

**ПОСЛІДОВНІСТЬ ФОРМУВАННЯ У СТУДЕНТІВ ПОНЯТТЯ ПРО ЕРС З ВИКОРИСТАННЯМ МЕХАНІЧНИХ ТА КОМП'ЮТЕРНО-АніМАЦІЙНИХ МОДЕЛЕЙ**

В статті пропонується методика навчання майбутніх учителів фізики формувати поняття електрорушійної сили з використанням механічних та комп'ютерних анімаційних моделей.

**Ключові слова:** фізика, вміння, навичка, експеримент, фізична величина.

Перехід освітньої галузі до навчання за кредитно-модульною системою вимагає серйозного переосмислення підходів до навчання та вибору необхідних засобів, які забезпечать в повній мірі самостійну роботу студента, на яку передбачається близько половини годин згідно навчального плану вивчення дисципліни, із засвоєння відповідних знань та формуванню вмінь і навичок їх використання.

Для чіткої організації такої роботи важливим елементом є забезпечення студента стрункою логічною структурою навчального матеріалу, яка б забезпечила формування фізичних понять в повному обсязі з дотриманням всіх дидактичних принципів – наступності, послідовності, науковості тощо.

Доцільно згадати, що вчений-педагог А.М.Сохор визначає логічну структуру як поєднання в єдине ціле елементів навчального матеріалу на основі причинно-наслідкових зв'язків і правил формальної логіки [1]. Складові елементи логічної структури у своїй послідовності – уявлення, поняття, судження відображають діалектичний шлях пізнання явищ природи. Зокрема використання такого підходу при навчанні фізики дозволяє учителю (учню, студенту) “побачити” всю тему (або її частину) в цілому, в її суттєвих зв'язках і співвідношеннях; сприяє постановці пізнавальних цілей, що призводить до більш глибокого і усвідомленого засвоєння знань; дозволяє структурувати навчальний матеріал на основний і допоміжний.

Усвідомлення такої структури розділу, теми (або їх частин) може використовуватись учителем для планування викладацької діяльності на певний період, як засіб наочності та як методичний прийом.

Розглянемо реалізацію такої послідовності міркувань для формування у студентів (учнів) поняття про електрорушійну силу. Мотиви, що спонукали до розгляду формування саме цього складного поняття очевидні – це і відсутність єдиної думки серед учителів і методистів щодо формування поняття ЕРС, засобів комп'ютерно-анімаційного моделювання та різноманітність підходів до формулювань та означень необхідних фізичних величин [2].

Базовими поняттями для формування поняття ЕРС є поняття про електричне поле та його характеристики – напруженість, потенціал (різниця потенціалів), електричний струм тощо, які були сформовані ще в основній школі.

Вже на цьому етапі – етапі повторення та узагальнення важливо зосередити увагу на відмінності умов існування електричного струму, порівнюючи характеристики електростатичного поля і електричного поля провідника зі струмом.

З курсу фізики основної школи відомо, що умовами існування електричного струму є – по-перше наявність вільних носіїв заряджених частинок, по-друге наявність причин, які викликають їх впорядкований рух.

Найчастіше учитель зосереджує увагу на тому, що в більшості випадків (на практиці) впорядкований рух вільних заряджених частинок викликає електричне поле. Проте, варто пояснити, що причини, які призводять до такого руху, можуть бути різними, зокрема однією із них може служити явище інерції. В досліді Р.Толмена та Д.Стюарта котушка із великої кількості

витків металевого дроту після швидкого розкручування навколо своєї геометричної осі, різко гальмувалась. При цьому спостерігалось відхилення балістичного гальванометра, що засвідчувало наявність електричного струму – руху заряджених частинок за інерцією.

