

Учитель: Поленова Т.Г.

Урок повторения по теме

Электростатика

(Закон Кулона.

Напряженность электрического поля)

Тип урока: Урок повторения, оценки и коррекции знаний и способов деятельности.

Цель урока: Обеспечить повторение знаний и способов деятельности учащихся на уровне применения их в разнообразных ситуациях

Задачи:

Образовательная	Воспитательная	Развивающая
Обеспечить повторение опорных элементов теории, знание которых необходимо для решения задач этого раздела, алгоритмов, используемых при решении задач.	Воспитание внимания, ответственности и самостоятельности при выполнении заданий.	Развитие логического мышления, формирование творческих способностей учащихся.

Структура урока:

- Организационный этап.
- Проверка домашнего задания, направленного на повторение основных понятий, умозаключений, основополагающих знаний, умений, способов деятельности. Актуализация знаний, постановка цели урока.
- Организация деятельности учащихся по применению знаний в стандартных и измененных ситуациях. Самостоятельное применение знаний.
- Контроль, самоконтроль. Коррекция
- Информация о домашнем задании
- Рефлексия

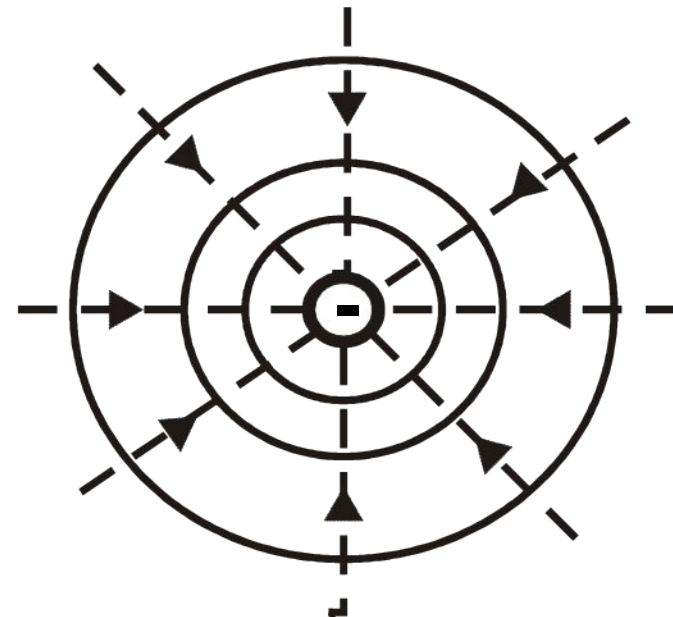
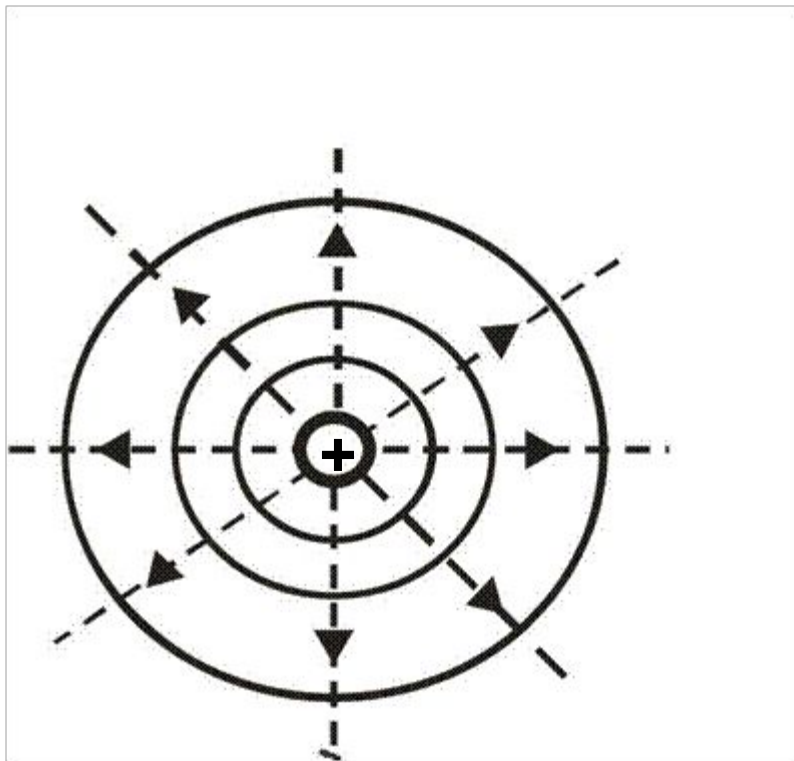
**Какие взаимодействия называются
электромагнитными?**

*Это взаимодействия между
заряженными телами*

Что такое электрический заряд?

