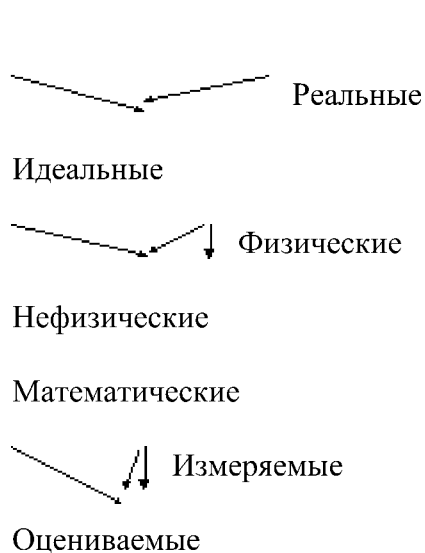


Экзаменационные вопросы

1. Как подразделяются все физические величины? Приведите примеры и дайте определения.



Идеальные величины относятся к математике и являются моделью конкретных реальных понятий. Они вычисляются тем или иным способом.

Реальные величины подразделяются на физические и нефизические. Нефизические величины используются в педагогике, философии, социологии, психологии и других науках и видах деятельности.

Например, в экономике оперируют со свойством, общим для всех видов товарной продукции, но в количественном отношении индивидуальным для каждого из них – стоимостью и ценой товара. Цена выражается в денежных знаках. Цена и стоимость называются экономическими показателями. В сфере промышленного производства используют такое сложное свойство продукции как её качество. Качество – это совокупность свойств продукции, обуславливающих удовлетворение определенных потребностей в соответствии с назначением продукции. В квалиметрии – процедуре измерения (оценивания) качества, качество продукции определяется через такие показатели как функциональное

назначение продукции, её безопасность, надежность, сохраняемость, эстетичность и т.д.

Физические величины бывают измеряемые и оцениваемые. Измеряемые физические величины могут быть выражены количественно, в виде определенного числа установленных единиц измерения. Физические величины, для которых по тем или иным причинам не может быть введена единица измерения, могут быть только оценены, то есть величине может быть приписано определенное число по установленным правилам.

Нефизические величины, для которых единица измерения в принципе не может быть введена, могут быть только оценены.

Для выявления общих метрологических особенностей отдельных групп физических величин необходимо их классифицировать.

Классификации физических величин

1. По видам явлений физические величины делятся на

Энергетические (активные)

Вещественные (пассивные)

Характеризующие протекание процессов во времени

К энергетическим или активным величинам относятся ток, напряжение, мощность, энергия. Активные величины могут быть измерены непосредственно, без использования вспомогательных источников энергии. Вещественные величины, например, масса, плотность, электрическое сопротивление и т.д. называют пассивными. Для их измерения необходимо использовать вспомогательный источник энергии, с помощью которого пассивные физические величины преобразуются в активные, которые далее измеряются. Физические величины, характеризующие протекание процессов во времени – это величины, зависящие от времени и пространства, например, спектральные характеристики сигналов в сейсморазведке.

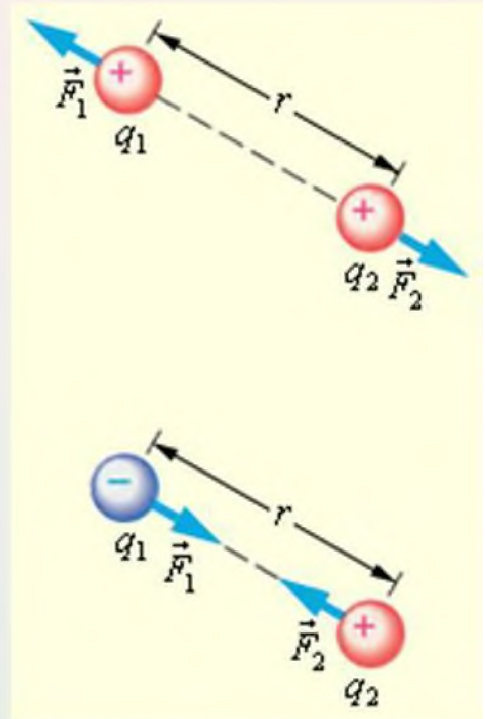
2. Физический смысл закона Кулона.