Такі умови необхідні для існування будь-якого електричного струму. Для існування ж постійного струму крім цих двох умов необхідно, щоб електричне коло було замкненим. Доцільно провести досліди, які ілюструють умови існування струму. Суть першого показано на *рис. 1*. При з'єднанні електрометрів провідником, який містить неонову лампочку, остання спалахує, а відхилення стрілок електрометрів стають однаковими. Таким чином, для наявності струму необхідно, щоб в ньому існувало електричне поле, яке характеризується різницею потенціалів на кінцях провідника. Саме в цьому випадку вільні заряди, що є в ньому будуть приведені у впорядкований рух. Для тривалого існування струму необхідно постійно підтримувати різницю потенціалів на кінцях провідника. Як підтвердження цього проводимо експеримент, в якому неонову лампочку безпосередньо під'єднуємо до кондукторів електрофорної машини (*рис. 2*). Обертаючи ручку машини, спостерігаємо за неперервним світінням неонові лампочки, що доводить існування електричного поля і створення в результаті цього постійного струму.

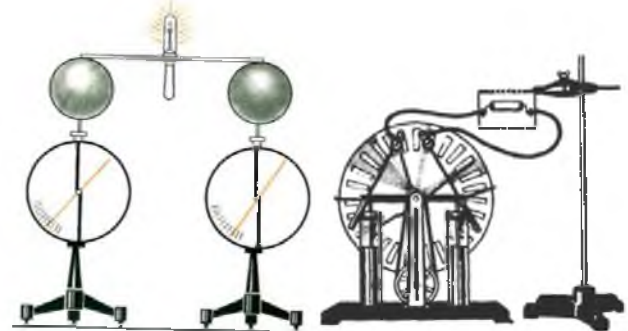


Рис. 1

Рис. 2

З боку поля на кожен заряджену частинку в електричному полі, напруженість якого  $E$ , буде діяти сила, величина якої  $F = q \cdot E$  (де  $q$  – заряд частинки).

Отже, поле здійснює роботу, при цьому змінюється енергія взаємодії системи “поле-заряд”. Однак, що важливо, рух частинок внаслідок дії сил поля можливий лише за наявності різниці потенціалів між точками початку і кінця вектора переміщення.

Встановимо, якою повинна бути будова електричного поля в провідниках, які з'єднані в замкнуте коло, щоб в ньому існував електричний струм, адже на основі аналізу властивостей електростатичного поля зроблений висновок про те, що такий вид електричного поля не може рухати електричні заряди тривалий час (*рис. 3*).

Значить, у випадку, коли по провіднику тече струм, електричне поле в ньому відрізняється від електростатичного поля нерухомих зарядів.

Дійсно, у випадку під'єднання провідника до джерела струму, внаслідок появи поля вільні заряджені частинки різних знаків зарядів починають рухатись в протилежних напрямках, в тому числі і до поверхні провідника. Густина цих зарядів за абсолютним зна-

ченням зменшується від полюсів до середини провідника. Силкові лінії в середині провідника стають майже паралельними до осі, тобто поле майже однорідне (рис. 4). Поза межами провідника силкові лінії розташовані похило до поверхні провідника. Заслугує увагу демонстрація підтвердження цього факту, дослід описаний в книзі Шахмаєва М.М. [3].

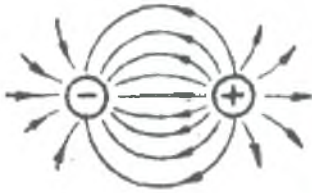


Рис. 3

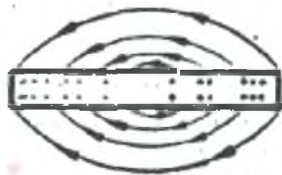


Рис. 4

Значить електричне поле провідника зі струмом називається стаціонарним електричним полем і воно відрізняється від поля електростатичного.

Учням середніх освітніх закладів учитель, володіючи такими знаннями, може лише констатувати увагу на тому, що буде для випадку, коли в колі встановиться постійний струм (рис. 5).