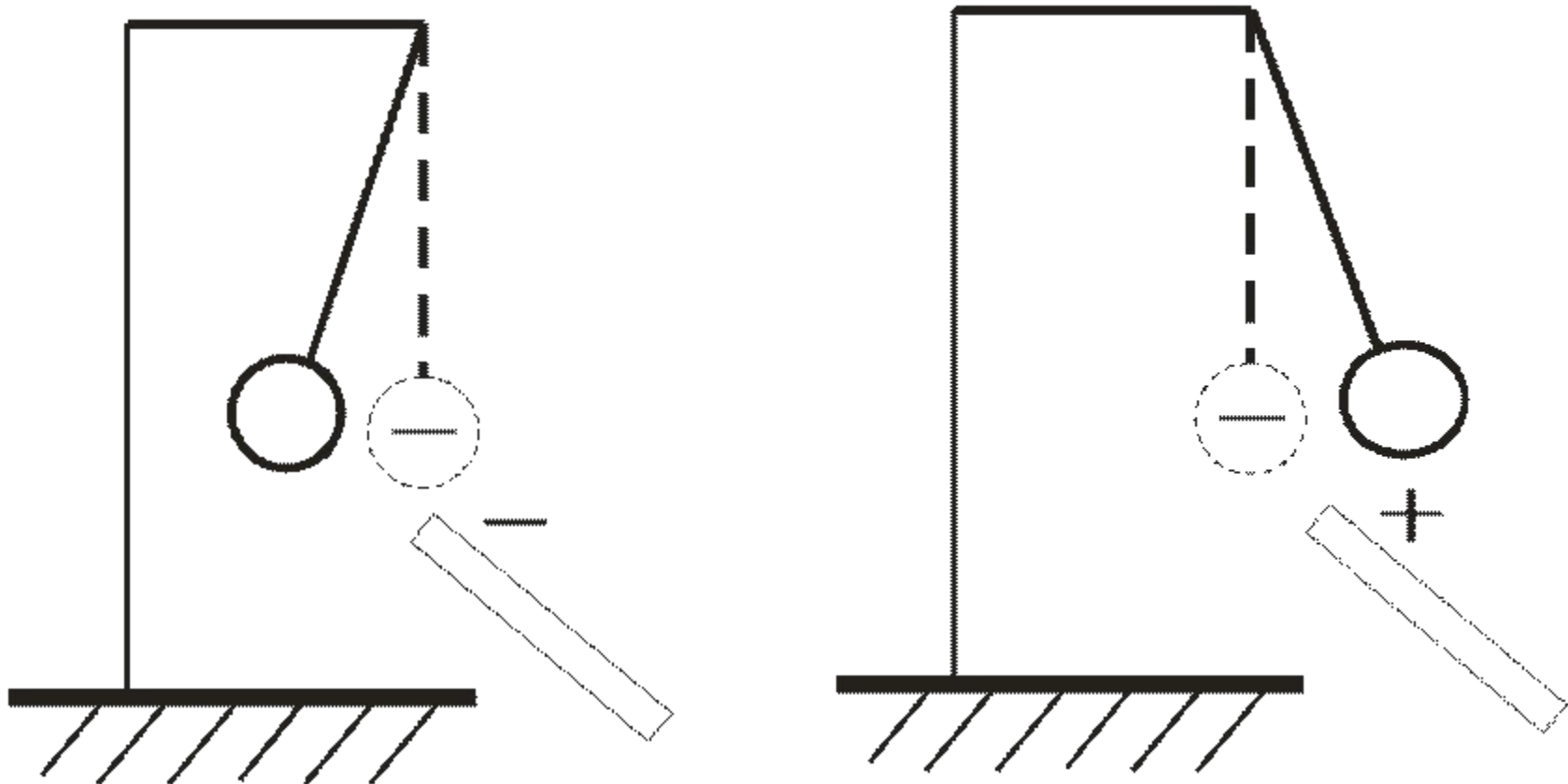
***Физическая величина,
характеризующая свойство тел или
частиц вступать в
электромагнитные взаимодействия
и определяющая значения сил и
энергий при таких взаимодействиях.***

Заряды каких знаков находятся на изображении?



Как взаимодействуют одноименные и разноименные элементарные заряды?

*Одноименные заряды отталкиваются,
разноименные - притягиваются.*



Какой заряд называется элементарным? Каково его значение?

Наименьшими устойчивыми частицами, которые обладают отрицательным (положительным) электрическим зарядом, являются электроны (протоны). Заряды электрона и протона по абсолютному значению равны $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл. Этот заряд называют элементарным зарядом (обозначается e).

В чем состоит явление электризации, объясните это явление с точки зрения электронной теории?

Электризация - это нарушение электрической нейтральности тела для электризации тела необходимо, чтобы на нем был создан избыток или недостаток электронов или ионов одного знака. С точки зрения электронной теории: небольшая часть электронов переходит с одного вещества, у которого связь электронов с телом относительно слаба, на другое.

Когда тело является электрически нейтральным, а когда заряженным?

Нейтральным, когда сумма положительных и отрицательных элементарных частиц равна нулю, а заряженным - не равна нулю.

**Произойдет ли электризация двух тел,
состоящих из совершенно
одинакового вещества, при их
соприкосновении?**

*Нет, так как связи внутри одинаковых
веществ одинаковые.*

Сформулируйте закон сохранения электрического заряда.

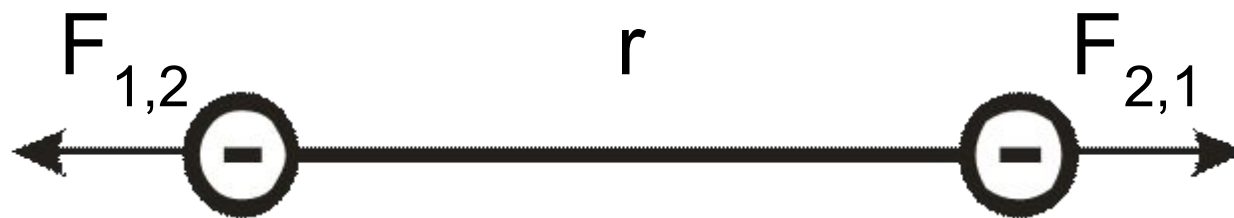
В замкнутой системе алгебраическая сумма электрических зарядов сохраняется постоянной.

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

Как формулируют и записывают закон Кулона для взаимодействия зарядов в вакууме?

