

Міністерство освіти і науки України
Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка
Кафедра фізики та інформаційних систем

«До захисту допускаю»
Завідувач кафедри фізики та інформаційних систем,
кандидат фізико-математичних наук, доцент
_____ Віталій ГОЛЬСЬКИЙ
« _____ » _____ 2025 р.

ФОРМУВАННЯ РОЗУМІННЯ УЧНЯМИ ПРИНЦИПІВ РОБОТИ
ЕЛЕКТРОННИХ КОМПОНЕНТІВ ЕЛЕКТРИЧНИХ КІЛ ІЗ
ВИКОРИСТАННЯМ STEM-КОНСТРУКТОРІВ

спеціальність 014 «Середня освіта (за предметними спеціальностями)»
предметна спеціальність: 014.08 Середня освіта (Фізика та астрономія)
додаткова предметна спеціальність: 014.04 Середня освіта (Математика)

Магістерська робота
на здобуття кваліфікації
Магістр середньої освіти.
Вчитель фізики та астрономії, вчитель математики

Автор роботи: ТРУХАН Юрій Володимирович _____
підпис

Науковий керівник: кандидат фізико-математичних наук,
доцент ГОЛЬСЬКИЙ Віталій Богданович _____
підпис

Дрогобич, 2025

АНОТАЦІЯ

Трухан Ю. В. Формування розуміння та вивчення принципів електронних компонентів електричних кіл із використанням STEM-конструкторів. Магістерська робота, Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка, Дрогобич, 2025 р.

У роботі розглянуто формування розуміння учнями принципів роботи електронних компонентів електричних кіл з застосуванням STEM-конструкторів у навчанні фізики. Метою дослідження є теоретичне обґрунтування та експериментальна перевірка ефективності STEM-конструкторів під час вивчення електричних явищ.

Проаналізовано можливості застосування STEM-технологій у навчанні та обґрунтовано доцільність використання інноваційних засобів. Дослідження показало, що вони підвищують пізнавальну активність учнів, розвивають дослідницькі й практичні навички та формують інтерес до фізики.

Ключові слова: STEM-конструктори, STEM-освіта, методика навчання фізики, електричні явища, електричні кола, електронні компоненти.

ANNOTATIONS

Trukhan Y. V. formation of understanding and study of the principles of electronic components of electrical circuits using STEM-designers. Master's thesis, Drohobych Ivan Franko State Pedagogical University, Drohobych, 2025.

The work considers the formation of students' understanding of the principles of operation of electronic components of electrical circuits using STEM-designers in teaching physics. The purpose of the study is the theoretical justification and experimental verification of the effectiveness of STEM-designers in the study of electrical phenomena.

The possibilities of using STEM technologies in teaching are analyzed and the feasibility of using innovative tools is substantiated. The study showed that they increase students' cognitive activity, develop research and practical skills, and form an interest in physics.

Keywords: STEM-constructors, STEM-education, physics teaching methodology, electrical phenomena, electrical circuits, electronic components.

Зміст

Вступ.....	5
§ 1. STEM-конструктори як засіб навчання фізики.....	7
§ 2. Застосування STEM технологій на уроках фізики	13
§ 3. Методика вивчення електричних явищ у шкільному курсі фізики	20
§ 4. STEM-конструктор «ДОКА»: структура та можливості	30
4.1. Електричні та з'єднувальні елементи	30
4.2. Випромінювачі та засоби індикації.....	31
4.3. Пасивні компоненти	32
4.4. Активні компоненти	33
4.5. Мікросхеми та спеціалізовані компоненти	34
§ 5. Використання конструктора «ДОКА» під час вивчення електричних явищ на уроках фізики.....	36
Висновки	43
Список використаних джерел	44
Додаток.....	50

Вступ

Пріоритетне значення у сучасному світі-цінність знань та розвиток молодого покоління.

На одному рівні з традиційними технологіями освіти, все більше поширюється STEM-освіта та використання передових засобів інформаційних технологій в освітньому процесі. STEM-технології в освітньому процесі сприяють ефективному розв'язанню навчальних завдань і підвищенню результативності освітнього процесу.

STEM-технології, що поєднують наукові, технічні, інженерні та математичні підходи, стають важливою ланкою взаємодії між учнем і вчителем, студентом і викладачем, незалежно від відстані між ними. Завдяки використанню комп'ютерних та інтернет-технологій створюється інтерактивне освітнє середовище, яке забезпечує обмін навчальною інформацією, розвиток практичних навичок і творчого мислення. Таким чином, STEM-освіта виступає сучасною формою безперервного навчання, спрямованою на реалізацію права людини на якісну освіту та інноваційний розвиток.

Мета роботи: теоретично обґрунтувати та експериментально перевірити ефективність використання STEM-конструкторів у процесі формування в учнів розуміння принципів роботи електронних компонентів електричних кіл під час вивчення фізики

У роботі було поставлено наступні завдання:

- дослідити теоретичні та методичні засади використання STEM-конструкторів в освітньому процесі;
- проаналізувати сучасний стан і педагогічний потенціал застосування STEM-технологій на уроках фізики;
- розглянути методику вивчення електричних явищ у закладах загальної середньої освіти;

- здійснити характеристику STEM-конструктора «ДОКА» як засобу навчання фізики;
- обґрунтувати доцільність і ефективність використання STEM-конструктора «ДОКА» у процесі вивчення електричних явищ.

Об’єкт дослідження – процес формування розуміння фізичних і технічних понять у навчанні фізики учнів закладів загальної середньої освіти.

Предмет дослідження – методика формування розуміння принципів роботи електронних компонентів електричних кіл із використанням STEM-конструкторів у процесі навчання фізики.

Структура роботи – робота складається з вступу п’яти параграфів, висновків, списку використаних джерел та додатку.

Результати роботи апробовані на дванадцятій міжнародній науково-практичній конференції викладачів та студентів факультету фізики, математики, економіки та інноваційних технологій «Актуальні проблеми сучасної науки» (6-7 травня 2025 р.). – Редакційно-видавничий відділ ДДПУ імені Івана Франка, 2025. [29]

§ 1. STEM-конструктори як засіб навчання фізики

Оновлення сучасної школи неможливе без запровадження освітніх технологій, які поєднують наукові знання з практичною діяльністю учнів. Серед таких підходів особливе місце займає STEM-освіта, що інтегрує природничі науки, інженерію, математику та технології у цілісну систему навчання. Вона спрямована на розвиток компетентностей, необхідних для життя та професійної реалізації в умовах швидких технологічних змін.

Фізика, як навчальний предмет, має значний потенціал для реалізації STEM-підходу, адже її зміст безпосередньо пов'язаний із практичним дослідженням явищ, моделюванням процесів та застосуванням технічних засобів. Використання STEM-конструкторів, цифрових лабораторій і симуляторів створює умови для активного залучення школярів до експериментів та проєктної діяльності, формує в них уміння працювати в команді, розвиває критичне мислення та інженерні навички.

Дослідження особливостей застосування STEM-завдань у шкільному курсі фізики є важливим з огляду на необхідність підвищення інтересу учнів до природничо-математичних дисциплін та підготовки їх до викликів ринку праці. Такий підхід не лише поглиблює засвоєння теоретичних знань, але й забезпечує їхнє практичне використання, що відповідає сучасним вимогам якості освіти.

У науковій праці розглядається питання інтеграції проєктних методик у навчальний процес. Автори наголошують, що сучасна система освіти повинна адаптуватися до динамічного розвитку технологій і забезпечувати учнів знаннями та навичками, необхідними для професійної діяльності у сферах науки, техніки, інженерії та математики. Особливе місце у цьому процесі займають уроки фізики, які відзначаються практичною спрямованістю й відкривають широкі можливості для реалізації міждисциплінарних проєктів. [1]

Однією з ключових складових дослідження є аргументація доцільності застосування платформи Arduino у навчальному процесі. Її застосування

дозволяє школярам поєднувати теоретичні знання з практикою, реалізуючи власні технічні рішення. У статті наведено приклади навчальних проєктів, зокрема дослідження магнітного поля Землі, створення автоматичного ліхтаря чи визначення залежності тиску повітря від об'єму гумових кульок. Використання Arduino в поєднанні з цифровими інструментами, зокрема програмою Tracker, робить експериментальні дослідження доступнішими та сприяє оптимізації витрат у начальному процесі .

Аналізуючи результати, науковці наголошують , що впровадження STEM-підходу сприяє не лише кращому засвоєнню фізичних законів, а й розвитку критичного мислення, дослідницьких навичок та здатності до командної роботи. Водночас такі методи забезпечують формування інженерного стилю мислення, що є надзвичайно актуальним у контексті підготовки майбутніх фахівців. Отже, зроблено висновок, що подальше вдосконалення методик навчання із застосуванням Arduino має значний потенціал для модернізації освітнього процесу та підвищення його ефективності.

Поступово практичні підходи STEM-освіти, які починаються ще з дошкільного віку через конструктори LEGO, розширюються на шкільні програми. Учні отримують можливість застосовувати набуті навички в більш складних проєктах, поєднуючи знання з фізики, математики та інженерії. Саме тут у навчальний процес активно інтегруються платформи на кшталт Arduino, які дозволяють школярам реалізовувати власні технічні рішення, досліджувати природні явища та розвивати критичне мислення через практичну діяльність.

У статті розглядається потенціал застосування конструкторів LEGO у системі дошкільної освіти. Дослідники зазначають, що впровадження STEM-підходів у ранньому віці сприяє розвитку дослідницьких умінь, технічного мислення та творчих здібностей дітей. Завдяки ігровій формі LEGO стає ефективним інструментом, який дозволяє поєднати навчання з грою та допомагає засвоювати базові поняття з фізики, математики й інформатики. [2]

Особливу увагу приділено тому, що практичні заняття з конструювання не лише формують технічні навички, а й підтримують сенсорний розвиток, вдосконалюють мовлення та комунікативні здібності. Дослідження педагогів і психологів підтверджують: саме конструювання є одним із найбільш результативних методів розвитку технічної творчості у дітей. Наведені приклади освітніх практик демонструють різні можливості використання LEGO – від виконання завдань за схемами та створення власних моделей до вирішення математичних задач. [2]

Зазначається також соціальна значущість таких занять. Робота з LEGO формує в дітей уміння планувати свої дії, дотримуватися інструкцій та співпрацювати з однолітками, що особливо важливо для гармонійного розвитку особистості. Крім того, конструювання сприяє розвитку дрібної моторики, просторового мислення та уяви. Таким чином, автори роблять висновок, що LEGO у дошкільній освіті є не лише засобом гри, а й потужним педагогічним інструментом, здатним забезпечити формування ключових компетентностей майбутнього.

Після ознайомлення з інноваційними засобами STEM-навчання стає зрозуміло, що ключовим у цьому процесі є практична діяльність учнів. Вже на ранньому етапі, навіть у дошкільному віці, інтеграція ігрових конструкторів, таких як LEGO, дозволяє застосовувати отримані знання на практиці. Завдяки цьому діти не лише знайомляться з базовими поняттями математики, фізики та інформатики, а й розвивають креативність, технічне мислення та навички співпраці, що закладає основу для подальшого опанування складніших STEM-напрямів

Авторський колектив відзначає, що STEM-сучасне навчання — це не просто поєднання природничих наук, технологій, інженерії та математики. Це підхід, який допомагає учням формувати комплексні компетенції, розвивати критичне та інноваційне мислення, вчить застосовувати знання на практиці. Особливо

важливою є роль педагога: саме від його підготовки та вміння ефективно використовувати інноваційні методики залежить успіх усього навчального процесу. [3]

Важливим елементом STEM-навчання є використання інтерактивних веб-ресурсів. Такі платформи, як PhET Interactive Simulations, Khan Academy та GeoGebra, дозволяють учням не просто читати чи слухати теорію, а бачити, як вона працює на практиці. Учні можуть експериментувати, моделювати різні процеси і таким чином глибше розуміти складні наукові концепції.

Ще одним важливим аспектом є робототехніка, яка дає змогу учням не лише збирати й програмувати, а й думати як інженери. Платформи LEGO Mindstorms, VEX Robotics та Arduino дозволяють створювати реальні технічні проекти і перевіряти їх у дії. А використання конструкторів, таких як LEGO Education, K'NEX Education або Tinkercad, допомагає розвивати творчість і просторове мислення, що дуже цінно для майбутніх інженерів. [3]

Не менш важливим елементом є практичні заняття та експерименти. Саме вони дозволяють учням перевіряти свої знання на практиці, бачити результати власних дій і отримувати задоволення від процесу навчання. Таке навчання мотивує і робить знання більш усвідомленими.

У підсумку, аналіз роботи показує, що впровадження інноваційних технологій у STEM-освіту вимагає системного підходу. Необхідно адаптувати освітні програми, створювати нові методики підготовки педагогів і активно використовувати технологічні інструменти. Це дозволить учням здобувати навички, які будуть корисними для їхньої майбутньої професійної діяльності у науці, техніці та інженерії.

Розглянувши загальні інноваційні засоби STEM-навчання, стає очевидним, що одним із найважливіших і найефективніших напрямків практичної реалізації цих підходів є робототехніка. Вона дозволяє учням поєднувати знання з різних дисциплін — математики, фізики, програмування та інженерії — і застосовувати

їх на практиці. Робототехнічні проєкти стимулюють активну участь у навчальному процесі, розвивають критичне мислення, креативність та навички командної роботи, що робить навчання більш захопливим і результативним. Саме через такі практичні заняття учні мають змогу бачити реальні результати своєї праці та відчувати власну ефективність.

Аналіз статті показує, наскільки зміни у світі впливають на освіту. Розвиток технологій і появу нових професій вимагають сучасних підходів до навчання. STEM-освіта допомагає учням мислити логічно, працювати в команді, застосовувати знання на практиці і вирішувати реальні завдання. Важливо, що реформа Нової української школи закріплена на законодавчому рівні з 2016 року, що підкреслює її актуальність. [4]

Особливу роль у STEM-навчанні займає робототехніка. Програмовані пристрої та конструктори дозволяють поєднувати знання з математики, фізики, програмування та інженерії, створюючи практичні проєкти. Практичні заняття розвивають креативність, технічні навички та вміння працювати з сучасними технологіями.

