Затверджено Міністерством освіти і науки України
(наказ № 1539 від 24.11. 2017 р.)

ФІЗИКА і АСТРОНОМІЯ

Навчальні програми для 10-11 класів закладів загальної середньої освіти

(рівень стандарту, профільний рівень)

Авторський колектив під керівництвом Ляшенка О. І.

Робоча група з підготовки програми з фізики і астрономії для старшої школи

Ляшенко Олександр Іванович, доктор педагогічних наук, професор, академік НАПН України, академік-секретар Відділення загальної середньої освіти НАПН України

Бар'яхтар Віктор Григорович, доктор фізико-математичних наук, професор, академік НАН України, радник Президії НАН України

Бевз Анна Володимирівна, викладач Кропивницького інженерного коледжу Центрально-українського національного технічного університету

Благодаренко Людмила Юріївна, доктор педагогічних наук, професор Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова

Головко Микола Васильович, кандидат педагогічних наук, доцент, заступник директора Інституту педагогіки НАПН України

Горобець Юрій Іванович, доктор фізико-математичних наук, професор, член-кореспондент НАПН України, директор Інституту магнетизму НАН України

Желтухіна Любов Анатоліївна, викладач Державного вищого навчального закладу "Лисичанський нафтохімічний технікум"

Засєкіна Тетяна Миколаївна, кандидат педагогічних наук, заступник директора Інституту педагогіки НАПН України

Зінчук Вадим Миколайович, учитель фізики та фізичного практикуму Київського природничо-наукового ліцею №145

Карасик Володимир Давидович, вчитель фізики ЗОШ № 23 м. Дніпро, Заслужений учитель України

Карлінська Яніна Валеріївна, кандидат педагогічних наук, викладач Університетського коледжу Київського університету імені Бориса Грінченка

Крячко Іван Павлович, в. о. завідувача лабораторії Головної астрономічної обсерваторії НАН України

Ліскович Олена Володимирівна, кандидат педагогічних наук, доцент Миколаївського обласного інституту післядипломної педагогічної освіти

Мартинюк Михайло Тадейович, доктор педагогічних наук, професор, академік НАПН України, завідувач кафедри Уманського державного педагогічного університету імені П.Г. Тичини

Ненашев Ігор Юрійович, головний редактор журналу "Фізика в школах України", Заслужений учитель України

Непорожня Лідія Вікторівна, кандидат педагогічних наук, провідний науковий співробітник Інституту педагогіки НАПН України

Сиротюк Володимир Дмитрович, доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова

Шут Микола Іванович, доктор фізико-математичних наук, професор, академік НАПН України, завідувач кафедри Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова

Пояснювальна записка

Навчальні програми з фізики й астрономії для 10-11 класів закладів загальної середньої освіти (рівень стандарту та профільний рівень) розроблені на основі Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 23.11.2011 № 1392.

Фізика та астрономія є фундаментальними науками, що вивчають загальні закономірності перебігу природних явищ, закладають основи світорозуміння на різних рівнях пізнання природи і дають загальне обґрунтування природничо-наукової картини світу. Крім наукового вони мають важливе соціокультурне значення і є сьогодні невід'ємною складовою культури людської цивілізації, рушійною силою науково-технічного та соціально-економічного прогресу. Сучасна фізика виступає теоретичною основою сучасної техніки і технологій, а астрономія розкриває сутність пізнання матерії та Всесвіту. Це й визначає освітнє, світоглядне та виховне значення навчального предмета «Фізика і астрономія». Оскільки в старшій школі засвоєння фізичного і астрономічного компонентів освітньої галузі «Природознавство» мають споріднений предмет навчання, методи дослідження і, як правило, спільний внесок у формування наукової картини світу, пропонується ці два компоненти об'єднати в єдиний навчальний предмет «Фізика і астрономія», не втрачаючи при цьому своєрідності кожного з цих складників. Враховуючи це, фізичний та астрономічний складники за вибором учителя можуть викладатися інтегровано або як відносно самостійні модулі. Наприклад, у розділі «Механіка» вчитель може розглянути питання, що стосуються механіки небесних тіл, або навпаки, вивчаючи рух небесних тіл розглядати гравітаційну взаємодію і закон всесвітнього тяжіння і т.п.

Формування ключових компетентностей учнів засобами предмету «Фізика і астрономія»

Навчання фізики і астрономії здійснюється на компетентнісних засадах і передбачає формування ключових і предметних компетентностей учнів. Засобами навчального предмету «Фізика і астрономія», незалежно від рівня його опанування здійснюється формування ключових компетентностей, необхідних кожній сучасній людині для її життєдіяльності.

Компетентнісний потенціал навчального предмета «Фізика і астрономія» у формуванні ключових компетентностей учнів розкрито у таблиці.

Ключова компетентність	**Предметний зміст ключової компетентності і навчальні ресурси для її формування**

Спілкування державною/рідною мовою	**Уміння:** **-** спілкуватися за проблематикою предмету сучасною науковою мовою з використанням усталених фізичних й астрономічних термінів та понять; - чітко та однозначно формулювати судження та аргументувати їх; - налагоджувати комунікації у процесі вирішення навчальних завдань та виконання проектів; - чітко та стисло викладати основний фізичний та астрономічний зміст питань у письмовій формі; - готувати та представляти повідомлення, доповіді та реферати, презентувати результати проектної діяльності. **Ставлення:** **-** виявляти ставлення та відзначати роль вітчизняної науки та її видатних представників; цінувати наукову українську мову; **-** об'єктивно оцінювати інформаційні наукові новини, зокрема, з найбільш актуальних напрямів сучасної фізичної та астрономічної науки. **Навчальні ресурси:** **-** підручники та посібники, електронні освітні ресурси, віртуальні лабораторії.
Спілкування іноземними мовами	**Уміння:** **-** оперувати найбільш вживаними в міжнародній практиці фізичними та астрономічними термінами; - користуватися іншомовними джерелами як додатковими під час виконання навчальних завдань та проектів; - представляти результати проектної діяльності в міжнародному науковому та освітньому просторі; брати участь в міжнародних фізичних та астрономічних конкурсах; - обговорювати науково-навчальні проблеми з використанням інформаційних ресурсів з учнями інших країн. **Ставлення:**

	- оцінювати особливості розвитку фізичної та астрономічної наук в світі, внесок зарубіжних учених у їх становлення та сучасні досягнення. **Навчальні ресурси:** - іншомовні інформаційні джерела.
Математична компетентність	**Уміння:** - застосовувати математичний апарат для розв'язування фізичних та астрономічних задач, обґрунтування та доведення тверджень; опрацювання, інтерпретації, оцінювання результатів експериментів і спостережень; побудови графіків фізичних процесів; моделювання фізичних та астрономічних явищ у формі математичних рівнянь і співвідношень. **Ставлення:** - усвідомлювати важливість математичних знань як інструментарію природничих наук, необхідної умови практичної реалізації їх досягнень у техніці та технологіях. **Навчальні ресурси:** - інформаційні джерела, що містять розрахункові та експериментальні завдання з фізики та астрономії.
Основні компетентності у природничих науках і технологіях	**Уміння:** - пояснювати явища природи, розуміти принцип дії та будову сучасної техніки, приладів та обладнання на основі фізичних та астрономічних знань; - характеризувати роль фізичних і астрономічних знань у формуванні природничо-наукової картини світу; - планувати та реалізовувати фізичні та астрономічні спостереження й експеримент, фіксувати та опрацьовувати й правильно інтерпретувати та оцінювати їх результати; - добирати методи та засоби дослідження природних явищ, адекватні поставленим завданням. **Ставлення:** - усвідомлювати значення фізики й астрономії для дослідження навколишнього світу; - оцінювати сучасні досягнення природничих наук та перспективи їх подальшого розвитку;

	- виявляти ставлення до актуальних проблем сучасного природознавства; - формулювати оціночні судження та пропонувати шляхи вирішення науково-освітніх завдань. **Навчальні ресурси:** - сучасна наукова-популярна інформація; - матеріали та результати конкурсів дослідницьких робіт; - навчальне обладнання.
Інформаційно-цифрова компетентність	**Уміння:** - використовувати інформаційні системи для швидкого та цілеспрямованого пошуку інформації; - визначати можливі джерела інформації, відбирати необхідну інформацію, оцінювати, аналізувати, перекодовувати інформацію; - користуватися сучасними гаджетами як інструментальними та вимірювальними засобами; - працювати з віртуальними лабораторіями, програмами-симуляторами; - створювати та досліджувати моделі фізичних і астрономічних явищ. **Ставлення:** - дотримуватися етичних норм під час роботи з інформаційними ресурсами. **Навчальні ресурси:** - електронні освітні ресурси та віртуальні лабораторії.
Уміння вчитися впродовж життя	**Уміння:** - планувати самостійне опрацювання навчального матеріалу з фізики та астрономії; - визначати цілі навчальної діяльності в короткотерміновому та довготерміновому періодах; - здійснювати самостійний пошук інформації з використанням різних видів джерел; - виділяти головне в опрацьовуваній інформації; **Ставлення:** - критично оцінювати власні досягнення; - усвідомлювати важливість самоосвіти для успішного життя.

	Навчальні ресурси: - навчальна та науково-популярна література; - електронні освітні ресурси.
Ініціативність і підприємливість	**Уміння:** - приймати рішення щодо вибору найбільш оптимальних альтернатив під час вирішення навчальних завдань з фізики та астрономії; - організовувати колективну роботу над виконання навчальних проектів, розподіляти завдання між членами групи; - виявляти ініціативу та відповідальність під час групової роботи над навчальними задачами; - розраховувати на основі отриманих знань економічну ефективність використання побутових приладів та обладнання, альтернативних джерел енергії; - пропонувати способи та засоби економії енергетичних, часових, фізичних ресурсів ~~під час~~ у навчальному процесі та побуті. **Ставлення:** - утверджувати рівень самооцінки, що відповідає об'єктивним результатам навчальної діяльності; - співвідносити очікувані результати та необхідні для їх досягнення ресурси; - усвідомлювати досяжність поставлених цілей як результату наполегливої праці; - оцінювати економічну ефективність прийнятих рішень під час вирішення навчальних та дослідницьких завдань з фізики й астрономії. **Навчальні ресурси:** - література про діяльність вчених-фізиків та астрономів, відкриття та виходи яких мали важливе значення для розвитку техніки і технологій та мали відчутний економічний ефект; - інформація про використання сучасних наукових досягнень у промисловості та виробництві.

Соціальна та громадянська компетентності	**Уміння:** - відстоювати аргументовано свої погляди на вирішення навчальних задач та сприймати аргументовані пропозицій товаришів; - дотримувати принципів демократичності та відповідальності під час роботи в групі; - аналізувати значення досягнень вітчизняної природничої науки для розвитку української держави, підвищення добробуту її громадян; - пропонувати шляхи підвищення рівня соціального розвитку на основі сучасних фізико-астрономічних знань; - працювати у соціальних проектах. **Ставлення:** - оцінювати роль вітчизняної фізичної та астрономічної науки у розвитку людства; - усвідомлювати пріоритетність загальнолюдських цінностей та соціальних інтересів при вирішенні наукових, економічних та технологічних проблем. **Навчальні ресурси:** - навчальні і соціальні проекти.
Обізнаність та самовираження у сфері культури	**Уміння:** - визначити роль фізики та астрономії у становленні загальнолюдської культури; - пояснювати взаємовплив природничих наук та образотворчого, музичного, літературного мистецтва; - наводити приклади творчої діяльності видатних українських та зарубіжних учених-фізиків і астрономів у різноманітних галузях культури та мистецтва. **Ставлення:** - усвідомлювати історичну єдність процесу розвитку природничої науки та культури людської цивілізації. **Навчальні ресурси:** - твори мистецтва, бібліографічні матеріали про життя та діяльність учених-фізиків та астрономів.

Екологічна грамотність і здорове життя	**Уміння:** - визначати чинники та фактори, які порушують екологічну рівновагу в природі та побуті; - дотримуватися правил безпеки життєдіяльності в навальному процесі та побуті; - використовувати отримані знання для зменшення негативного впливу сучасної техніки та технології на себе та оточуючих, забезпечення здорового способу життя; - правильно утилізовувати побутові відходи та відпрацьовані джерела енергії і світла, несправні пристрої; - долучатися до заходів і проектів щодо відновлення довкілля; - дотримуватися правил екологічної поведінки. **Ставлення:** - усвідомлювати актуальність екологічних проблем у сучасному світі та необхідність їх невідкладного вирішення; - використовуючи знання з фізики й астрономії оцінювати екологічні загрози та ефективність різних способів їх подолання; - виявляти готовність практичними діями (через участь у проектах, житті громади) сприяти вирішенню екологічних проблем вулиці, міста, країни. **Навчальні ресурси:** - дидактичні матеріали екологічного змісту.

