



5. АВТОРСЬКІ ПРОГРАМИ ТА ПРОЕКТИ



Сергій Васильович Романовський,

кандидат фізико-математичних наук, доцент,
заслужений працівник освіти України,
директор ліцею «Інтелект»,
м. Київ

УДК 37.013.3

НАВЧАННЯ ОБДАРОВАНИХ УЧНІВ, ЯКІ ВИЯВЛЯЮТЬ СХИЛЬНІСТЬ ДО ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН (експериментальне застосування модернізованих програм з фізики)

В статті кратко описана система англоязычного ознайомлення з учебним предметом, с учётом современной специфической англоязычной терминологии, используемой в международном научном сотрудничестве. Автор указывает, что к предлагаемым программам разработаны учебные пособия, в англоязычном варианте (8 клас) и в двуязычном варианте – украинско-английский (9–11 классах). Содержание учебного предмета предусматривает формирование знаний и понимания научной дисциплины, умения владеть и пользоваться информацией, формирование научного мировоззрения и исследовательских навыков.

Ключевые слова: профильное обучение, модернизация образования, содержание образования.

The article briefly describes the system of English-speaking acquaintance with the subject, considering the modern specific English-speaking terminology used in international scientific cooperation. The author points out that the manuals have been developed for the proposed programs, in the English version (8th grade) and in the bilingual version - Ukrainian-English (9–11 classes). The content of the subject includes the formation of knowledge and understanding of scientific discipline, the ability to own and use information, the formation of scientific outlook and research skills.

Key words: subject-oriented education, modernization of education, content of education.

Упродовж останніх 20 років дослідження українських і російських учених (Л. Даниленко, Т. Лукина, С. Ніколаєнко, І. Чепуришкін та ін.) розкривають проблеми управління якістю освіти, створення ефективного інноваційного освітнього середовища. Проблемам модернізації освіти присвячено науково-практичні конференції (Модернізація освіти: пошуки, проблеми, перспективи : матеріали міжнар. наук.-практ. конф. (Київ – Переяслав-Хмельницький, 22–25 трав. 2006 р.). – Київ – Переяслав-Хмельницький, 2006. – 320 с.).

Питання взаємодії ринку праці та професійно-технічної освіти намагались розв'язувати у межах українсько-німецького проекту (Взаємодія ринку праці та професійно-технічної освіти. Механізми створення Державних стандартів професійно-технічної освіти з конкретних професій: матеріали, підгот. у рамках реалізації укр.-нім. проекту «Підтримка реформи професійно-технічної освіти в Україні». – Київ, 2009. –

276 с.). Комплексний підхід до вивчення та розв'язання згаданих проблем більше 20 років реалізується в навчальній діяльності Київського ліцею «Інтелект».

За результатами багаторічного формувального науково-практичного експерименту в ліцеї «Інтелект» було досягнуто систематичності щорічних високих результатів ЗНО, перемог учнів ліцею у Всеукраїнських, міських і міжнародних конкурсах, олімпіадах, отримання випускниками міжнародних грантів на навчання та працевлаштування за кордоном.

Аналіз результатів експериментальної діяльності засвідчує, що одним із домінуючих факторів, які впливають на результати навчання в ліцеї за останні 28 років стала систематична навчальна діяльність з розроблення та модернізації змісту навчальних програм і посібників.

Оскільки за основу експерименту наприкінці 90-х рр. ХХ ст. було взято модель «середня освіта – вища технічна освіта». У нашій публікації зупинимось



більш детально на специфіці викладання профільного предмету «Фізика у 9–11 класах».

Фізика в ліцеї «Інтелект» міста Києва викладають з 1994 р. українською, російською та англійською мовами.

Фізика англійською мовою викладають після того, як цей матеріал було прочитано викладачами російською та українською мовами. Це надає можливість досягти трьох цілей. *Перша* – те, що було прочитано російською та українською мовами, через семестр повторюється англійською мовою. *Друга* – активізується англійська лексика та використовується граматику англійської мови (в ліцеї «Інтелект» 12 предметів гуманітарного та природничого циклів викладають англійською мовою за авторськими підручниками і навчальними посібниками з грифом Міністерства освіти України). Таким чином, це забезпечує реалізацію міжпредметних зв'язків. *Третя* – технічний переклад здійснює не філолог, а фахівець зі спеціальності. Трьохмовна система викладання фізики дає ліцеїстам змогу опанувати трьохмовну технічну термінологію.

Для відповідності навчального процесу вимогам вищої технічної освіти в ліцеї у штаті працюють доценти, які викладають фізико-математичні дисципліни випускникам ліцею в НТУУ-КПІ.