У статті наводиться приклад гуртка «Основи робототехніки» у Чернівецькому ліцеї №4, де учні працюють із наборами RoboKit. Такі заняття формують командні навички, відповідальність і терплячість, а також стимулюють інтерес до навчання. [4]

У публікації звертають увагу на те, що STEM-освіта та робототехніка не лише розвивають технічні компетенції, а й інформаційну культуру, аналітичне мислення та здатність розв'язувати практичні проблеми. Підтримка таких ініціатив на державному рівні сприяє підготовці кваліфікованих фахівців майбутнього, а практична спрямованість навчання відповідає принципам Нової української школи. [4]

Після ознайомлення з практичними аспектами робототехніки у рамках STEM-освіти стає зрозуміло, що цей напрямок має не лише навчальне значення,

а й готує учнів до майбутніх професій. Проте для повноцінного впровадження робототехніки необхідно враховувати організаційні та матеріальні аспекти: від наявності спеціального обладнання до розробки системних навчальних програм. Саме ці питання визначають, наскільки ефективно робототехніка може інтегруватися у сучасну освіту і стати повноцінним складником STEM-напряму

Робототехніка сьогодні є важливим напрямом STEM-освіти, оскільки поєднує інженерію, програмування та моделювання. Стаття показує, що робота з роботами дає учням змогу отримати практичні навички конструювання, тестування та програмування, а також розвиває креативність і критичне мислення. Проекти з робототехніки мотивують дітей активно включатися у навчальний процес, що значно відрізняється від звичного пасивного засвоєння знань, і допомагає готувати майбутніх висококваліфікованих фахівців. [5]

Автори статті наводять класифікацію роботів за сферами застосування: промислові, побутові, військові, соціальні, медичні, космічні та інші. Водночас вони виділяють дві основні категорії: фізичні машини-роботи та програмні боти. Проте інтеграція робототехніки в освітній процес в Україні залишається непростим завданням через відсутність системного підходу. Деякі школи вже включають робототехнічні проекти до програм, але досі бракує спеціально розроблених курсів для загальноосвітніх закладів. [5]

Ще одним викликом є забезпечення шкіл необхідним обладнанням. У статті згадуються популярні платформи, такі як Arduino, Lego, Fischertechnik, та різні конструктори для програмування і моделювання. Висока вартість таких наборів обмежує їхнє широке впровадження. Водночас розвиток робототехніки сприяє еволюції суспільства, хоча й порушує економічні та етичні питання, пов'язані з автоматизацією та змінами на ринку праці. Це підкреслює важливість продуманої інтеграції людини і роботів у майбутнє суспільство.

§ 2. Застосування STEM технологій на уроках фізики

Сучасна освітня парадигма орієнтується на формування в учнів ключових компетентностей XXI століття — критичного мислення, креативності, комунікації, співпраці та підприємливості. Інтегрований STEM-підхід розглядається як один із найефективніших інструментів досягнення цих результатів, особливо у викладанні фізики, що природно поєднує наукове пізнання з інженерним мисленням і математичним моделюванням. Актуальність теми зумовлена необхідністю підвищення мотивації школярів до вивчення природничих дисциплін, оновлення методик навчання та потребами ринку праці у випускниках із розвиненими дослідницькими й технологічними навичками. У підготовленому документі узагальнено підходи й результати впровадження STEM-завдань на уроках фізики, зокрема їхній вплив на формування ключових компетентностей, розвиток дослідницьких умінь, використання інноваційних засобів навчання та проектної діяльності учнів .

Необхідно обґрунтувати потенціал STEM-підходу у шкільному курсі фізики та окреслити практичні шляхи його реалізації через систему завдань, навчальних проєктів і сучасні цифрові інструменти. Для досягнення мети здійснено огляд публікацій та методичних матеріалів щодо впливу STEM активностей на рівень навчальних досягнень і компетентності учнів, організацію дослідницької діяльності на уроці, добір інноваційних ресурсів і моделей змішаного навчання, а також інтегрованих міжпредметних рішень та завдань.

Метою дослідження є вивчення процесу навчання фізики в закладах загальної та середньої освіти, а предметом — методичні засоби реалізації STEM-підходу. Теоретичну основу становить аналіз національних та зарубіжних джерел щодо оцінювання критичного мислення, організації проектної та дослідницької діяльності, а також підтвердження ефективності інструментів змішаного навчання у фізиці .

Науково-теоретична новизна та практичне значення роботи полягають у систематизації доказів ефективності системного підходу до уроку фізики та у пропозиції цілісного набору практик, придатних для безпосереднього впровадження в освітньому процесі — від конструювання комплексних міжпредметних завдань і організації учнівських проєктів до використання цифрових лабораторій і платформ моделювання. Узагальнені висновки та рекомендації можуть бути використані вчителями фізики, методистами та авторами освітніх програм для підвищення якості навчання й стійкої мотивації учнів до природничо-математичних дисциплін .

У роботі автора розглянуто вплив STEM-завдань на розвиток ключових компетентностей учнів, зокрема критичного мислення, креативності, комунікації та співпраці. Обґрунтовано необхідність інтеграції STEM-підходу у навчальний процес з метою підвищення мотивації та відповідності сучасним вимогам ринку праці. [6]

Дослідження проводилося серед учнів 7–9 класів за участі експериментальної та контрольної груп. Методика ґрунтувалася на проєктних завданнях інтегративного характеру, що поєднували елементи науки, технологій, інженерії та математики. Результати показали зростання середнього балу в експериментальній групі на 4,3 пункти, що підтверджує ефективність підходу. [6]

STEM-освіта у викладанні фізики сприяє підвищенню інтересу до науки та якості навчальних досягнень, проте потребує належного ресурсного забезпечення, підготовки педагогів і вдосконалення системи оцінювання результативності.

Отримані результати підтверджують, що STEM-підхід не лише підвищує рівень навчальних досягнень, а й створює умови для розвитку практичних та дослідницьких навичок учнів. Саме аспект формування дослідницьких умінь став предметом детальнішого розгляду у наступному дослідженні.

У статті розглянуто розвиток дослідницьких умінь школярів через впровадження STEM-підходу у викладанні фізики. Показано, що інтеграція науки, технологій, інженерії та математики сприяє формуванню критичного мислення, творчих здібностей, аналітичного підходу та здатності застосовувати знання у практичних ситуаціях. [7]

Дослідження підкреслюють значущість проблемно-орієнтованого навчання та експериментальної діяльності, які стимулюють пізнавальну активність учнів. Запропоновано педагогічні умови реалізації STEM-підходу, що включають оновлення методики викладання, інтеграцію міждисциплінарних підходів та використання сучасних технологій.

Ефективне впровадження STEM-освіти вимагає створення сприятливого навчального середовища, розробки методичного забезпечення та підготовки кваліфікованих педагогів. Подальший розвиток підходу пов'язаний з удосконаленням навчальних програм і формуванням у школярів навичок XXI століття — інноваційного мислення, командної роботи та дослідницької компетентності. [7]

У сучасній освіті особливу увагу приділяють розвитку компетентностей, необхідних для ефективної участі в технологічно насиченому суспільстві. STEM-освіта, що поєднує науки, технології, інженерію та математику, сприяє формуванню критичного мислення, творчих здібностей і практичних навичок учнів.

Для оцінки сучасних підходів до впровадження STEM-навчання було проаналізовано низку досліджень, які систематизують інструменти, методи та практичні підходи, що застосовуються у навчальному процесі, і демонструє їхню ефективність у розвитку ключових компетентностей учнів.

Дослідження спрямоване на ефективність сучасних педагогічних підходів у впровадженні STEM-освіти. У роботі відзначена важливість компетентності педагогів та їх здатності застосовувати новітні технології у навчальному процесі.

Особлива увага приділяється інтерактивним веб-ресурсам, робототехніці та конструкторам, які сприяють розвитку інженерних, творчих та критичних навичок учнів. Практичні заняття та реальні експерименти дозволяють школярам краще засвоювати матеріал і розвивати критичне мислення. [8]

Аналізуються різні платформи та інструменти для STEM-навчання, зокрема PhET Interactive Simulations, Khan Academy, GeoGebra, LEGO Mindstorms, Arduino, LEGO Education, Tinkercad. Робототехніка представлена як ефективний метод, що поєднує програмування, інженерію та проєктну діяльність, тоді як конструктори та інтерактивні експерименти допомагають візуалізувати складні наукові концепції і розвивати творчі здібності учнів. [8]

Автор наголошує, що впровадження STEM-навчання потребує не лише технічних ресурсів, а й методичної підготовки педагогів. Перспективними напрямками є розробка програм професійного розвитку, адаптація міжнародного досвіду та активне використання сучасних цифрових технологій у навчальному процесі. Таким чином, STEM-освіта розглядається як інструмент розвитку науки, інновацій та підготовки учнів до сучасних викликів ринку праці.

Сучасна шкільна освіта спрямована не лише на засвоєння теоретичних знань, а й на розвиток практичних компетентностей, необхідних для успішної професійної діяльності у сфері науки та технологій. Особливу роль у цьому відіграє STEM-освіта, яка інтегрує науки, технології, інженерію та математику та сприяє формуванню критичного мислення, творчих здібностей і вмінь застосовувати знання на практиці. Аналіз наукових досліджень та педагогічних програм дозволяє оцінити ефективність різних підходів до впровадження STEM-методик у навчальний процес і визначити їхній вплив на мотивацію та підготовку учнів.

У роботі розглядається впровадження STEM-освіти в навчальний процес з фізики, що є актуальним у зв'язку з розвитком високих технологій та попитом на фахівців технічних спеціальностей. У дослідженні акцентується на тому, що

сучасна освіта повинна забезпечувати учнів не лише теоретичними знаннями, а й практичними навичками. STEM-навчання передбачає активне залучення школярів до проєктів, що розвивають критичне мислення, аналітичні здібності та уміння застосовувати знання на практиці. [9]

Особлива увага приділяється навчально-дослідницьким проєктам, які є частиною шкільної програми з фізики та охоплюють понад 50 тем для учнів 7–9 класів. Теми стосуються екології, енергозбереження, властивостей матеріалів та електрики, що допомагає краще розуміти фізичні явища у повсякденному житті. Проєктна діяльність сприяє розвитку самостійності, творчості та командної роботи. [9]

Відзначено, що STEM-методика підвищує мотивацію учнів та формує технічні компетенції, навички комунікації, дослідницької діяльності та вирішення проблем. Впровадження STEM-освіти сприяє модернізації навчання та підготовці конкурентоспроможних спеціалістів для сучасного ринку праці.

Оцінка теоретичних знань та практичних компетентностей дозволяє не лише визначити рівень засвоєння знань, а й сприяє формуванню аналітичного мислення, здатності вирішувати проблеми та застосовувати знання у реальному житті. Для дослідження ефективності STEM-підходів у навчанні фізики важливо розглянути методи практичного оцінювання та інструменти, що дозволяють системно оцінювати критичне мислення старшокласників.

Стаття присвячена розробці інструменту оцінювання критичного мислення учнів старших класів у межах навчання фізики на основі STEM-підходу. У статті наголошується розвиток критичного мислення у XXI столітті та застосування методів практичного оцінювання. Дослідження спирається на модель Борга та Гелла і інструменти Орїондо й Антоніо, що дозволяє створити валідний та надійний тест. Основним методом стала оцінка виконання завдань, включно з анкетуванням, спостереженням, перевіркою робіт та тестовими завданнями, які показали високу валідність і надійність. [10]

Методологія передбачала тестування на різних групах старшокласників у кількох школах. Було оцінено рівні критичного мислення: аналіз, синтез, оцінювання та висновки. Результати підтвердили адекватність тестів (PCM) та високу надійність (α -Кронбаха = 0,81). Вчителі та учні позитивно оцінили новий підхід.

У висновках зазначено, що інструмент ефективний для оцінювання критичного мислення у фізиці та може бути адаптований до інших предметів. Обмеження пов'язане з великою кількістю паперової документації, що можна вирішити шляхом цифрової версії тесту, а також пропонується розширити дослідження на інші розділи фізики та ширший навчальний контекст.

В умовах сучасної освіти важливим завданням є поєднання традиційних методів навчання з інноваційними підходами, що дозволяють формувати практичні та цифрові компетентності учнів. Особливе значення має змішане навчання, яке інтегрує класичні заняття з дистанційними технологіями та STEM-практиками. Аналіз сучасних досліджень дозволяє оцінити ефективність таких методик у навчанні фізики та визначити, як цифрові лабораторії, хмарні сервіси та мобільні додатки впливають на розвиток експериментальних навичок, мотивації та критичного мислення учнів.

Автор в роботі досліджує впровадження STEM-освіти в Україні через змішане навчання та необхідність модернізації освітніх процесів із застосуванням цифрових лабораторій, хмарних сервісів та технології BYOD (Bring Your Own Device). Розглянуто сім моделей змішаного навчання, серед яких перевернутий клас та підтримка традиційного навчання. Фізичні експерименти завдяки цифровим лабораторіям та мобільним додаткам можуть проводитися як у класі, так і дистанційно. [11]

У теоретичній частині описано переваги змішаного навчання: індивідуалізацію процесу, ефективне використання часу, мотивацію учнів та розвиток цифрової грамотності. Цифрові лабораторії, зокрема Skoolto, LabDisc,

PHUWE, NOVA 5000, дозволяють візуалізувати експерименти та розширюють межі традиційних методів, хоча потребують додаткового навчання педагогів.

Емпіричні результати підтверджують ефективність змішаного навчання у формуванні експериментальних навичок та підвищенні зацікавленості, мотивації та творчого підходу учнів. Поєднання цифрових технологій із традиційними методами навчання сприяє розвитку цифрової та експериментальної компетентності учнів. [11]

STEM-підхід у навчанні фізики підвищує мотивацію учнів, розвиває критичне мислення, креативність, комунікацію та вміння співпрацювати. Використання цифрових лабораторій, симуляторів, робототехніки та проєктних завдань сприяє кращому засвоєнню матеріалу й розвитку дослідницьких навичок.

Досвід показує зростання навчальних результатів та готовність учнів застосовувати знання для розв'язання практичних завдань. Для стійкого ефекту необхідні методична підтримка педагогів, належне технічне забезпечення та інтеграція STEM-освіти у систему навчання через модулі, проєкти та міжпредметні завдання.