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

Сила взаимодействия двух точечных заряженных тел в вакууме прямо пропорциональна произведению модулей зарядов и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними



**Какая величина характеризует
влияние среды на силу
взаимодействия между зарядами?
Чему она равна?**

*ϵ – относительная диэлектрическая
проницаемость среды.*

$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$$

Чему равен коэффициент пропорциональности в законе Кулона в системе СИ?

В СИ $k=9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$

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

**Установите единицу
электрического заряда в СИ,
сформулируйте ее определение.**

Кулон – электрический заряд,
проходящий через поперечное
сечение проводника за 1 секунду при
силе тока в 1 Ампер.

Можно ли электрический заряд делить бесконечно?

Нет, так как любой заряд состоит из N элементарных зарядов.

$$q = N \cdot e$$

Что такое электрическое поле?

Электрическое поле - особая форма материи, посредством которой осуществляется взаимодействие между электрически заряженными частицами.

Назовите основные свойства электрического поля.

*Действие на другие электрические
заряды независимо от того, движутся
они или нет*

Какое поле называют электростатическим?

Электрическое поле неподвижных в данной системе отсчета электрически заряженных частиц или тел называется электростатическим.

**Что называется напряженностью
электрического поля? Какая
формула выражает суть этого
понятия?**

*Напряженность электрического поля –
силовая характеристика поля,
физическая величина, равная
отношению силы, действующей на
помещенный в данную точку точечный
электрический заряд, к этому заряду*

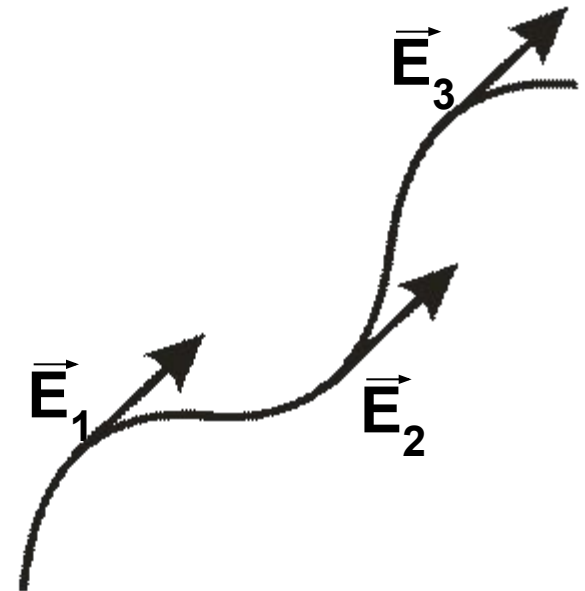
$$E = \frac{F}{q}$$

**Чему равна напряженность поля
точечного заряда?**

$$\vec{E} = \frac{q}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r^2} \frac{\vec{r}}{r}.$$

Что называют линиями напряженности электрического поля?

Линиями напряженности электрического поля называются непрерывные воображаемые линии, касательные к которым в каждой точке совпадают с направлением вектора напряженности в этой точке электрического поля.



Какое электрическое поле называют однородным?

Электрическое поле называется однородным, если вектор его напряженности одинаков во всех точках поля.

Какое направление имеет вектор напряженности электрического поля?

Направление вектора напряженности электрического поля совпадает с направлением силы, действующей на положительный заряд, и противоположно направлению силы, действующей на отрицательный заряд.

В чем заключается принцип суперпозиции полей?

Вектор напряженности поля, создаваемого системой зарядов, равен векторной сумме напряженностей полей каждого из зарядов в отдельности.



Решение ключевых задач:

