Полтавська академія неперервної освіти ім. М.В. Остроградського

Відділ розвитку природничих та математичних дисциплін

**Залікова робота**

Фізика 10 клас. Розробка уроку №91. Тема. Робота з переміщення заряду в електростатичному полі. Потенцал

Виконала: Федоренко Віра Григорівна;

Миргородський район, Остапівський заклад загальної середньої освіти І-ІІІ ступенів, учитель математики і фізики, фізика і астрономія.

Полтава 2023р.

**Урок №91**

**Тема.** Робота з переміщення заряду в електростатичному полі. Потенціал.

**Мета.** Формувати уявлення про роботу з переміщення заряду в електростатичному полі, про потенціал як енергетичну характеристику електростатичного поля та фізичний зміст різниці потенціалів; формувати розуміння про зв’язок між різницею потенціалів та напруженістю.

**Очікувані результати:** *знаннєвий компонент:* учні оперують поняттями електростатики: «робота сил однорідного електростатичного поля», «потенціал електричного поля», «різниця потенціалів між двома точками», «еквіпотенціальна поверхня»; *діяльнісний компонент:* учні розв’язують задачі на застосування формул роботи з переміщення заряду та формул потенціалу електростатичного поля; *ціннісний компонент:* учні оцінюють на якісному рівні вплив електричного поля на життєдіяльність людей.

**Тип уроку:** комбінований.

**Наочність:** підручник, презентація, комп’ютер.

**Хід уроку**

**І. Організаційний момент**

Взаємне вітання вчителя та учнів, перевірка присутності учнів, підготовки їх до уроку.

Думаємо колективно,

Працюємо оперативно,

сперечаємося доказово -

це для всіх обов’язково!

**ІІ. Формування теми та завдань уроку. Мотивація навчальної діяльності**

Так як електростатичне поле діє з деякою силою на електрично заряджені тіла, то за певних умов воно здатне виконати роботу з переміщення цих тіл. Ми доведемо, що робота електростатичних сил не залежить від форми траєкторії, по якій переміщується тіло. А також дамо відповідь на запитання, чому коли людина випадково дотикається до якогось тіла відчуває неприємний удар. Про такі тіла говорять, що вони мають високий потенціал.

**ІІІ. Актуалізація опорних знань**

Учні діляться на 4 команди. Кожна команда обирає собі формулу і максимально розповідає про неї. Підготовка - 1 хв., відповідь - 1 хв. Інша команда може доповнити, заробивши бонуси.

**1). A=F∙s∙cosα; 2). E=; 3). U=; 4). E=k.**

**IV. Вивчення нового матеріалу**

План викладання нового матеріалу

1. Робота з переміщення заряду в однорідному електростатичному полі.
2. Потенціальна енергія зарядженого тіла в полі, створеному точковим зарядом.
3. Потенціал електростатичного поля.
4. Різниця потенціалів.
5. Як пов’язані напруженість електростатичного поля та різниця потенціалів
6. Еквіпотенціальні поверхні.

*Методичний коментар.*

На всякий заряд, який перебуває в електричному полі, діє сила, і тому при русі заряду в полі здійснюється певна робота. Як розрахувати цю роботу?

Розглянемо переміщення заряду в однорідному полі, утвореному двома паралельними пластинами, зарядженими протилежними зарядами. В такому полі силові лінії на всьому своєму протязі перпендикулярні до цих пластин, і якщо ліва пластина заряджена позитивно, то напруженість поля *Е* напрямлена зліва направо.

Припустимо, що позитивний заряд *q* перемістився з точки 1 до точки 2 по якому-небуть шляху **1→2 = s.**

Через те що сила, яка діє на заряд, що перебуває в полі, дорівнює:

***F = qE,***

то робота, виконана при переміщенні заряду в полі по заданому шляху, визначається з рівності:

***A=Fs∙cosα***, або ***A=qEs∙cosα***.

Але ***s∙cosα = d***, де ***d =х2 – х1*** є проєкція вектора переміщення на напрямок силових ліній поля.

Отже,

***A = qE(x2 – x1),*** або ***A = qEd.***

* А що було б, якби заряд рухався з точки 2 в точку 1?

***х2 – х1< 0,*** тобто робота виконуваласяпроти сил поля.

* А що було б, якби заряд рухався по замкненій траєкторії?

