**Лекція**

з навчальної дисципліни фізика

|  |  |
| --- | --- |
| **Тема:** | Напруженість електричного поля. Силові лінії електростатичного поля |
| **Мета заняття:** | Розкрити матеріальний характер електричного поля. Дати поняття напруженості електричного поля. Сформувати уявлення про силові лінії електростатичного поля. |
| **Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:** |
| Опорні конспекти, проектор, ПК, стенди, плакати |
|  |

 Час – 80 хвилин

План проведення лекції

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Структура лекції | Відведений час | Методичні вказівки |
| 1 Організаційна частина | 5хв | Привітання, визначення присутності студентів на занятті. |
| 2 Актуалізація опорних знань, перевірка вивченого матеріалу та мотивація навчальної діяльності студентів  | 5хв3хв | * Перевірка домашнього завдання;
* Оголошення теми заняття;
* Формування мети заняття;
* Оголошення обговорення питань.
 |
| 3 Основна частина (викладення навчальних питань лекції) | 57 хв | 1. Напруженість електричного поля.
2. Силові лінії електростатичного поля
3. Задачі
 |
| 4 Заключна частина Домашнє завдання: (відповідно до робочої програми) | 10 хв | * Узагальнення вивченого матеріалу;
* Оцінювання роботи студентів на занятті.

Домашнє завдання: [1] § 2 Задачі № 3, 4, 5 |

Література:

1 Сиротюк, В.Д. Фізика підручник для 11 кл. загальноосвітніх навч. закл. [Текст]: (рівень стандарту) / В.Д. Сиротюк, В.І. Баштовий; - К.: Освіта, 2010. – 303 с.

2 Кирик, Л.А. Фізика – 11. Різнорівневі самостійні та контрольні роботи. [Текст] – Харків: «Гімназія», 2002. – 192 с.

**Навчальні матеріали лекції**

ВСТУП

 Будемо відштовхуватись від того, що нам вже відомо. Нам відомо те, що якщо у нас є два тіла, які несуть на собі електричний заряд, то ці тіла взаємодіють один з одним. Взаємодія цих тіл називається електростатичною, у тому випадку коли тіла нерухомі. Якщо ці тіла вважати точковими зарядами, ми можемо знайти силу взаємодії цих зарядів користуючись законом Кулона.

 Але це лише описання того, що відбувається, а хочеться зробити наступний крок, пояснити, що саме відбувається. Чому коли у нас в одній точці є заряд q, то він впливає на інший заряд Q з якоюсь силою. Але якщо прибрати q, то ця сила перестає діяти.

 Колись була теорія дальнодії, згідно якій швидко прибравши заряд q, то на Q миттєво перестане діяти сила.

 Пізніше з’явилася друга теорія, яку запропонував Майкл Фарадей . Фарадей стверджував, що на заряд Q, перший заряд q не діє. Просто перший заряд q змінює простір навколо Q. Навколо заряду q, виникає «дещо» і це «дещо» Фарадей назвав ПОЛЕМ.

Поле є одним із видів матерії. Згідно сучасним уявленням, матерія це те, що існує реально, не зважаючи на те, спостерігаємо ми за нею чи ні. Вона може бути виявлена за допомогою органів чуття. Матерія може існувати і у формі речовини, тобто атоми, молекули і т.д. А може існувати, як запропонував Фарадей, щу і у вигляді поля. Поле не являється речовиною, поле це ніби змінений простір. Якщо туди де є електричне поле розмістити заряд, то поле буде діяти на цей заряд. Виходить двосходинковий процес. Заряд q створює навколо себе «дещо», що ми називаємо полем, якщо в це поле помістити другий заряд Q, то на нього буде діяти сила. І найголовніше: сила, яка діє на заряд визначається характеристиками поля там де він знаходиться. Тому таку теорію назвали теорією близькодії. Раніше не могли відрізнити за допомогою експерименту теорію дальнодії від теорії близькодії. Але потім виявилось, якщо q швидко перемістити, то електричне поле в точці де знаходиться Q зміниться не одразу, а через деякий час. Тобто електричне поле розповсюджується з кінцевою швидкістю. Дуже швидкою, яка дорівнює швидкості світла. Але все ж таки вона кінцева. Пізніше в середині 19 ст. було доведено дійсність теорії близькодії. Максвел побудував цю теорію. Виявилось, що електричне поле тісно переплітається з магнітним, електромагнітне поле має кінцеву швидкість розповсюдження.

 Зараз запишемо коротке означення всього того, що було сказано.