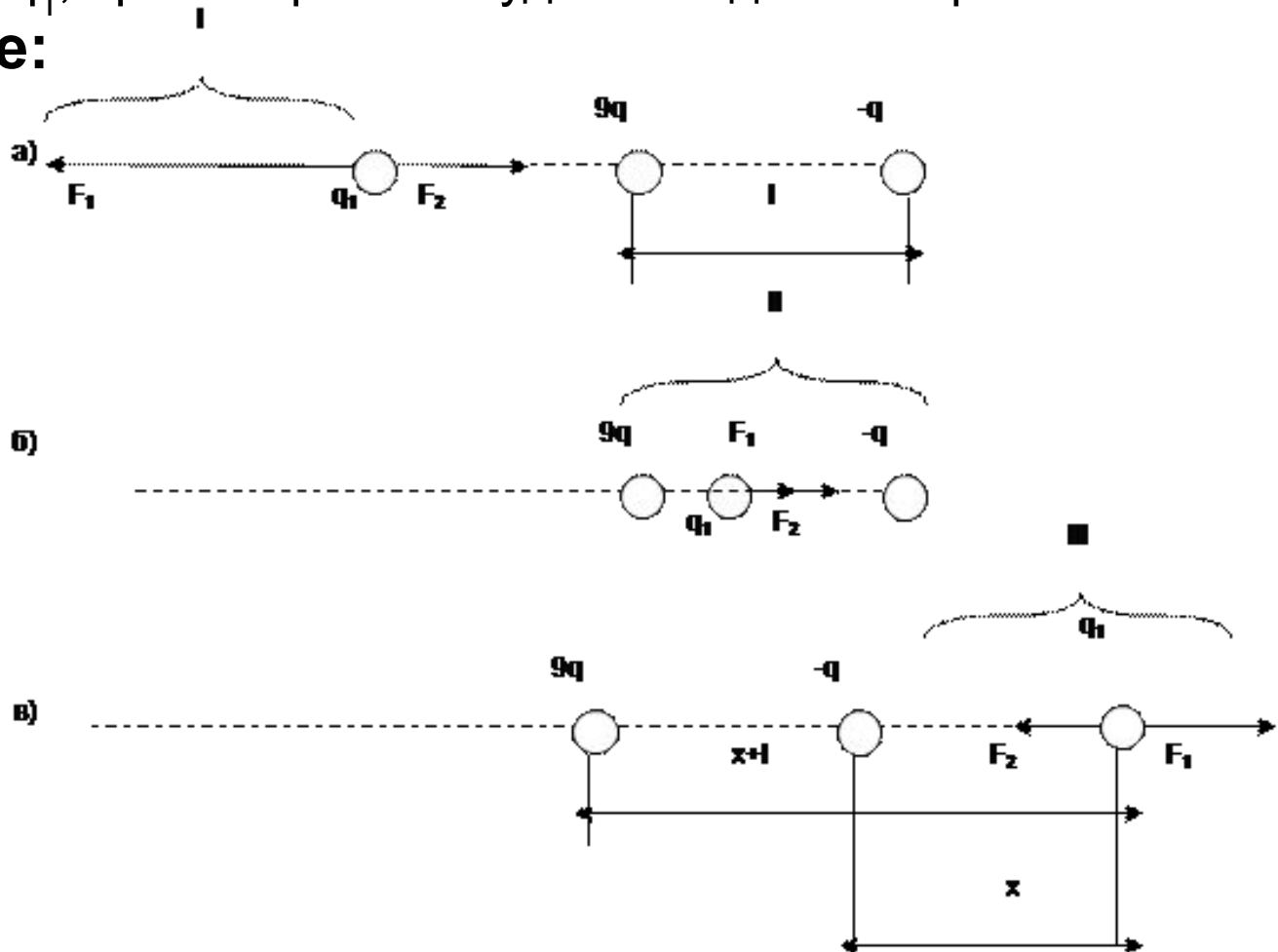
Задачи

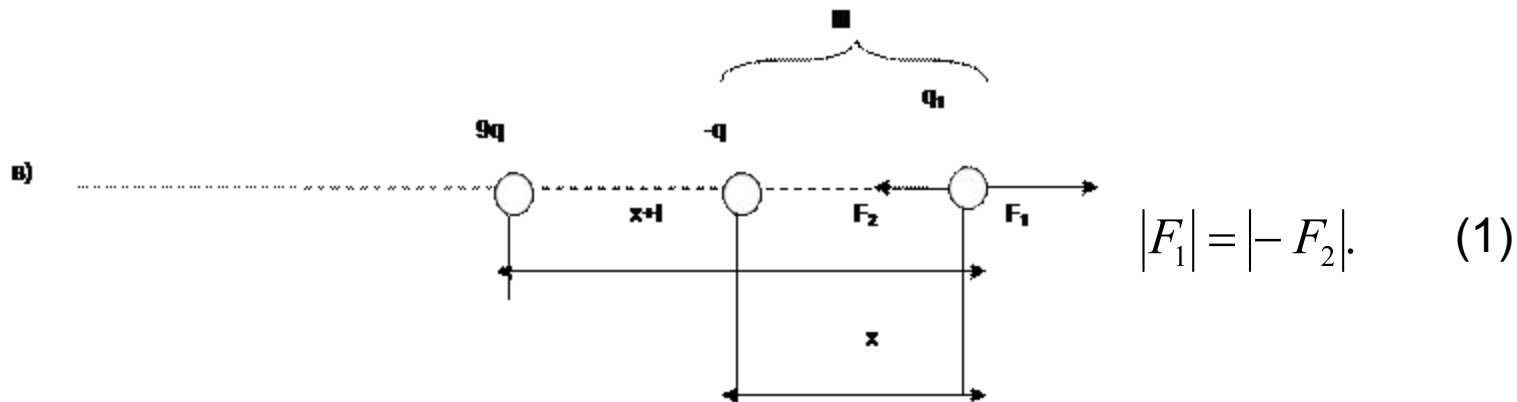
1. Два заряда $9q$ и $-q$ закреплены на расстоянии $l = 50$ см друг от друга. Третий заряд q_1 может перемещаться только вдоль прямой, проходящей через заряды. Определить положение заряда q_1 , при котором он будет находиться в равновесии.

Задача № 1

Два заряда $9q$ и $-q$ закреплены на расстоянии $l = 50$ см друг от друга. Третий заряд q_1 может перемещаться только вдоль прямой, проходящей через заряды. Определить положение заряда q_1 , при котором он будет находиться в равновесии.

Решение:





Выражая в равенстве (1) F_1 и F_2 в соответствии с законом Кулона, получим

$$\frac{9qq_1}{(l+x)^2} = \frac{qq_1}{x^2} \quad (2)$$

Сокращая на qq_1 и извлекая из обеих частей равенства (2) квадратный корень, найдем $l+x=\pm 3x$, откуда

$$x_1 = +\frac{l}{2}, \quad \text{и} \quad x_2 = -\frac{l}{4}.$$

Корень x_2 не удовлетворяет физическому условию задачи (в этой точке силы F_1 и F_2 хотя и равны по модулю, но направлены в одну сторону).

