

**ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ВИННИЧЕНКА**

Факультет природничо-географічний

Кафедра природничих наук та методик їхнього навчання



Методика навчання фізики 10-11 класів ЗЗСО

СИЛАБУС

2019 – 2020 навчальний рік

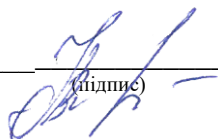
Силабус – це персоніфікована програма викладача для навчання студентів із кожного навчального предмета, яка передбачає оновлення на початок кожного навчального року.

Силлабус розробляється відповідно до освітньо-професійної програми підготовки фахівця відповідного рівня та згідно навчального і робочого навчального планів, з врахуванням логічної моделі навчання дисципліни.

Силабус розглянутий на засіданні кафедри природничих наук та методик їхнього навчання.

Протокол від «29»серпня 2019 року № 1

Завідувач кафедри _____



(Н.В. Подопрігора)

(ініціали та прізвище)

Розробник: доктор педагогічних наук, професор, доцент кафедри природничих наук та методик їхнього навчання М.І.Садовий

Ел. адреса: smikdpu@i.ua

Інша контактна інформація: <https://www.cuspu.edu.ua/ua/ntmd/spetsializovana-vchena-rada-d23-053-04>

ЗМІСТ

1. Опис навчальної дисципліни
2. Мета та завдання навчальної дисципліни
3. У результаті вивчення навчальної дисципліни у студента мають бути сформовані такі компетентності:
4. Тематичний план навчальної дисципліни
5. Зміст дисципліни. Календарно-тематичний план для денної форми навчання.....
6. Література для вивчення дисципліни
7. Політика виставлення балів. Вимоги викладача.....
8. Індивідуальні завдання
9. Підсумковий контроль

Назва дисципліни:	<i>Методика навчання фізики старшої школи</i>
Спеціальність:	014.15 Середня освіта (Природничі науки)
Освітньо-професійна програма:	014.15 Середня освіта (Природничі науки)
Рівень вищої освіти:	магістр
Форма навчання:	денна
Курс:	I
Семестр:	II

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Характеристика навчальної дисципліни
Тип дисципліни	нормативна
Кількість кредитів –	3
Блоків (модулів) –	3
Загальна кількість годин –	120
Тижневих годин для денної форми навчання:	2
Лекції	10 год.
Практичні, семінарські	12 год.
Лабораторні	12 год.
Консультації	18 год.
Самостійна робота	46 год.
Індивідуальне науково-дослідне завдання (есе, аналітичний звіт, тези тощо)	10 год.
Вид підсумкового контролю:	екзамен
Сторінка дисципліни на сайті університету	https://wiki.cuspu.edu.ua/index.php/%D0%9A%D0%BE%D1%83%D0%B2%D0%B0%D1%87:Otrifonova
Зв'язок з іншими дисциплінами.	методика навчання фізики, історія фізики, СНКС

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Пропонована робоча програма складена у відповідності до вимог Концепції освітньої діяльності за спеціальністю 014 Середня освіта, предметна спеціальність: 014.15 Середня освіта (Природничі науки) на другому (магістерському) рівні вищої освіти.

Методика навчання фізики (МНФ) є однією з педагогічних наук. Її виникнення становлення і розвиток обумовлені стрімким прогресом фізики та її впливом на життя людства.

МНФ вирішує основні задачі:

- обґрунтування мети викладання фізики в школі; розкриття задач виховання в процесі розвиваючого навчання основам фізики;
- визначення і систематичне удосконалення змісту і структури шкільного курсу фізики (ШКФ);
- розробка, експериментальна перевірка і впровадження в практику найефективніших методів і прийомів навчання, виховання і розвитку учнів, а також навчального обладнання для занять з фізики.

Методика (дидактика) фізики – педагогічна наука, яка досліджує закономірності, шляхи і засоби навчання та розвитку учнів у процесі навчання фізики.

Програма визначає обсяг знань, умінь і навичок з методики навчання фізики, якими повинен оволодіти майбутній вчитель.

Головна мета курсу – висвітлити теорію і практику шкільного курсу фізики та методики її навчання.

Основне завдання курсу – оволодіння студентів сучасними досягненнями методики науки, передової практики роботи шкіл різних типів, підготовка студента до навчальних занять і позакласної роботи з учнями.

В курсі широко використовуються досягнення психології навчання, дидактики, інших наук, що дає можливість значною мірою активізувати навчально-пізнавальну діяльність студентів і учнів, підвищити ефективність оволодіння знаннями, вміннями і навичками.

Програму складають п'ять змістових модулів, які охоплюють питання методика навчання фізики в старшій школі: 10-11 класи (профільний рівень).

На практичних заняттях розглядаються питання планування роботи вчителя, методів, прийомів та конкретних прикладів організації і проведення різних видів навчальних занять. Значна частина відводиться формуванню компетентностей, вмій і навичок розв'язування різних видів і рівнів фізичних завдань.

Навчальним планом передбачено виконання студентами **лабораторних робіт**, метою яких є:

– поглиблення теоретичних знань студентів, формування розуміння ролі експерименту в фізичній науці;

– широке і поглиблене знайомство з матеріальними засобами вимірювань у фізиці;

– засвоєння основних принципів і методів вимірювань у фізиці, культури проведення експериментів;

– розвиток спостережливості, конструктивного мислення, активізація самостійності у роботі;

– формування експериментаторської компетентності майбутніх учителів фізики;

– залучення студентів до самостійної навчально-наукової роботи.

Дотримуючись вимог шкільної навчальної програми з фізики (зі змінами 2017 р.) до системи навчального **фізичного експерименту**, виділені основні завдання до лабораторних робіт з курсу МНФ. Виконання лабораторних робіт з курсу МНФ передбачає формування в студентів експериментаторської компетентності:

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

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

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

г) уміння вимірювати фізичні величини, користуючись різними вимірювальними приладами та мірками, визначати ціну поділки шкали приладу, знімати покази приладу;

г) уміння обробляти результати експерименту, обчислювати значення величин, знаходити похибки вимірювань, скласти таблиці одержаних даних, готувати звіт про проведenu роботу, записувати значення фізичних величин у стандартизованому вигляді тощо;

д) уміння інтерпретувати результати експерименту, описувати спостережувані явища й процеси, застосовуючи фізичну термінологію, подавати результати у вигляді формул і рівнянь, встановлювати функціональні залежності, будувати графіки, робити висновки про здійснене дослідження відповідно до поставленої мети.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти у результаті вивчення дисципліни повинні:

знати:

– зміст методики навчання фізики як педагогічної науки;

– перспективи розвитку методики навчання фізики в умовах парадигми формування конкурентоздатного фахівця;

– дидактичні принципи навчання в світлі компетентісного, особистісно-орієнтованого та діяльнісного підходів;

– суть фундаментальних наукових фактів, основних понять і законів фізики та методики їх навчання;

– роль фізичного знання в житті людини, суспільному виробництві й техніці, сутність наукового пізнання засобами фізики, сприяти розвитку інтересу школярів до фізики;

володіти:

– методами, прийомами, технологіями навчання фізики;

– прийомами і методами організації класного колективу для реалізації завдань, які визначені

програмою;

- основними науково-педагогічними підходами та вмiти їх використовувати на практиці;
- методикою використання алгоритмічних прийомів розв'язування фізичних задач та евристичних способів пошуку розв'язків практичних життєвих проблем;
- експериментаторськими компетентностями;
- методикою формування й розвитку в учнів експериментальних вмінь й дослідницьких навичок, уміння описувати й оцінювати результати спостережень, планувати й проводити досліди та експериментальні дослідження, здійснювати вимірювання фізичних величин, робити узагальнення й висновки;
- критичним мисленням;
- уявленням про фізичну картину світу;
- загальнокультурною компетентністю, здоров'язбережувальною компетентністю, інформаційно-комунікаційною компетентністю, ключовою компетентністю, комунікативною компетентністю, міжпредметною компетентністю, предметною фізичною компетентністю, соціальною компетентністю;

вміти:

- озброювати учнів визначеними Державним стандартом базової і повної загальної середньої освіти компетентностями;
- формувати в учнів передбачені програмою знання і навички з фізики;
- формувати в учнів базові фізичні знання про явища природи;
- розкривати історичний шлях розвитку фізики;
- ознайомлювати учнів із діяльністю та внеском відомих зарубіжних й українських фізиків;
- розкривати суть фундаментальних наукових фактів, основних понять і законів фізики, показати розвиток фундаментальних ідей і принципів фізики;
- застосовувати набуті знання в практичній діяльності;
- виявляти ставлення до довкілля на засадах екологічної культури;
- на конкретних прикладах показати прояви моральності щодо використання наукового знання в життєдіяльності людини й природокористуванні;
- формувати в учнів природничо-наукову компетентність як базову та відповідні предметні компетентності як обов'язкові складові загальної культури особистості і розвитку її творчого потенціалу.