§ 3. Методика вивчення електричних явищ у шкільному курсі фізики

Вивчення електромагнітних явищ є одним із ключових розділів шкільного курсу фізики, оскільки воно формує уявлення учнів про фундаментальні закономірності природи та сучасні технології. Однак складність понять і абстрактний характер матеріалу часто знижують рівень засвоєння знань, що зумовлює потребу у вдосконаленні методики викладання.

Одним із ефективних напрямів підвищення якості навчання є генералізація змісту навчального матеріалу в поєднанні з допрофільною диференціацією. Такий підхід дозволяє систематизувати знання, врахувати індивідуальні можливості учнів і створити умови для формування цілісного наукового світогляду та розвитку логічного мислення.

Для наочного розуміння взаємозв'язку між електричними, магнітними та електромагнітними явищами доцільно використати узагальнювальну схему рис. 1, що демонструє поступове формування понять у курсі фізики:

Схема узагальнення взаємозв'язку електричних і магнітних явищ



Рис. 1 Схема узагальнення взаємозв'язку електричних і магнітних явищ

Дослідженні розглядає доцільність упровадження допрофільної диференціації у навчанні фізики в основній школі, зокрема під час вивчення електромагнетизму. Обґрунтовано, що така методика сприяє професійній орієнтації учнів, розвитку їхніх здібностей і підготовці до подальшого профільного навчання. Важливу роль у цьому відіграє генералізація навчального матеріалу, яка забезпечує систематизацію знань та формування цілісного уявлення про електромагнітні явища. [12]

Автор аналізує наявні підходи до викладання фізики та вказує на їхні недоліки, зокрема роз'єднане вивчення електричних і магнітних процесів. Запропонована методика базується на поєднанні двох підходів до генералізації — через електромагнітну взаємодію та феноменологічний аналіз, що сприяє глибшому розумінню фізичних закономірностей. [12]

Результати експериментального дослідження засвідчили ефективність запропонованої методики: учні експериментальних класів досягли вищих результатів порівняно з контрольними. Водночас підкреслюється необхідність урахування індивідуальних особливостей школярів під час організації допрофільного навчання, оскільки не всі учні готові до поглибленого рівня вивчення фізики. Запропонований підхід сприяє підвищенню якості знань, формуванню системного мислення учнів і розвитку їхніх пізнавальних інтересів.

Для реалізації ефективної допрофільної диференціації важливим є застосування системного підходу до структурування навчального матеріалу. Саме тут доречним є використання методики генералізації, запропонованої В. І. Бураком, яка передбачає розгляд електромагнітного поля як єдиної сутності та поєднує електричні й магнітні явища. Це дозволяє учням поступово формувати цілісне уявлення про електромагнітні процеси і водночас підтримує розвиток їхнього теоретичного мислення.

Буряк В. І. в своїй роботі проаналізував підходи до генералізації змісту, структури та методики викладання електромагнетизму в основній школі. Автор

підкреслює, що узагальнення навчального матеріалу є основою для формування системного бачення фізичних явищ і розвитку теоретичного мислення учнів. [13]

Запропонована методика базується на положеннях молекулярно-кінетичної та електронної теорій і передбачає розгляд електромагнітного поля як єдиної сутності, що поєднує електричні та магнітні явища. Такий підхід сприяє створенню логічно послідовної структури курсу, у межах якої учні поступово формують уявлення про електромагнітну взаємодію, а потім — про окремі її прояви. [13]

Результати педагогічних експериментів підтвердили ефективність розробленої системи навчання як у класах з поглибленим, так і з базовим рівнем вивчення фізики. Генералізація навчального матеріалу забезпечує цілісне сприйняття електромагнітних процесів, підвищує мотивацію до навчання та відповідає сучасним вимогам фізичної освіти.

Сучасні підходи до викладання фізики передбачають не лише формування системного та цілісного уявлення про фізичні явища, а й використання інтерактивних технологій, що підтримують процес навчання. Зокрема, впровадження віртуальних лабораторій дозволяє наочно демонструвати електричні явища та проводити експерименти у контрольованому середовищі, доповнюючи традиційні методи та забезпечуючи ефективне засвоєння матеріалу незалежно від рівня класу чи підготовки учнів.

Використання віртуальних лабораторій у процесі навчання фізики забезпечує високий рівень наочності, безпечність експериментів і можливість повторного виконання дослідів.

Для порівняння можливостей реальних і віртуальних експериментів у таблиці 1 наведено основні їх характеристики.

Критерій	Реальний експеримент	Віртуальний експеримент
Наочність	Залежить від наявності обладнання	Висока, із можливістю візуалізації полів
Безпечність	Потребує контролю з боку вчителя	Повна безпечність
Мотивація учнів	Помірна	Висока завдяки інтерактивності
Матеріальні витрати	Значні	Мінімальні
Можливість повторення дослідів	Обмежена	Необмежена
Формування дослідницьких навичок	Під час реальної взаємодії	Через моделювання ситуацій

Таблиця 1. Порівняння реального та віртуального експерименту

Як видно з таблиці, використання віртуальних лабораторій дає змогу підвищити інтерес учнів до фізики, зменшити залежність від матеріально-технічної бази школи й забезпечити рівні умови для навчання.

У роботі досліджується ефективність використання комп'ютерних симуляцій у порівнянні з традиційними лабораторними експериментами для навчання понять електрики майбутніх вчителів початкової школи. Дослідження проводилося серед студентів, розділених на дві групи: одна працювала з віртуальними моделями, інша — з реальним обладнанням. Результати тестування до і після навчання показали, що обидва підходи однаково сприяють засвоєнню матеріалу та формуванню концептуальних уявлень. [14]

Важливим чинником успішності виявилось ставлення студентів до фізики та розвиток їхніх наукових процесуальних навичок. Дослідження також виявило гендерні відмінності: чоловіки краще засвоювали матеріал у реальних лабораторіях, тоді як жінки більш ефективно працювали з комп'ютерними симуляціями. Незважаючи на це, довгострокові результати навчання були однаковими для обох груп, що свідчить про стабільність засвоєних знань незалежно від методики.

Дослідники роблять висновок, що віртуальні лабораторії є ефективною альтернативою традиційним експериментам, особливо за обмеженості обладнання або необхідності створення комфортного навчального середовища. Вони сприяють рівним можливостям у навчанні та рекомендують подальші дослідження впливу технологічних засобів на освітній процес у природничих науках. [14]

У статті проаналізовано труднощі, з якими стикаються майбутні вчителі природничих наук під час виконання експериментів з електрики в умовах дослідницько орієнтованого навчання. У публікації наголошується, що попри вимоги оновленої навчальної програми Туреччини щодо впровадження дослідницьких методів, більшість студентів виявляють низький рівень готовності до їх реалізації. [15]

Результати аналізу 80 студентів показали, що основними проблемами є недостатні знання з фізики, слабкі дослідницькі навички, орієнтація на традиційний учитель-центрований підхід і низький рівень співпраці в групах. Більшість студентів сприймають лабораторні роботи як засіб підтвердження теоретичних знань, а не як інструмент відкриття нового, що суперечить сутності дослідницького навчання. [15]

Для подолання цих труднощів автор пропонує збільшити кількість практико-орієнтованих занять, спрямованих на формування навичок постановки запитань, планування експериментів та аналізу отриманих результатів. Важливим чинником визначено також зміну ролі викладача — від демонстратора до ментора, який сприяє розвитку самостійності та критичного мислення студентів.

В підсумку очевидно, що ефективна підготовка майбутніх учителів природничих наук потребує комплексного підходу, який поєднує глибокі знання з фізики, вміння проводити дослідження, співпрацювати в команді та аналізувати результати. Така підготовка сприятиме формуванню педагогів, здатних

впроваджувати методи активного та дослідницького навчання у своїй професійній діяльності.

Хоча використання віртуальних лабораторій значно підвищує наочність та інтерактивність навчання, досвід показує, що цього недостатньо для повного розвитку дослідницьких навичок студентів. Багато майбутніх учителів природничих наук стикаються з труднощами у самостійному проведенні експериментів, плануванні досліджень та співпраці в групах. Тому інтеграція технологічних засобів із систематичним формуванням практичних дослідницьких компетенцій стає ключовою умовою ефективної підготовки педагогів, здатних реалізовувати активні та дослідницькі методи навчання.

При дослідженні основних труднощів, з якими стикаються вчителі природничих наук під час викладання електрики в середній школі. Автор визначає ключові проблеми, серед яких – недостатня матеріально-технічна база, обмежені ресурси для підготовки уроків, низький рівень математичної підготовки учнів та складність оцінювання їхніх досягнень. [16]

Результати дослідження засвідчили, що викладання електрики ускладнюється відсутністю лабораторного персоналу, нестачею навчальних матеріалів та труднощами у поясненні складних електричних понять і формул. Авторка наголошує на важливості розвитку педагогічного контент-ного знання, тобто поєднання педагогічних і предметних компетентностей, необхідних для ефективного пояснення наукових концепцій. У статті [16] згадується, що методи навчання часто не відповідають рівню підготовки учнів, що негативно впливає на їхню мотивацію та розуміння матеріалу. Для підвищення ефективності навчання авторка пропонує вдосконалити підготовку вчителів, забезпечити їх сучасними ресурсами та впроваджувати інтерактивні підходи — моделювання, проєктну діяльність і цифрові технології.

У підсумку підкреслюється, що покращення якості викладання електрики потребує комплексного підходу, який поєднує методичну підготовку, технічну

підтримку та розвиток інноваційних форм навчання, спрямованих на глибше розуміння електричних явищ учнями.

Водночас подолання труднощів у формуванні дослідницьких навичок студентів потребує впровадження системного та практично орієнтованого підходу до вивчення фізики. Зокрема, методики, що поєднують теоретичне пояснення явищ із демонстраційними експериментами, наочними моделями та практичними прикладами, дозволяють учням глибше зрозуміти складні фізичні процеси та розвивають їхню пізнавальну активність. Такий підхід забезпечує поступове формування самостійності у проведенні досліджень і зміцнює здатність застосовувати отримані знання у практичних ситуаціях.

В роботі розглядаються сучасні підходи до викладання магнетизму відповідно до оновлених освітніх стандартів. Автори пропонують генералізацію курсу електромагнетизму на основі понять електромагнітної взаємодії та електромагнітного поля, що забезпечує формування цілісного уявлення про єдність електричних і магнітних процесів. [17]

Методика передбачає використання демонстраційних експериментів, наочних моделей та прикладів практичного застосування магнітних явищ. Значну увагу приділено вивченню магнітних властивостей речовин, класифікації магнетиків і процесам намагнічування, що сприяє поєднанню теоретичних знань із реальними технологічними прикладами.

Запропонований підхід поєднує теоретичну і практичну складові навчання, розвиває пізнавальну активність учнів і дозволяє варіювати рівень складності матеріалу залежно від підготовки школярів. Застосування проблемного навчання та експериментальних методів підвищує ефективність засвоєння теми та сприяє глибшому розумінню ролі магнітних явищ у природі й техніці.

Для подальшого поглиблення розуміння фізичних явищ ефективним є застосування методу аналогій, який доповнює експериментальні та демонстраційні підходи. Використання аналогій дозволяє учням порівнювати

електромагнітні процеси з механічними або іншими відомими системами, що сприяє інтуїтивному засвоєнню складних понять і розвитку логічного мислення. Поєднання практичних експериментів, наочних моделей та аналогій забезпечує цілісне сприйняття матеріалу, формує міжпредметні зв'язки та підвищує ефективність навчання фізики.

У своїй роботі Леонід Рудюк разом та Микола Моклюк розглядають роль аналогій як ефективного засобу пізнання та навчання у шкільному курсі фізики. Висвітлюється факт, що використання аналогій допомагає учням глибше зрозуміти складні фізичні поняття, зокрема через порівняння подібних явищ і процесів. [18]

Особливу увагу приділено застосуванню методу аналогій під час вивчення електромагнітних процесів, які пояснюються через механічні моделі — наприклад, аналогію між електромагнітними та механічними коливаннями. Такі порівняння дозволяють учням інтуїтивно сприймати закономірності фізичних явищ і бачити міжпредметні зв'язки.

Механічна система	Електрична система	Фізичний зміст аналогії
Маса (m)	Індуктивність (L)	Інерція руху – інерція зміни струму
Швидкість (v)	Струм (I)	Швидкість руху – швидкість перенесення заряду
Сила (F)	Напруга (U)	Причина зміни руху – причина виникнення струму
Переміщення (L)	Заряд (q)	Зміна координати – кількість перенесеного заряду
Потенціальна енергія (E)	Енергія електричного поля (W)	Запас енергії в системі
Період коливання маятника (T)	Коливання в контурі LC (ω)	Гармонічні коливання у різних фізичних системах

Таблиця 2. Відповідність між механічними та електричними величинами

Як видно з таблиці 2, аналогії між механічними та електричними процесами дозволяють учням переносити вже відомі закономірності з однієї галузі фізики в іншу. Такий підхід полегшує розуміння абстрактних понять (індуктивність, ємність, напруга) і сприяє розвитку логічного мислення. Метод аналогій також створює передумови для формування міжпредметних зв'язків і наукового світогляду учнів.

У статті наведено приклади відповідності між фізичними величинами: індуктивність — маса, напруга — сила, заряд — координата. Також розглядається класична аналогія між атомом і Сонячною системою, яка сприяє кращому розумінню будови речовини. Водночас автор підкреслює, що використання аналогій потребує обережності, оскільки вони не завжди точно відображають природу явищ. [18]

У висновку зазначено, що метод аналогій є дієвим інструментом для підвищення наочності навчання, розвитку логічного мислення та формування наукового світогляду учнів. Поєднання аналогічних міркувань із експериментальною перевіркою забезпечує глибше засвоєння матеріалу та підвищує ефективність вивчення фізики.

Аналіз та дослідження наукових джерел показав, що ефективність вивчення електромагнітних явищ у школі значною мірою залежить від системності подання матеріалу та рівня пізнавальної активності учнів. Використання генералізації змісту навчального матеріалу сприяє формуванню цілісного уявлення про єдність електричних і магнітних процесів, розвитку логічного мислення й наукового світогляду. Поєднання цього підходу з допрофільною диференціацією дозволяє враховувати індивідуальні особливості учнів і створює умови для підготовки до подальшого профільного навчання.

Проведений аналіз методичних підходів, зокрема застосування віртуальних лабораторій, дослідницьких методів та методу аналогій, підтвердив їхню доцільність у сучасному освітньому процесі. Інтеграція теоретичних і

практичних компонентів забезпечує глибше розуміння складних фізичних явищ, підвищує мотивацію до навчання та формує в учнів здатність до самостійного пізнання й дослідження.

§ 4. STEM-конструктор «ДОКА»: структура та можливості

До складу набору входить понад 100 електронних елементів, що дозволяють учням самостійно або під керівництвом викладача створювати різноманітні електронні схеми, моделювати фізичні процеси та вивчати принципи роботи компонентів сучасної електроніки.

4.1. Електричні та з'єднувальні елементи

Однією з основ функціонування конструктора є контактні пластини. Вони виготовлені з пластмаси, всередині якої вмонтовані металеві вставки. Завдяки цьому забезпечується надійний контакт між усіма компонентами без потреби пайки або додаткового інструменту.

Пластиковий корпус із розміткою рис.2 (а) слугує основою для складання та проектування схем. Розмітка на пластиковій основі спрощує орієнтацію користувача, полегшує розміщення компонентів і підвищує точність монтажу.

Тримач батарейок рис.2 (б) виступає джерелом живлення для зібраних схем. Він забезпечує подачу необхідної напруги для роботи та функціонування всіх модулів, щоб схеми могли працювати та виконувати поставлені завдання.

Контактні пластини рис.2 (в) слугують базовим елементом для з'єднання інших модулів та елементів у готові схеми.



Рис. 2 Базові та з'єднувальні елементи

На рис.3 (а) зображений кнопковий вимикач виступає в якості стандартної кнопки для подачі або розриву електричного струму в схемі. Його використання інтуїтивно зрозуміле навіть для початківців, основна функція полягає в тому

підчас натискання кнопки контакти замикаються, в іншому випадку контакти розімкнуті.

Сенсорна металева пластина на рис.3 (б) дозволяє реалізовувати схеми, чутливі до дотику. Вона працює на основі ємнісного ефекту, що робить її подібною за дією до сенсорних кнопок у сучасних гаджетах.

На рис.3 (в) знаходиться геркон спеціальний елемент, що реагує на магнітне поле. Його контакти замикаються або розмикаються під дією магніту. Такий елемент часто застосовується у схемах сигналізації та безконтактного керування.

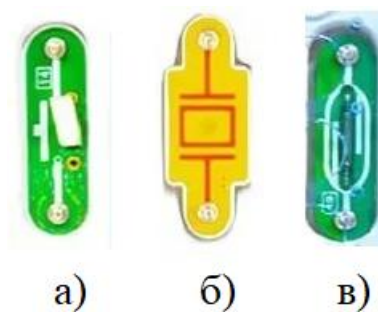


Рис. 3 Базові електричні елементи

4.2. Випромінювачі та засоби індикації

П'єзовипромінювач рис.4 (а) пристрій який створює звукові сигнали при подачі електричної напруги. Він часто використовується у схемах тривожних повідомлень, звукових ефектів або мелодій, має досить обмежений набір частот які може відтворювати.

Динамічний гучномовець рис.4 (б) призначений для відтворення звуків у більш складних схемах, включаючи відтворення записаного голосу або музики. У більшості випадків він підключається через підсилювач, обов'язковою умови роботи є подання змінного електричного сигналу.

Світлодіоди (LED) рис.4 (в) сучасні напівпровідникові джерела світла, при під'єднанні яких необхідно дотримуватись полярності, які використовуються для індикації, візуальних ефектів та навчальних демонстрацій. Вони дозволяють побачити результат дії схеми без потреби в звукових чи механічних елементах.

Лампи розжарювання рис.4 (г) дозволяють наочно показати споживання електроенергії, зміну яскравості при зміні напруги та особливості роботи з джерелами живлення, при під'єднанні полярність неважлива.

Електор двигун рис.4 (д) демонструє перетворення електричної енергії в механічну. Він може використовуватись у проектах, пов'язаних із рухом повітря, вентиляторами або моделями турбін.

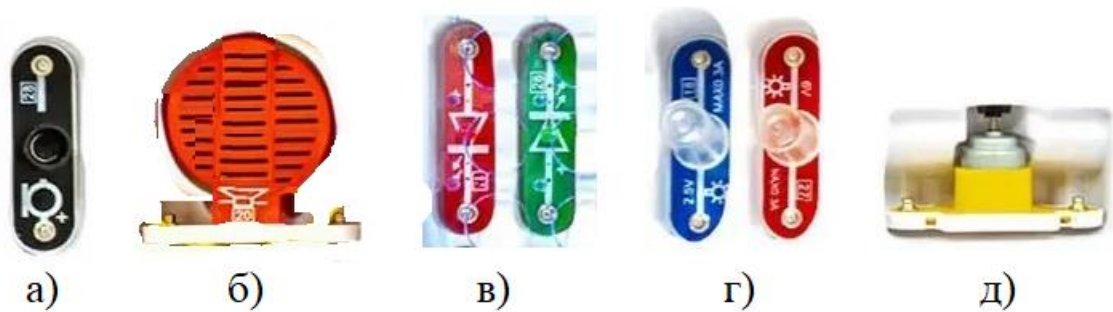


Рис. 4 Випромінювачі та засоби індикації

4.3. Пасивні компоненти

На рис.5 (а) в наборі представлено широкий спектр резисторів з опором: 100 Ом, 1 кОм, 5 кОм, 10 кОм, 100 кОм. Вони слугують для обмеження струму та регулювання напруги у ланцюгах.

Реостат рис.5 (б) резистор зі змінним опором, дозволяє змінювати параметри в електричному колі, що забезпечує регулювання яскравості освітлення або гучності звуку в схемах.

На рис.5 (в) зображені конденсатори з ємностями 0.02 мкФ, 0.1 мкФ, 10 мкФ, 100 мкФ, 470 мкФ. Вони використовуються для накопичення електричного заряду, згладжування пульсацій, формування імпульсів та у схемах фільтрації.

Змінний конденсатор рис.5 (г) дозволяє змінювати ємність у схемі залежно від положення рухомої частини. Це особливо важливо для налаштування частоти в коливальних схемах.

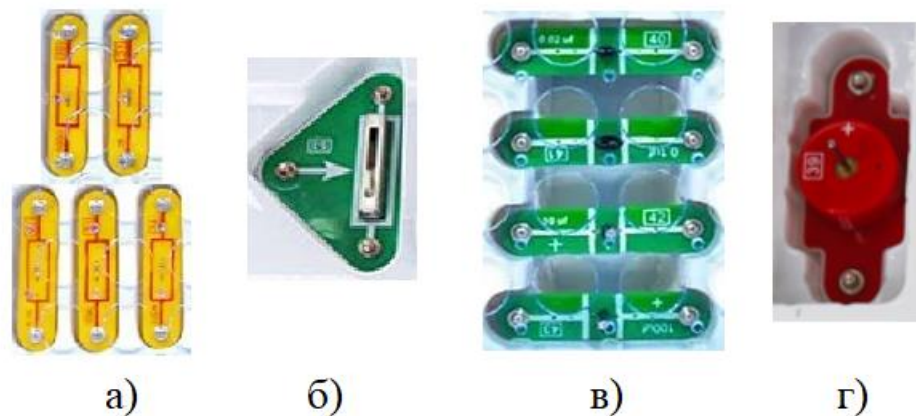


Рис. 5 Пасивні компоненти

4.4. Активні компоненти

Набір включає транзистори типів PNP та NPN рис.6 (а), які дають змогу підсилювати сигнали або комутувати навантаження. Вони — основа для створення логічних елементів, підсилювачів та ключів.

Фоторезистор рис.6 (б) змінює свій опір залежно від рівня освітленості. Його застосування типове для автоматичного керування освітленням, нічників або світлових датчиків.

Мікрофон рис.6 (в) виконує роль перетворювача акустичних сигналів на електричні. У комплекті він поєднується з модулями запису або підсилення звуку.

Діод рис.6 (г) один із базовим елементом електроніки, що пропускає струм лише в одному напрямку. Його використання є обов'язковим у багатьох схемах для захисту або випрямлення напруги.

Тиристор рис.6 (д) напівпровідниковий перемикач, який вмикає ланцюг при подачі імпульсу керування і тримає його увімкненим до припинення струму.

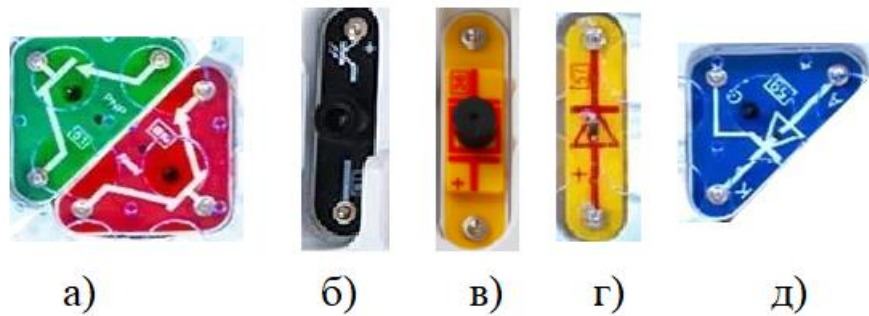


Рис. 6 Активні компоненти

4.5. Мікросхеми та спеціалізовані компоненти

Музична інтегральна схема рис.7 (а) дозволяє відтворювати заздалегідь записані мелодії, що робить її зручною для озвучення проектів, що спрощує реалізацію схем та проектів.

Сигнальна інтегральна схема рис.7 (б) забезпечує створення тривожних сигналів або сповіщень, часто поєднується з п'єзовипромінювачем.

Інтегральна схема "Зоряні війни" рис.7 (в) тематичний модуль, який генерує впізнавані звукові ефекти з фільму, викликаючи зацікавленість у дітей.

Підсилювач потужності рис.7 (г) дозволяє збільшувати рівень аудіосигналу до рівня, достатнього для роботи з динаміком або зовнішніми колонками.

Високочастотна інтегральна схема FM-діапазону рис.7 (г) дозволяє створювати прості приймачі та передавачі, які працюють у діапазоні 88–108 МГц. Вона застосовується у проектах, пов'язаних із радіозв'язком.

Інтегральна схема цифрового запису рис.7 (д) поєднує в собі функції мікрофона, пам'яті та програвача. Користувач може записати власний звук і відтворити його за потреби.

Семисегментний індикатор рис.7 (д) модуль, що складається із семи світлодіодних сегментів. Він може відобразити цифри від 0 до 9, використовується для цифрової індикації.

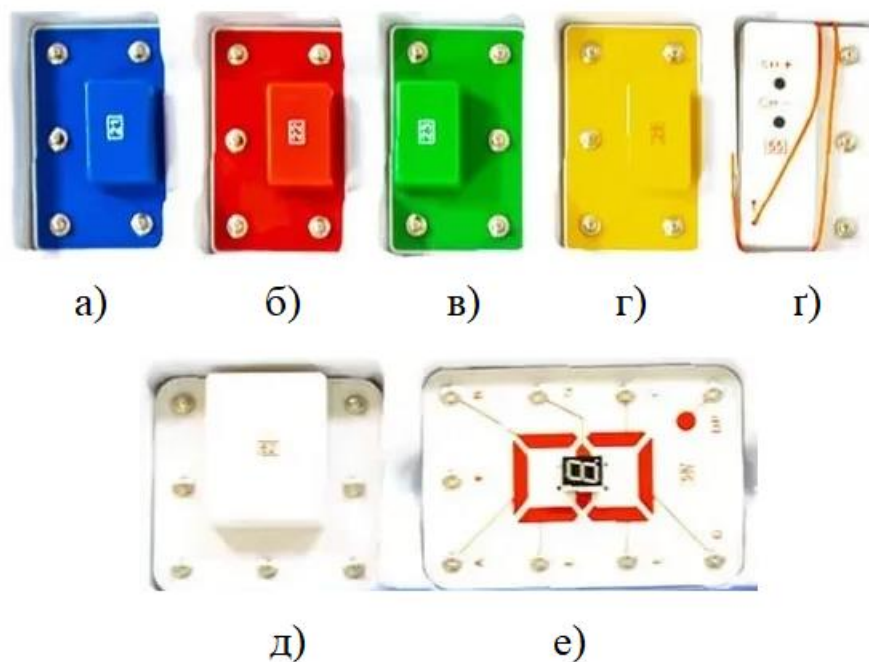


Рис. 7 Мікросхеми та спеціалізовані компоненти

Слід зазначити, що представлений електронний конструктор є багатофункціональним навчальним засобом, який інтегрує елементи теорії та практичної діяльності в галузі електроніки. Його складові охоплюють усі основні типи компонентів — від пасивних до активних, а також мікросхеми й спеціалізовані модулі, що дозволяє моделювати широкий спектр електронних пристроїв. Завдяки простоті з'єднань і відсутності потреби у пайці, набір є зручним для використання в освітньому процесі, сприяє розвитку технічного мислення, логіки та навичок експериментування.

Використання такого конструктора під час освоєння фізичних та електронних компетентностей, відкриває можливість формування навичок через практичну діяльність. Учні отримують змогу самостійно досліджувати роботу електричних ланцюгів, експериментувати з різними схемами та бачити результат своєї роботи у реальному часі. Таким чином, конструктор не лише поглиблює знання з технічних дисциплін, а й формує інтерес до інженерії, програмування та інноваційних технологій, що є важливим складником сучасної STEM-освіти.

§ 5. Використання конструктора «ДОКА» під час вивчення електричних явищ на уроках фізики

Вивчення розділу «Електричні явища» у шкільному курсі фізики традиційно належить до найскладніших тем, оскільки він містить велику кількість абстрактних понять і процесів, невидимих для безпосереднього спостереження. Використання лише стандартних засобів навчання — підручників, демонстраційних приладів і фронтальних дослідів — часто не забезпечує достатнього рівня розуміння учнями суті електричних явищ, взаємозв'язків між величинами та практичного застосування знань. Це ускладнює формування цілісних уявлень, знижує мотивацію до навчання та інтерес до фізики.

Одним із ефективних способів подолання цих труднощів є використання інтерактивних засобів навчання, зокрема конструктора «ДОКА», який дозволяє моделювати електричні кола та проводити експериментальні дослідження. Застосування цього конструктора під час вивчення електричних явищ сприяє формуванню практичних умінь, активізації пізнавальної діяльності та глибшому розумінню навчального матеріалу.

У підручнику Максимович З. Ю. за 8 клас вивчення теми «Електричні явища» розпочинається з основ таких як будова атома, електризація та електричне поле. Використання різноманітних засобів STEM-технологій на цьому етапі можливе переважно у демонстраційному вигляді, тоді як застосування конструктора «ДОКА» стає актуальним під час подальшого опрацювання більш складних тем. [19]

Під час вивчення теми «Електричний струм. Дії електричного струму. Провідники та непровідники електрики», для кращої наглядності можна зібрати електричне коло яке буде демонструвати основні поняття теми. Щоб показати найважливіші аспекти, доцільно використати схему, зображену на рис. 7 (а), а її практичну реалізацію наведено на рис. 7 (б).

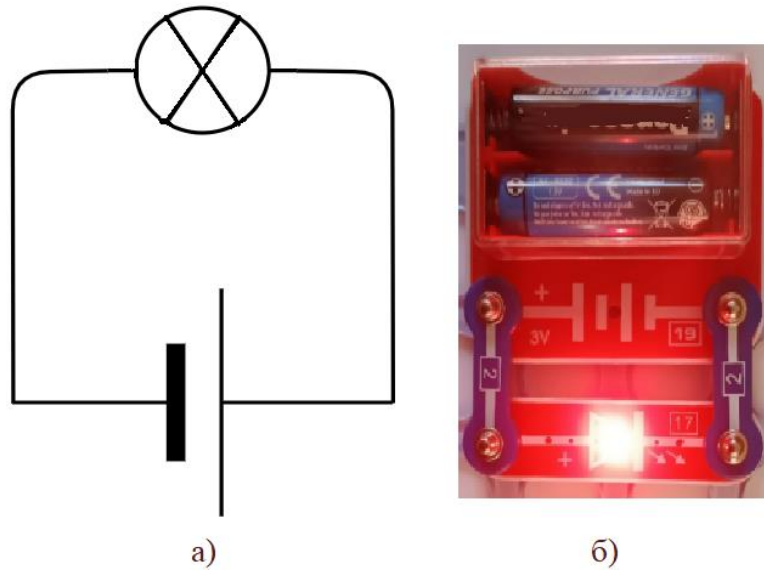


Рис. 8 Демонстрація роботи провідника в електричному колі.

Використання конструктору «ДОКА» дозволяє швидше та зрозуміліше пояснити дітям принцип позначення та з'єднання електричних компонентів на теоретичних схемах рис.8 (а), та застосовувати їх на практиці рис.8(б).

В подальшій роботі з підручником діти вивчатимуть тему «Сила струму. Амперметр», для кращого пояснення матеріалу рекомендується зібрати електричну схему зображену на рис.9(а).

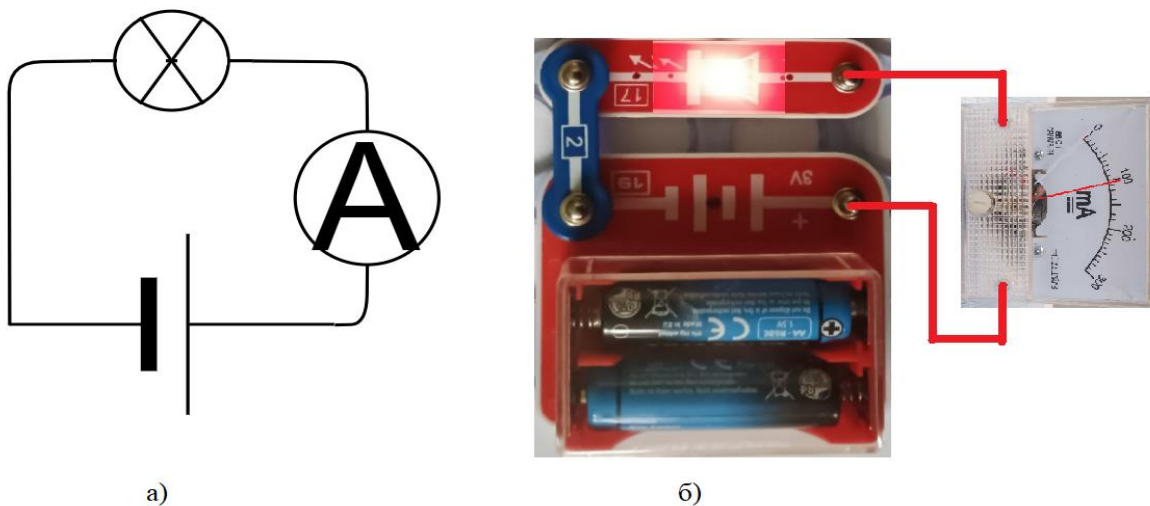


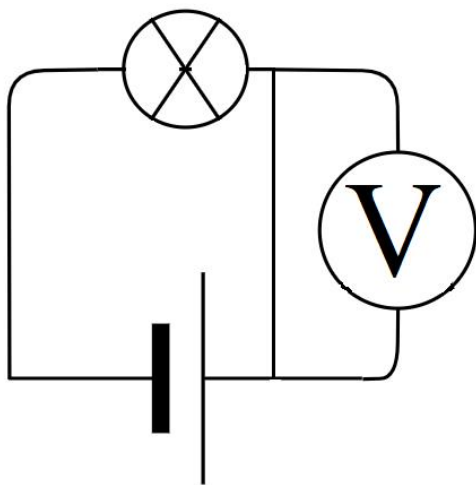
Рис. 9 Демонстрація вимірювання сили струму

Практичну реалізацію схеми подано на рис.9(б). Для її повноцінного функціонування та демонстрації необхідно використати додаткове обладнання —

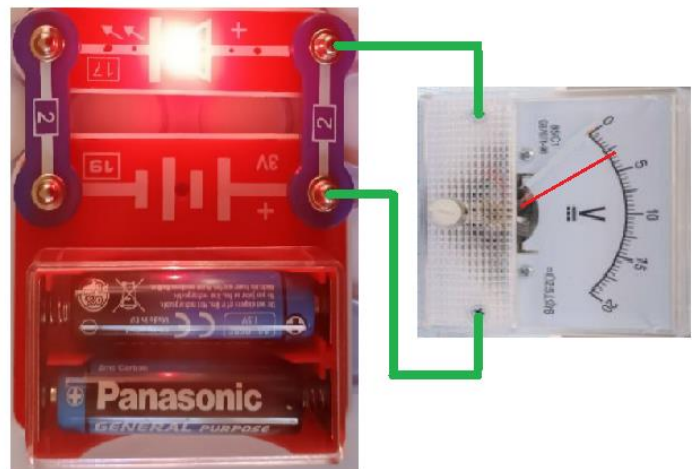
амперметр. Застосування конструктора дає змогу учням самостійно виконувати електричні схеми, що сприяє кращому ознайомленню з темою. Практичне використання схеми допомагає школярам краще зрозуміти, від чого залежить сила струму під час застосування відповідної формули $I = \frac{q}{t}$.

Вивчення теми «Електрична напруга. Вольтметр» є не менш важливим, ніж попередніх тем, оскільки саме на них базується подальше вивчення розділу «Електричні явища».

Щоб охарактеризувати співвідношення між роботою електричного поля при переміщенні одиничного позитивного заряду та величиною цього заряду, вводиться поняття електричної напруги. Схему для демонстрації цього явища наведено на рис.10(а).



а)



б)

Рис. 10 Демонстрація вимірювання напруги

На рис.10(б) подано приклад практичної реалізації схеми. Для демонстрації її роботи необхідно додатково під'єднати вольтметр. Робота з конструктором спонукає учнів до самостійного складання електричних схем, що розвиває пізнавальний інтерес і практичні навички. Виконуючи дослід, школярі мають

зможу з'ясувати, від яких чинників залежить напруга, користуючись формулою

$$U = \frac{A}{q}.$$

Вивчення теми «Електричний опір. Закон Ома для ділянки кола» спирається на знання, отримані під час опрацювання попередніх тем курсу фізики. Електричний опір — це фізична величина, що характеризує здатність провідника протидіяти проходженню електричного струму.

Чисельне значення опору провідника визначається за законом Ома: $R = \frac{U}{I}$. Для перевірки на практиці та демонстрації дії закону Ома використовують електричну схему, зображену на рис.11(а).

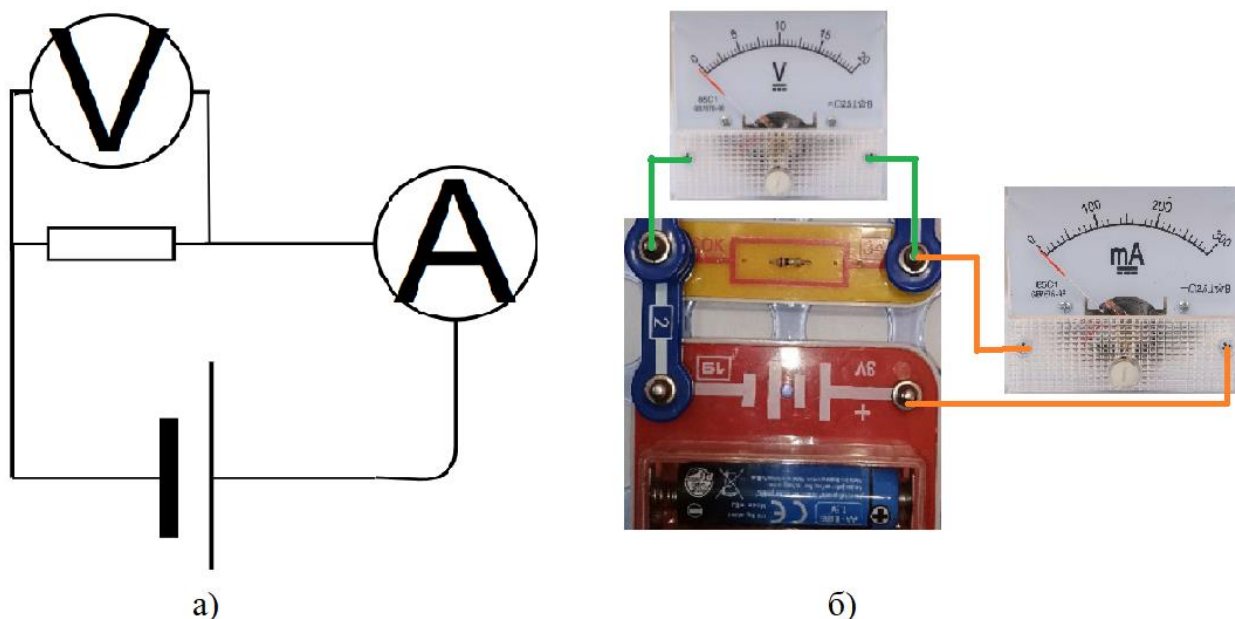
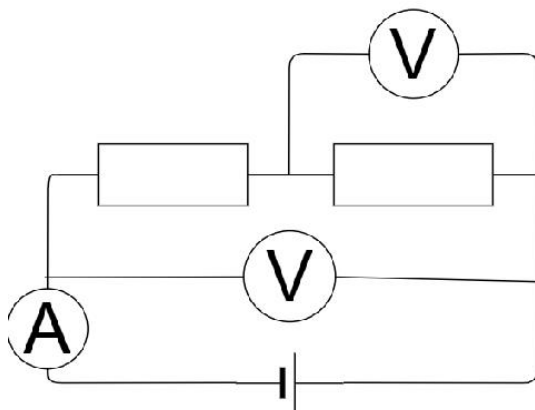


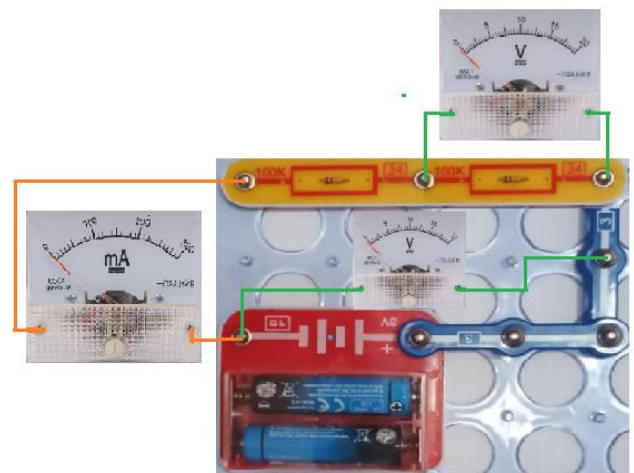
Рис. 11 Демонстрація закону Ома

Практичну реалізацію схеми подано на рис.11(б). Для її повноцінного функціонування та демонстрації необхідно додатково використати вольтметр і амперметр. Робота з конструктором під час складання схеми дає змогу учням експериментально дослідити залежність сили струму і напруги від опору провідника. Використання резисторів різних номіналів сприяє кращому розумінню закону Ома, розвиває навички роботи з вимірювальними приладами та формує вміння робити висновки на основі результатів спостережень.

Вивчення теми «Послідовне з'єднання провідників» передбачає не лише ознайомлення з теоретичним матеріалом, а й виконання лабораторної роботи. Послідовне з'єднання провідників — це один із типів сполучення, за якого кінець одного провідника з'єднується з початком наступного, і так далі, при цьому кількість провідників може бути довільною. У процесі роботи учні досліджують, як змінюються сила струму та напруга під час такого з'єднання, та роблять висновок, що сила струму на будь-якій ділянці кола залишається сталою $I = I_1 = I_2 = \dots = I_n$. У випадку напруги вивчають що загальна напруга на ділянці кола дорівнює сумі напруг на окремих провідниках $U = U_1 + U_2 + \dots + U_n$. Опір при послідовному з'єднанні провідників буде дорівнювати сумі опорів на ділянці кола $R = R_1 + R_2 + \dots + R_n$. Для демонстрації властивостей послідовного з'єднання використовують схему зображену на рис.12(а).



а)



б)

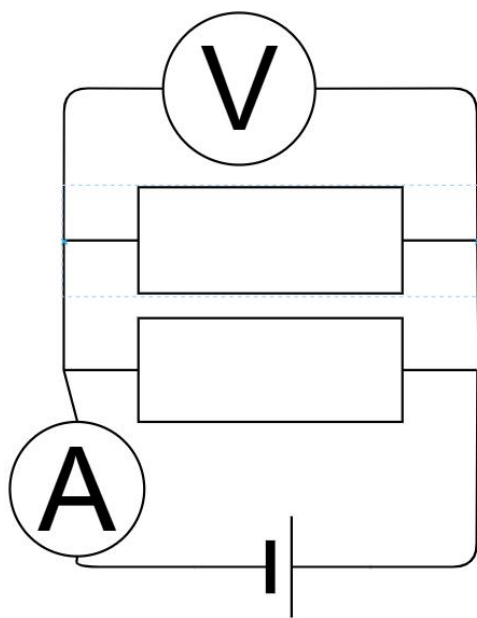
Рис. 12 Послідовне з'єднання провідників

Практичну реалізацію схеми подано на рис.12(б). Для повноцінного розуміння та дослідження властивостей послідовного з'єднання провідників необхідно використати додаткове обладнання — вольтметр і амперметр. Робота з електричним конструктором під час складання схеми допомагає учням на практиці засвоїти принципи послідовного з'єднання, спостерігати розподіл

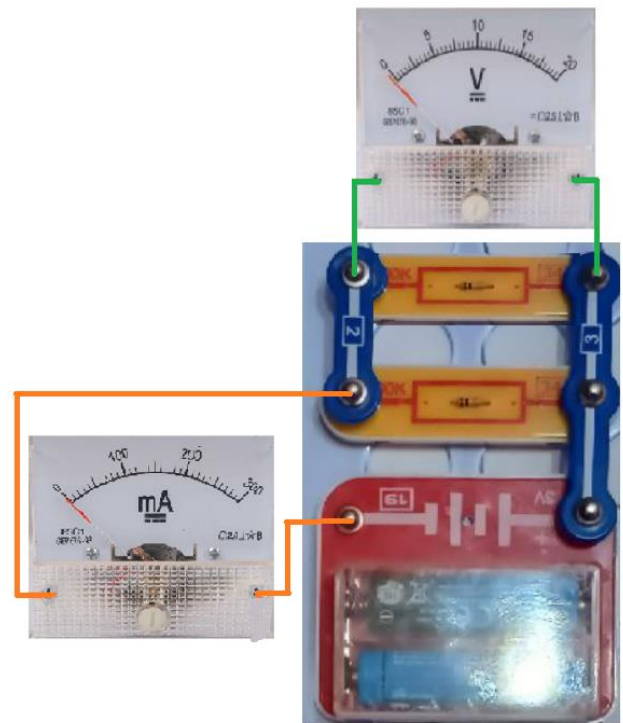
напруги між окремими ділянками кола та усвідомити закономірності, що визначають поведінку електричного струму в такому колі.

Вивчення теми «Паралельне з'єднання провідників» передбачає не лише ознайомлення з теоретичним матеріалом, а й виконання лабораторної роботи. Паралельне з'єднання провідників — це один із типів сполучення, за якого початки всіх провідників з'єднані в один вузол, а їхні протилежні кінці — в інший. Кількість провідників при цьому може бути довільною. У процесі знайомства з паралельним з'єднанням учні досліджують, як змінюються сила струму та напруга в колі. Сила струму в нерозгалуженій ділянці кола дорівнює сумі сил струму на кожному паралельно з'єданому провіднику: $I = I_1 + I_2 + \dots + I_n$. Напруга на кожному провіднику, з'єданому паралельно, однакова й дорівнює напрузі на відповідній ділянці кола: $U = U_1 = U_2 = \dots = U_n$. При паралельному з'єднанні еквівалентний опір ділянки кола менший за найменший опір серед усіх провідників і визначається за формулою: $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$. Для демонстрації властивостей паралельного з'єднання використовують електричну схему, зображену на рис.13(а).

Практичне виконання схеми зображено на рис.13(б). Для повноцінного розуміння та дослідження властивостей паралельного з'єднання необхідно використати додаткове обладнання у вигляді вольтметра та амперметра. Виконання схеми з використанням конструктора дозволяє кращою мірою зрозуміти принципи та властивості паралельного з'єднання провідників.



a)



б)

Рис. 13 Паралельне з'єднання провідників

Отже, використання конструктора «DOKA» у процесі вивчення розділу «Електричні явища» сприяє більш глибокому розумінню фізичних процесів, формуванню практичних навичок і розвитку дослідницької компетентності учнів. Завдяки можливості моделювання реальних електричних кіл, учні не лише засвоюють теоретичний матеріал, а й бачать його практичне застосування, що підвищує мотивацію до навчання та інтерес до предмета.

Застосування конструктора забезпечує інтерактивність освітнього процесу, створює умови для самостійної роботи учнів і сприяє формуванню міжпредметних зав'язків у межах STEM-освіти. Таким чином, впровадження подібних засобів у навчальний процес є доцільним кроком до модернізації шкільної фізичної освіти та підвищення її ефективності.

Висновки

У ході виконання дипломної роботи було досліджено що STEM-конструктори є ефективним засобом поєднання теоретичних знань і практичної діяльності учнів. Їх використання сприяє підвищенню навчальної мотивації, розвитку технічного мислення, дослідницьких умінь і формуванню ключових компетентностей сучасної освіти.

Проаналізовано та показано, що впровадження STEM-технологій у навчанні фізики забезпечує активізацію пізнавальної діяльності учнів, розвиток критичного мислення, творчості та навичок співпраці. Застосування проєктних методів, цифрових ресурсів і інтерактивних засобів підвищує якість засвоєння навчального матеріалу.

Обґрунтовано доцільність використання сучасних методичних підходів до вивчення електричних явищ, зокрема генералізації навчального матеріалу, дослідницьких методів, віртуальних лабораторій і методу аналогій. Поєднання теорії з експериментальною діяльністю сприяє глибшому розумінню фізичних процесів і формуванню цілісного наукового світогляду.

Проведений аналіз STEM-конструктора «DOKA» засвідчив його багатофункціональність і відповідність вимогам освітнього процесу. Наявність широкого спектра електронних компонентів дає змогу моделювати різноманітні електричні кола та наочно демонструвати принципи роботи електронних елементів у безпечних умовах.

Використання STEM-конструкторів, зокрема набору «DOKA», є перспективним напрямом удосконалення методики викладання електричних явищ у шкільному курсі фізики. Запропоновані підходи можуть бути використані у практичній діяльності вчителів фізики, при розробці навчально-методичних матеріалів, а також у підготовці майбутніх педагогів природничо-математичного профілю.

Список використаних джерел

1. Мацюк В. М., Крижановський С. Ю. Застосування проєктних технологій на уроках фізики в умовах STEM-освіти з використанням платформи Arduino // STEM-освіта в Україні: стан, проблеми, перспективи розвитку : матеріали XI Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (Тернопіль, 6 квітня 2023 р.). – Тернопіль : ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2023. – С. 207–209. – Режим доступу: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/735325>
2. . Ковнацкая С. Г. Використання LEGO-конструювання в логіці STEM-освіти / С. Г. Ковнацкая // PedPortal. — Режим доступу: <https://pedportal.by/baza-materialov/doshkolnoe-vospitanie/ispolzovanie-lego-konstruirovaniya-v-logike-stem-obrazovaniya>
3. Гайда В. Я. Інноваційні засоби реалізації STEM-навчання / В. Я. Гайда // Наукові записки. Серія: Педагогічні науки. – 2024. – № 215. – С. 127–131. – DOI: 10.36550/2415-7988-2024-1-215-127-131
4. Pukal'skii I.D., Luste I.P., Yashan V.O., Skrypnichuk N.S. Robotics as one of the directions of STEM-education in the New Ukrainian School / Ю. Федькович Чернівецький нац. ун-т. – Чернівці: Ю. Федькович, 2025. – 5
5. Горбаченко В. І., Вербельчук Б. В. Робототехніка як складник STEM-освіти / В. І. Горбаченко, Б. В. Вербельчук // Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України. — 2020. — С. 27–31. — Режим доступу: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/720537/>
6. Белоконь О. В. Формування ключових компетентностей учнів за допомогою STEM-завдань на уроках фізики / О. В. Белоконь // Наукові записки Бердянського державного педагогічного університету. – 2024. – Вип. 28. – С. 45-53. – Режим доступу: <https://dspace.bdpu.org.ua/items/96cbff6b-b08f-41b9-ae4b-cfd4c569c4d9>
7. Мартинюк О. С., Миронюк Г. Л., Стецюк О. Б. Розвиток дослідницьких умінь учнів на уроках фізики як спосіб реалізації STEM-освіти /

О. С. Мартинюк, Г. Л. Миронюк, О. Б. Стецюк // Наукові записки. Серія: Педагогічні науки. – 2023. – Вип. 29. – С. 112-120. – Режим доступу: <https://pednauk.cusu.edu.ua/index.php/pednauk/issue/view/29>

8. Гайда В. Я. Інноваційні засоби реалізації STEM-навчання / В. Я. Гайда // Наукові записки. – 2024. – Вип. 35. – С. 78-85. – Режим доступу: <https://pednauk.cusu.edu.ua/index.php/pednauk/article/view/1931>

9. Бузько В. Навчальні проекти як спосіб STEM-навчання учнів на уроках фізики / В. Бузько // Інформаційні технології та засоби навчання. – 2016. – Вип. 53, № 4. – С. 216-220. – Режим доступу: https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/710643/1/216-220_Buzko.pdf

10. Tahir R., & Sari R. F. (2020). The development of performance assessment of STEM-based critical thinking skill in the high school physics lessons. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 9(2), 230–239. – Режим доступу: <https://eric.ed.gov/?id=EJ1278188>

11. Мартинюк О. О., Мартинюк О. С., Панкевич С. С., Музика І. О. Educational direction of STEM in the system of realization of blended teaching of physics / О. О. Мартинюк, О. С. Мартинюк, С. С. Панкевич, І. О. Музика // *Educational Technology Quarterly*. – 2021. – Вип. 3. – С. 347–359. – Режим доступу: <https://www.researchgate.net/publication/361873491>

12. Бурак В. І. Методика навчання електромагнетизму в основній школі в умовах диференціації навчання / В. І. Бурак // *ResearchGate*. – 2009. – Режим доступу: <https://www.researchgate.net/publication/277846928> Metodika navcanna elektromagnetizmu v osnovnij skoli v umovah diferenciacii navcanna

13. Бурак В. І. Генералізація змісту, структури і навчального матеріалу з електромагнетизму в основній школі / В. І. Бурак // *Теорія та методика навчання фундаментальних дисциплін у вищій школі*. – Вип. V. – Київ : [б. в.], 2017. – С. 201. – Режим доступу:

<https://books.google.com.ua/books?hl=uk&lr=&id=imUoDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA201>

14. Bashar M. & Durmus S. The effectiveness of computer supported versus real laboratory inquiry learning environments on the understanding of direct current electricity among pre-service elementary school teachers // EURASIA Journal of Mathematics, Science & Technology Education. – 2010. – Vol. 6, № 4. – P. 291–302. – URL: <https://www.ejmste.com/article/the-effectiveness-of-computersupported-versus-real-laboratoryinquiry-learning-environments-onthe-4176>

15. Kapucu S. Guided Inquiry-Based Electricity Experiments: Pre-service Elementary Science Teachers' Difficulties // Journal of Education and Future. – 2016. – Vol. 10. – P. 35–50. – URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/226249>

16. Hermawati T. Analysing science teachers' difficulties in teaching the concept of electricity in junior high school // Research in Physics Education. – 2022. – Vol. 1, № 1. – P. 33–44. – URL: https://www.researchgate.net/publication/381945194_Analysing_science_teachers%27_difficulties_in_teaching_the_concept_of_electricity_in_junior_high_school

17. Бурак В. І., Бобринська І. С. Методика навчання розділу «Магнітні явища і магнітне поле» в основній школі // Збірник наукових праць. Вип. 6. Т. 2: Теорія та методика навчання фізики. – Кривий Ріг: Видавничий відділ НМетАУ, 2006. – С. 164–168. – URL: <https://enpuir.npu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/108/Burak.pdf?sequence=3>

18. Рудюк Л. Використання аналогій в курсі фізики середньої школи // Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету. Серія: Педагогіка. – 2020. – Вип. 1. – С. 122–129. – URL: <https://dspace.vspu.edu.ua/items/09be65da-482f-499d-b715-19b4d9845aa9>

19. Закон України «Про повну загальну середню освіту» від 16 січня 2020 р. № 463-IX // Відомості Верховної Ради України. — 2020. — № 31. — Ст. 226. — Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/463-20#Text>

20 Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти» від 23 листопада 2011 р. № 1392 // Відомості Верховної Ради України. — 2011. — № 1152. — Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1392-2011-п#Text>

21. Міністерство освіти і науки України. «Державний стандарт базової середньої освіти» // Офіційний сайт МОН. — Режим доступу: <https://mon.gov.ua/osvita-2/zagalna-serednya-osvita/nova-ukrainska-shkola-2/derzhavniy-standart-bazovoi-serednoi-osviti>

22. Кременський О. І., та ін. Фізика. 7–9 класи : модельна навчальна програма / уклад. О. І. Кременський та ін. — Київ : Міністерство освіти і науки України, 2024. — 167 с. — Режим доступу: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/zagalna%20serednya/Navchalni.prohramy/2024/Model.navch.prohr.5-9.klas-2024/31-12-2024/fizyka-7-9-kl-kreminskyu-ta-in-31-12-2024.pdf>

23. Максимович З. Ю., Білик М. М., Варениця Л. В., Коваль Г. С., Микитеєк О. М., Ординович М. Б., Шевців В. Ф. Фізика : підручник для 7 класу закладів загальної середньої освіти / З. Ю. Максимович, М. М. Білик, Л. В. Варениця та ін. — Київ : Академія, 2024. — 192 с.

24. Максимович З. Ю., Білик М. М., Варениця Л. В., Коваль Г. С., Микитеєк О. М., Ординович М. Б., Созанський А. В., Шевців В. Ф. Фізика : підручник для 8 класу закладів загальної середньої освіти / З. Ю. Максимович, М. М. Білик, Л. В. Варениця та ін. — Київ : Академія, 2025. — 192 с.

25. Бар'яхтар В. Г., Божинова Ф. Я., Довгий С. О., Кірюхін М. М., Кірюхіна О. О. Фізика : підручник для 8 класу закладів загальної середньої освіти / за ред. С. О. Довгого. — Харків : Ранок, 2025. — 288 с.

26. Бар'яхтар В. Г., Божинова Ф. Я., Довгий С. О., Кірюхін М. М., Кірюхіна О. О. Фізика : підручник для 7 класу закладів загальної середньої освіти / за ред. С. О. Довгого. — Харків : Ранок, 2024. — 256 с.

27. Бар'яхтар В. Г., Довгий С. О., Божинова Ф. Я., Кірюхіна О. О. Фізика : підручник для 11 класу закладів загальної середньої освіти (рівень стандарту) / В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна. — Харків : Ранок, 2019. — 272 с.

28. Бар'яхтар В. Г., Довгий С. О., Божинова Ф. Я., Кірюхіна О. О. Фізика : підручник для 10 класу закладів загальної середньої освіти (рівень стандарту) / В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна. — Харків : Ранок, 2018. — 272 с.

29. Трухан Ю. В. Використання STEM-конструкторів при вивченні розділу «Електричні явища» в школі / Ю.В. Трухан // Актуальні проблеми сучасної науки: Матеріали XII-ї Міжнародної науково-практичної конференції, викладачів та студентів факультету фізики, математики, економіки та інноваційних технологій (6-7 травня 2025 р.). – Дрогобич: Редакційно-видавничий відділ ДДПУ імені Івана Франка, 2025.

30. Schwaiger E. B. The Lived Experience of Trauma and Resilience: A Phenomenological Study of First Responders Who Responded to a Mass Casualty Event : дис. ... д-ра філософії (Ph.D.). The Chicago School of Professional Psychology, 2021. 248 с. URL: <https://www.proquest.com/openview/8e7287a1428405214d121630ac2ab490/1.pdf?cb1=2026366&diss=y&pq-origsite=gscholar>

31. Chen B. Вплив інтегрованої STEM-освіти на досягнення учнів K12: метааналіз. *Review of Educational Research*. 2025. URL: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.3102/00346543251318297>

32. Smith J. A., Jones M. B., Williams D. C. Вплив цифрових технологій на когнітивне навантаження та академічну успішність. *Frontiers in Psychology*. 2025. URL: <https://www.frontiersin.org/journals/psychology/articles/10.3389/fpsyg.2025.1579474/full>

33. Dantic M. J. P., Fluraon A. PhET interactive simulation approach in teaching electricity and magnetism among science teacher education students. *Journal of Science and Education (JSE)*. 2022. Vol. 2, No. 2, pp. 88–98. URL: https://www.researchgate.net/publication/360293102_PhET_interactive_simulation_a_pproach_in_teaching_electricity_and_magnetism_among_science_teacher_education_students

34. Taibu R., Mataka L., Shekoyan V. Using PhET Simulations to Improve Scientific Skills and Attitudes of Community College Students. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*. 2021. Vol. 9, No. 3, pp. 353–370. URL: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1307847.pdf>

35. F. Z., F. G., S. D. Arduino Use in Education Systems. *Journal of Engineering and Practical Computing (JEPC)*. 2021. Vol. 5, No. 2. URL: <https://www.annepublishers.com/articles/JEPC/5201-Arduino-Use-in-Education-Systems.pdf>

36. Schnider A., Hömöstreil L. Classroom experimentation – Arduino projects to teach electromagnetism. 2023. URL: https://www.researchgate.net/publication/377803866_Classroom_experimentation_-_Arduino_projects_to_teach_electromagnetism

37. V. Rogoza, F. Levchenko, L. Kalinina, T. Zasiiekina, O. Skulovatov Implementation of STEM education in the framework of the New Ukrainian School reform. *Scientific Herald of Uzhhorod University. Series: Physics*. 2024. № 55, C. 2064–2073. URL: <https://physics.uz.ua/en/journals/issue-55-2024/implementation-of-stem-education-in-the-framework-of-the-new-ukrainian-school-reform>

Додаток

Тема уроку: Електричне коло і його елементи.

Мета уроку.

Навчальна: познайомити учнів з основними складовими електричного кола, навчити їх читати та креслити електричні схеми, а також самостійно складати електричні кола за схемами.

Розвиваюча: розвивати у дітей спостережливість, увагу, логічне мислення та дослідницькі навички, а також формувати вміння робити висновки та узагальнення на основі проведених експериментів.

Виховна: Виховувати у учнів усвідомлене прагнення розвивати творчі здібності та формувати навички самостійної роботи.

Тип уроку: комбінований.

Обладнання: проектор, комп'ютер, навчальна презентація, конструктор «ДОКА»

Хід уроку

I. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ ЕТАП

II. АКТУАЛІЗАЦІЯ ОПОРНИХ ЗНАНЬ

Фронтальне опитування учнів

1. Що таке електричний струм?
2. Що називають джерелами електричного струму?
3. Які саме процеси відбуваються в джерела електричного струму?
4. Хто вважається творцем першого гальванічного елемента?

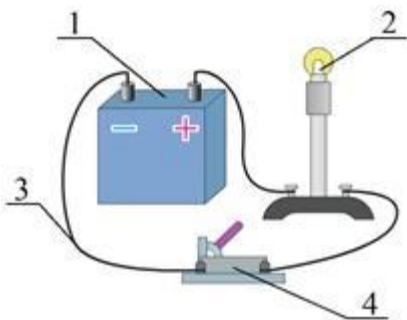
5. Енергія якого типу перетворюється в електрику у сонячних батареях?
6. Які джерела електричного струму вам відомі?
7. Чим відрізняється акумулятор від гальванічного елемента?
8. Як перетворюється енергія: а) під час зарядки акумулятора?
б) під час роботи акумулятора?

III. МОТИВАЦІЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Проведення бесіди з учнями стосовно обговорення проблемного питання про подавання електроенергії від електростанції до споживачів по проводах і можливість вимикати й вмикати струм. У ході бесіди вводиться поняття електричного кола.

IV. ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

Учням демонструється найпростіше електричне коло, що складається із джерела струму, лампи, з'єднувальних проводів, вимикача.



4- ключ.

1- джерело струму (батарея гальванічних елементів):


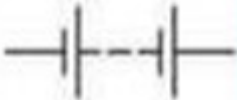



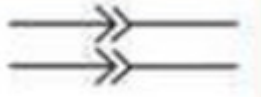
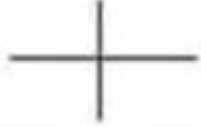

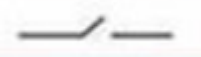
2- лампа (споживач електричної енергії);


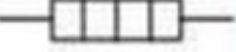

3- з'єднувальні проводи;

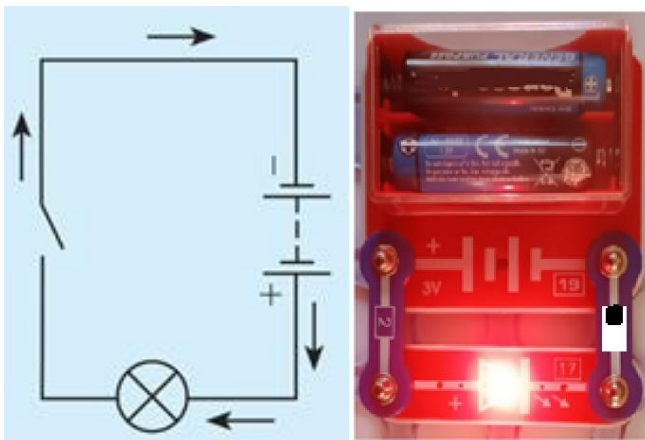
Електричне коло — це з'єднані провідниками в певному порядку джерело струму, споживачі, замикальні (розмикальні) пристрої.

Електрична схема — це креслення, на якому за допомогою позначеннями зображено, з допомогою яких елементів збирається електричне коло та в який спосіб ці елементи з'єднані між собою.

Умовні позначення які застосовуються в схемах

Елемент електричного кола	Умове позначення
Гальванічний елемент або акумулятор	
Батарея гальванічних елементів	
З'єднання проводів	
Резистор	
Електричний дзвінок	
Штепсельна розетка	
Перетин провідників (без з'єднання)	
Затискач для під'єднання приладів	
Ключ (вимикач)	

Електрична лампа	
Нагрівальний елемент	
Запобіжник	



Зверніть увагу при позначення джерел струму: вважається, те що довга риска позначає позитивний полюс джерела струму, а коротка-негативний.

Схему електричного кола учні переносять у зошит та збирають за допомогою компонентів конструктору «DOKA».

Напрямок протікання струму в колі прийнято вважати напрямком в якому частинки з позитивним зарядом рухаються **напрямок від позитивного полюса джерела струму до негативного**

Демонструються учням схеми деяких електричних кіл (стрілками позначено напрямок струму в разі замкнення ключа)

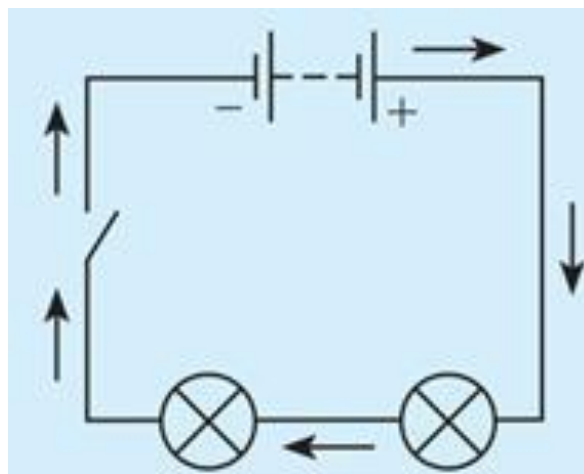
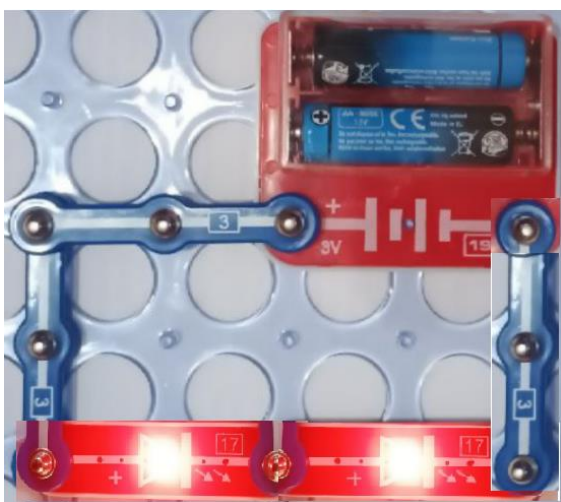


Схема послідовного з'єднання двох ламп

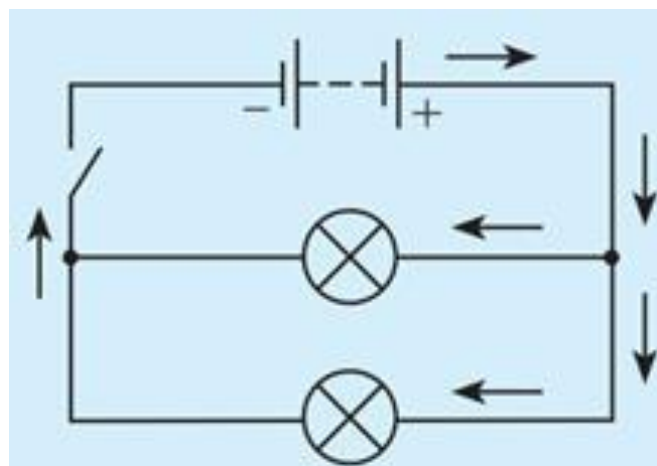
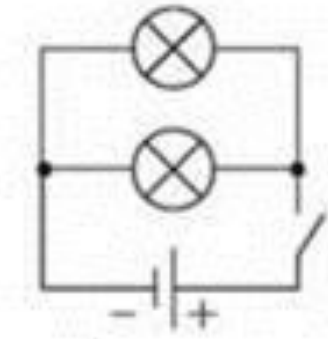


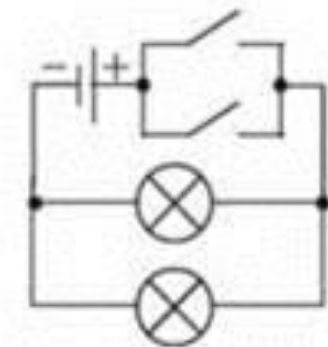
Схема паралельного з'єднання двох ламп

V. РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ

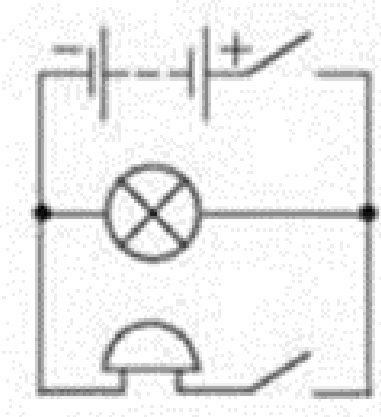
1. Накресліть схему під'єднання двох лампочок до джерела струму так, щоб перегорання однієї не вплинуло на роботу іншої, та реалізувати схему практично із застосуванням елементів конструктора, з метою переконання правильності схеми.



2. Як потрібно з'єднати гальванічний елемент, дві лампочки й два ключі, щоб у разі замикання хоча ключа одночасно загорялися обидві лампочки? Накресліть відповідну схему, реалізувати схему практично із застосуванням елементів конструктора.



3. Накресліть схему з'єднання батарейки, лампочки, дзвінка і двох ключів. Лампочка вмикається щоразу, коли дзвонить дзвінок, але може працювати й у разі, коли дзвінок вимкнений, реалізувати схему практично із застосуванням елементів конструктора.



VI. ЗАКРІПЛЕННЯ ВИВЧЕНОГО МАТЕРІАЛУ.

1. Назвати основні елементи електричного кола?
2. Назвіть приклади споживачів електричної енергії?
3. Що називають електричною схемою?
4. Який напрямок прийнято за напрямок струму в електричному?

VII. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ:

§ 26; виконати вправу 26 (3 - 5)

Тема уроку: Електрична напруга. Одиниця напруги. Вольтметр

Мета уроку.

Навчальна: сформулювати поняття напруги, як фізичної величини, ознайомити з приладами і методами її вимірювання.

Розвиваюча: розвивати у дітей спостережливість, увагу, логічне мислення та дослідницькі навички, а також формувати вміння робити висновки та узагальнення на основі проведених експериментів.

Виховна: Виховувати у учнів усвідомлене прагнення розвивати творчі здібності та формувати навички самостійної роботи.

Тип уроку: комбінований урок

Обладнання: проектор, комп'ютер, навчальна презентація, конструктор «ДОКА»

Хід уроку

I. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ ЕТАП

II. Актуалізація опорних знань

Фронтальне опитування учнів

1. Що таке електричний струм?
2. Які умови необхідні для існування електричного струму?
3. Що називають електричним колом?
4. Які основні елементи входять до складу електричного кола?
5. Яке призначення джерела струму в електричному колі?
6. Для чого в колі потрібні провідники?

7. Яку роль виконують споживачі електричної енергії? Наведіть приклади.
8. Що таке вимикач і яке його призначення в колі?
9. Як умовно позначають на схемах джерело струму, лампочку, вимикач, провідники?
- 10.Що називають електричною схемою?
- 11.Яка різниця між замкненим і розімкненим колом?
- 12.Який напрям струму вважають позитивним (умовним)?
- 13.Фронтальна бесіда за контрольними запитаннями після §27;

III. МОТИВАЦІЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Повідоми учнів, що після засвоєння нового матеріалу вони почнуть краще розуміти зміст висловів, які досить часто вони чули в повсякденному житті:

«Не підходь – там висока напруга!»

«Знову впала напруга в мережі!»

«На яку напругу розрахований цей прилад?».

Розуміння терміну напруга, та причини чому на всіх приладах вказують її значення.

IV. ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

В результаті дії електричного поля, яке виникає в джерелі електричного струму, частинки із зарядом рухаються по провіднику. Підчас руху вони виконують роботу. Для означення та характеристики електричного поля вводять фізичну величину, з назвою напруга або електрична напруга.

Електрична напруга – це фізична величина, яка чисельно дорівнює роботі електричного поля з переміщення одиничного позитивного заряду по цій ділянці.

$$U = \frac{A}{q}$$

A – робота, яку виконує електричне поле під час проходження струму

q – значення електричного заряду, перенесеного струмом

Одиницею вимірювання напруги в СІ – **вольт** (величини названа в честь вченого Алессандро Вольти, який створив перший гальванічний елемент)

$$[U] = 1 \text{ В}$$

Вольт – це така напруга на ділянці кола, за якої електричне поле виконує роботу 1 Дж, переміщуючи по цій ділянці заряд, що дорівнює 1 Кл:

$$1 \text{ В} = 1 \frac{\text{Дж}}{\text{Кл}}$$

Кратні й частинні одиниці електричної напруги:

$$1 \text{ мкВ} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ В}$$

$$1 \text{ мВ} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ В}$$

$$1 \text{ кВ} = 1 \cdot 10^3 \text{ В}$$

Питання класу

- Напруга якої величини у вас вдома?
- Напруга якої величини в акумуляторі вашого мобільного телефону?

Вимірювання напруги

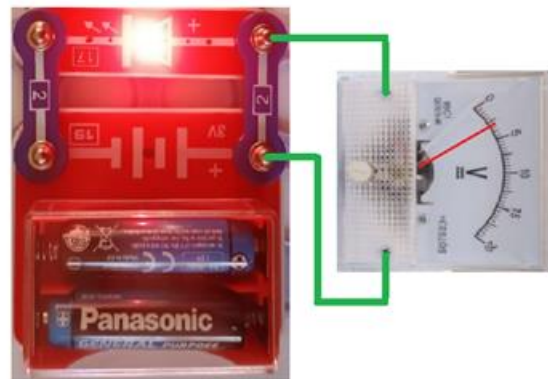
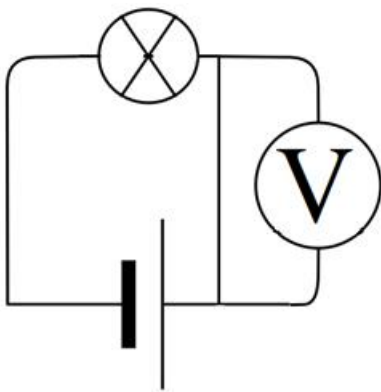
Вольтметр – прилад для вимірювання сили напруги.



– умовне позначення вольтметра на електричних схемах.

Правила, під час вимірювання напруги

1. Вольтметр приєднують паралельно.
2. Клеми вольтметра, біля якої стоїть знак «+», необхідно під'єднувати до провідника який іде від позитивного полюса джерела струму, клему зі знаком «-» до провідника, який іде від негативного полюса джерела струму.
3. Для вимірювання напруги джерела струму прилад приєднують безпосередньо до клем джерела.



V. РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ

1. Яка напруга буде на ділянці кола, коли під час проходженні по ньому заряду в 30 Кл була виконана робота 12 кДж.

<p>Дано:</p> <p>$q = 30 \text{ Кл}$</p> <p>$A = 12 \text{ кДж}$ $= 12000 \text{ Дж}$</p> <hr/> <p>$U - ?$</p>	<p>Розв'язання</p> $U = \frac{A}{q}$ $U = \frac{12000 \text{ Дж}}{30 \text{ Кл}} = 400 \text{ В}$ <p>Відповідь: $U = 400 \text{ В}$.</p>
--	---

2. В процесі світіння лампи виконується робота 7,92 кДж. Який електричний заряд пройшов через лампу, якщо напруга живлення 110 В.

<p>Дано:</p> <p>$A = 7,92 \text{ кДж}$ $= 7920 \text{ Дж}$</p> <p>$U = 110 \text{ В}$</p> <hr/> <p>$q - ?$</p>	<p>Розв'язання</p> $U = \frac{A}{q} \quad \Rightarrow \quad q = \frac{A}{U}$ $q = \frac{7920 \text{ Дж}}{110 \text{ В}} = 72 \text{ Кл}$ <p>Відповідь: $q = 72 \text{ Кл}$.</p>
---	--

VI. ЗАКРІПЛЕННЯ ВИВЧЕНОГО МАТЕРІАЛУ.

1. Електричне поле яке переміщує заряд по ділянці кола, визначається електричною напругою? (так).
2. Символом позначення електричної напруги є символ U ? (так).
4. Прилад для вимірювання електричної напруги називається вольтметр? (так).
5. Чи можна включати вольтметр послідовно в електричне коло?(ні).
6. Формула для визначення електричної напруги $U = A * q$? (ні).

VII. Домашнє завдання, ОЦІНЮВАННЯ УЧНІВ

§28, вправа 28 (3,4)- письмово.

Тема уроку: Сила струму. Одиниця сили струму. Амперметр

Мета уроку:

Навчальна. Познайомити учнів з фізичною величиною, яка характеризує електричний струм, та одиниці вимірювання, познайомитись з приладами вимірювання сили струму – амперметр.

Розвивальна. Розвивати вміння стисло та грамотно висловлювати свої міркування та обґрунтовувати їхню правильність;

Виховна. Формування таких якостей особистості, як відповідність, організованість, дисциплінованість, обов'язок.

Тип уроку: комбінований урок

Обладнання: проектор, комп'ютер, навчальна презентація, конструктор «ДОКА»

Хід уроку

I. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ ЕТАП

II. Актуалізація опорних знань

Фронтальне опитування учнів

1. Перелічіть основні складові електричного кола.
2. Які ви знаєте споживачів електричної енергії.
3. Навіщо в електричних колах використовують ключ?
4. Що називають електричною схемою?
5. Яким символом позначають гальванічні елементи на електричних схемах?

6. Який напрямок прийнято за напрямок струму в електричному колі?

III. Мотивація навчальної діяльності

Провести бесіду з учнями про те, що для кількісного опису фізичних явищ, властивостей тіл і речовин фізики використовують фізичні величини. Використовуючи які фізичні величин можна кількісно описати процес проходження електричного струму в провіднику?

IV. ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

Спостереження та досліди показали, те що чим більша кількість електричних зарядів проходить через провідник за певний час, тим сильніше проявляються дії електричного струму – *теплова, хімічна, магнітна та світлова*.

Щоб оцінити та порівняти електричні заряди, які протікають через провідник, була додана фізична величина – сила струму.

Сила струму – це фізична величина, яка характеризує електричний струм і чисельно дорівнює заряду, який проходить через поперечний переріз провідника за одиницю часу.

$$I = \frac{q}{t}$$

q – заряд, який проходить через поперечний переріз провідника

t – час

Одиниця сили струму в СІ – **ампер**:

$$[I] = 1 \text{ A}$$

Одиниця яку назвали в честь французького вченого Андре-Марі Ампера. Ампер – одна з основних одиниць СІ.

Кратні й частинні одиниці сили струму:

$$1 \text{ мкА} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ А}$$

$$1 \text{ мА} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ А}$$

$$1 \text{ кА} = 1 \cdot 10^3 \text{ А}$$

Для того щоб уявити, що означає велика чи мала сила струму, розглянемо декілька прикладів:

- сила струму блискавки сягає 400 кА
- сила струму в головному мозку під час передачі нервового імпульсу становить лише 0,004 мкА
- струм до 1 мА безпечний для людини
- 100 мА вже може привести серйозних наслідків

Одиниця електричного заряду

$$I = \frac{q}{t} \quad \Rightarrow \quad q = It$$

$$1 \text{ Кл} = 1 \text{ А} \cdot \text{с}$$

Кл – це заряд, який проходить через поперечний переріз провідника за 1 с при силі струму в провіднику 1 А.

Вимірювання сили струму

Амперметр – прилад для вимірювання сили струму.



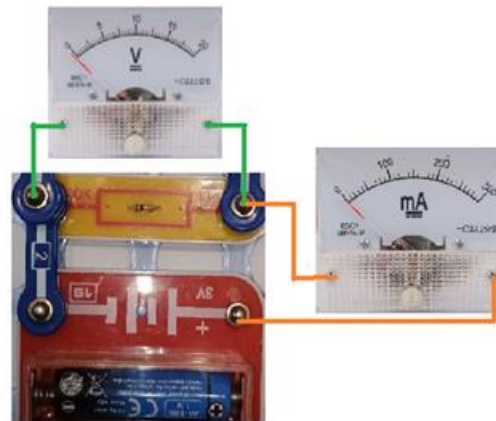
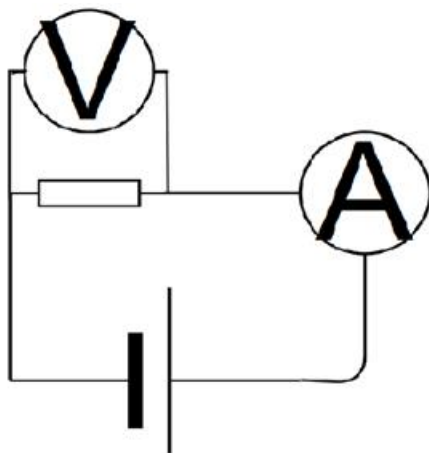
– умовне позначення амперметра на електричних схемах.

Правила, під час вимірювання сили струму амперметром

1. Амперметр вмикають тільки послідовно навантаженню

2. Клеми амперметра, біля якої стоїть знак «+», необхідно під'єднувати до провідника який іде від позитивного полюса джерела струму, клему зі знаком «-» до провідника, який іде від негативного полюса джерела струму.

3. Категорично не можна включати амперметр до кола, в якому відсутній споживач струму.



V. РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ

1. В електричній плиті через нагрівальний елемент за 24 хв пройшов заряд в 300 Кл. Яка сила струму в спіралі?

Дано:

$$t = 24 \text{ хв} = 720 \text{ с}$$

$$q = 300 \text{ Кл}$$

$$I - ?$$

Розв'язання

$$I = \frac{q}{t} \quad I = \frac{300 \text{ Кл}}{1440 \text{ с}} \approx 0,2 \text{ А}$$

Відповідь: $I \approx 0,2 \text{ А}$.

3. Струм в лампочці становить 800 мА. Який електричний заряд пройде через лампочку за 4хв?

Дано:

$$I = 800 \text{ мА}$$

$$= 800 \cdot 10^{-3} \text{ А}$$

$$t = 4 \text{ хв} = 240 \text{ с}$$

$$q - ?$$

Розв'язання

$$I = \frac{q}{t} \quad \Rightarrow \quad q = It$$

$$q = 800 \cdot 10^{-3} \text{ А} \cdot 240 \text{ с} = 192 \text{ Кл}$$

Відповідь: $q = 192 \text{ Кл}$.

4. Яка тривалість перенесення зарядку в 7,7 Кл при силі струму 1 А?

Дано:

$$I = 1 \text{ А}$$

$$q = 7,7 \text{ Кл}$$

$$t - ?$$

Розв'язання

$$I = \frac{q}{t} \quad \Rightarrow \quad t = \frac{q}{I}$$

$$t = \frac{7,7 \text{ Кл}}{1 \text{ А}} = 7,7 \text{ с}$$

Відповідь: $t = 7,7 \text{ с}$.

VI. ЗАКРІПЛЕННЯ ВИВЧЕНОГО МАТЕРІАЛУ.

1. Сила струму – це фізична величина, що характеризує електричний струм і чисельно дорівнює заряду, який проходить через поперечний переріз провідника за одиницю часу. (Так)
2. $I = \frac{q}{t}$ (Ні)
3. Одиниця вимірювання сили струму – Вольт? (Ні)
4. Одиниця вимірювання сили струму Ампер?(Так)
5. Амперметр приєднують в коло паралельно до споживача? (Ні)
6. В коло без споживачів не можна вмикати амперметр? (Так)

VII. Домашнє завдання

§ 27, Вправа № 27 (2 – 5)