Експериментальна програма «Фізика для спеціалізованих класів інженерно-фізичного профілю з поглибленим вивченням англійської мови» (мова українська, англійська) пройшла апробацію в ліцеї «Інтелект», який функціонує на базі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» (1989–2017 рр.).

Експериментальна програма містить теми, які раніше не викладали на базі середньої освіти, однак є тією основою, що надасть майбутнім студентам можливість легше опанувати інженерні дисципліни.

Поділ навчального часу за темами є досить умовним. Завдяки тому, що програма складена темами-блоками, учитель може змінювати їх послідовність залежно від рівня підготовки учнів. Учитель має можливість висвітлювати різні теми англійською та українською мовами, не повторюючи матеріал.

Перелік лабораторних робіт має характер рекомендацій. Учитель, застосовуючи експериментальну базу, може вводити на місце рекомендованого лабораторного практикуму *авторські практичні заняття*.

Автором програми враховано три мети у викладанні фізики.

1. Знання та розуміння

Учень має бути готовим продемонструвати знання та розуміння стосовно:

- 1) наукового явища, фактів, законів, концепцій і теорій;
- 2) наукового словника, термінології, умовностей, включаючи символи, величини і розмірності;
- 3) наукових приладів та інструментів, включаючи техніку оперування та техніку безпеки;
- 4) фізичних величин та їх визначення.

Розділи навчального плану визначають фактичний матеріал, який учні мають опанувати. Пояснення

під час написання контрольних робіт бажано починаючи словами «визначимо», «ствердимо», «опишемо», «пояснимо» чи «відокремимо» («підкреслимо»).

2. Оволодіння інформацією та розв'язанням задач

Учень має словами або, використовуючи інші письмові форми подання інформації (символічна, графічна або числова):

- 1) маніпулювати числовими або іншими даними;
- 2) використовувати інформацію для ідентифікації виразів;
- 3) давати розумне пояснення явищ, моделей, співвідношень;
- 4) висловувати припущення та гіпотези;
- 5) розв'язувати задачі, включаючи числове оцінювання.

Тестові питання з тем будуть починатися словами «передбачимо», «припустимо», «обчислимо» або «визначимо».

3. Експериментальна майстерність і дослідництво

Учень повинен уміти:

- 1) використовувати техніку, апаратуру та матеріали, зокрема інструкції, що супроводять технічні засоби;
- 2) використовувати та записувати спостереження та вимірювання;
- 3) інтерпретувати та оцінювати експериментальні спостереження та дані;
- 4) планувати та виконувати дослідження, володіти методиками обчислення на сучасній комп'ютерній техніці та припускати можливість удосконалення, включаючи добір техніки і матеріалів;
- 5) розглядати процес розв'язування технічної задачі як пошук ідеї, моделі, способів досліджень дослідницько-конструкторської доробку.

Пропоновану програму (її елементи) можна використовувати у середніх (середніх спеціальних) закладах освіти з профільним навчанням інженерно-фізичного та фізико-математичного напрямів, та в закладах із поглибленим вивченням іноземних мов.

Зауважимо, що досягнення успішних результатів навчання окрім програми забезпечується також використанням у навчальному процесі нашого ліцею спеціально розробленим навчальним посібником із двомовним поданням матеріалу, зміст якого відповідає змісту програми (Романовський С. В. Елементарна фізика. Physics advanced level. 9–11 класи (мови англійська та українська). – Міносвіти України. – ВІ-ПОЛ. – Київ, 2001. – 566 с.). Сьогодні посібник дублюється друкованою та електронною версіями. Причому специфічна термінологія з фізики не стає для ліцеїстів новою і занадто складною, оскільки з підготовчою метою у 8 класі ліцею введено читання експериментально розробленого вступного спецкурсу англійською мовою «Фізичні науки». Під час вивчення спецкурсу учні ознайомлюються з термінологічними основами і готуються до опанування фізики англійською мовою у 9–11 класах.

Подаємо для ознайомлення цю програму.



Експериментальна програма:
«Фізика для учнів спеціалізованих класів інженерно-фізичного профілю
з поглибленим вивченням англійської мови»
(9–11 класи)
 Автор: С. В. Романовський
9 КЛАС
Механіка