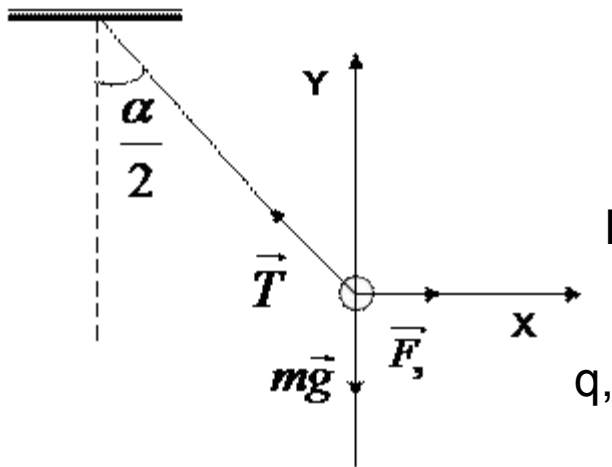
Задачи

2. Два шарика одинакового объема, обладающие массой $m=0,6 \cdot 10^{-3}$ г каждый, подвешены на шелковых нитях длиной $l=0,4$ м так, что их поверхности соприкасаются. Угол, на который разошлись нити при сообщении шарикам одинаковых зарядов, равен α . Найти величину зарядов q и силу электрического отталкивания $F_{\text{э}}$.
3. Три одинаковых положительных заряда $q_1=q_2=q_3=1$ нКл расположены по вершинам равностороннего треугольника. Какой отрицательный заряд q_4 , нужно поместить в центре треугольника, чтобы сила притяжений с его стороны уравновесила силы взаимного отталкивания зарядов, находящихся в вершинах?

Задача № 2

Два шарика одинакового объема, обладающие массой $m=0,6 \cdot 10^{-3}$ г каждый, подвешены на шелковых нитях длиной $l=0,4$ м так, что их поверхности соприкасаются. Угол, на который разошлись нити при сообщении шарикам одинаковых зарядов, равен 60° . Найти величину зарядов q и силу электрического отталкивания $F_э$.

Решение:



$$OX : F_э - T \cdot \sin \frac{\alpha}{2} = 0; \quad (1)$$

$$OY : -mg + T \cdot \cos \frac{\alpha}{2} = 0.$$

По закону Кулона $F_э = \frac{q^2}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r^2}$. (2)

Решая систему уравнений (1), относительно

с учетом выражения (2), получим:

$$q = \sqrt{mgtg \frac{\alpha}{2} 4\pi\epsilon\epsilon_0 r^2}. \quad (3)$$

Произведя вычисления по формуле 3, а затем по формуле 2 получим:

$$q \cong 7,8 \cdot 10^{-9} \text{ Кл},$$

$$F_э \cong 3,4 \cdot 10^{-6} \text{ Н}.$$

Задача № 3

Три одинаковых положительных заряда $q_1=q_2=q_3=1\text{нКл}$ расположены по вершинам равностороннего треугольника. Какой отрицательный заряд q_4 , нужно поместить в центре треугольника, чтобы сила притяжений с его стороны уравновесила силы взаимного отталкивания зарядов, находящихся в вершинах?

Решение:

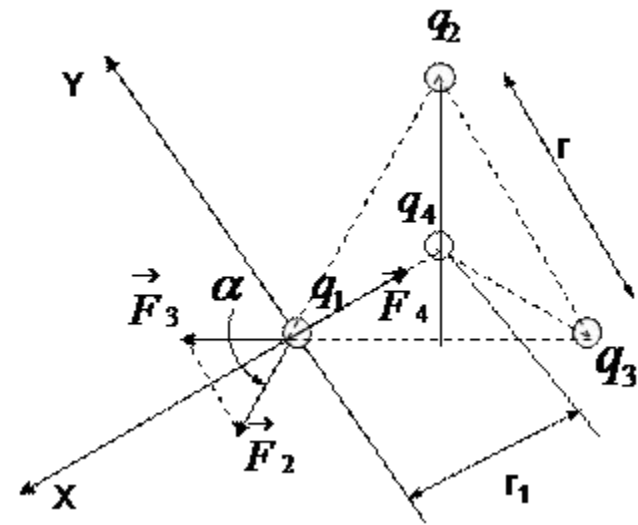
Заряд q_1 будет находиться в равновесии, если векторная сумма сил, действующих на него со стороны зарядов q_2 , q_3 и q_4 , равна нулю:

$$\vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4 = 0 \quad (1)$$

В проекциях на оси:

$$ox: F_3 \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + F_2 \cos \frac{\alpha}{2} - F_4 = 0 \quad (2)$$

$$oy: \sum F_y = 0$$

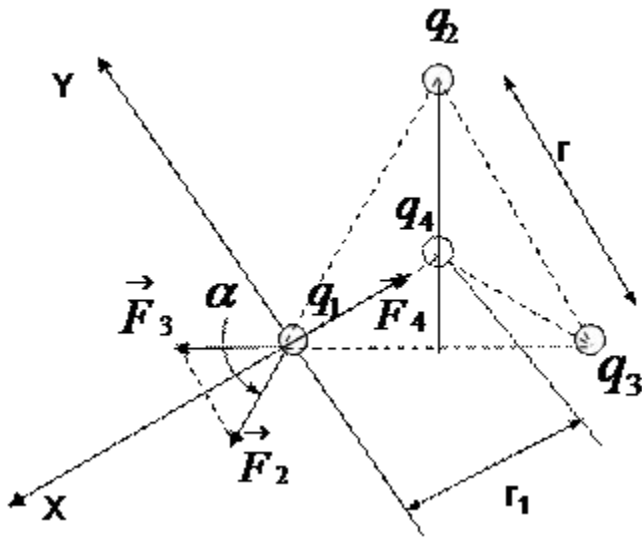


Учитывая, что $F_2 = F_3$ и $\alpha = 60^\circ$, из выражения (2) получим:

$$2 \cdot F_2 \cdot \frac{1}{2} - F_4 = F_2 - F_4 = 0 \quad (3)$$

Из геометрических построений в равностороннем треугольнике следует, что

$$r_1 = \frac{r/2}{\cos 30^\circ} = \frac{r}{2 \cdot \cos 30^\circ} = \frac{r}{\sqrt{3}} \quad (4)$$



Применяя закон Кулона и учитывая выражение (3), из формулы (4) получаем :

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} - \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1 \cdot q_4}{r_1^2} = 0$$

Следовательно, $\frac{q_2}{r^2} = \frac{q_4}{r_1^2}$ и $q_4 = \frac{q_2}{\sqrt{3}}$

Подставив сюда значение q_2 , получим $q_4 = 0,3(3)$ нКл.



