



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Естественные науки»

Практикум

по физике для иностранных слушателей
дополнительных общеобразовательных
программ

«Физика. Взаимодействие электрических зарядов »

Автор
Цветковская С.М.

Ростов-на-Дону, 2017

Аннотация

Методические указания к практическим занятиям по физике предназначены для иностранных слушателей дополнительных общеобразовательных программ по инженерно-технической и технологической, медико-биологической и естественнонаучной направленности. Содержат краткую теорию, контрольные вопросы, практические задания и пример их выполнения.

Рекомендуются для практических занятий и самостоятельной работы слушателей.

Авторы



к.ф.-м.н., доцент,
доцент кафедры
«Естественные науки»
Цветковская С.М.



Оглавление

1.Краткая теория	4
1.1 Введение	4
1.2 Закон сохранения зарядов	5
1.3 Взаимодействие зарядов.....	5
1.4 Закон Кулона	5
1.5 Контрольные вопросы.....	7
2. Задачи	7
3.Пример решения задачи	10
4.Список литературы	11

1. КРАТКАЯ ТЕОРИЯ

1.1 Введение

Электростатика – это часть учения об электричестве, которая изучает взаимодействие неподвижных тел, имеющих электрические заряды (электрически заряженные тела).

Электрически заряженное тело – это тело, которое имеет электрический заряд.

Электрический заряд – это физическая скалярная величина, которая характеризует электрическое взаимодействие электрически заряженных тел.

В природе существует два рода электрических зарядов. Американский физик Ф.Франклин (1706 – 1790) предложил назвать один род – положительными, другой отрицательными зарядами.

Внимание!

В природе существуют только два рода электричества:

- положительные заряды, которые обозначаются знаком «+»,
- отрицательные заряды, которые обозначаются знаком «-».

Электрический заряд – это количественная характеристика электрического взаимодействия. Электрический заряд обозначается латинскими буквами «q» или «Q».

Электрический заряд измеряется в кулонах:

$[q]_{\text{СИ}} = \text{Кл (кулон)}$.

Электрон – это частица, которая имеет наименьший отрицательный заряд. Заряд электрона обозначается « e^- ».

Протон – это частица, которая имеет наименьший положительный заряд. Заряд протона обозначается « e^+ ».

Электрон и протон называются элементарными частицами. Заряд элементарной частицы равен:

$$|e^-| = |e^+| = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл.}$$

Электрический заряд любого заряженного тела равен целому числу элементарных зарядов.

1.2 Закон сохранения зарядов

В электрически изолированной системе, которая состоит из N заряженных взаимодействующих тел, алгебраическая сумма всех электрических зарядов есть величина постоянная.

$$Q = \sum_{i=1}^N q_i = \text{const}.$$

Электрические заряды не возникают и не уничтожаются, а перераспределяются между взаимодействующими телами.

1.3 Взаимодействие зарядов

Эксперимент показывает, что разноимённые заряды (e^+ , e^-) притягиваются, а одноимённые (e^+ , e^+) или (e^- , e^-) отталкиваются.

1.4 Закон Кулона

Точечные заряды – это заряды таких тел, размерами которых можно пренебречь по сравнению с расстоянием между ними.

Кулон экспериментально установил закон:

В вакууме два точечных заряда взаимодействуют с силой, которая прямо пропорциональна величинам зарядов, обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними. Сила направлена по прямой линии, которая соединяет эти заряды.

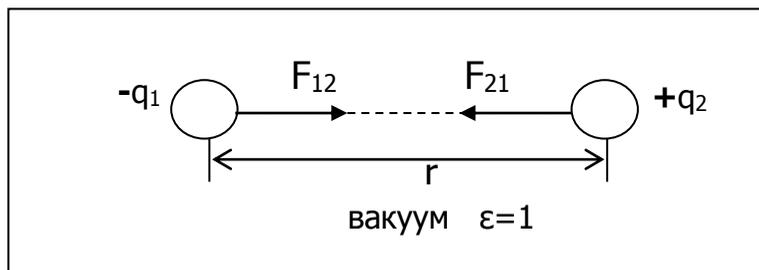


Рис.1 Взаимодействие электрических зарядов в вакууме

$$\left| \vec{F}_{12} \right| = \left| \vec{F}_{21} \right| = \left| \vec{F}_0 \right|; \text{ (Третий закон Ньютона)}$$

$$F_0 = k \cdot \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{r^2}, \text{ (закон Кулона)}$$