***х2 – х1= 0,*** то робота сил поля дорівнювала нулю.

Робимо висновок:

* *робота по переміщенню заряду з однієї точки в іншу не залежить траєкторії переміщення, а залежить тільки від положення цих точок*.
* *у випадку замкненої траєкторії руху заряду робота сил поля дорівнює нулю.*

Тіло, що перебуває в потенційному полі, має потенціальну енергію, за рахунок зменшення якої сили поля виконують роботу. Тому заряжене тіло, переміщене в електричне поле, має потенціальну енергію. А різниця її значень у довільних точках 1 і 2 дорівнює роботі, яку повинні виконати сили поля, щоб перемістити заряд із точки 1 у точку 2:

* ***Wp=Wp1  - Wp2 = A1→2***

Потенціальну енергію взаємодії двох точкових зарядів Q i q, розташованих на відстані r один від одного, визначають за формулою:

***Wp = k***

*Зверніть увагу: 1) потенціальна енергія взаємодії зарядів додатна, якщо заряди однойменні, і від’ємна, якщо заряди різнойменні; 2) якщо заряди нескінчено віддалити один від одного (r →ꝏ), то Wp=0(заряди не взаємодіють).*

Для визначення роботи електростатичного поля необхідно ввести енергетичну характеристику поля. Скористаємося для цього тим, що кожній точці поля відповідає певна потенціальна енергія *Wp* взаємодії заряду q з полем. Але ця енергія не є характеристикою поля – вона залежить від значення q. Оскільки сила, з якою поле діє на заряд, прямо пропорційна q, потенціальна енергія *Wp* також пропорційна q. Звідси випливає, що відношення не залежить від заряду. Тому ця величина може служити характеристикою поля в певній точці. Її називають **потенціалом** і позначають φ.

*Потенціал електростатичного поля в даній точці – це скалярна величина, що характеризує енергетичні властивості поля і дорівнює відношенню потенціальної енергії Wp електричного заряду, поміщеного в дану точку поля, до значення q цього заряду:*

***φ =***

Одиниця потенціалу в СІ – **вольт**: [φ] = 1В = 1.

Із означення потенціалу випливає, що потенціал φ поля, створеного точковим зарядом Q, у точках, які розташовані на відстані r від цього заряду, можна розрахувати за формулою: ***φ = k.***

Із цієї формули бачимо: *1) якщо Q > 0, то φ > 0; 2) якщо Q < 0, то φ < 0.*

Ця формула справджується і для потенціалу поля рівномірно зарядженої сфери (або кулі) на відстанях, які більші за її радіус або дорівнюють йому.

Потенціал у деякій точці може мати різні значення, пов’язані з вибором нульової точки, тому важливу роль тут відіграє не сам потенціал, а **різниця потенціалів**, що не залежить від вибору нульової точки.

Коли у електростатичному полі заряд рухається із точки 1 у точку 2, це поле виконує роботу, що дорівнює зміні потенціальної енергії заряду, узятої з протилежним знаком: **А1-2= -∆Wp .** Таким чином, **A1-2 = Wp1 – Wp2.**

Скориставшись виразом **Wp = qφ,** одержуємо: **А1-2 = qφ1 – qφ2 = q(****φ1 – φ2),** звідси : **φ1 – φ2 = .**

Одиниця різниці потенціалів в СІ – **вольт.**

Зазначимо, що різницю потенціалів (φ1 – φ2) у подібних випадках також називають **напругою** (**U**). Важливо не плутати *зміну потенціалу* ∆φ = φ2 – φ1 і *різницю потенціалів (напругу)* φ1 – φ2.

Який же зв’язок має напруженість електростатичного поля з різницею потенціалів.

Нехай із точки 1 у точку 2 під дією поля переміщується заряд q.

Виконану при цьому роботу можна визначити двома способами:

1) А1-2 = q(φ1 – φ2); 2) A1-2 = qEcosα = qExd. Порівнюючи обидва вирази для роботи, одержуємо: q(φ1 – φ2) = qExd, звідки (φ1 – φ2) = Exd.

***Е =*** або ***E = .***

Напруженість електростатичного поля напрямлена в бік спадання потенціалу.

Для наочного подання електростатичного поля, крім силових ліній використовують еквіпотенціальні поверхні. Силові лінії електростатичного поля перпендикулярні до еквіпотенціальних поверхонь. Крім того, силові лінії вказують напрямок зменшення потенціалу електростатичного поля.

**V. Первинне осмислення нового матеріалу**

Тест «Так - ні».