Рис. 5

1. Вектор напруженості електричного поля не перпендикулярний до поверхні провідника. Розклавши його на дві складові  $\vec{E}_{\parallel}$  і  $\vec{E}_{\perp}$  підтверджуємо, що саме поздовжня складова напруженості стаціонарного електричного поля  $\vec{E}_{\parallel}$  приводить в напрямлений рух заряджені частинки – створює електричний струм. Іншими словами, напруженість стаціонарного поля всередині провідника відмінна від нуля. Саме тому, в провіднику відбувається переміщення вільних зарядів.

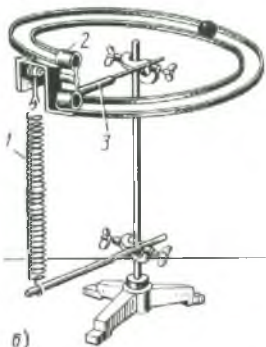
2. В стаціонарному електричному полі провідника існує постійний струм, тобто електричні заряджені частинки рухаються рівномірно.

3. Поряд з відмінностями  $\epsilon$  і суттєві спільні ознаки між електростатичним полем і електричним полем провідника зі струмом. Обидва вони потенціальні; силкові лінії кожного з цих полів  $\epsilon$  незамкнуті (вони починаються і закінчуються на відповідних зарядах).

Подібність цих полів варто розуміти в тому смислі, що просторовий розподіл заряджених частинок незмінний в часі і тому стаціонарне поле нагадує електростатичне, яке створене нерухомими зарядженими частинками.



а)



б)

Вказана подібність між електростатичним і стаціонарним полями, а саме те, що робота в цих полях по замкнутому шляху рівна нулю є вихідним положенням при визначенні ролі джерела струму в електричному полі, яка зводиться до того, щоб тривалий час підтримувати розподіл зарядів вздовж поверхні провідника. На цьому етапі суттєву роль виконують демонстрації механічних моделей електричного кола [2, 4, 5], які сприяють розумінню необхідності мати в наявності сили неелектричного походження, які виконують роботу по роз'єднанню електричних зарядів (рис. 6).



а)

Рис. 6

Такі сили назвали сторонніми. Величину, яка характеризує дію сторонніх сил на одиничний позитивний заряд – напруженістю поля сторонніх сил.

Саме сторонні сили виконують роботу з роз'єднання електричних зарядів. Причому сторонніми силами доводиться виконувати роботу проти сил поля. Іншими словами, будь-яке джерело – це перетворювач енергії: в ньому один якийсь вид енергії перетворюється в електричну. (в гальванічному елементі – за рахунок хімічної енергії, в термобатарей – за рахунок теплового руху, в генераторі постійного струму – за рахунок механічної роботи при обертанні якоря в магнітному полі; в фотоелементах – за рахунок світлової енергії тощо).

Сторонні сили всередині джерела розділяють різноімненні заряди, які накопичуються на полюсах. В міру перерозподілу їх і накопичення на полюсах зростає значення сили електричного поля всередині джерела, що діє на заряд. Коли  $\vec{F}_{el}$  і  $\vec{F}_{стор}$  зрівняються за величиною переміщення зарядів всередині джерела припиняється (рис. 7).

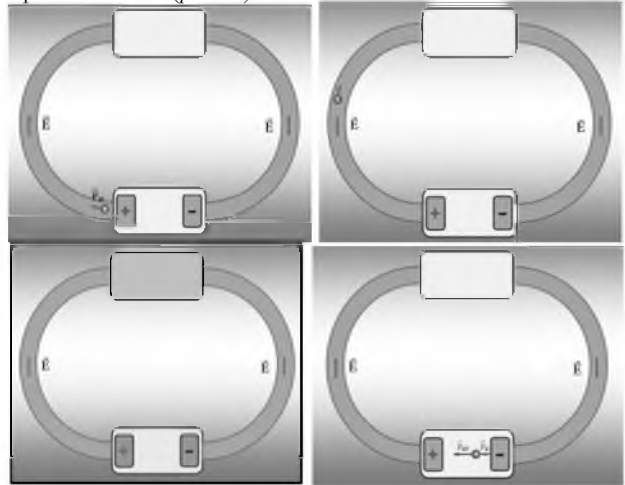


Рис. 7

Для джерела струму характерною є величина робота, яку здійснюють в ньому сторонні сили по перенесенню кожної одиниці електрики. Цю суттєву енергетичну характеристику джерела струму називають електрорушійною силою.