где:

F_0 – сила электрического взаимодействия зарядов в вакууме;

$|q_1|, |q_2|$ - модули взаимодействующих электрических зарядов;

r – расстояние между зарядами;

k – коэффициент пропорциональности.

В системе СИ коэффициент пропорциональности имеет вид:

$$k = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0},$$

ϵ_0 – электрическая постоянная,

$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Кл}^2/\text{Н} \cdot \text{м}^2$; $k = 9,00 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$.

Закон Кулона для зарядов, которые находятся в среде с диэлектрической проницаемостью ϵ :

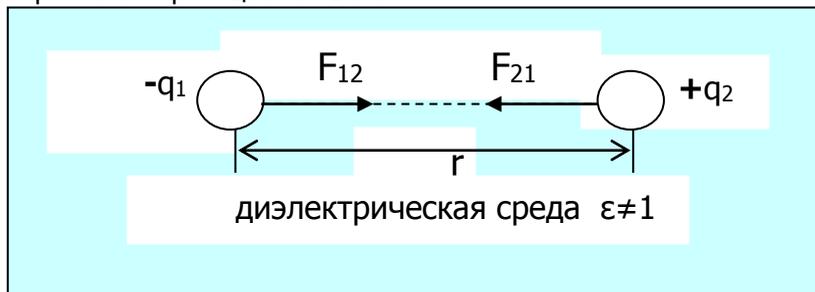


Рис.2 Взаимодействие электрических зарядов в диэлектрике

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

где:

F – сила электрического взаимодействия зарядов в среде;

ϵ – относительная диэлектрическая проницаемость среды.

Диэлектрическая проницаемость ϵ характеризует электрические свойства среды.

$$F = \frac{F_0}{\epsilon}$$

Сила взаимодействия двух точечных зарядов в среде F в ϵ меньше силы взаимодействия этих зарядов в вакууме F_0 (расстояние между зарядами в обеих ситуациях не изменяется).

1.5 Контрольные вопросы

- 1.5.1. Что такое электростатика?
- 1.5.2. Что изучает электростатика?
- 1.5.3. Что такое электрически заряженное тело?
- 1.5.4. Какое взаимодействие заряженных тел характеризует электрический заряд?
- 1.5.5. Какими буквами обозначаются электрические заряды?
- 1.5.6. Какие два вида электрических зарядов Вы знаете? Назовите их.
- 1.5.7. В каких единицах измеряются электрические заряды?
- 1.5.8. Чему равен заряд электрона?
- 1.5.9. Чему равен заряд протона?
- 1.5.10. Сформулируйте закон сохранения электрического заряда.
- 1.5.11. Как взаимодействуют электрические заряды?
- 1.5.12. Закон Кулона.
- 1.5.13. Что такое точечные электрические заряды?
- 1.5.14. Как обозначается диэлектрическая проницаемость?
- 1.5.15. Каков физический смысл диэлектрической проницаемости?

2. ЗАДАЧИ

2.1. Два точечных заряда $q_1=10 \cdot 10^{-8}$ Кл и $q_2=-2 \cdot 10^{-8}$ Кл взаимодействуют в вакууме ($\epsilon = 1$) на расстоянии $r=3$ м. Определить силу взаимодействия зарядов.

2.2. Два точечных заряда $q_1=8 \cdot 10^{-8}$ Кл и $q_2=-5 \cdot 10^{-8}$ Кл взаимодействуют в керосине ($\epsilon = 2$) на расстоянии $r=5$ м. Определить силу взаимодействия зарядов.

2.3. Два точечных заряда $q_1=6 \cdot 10^{-8}$ Кл и $q_2=4 \cdot 10^{-8}$ Кл взаимодействуют в керосине ($\epsilon = 2$) на расстоянии $r=2$ м. Определить силу взаимодействия зарядов.