Фундаментальный физический закон электромагнетизма. Величина электростатической силы F между двумя точечными зарядами q_1 и q_2 прямо пропорциональна произведению величин зарядов и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними. Подобные заряды отталкиваются друг от друга, а противоположные взаимно притягиваются.

Закон Кулона

Силы взаимодействия неподвижных зарядов прямо пропорциональны произведению модулей зарядов и обратно пропорциональны квадрату расстояния между ними:

$$F = k \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{r^2}$$



3. Какие виды сред вы знаете?

В зависимости от характера параметров ε, μ, σ среды можно классифицировать следующим образом.

Среды, обладающие одинаковыми свойствами во всех точках, называются однородными. Среды, параметры которых задаются функциями координат, называются неоднородными. Среды, свойства которых не зависят от величины поля, называются линейными. Примером линейных сред являются диамагнетики $\mu < 1$ и парамагнетики $\mu > 1$.

Среды, параметры которых являются функциями электрического и магнитного полей, называются нелинейными. Примером нелинейных сред являются ферромагнетики. Среды, свойства которых не зависят от направления векторов $\vec{E}$ и $\vec{H}$, называются изотропными. Среды, параметры которых меняются в зависимости от направления векторов магнитного и электрического поля, называются анизотропными. Примером анизотропной среды является феррит в постоянном магнитном поле.

4. Чем характеризуется напряженность поля?

Вокруг заряда всегда есть электрическое поле, основное свойство которого заключается в том, что на всякий другой заряд, помещенный в это поле, действует сила. Напряжённость электрического поля — векторная физическая величина, характеризующая электрическое поле в данной точке. Силовой характеристикой поля создаваемого зарядом является отношение силы действующей на заряд к величине этого заряда называемое напряженностью электростатического поля, т.е.

$$E = \frac{F}{q} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

Вектор напряженности электростатического поля равен силе, действующей в данной точке на помещенный в нее пробный единичный положительный заряд.

Единица измерения напряженности электростатического поля — ньютон на кулон(Н/Кл).

1Н/Кл – напряженность такого поля, которое на точечный заряд 1 Кл действует с силой в 1 н.

ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ И ЕГО ХАРАКТЕРИСТИКИ

ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ – это особый вид материи, посредством которой осуществляется силовое взаимодействие между заряженными частицами или телами. Они также являются источником электрического поля.

Силовой характеристикой электрического поля является **НАПРЯЖЁННОСТЬ** (E) – векторная величина, равная отношению силы, действующей в данной точке поля на точечный заряд, к величине этого заряда

Энергетической характеристикой электрического поля является **ПОТЕНЦИАЛ** (φ) – скалярная величина, равная работе по перемещению положительного электрического заряда в 1 Кл в электрическом поле в бесконечность.

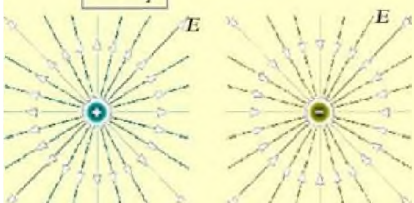
$$E = \frac{F}{q}$$
$$[E] = \text{В/м}$$

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \frac{A}{q}$$
$$\varphi = \frac{Q}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r}$$

$\epsilon_0 \approx 8,84 \cdot 10^{-12} \text{Ф/м}$ – электрическая постоянная,
 ϵ – диэлектрическая проницаемость среды.

Потенциал электрического поля (точнее разность потенциалов) можно измерить!

Напряжённость поля вычисляют как отрицательный градиент электрического потенциала.



5. Чему равна сила, действующая на пробный точечный заряд, находящийся в пространстве?

Взаимодействие неподвижных зарядов осуществляется посредством электрического поля.

Всякий заряд возбуждает в окружающем его пространстве электрическом поле, которое проявляет себя в том, что на помещенный в какую-либо его точку заряд действует сила.

Таким образом, для обнаружения и исследования электрического поля можно использовать точечный «пробный» заряд $q_{пр}$.

Опыт показывает, что сила F , действующая на неподвижный точечный пробный заряд $q_{пр}$, всегда может быть представлена как:

$$F = q_{пр} E, (1.5)$$

где вектор E называют напряженностью электрического поля в данной точке.

Напряженность электрического поля

Напряженность – силовая характеристика электрического поля – она определяет силу, с которой эл. поле действует на эл. заряд.