Засади двоконцентрової структури шкільних курсів фізики та астрономії

Шкільні курси фізики та астрономії побудовано за двома концентрами. В основній школі вивчається базовий курс фізики, що закладає основи фізичного знання на явищному (феноменологічному) рівні. Початкові знання з астрономії в основній школі здобуваються в курсі «Природознавства» 5 класу, а також під час вивчення міжпредметних тем на уроках географії й фізики. Курс фізики і астрономії старшої школи є продовженням першого концентру природничої освіти основної школи, який забезпечив ознайомлення з проявами фізичних і астрономічних явищ природи, оволодіння елементарними навичками їх пізнання, формування початкових уявлень про природничо-наукову картину світу, сутність наукового пізнання засобами фізики й астрономії; фундаментальними науковими фактами, основними поняттями і законами з фізики, розвитком

фундаментальних ідей і принципів, початковими відомостями про планету Земля, Сонячну систему, Землю і Місяць, освоєння космосу тощо.

Зазначений у цій програмі зміст навчального матеріалу з фізики і астрономії **не дублює** зміст раніше вивченого базового курсу фізики основної школи, а зосереджений на тих питаннях, які поглиблюють раніше здобуті знання і вміння. У графі «Очікувані результати» конкретизовано які це знання і як вони можуть бути застосовні.

Наскрізними змістовими лініями курсу є категоріальні структури, що узгоджуються із загальними змістовими лініями освітньої галузі «Природознавство», а саме:

- фізика і астрономія як фундаментальні науки, методи пізнання, методи і засоби фізичних та астрономічних досліджень, роль фізичних та астрономічних знань у житті суспільства, розвитку техніки і технологій, астрономія та фізика в житті людини, у розв'язанні екологічних проблем;
- речовина і поле; фізичні властивості речовини та поля; кванти, елементарні частинки, корпускулярно-хвильовий дуалізм; нанофізика і нанотехнології;
- рух і взаємодії; фундаментальні взаємодії; фізична суть явищ і процесів різної природи;
- будова і розвиток Всесвіту, галактики, галактика «Молочний Шлях», Сонце і зорі; рух небесних світил, рух Сонячної системи в Галактиці, рух планет Сонячної системи.

Загальноосвітніми завданнями курсу фізики і астрономії старшої школи є:

— формування в учнів системи фізичних і астрономічних знань на основі сучасних теорій (наукових фактів, понять, теоретичних моделей, законів, принципів) і розвиток у них здатності застосовувати набуті знання в пізнавальній практиці; знань про походження природних об'єктів Всесвіту, їх фізичні властивості, закони руху й еволюцію, а також уявлень про походження, будову та еволюцію Всесвіту в цілому;

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

— формування в учнів загальних методів та алгоритмів розв'язування задач та проблемних завдань різними методами із застосуванням законів фізики та інших природних наук; евристичних прийомів пошуку розв'язку проблем адекватними засобами фізики й астрономії;

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

— формування цілісного уявлення про сучасну природничо-наукову картину світу та наукового світогляду учнів, розуміння ролі фізики і астрономії в пізнанні фундаментальних законів природи, використання яких є базою науково-технічного прогресу; розкриття значення фізичного й астрономічного знання в житті людини й суспільному розвитку, висвітлення етичних проблем наукового пізнання, формування екологічної культури людини засобами фізики й астрономії;

— розвиток в учнів навичок пізнавальної діяльності у процесі навчання фізики й астрономії.

Очікуваними результатами при цьому є:

- *знаннєвий компонент* (знання і розуміння перебігу фізичних і астрономічних явищ та процесів);
- *діяльнісний компонент* (здатність учнів застосовувати знання, уміння, навички, способи діяльності до розв'язання проблем, реальних життєвих ситуацій);
- *ціннісний компонент* (емоційно-ціннісне ставлення учнів щодо об'єктів навчальної діяльності, сукупність ціннісних орієнтацій, мотивація, інтерес, готовність до навчання).

У програмах наводиться загальна кількість годин на вивчення предмету «Фізика і астрономія» в 10 та 11 класах. ***Розподіл кількості годин, що відводиться на вивчення окремих тем, визначається учителем.*** За необхідності й виходячи з наявних умов навчально-методичного забезпечення, учитель має право самостійно замінювати порядок вивчення тем, проводити лабораторні практикуми та практикуми з розв'язування задач в кінці розділу або під час його вивчення.

Особливості навчання предмету «Фізика і астрономія» на рівні стандарту

Мета навчання фізики і астрономії на рівні стандарту узгоджується з цілями повної загальної середньої освіти і полягає у формуванні та розвитку предметних і ключових компетентностей випускників старшої школи, достатніх для засвоєння навчального предмета на рівні вимог державного стандарту.

Програму навчання фізики й астрономії на рівні стандарту орієнтовано на розуміння основних закономірностей перебігу фізичних і астрономічних явищ та процесів, загального уявлення про світ природи, його основні теоретичні засади й методи пізнання, усвідомлення ролі фізичного й астрономічного знання у житті людини й суспільному розвитку. Оволодіння

навчальним матеріалом за цією програмою має забезпечити досягнення учнями рівня очікуваних результатів навчання, необхідного для їх оцінювання у формі зовнішнього незалежного оцінювання з фізики.

Особливості навчання предмету «Фізика і астрономія» на профільному рівні

Мета навчання фізики й астрономії на профільному рівні узгоджується з цілями повної загальної середньої освіти і полягає у формуванні та розвитку в учнів старшої школи компетентності в галузі природничих наук, техніки і технологій, що є обов'язковим складником загальної культури особистості і розвитку її творчого потенціалу.

Програма профільного навчання фізики й астрономії передбачає систематизоване вивчення основних фізичних та астрономічних теорій, формування світогляду та наукового стилю мислення учнів на основі сучасної науково-природничої картини світу, оволодіння методами наукового пізнання та усвідомлення фізичного та астрономічного знання на рівні, необхідному для подальшого його використання в професійній діяльності та продовженні природничої чи технічної освіти.

Програма рівня профільного навчання значно перевищує за обсягом кількість навчальних годин програми рівня стандарту, а її зміст забезпечує набуття учнями компетентностей на більш високому рівні за рахунок поглиблення і розширення знань та вмінь. Виклад навчального матеріалу фізичного та астрономічного складників на профільному рівні може відбуватися як послідовно, так і паралельно, забезпечуючи органічне поєднання навчального матеріалу курсу.

Для забезпечення формування в учнів компетентності в галузі природничих наук, техніки і технологій, заклад освіти має право збільшувати час на вивчення курсу за рахунок додаткових годин варіативного складника і/або за рахунок спецкурсів (фізико-математичного, природничого, технологічного спрямування). Учитель може розробляти програми таких спецкурсів самостійно або використовувати в освітньому процесі спецкурси з числа рекомендованих.

Навчальні проекти

Необхідною умовою формування компетентностей є діяльнісна спрямованість у навчальному процесі, яка передбачає постійне включення учнів у різні види педагогічно доцільної 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 й астрономії є навчальні проекти.

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 відчувають потребу в знаннях. Навчальні проекти орієнтуються на прикладний характер фізичного знання і можуть мати міжпредметну тематику.

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.

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 виставлені тематичної оцінки.

Тематика навчальних проектів з фізики і астрономії визначається вчителем і може ініціюватися учнями. Кількість годин, що відводиться на виконання навчальних проектів, а також їх послідовність визначається учителем. Кількість виконаних та оцінених проектів може бути довільною, але не менше одного за навчальний рік. При формуванні тематики проектів доцільно виходити з наявної матеріально-технічної бази.

Навчальний експеримент

Курс фізики і астрономії спрямований на засвоєння учнями наукових методів пізнання природи. Завдяки навчальному експерименту учні оволодівають досвідом практичної діяльності людства в галузі здобуття фактів та їхнього попереднього узагальнення на рівні емпіричних уявлень, понять і законів. Експеримент виконує функцію методу навчального пізнання, завдяки якому у свідомості учнів утворюються нові зв'язки та відношення, формуються суб'єктивно нове особистісне знання. Він дидактично забезпечує процесуальну складову навчання фізики й астрономії, зокрема формує в учнів експериментальні вміння й дослідницькі навички, озброює їх інструментарієм дослідження, який стає засобом навчання.

Навчальний експеримент реалізується у формі демонстраційного й фронтального експерименту, робіт лабораторного практикуму, домашніх дослідів і спостережень.

У програмі наведено орієнтовний перелік робіт, що можуть реалізовуватися у формі практикуму або окремих фронтальних робіт. Виходячи з педагогічної доцільності та залежно від умов і наявної матеріальної бази кабінету фізики й астрономії вчитель може: визначати конкретну тематику лабораторних робіт, форму їх реалізації, послідовність й місце у навчальному процесі, кількість годин на їх виконання, замінювати окремі роботи або демонстраційні досліди рівноцінними, використовувати різні їхні можливі варіанти, доповнювати цей перелік додатковими дослідами, короткочасними експериментальними завданнями, пропонувати іншу тематику робіт.

Оскільки в основній школі в учнів загалом сформовані базові експериментальні уміння й навички, то у старшій школі основною метою навчального експерименту є розвиток самостійності у плануванні досліджень, доборі адекватних методів і засобів дослідження, проведенні експерименту, обробці його результатів та формуванні висновків. Навчальний експеримент з фізики та астрономії орієнтований на те, щоб учні застосовували на практиці різноманітні методи фізичної та астрономічної науки, опановували елементи проведення науково-дослідної роботи, співвідносили результати практичної діяльності з теорією, використовували на практиці міжпредметні зв'язки.

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.

Особливо важливим для забезпечення астрономічного складника є проведення спостережень небесних світил. Астрономічні спостереження можна проводити впродовж усього навчального року. Важливо наперед показати ті об'єкти і явища, які належить вивчати. Під час підготовки й проведення спостережень необхідно пояснити учням, як користуватись «Шкільним астрономічним календарем» чи «Астрономічним календарем» та рухомою картою зоряного неба. Необхідно заохочувати учнів до самостійного проведення астрономічних спостережень.

Бурхливий розвиток науки й техніки призводить до значного оновлення інформації про астрономічні об'єкти, їх фізичні властивості. Тому доцільно знайомити учнів (зокрема, й через мережу Інтернет) із останніми науковими відкриттями, супроводжувати навчально-виховний процес сучасними наочними засобами, а також екскурсіями до обсерваторій і планетаріїв, наукових установ, фізичних та технологічних лабораторій.

Практичні заняття з розв'язування задач

Однією з найважливіших ділянок роботи в системі навчання фізики та астрономії в школі є *розв'язування задач*. Розв'язування задач, особливо прикладного змісту, сприяє закріпленню вивченого матеріалу, демонструє єдність фізики та астрономії з математикою, та іншими предметами природничого циклу.

Задачі різних типів можна ефективно використовувати на всіх етапах засвоєння нового знання: для розвитку інтересу, творчих здібностей і мотивації учнів до навчання фізики і астрономії, 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. В умовах особистісно орієнтованого та компетентнісного навчання важливо здійснити добір відповідних компетентнісно зорієнтованих завдань з урахуванням пізнавальних можливостей і нахилів учнів, рівня їхньої готовності до такої діяльності.

У навчанні фізики і астрономії важливою формою роботи з учнями є складання ними задач, які за 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. Враховуючи дидактичне значення фізичних задач, пропонується запровадити практикум із їх розв'язування в межах кожного розділу.