Навчальна програма передбачає наступні види діяльності студентів: **пізнавальна діяльність**: інтелектуальні розумові дії, спостереження, дослід, усвідомлення проблеми, висування гіпотез, побудова моделей; **загально-навчальна діяльність**: пошук інформації, робота з літературою та іншими джерелами інформації, навички спілкування в колективній діяльності; **особистісно-реалізуюча діяльність**: пошук індивідуального змісту і цілей навчання фізики, особистісне розуміння фундаментальних понять і категорій, вибір індивідуального темпу навчання, самостійне визначення цілей, індивідуальний вибір додаткової тематики, індивідуальні обґрунтування позиції, саморегуляція, самоаналіз і самоконтроль власної діяльності.

Досягнення навчальних цілей кожного модуля забезпечується в процесі спільної діяльності викладача і студентів, яка включає такі елементи: систематизацію/узагальнення студентами знань і умінь, запропонованих для самостійного опрацювання; проведення викладачем консультацій, які забезпечують студентам можливість своєчасного розв'язання навчальних проблем, що виникають у них у процесі роботи над модулем; узагальнення навчального матеріалу модуля під час лекцій, де розглядаються питання методологічного характеру, а також визначаються завдання підвищеної складності, виконання і деталізація яких здійснюється під час практичних і лабораторних занять та в процесі самостійної діяльності.

Після закінчення роботи над модулем студенти, проходять підсумковий контроль згідно рейтингової системи із застосуванням інтегративної методики оцінювання навчальних досягнень.

3. У результаті вивчення навчальної дисципліни у студента мають бути сформовані такі компетентності:

1. Професійні педагогічні:

- спеціальна, або діяльнісна професійна компетентність характеризує володіння діяльністю на високому професійному рівні і включає не тільки наявність спеціальних знань, а й вміння застосувати їх на практиці;

- соціальна компетентність, що характеризує володіння способами спільної професійної діяльності та співробітництва, прийнятими в професійному співтоваристві прийомами професійного спілкування;

- особистісна компетентність характеризує володіння способами самовираження і саморозвитку, засобами протистояння професійної деформації, здатність фахівця планувати свою професійну діяльність, самостійно приймати рішення, бачити проблему;

- індивідуальна професійна компетентність характеризує володіння прийомами саморегуляції, готовність до професійного росту, несхильність професійному старінню, наявність стійкої професійної мотивації.

2. Предметні являють собою структурований комплекс якостей особистості, що забезпечує здатність учня здійснювати основні види діяльності, пов'язані з засвоєнням, розумінням і застосуванням нових знань з фізики:

- вивчення теоретичного матеріалу з фізики з ціннісними орієнтаціями на збереження природи, гармонійну взаємодію людини і природи, а також ідей сталого розвитку ;

- розв'язування фізичних задач;

- набуття досвіду практичної та експериментальної діяльності, здатності застосовувати знання у процесі пізнання світу, проведення навчального фізичного експерименту;

- використання технології проектно-модульного навчання 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, сфера комунікації тощо.

- інформаційно-цифрова.

3. Ключові спілкуватися в галузі навчання фізики державною, рідною мовами, математичними моделями явищ природи, формування соціальної, громадянської, загальнокультурної, здоров'язбережувальної діяльності в галузі методики навчання фізики.

4. Здатність та готовність до:

- аналізу та синтезу на основі логічних аргументів та перевірених фактів, гармонійного поєднання знань з природничих наук, методики їх викладання, а також умінь і навичок (культури) педагогічного спілкування;

- формування наукового світогляду, розвитку людського буття, суспільства і природи, духовної культури;

- гнучкого мислення, прийняття рішень у складних і непередбачуваних умовах, що потребує застосування нових підходів та прогнозування;

- застосування природничих знань, умінь та компетентності в широкому діапазоні можливих місць роботи та повсякденному житті.

- виконувати лабораторні дослідження в групі під керівництвом лідера, навички, що демонструють здатність до врахування строгих вимог дисципліни, планування та управління часом;

- ефективної комунікації, володіння технологіями усного і писемного спілкування на різних мовах, зокрема й комп'ютерних, хмарних, цифрових технологій, уміння спілкуватися через Internet;

- працювати в освітньому середовищі для забезпечення успішної взаємодії у сфері науки та освіти;

- дотримуватись етичних принципів як з погляду професійної доброчесності, так і з погляду розуміння можливого впливу досягнень природничих наук на соціальну сферу;

- постійного підвищення свого освітнього рівня, потреба в актуалізації і реалізації власного потенціалу, здатність самостійно здобувати знання й розвивати уміння, здатність до саморозвитку.

- адаптації та дії в новій ситуації, діагностування власних станів та почуттів для забезпечення ефективної та безпечної діяльності.
- самостійного виконання професійних дій, здатність генерувати нові ідеї (креативність), оцінювати результати своєї праці.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль I. МЕТОДИКА НАВЧАННЯ МЕХАНІКИ У СТАРШІЙ ШКОЛІ

Тема 1. Структура змісту фізики в старшій школі. Розділ «Механіка» в курсі фізики старшої школи. Методика його навчання. Завдання курсу фізики старшої школи. Вибір методів навчання у старшій школі. Структура змісту фізики в старшій школі за профільним рівнем. Значення механіки в системі загальної фізичної освіти. Зміст і структура розділу в курсі фізики старшої школи. Особливості методики навчання розділу «Механіка» в старшій школі (профільний рівень).

Методика висвітлення світоглядного потенціалу природничих наук. Методика навчання понять: роль фізичного знання в житті людини та суспільному розвитку; початкові відомості про фундаментальні фізичні теорії як основу сучасних фізики та астрономії.

Тема 2. Аналіз і методика навчання основних понять кінематики та динаміки в 10 класі. Структура і особливості змісту питань кінематики в старшій школі. Аналіз методичних підходів при описі руху в механіці. Вивчення видів руху і рівнянь руху. Методика введення основних характеристик руху. Ідея відносності у кінематиці.

Пропедевтика вивчення динаміки в 10 класі. Методичні підходи і послідовність введення основних понять і законів динаміки. Аналіз основних понять і законів динаміки (Аналіз понять маси і сили. Методичні підходи і послідовність введення основних понять і законів динаміки). Методика навчання основних понять і законів динаміки (Перший закон динаміки. Маса. Сила. Другий і третій закони Ньютона). Методика навчання теми «Механіка рідин і газів» у 10 класі.

Тема 3. Аналіз і методика навчання умов рівноваги твердого тіла та законів збереження у механіці. Аналіз та методика навчання основних понять, що характеризують обертовий рух. Особливості дослідження умов рівноваги твердого тіла під час навчання фізики в 10 класі.

Зміст основних понять теми «Закони збереження в механіці» та методика їх навчання. Особливості постановки навчального фізичного експерименту з розділу. Методика навчання закону збереження імпульсу. Аналіз понять роботи та енергії. Механічна робота. Енергія та закон збереження енергії.

Тема 4. Методика формування уявлень в учнів 10 класу про межі застосування законів класичної механіки. Зміст основних понять релятивістської механіки та методика їх навчання. Елементи спеціальної теорії відносності. Постулати спеціальної теорії відносності. Кінематика СТВ. Динаміка СТВ.

Методика навчання сучасним уявленням про простір і час. Методика встановлення взаємозв'язку між класичною і релятивістською механікою. Формування уявлень учнів про механіку в системі природничих наук. Висвітлення зв'язку механіки з іншими фізичними теоріями, науками, технікою. Формування уявлень учнів про сучасні проблеми механіки, роль механіки в соціально-економічному розвитку суспільства та внесок українських учених у розвиток механіки.