1. Робота сил електростатичного поля в ході переміщення заряду обчислюється за формулою  ***A = qEd.***
2. Заряджене тіло, розміщене в електростатичному полі має кінетичну енергію
3. У випадку замкненої траєкторії заряду робота сил поля буде максимальною.
4. Потенціальна енергія взаємодії зарядів додатна, якщо заряди однойменні, і від’ємна, якщо заряди різнойменні.
5. Потенціал – це векторна величина.
6. Якщо поле створене позитивним точковим зарядом, то потенціал цього поля в будь-якій точці є додатним.
7. Зміну потенціалу φ2 – φ1 ще називають напругою.
8. Напруженість можна обчислити за формулою Е = Ud.

Мабуть тепер можна пояснити , чому деякі предмети б’ють струмом.

(Повідомлення учнів)

**VI. Закріплення отриманих знань. Розв’язування задач**

Якісні задачі.

1. Однойменно заряджені тіла зближують. Яку роботу при цьому виконують сили електростатичного поля – позитивну чи негативну? Як змінюється енергія електростатичного поля: збільшується чи зменшується?
2. Як треба переміщати точковий заряду полі іншого (нерухомого) точкового заряду, щоб потенціальна енергія взаємодії зарядів не змінювалася?
3. Є два провідники. Один із них має заряд менший, але потенціал вищий від іншого. Як будуть переміщатися електричні заряди під час з’єднання провідників?
4. Точки А і В розташовані на одній силовій лінії однорідного електростатичного поля. Куди напрямлена напруженість поля, якщо потенціал точки В більший, ніж потенціал точки А?

Розв’язати задачу вправи 42(3).

**VII. Підбиття підсумків уроку. Рефлексія**

Бесіда «Що ми дізналися на уроці?»

Учні висловлюють свої думки щодо досягнення мети уроку, а вчитель оцінює їхню діяльність.

На уроці ми вивчили…

Мені запам’яталось найбільше...

Робота поля…

Енергія електричного поля…

Різниця потенціалів…

Еквіпотенціальні поверхні…

**VIII. Домашнє завдання**

&42, впр.42(2).

Додаток.

Повідомлення учня про статичну електрику.

### **Природа явища**

Електризація [діелектриків](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D1%96%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D0%BA%D0%B8) тертям може виникнути при зіткненні двох різнорідних речовин через відмінності атомних і молекулярних сил (через відмінності роботи виходу електрона з матеріалів). При цьому відбувається перерозподіл [електронів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD) (в рідинах і газах ще й [іонів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D0%BE%D0%BD)) з утворенням на дотичних поверхнях електричних шарів з рівними знаками електричних зарядів. Фактично [атоми](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%82%D0%BE%D0%BC) і [молекули](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%83%D0%BB%D0%B0) однієї речовини, що володіють більш сильним тяжінням, відривають електрони від іншої речовини, створюючи вихровий рух іонів середовища, в якому вони знаходяться.

Отримана різниця потенціалів дотичних поверхонь залежить від ряду факторів — діелектричних властивостей матеріалів, значення їх взаємного тиску при зіткненні, [вологості](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C) і [температури](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BC%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0) поверхонь цих тіл, кліматичних умов. При подальшому поділі цих тіл кожне з них зберігає свій [електричний заряд](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B7%D0%B0%D1%80%D1%8F%D0%B4), а зі збільшенням відстані між ними за рахунок виконаної роботи з розділення зарядів, [різниця потенціалів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D1%96%D0%B7%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%8F_%D0%BF%D0%BE%D1%82%D0%B5%D0%BD%D1%86%D1%96%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B2) зростає і може досягти десятків і сотень кіловольт.

Електричні розряди можуть утворюватися внаслідок деякої електропровідності вологого повітря. При [вологості повітря](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C_%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D1%96%D1%82%D1%80%D1%8F) більше 85 % статичну електрику практично не виникає.

**Статична електрика в побуті**

Статична електрика є невід'ємною частиною повсякденного життя. Якщо, наприклад, на підлозі лежить килим з вовни, то при терті об нього людське тіло може отримати негативний електричний заряд, в той час як килим отримає позитивний. Іншим прикладом може служити електризація пластикового гребінця, що після причісування отримує мінус-заряд, а волосся отримує плюс-заряд. Накопичувачем мінус-заряду нерідко є [поліетиленові](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D1%96%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BB%D0%B5%D0%BD) пакети, [полістирольний пінопласт](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D1%96%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BF%D1%96%D0%BD%D0%BE%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82). Накопичувачем плюс-заряду може бути суха [поліуретанова](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D1%96%D1%83%D1%80%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%B8) [монтажна піна](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BD%D1%82%D0%B0%D0%B6%D0%BD%D0%B0_%D0%BF%D1%96%D0%BD%D0%B0), якщо її стиснути рукою.

