

Телепроект «МОЯ ШКОЛА в online»

ГОТОВИМСЯ К ЕГЭ

ФИЗИКА

11 класс

Урок № 9

Электризация. Электростатическое поле и его характеристики.
Проводники и диэлектрики в электростатическом поле.
Конденсатор.

Кутелев Константин Александрович,
учитель физики и астрономии
Физтех-лицея им. П. Л. Капицы

Необычное взаимодействие тел после их «нати́рания» - электризация

- Взаимодействие на расстоянии
- Силы отталкивания между телами с одинаковым «сортом заряда»
- Силы притяжения между телами с разными «сортами заряда»
- Притяжение не обладающих зарядом тел к заряженным

Электрический заряд - физическая величина, характеризующая способность тела участвовать в электромагнитном взаимодействии.

- Существует 2 вида зарядов
- Единица измерения: $[q] = \text{кулон} = \text{Кл} = \text{А/с}$.
Это очень большой заряд (для электростатики)
- Минимальная порция/дискретность заряда
(элементарный заряд $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$)
- Электрическая нейтральность наблюдаемой Вселенной

Электрический заряд встречается в 2-х проявлениях:

- **Неотъемлемое свойство некоторых элементарных частиц**
- **Количество избыточных/недостающих электронов в теле**

Электризация - процесс
перераспределения
(разделения зарядов) между
телами.

Полный заряд замкнутой системы (когда нет притока/оттока заряженных частиц извне) сохраняется.

ПРИМЕР:

Пылинка под действием ультрафиолета теряет 6 электронов. Чему равен заряд пылинки?

Ответ: $6e = 9,6 \cdot 10^{-19}$ Кл

**Количественное взаимодействие зарядов
(точечных в вакууме)- Закон Кулона:**

$$F = k \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{r^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{r^2}$$

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

**Наличие среды ослабляет взаимодействие
(сила уменьшается в ϵ раз,**

ϵ - диэлектрическая проницаемость среды)

ЗАДАЧА 1

Определите скорость движения электрона по круговой орбите в атоме водорода. Радиус орбиты $R = 0,5 \cdot 10^{-10}$ м.

ОТВЕТ: $2,26 \cdot 10^6$ м/с

Напряжённость электрического поля -
силовая характеристика поля.

Равна отношению силы, действующей
на пробный заряд со стороны
электрического поля, к величине этого
заряда

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_{\text{пробный}}}$$

Напряжённость электрического поля

Направление **E** совпадает с направлением силы, действующей со стороны поля на положительный заряд

$$[E] = \text{Н/Кл} = \text{В/м}$$

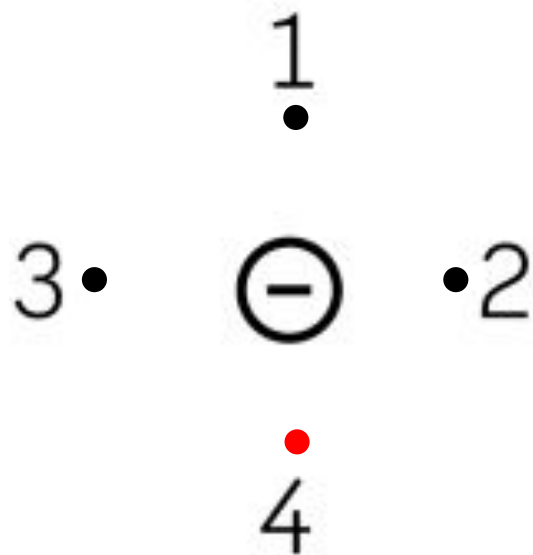
Напряжённость, создаваемая точечным зарядом

$$|E_r| = k \frac{q}{r^2}$$

Однородное электрическое поле $\vec{E} = \text{const}$

ПРИМЕР:

В какой точке поле, создаваемое электроном, направлено вверх?

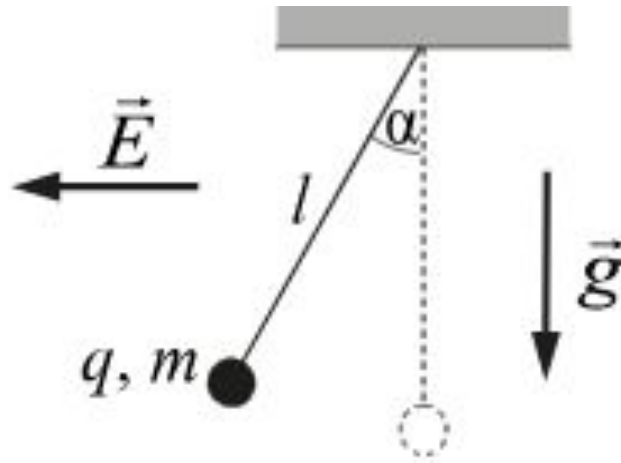


ОТВЕТ: 4

Действие отдельных зарядов
независимо, воздействие отдельных
полей независимо - это свойство
называют принципом **суперпозиции**
электрических полей.

ЗАДАЧА 2

Заряженный шарик закреплён на диэлектрической нити и помещён в однородное горизонтальное электрическое поле напряжённостью $E = 1000 \text{ В/м}$ (см. Рис.) При этом шарик отклоняется от вертикали на угол $\alpha = 45^\circ$. Определите удельный заряд шарика (q/m)



ОТВЕТ: **0,01**

Энергетический подход к описанию поля

**Работа сил электрического поля
по перемещению заряда не зависит
от траектории, а зависит только
от начального и конечного положений
заряда - потенциальность поля.**

Энергетический подход к описанию поля

Работа поля:

$$A_{12} = q(\varphi_1 - \varphi_2) = -q\Delta\varphi = qU$$

Потенциальная энергия
заряда в поле:

$$W = q\varphi$$

Потенциал поля:

$$\varphi = \frac{W}{q}$$

Потенциал поля

- Единица измерения - вольт (**V**)
- Подчиняется принципу суперпозиции (скалярно)
- В однородном поле: $U=Ed$

ЗАДАЧА 3

При нормальных условиях электрический «пробой» сухого воздуха наступает при напряжённости электрического поля $E = 30 \text{ кВ/см}$. В результате «пробоя» молекулы газа, входящие в состав воздуха, ионизируются — теряют один электрон, и появляются ионы. Какую кинетическую энергию приобретёт такой ион, пройдя в однородном электрическом поле расстояние $L = 10^{-5} \text{ см}$?

ОТВЕТ: $0,48 \cdot 10^{-19} \text{ Дж} = 0,3 \text{ эВ}$

Конденсатор - устройство для накопления заряда и энергии электрического поля.

Чаще всего это система из двух проводников (обкладок) с одинаковыми по модулю и противоположными по знаку зарядами. В этом случае заряд «положительного» тела называют зарядом конденсатора.

Конденсаторы

Заряд конденсатора q и разность потенциалов между обкладками (напряжение на конденсаторе U) пропорциональны друг другу.

$$q = CU$$

Коэффициент пропорциональности C называется электрической ёмкостью конденсатора.

Ёмкость зависит от размеров и устройства конденсатора.

Энергия, запасённая в конденсаторе

$$W_c = \frac{CU^2}{2}$$

Электрическая ёмкость плоского конденсатора

$$C = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{d} = \varepsilon C_0$$

Рекомендации по самоподготовке:

- Youtube канал «Абитуриенты МФТИ»
<https://www.youtube.com/channel/UCXkeDoulY5aDboRKnjirCQ>
- Большой сборник задач:
<https://fizmatbank.ru/>
- Решу ЕГЭ: <https://physege.sdangia.ru/>