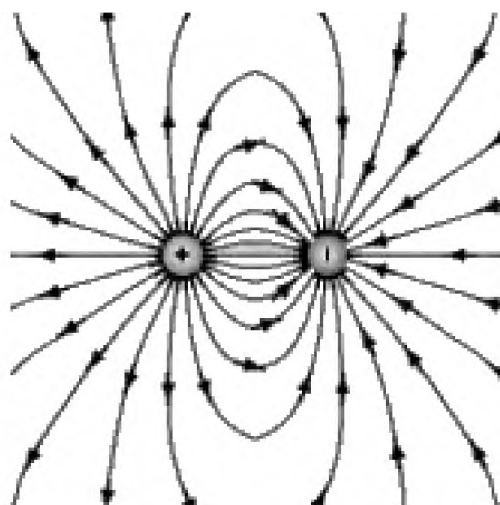
$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$$

$$[E] = \frac{H}{Kл}$$

$$\vec{F} = \vec{E} \cdot q$$



6. Зарисуйте схематически электрическое поле двух разноименных зарядов? Опишите процесс взаимодействия.



Силовые линии электрического поля, образованные двумя зарядами

Электрические силовые линии позволяют характеризовать электрическое поле. Ими пользуются при объяснении многих электрических явлений.

Следует твердо помнить об условности понятия «электрическая силовая линия». Это не что иное, как графическое изображение реально существующего электрического поля. Пользуясь таким условным изображением, можно наглядно и просто охарактеризовать направление движения зарядов в поле, уяснить характер взаимодействия заряженных тел и т. д.

Для ряда простых случаев графическое построение электрического поля не вызывает затруднений. Нужно только помнить следующее:

- силовые линии направлены от положительных зарядов к отрицательным (направление движения пробного положительного заряда);
- силовые линии начинаются на положительном заряде и кончаются на отрицательном;
- силовые линии должны быть направлены всегда перпендикулярно поверхности заряженного тела.

Следует запомнить, что положительный заряд, внесенный в электрическое поле, будет перемещаться от точек с более высоким потенциалом к точкам с более низким потенциалом. Наоборот, отрицательный заряд, внесенный в электрическое поле, будет перемещаться от точек с более низким потенциалом к точкам с более высоким потенциалом.

7. Как связан вектор D с напряженностью электрического поля?

Электрическая индукция (электрическое смещение) — векторная величина, равная сумме вектора напряжённости электрического поля и вектора поляризации. $D=E+4\pi P$, где D вектор электрической индукции, E - напряженность электрического поля, P - вектор поляризации. (4π - четыре π)

Вектор электрической индукции D (называемый также электрическим смещением) является суммой двух векторов различной природы: напряжённости электрического поля E - главной характеристики этого поля - и поляризации P , которая определяет электрическое состояние вещества в этом поле. В системе Гаусса:

$$D = E + 4\pi P \quad (1) \quad (4\pi - \text{постоянный коэффициент});$$

в системе СИ

$D = \epsilon_0 E + P, \quad (1c) \quad \text{где } \epsilon_0 - \text{размерная константа, называемая электрической постоянной или диэлектрической проницаемостью вакуума.}$

8. Что такое диэлектрическая проницаемость среды?

Диэлектрическая проницаемость среды — физическая величина, характеризующая свойства изолирующей (диэлектрической) среды и показывающая зависимость электрической индукции от напряжённости электрического поля.

Определяется эффектом поляризации диэлектриков под действием электрического поля (и с характеризующей этот эффект величиной диэлектрической восприимчивости среды).