Електростатичний розряд відбувається при дуже високій напрузі і надзвичайно низьких струмах. Навіть просте розчісування волосся в сухий день може привести до накопичення статичного заряду з напругою в десятки тисяч вольт, проте струм його звільнення буде настільки малий, що його часто неможливо буде навіть відчути. Саме низькі значення струму не дають статичному заряду завдати людині шкоди, коли відбувається миттєвий розряд.

Статичний заряд залежить від вологості повітря. При вологості повітря 65-90 % людина, що йде по килиму, генерує потенціал до 1000 В; якщо сидить на стільці з поліетиленовим покриттям — 1500 В; піднімає зі столу портфель з синтетичного матеріалу — до 1200 В. При вологості 10-20 % значення напруги становлять відповідно 35 000, 18 000 і 20 000 В.[[1]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D0%BA%D0%B0#cite_note-:0-1)

**Статична електрика в промисловості і виробництві**

[](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:ESD_(Susceptible).svg)

Позначення чутливого до статичних розрядів об'єкту

[](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:ESD_(Protected).svg)

Позначення матеріалу, що захищає від статичних розрядів

Хоча статичний заряд є цілком безпечним для людини, але такі напруги можуть бути небезпечні для елементів різних [електронних приладів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%BB%D0%B0%D0%B4) — [мікропроцесорів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%96%D0%BA%D1%80%D0%BE%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%86%D0%B5%D1%81%D0%BE%D1%80), [транзисторів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B7%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%80) та ін. Для деяких виробів мікроелектроніки потенціал в сотні вольт є фатальним. Тому при роботі з радіоелектронними компонентами рекомендується вживати заходів щодо запобігання накопичення статичного заряду.

Більшість статичних розрядів на робочому місці генерує людина. Вважається, що близько 70 % ушкоджень електронних компонентів статичною електрикою викликані ненадійним заземленням персоналу.[[1]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D0%BA%D0%B0#cite_note-:0-1) Відтак, на всіх підприємствах, що займаються виробництвом та ремонтом сучасної електроніки, повинен застосовуватись антистатичний захист.

Для забезпечення ESD-безпеки на робочому місці і у виробничих приміщеннях слід дотримуватися трьох базових правил:

1. Використовувати тільки антистатичні матеріали та інструмент.
2. Забезпечити надійне заземлення всіх «заземлюваних» об'єктів, з яких принципово може стікати заряд через провідники.
3. З робочої зони по можливості видалити діелектричні матеріали, що мають поверхневий опір більше 100 ГОм. Заземлення цих матеріалів за допомогою провідників не дає практичних результатів. У випадках, якщо уникнути їх використання не вдається, в робочій зоні застосовується локальна іонізація повітря.

Для заземлення персоналу використовують індивідуальні антистатичні засоби, наприклад: антистатичні браслети на зап'ястя, антистатичні рукавички та шкарпетки, антистатичне взуття та одяг, антистатичні килимки та накидки на стільці, тощо.

**Позначення**

Відповідно до стандарту IEC60417, чорним трикутником з жовтою перекресленою кистю руки позначаються об'єкти, чутливі до впливу розряду статичної електрики.[[1]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D0%BA%D0%B0#cite_note-:0-1)

Цей же символ використовують у ролі попереджувального знаку на табличках і наклейках, що мають жовте поле з чорною лінією по периметру і текстову інформацію.

**Список використаних джерел**

1. Кирик Л.А. Усі уроки фізики. 11 клас. Академічний рівень. – Х.: Вид. група «Основа», 2011.
2. Фізика (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Локтєва В.М.) 10 клас. Міні-конспекти уроків до підручника Бар’яхтара В.Г., Довгого С.О., Божинової Ф.Я., Кірюхіної О.О.; за редакцією Бар’яхтара В.Г., Довгого С.О. – Харків.: Вид. «Ранок», 2018.
3. Фізика (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Локтєва В.М.): підручник для 10 кл. закл. Загал. серед. Освіти/ [ Бар’яхтара В.Г., Довгого С.О., Божинової Ф.Я., Кірюхіної О.О.]; за редакцією Бар’яхтара В.Г., Довгого С.О. – Харків.: Вид. «Ранок», 2018.
4. C:\Users\1\Downloads\3 Робота заряду Потенціал 11кл.pptx