Фізика
Рівень стандарту
10 клас
(3 години на тиждень; всього 105 годин)

Очікувані результати навчання учня/учениці	Орієнтовний зміст навчального матеріалу

Вступ	
Знаннєвий компонент *Оперує поняттями і термінами*: світоглядний потенціал природничих наук; фундаментальні фізичні теорії; основні етапи розвитку фізики та астрономії в Україні і світі. *Діяльнісний компонент* характеризує фізику та астрономію як природничі науки; наводить приклади фундаментальних фізичних теорій: визначає основні етапи історичного розвитку фізики та астрономії. *Ціннісний компонент* виявляє ставлення до фізики та астрономії як провідних фундаментальних наук про природу; оцінює внесок вітчизняної фізичної та астрономічної науки, видатних українських учених у розвиток сучасного природознавства.	Світоглядний потенціал природничих наук. Роль фізичного та астрономічного знання в житті людини та суспільному розвитку. Початкові відомості про фундаментальні фізичні теорії як основу сучасної фізичної науки. Астрономія як природнича наука. Основні етапи розвитку фізики та астрономії. Фізика як теоретична основа сучасної астрономії.
Розділ 1. Механіка	
Знаннєвий компонент *Оперує поняттями і термінами:* механічний рух; матеріальна точка; тіло відліку, інерціальна система відліку, траєкторія, переміщення, пройдений шлях, швидкість, миттєва швидкість, прискорення, прискорення вільного падіння, період, частота, кутова швидкість, доцентрове прискорення, відносність механічного руху; сила, рівнодійна сил, вага, маса, закони динаміки; механічна робота, потужність, кінетична енергія, потенціальна енергія, робота сил тяжіння, пружних сил, сил тертя, імпульс, центр мас тіла, момент сили, постулати спеціальної теорії відносності. *Пояснює*: основні поняття та закони, принципи механіки та СТВ, формули для визначення фізичних величин, математичні вирази	Механічний рух. Основна задача механіки та способи опису руху тіла. Рівномірний і нерівномірний прямолінійний рух. Відносність руху. Закон додавання швидкостей. Прискорення. Рівноприскорений рух. Графіки залежності кінематичних величин від часу для рівномірного і рівноприскореного прямолінійного руху. Рівномірний рух матеріальної точки по колу. Доцентрове прискорення. Кутова та лінійна швидкість, взаємозв’язок між ними.

законів механіки, сутність принципів відносності Галілея та А.Ейнштейна, відносність довжини й часу, відносність одночасності подій у рухомій і нерухомій системі відліку, просторово-часові властивості фізичного світу. *Визначає* умови, за яких механічна енергія, імпульс зберігаються; рівноваги тіл; межі застосування законів механіки. *Діяльнісний компонент* *Спостерігає і описує* різні види механічного руху і механічної взаємодії тіл в природі і техніці. *Розв'язує задачі* на застосування: - функціональної залежності між фізичними величинами на: рівномірний та рівноприскорений прямолінійний рухи, відносний рух, рівномірний рух по колу, рух під дією кількох сил, застосування законів Ньютона, Архімеда, всесвітнього тяжіння; збереження (енергії, імпульсу). *Експериментально досліджує* властивості різних видів руху, *перевіряє* закони руху і збереження; *вимірює* сили. *Уміє* графічно зображати функціональні залежності опису механічного руху та взаємодії. *Використовує* набуті знання у навчальній і практичній діяльності. *Ціннісний компонент* Виявляє ставлення та оцінює на якісному рівні результати використання знань з механіки в реальних життєвих ситуаціях.	Сили в механіці. Інерціальні системи відліку. Принцип відносності Галілея. Маса. Закони Ньютона та їх застосування для розв'язування задач. Гравітаційна взаємодія. Закон всесвітнього тяжіння. Сила тяжіння та вага тіла. Рух тіла в полі сили тяжіння. Вільне падіння. Рух тіла під дією кількох сил. Закон Архімеда. Рівновага тіл. Момент сили. Умови рівноваги тіл. Центр тяжіння та центр мас тіла. Імпульс, закон збереження імпульсу. Кінетична і потенціальна енергія. Потужність. Закон збереження механічної енергії. Застосування законів збереження в механіці. Межі застосування законів класичної механіки. Основні положення СТВ та їхні наслідки. Релятивістський закон додавання швидкостей. *Рекомендовані демонстрації* 1. Відносність руху. 2. Напрям швидкості під час руху по колу. 3. Обертання тіла з різною частотою. 4. Додавання сил, що діють під кутом одна до одної. 5. Вага тіла під час прискореного піднімання та падіння.

Висловлює судження про простір і час, зв'язок класичної та релятивістської фізики.	6. Рівновага тіл під дією кількох сил. 7. Дослід із «жолобом Галілея». 8. Про теорію відносності (фрагменти відео)
Навчальні проекти	
Практикум із розв'язування задач ***Лабораторний практикум***	*Орієнтовна тематика експериментальних робіт* Визначення прискорення руху тіла під час прямолінійного рівноприскореного руху. Визначення прискорення вільного падіння тіла. Визначення періоду, частоти, лінійної швидкості та доцентрового прискорення тіла при рівномірному русі по колу. Визначення центра мас плоских фігур. Дослідження руху тіла, кинутого під кутом до горизонту.
Розділ 2. Молекулярна фізика та термодинаміка	
Знаннєвий компонент *Оперує поняттями і термінами*: атоми і молекули, кількість речовини, атомне ядро, наноматеріали, основні положення МКТ; ідеальний газ, тиск газу, газові закони, основне рівняння МКТ, рівняння стану ідеального газу, ізопроцеси; внутрішня енергія, робота газу, перший закон термодинаміки; насичена та ненасичена пара, абсолютна та відносна вологість повітря; поверхневий натяг рідини, змочування, капілярні явища; механічна напруга, закон Гука, модуль Юнга.	Сучасні дослідження будови речовини. Атоми і молекули. Будова атома. Наноматеріали. Основи молекулярно-кінетичної теорії будови речовини. Ідеальний газ. Тиск газу. Основне рівняння молекулярно-кінетичної теорії ідеального газу. Абсолютна шкала температур. Рівняння стану ідеального газу. Ізопроцеси. Внутрішня енергія тіл. Кількість теплоти. Робота термодинамічного процесу. Перший закон

Пояснює: дискретну будову речовини, основні положення МКТ; властивості агрегатних станів речовини на основі МКТ, термодинамічний та молекулярно-кінетичний зміст температури, основне рівняння молекулярно-кінетичної теорії, газові закони, ентропію як характеристику напрямку і необоротності протікання процесів у системі; застосування першого закону термодинаміки до ізопроцесів, принцип дії теплових машин, властивості рідин, газів та твердих тіл та їх фазові переходи, залежність тиску і густини насиченої пари від температури, капілярність і змочування, діаграму стану речовини. *Діяльнісний компонент* розв'язує задачі: на розрахунок кількості речовини; використання основного рівняння МКТ; рівняння стану газу; газових законів; першого закону термодинаміки; ККД теплової машини; визначення вологості повітря, поверхневого натягу; визначення модуля пружності. *Будує* та *аналізує* графіки ізопроцесів; *Експериментально досліджує* ізопроцеси, *визначає* вологість повітря, силу поверхневого натягу речовини. *Ціннісний компонент* *оцінює:* значення теплових явищ, вологості, капілярних явища для життєдіяльності біосфери; переваги та недоліки різних джерел енергії; усвідомлює важливість знань про будову речовини для розвитку сучасної техніки та технологій, встановлення чинників	термодинаміки. Адіабатний процес. Теплові машини. Принцип дії теплових машин. Цикл теплових машин. Коефіцієнт корисної дії теплових машин. Необоротність теплових процесів. Ентропія. Властивості насиченої й ненасиченої пари. Вологість повітря. Поверхневий натяг рідини. Змочування. Капілярні явища. Деформації. Механічні властивості твердих тіл. Модуль Юнга. *Рекомендовані демонстрації* 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. 10. Залежність між об'ємом, тиском і температурою. 11. Зміна внутрішньої енергії тіла внаслідок виконання роботи. 12. Необоротність теплових процесів.

шкідливого впливу на людину та навколишнє середовище та вироблення методів його зменшення.	13.Принцип дії теплового двигуна. 14.Моделі різних видів теплових двигунів. 15.Будова холодильної машини.
Навчальні проекти	
Практикум із розв'язування задач	
Лабораторний практикум	*Орієнтовна тематика експериментальних робіт* Вивчення одного з ізопроцесів. Визначення коефіцієнта поверхневого натягу рідини. Визначення модуля пружності різних речовин.
Навчальні проекти	
Практикум із розв'язування задач	
Узагальнюючі заняття	

11 клас

(4 години на тиждень всього 140 годин, з них на астрономічний складник відводиться 35 годин)

Розділ 1. Електродинаміка	
Знаннєвий компонент *Оперує поняттями і термінами*: точковий заряд, електризація тіл, електричний заряд, електричне поле, закон Кулона, лінії напруженості електричного поля, напруженість електричного поля, потенціал та різниця потенціалів, енергія електричного поля, електрична ємність, конденсатор, постійний електричний струм, джерело струму, сторонні сили, сила струму, ЕРС, опір провідника, надпровідність, потужність електричного струму; послідовне і паралельне з'єднання провідників; закон Ома, закон Джоуля-Ленца, носії електричного струму в різних середовищах, дірка, електронно-дірковий перехід, електроліти, електролітична дисоціація, електроліз, закон Фарадея, іонізація газів, газовий розряд та його види, термоелектронна емісія, магнітна взаємодія, вектор магнітної індукції, сила Ампера, сила Лоренца, явище електромагнітної індукції, магнітний потік, правило Ленца, закон електромагнітної індукції, явище самоіндукції, індуктивність, енергія магнітного поля струму. *Пояснює*: властивості електричного поля, принцип суперпозиції, зв’язок напруженості електричного поля з різницею потенціалів; сутність силової та енергетичної характеристик електричного і магнітного поля, закон Ома для повного кола, природу електричного струму в металах,	Електромагнітна взаємодія. Електричне поле. Напруженість електричного поля. Принцип суперпозиції. Електрична взаємодія точкових зарядів. Закон Кулона. Речовина в електричному полі. Провідники і діелектрики в електричному полі. Робота під час переміщення заряду в однорідному електричному полі. Потенціал електричного поля. Різниця потенціалів. Зв’язок напруженості електричного поля з різницею потенціалів. Електроємність. Електроємність плоского конденсатора. З’єднання конденсаторів. Енергія електричного поля. Використання конденсаторів у техніці. Постійний електричний струм. Електрорушійна сила. Закон Ома для повного кола. Розрахунок електричних кіл з послідовним і паралельним з'єднанням провідників. Робота та потужність електричного струму. Безпека під час роботи з електричними пристроями. Електричний струм у металах. Залежність питомого опору від температури. Надпровідність. Електропровідність напівпровідників. Власна і домішкова провідність напівпровідників. Електронно-дірковий перехід: його властивості і

електролітах, газах, напівпровідниках, вакуумі, електронну провідність металів та електропровідність напівпровідників, властивості плазми; природу електромагнітної взаємодії, дію магнітного поля на провідник зі струмом, рухомі заряджені частинки, закон електромагнітної індукції, принцип дії електричних двигунів. *Діяльнісний компонент* *Розв'язує задачі:* на застосування формул напруженості електричного поля, напруженості поля точкового заряду, принципу суперпозиції полів; ємності конденсатора, енергії зарядженого конденсатора; на закон Ома для повного кола; на розрахунок електричних кіл з послідовним і паралельним з'єднанням провідників, визначення роботи та потужності електричного струму; на взаємодію магнітного поля з провідником зі струмом, застосування формул сили Ампера, сили Лоренца, закону електромагнітної індукції, ЕРС самоіндукції, енергії магнітного поля. *Визначає* напрям індукційного струму, сили Лоренца та Ампера; *Зображує* електричне і магнітне поле за допомогою силових ліній, схеми з'єднань. *Дотримується* правил безпеки життєдіяльності під час роботи з електричними приладами та обладнанням. *Експериментально* визначає ЕРС джерела струму, досліджує електричні кола з різними елементами, явища електромагнітної індукції. *Ціннісний компонент*	застосування. Напівпровідникова елементна база сучасної мікроелектроніки. Електричний струм у розчинах і розплавах електролітів. Електроліз та його закони. Газові розряди та їх застосування. Плазма. Електричний струм у вакуумі. Термоелектронна емісія. Застосування електричного струму у різних середовищах у техніці і технологіях. Електрична і магнітна взаємодії. Взаємодія провідників зі струмом. Магнітне поле струму. Лінії магнітного поля прямого і колового струмів. Індукція магнітного поля. Потік магнітної індукції. Дія магнітного поля на провідник зі струмом. Сила Ампера. Дія магнітного поля на рухомі заряджені частинки. Сила Лоренца. Принцип дії електричних двигунів. Електромагнітна індукція. Магнітний потік. Закон електромагнітної індукції. Самоіндукція. Індуктивність. Енергія магнітного поля. Використання явища електромагнітної індукції в сучасній техніці і технологіях. *Рекомендовані демонстрації* 1. Електричне поле заряджених кульок. 2. Будова й дія конденсатора постійної та змінної ємності.

Оцінює перспективи технічного використання: напівпровідникових приладів; електричного струму в різних середовищах; магнітного поля в медицині; магнітних властивостей речовини; енергоефективність різних електроприладів; усвідомлює необхідність та основні принципи енергозбереження в побуті.	3. Енергія зарядженого конденсатора. 4. Залежність сили струму від ЕРС джерела та повного опору кола. 5. Дія магнітного поля на струм. 6. Електромагнітна індукція. Правило Ленца. 7. Залежність ЕРС індукції від швидкості зміни магнітного потоку. 8. Залежність ЕРС самоіндукції від швидкості зміни сили струму в колі та індуктивності провідника.
Навчальні проекти	
Практикум із розв'язування задач	
Лабораторний практикум	*Орієнтовна тематика експериментальних робіт* Визначення енергії зарядженого конденсатора та його ємності. Перевірка законів послідовного та паралельного з'єднання провідників. Визначення ЕРС та внутрішнього опору джерела струму. Розширення меж вимірювання амперметра та вольтметра. Дослідження властивостей p-n переходу. Дослідження електричного кола з напівпровідниковим діодом Визначення електрохімічного еквіваленту речовини. Дослідження явища електромагнітної індукції.

Розділ 2. Коливання та хвилі	
Знаннєвий компонент *Оперує поняттями і термінами*: види механічних коливань; гармонічні коливання; період коливань математичного та пружинного маятника; механічні хвилі; довжина хвилі, інтерференція і дифракція хвиль, вільні електромагнітні коливання; коливальний контур; резонанс, вимушені електричні коливання, змінний струм, трансформатор, електромагнітні хвилі; світло, закони відбивання і заломлення світла, дисперсія світла, інтерференція, дифракція та поляризація світла, сила світла, освітленність, яскравість. *Пояснює* перетворення енергії в коливальних системах; утворення й поширення механічних і електромагнітних хвиль; діапазони електромагнітних хвиль та їх властивості; сутність змінного струму як вимушених електромагнітних коливань, будову та принцип дії трансформатора; пояснює на якісному рівні принципи дії електропобутових приладів і пристроїв (радіо, телекомунікаційних пристроїв тощо); суть хвильових властивостей світла: поширення світла в різних середовищах, розсіювання й поглинання світла; інтерференцію й дифракцію світлових хвиль; поляризацію й дисперсію світла. *Діяльнісний компонент* *Експериментально* визначає період коливань маятника, довжину електромагнітної хвилі за її частотою; досліджує залежність періоду коливань маятника.	Механічні коливання. Гармонічні коливання. Рівняння гармонічних коливань. Математичний та пружинний маятники. Перетворення енергії під час коливань. Вимушені коливання. Поняття про автоколивання. Резонанс. Поширення механічних коливань у пружному середовищі. Принцип Гюйгенса. Вільні електромагнітні коливання. Коливний контур. Вимушені електромагнітні коливання. Змінний струм та його характеристики. Діючі значення напруги і сили струму. Трансформатор. Виробництво, передача та використання енергії електричного струму. Утворення і поширення електромагнітних хвиль. Властивості електромагнітних хвиль. Фізичні основи сучасного телекомунікаційного зв’язку. Світло як електромагнітна хвиля. Поширення світла в різних середовищах. Ефект Доплера. Поглинання і розсіювання світла. Інтерференція і дифракція світлових хвиль. Поляризація й дисперсія світла. Основні фотометричні величини та їх вимірювання. Геометрична оптика як граничний випадок хвильової. Закони геометричної оптики. Побудова зображень, одержаних за допомогою лінз і дзеркал. Кут зору. Оптичні прилади та їх застосування.

Розв'язує задачі на застосування формули взаємозв'язку довжини, періоду й швидкості поширення хвилі; закони геометричної оптики, період дифракційної гратки, фотометричні величини. *Представляє* отримані результати графічно і за допомогою формул. Будує зображення, одержані за допомогою дзеркал і лінз. *Ціннісний компонент* Оцінює важливість спостережень у всьому діапазоні електромагнітного спектра; можливості використання різних видів електромагнітних хвиль у техніці, на виробництві; застосування оптичних явищ у техніці й виробництві.	*Рекомендовані демонстрації* 1. Вільні коливання вантажу на нитці та вантажу на пружині. 2. Вимушені коливання. 3. Резонанс. 4. Вільні електромагнітні коливання низької частоти в коливальному контурі та залежність їхньої частоти від електроємності та індуктивності контуру. 5. Утворення змінного струму у витку під час його обертання в магнітному полі. 6. Осцилограми змінного струму. 7. Випромінювання й приймання електромагнітних хвиль. 8. Світловод. 9. Одержання інтерференційних смуг. 10. Дифракція світла від вузької щілини та дифракційної гратки. 11. Дисперсія світла під час його проходження крізь тригранну призму.
Навчальні проекти	
Практикум із розв'язування задач	
Лабораторний практикум	*Орієнтовні теми експериментальних робіт* Визначення прискорення вільного падіння за допомогою нитяного маятника. Дослідження коливань пружинного маятника. Визначення роздільної здатності людського ока.

	Визначення довжини світлової хвилі.
Розділ 3. Квантова фізика	
Знаннєвий компонент *Оперує поняттями і термінами*: стала Планка та її значення, швидкість поширення світла у вакуумі, повітрі й воді; рівняння Ейнштейна для фотоефекту; радіоактивність, α-розпад, β-розпад, γ-випромінювання, період піврозпаду, термоядерний синтез, питома енергія зв'язку, енергетичний вихід ядерної реакції, кварки. *Пояснює*: сутність квантових постулатів Бора, енергетичні стани атома, положення хвильової і квантової теорії світла, рівняння Ейнштейна для фотоефекту; атомні і молекулярні спектри, протонно- нейтронну модель атомного ядра; стійкість ядер, альфа- і бета-розпади, дефект мас, формулу взаємозв’язку маси та енергії, способи забезпечення безпеки ядерних реакторів і АЕС, методи реєстрації елементарних частинок. *Діяльнісний компонент* *Розв’язує задачі* на розрахунок енергії та імпульсу фотона, застосування формули Планка, рівняння Ейнштейна для фотоефекту, квантових постулатів Н.Бора, енергію зв’язку атомного ядра, закон радіоактивного розпаду, взаємозв’язок маси та енергії. *Ціннісний компонент* Оцінює історичні особливості розвитку вчення про світло, становлення квантової фізики.	Квантові властивості атома. Квантові постулати М.Бора. Випромінювання та поглинання світла атомами. Атомні і молекулярні спектри. Неперервний спектр світла. Спектроскоп. Спектральний аналіз та його застосування. Квантові властивості світла. Гіпотеза М. Планка Світлові кванти. Енергія та імпульс фотона. Фотоефект. Рівняння фотоефекту. Застосування фотоефекту. Сонячні батареї. Атомне ядро. Ядерні сили та їх особливості. Ядерні реакції. Радіоактивність. Закон радіоактивного розпаду. Взаємозв’язок маси та енергії. Енергія зв’язку атомного ядра. Ядерна енергетика. Дозиметрія. Дози випромінювання. Захист від іонізуючого випромінювання. Елементарні частинки. Загальна характеристика елементарних частинок. Кварки. Космічне випромінювання. Методи реєстрації елементарних частинок. *Рекомендовані демонстрації* 1. Фотоефект на пристрої з цинковою пластинкою.

	2. Фотографії треків заряджених частинок. 3. Камера Вільсона. 4. Дозиметр.
Навчальні проекти	
Практикум із розв'язування задач	
Лабораторний практикум	*Орієнтована тематика експериментальних робіт* Спостереження неперервного і лінійчатого спектрів речовини Дослідження треків заряджених частинок за фотографіями
Астрономічний складник	

Розділ 1. Основи практичної астрономії	
Знаннєвий компонент *Оперує поняттями і термінами*: сузіря; точки й лінії небесної сфери; одиниці відстаней в астрономії; небесні координати, закони Кеплера. *Пояснює*: причини видимих рухів світил по небесній сфері; принцип визначення відстаней до небесних світил; визначення тривалості доби та календарного року за астрономічними спостереженнями; розрізняє: місцевий, поясний і всесвітній час; типи календарів. *Діяльнісний компонент* використовує рухому карту зоряного неба для розв'язування практичних завдань; орієнтується на місцевості по Сонцю і Полярною зорею. *Ціннісний компонент*	Небесні світила й небесна сфера. Сузір'я. Визначення відстаней до небесних світил. Небесні координати. Видимі рухи Сонця та планет. Закони Кеплера та їх зв'язок із законами Ньютона. Астрономія та визначення часу. Календар. *Рекомендовані демонстрації* 1. Телурій. 2. Глобус зоряного неба.

Оцінює значення основ практичної астрономії для практичних потреб людини	
Навчальні проекти	
Практикум із розв'язування задач	
Розділ 2. Фізика Сонячної системи	
Знаннєвий компонент *Оперує поняттями і термінами*: фізичні особливості тіл Сонячної системи етапи формування нашої планетної системи. *Пояснює*: причини парникового ефекту, причини виникнення припливів і відпливів; суть астероїдної небезпеки для Землі; використання законів руху небесних тіл для практичних потреб космонавтики; особливості рухів штучних супутників та автоматичних міжпланетних станцій; *Діяльнісний компонент* наводить приклади: дослідження тіл Сонячної системи з допомогою космічних апаратів; *Ціннісний компонент* Оцінює значення вивчення планет для природничих наук та вирішення практичних проблем людства.	Земля і Місяць. Природа тіл Сонячної системи. Космічні дослідження об'єктів Сонячної системи. Рух штучних супутників і автоматичних міжпланетних станцій. Розвиток космонавтики. Космогонія Сонячної системи. *Рекомендовані демонстрації* 1. Схема Сонячної системи. 2. Фотографії планет, їхніх супутників, малих планет, комет.
Навчальні проекти	
Практикум із розв'язування задач	
Розділ 3. Методи та засоби фізичних і астрономічних досліджень	
Знаннєвий компонент *Оперує поняттями і термінами*:	Основні фотометричні величини та їх вимірювання. Спектроскоп. Спектральний аналіз та його застосування.

діапазони випромінювання небесних світил; приймачі випромінювання; наземні та космічні телескопи; нейтринна і гравітаційна астрономія. *Пояснює*: принцип дії оптичного телескопа та радіотелескопа; особливості реєстрації випромінювання небесних світил; обґрунтовує: важливість спостережень у всьому діапазоні електромагнітного спектра; *Діяльнісний компонент* дотримується правил спостереження небесних об'єктів з допомоги шкільного телескопа. *Ціннісний компонент* Оцінює внесок астрономічних обсерваторій України та світу у розвиток теоретичної та практичної астрономії, застосування в телескопобудуванні досягнень техніки й технологій.	Випромінювання небесних світил. Методи астрономічних спостережень. Принцип дії і будова оптичного та радіотелескопа, детекторів нейтрино та гравітаційних хвиль. Приймачі випромінювання. Застосування в телескопобудуванні досягнень техніки і технологій. Сучасні наземні й космічні телескопи. Астрономічні обсерваторії. *Рекомендовані демонстрації* 1. Труба Галілея (оптичний телескоп). 2. Зображення (фотографії) та схеми сучасних наземних і космічних телескопів, детекторів нейтрино та гравітаційних хвиль. 3. Фотографії астрономічних обсерваторій
Навчальні проекти	
Практикум із розв'язування задач	
Розділ 4. Зорі і галактики	
Знаннєвий компонент *Оперує поняттями і термінами*: зоря, сонячна активність, подвійна зоря, фізичні змінні зорі, нейтронні зорі, чорні діри, галактика, зоряні скупчення, туманності, квазари. *Пояснює*: фізичні умови на Сонці; будову Сонця; походження плям, протуберанців, спалахів; циклічність сонячної активності; вплив сонячної активності на життя і здоров'я людей та біосферу Землі; різницю між типами зір; причину існування Молочного Шляху на зоряному небі Землі; природу чорної діри; місце Сонячної системи в	Зорі та їх класифікація. Сонце, його фізичні характеристики, будова та джерела енергії. Прояви сонячної активності та їх вплив на Землю. Види зір. Планетні системи інших зір. Еволюція зір. Чорні діри. Молочний Шлях. Будова Галактики. Місце Сонячної системи в Галактиці. Зоряні скупчення та асоціації. Туманності. Підсистеми Галактики та її спіральна структура.