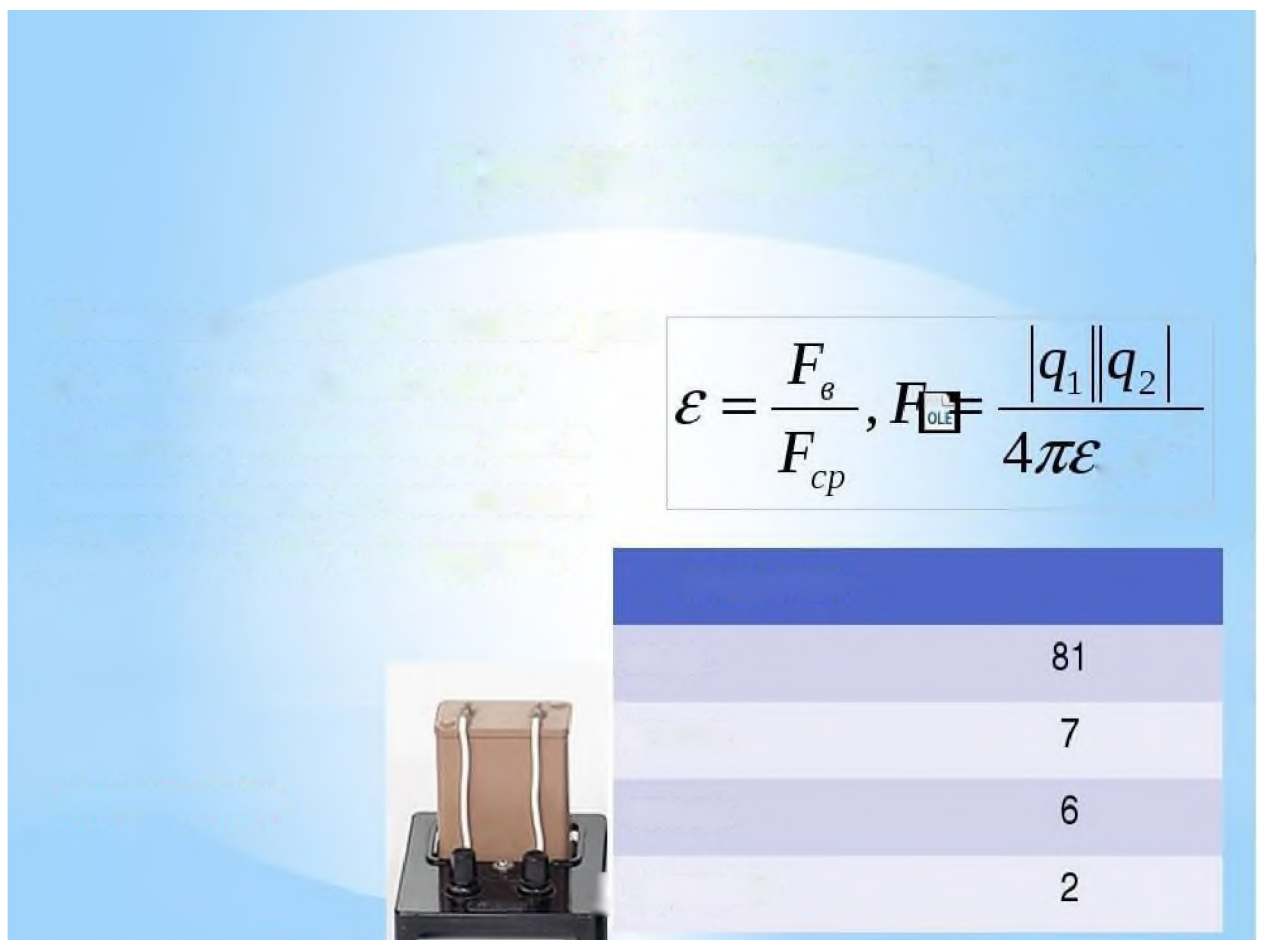
Различают относительную и абсолютную диэлектрические проницаемости.

Относительная диэлектрическая проницаемость ϵ является безразмерной и показывает, во сколько раз сила взаимодействия двух электрических зарядов в среде меньше, чем в вакууме. Эта величина для воздуха и большинства других газов в нормальных условиях близка к единице (в силу их низкой плотности). Для большинства твёрдых или жидких диэлектриков относительная диэлектрическая проницаемость лежит в диапазоне от 2 до 8 (для статического поля). Диэлектрическая постоянная воды в статическом поле достаточно высока — около 80. Велики её значения для веществ с молекулами, обладающими большим электрическим дипольным моментом. Относительная диэлектрическая проницаемость сегнетоэлектриков составляет десятки и сотни тысяч.

Абсолютная диэлектрическая проницаемость в зарубежной литературе обозначается буквой ϵ , в отечественной преимущественно используется сочетание $\epsilon\epsilon_0$, где ϵ_0 — электрическая постоянная. Абсолютная диэлектрическая проницаемость используется только в Международной системе единиц (СИ), в которой индукция и напряжённость электрического поля измеряются в различных единицах. В системе СГС необходимость в введении абсолютной диэлектрической проницаемости отсутствует.