Змістовий модуль II. МЕТОДИКА НАВЧАННЯ МОЛЕКУЛЯРНОЇ ФІЗИКИ Й ТЕРМОДИНАМІКИ У СТАРШІЙ ШКОЛІ

Тема 5. Розділ «Молекулярно-кінетична теорія будови речовини. Термодинаміка» в курсі фізики старшої школи. Методика навчання понять молекулярно-кінетичної теорії будови речовини в 10 класі. Значення молекулярної фізики й термодинаміки в системі загальної фізичної освіти. Зміст і структура розділу в курсі фізики старшої школи. Особливості методики навчання розділу «Молекулярно-кінетична теорія будови речовини. Термодинаміка» в старшій школі (профільний рівень). Особливості формування уявлень учнів про основні положення молекулярно-кінетичної теорії будови речовини та її дослідні обґрунтування; маса та розміри

атомів і молекул; кількість речовини; сучасні методи дослідження будови речовини; наноматеріали. Особливості постановки навчального фізичного експерименту з теми.

Методика навчання питань про ідеальний газ як фізичну модель (Швидкості молекул газу та їх вимірювання. Тиск газів. Основне рівняння молекулярно-кінетичної теорії газів. Рівняння стану ідеального газу. Газові закони).

Тема 6. Аналіз і методика навчання основних понять теми «Основи термодинаміки». Структура і особливості змісту теми «Основи термодинаміки» в старшій школі. Аналіз методичних підходів при описі основ термодинаміки. Методика навчання в 10 класі основних понять термодинаміки та першого закону термодинаміки.

Методика формування уявлень про: роботу ідеального газу при ізопроцесах, адіабатний та політропний процеси оборотні та необоротні процеси; ентропію; цикли теплових машин; цикл Карно; другий закон термодинаміки та третій закон термодинаміки.

Особливості постановки навчального фізичного експерименту з теми.

Тема 7. Аналіз і методика формування уявлень учнів 10 класу про реальні гази, тверді тіла та рідини. Структура і особливості змісту навчального матеріалу про реальні гази, тверді тіла та рідини в курсі фізики старшої школи.

Аналіз методичних підходів при описі властивостей насиченої й ненасиченої пари. Методика навчання поняття «вологість повітря».

Методика формування уявлень про: тверді тіла (кристалічні та аморфні), механічні властивості твердих тіл, механічна напруга, модуль Юнга, теплове розширення твердих тіл.

Особливості вивчення рідин в курсі фізики старшої школи: загальні властивості будови рідин, поверхневий шар рідини, поверхневий натяг, осмотичний тиск, змочування, капілярні явища.

Методика формування уявлень про: рідкі кристали та рівновагу фаз та фазові переходи.

Особливості постановки навчального фізичного експерименту з теми.

Змістовий модуль III. МЕТОДИКА НАВЧАННЯ ЕЛЕКТРОДИНАМІКИ В СТАРШІЙ ШКОЛІ

Тема 8. Розділ «Електродинаміка» в курсі фізики 11 класу. Методика формування понять про електричне поле. Значення електродинаміки в системі загальної фізичної освіти. Зміст і структура розділу в курсі фізики старшої школи. Особливості методики навчання розділу «Електродинаміка» в старшій школі (профільний рівень).

Особливості методики навчання теми «Електричне поле» в старшій школі (профільний рівень). Особливості формування уявлень учнів про: електричний заряд, взаємодія електричних зарядів, закон Кулона, електричне поле, напруженість електричного поля, робота сил електростатичного поля, потенціальний характер електростатичного поля, потенціал та різниця потенціалів; енергію взаємодії електричних зарядів, енергію електричного поля, густину енергії електричного поля.

Методика навчання теми «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). Особливості постановки навчального фізичного експерименту з теми.

Тема 9. Тема «Постійний електричний струм» в курсі фізики старшої школи. Методика її навчання. Структура, зміст та особливості методики навчання теми «Постійний електричний струм» в старшій школі (профільний рівень). Методика формування уявлень учнів про 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 Джоуля-Ленца, ККД електричного кола, заходи та засоби безпеки під час роботи з електричними пристроями, електрокари. Особливості постановки навчального фізичного експерименту з теми.

Тема 10. Тема «Електричний струм в різних середовищах» в курсі фізики старшої школи. Методика її навчання. Структура, зміст та особливості методики навчання теми

«Електричний струм в різних середовищах» в старшій школі (профільний рівень). Методика формування уявлень учнів про 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). Особливості постановки навчального фізичного експерименту з теми.

Тема 11. Тема «Електромагнетизм» в курсі фізики старшої школи. Методика її навчання. Структура, зміст та особливості методики навчання теми «Електромагнетизм» в старшій школі (профільний рівень). Методика формування уявлень учнів про:

– 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, діамагнетика, парамагнетика, феромагнетика, 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 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.

Особливості постановки навчального фізичного експерименту з теми.

Змістовий модуль IV. МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ РОЗДІЛУ «КОЛИВАННЯ ТА ХВИЛІ» У СТАРШІЙ ШКОЛІ

Тема 12. Розділ «Коливання та хвилі» в курсі фізики старшої школи. Методика навчання понять «коливання» та «хвилі» в 11 класі. Значення розділу в системі загальної фізичної освіти. Зміст і структура розділу «Коливання та хвилі» у курсі фізики старшої школи. Особливості методики навчання розділу «Коливання та хвилі» в старшій школі (профільний рівень).

Методика формування уявлень учнів про:

– механічні коливання: коливальні процеси, гармонічні коливання, математичний маятник, фізичний маятник, 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).

Особливості постановки навчального фізичного експерименту з теми.

Тема 13. Методика навчання оптичних явищ у курсі фізики старшої школи.

Особливості методики навчання оптики в старшій школі (профільний рівень). Структура і зміст елементів знань з оптики в старшій школі (профільний рівень). Особливості формування уявлень учнів про розвиток уявлень про основні властивості світла та його характеристики (електромагнітна теорія світла, оптичний спектр і методи його дослідження, джерела і приймачі світла, основні фотометричні величини). Особливості постановки навчального фізичного експерименту з теми.

Методика формування уявлень учнів про:

- геометрична оптика (відбивання й заломлення світла на межі поділу середовищ, повне відбивання, волоконна оптика, тонкі лінзи, оптичні системи, атмосферна рефракція, міражі), оптичні прилади;
- 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 ґратка, поняття про голографію;
- поляризація світла; поляроїди.

Особливості постановки навчального фізичного експерименту з теми.

Змістовий модуль V. МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ РОЗДІЛУ «КВАНТОВА ФІЗИКА» У СТАРШІЙ ШКОЛІ

Тема 14. Розділ «Квантова фізика» в курсі фізики старшої школи. Методика його навчання. Значення квантової фізики в системі загальної фізичної освіти. Зміст і структура розділу у курсі фізики старшої школи. Особливості методики навчання розділу «Квантова фізика» в старшій школі (профільний рівень).

Методика формування уявлень учнів про:

- 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 всіхвильової астрономії;
- атомні і молекулярні спектри; спектри небесних тіл; спектральний аналіз; закони Віна й Стефана-Больцмана; спектральні прилади; принцип 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.

Особливості постановки навчального фізичного експерименту з теми.

Тема 15. Методика навчання теми «Атом і атомне ядро». Структура, зміст та особливості методики навчання теми «Атом і атомне ядро» в старшій школі (профільний рівень).

Методика формування уявлень учнів про:

- 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;
- методи реєстрації елементарних частинок; частинки і античастинки; анігіляція;
- принцип реєстрації нейтрино; нейтринні обсерваторії;
- фундаментальні взаємодії; Велике об'єднання.