Галактиці; природу галактик і квазарів; природу активності ядер галактик; методи, за допомогою яких визначають відстані до зір. *Діяльнісний компонент* *Розрізняє*: зорі, зоряні скупчення й асоціації, туманності, міжзоряне середовище. *Описує*: спектральну класифікацію зір; еволюцію зір; методи вимірювання відстаней до галактик; класифікацію галактик. *Дотримується* правил спостереження Сонця. *Ціннісний компонент* Оцінює масштаби астрономічних явищ та об'єктів, місце Сонячної системи в Галактиці.	Світ галактик. Квазари. *Рекомендовані демонстрації* 1. Фотографії Сонця в різних діапазонах хвиль. 2. Фотографії активних утворень на диску Сонця. 3. Графіки чисел Вольфа. 4. Порівняння розмірів різних типів зір. 5. Схеми еволюції зір. 6. Зображення (фотографії) зоряних скупчень і туманностей. 7. Схема будови Галактики. 8. Зображення (фотографії) різних типів галактик.
Навчальні проекти	
Практикум із розв'язування задач	
Розділ 5. Всесвіт	
Знаннєвий компонент *Оперує поняттями і термінами*: фундаментальні взаємодії в природі, антропний принцип. *Пояснює*: основні етапи еволюції всесвіту; основні положення СТВ, спостережні дані, які підтверджують теорію Великого Вибуху; пошук життя на інших планетах Сонячної системи; міжнародні наукові проекти з пошуку життя у Всесвіті, великомасштабну структуру Всесвіту; загальноприйняті моделі (сценарії) його походження й розвитку; імовірність існування життя на інших планетах, гіпотезу про існування інших Всесвітів; природу реліктового випромінювання; антропний принцип. *Ціннісний компонент*	Фундаментальні взаємодії в природі. Роль фізичної та астрономічної наук у формуванні наукового світогляду сучасної людини. Єдина природничо-наукова картина світу. Історія розвитку уявлень про Всесвіт. Походження й розвиток Всесвіту. Основні положення спеціальної теорії відносності. Проблеми космології. Людина у Всесвіті. Антропний принцип. Імовірність життя на інших планетах. Унікальність нашого Всесвіту. Питання існування інших всесвітів.

Виявляє ставлення та формулює оціночні судження щодо: особливостей Землі як унікальної планети Сонячної системи; існування позаземного життя у Всесвіті; унікальності нашого Всесвіту.	
Навчальні проекти	
Практикум із розв'язування задач	
Лабораторний практикум	
Узагальнюючі заняття	
Резерв	

Фізика
Профільний рівень

10 клас

Фізичний складник
(6 годин на тиждень; всього 210 годин)

Очікувані результати	Орієнтовний зміст навчального матеріалу
Вступ	
Знаннєвий компонент *Оперує поняттями і термінами* наука, наукова теорія. *Пояснює* роль фізичного знання в житті людини та суспільному розвитку. *Ціннісний компонент* Усвідомлює необхідність саморозвитку й самонавчання в умовах глобальних змін і викликів.	Світоглядний потенціал природничих наук. Роль фізичного знання в житті людини та суспільному розвитку. Початкові відомості про фундаментальні фізичні теорії як основу сучасних фізики та астрономії.

Розділ 1. Механіка	
Знаннєвий компонент *Оперує поняттями і термінами:* механічний рух; матеріальна точка; тверде тіло; центр маси тіла, тіло відліку, інерціальна та неінерціальна система відліку, радіус-вектор, траєкторія, переміщення, пройдений шлях, швидкість, прискорення, прискорення вільного падіння, період, частота, кутова швидкість, доцентрове прискорення, тангенційне прискорення, відносність механічного руху; закони динаміки; тиск, в'язкість, турбулентність, закони механіки рідин і газів; механічна робота, потужність, кінетична енергія, потенціальна енергія, робота сил тяжіння, пружних сил, сил тертя, імпульс, момент імпульсу, момент сили; постулати спеціальної теорії відносності. *Пояснює*: основні поняття та закони, принципи, правила механіки та СТВ, формули для визначення фізичних величин, математичні вирази законів механіки та СТВ, властивості простору і часу у класичній механіці та у спеціальній теорії відносності, сутність принципів відносності Галілея та А.Ейнштейна, відносність довжини й часу, відносність одночасності подій у рухомій і нерухомій системі відліку, просторово-часові властивості фізичного світу. *Визначає* умови, за яких механічна енергія, імпульс, момент імпульсу зберігаються; рівноваги твердого тіла; межі застосування законів механіки. *Діяльнісний компонент*	Кінематичний опис механічного руху матеріальної точки. Рівномірний і нерівномірний прямолінійний рух. Графіки залежності кінематичних величин від часу у рівномірному і рівноприскореному рухах. Відносність механічного руху. Кінематичні характеристики в різних системах відліку: відносні та інваріантні величини. Принцип відносності Галілея. Класичний закон додавання швидкостей. Криволінійний рух. Рівномірний та нерівномірний рух по колу. Основні поняття і закони динаміки. Інерціальні та неінерціальні системи відліку і явища, що в них спостерігаються. Сили в механіці. Потенціальна та кінетична енергії. Умови рівноваги твердого тіла. Момент сили. Обертальний рух твердого тіла. Основне рівняння динаміки обертального руху. Момент імпульсу. Кінетична енергія тіла, яке обертається. Гіроскоп. Закони збереження в механіці: закон збереження імпульсу, закон збереження моменту імпульсу, закон збереження енергії. Механіка рідин і газів: тиск у рідинах і газах, закон Паскаля, закон Архімеда, закон Бернуллі, в'язкість.

Спостерігає і описує різні види механічного руху і механічної взаємодії тіл в природі і техніці. *Розв'язує задачі* (різних видів і типів, у тому числі комбіновані з кількох розділів фізики) на застосування: - функціональної залежності між фізичними величинами на: рівномірний та рівноприскорений прямолінійний рухи, відносний рух, рівномірний та нерівномірний рух по колу, обертальний рух твердого тіла, рух під дією кількох сил, рух зв'язних тіл, рух рідин і газів, рух в неінерціальних системах відліку; рух тіл, швидкість яких наближається до швидкості світла; - законів: Ньютона, Гука, Архімеда, Бернуллі, всесвітнього тяжіння; збереження (енергії, імпульсу, моменту імпульсу); перетворення Лоренца, релятивістський закон додавання швидкостей. *Експериментально досліджує* властивості різних видів руху, *визначає* параметри руху (прискорення руху, висоту і дальність польоту тіла, кинутого під кутом до горизонту, коефіцієнт тертя); *перевіряє* закони руху і збереження; *вимірює* сили. *Застосовує* методи моделювання та аналогій для пояснення механічних явищ і процесів. *Уміє* графічно зображати функціональні залежності опису механічного руху та взаємодії. *Використовує* набуті знання у навчальній і практичній діяльності. *Ціннісний компонент* Виявляє ставлення та оцінює на якісному рівні результати використання знань з механіки в реальних життєвих ситуаціях.	Межі застосування законів класичної механіки. Основні положення СТВ та їхні наслідки. Релятивістський закон додавання швидкостей. *Рекомендовані демонстрації* 1. Відносність руху. 2. Залежність траєкторії руху тіла від обраної системи відліку. 3. Напрям швидкості під час руху по колу. 4. Обертання тіла з різною частотою. 5. Додавання сил, що діють під кутом одна до одної. 6. Рівновага тіл під дією кількох сил. 7. Умови рівноваги тіл. 8. Дослід із «жолобом Галілея». 9. Про теорію відносності (фрагменти відео) 10. Залежність сили пружності від деформації. 11. Сили тертя. 12. Зміна енергії тіл при виконанні роботи. 13. Взаємні перетворення кінетичної і потенціальної енергії.

Висловлює судження про простір і час, зв'язок класичної та релятивістської фізики.	
Навчальні проекти	
Практикум із розв'язування задач	
Розділ 2. Молекулярно-кінетична теорія будови речовини. Термодинаміка	
Знаннєвий компонент *Оперує поняттями і термінами:* атом, ядро, нуклони, ізотопи, протонно-нейтронна модель атомного ядра, наноматеріали, молекулярно-кінетична теорія, сили молекулярної взаємодії, відносна молекулярна маса, атомна одиниця маси, кількість речовини, молярна маса, нормальні умови, закон Авогадро, ідеальний газ, основне рівняння молекулярно-кінетичної теорії газів (рівняння Клаузіуса), тиск, середня квадратична швидкість руху молекул, універсальна газова стала, температура, число ступенів свободи, статистичні закономірності, рівняння стану ідеального газу, парціальний тиск, закон Дальтона, газові закони, внутрішня енергія, робота газу, закони термодинаміки, ентропія, цикл Карно, адіабатний процес, ККД теплового двигуна; насичена та ненасичена пара, абсолютна та відносна вологість повітря; поверхневий натяг рідини, змочування, капілярні явища; властивості кристалічних і аморфних тіл, механічна напруга, закон Гука, модуль Юнга, діаграма розтягу твердих тіл; рівновага фаз та фазові переходи. *Пояснює*: методи дослідження будови речовини; дискретну будову речовини, основні положення МКТ; способи визначення розмірів і мас молекул, природу сил міжмолекулярної	Основні положення молекулярно-кінетичної теорії будови речовини. Атоми і молекули. Будова атома і атомного ядра. Сучасні методи дослідження будови речовини. Наноматеріали. Ідеальний газ як фізична модель. Швидкості молекул газу та їх вимірювання. Тиск газів. Основне рівняння молекулярно-кінетичної теорії газів. Рівняння стану ідеального газу. Газові закони. Основи термодинаміки: основні поняття термодинаміки, перший закон термодинаміки, робота ідеального газу при ізопроцесах, адіабатний та політропний процеси оборотні та необоротні процеси. Ентропія. Цикли теплових машин, цикл Карно, другий закон термодинаміки, третій закон термодинаміки. Реальні гази Властивості насиченої й ненасиченої пари. Вологість повітря. Тверді тіла (кристалічні та аморфні), механічні властивості твердих тіл, механічна напруга, модуль Юнга, теплове розширення твердих тіл.

взаємодії, дослід Штерна, властивості агрегатних станів речовини на основі МКТ, мікроскопічні та макроскопічні параметри газу, термодинамічний та молекулярно-кінетичний зміст температури, основне рівняння молекулярно-кінетичної теорії, газові закони, ентропію як функція стану термодинамічної системи; застосування першого закону термодинаміки до ізопроцесів, принцип дії теплових машин, властивості рідин, газів та твердих тіл та їх фазові переходи, залежність тиску і густини насиченої пари від температури, капілярність і змочування, діаграму стану речовини. *Діяльнісний компонент* *Спостерігає і описує* фізичні властивості речовини у природі й техніці. *Розв'язує* задачі (різних видів і типів, у тому числі комбіновані з кількох розділів фізики) на: розрахунок кількості речовини, використання основного рівняння МКТ, рівняння стану газу, газових законів, першого закону термодинаміки; ККД теплової машини; визначення вологості повітря, поверхневого натягу; визначення модуля пружності. *Будує* та *аналізує* графіки ізопроцесів; діаграму розтягу. *Експериментально досліджує* ізопроцеси, вимірює вологість повітря, атмосферний тиск; визначає коефіцієнт поверхневого натягу рідин, модуль пружності гуми. *Застосовує* методи моделювання та аналогій для пояснення теплових явищ і процесів. *Використовує* набуті знання у навчальній і практичній діяльності. *Ціннісний компонент*	Рідини: загальні властивості будови рідин, поверхневий шар рідини, поверхневий натяг, осмотичний тиск, змочування, капілярні явища. Рідкі кристали. Рівновага фаз та фазові переходи. *Рекомендовані демонстрації* 1. Модель досліду Резерфорда. 2. Властивості насиченої пари. 3. Кипіння води за зниженого тиску. 4. Будова й принцип дії психрометра. 5. Поверхневий натяг рідини. 6. Скорочення поверхні мильних плівок. 7. Капілярне піднімання рідини. 8. Пружна й залишкова деформації. 9. Вирощування кристалів. 10. Властивості та застосування рідких кристалів і полімерів. 11. Залежність між об'ємом, тиском і температурою. 12. Зміна внутрішньої енергії тіла внаслідок виконання роботи. 13. Необоротність теплових процесів. 14. Принцип дії теплового двигуна. 15. Моделі різних видів теплових двигунів. 16. Будова холодильної машини.