Формувати поняття про ЕРС як фізичну величину, на наш погляд, зручно використовуючи закон збереження енергії, згідно якого роботу  $A$  по переміщенню заряду в замкнутому колі записують як суму роботи електростатичного поля на зовнішній ( $A_{зов}$ ) і внутрішній ( $A_{вн}$ ) ділянках кола та роботи ( $A_{стор}$ ) сторонніх сил:

$$A = A_{зов} + A_{вн} + A_{стор}$$

Сума перших двох доданків – робота кулонівських (електростатичних) сил в замкнутій ділянці рівна нулю. Таким чином, робота по переміщенню заряду по всьому замкнутому електричному колі виконується за рахунок сторонніх сил.

$$A = A_{стор}$$

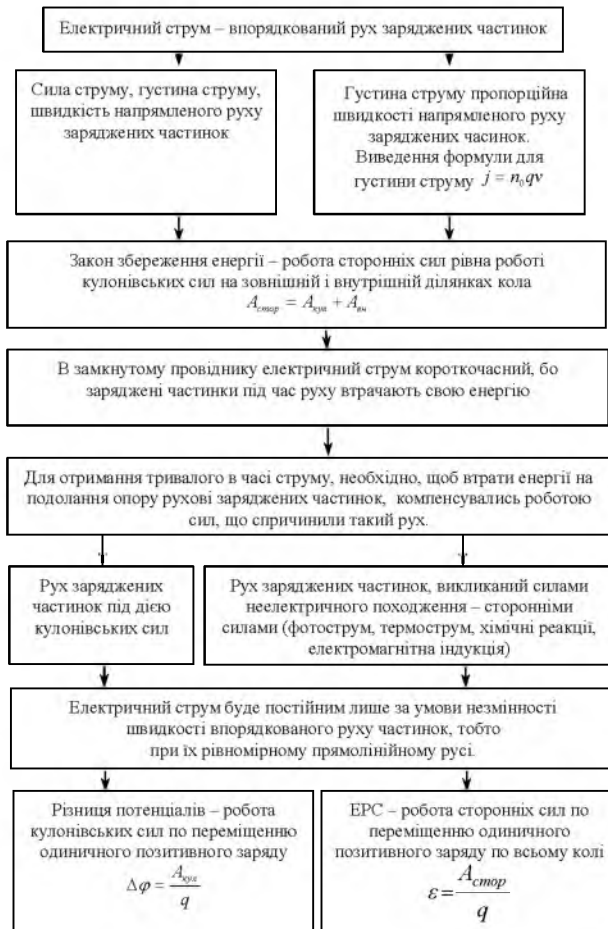
Робота цих сил компенсує витрати енергії носіям струму при їх русі по всьому колу. Зручно і практично вигідно цю роботу розраховувати на одиницю заряду:

$$\epsilon = \frac{A_{стор}}{q}$$

Фізичну величину, яка визначається роботою сторонніх сил по перенесенню одиничного позитивного заряду по всьому колу, називають ЕРС джерела.

Робота вчителя над формуванням поняття про ЕРС продовжується в подальшому при вивченні закону Ома для повного кола, що буде запропоновано для розгляду в наступних роботах.

Весь наведений матеріал може вивчатись за такою структурною схемою:



Не викликає сумніву думка про те, що міцні знання та повноцінне формування фізичних понять базується на спостереженнях та дослідах, якими вчитель супроводжує навчальний процес.

Але в домашніх умовах, в позаурочний час та при самостійному вивченні навчального матеріалу, як допомогу варто використовувати навчальні комп'ютерні демонстрації, до складу яких входять демонстраційні комп'ютерні моделі. Такі презентаційні ряди, фрагменти яких показані на малюнках (рис. 8), розроблені нами до даної теми, пропонуються для використання студентами під час самопідготовки, викладачами при проведенні лекційних та практичних занять.