Особливості постановки навчального фізичного експерименту з теми.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
Лк.		Пр.	Лаб.р.	Інд.	Сам.р.	
1	2	3	4	5	6	7
Змістовий модуль I. МЕТОДИКА НАВЧАННЯ МЕХАНІКИ У СТАРШІЙ ШКОЛІ						
Тема 1. Структура змісту фізики в старшій школі. Розділ «Механіка» в курсі фізики старшої школи. Методика його навчання.	4	2		За індивідуальним графіком		2
Тема 2. Аналіз і методика навчання основних понять кінематики та динаміки в 10 класі.	4		2			2
Тема 3. Аналіз і методика навчання умов рівноваги твердого тіла та законів збереження у механіці.	2					2
Тема 4. Методика формування уявлень в учнів 10 класу про межі застосування законів класичної механіки.	2					2
Разом за змістовий модуль I	12	2	2			8
Змістовий модуль II. МЕТОДИКА НАВЧАННЯ МОЛЕКУЛЯРНОЇ ФІЗИКИ Й ТЕРМОДИНАМІКИ У СТАРШІЙ ШКОЛІ						
Тема 5. Розділ «Молекулярно-кінетична теорія будови речовини. Термодинаміка» в курсі фізики старшої школи. Методика навчання понять молекулярно-кінетичної теорії будови речовини в 10 класі.	4	2		За індивідуальним графіком		2
Тема 6. Аналіз і методика навчання основних понять теми «Основи термодинаміки».	4		2			2
Тема 7. Аналіз і методика формування уявлень учнів 10 класу про реальні гази, тверді тіла та рідини.	2					2
<i>Колоквіум № 1</i>	4					4
<i>Контрольна робота № 1</i>	2					2
Разом за змістовий модуль II	16	2	2			12
Змістовий модуль III. МЕТОДИКА НАВЧАННЯ ЕЛЕКТРОДИНАМІКИ В СТАРШІЙ ШКОЛІ						
Тема 8. Розділ «Електродинаміка» в курсі фізики 11 класу. Методика формування понять про електричне поле.	4	2		За індивідуальним графіком		2
Тема 9. Тема «Постійний електричний струм» в курсі фізики старшої школи. Методика її навчання.	4		2			2
Тема 10. Тема «Електричний струм в різних середовищах» в курсі фізики старшої школи. Методика її навчання.	2					2
Тема 11. Тема «Електромагнетизм» в курсі фізики старшої школи. Методика її навчання.	4		2			2
Разом за змістовий модуль III	14	2	4			8
Змістовий модуль IV. МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ РОЗДІЛУ «КОЛИВАННЯ ТА ХВИЛІ» У СТАРШІЙ ШКОЛІ						
Тема 12. Розділ «Коливання та хвилі» в курсі фізики старшої школи. Методика навчання понять «коливання» та «хвилі» в 11 класі.	4	2		індивідуальним		2
Тема 13. Методика навчання оптичних явищ у курсі фізики старшої школи.	4		2			2
Разом за змістовий модуль IV	8	2	2			
Змістовий модуль V. МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ РОЗДІЛУ «КВАНТОВА ФІЗИКА» У СТАРШІЙ ШКОЛІ						

Тема 14. Розділ «Квантова фізика» в курсі фізики старшої школи. Методика його навчання.	4	2		за індивідуальн		2
Тема 15. Методика навчання теми «Атом і атомне ядро».	4		2			2
Колоквіум № 2	4					4
Контрольна робота № 2	2					2
Разом за змістовий модуль V	14	2	2			10
Індивідуальне завдання	14				10	4
Всього годин	90	10	12	12	10	46

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Аналіз і методика навчання основних понять кінематики та динаміки в 10 класі	2
2	Аналіз і методика навчання основних понять теми «Основи термодинаміки»	2
3	Тема «Постійний електричний струм» в курсі фізики старшої школи. Методика її навчання	2
4	Тема «Електромагнетизм» в курсі фізики старшої школи. Методика її навчання	2
5	Методика навчання оптичних явищ у курсі фізики старшої школи	2
6	Методика навчання теми «Атом і атомне ядро»	2

6. Теми лабораторних занять

1. Кінематика. (ч.3, л/р №1, с.1);
2. Динаміка. (ч.3, л/р №2, с.9);
3. Коливання і хвилі. (ч. III (фіолетова), л/р №7, с.34-40);
4. Визначення електроємності конденсатора. (ч.4, л/р №19, с.19, завд.19.1, 19.2);
5. Роботи фізичного практикуму з хвильової і квантової оптики. (ч.5, л/р №5, с.17 (завдання 1));
6. Атомна і ядерна фізика. (ч. III (фіолетова), л/р №9, с.44-47, д.1, 2, 9.2, 9.3);

7. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1. Структура змісту фізики в старшій школі. Розділ «Механіка» в курсі фізики старшої школи. Методика його навчання.	2
2	Тема 2. Аналіз і методика навчання основних понять кінематики та динаміки в 10 класі.	2
3	Тема 3. Аналіз і методика навчання умов рівноваги твердого тіла та законів збереження у механіці.	2
4	Тема 4. Методика формування уявлень в учнів 10 класу про межі застосування законів класичної механіки.	2
5	Тема 5. Розділ «Молекулярно-кінетична теорія будови речовини. Термодинаміка» в курсі фізики старшої школи. Методика навчання понять молекулярно-кінетичної теорії будови речовини в 10 класі.	2
6	Тема 6. Аналіз і методика навчання основних понять теми «Основи термодинаміки».	2
7	Тема 7. Аналіз і методика формування уявлень учнів 10 класу про реальні гази, тверді тіла та рідини.	2
8	Колоквіум № 1	4
9	Контрольна робота № 1	2
10	Тема 8. Розділ «Електродинаміка» в курсі фізики 11 класу. Методика формування	2

	понять про електричне поле.	
11	Тема 9. Тема «Постійний електричний струм» в курсі фізики старшої школи. Методика її навчання.	2
12	Тема 10. Тема «Електричний струм в різних середовищах» в курсі фізики старшої школи. Методика її навчання.	2
13	Тема 11. Тема «Електромагнетизм» в курсі фізики старшої школи. Методика її навчання.	2
14	Тема 12. Розділ «Коливання та хвилі» в курсі фізики старшої школи. Методика навчання понять «коливання» та «хвилі» в 11 класі.	2
15	Тема 13. Методика навчання оптичних явищ у курсі фізики старшої школи.	2
16	Тема 14. Розділ «Квантова фізика» в курсі фізики старшої школи. Методика його навчання.	2
17	Тема 15. Методика навчання теми «Атом і атомне ядро».	2
18	Колоквіум № 2	4
19	Контрольна робота № 2	2
20	Індивідуальне завдання	10+4
	Всього годин	10+46

8. Індивідуальні завдання

Методичні рекомендації з індивідуальних завдань. Індивідуальні завдання з курсу методика навчання фізики старшої школи мають на меті перевірити компетентності студента самостійно розв'язувати різноманітні фізичні задачі, аналогічні до тих, що були розглянуті під час практичних занять.

Пам'ятайте, що широту погляду на запропоновану задачу, вміння пов'язувати її з законами природи і з іншими суміжними задачами, треба рішуче протиставити пошукам «потрібної формули» на основі здогадів, з'ясуванню, для чого дано ту чи іншу величину.

Розв'язування фізичних задач, як правило, має три етапи:

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

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

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

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

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

На третьому етапі здійснюються такі дії:

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

Поря дков ий	Перелік задач, що виконуються індивідуально
	<i>Зміст задач збірника Гельфгата [1] або на сторінці М.І.Садового на Вікі ЦДПУ:</i> https://wiki.cuspu.edu.ua/index.php/%D0%9A%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%81%D1%81