Висловлює судження щодо глобальних проблем людства, пов'язаних з енергетичним та ресурсним забезпеченням, зміни в кліматі Землі, роль теплоенергетики в економіці та суспільному житті країни, екологічні загрози щодо використання теплових машин, забруднення середовища, виробництва та утилізації синтетичних матеріалів. *Оцінює* вплив вологості повітря на живі організми та технологічні процеси; позитивний і негативний вплив поверхнево-активних речовин, капілярних явищ в природі та техніці, сучасні теплоізоляційні матеріали.	
Лабораторний практикум За результатами виконання лабораторного практикуму учні оволодівають експериментальними методами вимірювання фізичних величин, дослідження явищ, удосконалюють навички роботи з фізичними приладами, удосконалюють здатність узагальнювати дослідні факти і робити висновки про спостережувані явища і процеси.	1. Визначення прискорення тіла під час рівноприскореного руху. 2. Дослідження вільного падіння тіл. 3. Дослідження руху тіла, кинутого горизонтально. 4. Визначення центра мас плоских фігур. 5. Вимірювання прискорення вільного падіння. 6. Дослідження руху тіла, кинутого вертикально вгору 7. Вимірювання маси тіл. 8. Дослідження пружних властивостей тіл. 9. Визначення модуля пружності гуми. 10. Дослідження руху зв'язаних тіл. 11. Визначення гальмівного шляху тіла та коефіцієнта тертя ковзання. 12. Дослідження перетворення потенціальної енергії в кінетичну. 13. Дослідження механічного руху тіл із застосуванням закону збереження енергії.

	14. Дослідження обертального руху твердого тіла. 15. Оцінювання розмірів молекул. 16. Вимірювання атмосферного тиску. 17. Визначення постійної Больцмана. 18. Визначення кількості водяної пари в повітрі. 19. Вивчення одного з ізопроцесів. 20. Визначення коефіцієнта поверхневого натягу рідини. 21. Визначення модуля пружності різних речовин.
Навчальні проекти	
Практикум із розв'язування задач	
Узагальнюючі заняття	
Резерв	

Астрономічний складник
(1 год. на тиждень всього 35 год)

Очікувані результати	***Орієнтовний зміст навчального матеріалу***
Вступ.	
Знаннєвий компонент *Оперує поняттями і термінами:* об'єкти дослідження в астрономії, основні розділи астрономії; космічні програми. *Пояснює*: причини, що зумовили й стимулювали зародження й розвиток астрономії; роль спостережень в астрономії, приклади використання астрономічних знань в життєдіяльності людини; зв'язки астрономії з іншими науками. *Ціннісний компонент* Оцінює значення астрономії для практичного і духовного розвитку людства.	Астрономія — фундаментальна наука. Розділи астрономії. Об'єкти дослідження в астрономії. Астрономічні спостереження. Зв'язок астрономії з іншими науками. Значення астрономічних знань для людства.. *Рекомендовані демонстрації* 1. Портрети видатних астрономів. 2. Зображення об'єктів дослідження в астрономії.
Розділ 1. Спостереження зоряного неба. Рух небесних світил	
Знаннєвий компонент *Оперує поняттями і термінами:* небесна сфера, системи небесних координат (горизонтальна, перша і друга екваторіальна), основні лінії і точки небесної сфери, сузір'я, видима та абсолютна зоряна величина; формула Погсона, одиниці відстаней (астрономічна одиниця, парсек, світловий рік), мапи зоряного неба, каталоги небесних об'єктів, кульмінація, екліптика, прецесія, сонячна і зоряна доба, середнє Сонце, зоряний і тропічний роки. *Пояснює*: поділ зоряного неба на сузір'я, їх кількість за сучасним поділом, зв'язок між інтенсивністю випромінювання, відстанню та видимою	Зоряне небо, небесні світила і небесна сфера. Основні лінії й точки на небесній сфері. Системи небесних координат. Сузір'я. Видимі й абсолютні зоряні величини. Визначення відстаней в астрономії. Зоряні мапи й каталоги небесних об'єктів. Добовий рух небесних світил. Зміна вигляду зоряного неба упродовж року. Видимий рух Сонця.

зоряною величиною, використання горизонтальної та екваторіальної систем координат; причини зміни зоряного неба впродовж доби, року, вигляд зоряного неба на різних широтах, залежність висоти полюса світу від географічної широти місця спостереження видимий рух Сонця відносно зір протягом року, зміну дня і ночі та пір року, використання зоряного та сонячного часу, принципи вимірювання і лічби часу, причину різної тривалості зоряної і сонячної доби, введення шкал атомного і координованого часу. *Діяльнісний компонент* *Орієнтується* на місцевості за Сонцем, сузір'ями і Полярною зорею. *Показує* на зоряному небі характерні сузір'я; найяскравіші зорі (Сиріус, Вега, Капела, Спіка, Арктур); точки і лінії небесної сфери. *Користується* зоряними атласами, каталогами небесних об'єктів (у тому числі й комп'ютерними системами орієнтування) *Розв'язує задачі* на знаходження висот світил за заданими екваторіальними координатами; на формулу Погсона, визначення часу. *Ціннісний компонент* *Оцінює* сузір'я як пам'ятники стародавньої культури людства; роль астрономічних спостережень у визначенні часу й літочислення.	Вигляд зоряного неба на різних широтах. Орієнтування на місцевості по небесних світилах. Визначення часу з астрономічних спостережень. *Рекомендовані демонстрації* 1. Модель небесної сфери. 2. Зоряні мапи і каталоги. 3. Глобус зоряного неба. 4. Телурій.
Навчальні проекти	
Практикум із розв'язування задач	
Розділ 2. Сонячна система. Фізика тіл Сонячної системи	
Знаннєвий компонент *Оперує поняттями і термінами:* геоцентрична та геліоцентрична системи світу, Сонячна система, основні етапи формування Сонячної системи;	Системи світу Птолемея і М. Коперника. Етапи формування та будова Сонячної системи.

планета, карликова планета, малі тіла Сонячної системи, астероїд, комета; метеорне тіло, метеор, метеорний потік, радіант, метеорит, планетезималь, правило Тіциуса-Боде, конфігурації планет, верхні і нижні планети, планети земної групи і планети-гіганти, закони Кеплера, космос, штучні супутники та автоматичні міжпланетні станції, космічні швидкості, фази Місяця, фізичні та орбітальні характеристики планет. *Пояснює*: основні гіпотези і теорії виникнення Сонячної системи; будову Сонячної системи; схематично механізм утворення планет у Сонячній системі, причини парникового ефекту; космічні причини кліматичних змін на Землі; причини виникнення припливів і відпливів на Землі; принцип використання горизонтального паралаксу для визначення відстаней у Сонячній системі; закони руху космічних тіл; фази Місяця та причину їх появи; причину місячних та сонячних затемнень; умови видимості планет у різних конфігураціях та видимий петлеподібний рух планет; фізичні та орбітальні характеристики планет, головні подібності та відмінності між планетами земної групи та планетами-гігантами; фізичні характеристики малих тіл Сонячної системи; утворення хвоста комети; природу світіння метеорів; суть астероїдної небезпеки для Землі; використання законів руху в небесній механіці; використання законів руху небесних тіл для практичних потреб космонавтики; особливості рухів штучних супутників та автоматичних міжпланетних станцій; *Діяльнісний компонент* *Показує* планети Сонячної системи, видимі неозброєним оком;	Закони Кеплера та їх зв'язок із законами Ньютона. Елементи орбіт та їх геометричне подання. Космічні швидкості на поверхнях небесних тіл та у просторі. Рух штучних супутників і автоматичних міжпланетних станцій. Розвиток космонавтики. Космічні дослідження об'єктів Сонячної системи. Використання законів руху для визначення відстаней до тіл Сонячної системи, а також розмірів і мас небесних тіл. Видимі рухи Сонця, Місяця, планет. Планетні конфігурації, синодичні та сидеричні періоди. Система Земля-Місяць. Фази Місяця. Місячні та сонячні затемнення. Загальні характеристики планет, карликових планет та малих тіл Сонячної системи. *Рекомендовані демонстрації* 1. Схема Сонячної системи. 2. Динамічна модель Сонячної системи. 3. Фотозображення Сонця і Місяця під час затемнень. 4. Космічні знімки астероїдів, комет, метеорів та метеорних потоків. 5. Фотозображення метеоритів.

Розв'язує задачі на: закони Кеплера, розрахунок орбіт і космічних швидкостей; на розрахунки відстаней та визначення мас тіл Сонячної системи. *Ціннісний компонент* *висловлює судження* щодо значення дослідження тіл Сонячної системи з допомогою космічних апаратів; окремі космічні місії; *оцінює* унікальність планети Земля, роль Місяця у земних процесах.	6. Карта розподілу на небесній сфері радіантів відомих метеорних потоків. 7. Фотозображення астроблем. 8. Зображення космічних апаратів, призначених для вивчення об'єктів Сонячної системи.
Навчальні проекти	
Практикум із розв'язування задач	
Лабораторний практикум	1. Виготовлення найпростішого кутоміра й вимірювання кутових відстаней на небі. 2. Визначення висоти Сонця над горизонтом з допомогою гномона. 3. Визначення географічної широти місцевості зі спостережень Полярної зорі.
Узагальнюючі заняття	
Резерв	

11 клас
Фізичний складник
(6 годин на тиждень; всього 210 годин)

Очікувані результати	Орієнтовний зміст навчального матеріалу
Розділ 1. Електродинаміка	
Знаннєвий компонент *Оперує поняттями і термінами:* точковий заряд, електризація тіл, електрично ізольована система тіл, електричний заряд, електричне поле, закон Кулона, лінії напруженості електричного поля, напруженість електричного поля, потенціал та різниця потенціалів, енергія електричного поля, густина енергії електричного поля, електрична ємність, конденсатор, вільні і зв'язані заряди, відносна діелектрична проникність середовища; поляризація діелектрика; постійний електричний струм, джерело струму, сторонні сили, сила струму, ЕРС, опір провідника, потужність електричного струму; послідовне і паралельне з'єднання провідників; закон Ома, правила Кірхгофа, закон Джоуля-Ленца, ККД електричного кола, носії електричного струму в різних середовищах, дірка, електронно-дірковий перехід, електроліти, електролітична дисоціація, електроліз, закон Фарадея, іонізація газів, газовий розряд та його види, надпровідність, магнітна взаємодія, вектор магнітної індукції, закон Ампера, сила Ампера, сила Лоренца, магнітна проникність середовища; магнітна проникність речовини, діамагнетики, парамагнетики, феромагнетики, постійні магніти, температура Кюрі, електромагніти, магнітний момент, явище електромагнітної індукції, досліди М. Фарадея, правило Ленца,	Предмет і методи електродинаміки. Електричне поле у вакуумі: електричний заряд, взаємодія електричних зарядів, закон Кулона, електричне поле, напруженість електричного поля, робота сил електростатичного поля, потенціальний характер електростатичного поля, потенціал та різниця потенціалів. Енергія взаємодії електричних зарядів, енергія електричного поля, густина енергії електричного поля. Електричне поле у речовині: провідники в електричному полі, електрична ємність, конденсатори, діелектрики в електричному полі, поляризація діелектриків, діелектрична проникність, електрети і сегнетоелектрики, п’єзоелектрики, рідкі кристали в електричному полі. Постійний електричний струм: електричний струм та умови його існування, закон Ома для ділянки кола, з'єднання провідників, сторонні сили, електрорушійна сила, закон Ома для неоднорідної ділянки кола та повного кола, коротке замикання, правила Кірхгофа та їх застосування, робота і потужність електричного струму, теплова дія електричного струму, закон

закон електромагнітної індукції, вихрові струми, явище самоіндукції, індуктивність, енергія магнітного поля струму, густина енергії магнітного поля. *Пояснює*: закон збереження електричного заряду, закон Кулона, межі їх застосування, принцип суперпозиції, зв'язок напруженості електричного поля з різницею потенціалів; сутність силової та енергетичної характеристик електричного та магнітного полів, вплив провідників і діелектриків на електричне поле; закон Ома для ділянки кола і повного кола, дії електричного струму, передачу потужності від джерела до споживача; основні положення електронної теорії провідності металів, залежність опору металевого провідника від температури, природу електричного струму в металах, електролітах, газах, напівпровідниках, вакуумі, електричні явища в контактах та їх застосування, властивості плазми; природу електромагнітної взаємодії, дію магнітного поля на провідник зі струмом та електрично заряджені частинки, рух заряджених частинок в магнітному полі; магнітні властивості речовин, закон електромагнітної індукції, явище самоіндукції, індуктивність. *Діяльнісний компонент* *Застосовує* отримані знання для безпечного використання побутових електричних приладів і технічних пристроїв. *Розв'язує* задачі (різних видів і типів, у тому числі комбіновані з кількох розділів фізики) на: застосування знань про силові та енергетичні характеристики електричного поля, принцип суперпозиції полів; ємність конденсатора, еквівалентні ємності при різних з'єднаннях конденсаторів, енергію зарядженого	Джоуля-Ленца, ККД електричного кола, заходи та засоби безпеки під час роботи з електричними пристроями. Електрокари. Електричний струм в твердих тілах (провідність металів та напівпровідників, електричні явища в контактах та їх застосування), вакуумі, рідинах (електроліти, електролітична дисоціація, електроліз, закон Фарадея, застосування електролізу) та газах (іонізація газів, газовий розряд та його види, поняття про плазму та її використання). Електромагнетизм (електромагнітна взаємодія, закон Ампера, магнітне поле струму, магнітна індукція, лінії магнітної індукції прямого та колового струмів, однорідне магнітне поле, потік магнітної індукції, дія магнітного поля на рухомі заряджені частинки, використання сили Лоренца; контур зі струмом в магнітному полі, магнітний момент контуру зі струмом). Постійне магнітне поле в речовині (магнітні властивості речовини, магнітна проникність речовини, діамагнетики, парамагнетики, феромагнетики, постійні магніти, температура Кюрі, електромагніти та їх застосування, вплив магнітного поля на живі організми.) Електромагнітна індукція (явище електромагнітної індукції, досліди М. Фарадея, правило Ленца, закон