Абсолютная диэлектрическая постоянная (как и электрическая постоянная) имеет размерность $L-3M-1T4I^2$. В единицах Международной системы единиц (СИ): $[\epsilon_0]=\text{Ф/м}$.

Следует отметить, что диэлектрическая проницаемость в значительной степени зависит от частоты электромагнитного поля. Это следует всегда учитывать, поскольку таблицы справочников обычно содержат данные для статического поля или малых частот вплоть до нескольких единиц кГц без указания данного факта. В то же время существуют и оптические методы получения относительной диэлектрической проницаемости по коэффициенту преломления при помощи эллипсометров и рефрактометров. Полученное оптическим методом (частота 1014 Гц) значение будет значительно отличаться от данных в таблицах.



$$\epsilon = \frac{F_v}{F_{cp}}, F_{OLE} = \frac{|q_1||q_2|}{4\pi\epsilon}$$

81
7
6
2

9. Какие виды сред вы знаете? Дайте краткую характеристику каждой из них.

В зависимости от характера параметров ε, μ, σ среды можно классифицировать следующим образом.

Среды, обладающие одинаковыми свойствами во всех точках, называются однородными. Среды, параметры которых задаются функциями координат, называются неоднородными. Среды, свойства которых не зависят от величины поля, называются линейными. Примером линейных сред являются диамагнетики $\mu < 1$ и парамагнетики $\mu > 1$.

Среды, параметры которых являются функциями электрического и магнитного полей, называются нелинейными. Примером нелинейных сред являются ферромагнетики. Среды, свойства которых не зависят от направления векторов $\vec{E}$ и $\vec{H}$, называются изотропными. Среды, параметры которых меняются в зависимости от направления векторов магнитного и электрического поля, называются анизотропными. Примером анизотропной среды является феррит в постоянном магнитном поле.

10. Пояснить теорему Гаусса-Остроградского.

Если поверхность не охватывает заряд, то поток, создаваемый зарядом через замкнутую поверхность равен нулю, т.е. число линий смещения входящих в эту поверхность равно числу выходящих. Обобщая вышесказанное можно заключить, что поток вектора электростатического смещения через замкнутую поверхность равен алгебраической сумме всех зарядов, расположенных внутри поверхности.



Теорема Остроградского- Гаусса

1. Точечный положительный заряд находится **внутри** замкнутой поверхности S . Рассмотрим поток вектора $\vec{D}$ через площадку $d\vec{S}$ (по определению)

$$d\Phi_D = \vec{D} \cdot d\vec{S} = \frac{1}{4\pi} \cdot \frac{q}{r^2} \cdot dS \cos \alpha,$$

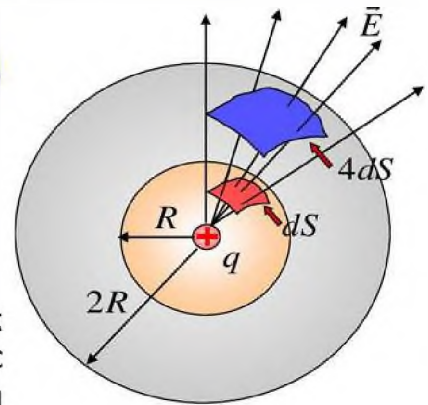
$$dS \cos \alpha = dS_{\perp}$$

С другой стороны, dS можно рассматривать, как элемент сферической поверхности радиуса r с центром в точке, где находится заряд q . Тогда телесный угол:

$$d\omega = \frac{dS_{\perp}}{r^2} = \frac{dS \cos \alpha}{r^2}, \text{ а поток } d\Phi_D = \frac{1}{4\pi} q d\omega$$

Тогда поток через всю поверхность S -
$$\Phi_D = \oint_S d\Phi_D = \int_0^{4\pi} \frac{q}{4\pi} d\omega = q$$

Поток вектора электрической индукции через произвольную замкнутую поверхность равен заряду, заключенному внутри этой поверхности



$$\Phi_D = q, [Кл]$$

$$\Phi_E = \frac{q}{\epsilon_0 \epsilon}, [В \cdot м]$$