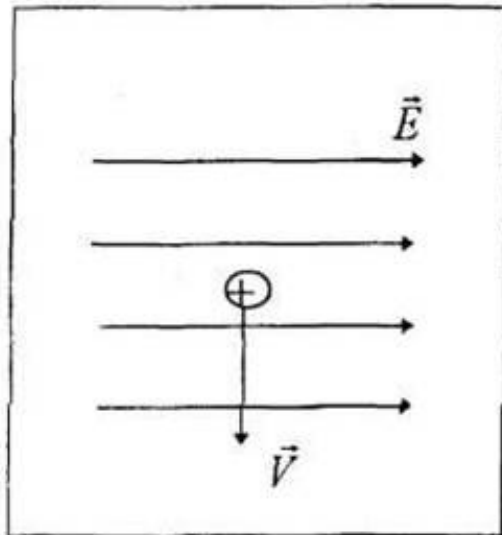
Тестовый контроль:

Тестовые задания

Вариант 1

№
1

Изображена скорость заряженной положительно частицы в однородном электрическом поле в некоторый момент времени. Сила, которая действует со стороны поля на частицу, направлена:



- 1) вниз по направлению \vec{V}
- 2) вверх против направления \vec{V}
- 3) вправо по направлению \vec{E}
- 4) влево против направления \vec{E}
- 5) перпендикулярно плоскости чертежа “на нас”

№
2

Найдите напряжённость поля, созданного двумя точечными зарядами 2 мКл и -4 мКл, в точке, лежащей на середине прямой, соединяющей заряды, если напряжённость поля в этой точке, создаваемого только первым зарядом, равна 2 В/м.

- 1) 1 В/м
- 2) 4 В/м
- 3) 3 В/м
- 4) 6 В/м
- 5) 5 В/м

Тестовые задания

Вариант 1

№
3

Два заряда q_1 и q_1 находясь на расстоянии r друг от друга в воде, взаимодействуют с силой F . На каком расстоянии их следует поместить в вакууме, чтобы сила взаимодействия осталась прежней; диэлектрическая проницаемость воды $\epsilon = 81$.

1) $81r$

2) $9r$

3) $3r$

4) $r/3$

5) $r/9$

№
4

Найдите напряжённость электрического поля E на расстоянии $r = 0,2$ нм от одновалентного иона, считая его точечным зарядом (заряд электрона $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, коэффициент пропорциональности в Законе Кулона $K = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2}$).

1) 52 МВ/м

2) 36 ГВ/м

3) 10^6 В/м

4) $3,2 \cdot 10^7 \text{ В/м}$

5) $3,6 \cdot 10^8 \text{ В/м}$

Тестовые задания

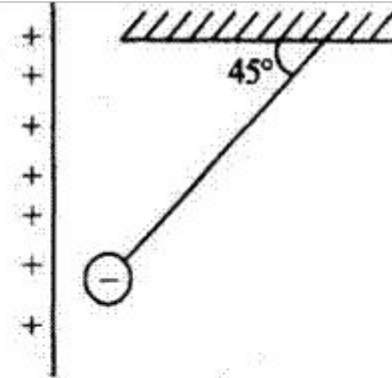
Вариант 1

№

5

Рядом с вертикальной положительно заряженной пластиной привязана невесомая нить с шариком, имеющим отрицательный заряд. Нить находится под углом 45° к горизонтальной поверхности, к которой она привязана. Каково условие равновесия шарика, если mg – модуль силы тяжести,

F_e – модуль силы электростатического взаимодействия шарика с пластиной, T – модуль силы натяжения нити?



1) $T + \frac{1}{\sqrt{2}} F_e - \frac{1}{\sqrt{2}} mg = 0$

3) $\sqrt{2} T + F_e + mg = 0$

2) $F_e + mg - \sqrt{2} T = 0$

4) $F_e + \frac{1}{\sqrt{2}} mg - \frac{1}{\sqrt{2}} T = 0$

Тестовые задания

Вариант 2

№
1

Электрон движется между противоположно заряженными металлическими пластинами (рис. 2).

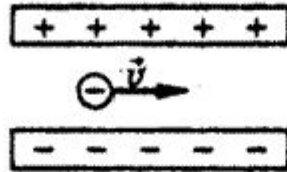


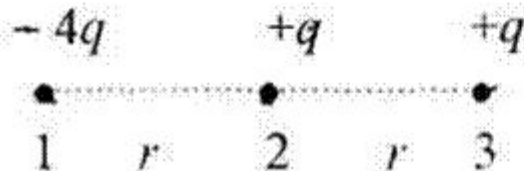
Рис. 2

Какая из стрелок указывает направление вектора силы, действующей на электрон?

- А. ↓ Б. → В. ↗ Г. ↑ Д. ←

№
2

Точечные заряды 1 и 2 закреплены. Заряд 3 может перемещаться. Он перемещается:



- 1) с ускорением влево
- 2) равномерно влево
- 3) остаётся в покое
- 4) равномерно вправо
- 5) с ускорением вправо

Тестовые задания

Вариант 2

№
3

Два точечных заряда действуют друг на друга с силой 12 Н. Какой будет сила взаимодействия между ними, если уменьшить величину каждого заряда в 2 раза, не меняя расстояния между ними?

