Q: 12. Двухлучевая интерференция (Формула 1 через амплитуды и формула 2 через интенсивности).

A:

Q: 13. Связь разности хода и разности фаз (формула, с объяснением физического смысла всех членов).

A:

Q: 14. Условие максимума через разность хода и разность фаз (формула, с объяснением физического смысла всех членов).

A:

Q: 15. Условие минимума через разность хода и разность фаз (формула, с объяснением физического смысла всех членов).

A:

Q: 16. Видность интерференционной картины (формула, с объяснением физического смысла всех членов).

A:

Q: 17. Ширина интерференционной полосы на примере схемы Юнга (ШИП выражается через параметры схемы. Без вывода, но объяснением физического смысла всех членов).

A:

Q: 18. Время и длина когерентности (Определение. Формула без вывода.).

A:

Q: 19. Разность хода при интерференции в тонких пленках (Формула через толщину и показатель преломления пленки. Без вывода, но объяснением физического смысла всех членов)

A:

Q: 20. Вид интерференционной картины в случае плоскопараллельной пластины, клина, сферической линзы, лежащей на пластине (Словесное описание или эскиз. Особенности картин.).

A:

Q: 21. Принцип Гюйгенса Френеля (Определение, примеры для отверстия, экрана).

A:

Q: 22. Интеграл Фраунгофера (без вывода, но объяснением физического смысла всех членов).

A:

Q: 23. Решение интеграла Фраунгофера для узкой щели (без вывода, но объяснением физического смысла всех членов).

A:

Q: 24. Условие минимумов при дифракции на щели (без вывода, но объяснением физического смысла всех членов).

A:

Q: 25. Вид решения для круглого отверстия (без вывода, но объяснением физического смысла всех членов).

A:

Q: 26. Условие максимумов при дифракции на решетке (без вывода, но объяснением физического смысла всех членов).

A:

Q: 27. Разрешающая способность диф. решетки (без вывода, но объяснением физического смысла всех членов).

A:

Q: 28. Линейная поляризация(определение).

A:

Q: 29. Закон Малюса (без вывода, но объяснением физического смысла всех членов).

A:

Q: 30. Степень поляризации (без вывода, но объяснением физического смысла всех членов).

A:

Q: 31. Эллиптическая поляризация(определение).

A:

Q: 32. Двулучепреломление в кристаллах. Обыкновенный и необыкновенный луч. (Определение, причины нарушения законов геом. оптики.)

A:

Q: 33. Полуволновые и четверть волновые пластины (принцип работы с примерами).

A:

Q: 34. Формулы Френеля для s и p поляризации (без вывода, но объяснением физического смысла всех членов).

A:

Q: 35. Что называется углом Брюстера?

A:

Q: 36. Как связан угол Брюстера с показателями преломления среды, из которой падает волна и показателем преломления среды, в которую волна проходит.

A: