

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ПРОГРАМА
для загальноосвітніх навчальних закладів

ФІЗИКА
10-11 класи

Рівень стандарту

(зі змінами, затвердженими наказом МОН України № 826 від 14.07.2016)

2016

Пояснювальна записка

Фізика є фундаментальною наукою, яка вивчає загальні закономірності перебігу природних явищ, закладає основи світорозуміння на різних рівнях пізнання природи і дає загальне обґрунтування природничо-наукової картини світу. Сучасна фізика, крім наукового, має важливе соціокультурне значення. Вона стала невід'ємною складовою культури високотехнологічного інформаційного суспільства. Фундаментальний характер фізичного знання як філософії науки і методології природознавства, теоретичної основи сучасної техніки і виробничих технологій визначає освітнє, світоглядне та виховне значення шкільного курсу фізики як навчального предмета. Завдяки цьому в структурі освітньої галузі він відіграє роль базового компонента природничо-наукової освіти і належить до інваріантної складової загальноосвітньої підготовки учнів в основній і старшій школах.

Фізика як навчальний предмет структурно може бути представлена у такий спосіб.

Загальноновизнаною ідеєю сучасного навчання вважається його відповідність розвитку науки, а також тим методам пізнання, які в науці є вирішальними. Історично у класичній фізиці склалося так, що спочатку нагромаджувалися факти, які потім систематизувалися й узагальнювалися. На їх підставі вчені висловлювали концептуальні ідеї, пропонували теоретичні моделі, завдяки яким факти отримували певну інтерпретацію. Згодом встановлювалися закони, формулювалися принципи, на основі яких створювалися теорії. Такий пізнавальний цикл фізики спрямовувався на пояснення фізичних явищ і процесів навколишнього середовища загалом, а також супроводжувався практичним використанням знань з фізики для створення технічних засобів діяльності людини і виробничих технологій.

Головна мета навчання фізики в середній школі полягає в розвитку особистості учнів засобами фізики як навчального предмета, зокрема завдяки формуванню в них фізичного знання, наукового світогляду й відповідного стилю мислення, екологічної культури, розвитку в них експериментальних умінь і дослідницьких навичок, творчих здібностей і схильності до креативного мислення. Відповідно до цього зміст фізичної освіти спрямовано на опанування учнями наукових фактів і фундаментальних ідей, усвідомлення ними суті понять і законів, принципів і теорій, які дають змогу пояснити перебіг фізичних явищ і процесів, з'ясувати їхні закономірності, характеризувати сучасну фізичну картину світу, зрозуміти наукові основи сучасного виробництва, техніки і технологій, оволодіти основними методами наукового пізнання і використати набуті знання в практичній діяльності. Його наскрізними змістовими лініями є категоріальні структури, що узгоджуються із загальними змістовими лініями освітньої галузі «Природознавство», а саме:

- речовина та поле;
- рух і взаємодії;
- закони й закономірності фізики;
- фізичні методи наукового пізнання;
- роль фізичних знань у житті людини та суспільному розвитку.

Шкільний курс фізики побудовано за двома логічно завершеними концентрами, зміст яких узгоджується зі структурою середньої загальноосвітньої школи: в основній школі (7–9 кл.) вивчається логічно завершений базовий курс фізики, який закладає основи фізичного знання; у старшій школі вивчення фізики відбувається залежно від обраного профілю навчання: на рівні стандарту, академічному або профільному.

Навчання фізики в старшій школі ґрунтується на засадах гуманітаризації й демократизації освіти, врахування пізнавальних інтересів і намірів учнів щодо обрання подальшого життєвого шляху, диференціації змісту і вимог щодо його засвоєння залежно від здібностей і освітніх потреб старшокласників.

Загальноосвітня підготовка з фізики відбувається за умов профільного навчання. Зміст фізичної освіти та вимоги до засвоєння цього змісту залежать від обраної навчальної програми: на рівні стандарту курс фізики обмежується обов'язковими результатами навчання, тобто мінімально необхідними знаннями, які мають головним чином світоглядне спрямування; на академічному рівні — основами системи фізичних знань, достатніх для продовження навчання за напрямом, де потрібна відповідна підготовка з фізики; на рівні профільного навчання в учнів формуються фундаментальні знання з фізики, оскільки з їх удосконаленням учні здебільшого пов'язують своє майбутнє професійне зростання.

Завданнями курсу фізики старшої школи є:

— формування в учнів системи фізичного знання на основі сучасних фізичних теорій (наукових фактів, понять, теоретичних моделей, законів, принципів) і розвиток у них здатності застосовувати набуті знання в пізнавальній практиці;

— оволодіння учнями методологією природничо-наукового пізнання і науковим стилем мислення, усвідомлення суті фізичної картини світу та застосування їх для пояснення різних фізичних явищ і процесів;

— формування в учнів загальних методів та алгоритмів розв'язування фізичних задач різними методами, евристичних прийомів пошуку розв'язку проблем адекватними засобами фізики;

— розвиток в учнів узагальненого експериментального вміння вести природничо-наукові дослідження методами фізичного пізнання (планування експерименту, вибір методу дослідження, вимірювання, обробка та інтерпретація одержаних результатів);

— формування наукового світогляду учнів, розкриття ролі фізичного знання в житті людини й суспільному розвитку, висвітлення етичних проблем наукового пізнання, формування екологічної культури людини засобами фізики.

Програму обов'язкових результатів навчання фізики (рівень стандарту) орієнтовано головним чином на світоглядне сприйняття фізичної реальності, розуміння основних закономірностей перебігу фізичних явищ і процесів, загального уявлення про фізичний світ, його основні теоретичні засади й методи пізнання, усвідомлення ролі фізичного знання у житті людини й суспільному розвитку. За цією програмою навчаються, як правило, учні, які обрали суспільно-гуманітарний та художньо-естетичний напрями профілізації.

Програма академічного рівня навчання фізики передбачає більш глибоке засвоєння фізичних законів і теорій, оволодіння навчальним матеріалом, необхідним для широкого застосування у поясненні хімічних, геофізичних, біологічних, екологічних та інших природних явищ, цілісного уявлення про природничо-наукову картину світу, розуміння значення і місця фізики в структурі природничих наук. Її зміст достатній для продовження вивчення фізики як навчального предмета у вищих навчальних закладах. За цими програмами навчаються учні, для яких фізика є базовим предметом або таким, що тісно пов'язаний із профільними предметами, а також здійснюється загальноосвітня підготовка учнів, які не визначилися щодо напрямку профільної підготовки.

Програма профільного рівня навчання фізики передбачає систематизоване вивчення основних фізичних теорій, формування світогляду та наукового стилю мислення учнів на основі фізичної картини світу, оволодіння методами наукового пізнання та усвідомлення фізичного знання на рівні, необхідному для подальшого його використання в професійній діяльності та продовженні фізичної освіти. Основними профілями навчання, де фізика вивчається на такому рівні, є фізичний, фізико-математичний і фізико-технічний. Проте курс

фізики може бути профільним і в інших напрямках профілізації (наприклад, технологічному), якщо фізика в них відіграє роль базового навчального предмета.

Незважаючи на те, що програма рівня профільного навчання значно перевищує за обсягом навчальних годин програму академічного рівня, її зміст спрямований головним чином на поглиблення знань, а не екстенсивне їх розширення. Адже структура курсу фізики цих рівнів має бути ідентичною, проте вона відрізняється від програми рівня стандарту. Це зумовлено тим, що завдання академічної і профільної програм по суті близькі і мають прагматичний характер, на відміну від програми рівня стандарту, яка по суті світоглядна. Тому шкільний курс фізики старшої школи структуровано за фундаментальними фізичними теоріями — класична механіка, молекулярно-кінетична теорія та феноменологічна термодинаміка, електродинаміка, релятивістська та квантова фізика.

У побудові змісту курсу фізики академічного й профільного рівнів використовувався принцип мінімального доповнення: до програми вищого рівня вносилися лише ті компоненти змісту, без яких цілісність системи фізичних знань даного розділу порушується. Щоб легше було орієнтуватися в тому, що саме доповнено, у тексті програми використано різні шрифтові форми: **напівжирний шрифт** відображає зміст програми рівня стандарту, звичайний — доповнення для академічного рівня, *курсив* — доповнення для рівня профільного навчання.

Засвоєння учнями системи фізичних знань та здатність застосовувати їх у процесі пізнання й в практичній діяльності є одним із головних завдань навчання фізики в середній школі. Ядро змісту фізичної освіти складають наукові факти й фундаментальні ідеї, методи фізичної науки, поняття й моделі, закони й теорії, покладені в основу побудови шкільного курсу фізики. Його системоутворюючими елементами є:

- чуттєво усвідомлені уявлення про основні властивості та явища навколишнього світу, які стають предметом вивчення в певному розділі фізики (наприклад, механічний рух у його буденному сприйнятті як переміщення в просторі, просторово-часові уявлення тощо);
- основні поняття теоретичного базису (наприклад, для механіки — це швидкість, прискорення, сила, маса, імпульс, енергія), ідеї та принципи, що їх об'єднують (наприклад, відносність руху), необхідні для усвідомлення суті перебігу фізичних явищ і процесів;
- абстрактні моделі, покладені в основу теоретичної системи (матеріальна точка, інерціальна система відліку тощо);
- формули, рівняння й закони, що відтворюють співвідношення між фізичними величинами (рівняння руху, закони Ньютона тощо);
- різноманітні застосування фізичних знань до розв'язання практичних завдань та наслідки їх використання в пізнавальній практиці (розрахунок гальмівного шляху, відкриття планети Уран тощо).

Ключовою ознакою фізичної, як і загальної середньої освіти загалом є компетентнісний підхід до навчання. Зазначимо, що модернізація методичної системи навчання фізики в загальноосвітній школі на засадах особистісно зорієнтованого, діяльнісного і компетентнісного підходів має відбуватися без очікувань до повного переходу до другого покоління державного стандарту й нових навчальних програм. Як в основній, так і у старшій школі ці підходи в тій чи іншій мірі слід запроваджувати.

Здійснення переходу до компетентнісної моделі навчання передусім передбачає: принципово нове цілепокладання у педагогічному процесі; оновлення структури та змісту навчання фізики; визначення та оцінювання результатів навчання через ключові та предметну компетентності учня; запровадження компетентнісно орієнтованих форм і методів навчання. Компетентнісно зорієнтоване навчання дає можливість кожному учневі, спираючись на його здібності, схильності, інтереси, ціннісні орієнтації та суб'єктивний досвід, можливість реалізувати себе в пізнанні та навчальній діяльності. Значущими стають ті складники навчально-виховного процесу, які розвивають індивідуальність учня, створюють належні умови для його саморозвитку й самовираження.

Предметна компетентність з фізики є цілісною системою знань, здібностей, умінь і ціннісних ставлень, набутих учнями під час навчання фізики, що актуалізуються згодом у специфічних контекстах і ситуаціях з якими учень зустрічається в повсякденному житті. Найважливішим завданням розвитку предметної компетентності з фізики є формування в них наукового світогляду, наукового стилю мислення та природничо-наукової картини світу, які складають системотвірну основу природничо-наукової компетентності. Формування предметної компетентності з фізики передбачає оволодіння учнями сукупністю фундаментальних знань про природу, склад яких залежить від бажаного результату; розвиток навичок та вміння користуватися фізичними знаннями в певних ситуаціях; набуття досвіду вирішення різних проблемних ситуацій для усвідомлення рівня своїх функціональних знань; набуття досвіду вирішення значущих ситуацій в різних контекстах; виявлення ціннісного ставлення або поведінки відповідно до очікуваних результатів.

Необхідною умовою формування компетентностей є діяльнісна спрямованість у навчальному процесі, яка передбачає постійне включення учнів у різні види педагогічно доцільною активної навчально-пізнавальної діяльності з метою здобуття нових знань, а також практична її спрямованість на їх використання.

Ефективним засобом формування предметної й ключових компетентностей учнів у процесі навчання фізики є навчальні проекти, які вже тривалий час впроваджуються в шкільну практику. Оскільки цей вид діяльності вперше увійшов до програми з фізики як обов'язковий, зупинимося на ньому докладніше.

Метою навчального проектування є створення педагогом таких умов під час освітнього процесу, за яких результатом є індивідуальний досвід проектної діяльності учня. Учитель здійснює управління такою діяльністю і спонукає до пошукової діяльності учнів, допомагає у визначенні мети та завдань навчального проекту, орієнтовних прийомів дослідницької діяльності та пошуку інформації для розв'язання окремих навчально-пізнавальних задач.

Під час виконання навчальних проектів вирішується ціла низка різнорівневих дидактичних, виховних і розвивальних завдань: розвиваються пізнавальні навички учнів, формується вміння самостійно конструювати свої знання, вміння орієнтуватися в інформаційному просторі, активно розвивається критичне мислення, сферу комунікації тощо. У проектній діяльності важливо зацікавити учнів здобуттям знань, які обов'язково знадобляться в житті. Для цього необхідно зважати на проблеми реального життя, для розв'язання яких дітям потрібно застосовувати здобутті знання. У такому випадку учні відчують потребу в знаннях.

У проектній роботі учні здобувають ключові навички: постановка проблеми, планування роботи, пошук, збирання, обробка інформації та презентація результатів роботи.

Таким чином, проектне навчання сприяє розв'язанню таких педагогічних цілей:

створення позитивної мотивації під час навчання;

формування навичок розумової праці, розвиток умінь аналізувати, виокремлювати найважливіше, робити висновки;

формування прийомів групової роботи в колективі;

розвиток індивідуальних здібностей та особливостей мислення;

удосконалення навичок писемного та усного мовлення.

Розрізняють такі види проектів.

Дослідницькі проекти – потребують добре обміркованої структури, повністю підпорядковані логіці дослідження і мають відповідну структуру: визначення методології дослідження, тобто теми дослідження, аргументація її актуальності, предмета й об'єкта, завдань і методів дослідження, формулювання гіпотез, розв'язання проблеми і вибір шляхів її розв'язання.

Творчі проекти – не мають детально опрацьованої структури спільної діяльності учасників, вона розвивається, підпорядковуючись кінцевому результату й формі його представлення (стіннівка, відеофільм, свято тощо)

Інформаційні проекти – спрямовані на збирання інформації про який-небудь об'єкт, явище, на ознайомлення учасників проекту з цією інформацією, її аналіз і узагальнення фактів.

Практичні проекти – розв'язання практичних завдань «замовника» проекту і як результат – розробка наочного посібника, макету, приладу, обладнання, рекомендацій щодо їх використання.

Ігрові (рольові) проекти – образне відображення реальних процесів і явищ в сценічних формах, ігрових ситуаціях – як результат, моделювання реального об'єкту.

Інколи розв'язання фізичних проблем може поєднувати одночасно вказані типи проектів.

Можна виокремити кілька загальних етапів виконання проектів.

1. Організаційно-підготовчий. *Учитель:* мотивує учасників, формує мікрогрупи, допомагає у визначенні мети і завдань проекту кожному учневі, розробленні плану реалізації ідеї, визначає критерії оцінки діяльності учнів на всіх етапах. *Учень:* визначає мету і завдання проекту, розробляє план роботи, шукає необхідну для початку проектування інформацію.

2. Пошуковий. *Учитель:* консультує за змістом проекту, допомагає в систематизації, узагальненні матеріалів, знайомить з правилами оформлення проекту, стимулює розумову активність учнів, відстежує практичні дії виконавців і оцінює проміжні результати кожного учасника, проводить моніторинг спільної діяльності. *Учень:* збирає, аналізує й систематизує інформацію, обговорює її в мікрогрупах, висуває і перевіряє гіпотези, виконує практичну частину проекту, оформляє макет або модель проекту, проводить самоконтроль.

3. Підсумковий. *Учитель:* консультує з питань підготовки звіту про виконану роботу, захисту проекту, виступає в ролі експерта на захисті проекту, бере участь в аналізі виконаної роботи, оцінює внесок кожного з виконавців. *Учень:* оформляє пакет документів, інформаційний стенд за результатами проекту, готує презентацію результатів роботи.

4. Презентація результатів. *Учитель:* оцінює результати роботи. *Учень:* усвідомлює отримані результати і способи їх отримання, викладає зміст проекту (презентує проект), відповідає на запитання.

Найважливішою здобутком, який учні отримують в ході проектної діяльності, є формування здатності їх до пошукової діяльності, формування навичок публічного виступу та презентації результату своєї роботи (проектного продукту) і підтвердження власної компетентності. Уміння коротко і переконливо розповісти про себе і свою роботу є вимогою сучасного суспільства.

Захист проектів, як правило, відбувається у формі презентації (7-10 хвилин), у ході якої учень має ознайомити присутніх з результатами своєї роботи. Готуючи презентацію, учень повинен висловитися з таких основних питань: вступ (тема, мета, завдання навчального проекту), результати навчального проекту, висновки.

Оскільки виконання навчальних проектів передбачає інтегровану дослідницьку, творчу діяльність учнів, спрямовану на отримання самостійних результатів за консультативної допомоги вчителя, то найвищої оцінки за такий вид навчальної роботи може заслуговувати учень, що не лише виявляє знання, а й демонструє здатність і досвід ефективного застосування цих знань. Оцінювання здійснюється індивідуально, за самостійно виконане учнем завдання. Окрім оцінювання продукту проектної діяльності, необхідно врахувати психолого-педагогічний ефект: формування особистісних якостей, самооцінки, уміння робити усвідомлений вибір й осмислювати його наслідки.

У зв'язку з цим оцінки за навчальні проекти і творчі роботи виконують накопичувальну функцію, можуть фіксуватися в портфоліо і враховуються при виставленні тематичної оцінки.

Шкільний курс фізики спрямований на засвоєння учнями наукових методів пізнання природи. Завдяки навчальному фізичному експерименту учні оволодівають досвідом практичної діяльності людства в галузі здобуття фактів та їхнього попереднього узагальнення на рівні емпіричних уявлень, понять і законів. За таких умов фізичний експеримент виконує функцію методу навчального пізнання, завдяки якому у свідомості учнів утворюються нові зв'язки та відношення, формуються суб'єктивно нове особистісне знання. Саме через навчальний фізичний експеримент найефективніше здійснюється діяльнісний підхід до навчання фізики.

З іншого боку, навчальний фізичний експеримент дидактично забезпечує процесуальну складову навчання фізики, зокрема формує в учнів експериментальні вміння й дослідницькі навички, озброює їх інструментарієм дослідження, який стає засобом навчання.

Таким чином, навчальний фізичний експеримент як органічна складова методичної системи навчання фізики забезпечує формування в учнів необхідних практичних умінь, дослідницьких навичок та особистісного досвіду експериментальної діяльності, завдяки яким вони стають спроможними у межах набутих знань розв'язувати пізнавальні завдання засобами фізичного експерименту. У шкільному навчанні він реалізується у формі демонстраційного й фронтального експерименту, лабораторних робіт, робіт фізичного практикуму, позаурочних дослідів і спостережень тощо й виконує такі функції:

- формування конкретно-чуттєвого досвіду й розвиток знань учнів про навколишній світ на основі цілеспрямованих спостережень за перебігом фізичних явищ і процесів, вивчення властивостей тіл та вимірювання фізичних величин, усвідомлення їхніх суттєвих ознак;

- встановлення й перевірка засобами фізичного експерименту законів природи, відтворення фундаментальних дослідів та їхніх результатів, які стали вирішальними у розвитку і становленні конкретних фізичних теорій;

- залучення учнів до наукового пошуку, висвітлення логіки наукового дослідження, що сприяє виробленню в них дослідницьких прийомів, формуванню експериментальних умінь і навичок;

- ознайомлення учнів із конкретними проявами і засобами експериментального методу дослідження, зокрема зрізними способами й методами вимірювань: порівняння з мірою, заміщення та метод безпосередньої оцінки, а також калориметричний, стробоскопічний, осцилографічний, зондовий, спектральний тощо;

- демонстрація прикладного спрямування фізики, розвиток політехнічного світогляду і конструкторських здібностей учнів.

У системі навчального фізичного експерименту особливе місце належить фронтальним лабораторним роботам і роботам фізичного практикуму, які здійснюють практичну підготовку учнів. За змістом експериментальної діяльності вони можуть бути об'єднані в такі групи:

- спостереження фізичних явищ і процесів (броунівського руху, дії магнітного поля на струм, інтерференції та дифракції світла, суцільного та лінійчастого спектрів тощо);

- вимірювання фізичних величин і констант (густини та питомої теплоємності речовини, прискорення вільного падіння, коефіцієнта тертя ковзання, модуля пружності, питомого опору провідників, показника заломлення світла тощо);

- вивчення вимірювальних приладів (мензурки, важільних терезів, термометра, амперметра, вольтметра, психрометра, омметра тощо) і градуювання шкал (динамометра, спектроскопа, термістора тощо);

- з'ясування закономірностей і встановлення законів (умов рівноваги важеля, закону збереження енергії, закону Ома, другого закону Ньютона, закону збереження імпульсу тощо);

- складання простих технічних пристроїв і моделей та дослідження їхніх характеристик (електромагніта, двигуна постійного струму, напівпровідникового діода й транзистора, радіоприймача, дифракційної ґратки, лінз тощо).

Виконання лабораторних робіт передбачає володіння учнями певною сукупністю умінь, що забезпечують досягнення необхідного результату. У кожному конкретному випадку цей набір умінь залежатиме від змісту досліду й поставленої мети, оскільки визначається конкретними діями учнів під час виконання лабораторної роботи. Разом з тим вони є відтворенням узагальненого експериментального вміння, яке формується всією системою навчального фізичного експерименту і має складну структуру, що містить:

а) уміння планувати експеримент, тобто формулювати його мету, визначати експериментальний метод і давати йому теоретичне обґрунтування, складати план досліду й визначати найкращі умови його проведення, обирати оптимальні значення вимірюваних величин та умови спостережень, враховуючи наявні експериментальні засоби;

б) уміння підготувати експеримент, тобто обирати необхідне обладнання й вимірювальні прилади, збирати дослідні установки чи моделі, раціонально розмішувати приладдя, домагаючись безпечного проведення досліду;

в) уміння спостерігати, визначати мету й об'єкт спостереження, встановлювати характерні ознаки перебігу фізичних явищ і процесів, виділяти їхні суттєві ознаки;

г) уміння вимірювати фізичні величини, користуючись різними вимірювальними приладами й мірами, тобто визначати ціну поділки шкали приладу, її нижню та верхню межу, знімати показання приладу;

д) уміння обробляти результати експерименту, знаходити значення величин, похибки вимірювань (у старшій школі), креслити схеми дослідів, складати таблиці одержаних даних, готувати звіт про проведену роботу, вести запис значень фізичних величин у стандартизованому вигляді тощо;

е) уміння інтерпретувати результати експерименту, описувати спостережувані явища та процеси, вживаючи фізичну термінологію, подавати результати у вигляді формул і рівнянь, функціональних залежностей, будувати графіки, робити висновки про проведені дослідження, виходячи з поставленої мети.

Очевидно, що формування такого узагальненого експериментального вміння — процес довготривалий, який вимагає планомірної роботи вчителя й учнів протягом усього часу вивчення фізики в основній і старшій школах. Перелічені в програмі демонстраційні досліди й лабораторні роботи є мінімально необхідними й достатніми щодо вимог Державного стандарту базової й повної загальної середньої освіти. Проте залежно від умов і наявної матеріальної бази кабінету фізики вчитель може замінювати окремі роботи або демонстраційні досліди рівноцінними, використовувати різні їхні можливі варіанти. Він може доповнювати цей перелік додатковими дослідями, короткочасними експериментальними завданнями, збільшувати їхню кількість під час виконання фронтальних лабораторних робіт або фізпрактикуму, об'єднувати кілька робіт в одну тощо.

Навчальна діяльність учнів у процесі виконання фізичного експерименту може мати різний характер:

а) репродуктивний, коли відповідні експериментальні завдання формують уміння, не вимагаючи самостійного здобуття нових знань з фізики, а лише підтверджують уже відомі факти й істини або ілюструють теоретично встановлені твердження;

б) частково-пошуковий, коли під виявляється новий елемент знання як результат напівсамостійної пошукової діяльності учнів;

в) дослідницький, коли в результаті самостійного виконання експерименту учні роблять висновки та узагальнення, що мають статус суб'єктивно нового для них знання.

Кожний із цих видів діяльності реалізується засобами шкільного фізичного експерименту залежно від конкретної мети та завдань уроку фізики. Відтворювальний експеримент, як правило, використовують під час попереднього ознайомлення учнів із фізичним явищем або в процесі підтвердження їхнього повсякденного досвіду (наприклад, досліди, що ілюструють явища інерції та взаємодії тіл,

теплопровідність тіл, вимірювання довжини й маси, спостереження інтерференції та дифракції світла), під час вивчення технічних пристроїв та їх моделей (наприклад, вивчення електричного двигуна постійного струму, будова й дія фотореле на фотоелементі). У процесі виконання лабораторних робіт він використовується з метою вироблення початкових експериментальних умінь (наприклад, складання електричного кола та вимірювання сили струму в різних його ділянках) або на етапі закріплення навчального матеріалу, наприклад, з метою перевірки вивченого закону (вивчення закону збереження механічної енергії, вимірювання заряду електрона електролітичним способом тощо).

Частково-пошуковий експеримент вимагає особливої організації пізнавальної діяльності учнів, коли за незначної допомоги вчителя вони встановлюють закономірності природи або характерні риси фізичного явища (порівняння кількості теплоти при змішуванні води різної температури, властивості насиченої пари, залежність ЕРС індукції від швидкості зміни магнітного потоку тощо), вивчають певний спосіб вимірювання фізичної величини (визначення опору провідника за допомогою амперметра й вольтметра, визначення ЕРС і внутрішнього опору джерела струму, визначення показника заломлення скла тощо). Найчастіше цей вид навчального фізичного експерименту застосовують одразу після вивчення відповідного явища, закономірності, поняття фізичної величини, а також у фізичному практикумі, який має важливе значення для закріплення знань. Проте інколи його використовують на етапі вивчення нового навчального матеріалу, особливо коли учням необхідно усвідомити суттєві ознаки фізичних явищ (вивчення одного з ізопроектів, спостереження дії магнітного поля на струм тощо).

Фізичний експеримент дає можливість учням виявляють високий рівень пізнавальної самостійності в процесі дослідницької діяльності, а отже, вони повинні володіти відповідними знаннями й мати певну практичну підготовленість, що дають змогу складати план досліджень, самостійно готувати та виконувати їх, інтерпретувати одержані результати та робити необхідні висновки. Тому виконання такого фізичного експерименту потребує від учителя особливого вміння керувати пізнавальною діяльністю учнів, адже самостійне здобуття ними нового знання не повинно піти хибним шляхом, а тому має відбуватися під неухильним контролем з боку вчителя. Найчастіше даний вид експерименту застосовують під час узагальнення й систематизації знань або в процесі вивчення нового навчального матеріалу, коли учні встановлюють певну закономірність чи закон (наприклад, виявлення умов рівноваги важеля, з'ясування умов плавання тіл у рідині, дослідження залежності між тиском, об'ємом і температурою газу, дослідження залежності опору металів і напівпровідників від температури).

Кількісне співвідношення між цими видами навчального фізичного експерименту не можна визначити нормативно, оскільки на їхній вибір впливає багато чинників. Це й відповідність обраного рівня самостійності учнів меті уроку, і підготовленість їх до сприймання навчального матеріалу на відповідному рівні, і сам зміст досліду, й уміння вчителя забезпечити на уроці належний рівень пізнавальної активності учнів. У виборі конкретного його виду вчитель мусить керуватися тими міркуваннями, що кожна демонстрація, кожне спостереження або лабораторна робота, кожний дослід повинен, з одного боку, забезпечити виконання програмних вимог до експериментальної підготовки учнів на певному освітньому рівні, з іншого — розвивати в учнів готовність сприймати навчальний матеріал на оптимальному для них за пізнавальними можливостями рівні активності.

Самостійне експериментування учнів необхідно розширювати, використовуючи найпростіше обладнання, інколи навіть саморобні прилади й побутове обладнання. Такі роботи повинні мати пошуковий характер, завдяки чому учні збагачуються новими фактами, узагальнюють їх і роблять висновки. У процесі такої діяльності учні мають навчитися ставити мету дослідження, обирати адекватні методи й засоби дослідження, планувати та здійснювати експеримент, обробляти його результати й робити висновки.

Разом з тим, варто враховувати, що важливим завданням курсу фізики старшої школи є розвиток умінь учнів формувати теоретичні узагальнення, засвоювати не лише фактологічний матеріал та емпіричні методи пізнання, але й усвідомлювати теоретичні моделі, закони й принципи фізики. Як зазначав А. Ейнштейн, у розвитку сучасної фізики неможливо відокремити експериментальний і теоретичний методи, оскільки вони завжди поруч, невід'ємні та взаємопов'язані один з одним. Оволодіти теоретичним знанням і вмінням його застосовувати в практичній діяльності людини — одне з основних завдань курсу фізики. Тому шкільний курс фізики, зокрема старшої школи, структуровано за *фундаментальними фізичними теоріями* — класична механіка, молекулярно-кінетична теорія й феноменологічна термодинаміка, електродинаміка, квантова фізика.

Засвоєння знань з фізики значно поліпшується, якщо в основу навчально-пізнавальної діяльності учнів покласти **плани узагальнюючого характеру**, за якими розкривається суть того чи іншого поняття, закону, факту тощо.

Так, зміст *наукового факту (фундаментального дослідю)* визначають:

- суть наукового факту чи опис дослідю;
- хто з учених встановив даний факт чи виконав дослід;
- на підставі яких суджень встановлено даний факт або схематичний опис дослідної установки;
- яке значення вони мають для становлення й розвитку фізичної теорії.

Для пояснення *фізичного явища* необхідно усвідомити:

- зовнішні ознаки перебігу даного явища, умови, за яких воно відбувається;
- зв'язок даного явища з іншими;
- які фізичні величини його характеризують;
- можливості практичного використання даного явища, способи попередження шкідливих наслідків його прояву.

Сутність *поняття фізичної величини* визначають:

- властивість, яку характеризує дана фізична величина;
- її означення (дефініція);
- формула, покладена в основу означення, зв'язок з іншими величинами;
- одиниці фізичної величини;
- способи її вимірювання.

Для *закону* це:

- формулювання закону, зв'язок між якими явищами він встановлює;
- математичне вираження закону;
- дослідні факти, що привели до встановлення закону або підтверджують його справедливість;
- межі застосування закону.

Для *моделей* необхідно:

- дати її опис або навести дефініцію, що її визначає як ідеалізацію;
- встановити, які реальні об'єкти вона заміщує;
- з'ясувати, до якої конкретно теорії вона належить;
- визначити, від чого ми абстрагуємося, чим нехтуємо, вводячи цю ідеалізацію;

— з'ясувати наслідки застосування даної моделі.

Загальна характеристика *фізичної теорії* має містити:

- перелік наукових фактів, які стали підставою розроблення теорії, її емпіричний базис;
- понятійне ядро теорії, визначення базових понять і моделей;
- основні положення, ідеї та принципи, покладені в основу теорії;
- рівняння й закони, що визначають математичний апарат теорії;
- коло явищ і властивостей тіл, які дана теорія може пояснити або передбачити їхній перебіг;
- межі застосування теорії.

Однією з найважливіших ділянок роботи в системі навчання фізики в школі є **розв'язування фізичних задач**. Задачі різних типів можна ефективно використовувати на всіх етапах засвоєння фізичного знання: для розвитку інтересу, творчих здібностей і мотивації учнів до навчання фізики, під час постановки проблеми, що потребує розв'язання, у процесі формування нових знань учнів, вироблення практичних умінь учнів, з метою повторення, закріплення, систематизації та узагальнення засвоєного матеріалу, з метою контролю якості засвоєння навчального матеріалу чи діагностування навчальних досягнень учнів тощо. Слід підкреслити, що в умовах особистісно орієнтованого навчання важливо здійснити відповідний добір фізичних задач, який би враховував пізнавальні можливості й нахили учнів, рівень їхньої готовності до такої діяльності, розвивав би їхні здібності відповідно до освітніх потреб.

Розв'язування фізичних задач, як правило, складається з трьох етапів діяльності учнів:

- 1) аналізу фізичної проблеми або опису фізичної ситуації;
- 2) пошуку математичної моделі розв'язку;
- 3) реалізації розв'язку та аналізу одержаних результатів.

На першому етапі фактично відбувається побудова фізичної моделі задачі, що подана в її умові:

- аналіз умови задачі, визначення відомих параметрів і величин та пошук невідомого;
- конкретизація фізичної моделі задачі за допомогою графічних форм (рисунок, схеми, графіки тощо);
- скорочений запис умови задачі, що відтворює фізичну модель задачі в систематизованому вигляді.

На другому, математичному етапі розв'язування фізичних задач, відбувається пошук зв'язків і співвідношень між відомими величинами і шуканим:

- вибудовується математична модель фізичної задачі, робиться запис загальних рівнянь, що відповідають фізичній моделі задачі;
- враховуються конкретні умови фізичної ситуації, що описується в задачі, здійснюється пошук додаткових параметрів (початкові умови, фізичні константи тощо);
- загальні рівняння приводяться до конкретних умов, що відтворюються в умові задачі, та записуються співвідношення між шуканим і відомими величинами у формі часткового рівняння.

На третьому етапі здійснюються такі дії:

- аналітичне, графічне або чисельне розв'язання рівняння відносно невідомого;
- аналіз одержаного результату щодо його вірогідності й реальності, запис відповіді;
- узагальнення способів діяльності, які властиві даному типу фізичних задач, пошук інших шляхів розв'язку.

Слід зазначити, що в навчанні фізики важливою формою роботи з учнями є складання ними задач, які за фізичним змістом подібні до тих, що були розв'язані на уроці, наприклад, обернених задач. Цей прийом досить ефективний для розвитку творчих здібностей учнів, їхнього розумового потенціалу.

Наведений у програмі розподіл кількості годин, що відводиться на вивчення окремих тем, є орієнтовним, і при необхідності може бути змінений учителем. Також учитель може замінювати порядок вивчення питань у межах однієї теми, тематику окремих робіт на рівноцінній з огляду на стан матеріальної бази фізичного кабінету, але без зменшення тієї кількості лабораторних робіт, що передбачено програмами для різних рівнів профільного навчання.

Критерії оцінювання навчальних досягнень учнів з фізики

Під час визначення рівня навчальних досягнень з фізики оцінюється:

- володіння теоретичними знаннями;
- уміння використовувати теоретичні знання під час розв'язування задач чи вправ різного типу (розрахункових, експериментальних, якісних, комбінованих тощо);
- володіння практичними вміннями та навичками під час виконання лабораторних робіт, спостережень і фізичного практикуму.

Критерії оцінювання рівня володіння учнями теоретичними знаннями

Рівні навчальних досягнень учнів	Бали	Критерії оцінювання навчальних досягнень учнів
початковий	1	Учень/учениця володіє навчальним матеріалом на рівні розпізнавання явищ природи, з допомогою вчителя відповідає на запитання, що потребують відповіді «так» чи «ні»
	2	Учень/учениця описує природні явища на основі свого попереднього досвіду, з допомогою вчителя відповідає на запитання, що потребують лаконічної відповіді
	3	Учень/учениця з допомогою вчителя зв'язно описує явище або його частини без пояснень відповідних причин, називає фізичні явища, розрізняє буквені позначення окремих фізичних величин
середній	4	Учень/учениця з допомогою вчителя описує явища, без пояснень наводить приклади, що ґрунтуються на його власних спостереженнях чи матеріалі підручника, розповідях учителя тощо
	5	Учень/учениця описує явища, відтворює значну частину навчального матеріалу, знає одиниці окремих фізичних величин і формули з теми, що вивчається
	6	Учень/учениця може зі сторонньою допомогою пояснювати явища, виправляти допущені неточності (власні, інших учнів), виявляє елементарні знання основних положень (законів, понять, формул)
достатній	7	Учень/учениця може пояснювати явища, виправляти допущені неточності, виявляє знання й розуміння основних положень (законів, понять, формул, теорій)
	8	Учень/учениця вміє пояснювати явища, аналізувати, узагальнювати знання, систематизувати їх, зі сторонньою допомогою (вчителя, однокласників тощо) робити висновки
	9	Учень/учениця вільно володіє вивченим матеріалом у стандартних ситуаціях, наводить приклади його практичного застосування та аргументи на підтвердження власних думок

високий	10	Учень/учениця вільно володіє вивченим матеріалом, уміло використовує наукову термінологію, вміє опрацьовувати наукову інформацію: знаходити нові факти, явища, ідеї, самостійно використовувати їх відповідно до поставленої мети
	11	Учень/учениця на високому рівні опанував програмовий матеріал, самостійно, у межах чинної програми, оцінює різноманітні явища, факти, теорії, використовує здобуті знання та вміння в нестандартних ситуаціях, поглиблює набуті знання
	12	Учень/учениця має системні знання, виявляє здібності до прийняття рішень, уміє аналізувати природні явища і робить відповідні висновки й узагальнення, уміє знаходити й аналізувати додаткову інформацію

Визначальним показником для оцінювання вміння розв'язувати задачі є їхня складність, яка залежить від:

1) кількості правильних, послідовних, логічних кроків та операцій, здійснюваних учнем; такими кроками можна вважати вміння (здатність):

- усвідомити умову задачі;
- записати її у скороченому вигляді;
- зробити схему або рисунок (за потреби);
- виявити, яких даних не вистачає в умові задачі, та знайти їх у таблицях чи довідниках;
- виразити всі необхідні для розв'язку величини в одиницях СІ;
- скласти (у простих випадках — обрати) формулу для знаходження шуканої величини;
- виконати математичні дії й операції;
- здійснити обчислення числових значень невідомих величин;
- аналізувати й будувати графіки;
- користуватися методом розмінностей для перевірки правильності розв'язку задачі;
- оцінити одержаний результат та його реальність.

2) раціональності обраного способу розв'язування;

3) типу завдання: з одної або з різних тем (комбінованого), типового (за алгоритмом) або нестандартного розв'язку.

Рівні навчальних досягнень учнів	Критерії оцінювання навчальних досягнень учнів
Початковий (1-3 бали)	Учень/учениця вміє розрізняти фізичні величини та їх одиниці з певної теми, розв'язувати задачі з допомогою вчителя лише на відтворення основних формул; здійснює найпростіші математичні дії
Середній (4-6 балів)	Учень/учениця розв'язує типові прості задачі (за зразком), виявляє здатність обґрунтувати деякі логічні кроки з допомогою вчителя
Достатній (7-9 балів)	Учень/учениця самостійно розв'язує типові задачі й виконує вправи з одної теми, обґрунтовуючи обраний спосіб розв'язку
Високий (10-12 балів)	Учень/учениця самостійно розв'язує комбіновані типові задачі стандартним або оригінальним способом, розв'язує нестандартні задачі

Критерії оцінювання навчальних досягнень учнів під час виконання лабораторних і практичних робіт

Оцінювання рівня володіння учнями практичними вміннями та навичками під час виконання фронтальних лабораторних робіт, експериментальних задач, робіт фізичного практикуму повинно враховувати знання алгоритмів спостереження, етапів проведення дослідження (планування дослідів чи спостережень, збирання установки за схемою; проведення дослідження, вимірювання фізичних величин), оформлення результатів дослідження — обробка даних експерименту, складання таблиць, побудова графіків тощо; обчислювання похибок вимірювання (за потребою), обґрунтування висновків проведеного експерименту чи спостереження.

Рівні складності лабораторних робіт можуть задаватися:

- змістом та кількістю додаткових завдань і запитань відповідно до теми роботи;
- різним рівнем самостійності виконання роботи (за умови постійної допомоги вчителя, виконання за зразком, докладною або скороченою інструкцією, без інструкції);

- організацією нестандартних ситуацій (формулювання учнем мети роботи, складання ним особистого плану роботи, обґрунтування його, визначення приладів та матеріалів, потрібних для самостійного виконання роботи та оцінки її результатів).

Обов'язковим у ході оцінювання є врахування дотримання учнями правил безпеки життєдіяльності під час виконання фронтальних лабораторних робіт чи робіт фізичного практикуму. Критерії оцінювання навчальних досягнень учнів під час виконання лабораторних та практичних робіт

Рівні навчальних досягнень учнів	Критерії оцінювання навчальних досягнень учнів
Початковий (1-3 бали)	Учень/учениця знає назви і призначення приладів, пристроїв, демонструє вміння користуватися окремими з них, може скласти схему досліду лише з допомогою вчителя, виконує частину роботи без належного оформлення
Середній (4-6 балів)	Учень/учениця виконує роботу за зразком (інструкцією) або з допомогою вчителя, результат роботи учня дає можливість зробити правильні висновки або їх частину, під час виконання та оформлення роботи допущені помилки
Достатній (7-9 балів)	Учень/учениця самостійно монтує необхідне обладнання, виконує роботу в повному обсязі з дотриманням необхідної послідовності проведення дослідів та вимірювань. У звіті правильно й акуратно виконує записи, таблиці, схеми, графіки, розрахунки, самостійно робить висновок
Високий (10-12 балів)	Учень/учениця виконує всі вимоги, передбачені для достатнього рівня, визначає характеристики приладів і установок, здійснює грамотну обробку результатів, розраховує похибки (якщо потребує завдання), аналізує та обґрунтовує отримані висновки дослідження, тлумачить похибки проведеного експерименту чи спостереження. Більш високим рівнем вважається виконання роботи за самостійно складеним оригінальним планом або установкою, їхнє обґрунтування.

10 КЛАС

(70 год, 2 год на тиждень, 4 год — резервний час)

Зміст навчального матеріалу	Державні вимоги до рівня загальноосвітньої підготовки
МЕХАНІКА	
<p>ВСТУП (1год) Роль фізичного знання в житті людини і суспільному розвитку. Світоглядний потенціал природничих наук.</p> <p>РОЗДІЛ 1. КІНЕМАТИКА (11 год) Механічний рух та його види. Основна задача механіки та способи її розв'язання в кінематиці. Фізичне тіло й матеріальна точка. Система відліку. Відносність механічного руху. Траєкторія руху. Рівномірний прямолінійний рух. Шлях і переміщення. Швидкість руху. Закон додавання швидкостей. Рівноприскорений рух. Прискорення. Швидкість і пройдений шлях тіла під час рівноприскореного прямолінійного руху. Вільне падіння тіл. Прискорення вільного падіння. Рівномірний рух матеріальної точки по колу. Період і обертова частота. Кутова швидкість.</p> <p style="text-align: center;"><u>Лабораторні роботи</u></p> <p>1. Визначення прискорення тіла під час рівноприскореного руху.</p> <p style="text-align: center;"><u>Демонстрації</u></p> <p>1. Відносність руху. 2. Прямолінійний і криволінійний рухи. 3. Падіння тіл у повітрі та розрідженому просторі (трубка Ньютона). 4. Напрямок швидкості під час руху по колу.</p>	<p>Учень (учениця):</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>називає</i> принцип відносності механічного руху, прізвиська творців механіки, вчених, які пояснили вільне падіння тіл, окремі види рухів за формою їхньої траєкторії, одиниці переміщення, швидкості, прискорення, приклади швидкостей тіл мікро-, макро-, і мегасвіту; - <i>розрізняє</i> фізично тіло й матеріальну точку, прямолінійний і криволінійний рухи; - <i>формулює</i> означення рівномірного та рівноприскореного рухів уздовж прямої; - <i>може описати</i> явище вільного падіння тіл, вид механічного руху за його кінематичними рівняннями; <i>обґрунтувати</i> суть методу фізичного моделювання, зміст основної задачі механіки, рівняння руху як залежності координати від часу; <i>характеризувати</i> роль фізики у житті людини, рух тіла під час вільного падіння, вид механічного руху за його рівняннями швидкості; <i>пояснити</i>, що таке кутова швидкість та її зв'язок із частотою обертання; <i>суть</i> фізичних ідеалізацій – матеріальної точки, системи відліку; <i>порівняти</i> основні кінематичні характеристики різних видів руху за відповідними їм рівняннями рухів; - <i>здатний (а) спостерігати</i> рух тіла вздовж прямої, по колу та кинутого горизонтально; <i>користуватися</i> вимірювальними приладами (лінійкою, мірною стрічкою, секундоміром) під час визначення прискорення; <i>оцінити</i> абсолютну й відносну похибки вимірювання, <i>дотримуватися</i> правил експлуатації названих вище приладів, узагальнених планів відповіді про