конденсатора; на закон Ома для повного кола з послідовним і паралельним з'єднанням провідників, правила Кірхгофа, закон Джоуля-Ленца, роботу та потужність електричного струму, ККД, силу Лоренца та Ампера, закон електромагнітної індукції. *Визначає* напрям індукції магнітного поля, індукційного струму, сили Лоренца та Ампера. *Експериментально досліджує* електричні кола з різними елементами, явище електромагнітної індукції. *Зображує*: електричне та магнітне поле за допомогою силових ліній, схеми з'єднань елементів електричного кола. *Ціннісний компонент* *Висловлює судження щодо* застосування напівпровідників в сучасних комп'ютерах та гаджетах; використання електричного струму в різних середовищах; магнітного поля та магнітних властивостей речовини в техніці, медицині та в побуті; вплив магнітного та електричного полів на живі організми.	електромагнітної індукції, вихрові струми, явище самоіндукції, індуктивність, енергія магнітного поля струму, густина енергії магнітного поля). Використання явища електромагнітної індукції в сучасній техніці: детекторі металу по аеропорту, в поїзді на магнітній подушці, побутових СВЧ-печах, записах і відтворення інформації. *Рекомендовані демонстрації* 1. Електричне поле заряджених кульок. 2. Будова й дія конденсатора постійної та змінної ємності. 3. Енергія зарядженого конденсатора. 4. Залежність сили струму від ЕРС джерела та повного опору кола. 5. Дія магнітного поля на струм. 6. Електромагнітна індукція. Правило Ленца. 7. Залежність ЕРС індукції від швидкості зміни магнітного потоку. 8. Залежність ЕРС самоіндукції від швидкості зміни сили струму в колі та індуктивності провідника.
Навчальні проекти	
Практикум із розв'язування задач	
Розділ 2. Коливання та хвилі	
Знаннєвий компонент	Механічні коливання: коливальні процеси, гармонічні коливання, математичний маятник, фізичний маятник,

Оперує поняттями і термінами: види механічних коливань; гармонічні коливання; періоди коливань математичного і пружинного маятників; механічні хвилі; довжина хвилі, інтерференція і дифракція хвиль, принцип Гюйгеса, ефект Доплера, вільні електромагнітні коливання; коливальний контур; резонанс, змінний струм, трансформатор, електромагнітні хвилі; вихрове електричне поле, шкала електромагнітних хвиль; освітленість, сила світла, яскравість, закони геометричної оптики; телескоп-рефрактор, телескоп-рефлектор, аберації лінзових телескопів, збільшення телескопа, роздільна здатність та проникна сила телескопа, радіотелескоп, радіоінтерферометр, дисперсія світла, інтерференція, дифракція та поляризація світла. *Пояснює* перетворення енергії в коливальних системах; утворення й поширення механічних і електромагнітних хвиль; діапазони електромагнітних хвиль та їх властивості; сутність змінного струму як вимушених електромагнітних коливань, будову та принцип дії трансформатора; пояснює на якісному рівні принципи дії електропобутових приладів і пристроїв (радіо, телекомунікаційних пристроїв тощо); суть хвильових властивостей світла: поширення світла в різних середовищах, розсіювання й поглинання світла; інтерференцію й дифракцію світлових хвиль; розташування мінімумів та максимумів інтерференційної картини, поляризацію й дисперсію світла, принцип дії оптичних телескопів, вплив атмосфери на астрономічні спостереження, переваги рефлектора порівняно з рефрактором, принцип дії радіотелескопів; *Діяльнісний компонент*	перетворення енергії під час коливань; згасаючі коливання, вимушені коливання, поняття про автоколивання. Резонанс. Пружні хвилі: поширення хвиль, рівняння хвилі, інтерференція хвиль, стоячі хвилі, принцип Гюйгенса, дифракція хвиль, звукові хвилі, ефект Доплера. Електромагнітні коливання (коливальний контур, вільні електромагнітні коливання, загасання коливань, вимушені електромагнітні коливання, змінний електричний струм, автоколивання, трансформатор, виробництво, передавання та використання електричної енергії, проблеми сучасної енергетики і охорони природи). Електромагнітні хвилі (вихрове електричне поле, електромагнітне поле, утворення й поширення електромагнітних хвиль, властивості електромагнітних хвиль, принципи радіозв'язку, телебачення та стільникового зв'язку, шкала електромагнітних хвиль). Основні властивості світла та його характеристики (електромагнітна теорія світла, оптичний спектр і методи його дослідження, джерела і приймачі світла, основні фотометричні величини) Геометрична оптика (відбивання й заломлення світла на межі поділу середовищ, повне відбивання, волоконна оптика, тонкі лінзи, оптичні системи, атмосферна рефракція, міражі). Оптичні прилади.

Застосовує методи моделювання та аналогій для пояснення коливальних та хвильових процесів. *Розв'язує* задачі (різних видів і типів, у тому числі комбіновані з кількох розділів фізики) на застосування формул періоду коливань математичного та пружинного маятників, формули Томсона, взаємозв'язку довжини, періоду й швидкості поширення хвилі, законів геометричної оптики, умови інтерференції та дифракції світла. *Експериментально* досліджує коливання в коливальних системах, вимірює оптичну силу лінзи, довжину світлової хвилі. *Спостерігає* оптичні явища в атмосфері, пояснюючи їхню суть. *Користується* оптичними приладами. *Уміє* графічно і аналітично інтерпретувати результати досліджень, будувати зображення, одержані за допомогою дзеркал і лінз; *Ціннісний компонент* *Оцінює* наукове і технічне значення використання електромагнітних хвиль; проблеми передавання електричної енергії на великі відстані; біологічну дію електромагнітних хвиль, заходи персонального захисту і охорони навколишнього середовища, важливість астрономічних спостережень у всьому діапазоні електромагнітного спектра. *Висловлює судження* щодо проблем електроенергетики, використання альтернативних джерел енергії.	Оптичні телескопи, їх основні характеристики. Радіотелескопи. Радіоінтерферометри з наддовгою базою. Астрономічні обсерваторії. Космічні телескопи та обсерваторії. Дисперсія світла. Інтерференція світла (накладання світлових хвиль, методи одержання когерентних пучків хвиль, застосування інтерференції в науці й техніці) Дифракція світла, дифракційна гратка, поняття про голографію. Поляризація світла. Поляроїди. *Рекомендовані демонстрації* 1. Вільні коливання вантажу на нитці та вантажу на пружині. 5. Вимушені коливання. 6. Резонанс. 7. Вільні електромагнітні коливання низької частоти в коливальному контурі та залежність їхньої частоти від електроємності та індуктивності контуру. 8. Випромінювання й приймання електромагнітних хвиль. 9. Світловод. 10. Одержання інтерференційних смуг.

	11. Дифракція світла від вузької щілини та дифракційної гратки. 12. Дисперсія світла під час його проходження крізь тригранну призму. 13. Повне внутрішнє відбивання світла. 14. Поляризація світла. 15. Оптична схема телескопа-рефрактора. 16. Оптична схема телескопа-рефлектора. 17. Фотографії телескопів для вивчення випромінювання в різних діапазонах.
Навчальні проекти	
Практикум із розв'язування задач	
Розділ 3. Квантова фізика	
Знаннєвий компонент *Оперує поняттями і термінами*: атомні орбіталі, енергетичні рівні, енергія іонізації, квант, стала Планка, абсолютно чорне тіло, фотон, фотоефект, робота виходу, лінійчатий спектр, спектральний аналіз, закони Віна й Стефана-Больцмана, ефект Доплера, спонтанне і індукційне випромінювання, лазер, інверсна населеність енергетичного рівня, метастабільний стан; корпускулярно-хвильовий дуалізм, радіоактивність, α-розпад. β-розпад, γ-випромінювання, штучна радіоактивність, період напіврозпаду, термоядерний синтез, питома енергія зв'язку, активність радіоактивної речовини, енергетичний вихід ядерної реакції, кварки, фундаментальні взаємодії, бозон Хіггса.	Атом у квантовій фізиці. Квантові постулати М.Бора. Випромінювання та поглинання світла атомами. Абсолютно чорне тіло. Гіпотеза М. Планка. Квантові властивості світла. Фотон. Закони зовнішнього фотоефекту. Тиск світла. Фотографія в астрономії. Астрограф. Фотоелектричні прилади: фотоелемент, фотопомножувач, електронно-оптичний перетворювач. Аналіз електромагнітного випромінювання — основа сучасної всехвильової астрономії. Атомні і молекулярні спектри. Спектри небесних тіл. Спектральний аналіз. Закони Віна й Стефана-Больцмана. Спектральні прилади. Принцип

Пояснює: сутність квантових постулатів Бора, енергетичні стани атома, положення хвильової і квантової теорії світла, квантової гіпотези Планка; рівняння Ейнштейна для фотоефекту; суть корпускулярно-хвильового дуалізму, гіпотези де Бройля, співвідношення невизначеностей Гейзенберга, принцип дії квантових генераторів світла, атомні і молекулярні спектри, фізичні основи побудови періодичної системи хімічних елементів, природу рентгенівського випромінювання, принцип визначення хімічного складу та температури небесних тіл, ефект Доплера; протонно-нейтронну модель атомного ядра; стійкість ядер, альфа- і бета-розпади, дефект мас, формулу взаємозв'язку маси та енергії, способи забезпечення безпеки ядерних реакторів і АЕС, методи реєстрації елементарних частинок, умови за яких відбувається анігіляція і народження пари частинок, види фундаментальних взаємодій. *Діяльнісний компонент* *Спостерігає* явище фотоефекту, тиску світла, спектри речовини, треки заряджених частинок. *Розв'язує* задачі (різних видів і типів, у тому числі комбіновані з кількох розділів фізики) на розрахунок енергії та імпульсу фотона, застосовуючи формулу Планка та рівняння Ейнштейна для фотоефекту, квантові постулати Н.Бора, довжину хвилі де Бройля, довжину хвилі світла, що випускається атомом Гідрогену; енергію зв'язку атомного ядра, закон радіоактивного розпаду, взаємозв'язок маси та енергії	визначення хімічного складу та температури космічних тіл. Визначення фізичних властивостей і швидкості руху небесних тіл за їхніми спектрами. Використання ефекта Доплера для визначення швидкості руху небесних світил. Спонтанне і індуковане випромінювання. Квантові генератори та їх застосування. Хвильові властивості матерії: корпускулярно-хвильовий дуалізм, гіпотеза де Бройля, дифракція електронів. Закони руху у квантовій фізиці. Співвідношення невизначеностей Гейзенберга. Атомне ядро. Маса та енергія зв'язку атомного ядра. Формула Ейнштейна. Ядерні сили та їх особливості. Дефект мас. Способи вивільнення ядерної енергії: синтез легких і поділ важких ядер. Ядерні реакції. Радіоактивність. Закон радіоактивного розпаду. Ядерна енергетика. Елементарні частинки. Загальна характеристика елементарних частинок. Кварки. Космічне випромінювання.

Ціннісний компонент *Аналізує* явища, що доводять складну структуру атома й результати експериментальних досліджень, *Усвідомлює* значення спектрального аналізу у визначенні хімічного складу, фізичних властивостей і швидкості руху небесних тіл.	Методи реєстрації елементарних частинок. Частинки і античастинки. Анігіляція. Принцип реєстрації нейтрино. Нейтринні обсерваторії. Фундаментальні взаємодії. Велике об'єднання. *Рекомендовані демонстрації* 1. Фотоефект та пристрої з цинковою пластинкою. 2. Фотографії треків заряджених частинок. 3. Камера Вільсона. 4. Фотографії телескопів для вивчення випромінювання в різних діапазонах. 5. Таблиця електромагнітного спектру. 6. Графік проходження випромінювання крізь атмосферу Землі. 7. Зображення спектрів небесних тіл. 8. Фото світових і українських обсерваторій. 9. Фотографічна пластинка із зображенням небесних світил. 10. Приймачі (чи їх зображення) випромінювання для різних діапазонів електромагнітного спектра.
Лабораторний практикум За результатами виконання лабораторного практикуму учні оволодівають експериментальними методами вимірювання фізичних величин, дослідження явищ, удосконалюють навички роботи з фізичними приладами, удосконалюють здатність узагальнювати	1. Вивчення конденсаторів. 2. Дослідження електричних кіл. 3. Визначення ЕРС і внутрішнього опору джерела струму. 4. Визначення температурного коефіцієнта опору металу.