а) в вакууме ($\epsilon_1 = 1$);

б) в воде ($\epsilon_2 = 81$)

в) определить какая сила будет больше и во сколько раз.

2.4. Два точечных заряда q_1 и q_2 взаимодействуют в вакууме ($\epsilon = 1$) на расстоянии r с силой F_0 . Как изменится сила взаимодействия между зарядами F , если:

- увеличить величину каждого заряда в 2 раза;
- увеличить расстояние между зарядами в 3 раза;
- увеличить величину каждого заряда в 2 раза и одновременно поместить эти заряды в керосин ($\epsilon = 2$);
- увеличить величину каждого заряда в 3 раза и одновременно увеличить расстояние между зарядами в 3 раза;
- увеличить расстояние между зарядами в 2 раза и одновременно поместить эти заряды в среду, у которой ϵ в 2 раза больше;
- уменьшить величину одного заряда в 2 раза, величину другого заряда увеличить в 2 раза, а расстояние между зарядами уменьшить в 5 раз.

2.5. Два одинаковых точечных заряда $q_1 = q_2 = q$ взаимодействуют в вакууме на расстоянии $r = 10$ см с силой $F = 12,96 \cdot 10^{-6}$ Н. Определить величину каждого заряда.

2.6. Два точечных заряда q_1 и q_2 находятся в вакууме ($\epsilon_1 = 1$) на расстоянии $r_1 = 0,3$ м и взаимодействуют с силой $F = 30$ Н. Величина одного заряда в 3 раза больше другого ($q_1 = 3 \cdot q_2$).

- Определить величину каждого заряда.
- Определить на каком расстоянии в воде ($\epsilon_2 = 81$) эти же заряды будут взаимодействовать с такой же силой.

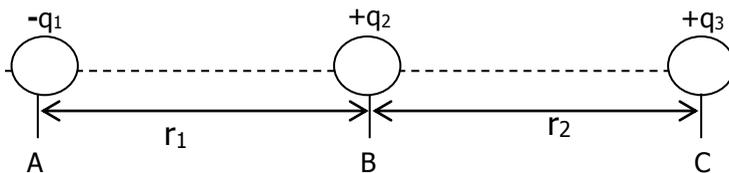
2.7. Два точечных заряда q_1 и q_2 находятся в керосине ($\epsilon_1 = 2$) на расстоянии $r_1 = 20$ см. На каком расстоянии $r_2 = ?$ они должны находиться в воздухе ($\epsilon_2 = 1$), чтобы сила взаимодействия между ними была такая же?

2.8. Два точечных заряда q_1 и q_2 находятся в воздухе ($\epsilon_1 = 1$) на расстоянии $r_1 = 5$ см и взаимодействуют с силой $F_1 = 12 \cdot 10^{-5}$ Н. Определить диэлектрическую проницаемость среды ($\epsilon_2 = ?$), в которой эти заряды взаимодействуют на расстоянии $r_2 = 10$ см с силой $F_2 = 1,5 \cdot 10^{-5}$ Н.

2.9. Два точечных заряда q_1 и q_2 находятся в вакууме ($\epsilon = 1$) на расстоянии $r_1 = 0,2$ м и взаимодействуют с силой $F_1 = 0,16$ Н. Определить на каком расстоянии ($r_2 = ?$) эти заряды будут взаимодействовать с силой $F_2 = 10 \cdot 10^{-3}$ Н.

2.10. Два точечных заряда q_1 и q_2 находятся в вакууме ($\epsilon = 1$) на расстоянии $r_1 = 5$ см и взаимодействуют с силой $F_1 = 10 \cdot 10^{-5}$ Н. Определить с какой силой ($F_2 = ?$) эти заряды будут взаимодействовать на расстоянии $r_2 = 10$ см.