1) 3 Н

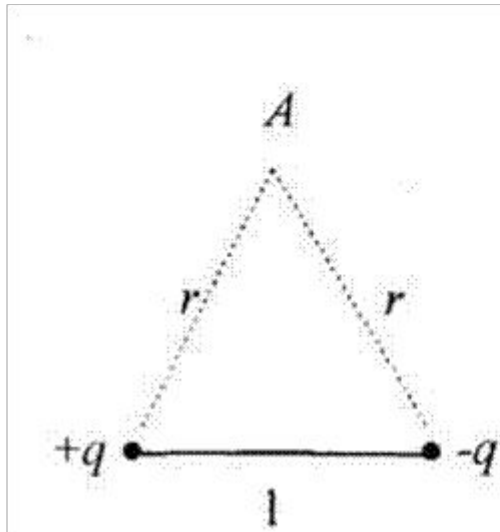
2) 6 Н

3) 24 Н

4) 48 Н

№
4

Электрический диполь представляет собой два одинаковых по величине и противоположных по знаку заряда q , помещённых на расстоянии l друг от друга. Найти величину напряжённости поля в точке A , равноудалённой от двух зарядов на расстояние r .



1) $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 lr}$

2) $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 lr^2}$

3) $\frac{ql}{4\pi\epsilon_0 r^2}$

4) $\frac{ql}{4\pi\epsilon_0 r^3}$

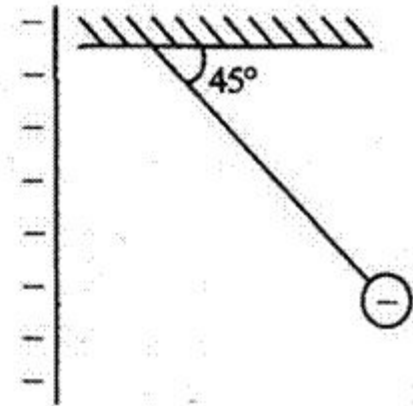
5) $\frac{2ql}{4\pi\epsilon_0 r^3}$

Тестовые задания

Вариант 2

№
5

Рядом с вертикальной отрицательно заряженной пластиной привязана невесомая нить с шариком, имеющим отрицательный заряд. Нить находится под углом 45° к горизонтальной поверхности, к которой она привязана. Каково условие равновесия шарика, если mg – модуль силы тяжести, F_e – модуль силы электростатического взаимодействия шарика с пластиной, T – модуль силы натяжения нити?

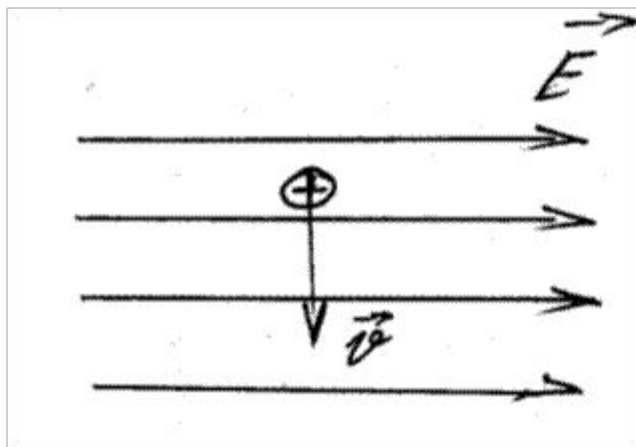


$$1) T - \frac{1}{\sqrt{2}} F_e - \frac{1}{\sqrt{2}} mg = 0 \quad 3) \sqrt{2} T + F_e + mg = 0$$

$$2) F_e + mg - \sqrt{2} T = 0 \quad 4) F_e + \frac{1}{\sqrt{2}} mg - \frac{1}{\sqrt{2}} T = 0$$

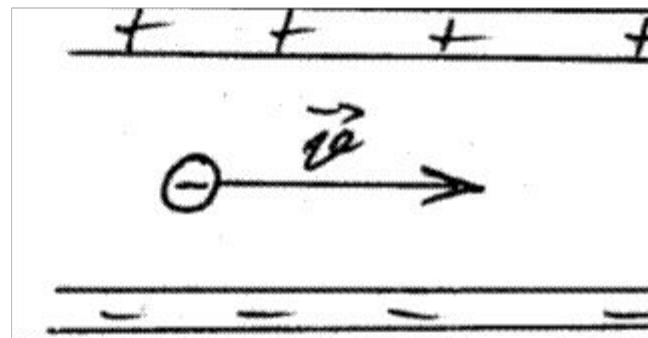
Проверка тестовых задач

I Вариант №1



Ответ 3

II Вариант №1



Ответ (Г)

Проверка тестовых задач

I Вариант №2

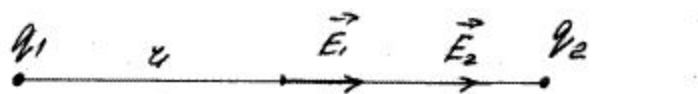
II Вариант №2

$$q_1 = 2 \cdot 10^{-6} \text{ Кл.}$$

$$q_2 = -4 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$$

$$E_1 = 2 \frac{\rho}{\text{см}}$$

$$E - ?$$



$$E_1 = \frac{kq_1}{r^2} = 2 \left(\frac{\rho}{\text{см}} \right)$$

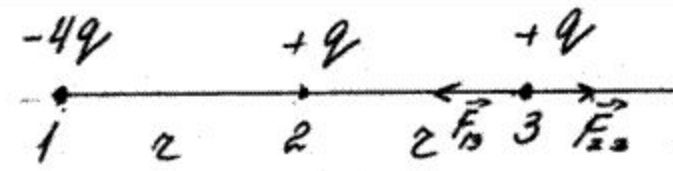
$$r_1^2 = \frac{kq_1}{a}$$

$$E_2 = \frac{k|q_2|}{r_1^2} = \frac{2 \cdot k|q_2|}{kq_1} = 2 \frac{4 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}}{2 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}}$$