Використання таких програм дозволяє інтенсифікувати процес вивчення нового матеріалу, повторювати покази відеозаписів класного експерименту, пере-

глядати комп'ютерні статичні та динамічні моделі, сприяє покращенню формування фізичних понять на базі активної самостійної роботи студентів.

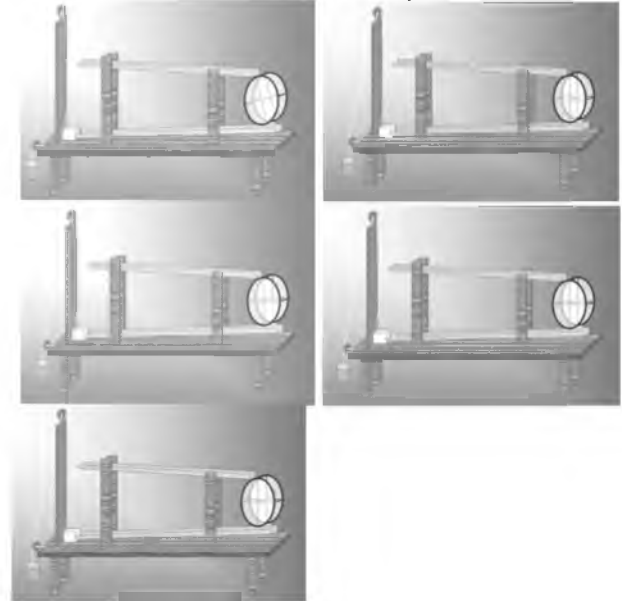


Рис. 8

#### Список використаних джерел:

1. Сохор А.М. Логическая структура учебного материала. — М.: Педагогика, 1971. — 154 с.
2. Сусь Б.А., Заболотний В.Ф., Мислицька Н.А. Фізичний зміст електрорушійної сили в мультимедійній інтерпретації // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики: Збірник наукових праць. Випуск V: В 3-х томах. — Кривий Ріг: Видавничий відділ НМетАУ, — Т.2: Теорія та методика навчання фізики. — 2005. — С.319-322.
3. Шахмаев Н.М. Основные демонстрации при изучении магнитного поля. — М.: Изд-во АПН РСФСР, 1960. — 124 с.
4. Кліх В., Федькович М. Моделі-аналогії при вивченні закону Ома для повного кола // Фізика та астрономія в школі, 2002. — №5. — С.32-33.
5. Заболотний В.Ф., Мислицька Н.А., Сусь Б.А. Використання механічних та комп'ютерно-анімаційних моделей при формуванні поняття електрорушійної сили // Наукові записки. — Випуск 60. — Серія: педагогічні науки. — Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В.Винниченка, 2005. — Ч.1. — С.150-155.

This article offers the methodology for teaching future teachers of Physics to form the notion of EMF and computer — animation models.

**Key words:** physics, ability, skill, experiment, physical size.

Отримано: 24.06.2005.

УДК 372:859:53

В.А.Ильин, Т.В.Муратова

Московский педагогический государственный университет

#### СВЯЗЬ ПРЕПОДАВАНИЯ И НАУКИ В ПЕДАГОГИЧЕСКОМ ВУЗЕ В КОНТЕКСТЕ БОЛОНСКОГО ПРОЦЕССА

В статье раскрыты основные аспекты взаимосвязи преподавания и науки в контексте Болонского процесса в педагогическом вузе.

**Ключевые слова:** преподавание физики, наука, Болонский процесс, специальный курс, практикум.

Одним из главных положений Болонской декларации, принятой за основу интеграции европейского высшего образования, является более тесная, чем ранее связь научных исследований, проводимых в вузе,

и учебного процесса [1]. На встрече в Саламанке в 2001 году ректоры более чем 300 европейских вузов определили эту связь буквально так: «Поскольку научные исследования являются движущей силой высшего