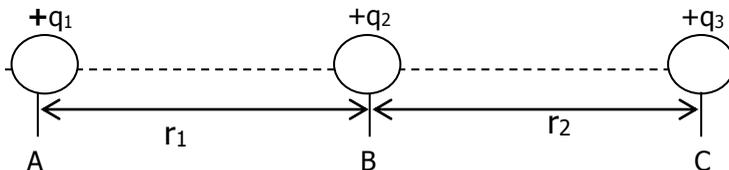
2.11. Точечные заряды $q_1 = 2 \cdot 10^{-8}$ Кл; $q_2 = 12 \cdot 10^{-8}$ Кл; $q_3 = 8 \cdot 10^{-8}$ Кл расположены в вакууме ($\epsilon = 1$) в точках **A**, **B** и **C** так, как показано на рисунке.



Определить результирующую силу, которая действует:

- 1) на заряд q_1 в точке **A**,
- 2) на заряд q_2 в точке **B**,
- 3) на заряд q_3 в точке **C**, если расстояние $r_1 = 4$ см, $r_2 = 2$ см.

2.12. Точечные заряды $q_1 = 3 \cdot 10^{-8}$ Кл; $q_2 = 5 \cdot 10^{-8}$ Кл; $q_3 = 8 \cdot 10^{-8}$ Кл расположены в вакууме ($\epsilon = 1$) в точках **A**, **B** и **C** так, как показано на рисунке.

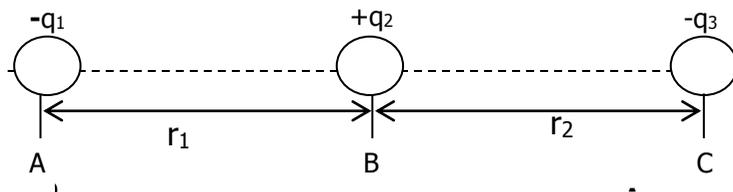


Определить результирующую силу, которая действует:

- 1) на заряд q_1 в точке **A**,
 - 2) на заряд q_2 в точке **B**,
 - 3) на заряд q_3 в точке **C**,
- если расстояние $r_1 = 3$ см, $r_2 = 6$ см.

2.13. Точечные заряды $q_1 = 3 \cdot 10^{-8}$ Кл; $q_2 = 5 \cdot 10^{-8}$ Кл; $q_3 = 8 \cdot 10^{-8}$ Кл расположены в вакууме ($\epsilon = 1$) в точках **A**, **B** и **C** так, как показано на рисунке.

Физика



Определить результирующую силу, которая действует:

- 1) на заряд q_1 в точке **A**,
- 2) на заряд q_2 в точке **B**,
- 3) на заряд q_3 в точке **C**, если расстояние $r_1 = r_2 = 4$ см.

3. ПРИМЕР РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ

Два точечных заряда q_1 и q_2 взаимодействуют в вакууме ($\epsilon = 1$) на расстоянии r с силой F_0 . Как изменится сила взаимодействия между зарядами F , если увеличить величину каждого заряда в 2 раза?

Дано:

$$\epsilon = 1$$

1-ая ситуация: q_1, q_2, r, f_0

2-ая ситуация: $Q_1 = 2 \cdot q_1, Q_2 = 2 \cdot q_2, r, F_0$

Найти: $\frac{F_0}{f} = ?$

Решение:

Закон Кулона $f_0 = k \cdot \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{r^2}$, 1-ая ситуация: $f_0 = k \cdot \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{r^2}$;

2-ая ситуация: $F_0 = k \cdot \frac{|2 \cdot q_1| \cdot |2 \cdot q_2|}{r^2}$,

$$\frac{F_0}{f_0} = 4; F_0 = 4 \cdot f_0.$$

Ответ: сила взаимодействия увеличится в 4 раза

4. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Физика: учеб. пособие для студ.-иностранцев. подгот. фак. вузов/Корочкина Л.Н.; Каурова Л.Д.; Шутенко Л.Д. – М.: Высш. Шк.. 1983. – 392 с.

2. Вердеревская Н.Н., Егорова С.П. Сборник задач и вопросов по физике: Учеб. пособие. – 2-е изд., доп. и перераб. – Высш. школа, 1980. – 216 с.