$$= 4 \left(\frac{\rho}{\text{см}} \right)$$

$$E_{\text{общ}} = 2 + 4 = 6 \left(\frac{\rho}{\text{см}} \right)$$

Ответ 4



$$F_{12} = \frac{k \cdot 4q^2}{4r^2} = \frac{kq^2}{r^2}$$

$$F_{23} = \frac{kq^2}{r^2}$$

$$\Sigma \vec{F} = 0$$

Ответ 3

Проверка тестовых задач

I Вариант №3

II Вариант №3

$$F_1 = \frac{k q_1 q_2}{\epsilon v_1^2}$$

$$F_2 = \frac{k q_1 q_2}{v_2^2}$$

$$F_1 = F_2; \quad \frac{1}{\epsilon v_1^2} = \frac{1}{v_2^2}$$

$$v_1 = \sqrt{\epsilon v_2^2} = 4\sqrt{E} = 96$$

$$F_1 = 12 \text{ Н}; \quad F_1 = \frac{k q_1 q_2}{v_2^2};$$

$$F_2 = \frac{k q_1 q_2}{d \cdot d \cdot v_2^2} = \frac{F_1}{4} = \frac{12}{4} = 3 \text{ (Н)}$$

Ответ 2

Ответ 1

Проверка тестовых задач

Дано:
 $r = 0,2 \cdot 10^{-9} \text{ м}$
 $n = 1$
 $\epsilon = 16 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
 $k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Нм}^2}{\text{Кл}^2}$

$E = ?$

$$E = \frac{kq}{r^2};$$

$$E = \frac{9 \cdot 10^9 \frac{\text{Нм}^2}{\text{Кл}^2} \cdot 16 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}}{0,04 \cdot 10^{-18} \text{ м}^2} =$$

$$= 36 \cdot 10^{10} \frac{\text{В}}{\text{м}} =$$

$$= 36 \cdot 10^9 \frac{\text{В}}{\text{м}}$$

Ответ 2

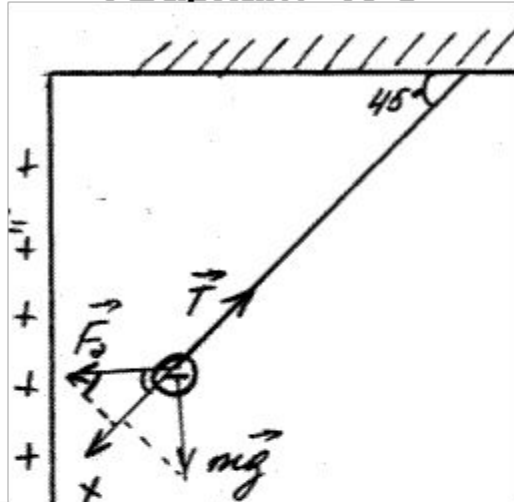
II Вариант №4

$E_1 = E_2 = \frac{kq}{r^2}$
 $\sin \alpha = \frac{l}{2r}$
 $E_{\text{общ}} = \sqrt{E_x^2 + E_y^2}$
 $E_y + E_{2y} = 0$
 $E_{1x} = E_1 \sin \alpha$
 $E_{2x} = E_2 \sin \alpha$
 $E_{\text{общ}} = \sqrt{(2E_1 \sin \alpha)^2} = 2E_1 \sin \alpha$
 $E_{\text{общ}} = \frac{k \cdot Rq}{r^2} \cdot \frac{l}{2r} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q l}{r^3}$

Ответ 4

Проверка тестовых задач

I Вариант №5



$$\vec{\Sigma F} = 0$$

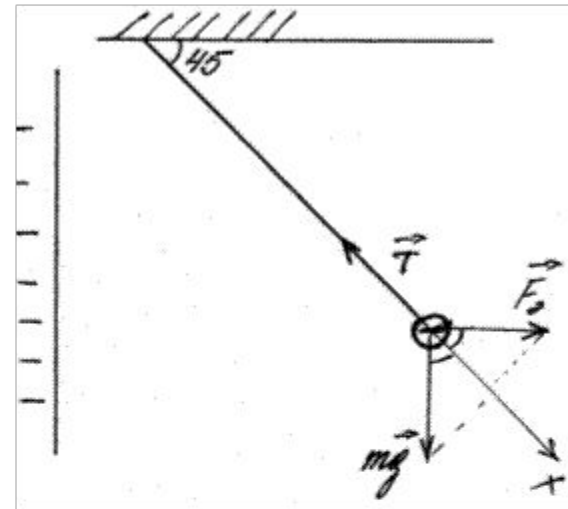
$$Ox: T - F_0 \cos 45 - mg \cos 45 = 0$$

$$T - \frac{F_0 \sqrt{2} \sqrt{2}}{2 \sqrt{2}} - \frac{mg \sqrt{2} \sqrt{2}}{2 \sqrt{2}} = 0$$

$$T - \frac{F_0}{\sqrt{2}} - \frac{mg}{\sqrt{2}} = 0$$

Ответ 2

II Вариант №5



$$\vec{\Sigma F} = 0$$

$$Ox: F_0 \sin 45 + mg \sin 45 - T = 0$$

$$T - \frac{F_0 \sqrt{2} \sqrt{2}}{2 \sqrt{2}} - \frac{mg \sqrt{2} \sqrt{2}}{2 \sqrt{2}} = 0$$

$$T - \frac{F_0}{\sqrt{2}} - \frac{mg}{\sqrt{2}} = 0$$

Ответ 1



Урок повторения по теме:

Электростатика