дослідні факти і робити висновки про спостережувані явища і процеси.	Дослідження напівпровідникового діода. 5. Дослідження залежності опору напівпровідників від температури. 6. Дослідження магнітного поля Землі. 7. Дослідження магнітного поля соленоїда. 8. Дослідження коливань пружинного маятника. 9. Визначення довжини світлової хвилі. 10. Визначення роздільної здатності ока. 11. Визначення показника заломлення скла за допомогою плоскопаралельної пластинки або призми. 12. Вивчення явища поляризації світла. 13. Дослідження властивостей електромагнітних хвиль. 14. Визначення будови інтерферометра. 15. Вивчення явища інтерференції у тонких плівках. 16. Вимірювання температури нитки лампи розжарювання. 17. Моделювання радіоактивного розпаду. 18. Вивчення треків заряджених частинок за готовими фотографіями
Навчальні проекти	
Практикум із розв'язування задач	
Узагальнюючі заняття	
Резерв	

Астрономічний складник
11 клас
(1 год. на тиждень, всього 35 год)

Очікувані результати	Орієнтовний зміст навчального матеріалу
Розділ 1. Фізика зір і міжзоряного середовища	
Знаннєвий компонент *Оперує поняттями і термінами*: зоря, головні фізичні характеристики Сонця; активні утворення в атмосфері (плями, факели, спалахи, протуберанці, флоккули, корональні викиди мас), сонячний вітер, служба Сонця, сонячна активність, числа Вольфа, абсолютна зоряна величина і світність зір, спектральний паралакс, протозоря, взаємозв'язок маси і світності зір, діаграма «спектр — світність», подвійні зорі, затемнювано-подвійні, спектрально-подвійні зорі, змінні й нестаціонарні зорі, нові та наднові зорі, пульсар, білий карлик, червоний гігант, чорна діра, горизонт подій, сфера Шварцшильда, екзопланети, *Пояснює:* фізичні умови на Сонці; фізичний механізм утворення енергії Сонця; діапазон частот сонячного випромінювання; внутрішню будову Сонця та його атмосфери; фізичні параметри окремих зон Сонця; основні утворення в атмосфері Сонця; магнітне поле Сонця; механізм утворення і склад сонячного вітру; вигляд сонячного диска в роки мінімуму та максимуму активності Сонця; прояви сонячної активності та її циклічність; причину походження	Поняття зорі. Найближча зоря — Сонце. Основні фізичні характеристики Сонця. Внутрішня будова. Джерела енергії і механізми її перенесення з надр Сонця. Спектр і хімічний склад Сонця. Будова сонячної атмосфери. Активні утворення в атмосфері: плями, факели, спалахи, протуберанці, флоккули, корональні викиди мас. Сонячний вітер. Обертання Сонця. Роль магнітних полів на Сонці. Методи й засоби для досліджень Сонця. Служба Сонця. Циклічність сонячної активності. Зв'язок між сонячними і земними явищами (геліобіологія). Космічна погода. Використання сонячної енергії. Основні характеристики зір: світність, маса, температура, радіус. Визначення відстаней до зір. Абсолютна зоряна величина і світність зір. Спектри зір і спектральна класифікація. Подвійні зорі. Затемнювано-подвійні й спектрально-подвійні зорі. Визначення маси зір. Взаємозв'язок маси і світності зір. Діаграма «спектр — світність». Внутрішня будова зір. Моделі зір. Хімічний склад зір і їх джерела енергії. Змінні й нестаціонарні зорі. Утворення хімічних елементів. Нові та наднові зорі. Еволюція зір, її етапи й кінцеві стадії (білі

плям, протуберанців, спалахів; суть чисел Вольфа; вплив сонячної активності на життя і здоров'я людей та біосферу Землі; кінцеву стадію еволюції Сонця; методи визначення відстані до зір; механізм стиснення міжзоряного газо-пилового комплексу; основні фізичні та геометричні характеристики зір; хімічний склад зоряної речовини; взаємозв'язок між розміром, температурою та абсолютною зоряною величиною зорі; залежність кольору зорі від її температури; спектральні класи і класи світності зір; діаграму Герцшпрунга-Рессела; відмінність Сонця від інших стаціонарних зір; основні фізичні характеристики змінних, нових та наднових зір; механізм утворення хімічних елементів під час спалаху наднової зорі; моделі внутрішньої будови зір різних класів світності; природу нестаціонарних зір; зорі на різних стадіях еволюції; причини виникнення чорної діри; фізичні процеси, що протікають поблизу чорної діри; методи відкриття екзопланет; ознаки та властивості міжзоряного середовища. *Діяльнісний компонент* Розв'язує задачі на: взаємозв'язок між розміром, температурою та абсолютною зоряною величиною зорі; з використанням залежності період-світність для цефеїд; на взаємозв'язок різних фізичних параметрів Сонця; визначення власних рухів та променевих швидкостей зір. *Ціннісний компонент*	карлики, нейтронні зорі, пульсари, чорні діри). Тісні подвійні системи. Рентгенівські зорі. Невидимі супутники зір. Екзопланети. Міжзоряне середовище. *Рекомендовані демонстрації* 1. Зображення атмосфери та корони Сонця. 2. Схема внутрішньої будови Сонця. 3. Зображення активних утворень в атмосфері Сонця. 4. Діаграма Герцшпрунга-Рассела. 5. Схеми внутрішньої будови зір. 6. Схеми термоядерних реакцій у надрах зір. 7. Фотозображення найвідоміших кратних зір. 8. Типові криві зміни блиску змінних зір різних типів. 9. Фотозображення спалахів нових та наднових зір. 10. Космічні знімки глобул та регіонів зореутворення. 11. Схеми еволюційних шляхів зір на діаграмі Герцшпрунга-Рессела. 12. Нейтронні зорі та чорні діри у подвійних зоряних системах (малюнки).

Оцінює практичне значення впливу сонячної активності на техногенні, атмосферні й кліматичні процеси на Землі; зоряну еволюцію, як важливий чинник розвитку Всесвіту.	
Навчальні проекти	
Практикум із розв'язування задач	
Розділ 2. Галактики	
Знаннєвий компонент *Оперує поняттями і термінами*: галактики, зоряні скупчення, туманності; ядро, гало, корони Галактики; Велика та Мала Магелланові Хмари. *Пояснює*: причини існування Молочного Шляху на зоряному небі Землі; складові частини будови Галактики; розмір Галактики та кількість зір в Галактиці; типи населення Галактики; місце Сонячної системи в Галактиці; рухи Сонця в Галактиці; особливості обертання Галактики; методи вимірювання відстаней до галактик; класифікацію галактик Е. Габбла; природу галактик, радіогалактик і квазарів; природу активності ядер галактик; великомасштабну структуру Всесвіту; фізичну суть спостережного червоного зміщення в спектрах галактик; суть закону Габбла; природу реліктового випромінювання, особливості явища гравітаційного лінзування, існування темної матерії та темної енергії.	Історія вивчення Галактики. Склад та загальна структура Галактики. Об'єкти, що належать нашій галактиці. Розподіл зір в Галактиці. Зоряні скупчення та асоціації. Газопилові комплекси. Місце Сонця в Галактиці. Рух Сонячної системи. Обертання і маса Галактики. Магнітні поля і космічні промені в Галактиці. Супутники Галактики. Історія відкриття зоряних систем. Типи галактик. Основні характеристики галактик різних типів. Взаємодія галактик. Ядра галактик і їх активність. Радіогалактики і квазари. Відстань до галактик. Просторовий розподіл галактик (місцева група, скупчення й надскупчення галактик). Великомасштабна структура Всесвіту. Червоне зміщення у спектрах галактик. Закон Габбла. Спостережні дані про прискорене розширення Всесвіту та його можлива інтерпретація. Баріонна («звичайна») матерія, темна матерія та темна енергія як складові Всесвіту. Гравітаційне лінзування як прояв темної матерії. *Рекомендовані демонстрації*

Діяльнісний компонент *Розрізняє* на зоряному небі Молочний Шлях. *Спостерігає* з допомогою телескопа зоряні скупчення, Туманність Андромеди; *Розв'язує* задачі на визначення відстаней до галактик за зміщенням спектральних ліній та з використанням закону Габбла. *Ціннісний компонент* Висловлює світоглядні судження щодо місця Сонячної системи в Галактиці, великомасштабної структури Всесвіту та місця Галактики у Всесвіті	1. Фотозображення Молочного Шляху. 2. Схему будови Галактики. 3. Зображення зоряних скупчень і туманностей. 4. Зображення супутників Галактики. 5. Зображення галактик різних типів. 6. Схема «камертон» Габбла. 7. Фотозображення скупчень галактик. 8. Схема великомасштабної структури нашого Всесвіту.
Навчальні проекти	
Практикум із розв'язування задач	
Розділ 3. Елементи космології	
Знаннєвий компонент *Оперує поняттями і термінами:* космологічний принцип, ізотропність, теорія Великого Вибуху, фотометричний, гравітаційний та термодинамічний парадокси, стаціонарні та нестаціонарні моделі Всесвіту, модель «гарячого» Всесвіту, темна матерія та темна енергія, гравітаційні хвилі, наш Всесвіт, всесвіт, мультивсесвіт; мультиверсум, антропний принцип. *Пояснює*: космологічні парадокси та принципи; загальноприйняті моделі походження й розвитку Всесвіту; внесок Г. Гамова в космологію; основи теорії Великого Вибуху; спостережні дані, які підтверджують теорію	Космологічний принцип. Модель однорідного й ізотропного Всесвіту, заснована на законах Ньютона. Елементи загальної теорії відносності Ейнштейна. Чорні діри. Поняття про космологічні моделі Всесвіту. Теорія Великого Вибуху. Фотометричний, гравітаційний та термодинамічний парадокси. Стаціонарні та нестаціонарні моделі Всесвіту. Модель «гарячого» Всесвіту і її спостережна перевірка. Реліктове випромінювання. Основні етапи еволюції Всесвіту. Вік Всесвіту. Проблеми темної матерії і темної енергії. Гравітаційні хвилі та їх реєстрація. Пошуки життя за межами Землі. Формула Ф. Дрейка. Послання позаземним цивілізаціям. Міжзоряні польоти й

Великого Вибуху; природу реліктового випромінювання; основні етапи еволюції Всесвіту; прискорене розширення Всесвіту; існування темної матерії та темної енергії; гравітаційні хвилі та умови їх реєстрації, наукові програми з пошуків життя поза межами Землі; суть астросоціологічного парадоксу; суть антропного принципу; зв'язок між основними фундаментальними константами й існуванням людини (життям); гіпотезу про існування інших всесвітів. *Ціннісний компонент* Висловлює своє ставлення до моделей Всесвіту та оцінює їх особливості. Усвідомлює роль астрономії та космонавтики в розв'язанні глобальних проблем людства, значення світогляду і наукової картини світу для поступального розвитку людської цивілізації.	можливі контакти між цивілізаціями. Антропний принцип. Мультиверсум. *Рекомендовані демонстрації* 1. Схеми, що ілюструють моделі Всесвіту. 2. Таблиця-схема основних етапів розвитку Всесвіту. 3. Діаграма співвідношення різних типів матерії у Всесвіті. Зображення радіотелескопів, які використовували для пошуків радіосигналів позаземних цивілізацій. 2. Зображення космічних апаратів з допомогою яких здійснювали чи здійснюють пошук життя поза межами Землі.
Навчальні проекти	
Практикум із розв'язування задач	
Лабораторний практикум	1. Визначення відстаней до тіл Сонячної системи методами астрономії. 2. Визначення активності Сонця за числом Вольфа. 3. Спостереження Туманності Андромеди. 4. Визначення червоного зміщення позагалактичного об'єкта. 5. Моделювання експериментальної установки для реєстрації гравітаційних хвиль.
Узагальнюючі заняття Узагальнення та систематизація понять і теорій курсу фізики й астрономії старшої школи.	

Резерв