<p>5. Обертання тіла з різною частотою.</p>	<p>фізичну величину і фізичне явище під час узагальнення й систематизації знань із кінематики;</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>може розв'язувати</i> задачі, застосовуючи кінематичні рівняння руху.
<p style="text-align: center;">Розділ 2. ДИНАМІКА (22 год)</p> <p>Механічна взаємодія тіл. Сила. Види сил у механіці. Вимірювання сил. Додавання сил.</p> <p>Закони динаміки. Перший закон Ньютона. Інерція та інертність. Другий закон Ньютона. Третій закон Ньютона. Межі застосування законів Ньютона.</p> <p>Гравітаційна взаємодія. Закон всесвітнього тяжіння. Сила тяжіння. Вага й невагомість.</p> <p>Рух тіла під дією кількох сил. Рівновага тіл. Умова рівноваги тіла.</p> <p>Імпульс тіла. Закон збереження імпульсу. Реактивний рух. Механічна робота та потужність. Механічна енергія. Кінетична і потенціальна енергія. Закон збереження механічної енергії. Основні положення спеціальної теорії відносності.</p> <p style="text-align: center;"><u>Лабораторні роботи</u></p> <p>2. Дослідження рівноваги тіла. <i>Демонстрації</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Вимірювання сил. 2. Додавання сил, що діють під кутом одна до одної. 3. Вага тіла під час прискореного піднімання та падіння. 4. Рівновага тіл під дією кількох сил. 5. Дослід із «жолобом Галілея». 6. Закони Ньютона. 7. Реактивний рух. 8. Пружний удар двох кульок. 9. Про теорію відносності (фрагменти відео) 	<p>Учень (учениця):</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>наводить приклади:</i> прояву законів збереження та імпульсу в природі й техніці; підтвердження справедливості спеціальної теорії відносності; практичних застосувань законів динаміки; - <i>розрізняє</i> рівняння кінематики й рівняння динаміки руху тіла; - <i>формулює</i> умови рівноваги тіла, основні положення спеціальної теорії відносності, закони динаміки Ньютона, закон всесвітнього тяжіння, закони збереження механічної енергії, імпульсу, записує їх формули; - <i>може описати</i> явище всесвітнього тяжіння, рух тіла під дією кількох сил, <i>обґрунтувати</i> реактивний рух як прояв дії закону збереження імпульсу, історичний характер виникнення й становлення теорії відносності; <i>пояснити</i> значення теорії відносності в сучасній науці й техніці; <i>характеризувати</i> універсальність законів Ньютона; <i>порівняти</i> різні методи вимірювання сил; - <i>здатний (а)</i> спостерігати залежність ваги тіла від руху опори чи підвісу, користуватися динамометром і визначати конкретні умови рівноваги тіла під дією кількох сил, оцінити похибки вимірювання й дотримуватися правил експлуатації приладів, які при цьому використовуються; робити висновки про зв'язок фізичних характеристик тіл і явищ із властивостями простору й часу; - <i>може розв'язувати задачі</i>, застосовуючи умови рівноваги тіла, закони динаміки для опису окремих прикладів руху тіл та їхньої взаємодії, законів збереження імпульсу, енергії, представляти результати вивчення умов рівноваги тіла та застосування законів руху для розв'язування навчальних задач за допомогою таблиць, графіків, формул; <i>систематизувати</i> знання про закони динаміки та межі їхнього застосування; досліджувати можливі шляхи та екологічні проблеми

	використання механічної енергії;.
<p>Навчальний проект (1 год) Штучні супутники Землі. Розвиток космонавтики. Реактивний рух в природі й техніці</p>	
<p>МОЛЕКУЛЯРНА ФІЗИКА І ТЕРМОДИНАМІКА</p>	
<p>Розділ 1. Властивості газів, рідин, твердих тіл (18 год) Основні положення молекулярно-кінетичної теорії будови речовини та її дослідні обґрунтування. Маса та розміри атомів і молекул. Кількість речовини. Властивості газів. Ідеальний газ. Газові закони. Тиск газу. Рівняння стану ідеального газу. Ізопроекти. Пароутворення й конденсація. Насичена й ненасичена пара. Вологість повітря. Властивості рідин. Поверхневий натяг рідини. Змочування. Капілярні явища. Будова й властивості твердих тіл. Кристалічні й аморфні тіла.</p> <p style="text-align: center;"><u>Лабораторні роботи</u></p> <p>3. Методи вимірювання вологості повітря.</p> <p style="text-align: center;"><i>Демонстрації</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Властивості насиченої пари. 2. Кипіння води за зниженого тиску. 3. Будова й принцип дії психрометра. 4. Поверхневий натяг рідини. 5. Скорочення поверхні мильних плівок. 6. Капілярне піднімання рідини. 7. Пружна й залишкова деформації. 8. Вирощування кристалів. 9. Властивості та застосування рідких кристалів і полімерів. 	<p>Учень (учениця):</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>називає</i> творців молекулярно-кінетичного учення про будову речовини, учених, які зробили вагомий внесок у створення теорії рідин, твердих тіл і матеріалів; - <i>наводить</i> приклади рідких кристалів, аморфних і кристалічних тіл та полімерів; - <i>розрізняє</i> ідеальний і реальні гази, ізопроекти, насичену й ненасичену пару; - <i>формулює</i> основні положення молекулярно-кінетичної теорії, основне рівняння молекулярно-кінетичної теорії, рівняння стану ідеального газу, газові закони, означення поверхневого натягу рідини й вологості повітря та записує відповідні формули для їх визначення; - <i>може описати</i> гіпотезу Демокріта про атомну будову речовини та основні етапи її розвитку, молекулярну будову рідин і полімерів, кристалічну будову тіл та їхні загальні властивості; <i>обґрунтувати</i> суть поняття «ідеальний газ» як фізичної моделі реального газу, <i>характеризувати</i> зміст понять: кількість речовини, відносна вологість, коефіцієнт поверхневого натягу; <i>пояснити</i> визначальну роль взаємного розміщення, руху і взаємодії молекул щодо будови та фізико-хімічних властивостей тіл; пароутворення й конденсацію, тверднення й плавлення тіл на основі атомно-молекулярних і термодинамічних підходів; - <i>здатний (а) спостерігати</i> змочування й капілярні явища, пароутворення й конденсацію, тверднення та плавлення тіл як фізичних явищ; <i>робити висновки</i> про можливість отримання матеріалів з наперед заданими фізико-хімічними властивостями; <i>користуватися</i> манометрами різного типу, психрометром і

	<p>визначати ним вологість повітря; <i>дотримуватися</i> правил їхньої експлуатації;</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>може розв'язувати</i> задачі на застосування рівняння стану ідеального газу, відносної вологості повітря; <i>представляти</i> графічно ізопроцеси, результати спостережень за допомогою таблиць та графіків, <i>оцінювати</i> роль і практичне значення води і водяної пари в процесах утворення живих організмів та забезпечення умов їхньої життєдіяльності.
<p>Навчальний проект (1 год.) Рідкі кристали та їхні властивості. Полімери: їх властивості і застосування.</p>	
<p style="text-align: center;">Розділ 2. ОСНОВИ ТЕРМОДИНАМІКИ (6 год)</p> <p>Внутрішня енергія тіл. Два способи зміни внутрішньої енергії тіла. Перший закон термодинаміки. Робота термодинамічного процесу. Теплові машини. Холодильна машина.</p> <p style="text-align: center;"><i>Демонстрації.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Залежність між об'ємом, тиском і температурою. 2. Зміна внутрішньої енергії тіла внаслідок виконання роботи. 3. Необоротність теплових процесів. 4. Принцип дії теплового двигуна. 5. Моделі різних видів теплових двигунів. 6. Будова холодильної машини. 	<p>Учень (учениця):</p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>називає</i> винахідників теплових машин; наводить приклади використання теплових машин, – <i>розрізняє</i> роботу і теплообмін, нагрівник, робоче тіло і охолоджувач; – <i>формулює</i> перший закон термодинаміки і записує його формулу; – <i>може описати</i> будову теплових двигунів, побутового холодильника та розрізняє їхні основні конструктивні елементи; обґрунтувати необоротність теплових процесів; характеризувати зміст понять: внутрішня енергія, кількість теплоти, робота; – <i>здатний (а) спостерігати</i> прояви теплових процесів у природі; робити висновки про можливі шляхи вивільнення, трансформації й використання внутрішньої енергії тіла; – <i>може розв'язувати</i> задачі на застосування першого закону термодинаміки; <i>досліджувати</i> екологічні проблеми, пов'язані із вивільненням, передачею й використанням теплової енергії та оцінювати їхній стан.
<p style="text-align: center;">ФІЗИЧНИЙ ПРАКТИКУМ (5 год)</p> <p style="text-align: center;">(орієнтовні теми робіт)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Дослідження руху тіла під дією сили тяжіння. 2. Дослідження механічного руху тіл із застосуванням закону 	<p>Учень (учениця):</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>називає</i> прилади й матеріали, які використовувалися в експерименті; <i>формулює</i> мету і завдання дослідження і його теоретичні положення; - <i>може описати й обґрунтувати</i> суть методу дослідження (ідею

<p>збереження енергії</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Вивчення одного з ізопроесів 4. Визначення коефіцієнта поверхневого натягу рідини. 5. Визначення коефіцієнту жорсткості різних пружин. 	<p>дослід);</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>здатний(а)</i> самостійно вивчити або повторити фізичні основи дослідження, самостійно зібрати установку й виконати дослідження згідно з інструкцією та в разі необхідності неодноразово повторити дослід; <i>користуватися</i> приладами, <i>визначати</i> їхні загальні характеристики, <i>дотримуватися</i> правил експлуатації приладів; - <i>може представляти</i> результати виконання експериментально-практичних завдань за допомогою формули, таблиці, графіка; <i>оцінювати й перевіряти</i> ступінь вірогідності отриманих результатів; <i>оцінювати</i> практичне значення набутого досвіду
<p>УЗАГАЛЬНЮЮЧІ ЗАНЯТТЯ (1 год)</p> <p>Сучасні погляди на простір і час. Універсальність законів збереження.</p>	<p>За результатами проведення узагальнюючих занять про простір і час учні усвідомлюють взаємозв'язок між класичною і релятивістською механікою. На прикладі взаємних перетворень механічної і теплової енергії роблять висновки про універсальність законів збереження в природі.</p>
<p>РЕЗЕРВ (4 год)</p>	

11 КЛАС

(70 год, 2 год на тиждень, 4 год — резервний час)