номер студента у групі	<u>82%D1%83%D0%B2%D0%B0%D1%87:%D0%A1%D0%B0%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B9 %D0%9C%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%B0 %D0%86%D0%BB%D0%BB%D1%96%D1%87</u>
1.	1.39; 2.80; 3.42; 4.80; 5.24; 6.37; 7.21; 8.31; 9.26; 10.28; 11.18; 12.50; 13.39; 14.60; 15.24; 16.45.
2.	1.40; 2.79; 3.44; 4.79; 5.25; 6.38; 7.22; 8.30; 9.27; 10.27; 11.19; 12.63; 13.40; 14.59; 15.25; 16.44.
3.	1.41; 2.78; 3.43; 4.78; 5.26; 6.39; 7.23; 8.29; 9.28; 10.26; 11.20; 12.62; 13.41; 14.58; 15.26; 16.43.
4.	1.42; 2.77; 3.59; 4.77; 5.27; 6.36; 7.24; 8.28; 9.29; 10.25; 11.21; 12.61; 13.42; 14.57; 15.27; 16.42.
5.	1.43; 2.76; 3.45; 4.76; 5.28; 6.40; 7.25; 8.27; 9.30; 10.23; 11.22; 12.60; 13.43; 14.56; 15.28; 16.41.
6.	1.44; 2.75; 3.46; 4.75; 5.29; 6.42; 7.26; 8.26; 9.31; 10.22; 11.23; 12.59; 13.44; 14.55; 15.29; 16.40.
7.	1.45; 2.74; 3.47; 4.74; 5.30; 6.41; 7.27; 8.25; 9.32; 10.34; 11.24; 12.58; 13.45; 14.54; 15.30; 16.46.
8.	1.46; 2.72; 3.48; 4.73; 5.31; 6.35; 7.28; 8.24; 9.33; 10.33; 11.25; 12.57; 13.46; 14.53; 15.33; 16.45.
9.	1.47; 2.73; 3.49; 4.72; 5.32; 6.34; 7.29; 8.23; 9.34; 10.32; 11.26; 12.56; 13.47; 14.52; 15.31; 16.44.
10.	1.48; 2.71; 3.50; 4.71; 5.33; 6.33; 7.30; 8.33; 9.35; 10.31; 11.27; 12.55; 13.48; 14.51; 15.32; 16.43.
11.	1.49; 2.70; 3.51; 4.70; 5.34; 6.40; 7.31; 8.32; 9.36; 10.30; 11.28; 12.54; 13.49; 14.50; 15.24; 16.42.
12.	1.50; 2.69; 3.52; 4.69; 5.24; 6.38; 7.32; 8.31; 9.37; 10.29; 11.29; 12.53; 13.50; 14.49; 15.25; 16.41.
13.	1.51; 2.68; 3.53; 4.68; 5.25; 6.42; 7.33; 8.30; 9.38; 10.28; 11.30; 12.52; 13.51; 14.48; 15.26; 16.40.
14.	1.52; 2.67; 3.54; 4.67; 5.26; 6.41; 7.24; 8.29; 9.26; 10.27; 11.22; 12.51; 13.52; 14.47; 15.27; 16.39.
15.	1.53; 2.66; 3.55; 4.66; 5.27; 6.35; 7.25; 8.28; 9.27; 10.26; 11.23; 12.50; 13.53; 14.46; 15.28; 16.38.
16.	1.54; 2.65; 3.56; 4.65; 5.28; 6.39; 7.26; 8.27; 9.28; 10.25; 11.24; 12.49; 13.40; 14.45; 15.29; 16.37.
17.	1.55; 2.64; 3.57; 4.64; 5.29; 6.37; 7.27; 8.26; 9.29; 10.24; 11.25; 12.48; 13.41; 14.44; 15.30; 16.36.
18.	1.56; 2.63; 3.58; 4.63; 5.30; 6.36; 7.28; 8.25; 9.30; 10.23; 11.26; 12.47; 13.42; 14.43; 15.31; 16.35.
19.	1.57; 2.62; 3.59; 4.62; 5.31; 6.34; 7.29; 8.24; 9.31; 10.22; 11.27; 12.46; 13.43; 14.42; 15.32; 16.34.
20.	1.58; 2.61; 3.42; 4.61; 5.32; 6.33; 7.30; 8.23; 9.32; 10.21; 11.28; 12.45; 13.44; 14.41; 15.33; 16.33.

* завдання виконуються в окремому зошиті з детальним поясненням до кожної задачі.

9. Методи навчання

Навчальні лекції, проведення практичних та лабораторних занять, консультації, діагностика знань, умінь і навичок, моніторинг успішності, організація самостійної та індивідуальної роботи.

Пізнання: аналіз і синтез, абстрагування, ідеалізація, узагальнення і систематизація знань, проблемно-пошуковий, моделювання фізичних явищ і процесів на лекціях; актуалізація опорних знань та послідовне виконання визначеної системи завдань на практичних заняттях; активізація пізнавальної діяльності на лабораторних заняттях; індивідуальне обговорення складних для засвоєння студентами теоретичних питань та індивідуальних завдань курсу на консультаціях; метод навчальної дискусії під час обговорення запитань, що виносяться на самостійне опрацювання студентами;

управління: моніторинг рівнів сформованості (мотивації – професійної, навчально-пізнавальної, соціальної інтенсифікації, утилітарної; засвоєння – глибина, міцність, системність знань, успішність вивчення дисципліни; наукового світогляду – фундаментальності, інтегрованості і технологічності знань з дисципліни тощо) – діагностика, аналіз, перевірка залишкових знань, коригування.

Методи організації навчально-пізнавальної діяльності:

Словесні: пояснення, лекція, бесіда, дискусія, робота з посібником та іншими інформаційними ресурсами;

Наочні: ілюстрування, демонстрування, самостійне спостереження;

Практичні: вправи, лабораторні роботи.

10. Методи контролю

Поточний контроль теоретичних знань шляхом проведення фізичних диктантів, самостійних робіт, усного опитування тощо; оцінювання розв'язування задач на практичному занятті; оцінювання письмових перевірочних робіт; оцінювання підсумкових контрольних робіт; перевірка підготовки та виконання лабораторних робіт.

Форми оцінювання: усне опитування (на колоквіумах, практичних та лабораторних заняттях, під час допуску до виконання лабораторних робіт, екзамені), тестування (захист лабораторних робіт), перевірка письмових робіт (фізичних диктантів на практичних заняттях, контрольних робіт, домашніх та індивідуальних завдань, звітів з лабораторних робіт), колективне обговорення (запитань, що виносяться на самостійне опрацювання студентами).

Результати навчання:

- Знає основи загальнотеоретичних дисциплін необхідні для розв'язання педагогічних, науково-методичних і організаційно-управлінських завдань
- Знає основні фізичні структури та матеріали
- Володіє методами сучасних природничих наук; математичними методами аналізу та опису фізичних процесів та систем
- Розуміє взаємозв'язок фізики, хімії та біології в структурі природничих наук та з іншими науками, їх роль в прискоренні темпів науково-технічного прогресу; історію визначних винаходів в області техніки, пов'язаних з використанням законів природи; вплив теоретичних знань в області природничих наук на зміни в технології виробництва і перебудові виробничих циклів
- Розуміє стратегії сталого розвитку та сутності взаємозв'язків між природним середовищем і людиною
- Знає методики навчання природничих дисциплін, інноваційні та інформаційно-комунікаційні та комп'ютерні технології навчання природничих наук
- Знає зміст і принципи організації освітньої діяльності в профільних (гуманітарних) і непрофільних класах старшої загальноосвітньої школи, навчальних програми і підручники з фізики
- Знає основні напрями і перспективи розвитку освіти та педагогічної науки в Україні
- Знає принципи і прийоми збору, систематизації, узагальнення і використання інформації, проведення наукових досліджень і методичної роботи зі спеціальності, підготовки інформаційних і науково-методичних матеріалів
- Інтегрує методи емпіричного та теоретичного рівнів дослідження в педагогічному процесі; розуміє можливості сучасних наукових методів пізнання природи, суспільства, соціуму, їх особливості й володіє ними на рівні, необхідному для вирішення науково-дослідних завдань та проблем діяльності вчителя природничих наук, фізики
- Виявляє здатність в умовах розвитку науки й мінливої психолого-педагогічної практики до переоцінки накопиченого досвіду, аналізу своїх можливостей, вміє набувати нові знання, використовувати новітні освітні технології
- Виявляє здатність до проектної діяльності і на основі наукового підходу вміти будувати та використовувати прогностичні моделі для опису результатів кількісного та якісного аналізу соціально-педагогічних явищ та процесів
- Уміє обґрунтовувати сутність методичних явищ та процесів, аналізувати тенденції розвитку сучасної методики навчання природничих наук, фізики
- Володіє навичками культури мислення, толерантності ведення наукових дискусій, відповідальності за результати дослідження
- Виявляє здатність обирати, використовувати раціональні алгоритми, методи, прийоми та способи складання та розв'язування задач з фізики; володіння методиками навчання складати і розв'язувати задачі з фізики, в тому числі інтегрованого змісту
- Виявляє здатність будувати математичні моделі явищ та процесів природи; вміння проводити фізичні дослідження, аналізувати результати, формулювати висновки
- Демонструє вміння використовувати засоби комп'ютерних технологій для розв'язування завдань предметної спеціальності в педагогічній діяльності
- Знає, розуміє і застосовує сучасні методики проведення психолого-педагогічних і методичних досліджень, оформлення їх результатів; вміє планувати (проектувати) науково-дослідну, методичну, освітньо-виховну роботу

11. Розподіл балів, які отримують студенти (денної ф.н.)

Поточне оцінювання											Інд. завд.	Лабораторні роботи	Сума
Змістовий модуль I	Змістовий модуль II	Колоквіум 1	Контр.р.1	Змістовий модуль III		Змістовий модуль IV	Змістовий модуль V	Колоквіум 2	Контр.р.2	найвн			
T1-T4	T5-T7			T8-T9	T10-T11	T12-T13	T14-T15						
5	5	10	10	5	5	5	5	10	10	8	10	12	100

М. М. М.І. М.І. М. М.І. М.І. М.І. М.І. М.І. М.І. М. М. Н. М.І.
 І. І. І. І. М.І. М.І. М.І. М.І. . . І. І. В. .

T1, T2, ... – теми передбачені на опанування.

Критерії оцінювання:

За кожен тему під час роботи на занятті студент має можливість отримати 5 балів. При цьому враховується робота студентів під час занять щодо розв'язування задач.

Критерії оцінювання відповідей студентів на **практичний модуль**:

I. Початковий рівень (1-2 бала). Відповідь студента при відтворенні навчального матеріалу елементарна, зумовлена нечіткими уявленнями про предмети і явища; діяльність студента здійснюється під керівництвом викладача. Студент уміє розрізняти поняття, величини, явища, одиниці вимірювання з даної теми, розв'язувати завдання за допомогою викладача лише на відтворення основних алгоритмів, формул; здійснювати найпростіші математичні дії.

II. Середній рівень (3 бала). Необхідні практичні навички роботи з засвоєним матеріалом сформовані в основному рівні. Знання неповні, поверхові, студент в цілому правильно відтворює навчальний матеріал, але недостатньо осмислено; знає основні теорії і факти, вміє наводити окремі власні приклади на підтвердження певних думок, але має проблеми з аналізом та формулюванням висновків; частково контролює власні навчальні дії, здатний виконувати завдання за зразком. Студент розв'язує типові завдання (за зразком), виявляє здатність обґрунтовувати деякі логічні кроки за допомогою викладача.

III. Достатній рівень (4 бала). Студент добре опанував вивчений матеріал, застосовує знання у стандартних ситуаціях, уміє проаналізувати й систематизувати інформацію, самостійно використовує традиційні докази із правильною аргументацією. Студент уміє дати ґрунтовну відповідь на поставлене запитання. Відповідь студента повна, логічна; розуміння пов'язане з одиничними образами, не узагальнене. Володіє понятійним апаратом. Допускає незначні неточності чи не грубі фактичні помилки. Уміє виправляти допущені помилки. Студент самостійно розв'язує типові завдання з даної теми, обґрунтовуючи обраний спосіб розв'язання.

IV. Високий рівень (5 балів). Студент має системні, повні, глибокі, міцні, узагальнені знання про предмети, явища, поняття, теорії, їхні суттєві ознаки та зв'язок останніх з іншими поняттями в обсязі та в межах вимог навчальної програми, усвідомлено використовує їх у стандартних та нестандартних ситуаціях. Уміє самостійно аналізувати та застосовувати основні положення теорії для вирішення нестандартних завдань, робити правильні висновки, приймати рішення. Має сформовані міцні практичні навички. Уміє самостійно аналізувати, оцінювати, узагальнювати опанований матеріал, самостійно добирати та користуватися джерелами інформації. Студент самостійно розв'язує комбіновані типові завдання стандартним або оригінальним способом, розв'язує нестандартні завдання.

При оцінюванні відповіді студентом на теоретичне питання (**колоквіум**) оцінюються:

висвітлення логічно відповідає змісту питань курсу; знання фактів до визначених елементів теорії та їх узагальнення; знання принципів і постулатів; виражати власну точку зору стосовно аналізу елементів курсу та наукового світогляду людства; вміння застосувати знання в новій ситуації.

Завдання, яке одержує студент складає два теоретичних запитання.

I. Початковий рівень (1-2 бал). Теоретичний зміст курсу засвоєний лише фрагментарно. Відповідь студента при відтворенні навчального матеріалу елементарна, зумовлена нечіткими уявленнями про

предмети і явища; діяльність студента здійснюється під керівництвом викладача. Студент за допомогою викладача описує поняття, явища, процеси тощо або їх частини у зв'язаному вигляді без пояснення їх суттєвих ознак; називає поняття, явища, процеси; розрізняє позначення окремих величин. Зокрема, зазначена кількість балів ставиться, якщо в роботі допущено багато помилок, які показують низький рівень підготовки студента, не розуміння ним сутності фізичних явищ, не знання основних питань загальної фізики. Таким чином, оцінюється відповідь, що складає логічно не зв'язані фрагментарні відомості, які не дозволяють судити про розуміння суті відповіді; відсутність знань законів, постулатів і їх математичних виразів; невміння аналізувати зміст, скласти план розв'язку.

II. Середній рівень (3-5 балів). Теоретичний зміст курсу засвоєний частково. Знання неповні, поверхові, студент в цілому правильно відтворює навчальний матеріал, але недостатньо осмислено; знає основні теорії і факти, вміє наводити окремі власні приклади на підтвердження певних думок, але має проблеми з аналізом та формулюванням висновків і наведенням доведень; частково контролює власні навчальні дії, здатний виконувати завдання за зразком. Студент може зі сторонньою допомогою пояснювати суть понять, явищ, процесів; виправляти допущені неточності (власні, інших студентів); виявляє елементарні знання основних положень (законів, понять, формул). Зокрема, зазначена кількість балів ставиться, якщо в завданнях допущені суттєві помилки, або друге завдання не виконано. При цьому перше завдання має бути виконане повністю, з усіма необхідними поясненнями. Таким чином, оцінюється відповідь, в якій лише відтворено основні постулати й принципи, на яких ґрунтується зміст відповідей без математичного виведення лише фрагментарним описом окремих елементів. До задачі обґрунтовано зміст і визначено основні закони, постулати, теорії, що лежать в основі змісту й розв'язку.

III. Достатній рівень (6-8 балів). Теоретичний зміст курсу засвоєно повністю. Студент добре опанував вивчений матеріал, застосовує знання у стандартних ситуаціях, вміє проаналізувати й систематизувати інформацію, самостійно використовує традиційні докази із правильною аргументацією. Студент вміє дати ґрунтовну відповідь на поставлене запитання. Відповідь студента повна, логічна; розуміння пов'язане з одиничними образами, не узагальнене. Володіє понятійним апаратом. Допускає незначні неточності чи не грубі фактичні помилки. Вміє виправляти допущені помилки. Студент вільно володіє вивченим матеріалом у стандартних ситуаціях, наводить приклади його практичного застосування та аргументи на підтвердження власних думок. Зокрема, зазначена кількість балів ставиться за умови, якщо під час виконання завдань допущені деякі недоліки, які загалом не впливають на загальний результат. Крім того, якщо під час виконання одного з завдань допущені помилки, але в тому випадку, якщо інші виконані бездоганно. Таким чином, оцінюється результат діяльності студента, коли неповне відтворення відповіді, пов'язане з випущенням або нерозумінням одного-двох положень, постулатів, принципів і невмінням визначити їх за довідниками, посібниками. Допущення однієї помилки при розв'язуванні задачі, використання необґрунтованого прийому чи способу.

IV. Високий рівень (9-10 балів). Теоретичний зміст курсу засвоєно повністю. Студент має системні, повні, глибокі, міцні, узагальнені знання про предмети, явища, поняття, теорії, їхні суттєві ознаки та зв'язок останніх з іншими поняттями в обсязі та в межах вимог навчальної програми, усвідомлено використовує їх у стандартних та нестандартних ситуаціях. Вміє самостійно аналізувати та застосовувати основні положення теорії для вирішення нестандартних завдань, робити правильні висновки, приймати рішення. Студент вільно володіє вивченим програмовим матеріалом, уміло послуговується науковою термінологією, вміє опрацьовувати наукову інформацію; вміє самостійно поставити мету дослідження, знаходити нові факти, явища, ідеї, самостійно використовувати їх відповідно до поставленої мети, вказує шляхи її реалізації; робить аналіз та висновки. Зокрема, зазначена кількість балів ставиться за умови виконання всіх завдань. Відповідь на теоретичне завдання повинна бути повною, необхідно чітко сформулювати фізичне поняття відповідно до орієнтовних планів, навести приклади, що його підтверджують, дати чітке формулювання фізичної величини, закону чи залежності, де це поняття використовується в оцінці об'єкту вивчення. Отже, студент: виявляє правильне розуміння змісту розглядуваних елементів теорії і закономірностей, дає точне визначення і тлумачення основних понять, законів і теорій, а також правильне визначення математичних і фізичних величин, будує відповідь за власним планом, супроводжує розповідь

власними прикладами, вміє застосувати знання в новій ситуації, при виконанні практичних завдань; може встановити зв'язок між матеріалом, що вивчається, і раніше вивченим.

Критерії оцінювання письмових контрольних робіт:

I. Початковий рівень (1-2 бали). Зазначена кількість балів ставиться тоді, коли розв'язано правильно не більше 25 % завдань. В інших задачах допущені грубі помилки, які показують, незадовільне засвоєння теоретичного матеріалу і не дають можливості правильно розв'язати задачу. Також зазначена кількість балів ставиться, коли правильно записана коротка умова задачі та наведений рисунок до всіх запропонованих у контрольній роботі задач.