**Означення:** Поле, яке створене нерухомим електричним зарядом називається електростатичним полем.

1 НАВЧАЛЬНЕ ПИТАННЯ: НАПРУЖЕНІСТЬ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ

Ми хочемо описати електростатичне поле на кількісному рівні. Нам відомо, якщо в електричне поле розмістити заряд, то на нього буде діяти сила. Тому будемо користуватися зарядом в якості пристрою, який дозволяє описати поле. За допомогою заряду будемо пробувати поле в різних точках простору. І такий заряд ми будемо називати пробним зарядом. Зручно рахувати, що пробний заряд позитивний. Нехай у нашому випадку заряд q створює електричне поле, а Q його досліджує. Своїм місцезнаходженням пробний заряд не порушує місцезнаходження інших зарядів. Доречі пробний заряд Q також створює електричне поле.Це призводить до того, що на q (який ми вважаємо джерелом поля) буде діяти сила.



**Q**

Q створює поле, яке створює силу яка діє на Q і навпаки. Заряди один для одного створюють поле. А чи діє поле створене зарядом на сам заряд? От уявімо космос з одним єдиним зарядом, який створює поле, чи буде це поле діяти на сам заряд. Якщо поле цим зарядом діє на цей заряд, то на нього діє якась сила, куди вона напрямлена? Нікуди. Тому ми вимушені прийти до того, що поле створене зарядом, на сам заряд не діє.

Пробний заряд Q помістимо в дану точку електричного поля, на нього діє сила, ми знаємо, що наш пробний заряд позитивний. Давайте і заряд q, що створює поле, також буде позитивним, тому між ними буде діяти сила відштовхування її значення ми можемо порахувати по закону Кулона. Ця сила буде лежати на прямій, що з’єднує ці заряди. Відстань між q і Q позначимо r.

$F=k\frac{\left|q\right|Q}{r^{2}}$ (1)

Ми домовились, що Q позитивний тому модуль писати не будемо.

Характеристика електричного поля створеного зарядом q не повинна залежати від величини пробного заряду. Тобто електричне поле, що створене зарядом q в точці де знаходиться Q буде одним і тим самим не залежно від того є тут Q чи нема, великий він чи ні.

Давайте вигадаємо фізичну величину, яка не буде залежати від величини Q, тоді вона буде описувати поле, що ж це за фізична величина? Розділимо праву і ліву частину формули (1) на величину пробного заряду 1/ Q

$\frac{F}{Q}=k\frac{\left|q\right|}{r^{2}}$ (2)

Не залежить від величини пробного заряду, але залежить від того, який заряд створює електричний заряд. Співвідношення $\frac{F}{Q}$ характеризує саме поле. Давайте цю величину позначимо однією буквою

$E=\frac{F}{Q}$ (3)

Сила це вектор то і величина позначена буквою Е також буде представляти собою векторну величину що напрямлена в ту ж сторону, що і сила, яка діє на пробний заряд.

Відповідно ця величина являється характеристикою електричного поля в даній точці простору (та точці це розміщений пробний заряд).

$\overbar{E}=\frac{\overbar{F}}{Q}$ - ця величина носить назву напруженість електричного поля

**Означення:** Напруженістю електричного поля в даній точці простору називається фізична величина, що дорівнює відношенню сили, що діє на пробний позитивний заряд розміщений в дану точку поля до величини цього заряду.

Є нова фізична величина, потрібно визначити її одиницю вимірювання. Дивлячись на формулу можна визначити

$$\left[E\right]=\frac{Н}{Кл}=\frac{В}{м}$$

Одиницю В/м ми розглянемо пізніше, але в задачах вам вже може зустрітись така одиниця вимірювання.

Давайте спробуємо зобразити електричне поле, що створене електричним зарядом за допомогою малюнка.

Візьмемо позитивний точковий заряд q і візьмемо точку в яку ми помістимо пробний заряд Q також позитивний, на нього буде діяти сила напрямлена від позитивного заряду q створена полем. Отримаємо напрямок сили. Якщо ми силу розділимо на величину пробного заряду Q, отримаємо напруженість поля Е в точці яку ми обрали. Якщо відступимо далі від q, то при збільшенні відстані в 2 рази, напруженість Е повинна зменшитись в 4 рази. Тому що і сила зменшиться в 4 рази, відповідно по закону Кулона чим далі від заряда, що створює поле, тим коротший вектор. Якщо ми хочемо зобразити електричне поле навколо q, то весь простір навколо нього ми покриємо векторами.



Цей спосіб зображення електричного поля не зручний. Надалі ми будемо користуватись іншим, який розглянемо пізніше. Якщо заряд буде негативним, то картина буде такоюж, тільки змінений напрямок.

**Означення:** За одиницю напруженості електричного поля приймається таке поле в якому на заряд в 1 Кл діє сила в 1 Н.

Якщо нам відома напруженість електричного поля, то ми можемо знайти силу, яка діє не обов’язково на пробний, а й на будь який заряд поміщений в електричне поле.