ЕЛЕКТРОДИНАМІКА	
ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ	Державні вимоги до рівня загальноосвітньої підготовки учнів
<p style="text-align: center;">ЕЛЕКТРИЧНЕ ПОЛЕ ТА СТРУМ (10 год)</p> <p>Електричне поле. Напруженість електричного поля. Речовина в електричному полі. Потенціал електричного поля.</p> <p>Електроємність. Використання конденсаторів у техніці.</p> <p>Енергія електричного поля.</p> <p>Електричний струм. Електричне коло. Джерела і споживачі електричного струму. Електрорушійна сила. Закон Ома для повного кола. Робота та потужність електричного струму. Безпека під час роботи з електричними пристроями.</p> <p>Електричний струм у різних середовищах (металах, рідинах, газах) та його використання.</p> <p>Електропровідність напівпровідників та її види. Власна і домішкова провідності напівпровідників.</p> <p>Напівпровідниковий діод.</p> <p style="text-align: center;"><u>Лабораторні роботи</u></p> <p>1. Визначення ЕРС і внутрішнього опору джерела струму</p> <p style="text-align: center;"><i>Демонстрації</i></p> <p>1. Електричне поле заряджених кульок.</p> <p>2. Будова й дія конденсатора постійної та змінної ємності.</p> <p>3. Енергія зарядженого конденсатора.</p> <p>4. Залежність сили струму від ЕРС джерела та повного опору кола.</p>	<p>Учень (учениця):</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>називає</i> основні етапи становлення вчення про електрику та магнетизм, його творців, основні елементи електричного кола, носії електричного заряду в різних середовищах, допустимі норми безпеки життєдіяльності людини під час роботи з електричними пристроями; - <i>наводить приклади</i> практичних застосувань конденсаторів, реостатів, напівпровідникових приладів та їхнє застосування у природі й техніці; - <i>розрізняє</i> ЕРС і напругу, види електропровідності напівпровідників; - <i>формулює</i> закон Ома для повного кола та записує його формулу; - <i>може описати</i> механізм електропровідності металів і напівпровідників <i>p</i>- і <i>n</i>-типу, <i>p-n</i>-переходу, обґрунтовувати вплив електричного поля на живі організми; <i>характеризувати</i> напруженість і потенціал електричного поля, електроємність, ЕРС джерела струму як фізичні величини; пояснити принцип дії джерела електричного струму, напівпровідникового діода; - <i>здатний(а) спостерігати</i> прояви електричних явищ у природі, відтворення ліній напруженості електричного поля; <i>користуватися</i> амперметром, вольтметром, <i>дотримуватися</i> правил роботи з ними; <i>визначати</i> силу струму, напругу й електроємність, <i>оцінити</i> похибки вимірювання; <i>робити висновок</i> про історичний характер фізичного пізнання; - <i>може розв'язувати</i> задачі, застосовуючи формули для визначення напруженості електричного поля, ємності

	конденсатора, енергії зарядженого конденсатора, закону Ома для повного кола; <i>представляти</i> результати експерименту з дослідження електричних кіл; <i>систематизувати</i> знання про електричні поля та закони постійного струму; <i>досліджувати</i> екологічні проблеми регіону, пов'язані з виробництвом, передачею і споживанням електричної енергії.
Навчальні проекти (2 год) Вплив електричного поля на живі організми. Напівпровідникові прилади та їх застосування.	

<p style="text-align: center;">ЕЛЕКТРОМАГНІТНЕ ПОЛЕ (12 год)</p> <p>Електрична та магнітна взаємодії. Взаємодія провідників зі струмом. Індукція магнітного поля.</p> <p>Дія магнітного поля на провідник зі струмом. Сила Ампера. Сила Лоренца.</p> <p>Магнітні властивості речовини. Застосування магнітних матеріалів. Електромагнітна індукція. Закон електромагнітної індукції. Індуктивність. Енергія магнітного поля коатушки зі струмом.</p> <p>Змінний струм. Генератор змінного струму. Трансформатор. Виробництво, передача та використання енергії електричного струму.</p> <p style="text-align: center;"><u>Лабораторні роботи</u></p> <p style="text-align: center;">2. Дослідження явища електромагнітної індукції <i>Демонстрації</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Дія магнітного поля на струм. 2. Магнітний запис звуку. 3. Електромагнітна індукція. Правило Ленца. 4. Залежність ЕРС індукції від швидкості зміни магнітного потоку. 5. Залежність ЕРС самоіндукції від швидкості зміни сили струму в колі та індуктивності провідника. 6. Утворення змінного струму у витку під час його обертання в 	<p>Учень (учениця):</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>називає</i> основні етапи становлення вчення про магнетизм, його творців, умови виникнення явища електромагнітної індукції; - <i>наводить</i> приклади дії сили Ампера, сили Лоренца, закону електромагнітної індукції, дії трансформаторів, магнетиків у природі й техніці; - <i>розрізняє</i> електричне і магнітне поля та джерела їх утворення, ЕРС індукції й ЕРС джерела струму; - <i>формулює</i> означення сили Ампера й сили Лоренца та правила визначення напрямків їхньої дії, закон електромагнітної індукції, правило визначення напрямку індукційного струму й записує формули названих вище законів; - <i>може описати</i> механізми намагнічування речовини, утворення ЕРС індукції; <i>обґрунтовувати</i> вплив магнітного поля на живі організми; <i>характеризувати</i> фізичні величини: ЕРС індукції, індуктивність, магнітну індукцію; <i>пояснити</i> принцип дії та будову генератора змінного струму, підвищувального й понижувального трансформаторів; - <i>здатний(а) спостерігати</i> прояви магнітних явищ у природі; <i>визначати</i> напрямки дії сил Ампера й Лоренца та індукційного струму в конкретних прикладах; <i>оцінити</i> історичний характер становлення знань про електрику й магнетизм; <i>робити висновок</i> про соціальну обумовленість розвитку фізичних знань; - <i>може розв'язувати</i> задачі, застосовуючи закон про
---	---

<p>магнітному полі.</p> <p>7. Осцилограми змінного струму.</p>	<p>електромагнітну індукцію; графічно представляти результати визначення напрямків магнітного поля, сил Ампера й Лоренца, індукційного струму; <i>систематизувати</i> знання про електричне й магнітне поле їхній взаємозв'язок; <i>досліджувати</i> екологічні проблеми, пов'язані з виробництвом, передачею та застосуванням електричної енергії.</p>
<p>Навчальні проекти (1 год) Вплив магнітного поля на живі організми.</p>	
<p style="text-align: center;">КОЛИВАННЯ ТА ХВИЛІ (12 год)</p> <p>Коливальний рух. Вільні коливання. Гармонічні коливання. Амплітуда, період і частота коливань. Вимушені коливання. Резонанс.</p> <p>Математичний маятник. Період коливань математичного та маятника.</p> <p>Поширення механічних коливань у пружному середовищі. Поперечні та поздовжні хвилі. Довжина хвилі. Звук.</p> <p>Коливальний контур. Виникнення електромагнітних коливань у коливальному контурі. Частота власних коливань контуру.</p> <p>Утворення і поширення електромагнітних хвиль. Швидкість поширення, довжина і частота електромагнітної хвилі. Шкала електромагнітних хвиль.</p> <p style="text-align: center;"><u>Лабораторні роботи</u></p> <p>3. Виготовлення маятника й визначення періоду його коливань.</p> <p style="text-align: center;"><i>Демонстрації</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Вільні коливання вантажу на нитці та вантажу на пружині. 2. Вимушені коливання. 3. Резонанс. 4. Коливання тіл як джерел звуку. 5. Роль пружного середовища у передачі звукових коливань. 6. Залежність гучності звуку від амплітуди коливань. 7. Залежність висоти тону від частоти коливань. 	<p>Учень (учениця):</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>називає</i> види механічних коливань і механічних хвиль, вчених, які зробили вагомий внесок у становлення теорії коливань, види електромагнітних хвиль за їх довжиною (частотою), основні елементи коливального контуру; - <i>наводить приклади</i> проявів і застосувань коливальних і хвильових явищ у природі й техніці, застосування електромагнітних хвиль; - <i>розрізняє</i> поперечну й поздовжню хвилі, основні характеристики й властивості електромагнітних хвиль різного діапазону; - <i>формулює</i> ознаки гармонічних коливань; - <i>записує</i> рівняння гармонічних коливань і формулу періоду коливань у коливальному контурі; - <i>може описати</i> основні характеристики коливального й хвильового рухів, власні й вільні коливання, коливання маятника, поширення пружної хвилі, перетворення енергії в коливальному контурі на основі закону збереження й перетворення енергії, утворення й поширення електромагнітних хвиль; <i>обґрунтовувати</i> механічну хвилю як особливий вид руху на прикладі передачі коливань у пружному середовищі, екологічні проблеми, пов'язані з використанням радіотехнічних пристроїв; <i>характеризувати</i> суть методу фізичних ідеалізацій на прикладі гармонічних коливань, швидкість поширення, довжину і період електромагнітної хвилі як фізичні величини; <i>порівняти</i> властивості електромагнітних хвиль залежно від довжини