II. Середній рівень (3-5 балів). Зазначена кількість балів ставиться тоді, коли повністю і правильно розв'язано 50 % задач. Або у всіх завданнях (за умови правильного записання короткої умови задачі та наведення рисунку) допущені помилки, які впливають на правильний загальний розв'язок задачі. Також зазначена кількість балів ставиться тоді, коли студент вміє розв'язувати задачі і вправи на 1-3 кроки репродуктивного характеру.

III. Достатній рівень (6-8 балів). Зазначена кількість балів ставиться тоді, коли розв'язані всі задачі, які винесені на контрольну роботу, але в розв'язках окремих задач допущені незначні описки, які суттєво не впливають на загальний розв'язок, який за своєю суттю повинен бути правильний. Запропонована кількість балів також ставиться, коли повністю і з хорошим поясненням розв'язано 75 % задач, які винесені на контрольну роботу, а 25 % завдання розв'язані неповністю, але у решті задач відсутні навіть незначні помилки. Також зазначена кількість балів ставиться тоді, коли студент засвоїв теоретичний матеріал, може самостійно розв'язувати задачі на 4 й більше логічних кроків репродуктивного характеру.

IV. Високий рівень (9-10 балів). Зазначена кількість балів ставиться тоді, коли студент правильно розв'язав усі задачі, які винесені на домашнє завдання, тобто за основними питаннями курсу МНФ, які підлягають контролю згідно даної навчальної програми. Логічно і послідовно представлений за етапами розв'язок задач з відповідним поясненням, правильно виконані всі математичні перетворення в логічній послідовності, правильно зроблене чисельне обрахування результатів у вибраній системі одиниць (як правило, в системі СІ). Зроблено перевірку одержаного результату. Наведена логічна і ґрунтовна відповідь. Також зазначена кількість балів ставиться тоді, коли студент вільно володіє теоретичним матеріалом (законами, формулами), що проявляється у самостійному розв'язку задач на 4 й більше логічних кроків.

Критерії оцінювання виконання студентами індивідуальних завдань:

- ❖ Бали за наявність задач (з індивідуального завдання) виставляються за сумою правильно розв'язаних задач (1 задача = 0,5 бали);
- ❖ За захист індивідуального завдання студент має змогу максимально отримати 10 балів. При цьому враховуються критерії як при розв'язуванні задач на практичному занятті.

Лабораторний модуль оцінюється максимально в 12 балів (2 бали * 6 лаб.роб.)

допуск	викон	звіт	захист	Σ за одну л.р.	Кількість л.р.	Σ за всі л.р.
0,4	0,2	0,4	1,0	2,0	6	12

За кожну лабораторну роботу студент отримує 2,0 бал під час роботи на заняттях.

При оцінюванні допуску враховується розуміння послідовності виконання лабораторної роботи, підготовка бланку-звіту та вміння пояснити закони і закономірності, що передбачається дослідити в лабораторній роботі.

При оцінюванні оформлення результатів лабораторних робіт (звіти; максимум 0,4 бала) враховується охайність оформлення, дотримання загальноприйнятих вимог до оформлення такого роду документів, достовірність результатів, тощо.

Критерії оцінювання виконання лабораторної роботи

I. Початковий рівень (0,01-0,04 бали). Студент демонструє вміння виконувати частину лабораторної роботи і лише з допомогою викладача, порушує послідовність виконання роботи, відображену в інструкції, не робить самостійно висновки за отриманими результатами.

II. Середній рівень (0,05-0,1 бали). Студент виконує роботу за зразком (інструкцією) або з допомогою викладача, результат роботи студента дає можливість зробити правильні висновки або їх частину, під час виконання роботи допущені помилки.

III. Достатній рівень (0,12-0,16 бали). Студент самостійно виконує роботу в повному обсязі з дотриманням необхідної послідовності виконання алгоритмів, проведення дослідів та вимірювань тощо. У звіті правильно і акуратно виконує записи, таблиці, схеми, графіки, розрахунки, самостійно робить висновок.

IV. Високий рівень (0,18-0,2 балів). Студент виконує всі вимоги, передбачені для достатнього рівня, виконує роботу за самостійно складеним планом, робить аналіз результатів, розраховує похибки (якщо потребує завдання). Більш високим рівнем вважається виконання роботи за самостійно складеним оригінальним планом або установкою, їх обґрунтування.

Критерії оцінювання захисту лабораторної роботи

I. Початковий рівень (0,1-0,4 бали). Теоретичний зміст курсу засвоєний лише фрагментарно. Відповідь студента при відтворенні навчального матеріалу елементарна, зумовлена нечіткими уявленнями про предмети і явища; діяльність студента здійснюється під керівництвом викладача. Студент за допомогою викладача описує поняття, явища, процеси тощо або їх частини у зв'язаному вигляді без пояснення їх суттєвих ознак; називає поняття, явища, процеси; розрізняє позначення окремих величин.

II. Середній рівень (0,5-0,6 бали). Теоретичний зміст курсу засвоєний частково. Знання неповні, поверхові, студент в цілому правильно відтворює навчальний матеріал, але недостатньо осмислено; знає основні теорії і факти, уміє наводити окремі власні приклади на підтвердження певних думок, але має проблеми з аналізом та формулюванням висновків; частково контролює власні навчальні дії, здатний виконувати завдання за зразком. Студент може зі сторонньою допомогою пояснювати суть понять, явищ, процесів; виправляти допущені неточності (власні, інших студентів); виявляє елементарні знання основних положень (законів, понять, формул).

III. Достатній рівень (0,7-0,8 бали). Теоретичний зміст курсу засвоєно повністю. Студент добре опанував вивчений матеріал, застосовує знання у стандартних ситуаціях, уміє проаналізувати й систематизувати інформацію, самостійно використовує традиційні докази із правильною аргументацією. Студент уміє дати ґрунтовну відповідь на поставлене запитання. Відповідь студента повна, логічна; розуміння пов'язане з одиничними образами, не узагальнене. Володіє понятійним апаратом. Допускає незначні неточності чи негрубі фактичні помилки. Уміє виправляти допущені помилки. Студент вільно володіє вивченим матеріалом у стандартних ситуаціях, наводить приклади його практичного застосування та аргументи на підтвердження власних думок.

IV. Високий рівень (0,9-1,0 балів). Теоретичний зміст курсу засвоєно повністю. Студент має системні, повні, глибокі, міцні, узагальнені знання про предмети, явища, поняття, теорії, їхні суттєві ознаки та зв'язок останніх з іншими поняттями в обсязі та в межах вимог навчальної програми, усвідомлено використовує їх у стандартних та нестандартних ситуаціях. Уміє самостійно аналізувати та застосовувати основні положення теорії для вирішення нестандартних завдань, робити правильні висновки, приймати рішення. Студент вільно володіє вивченим програмовим матеріалом, уміло послуговується науковою термінологією, вміє опрацьовувати наукову інформацію; вміє самостійно поставити мету дослідження, знаходити нові факти, явища, ідеї, самостійно використовувати їх відповідно до поставленої мети, вказує шляхи її реалізації; робить аналіз та висновки.

Кінцевий результат обчислюється як сумарний бал за всі модулі (діє система накопичення балів).

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	
82-89	B	добре	

74-81	C	задовільно	зараховано
64-73	D		
60-63	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

12. Методичне забезпечення

Навчально-методичний комплекс, програми для закладів загальної середньої освіти [10; 11], навчальні посібники та підручники:

– Садовий М.І., Вовкотруб В.П., Трифонова О.М. Вибрані питання загальної методики навчання фізики: навч. посібн. для студ. ф.-м. фак. вищ. пед. навч. закл. Кіровоград: ПП «Центр оперативної поліграфії «Авангард», 2013. 252 с.

– Величко С.П., Садовий М.І., Трифонова О.М. Засоби діагностики зі шкільного курсу фізики: навч. посібн. для студ. фіз.-мат. факул. вищ. пед. навч. закл. Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2016. Ч. 1. 136 с.

– Величко С.П., Садовий М.І., Трифонова О.М. Засоби діагностики зі шкільного курсу фізики: навч. посібн. для студ. фіз.-мат. факул. вищ. пед. навч. закл. Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2016. Ч. 2. 28 с.