З формули (3) витікає $\overbar{F}=q\*\overbar{E}$ (4)

Знаючи формулу (4) ми можемо багато досягти. Знаючи силу, що діє на заряд можемо знайти прискорення, знаючи прискорення зможемо розрахувати швидкість, траєкторію руху. Встановлюється зв'язок між електричними та механічними явищами.

Напруженість називається силовою характеристикою електричного поля.

Знаючи все, що ми вже вивчили можемо поставити перед собою задачу. Наприклад нам відомі заряди, які розміщенні у просторі. Як знайти напруженість поля, що створене зарядом.

Фактично це основна задача електростатики.

Наприклад у нас один єдиний заряд. Повернемося до формули

$\frac{\overbar{F}}{Q}=k\frac{\left|q\right|}{r^{2}}$ (5)

Ліву частину цієї формули ми використали щоб сформулювати означення напруженості електричного поля. А тепер праву частину цієї формули ми використаємо, щоб навчитися знаходити значення напруженості. Тобто щоб відповісти не що таке, а чому дорівнює напруженість електричного поля.

Поле точкового заряду має напруженість

$\overbar{E}=k\frac{\left|q\right|}{r^{2}}$ (6)

Звернемо увагу на r це відстань від заряду що створює електричне поле до тієї точки де ми можемо знайти напруженість.

Це найпростіший випадок. А що буде, якщо заряд не один, а декілька?

Наприклад у нас є система точкових зарядів. Є два заряди один позитивний q1, другий негативний q2, нам потрібно знайти напруженість в деякій точці віддаленій від них. Наша природа створена так, що поле створене одним зарядом ніяк не впливає на поле створене другим зарядом. Тобто ці поля один одному не заважають. Тому напруженість поля у точці буде представляти собою геометричну суму напруженості полів створених кожним зарядом окремо.

Поле напрямлене від позитивного заряду позначимо Ē1 від негативного Ē2 .

Наприклад кожен з цих зарядів дорівнює 1 Кл. (Значення дуже велике, ми тільки уявимо). Тоді на пробний заряд Q в 1 Кл поміщений в точку поля буде діяти з боку q1 сила, що зображена вектором Ē1, а з бокуq2 сила, що зображена вектором Ē2. Вони рівнодійні шляхом додавання векторів. Тоді ми можемо напруженості скласти по правилу додавання векторів. В нашому випадку користуватися правилом паралелограма.



**Означення:** Напруженість поля створене системою зарядів в даній точці дорівнює вектору сумі напруженості полів створене в цій точці кожним зарядом окремо.

Сформульоване означення носить назву принципу суперпозиції полів. Суперпозиція в перекладі на просту мову означає накладання. Запишемо його в математичному виді.

Ē= Ē1 +Ē2+…+ Ēn (7)

2 НАВЧАЛЬНЕ ПИТАННЯ: СИЛОВІ ЛІНІЇ ЕЛЕКТРОСТАТИЧНОГО ПОЛЯ

Як ми вже знаємо, дуже не зручно зображати електричне поле у вигляді великої кількості векторів. Вигадали інший спосіб. Замість того, щоб зображати кожен вектор, замість нього використовують силову лінію.



**Означення:** Лінії дотичні до яких в кожній точці, мають напрям вектору напруженості електричного поля в цій точці, називаються силовими лініями електричного поля або лініями напруженості.

Вектор напруженості в будь якій точці напрямлений туди, куди напрямлені силові лінії.

*Властивості силових ліній електростатичного поля:*

1. Силові лінії електростатичного поля починаються на позитивному заряді і закінчуються на негативному заряді, (або на нескінченності).
2. Чим більше модуль напруженості електростатичного поля, тим більша густина розміщення силових ліній.



Однорідне поле Ē = const

 Поле у всіх точках якого вектор напруженості має один і той самий модуль і напрям називається однорідним полем.

3 Задачі

# 1. Дві довгі паралельні нитки знаходяться на відстані *d* = 5 см одна від одної. Нитки заряджені з лінійними густинами заряду *τ*1 = -5 нКл/см та *τ*2 =10 нКл/см. Визначити напруженість електричного поля в точці, що віддалена від першої нитки на *r*1 = 3 см та від другої нитки на *r*2 = 4см.

2. Дві провідні кулі з радіусами 2 см і 8 см заряджені до потенціалів 8 та 4 кВ. Визначити заряди, потенціали та густину зарядів на кулях після сполучення їх довгим тонким провідником..

Питання та завдання до контролю знань студентів

1. Що таке електричне поле?

2. Назвіть основні властивості електричного поля.

3. Яке поле називають електростатичним?

4. Що називають напруженістю електричного поля? Яка формула виражає зміст цього поняття?

5. Чому дорівнює напруженість точкового заряду?

6. Що називають лініями напруженості електричного поля?

7. Яке електричне поле називають однорідним?

8. Який напрям має вектор напруженості електричного поля?