<p>8. Відбивання звукових хвиль. 9. Вільні електромагнітні коливання низької частоти в коливальному контурі та залежність їхньої частоти від електроємності та індуктивності контуру. 10. Випромінювання й приймання електромагнітних хвиль. 11. Шкала електромагнітних хвиль.</p>	<p>хвилі; <i>представляти</i> електромагнітну хвилю схематично; <i>оцінити</i> внесок вітчизняної науки в розвиток радіотехніки; <i>систематизувати</i> знання про електромагнетизм як фізичну теорію;</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>здатний(а) спостерігати</i> коливання маятника, <i>визначати</i> період коливань маятника, довжину електромагнітної хвилі за її частотою; <i>дотримуватися</i> правил проведення спостережень коливальних і хвильових процесів, а також правил безпеки життєдіяльності під час роботи з радіотехнічними приладами; <i>досліджувати</i> залежність періоду коливань нитяного маятника від довжини його підвісу; - <i>може розв'язувати задачі</i> на застосування формули взаємозв'язку довжини, періоду й швидкості поширення хвилі; <i>представляти</i> отримані результати графічно і за допомогою формул.
<p>Навчальні проекти (1 год) Електромагнітні хвилі в природі і техніці.</p>	
<p style="text-align: center;">ХВИЛЬОВА І КВАНТОВА ОПТИКА (4210 год)</p> <p>Розвиток уявлень про природу світла. Поширення світла в різних середовищах. Швидкість світла у вакуумі. Поглинання і розсіювання світла. Відбивання світла. Заломлення світла.</p> <p>Світло як електромагнітна хвиля. Інтерференція й дифракція світлових хвиль. Поляризація й дисперсія світла. Неперервний спектр світла. Спектроскоп.</p> <p>Квантові властивості світла. Гіпотеза М.Планка. Світлові кванти. Енергія та імпульс фотона.</p> <p>Фотоефект. Рівняння фотоефекту. Застосування фотоефекту. - Корпускулярно-хвильовий дуалізм світла.</p> <p style="text-align: center;"><u>Лабораторні роботи</u></p> <p>4. Спостереження оптичних явищ. <i>Демонстрації</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Світловод. 2. Одержання інтерференційних смуг. 	<p>Учень (учениця):</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>називає</i> основні етапи розвитку оптики як науки та прізвища її творців, розмір сталої Планка, значення швидкості поширення світла у вакуумі, повітрі й воді; - <i>наводить приклади</i> застосування оптичних явищ у техніці й виробництві; - <i>розрізняє</i> хвильові й квантові властивості світла; формулює закони заломлення світла, рівняння Ейнштейна для фотоефекту; - <i>може описати</i> корпускулярно-хвильовий дуалізм світла, обґрунтовуючи його суть та місце в сучасній фізичній картині світу; <i>характеризувати</i> суть оптичних явищ: поширення світла в різних середовищах, розсіювання й поглинання світла, інтерференцію й дифракцію світлових хвиль, поляризацію й дисперсію світла; <i>пояснити</i> принцип дії квантових генераторів світла, квантово-хвильову природу світла; <i>порівняти</i> енергію, масу, імпульс фотона з відповідними характеристиками одного з макротіл;

<p>3. Дифракція світла від вузької щілини та дифракційної ґратки.</p> <p>4. Дисперсія світла під час його проходження крізь тригранну призму.</p> <p>5. Фотоефект та пристрої з цинковою пластинкою.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>здатний(а) спостерігати</i> оптичні явища в атмосфері, пояснюючи їхню суть; <i>користуватися</i> оптичними приладами, дотримуватися правил їхньої експлуатації; <i>оцінити</i> історичний характер становлення знань про природу світла; <i>робити висновок</i> про корпускулярно-хвильову природу світла; - <i>може розв'язувати</i> задачі на розрахунок маси, енергії та імпульсу фотона, застосовуючи формулу Планка та рівняння Ейнштейна для фотоефекту.
<p>Навчальні проекти (1 год) Квантові генератори та їх застосування.</p>	
<p>АТОМНА І ЯДЕРНА ФІЗИКА</p>	
<p style="text-align: center;">АТОМНА І ЯДЕРНА ФІЗИКА (10 год)</p> <p>Історія вивчення атома. Ядерна модель атома. Квантові постулати М.Бора.</p> <p>Випромінювання та поглинання світла атомами. Атомні і молекулярні спектри. Спектральний аналіз та його застосування. Рентгенівське випромінювання.</p> <p>Атомне ядро. Протонно-нейтронна модель атомного ядра. Нуклони. Ядерні сили та їх особливості. Стійкість ядер. Взаємозв'язок маси та енергії.</p> <p>Енергія зв'язку атомного ядра. Способи вивільнення ядерної енергії: синтез легких і поділ важких ядер. Ланцюгова реакція. Фізичні основи ядерної енергетики. Ядерна енергетика та екологія.</p> <p>Радіоактивність. Види радіоактивного випромінювання. Період напіврозпаду. Отримання і застосування радіонуклідів. Радіоактивний захист людини.</p> <p>Елементарні частинки. Загальна характеристика елементарних частинок. Класифікація елементарних частинок. Кварки. Космічне випромінювання.</p> <p style="text-align: center;"><u>Лабораторні роботи</u></p>	<p>Учень (учениця):</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>називає</i> основні етапи розвитку ядерної фізики та її творців, загальні параметри атомних електростанцій України; - <i>наводить</i> приклади застосування радіоактивних ізотопів у виробництві та в інших науках; - <i>розрізняє</i> природну й штучну радіоактивність, ядерні реакції поділу важких ядер і синтезу ядер легких ізотопів; <i>формулює</i> постулати Бора й записує їх; - <i>може описати</i> дослід Резерфорда й механізми походження різних видів випромінювання; <i>обґрунтовувати</i> можливість вивільнення атомної енергії та <i>робити висновок</i> про сучасні екологічні проблеми її використання; <i>характеризувати</i> ядерну модель атома, будову атома ядра, <i>порівнювати</i> властивості протонів і нейтронів; <i>пояснити</i> природу радіоактивного випромінювання, механізм ядерних реакцій поділу й синтезу; - <i>здатний(а) спостерігати й користуватися</i> фотографіями треків елементарних частинок; <i>оцінити</i> внесок українських учених у дослідження будови атомів і ядер атомів та становлення атомної енергетики; <i>формулювати висновок</i> про історичний характер та суспільну зумовленість розвитку фізичної науки; - <i>може розв'язувати задачі</i>, застосовуючи формулу

<p>5. Спостереження неперервного і лінійчатого спектрів речовини</p> <p style="text-align: center;">Демонстрації</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Модель досліду Резерфорда. 2. Будова й дія лічильника йонізуючих частинок. 3. Фотографії треків частинок. 	<p>взаємозв'язку маси та енергії;</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>досліджувати й узагальнювати</i> екологічні проблеми регіону, пов'язані із природним і техногенним радіоактивним фоном та застосуванням радіоактивних ізотопів і рентгенівського випромінювання в медицині, на виробництві.
<p style="text-align: center;">ФІЗИЧНИЙ ПРАКТИКУМ (5 год)</p> <p style="text-align: center;">(орієнтовні теми робіт)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Визначення енергії зарядженого конденсатора. 2. Дослідження електричних кіл. 3. Визначення довжини світлової хвилі 4. Визначення прискорення вільного падіння за допомогою маятника. 5. Вивчення явища поляризації світла 6. Дослідження властивостей електромагнітних хвиль 7. Вивчення треків заряджених частинок за готовими фотографіями. 	<p>Учень (учениця):</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>називає</i> прилади й матеріали, які використовувалися в експерименті; - <i>формулює</i> мету й завдання дослідження, а також його теоретичні положення; - <i>може</i> описати та обґрунтувати суть методу дослідження (ідею досліду); - <i>здатний(а)</i> самостійно вивчити або повторити теорію роботи, самостійно зібрати установку й виконати дослідження згідно з інструкцією та в разі необхідності неодноразово повторити дослід; <i>користуватися</i> приладами, визначати їхні загальні характеристики, дотримуватися правил експлуатації приладів; - <i>може представляти</i> результати виконання завдань за допомогою формули, таблиці, графіка; <i>оцінювати й перевіряти</i> ступінь достовірності отриманих результатів; оцінювати практичне значення набутого досвіду
<p style="text-align: center;">УЗАГАЛЬНЮЮЧІ ЗАНЯТТЯ (2 год)</p> <p>Фізична картина світу як складова природничо-наукової картини світу. Роль науки і техніки в житті людини та суспільному розвитку.</p>	<p>Учень (учениця):</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>називає</i> основні етапи становлення фізичного знання та вчених, що зробили значний внесок у розвиток фізики; - <i>наводить приклади</i> застосувань фізичної науки в житті сучасної цивілізації, в побуті й техніці; - <i>розрізняє</i> фізичну й природничо-наукову картини світу; - <i>може описати</i> зміст фундаментальних фізичних теорій; <i>обґрунтовувати</i> історичний характер та соціальну обумовленість розвитку фізичної науки; <i>характеризувати</i> провідну роль сучасної науки в розвитку людської цивілізації; <i>оцінити вплив</i> досягнень сучасної фізичної науки на розвиток виробництва, технологій та інших наук, у тому числі й суспільно-економічних;

	<ul style="list-style-type: none"> - <i>здатний(а) робити висновок</i> про визначальний вплив фізичної науки на розвиток сучасного природознавства; - <i>може систематизувати</i> знання з фізики на основі сучасної фізичної картини світу; досліджувати екологічні проблеми регіону, пов'язані з виробництвом.
РЕЗЕРВ (4 год)	