– Вовкотруб В.П., Садовий М.І., Подопригора Н.В., Трифонова О.М. Вибрані задачі з фізики та варіанти їх розв'язків: навчальний посібник для студ. ф.-м. фак. вищ. пед. навч. закл. та учнів загальноосв. шк. Кіровоград: ПП «Ексклюзив-Систем», 2011. 175 с.

13. Рекомендована література

Базова

1. Гельфгат И.М., Колебошин В.Я., Любченко Н.Г., Манакин В.Л., Ненашев И.Ю., Селезнев Ю.О., Хоменко Е.В. Сборник разноуровневых заданий для государственной итоговой аттестации по физике. Харьков: Гимназия, 2003. 80 с.

2. Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти (Постанова Кабінету Міністрів України № 1392 від 23.11.2011). URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1392-2011-p>.

3. Лукашик. Збірник запитань і задач з фізики. для 7-8 класів. К.: Освіта, 1993. 210 с.

4. Методика і техніка експерименту з оптики: посібн. для студ. фіз. спец. вищ. пед. навч. закл. та вчит. фізики. / Садовий М.І., Сергієнко В.П., Трифонова О.М., Сліпучіна І.А., Войтович І.С. Луцьк: Волиньполіграф, 2011. 292 с.

5. Підручники з фізики та посібники задач з фізики старшої школи. URL: <https://4book.org/uchebniki-ukraina/10-klass/fizika/page-2> ; <https://4book.org/uchebniki-ukraina/11-klass/fizika>

6. Римкевич П.А. Збірник задач з фізики для 9-11 класів середньої школи. Вид. 14-те. М.: Просвещение, 1992. 224 с.

7. Садовий М.І., Лазаренко Д.С. Методика і техніка експерименту з механіки: пос. для студ. вищ. пед. навч. закл. та вчит.; за ред. Садового М.І. Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В.Винниченка. 116 с.

8. Фізика (рівень стандарту). Зошит для лабораторних робіт: 10 клас / В.Я. Гайда, М.І. Садовий, О.М. Трифонова, С.З. Мурза. Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин Я.І. Абетка, 2019. 44 с. (лист ІМЗО від 09.07.2019 р. № 22.1/12-Г-607).

9. Фізика (рівень стандарту). Зошит для лабораторних робіт: 11 клас / В.Я. Гайда, М.І. Садовий, О.М. Трифонова, В.В. Михайленко. Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин Я.І. Абетка, 2019. 56 с. (лист ІМЗО від 09.07.2019 р. № 22.1/12-Г-608).

10. Фізика і астрономія: навчальні програми для 10-11 класів закладів загальної середньої освіти (рівень стандарту, профільний рівень) / Ляшенко О.І., Бар'яхтар В.Г., Бевз А.В. та ін.; авторський колектив під керівництвом Ляшенка О.І.; Затверджено Міністерством освіти і науки

України (наказ № 1539 від 24.11.2017 р.). 55 с. URL: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-dlya-10-11-klasiv>

11. Фізика. 7–9 класи: навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів; Затверджено Міністерством освіти і науки України (наказ № 804 07.06.2017). URL: <http://mon.gov.ua/activity/education/zagalna-serednya/navchalni-programi-5-9-klas-2017.html>.

12. Хмаро орієнтовані освітні середовища у навчанні фізики та інформатики : колективна монографія / Садовий М.І., Подопрігора Н.В., Резіна О.В., Трифонова О.М., Хомутенко М.В.; за наук. ред. М.І. Садового; МОН України; Центральноукраїнський держ. пед. ун-т імені Володимира Винниченка. Кропивницький : ПП «Ексклюзив-Систем», 2019. 372 с. (*Вч.рада ЦДПУ протокол № 11 від 25.04.2019*)

Допоміжна

1. Бабанский Ю.К. Методы обучения в современной общеобразовательной школе. М.: Просвещение, 1985. 208 с.

2. Бугаёв А.И. Методика преподавания физики в средней школе: Теоретические основы. М.: Просвещение, 1981. 288 с.

3. Вовкотруб В.П. Ергономіка навчального експерименту. Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2005. 308 с.

4. Гайдучок Г.М., Нижник В.Г. Фронтальний експеримент з фізики в 7-11 класах середньої школи. К.: Рад. шк., 1989. 175 с.

5. Головка М.В. Використання матеріалів з історії вітчизняної науки при вивченні фізики та астрономії. К.: ТОВ «Міжнар. фін. агенція», 1998. 93 с.

6. Гужій А.М., Величко С.П., Жук Ю.О. Фізичний експеримент у загальноосвітньому навчальному закладі. (Організація та основи методики): навч. посібн. К.: ІЗМН, 1999. 303 с.

7. Демонстрационные опыты по физике в VI–VII классах средней школы / Под ред. А.А. Покровского. М.: Просвещение, 1970. 279 с.

8. Кабинет физики средней школы / Под ред. А.А. Покровского. М.: Просвещение, 1982. 159 с.

9. Концепція інформатизації освіти / В.Ю. Биков, Я.І. Вовк, М.І. Жалдак та ін. *Рідна школа*. 1994. № 11. С. 26–29.

10. Ляшенко О.І. Формування фізичного знання учнів середньої школи: Логіко-дидактичні основи. К.: Генеза, 1996. 128 с.

11. Методика навчання фізики у восьмирічній школі / Воловик П.М., Гончаренко С.У. Макаровська Т.А. та ін.; За ред М.Й.Розенберга. К.: Рад.шк., 1969. 268 с.

12. Оконь В. Введение в общую дидактику / пер. с польск. Л.Г. Кашкуревича, Н.Г. Горина. М.: Высшая школа, 1990. 381 с.

13. Онищук В.О. Урок в современной школе: пособие для учителей. М.: Просвещение, 1981. 191 с.

14. Осадчук Л.А. Методика преподавания физики. Дидактические основы. К.; О.: Вища шк., 1984. 351 с.

15. Основы методики преподавания физики в средней школе / В.Г. Розумовский, А.И. Бугаев, Ю.И. Дик и др.; под ред. А.В. Перышкина и др. М.: Просвещение, 1984. 398 с.

16. Павленко А.І. Методика навчання учнів середньої школи розв'язуванню і складанню фізичних задач: Теоретичні основи / наук. ред. С.У. Гончаренко. К.: ТОВ «Міжнар. фін. агенція», 1997. 177 с.

17. Позаурочна робота з фізики / За ред. О.Ф. Кабардіна. М.: Просвещение, 1983. 302 с.

18. Практикум з фізики в середній школі. / За ред Ю.І. Діка й ін. К.: Рад школа, 1996. 176 с.

19. Розв'язування навчальних задач з фізики: питання теорії і методики. / С.У. Гончаренко, С.В. Коршак, А.І. Павленко, О.В. Сергєєв, В.І. Баштовий, Н.М. Коршак; за заг. ред. Є.В. Коршака. К.: НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2004. 185 с.

20. Садовий М.І. Становлення та розвиток фундаментальних ідей дискретності та неперервності у курсі фізики середньої школи. Кіровоград: Прінт-Імідж, 2000. 396 с.

21. Трифонова О.М. Дотримання принципу науковості при формуванні у майбутніх викладачів природничих дисциплін сучасної наукової картини світу. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки (КДПУ ім. В. Винниченка)*. Кіровоград, 2007. Вип. 72, ч. 1. С. 123–126.

22. Усова А.В., Вологодская З.А. Самостоятельная работа учащихся по физике в средней школе. М.: Просвещение, 1981. 158 с.

23. Фізика. Завдання для тестової перевірки знань, умінь і навичок випускників загальноосвітніх шкіл, ліцеїв і гімназій / Бугайов О.І., Коршак Є.В., Коршак К.В. та ін. К.: Абрис, 1993. 96 с.

24. Фронтальные лабораторные занятия по физике в средней школе / Под ред. А.А. Покровского. М.: Просвещение, 1970. 216 с.

25. Шарко В.Д. Методична підготовка вчителя фізики в умовах неперервної освіти: монографія. Херсон: Вид-во ХДУ, 2006. 400 с.

14. Інформаційні ресурси:

1. <http://nuclphys.sinp.msu.ru/index.html>
2. http://booksobzor.info/estestvoznanie_nauchnotehnicheskaja_literatura
3. <http://newlibrary.ru/genre/nauka/fizika/>
4. <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/physics/elementary.htm>
5. <http://www.alleng.ru/edu/phys9.htm>
6. <http://ufn.ru/ru/articles/1967/>