Тема 1	Мета 2	Додаткові відомості 3
	<i>Учні мають</i>	
<p>1. Одиниці вимірювання та розв'язування задач. Лекція – 2 год Семінар – 4 год Класична механіка і галузі її використання. Математика у фізиці. Міжнародна система одиниць. Теорія розмірностей</p>	<p>Описувати користуванням лінійкою та вимірювальним циліндром для визначення довжини та об'єму. Використовувати та описувати годинники та прилади для вимірювання інтервалів часу. Показувати обізнаність з ідеєю маси тіла. Демонструвати розуміння, що вага є силою. Описувати експеримент з визначення густини рідини та твердого тіла правильної форми та виконувати необхідні обчислення</p>	<p>Механічний метод для вимірювання малих відстаней. Вимірювати і описувати вимірювання коротких інтервалів часу. Розуміти, що маса – це властивість тіла, що проявляється у створенні опору при зміні руху тіла. Використовувати і описувати поняття ваги, як вплив гравітаційного поля на масу тіла. Визначати густину тіла неправильної форми за допомогою методу переміщення. Демонструвати розуміння відмінності між скалярами та векторами. Складати вектори за допомогою графічного зображення і визначати результуючий вектор</p>
<p>2. Рівномірний прямолінійний рух. Лекція – 2 год Семінар – 4 год Механічний рух. Траєкторія, переміщення, шлях. Системи відліку. Швидкість, відносна, миттєва, середня. Таблиці, графіки і рівняння для відображення фізичної інформації: $x=f(t)$, $s=f(t)$, $v=f(t)$</p>	<p>Контрольна робота – 4 год Обчислювати швидкість: з повної відстані та повного часу. Креслити графік швидкість-час, коли тіло знаходиться у стані спокою, рухається з постійною швидкістю, зі змінною швидкістю. Обчислювати площу під графіком швидкість-час з метою визначення відстані (швидкість постійна)</p>	<p>Відрізнати швидкість-скаляр та швидкість-вектор. Розпізнавати прямолінійний рух, для якого прискорення є сталою величиною</p>
<p>3. Нерівномірний рух. Лекція – 2 год Семінар – 4 год Прискорення в прямолінійному русі. Прискорення вільного падіння. Переміщення, швидкість, прискорення в криволінійному русі. Графічне відображення фізичної інформації: $x=f(t)$, $v=f(t)$, $a=f(t)$. Обертальний рух. Кутове прискорення. Доцентрове прискорення. Період і частота обертання тіла. Рух тіла під кутом до горизонту. Рівняння кінематики для одно та дво-мірного простору</p>	<p>Демонструвати розуміння, що прискорення має зв'язок зі зміною швидкості. Обґрунтовувати, що прискорення тіла при вільному падінні біля Землі є сталою величиною</p>	<p>Описувати рух тіл, які падають в однорідних гравітаційних полях з (відсутністю) опором повітря, включаючи кінцеву швидкість</p>
<p>4. Основи динаміки. Сили та ньютонівські закони руху. Лекція – 2 год Семінар – 2 год Інерціальні системи відліку. Сила та маса.</p>	<p>Контрольна робота – 4 год Описувати можливості, за яких сила може змінювати рух тіла</p>	<p>Використовувати співвідношення між силою, масою і прискоренням</p>



1	2	3
<p>Закон інерції. Закон прискорення. Закон взаємодії. Закон гравітації</p> <p>5. Сили в природі. Лекція – 2 год Семинар – 4 год Сила тяжіння. Вага. Невагомість. Центр маси тіла. сила реакції. Сила тертя. Сила Гука. Рівновага сил. Площа площина. Напруга та натяг. Модуль Юнга</p> <p>6. Елементи статички. Лекція – 2 год Семинар – 4 год Момент сили. Правило моментів. Сили та умови рівноваги. Види рівноваги</p> <p>7. Закони збереження. Лекція – 2 год Семинар – 6 год Потенціальна енергія. Кінетична енергія в прямолінійному русі. Кінетична енергія в обертальному русі. Потенціальна енергія пружно деформованого тіла. Різні види енергії, її збереження та взаємоперетворення. Сила та імпульс тіла. Закон збереження імпульсу. Пружне та непружне зіткнення</p> <p>8. Енергія та робота. Лекція – 4 год Семинар – 8 год Визначення роботи. Робота змінної сили. Робота в обертальному русі. Визначення потужності. Коефіцієнт корисної дії</p> <p>9. Механічні коливання та хвилі. Лекція – 2 год Семинар – 4 год Колівання. Періодичний рух. Швидкість, частота, довжина та амплітуда хвилі. Математичний маятник. Період коливання маятника. Фаза коливань. Вільні та вимушені коливання. Поперечні та поздовжні хвилі</p> <p>10. Використання механічної форми руху. Лекція – 8 год Семинар – 8 год Важелі. Домкрати. Блоки. Зубчасті передачі. Маховики та інерція. Підшипники та мастила. Гальма. Сила тяжіння та гіроскопи. Музика та шум</p>	<p>Контрольна робота – 6 год Виконувати і описувати експеримент по визначенню центра маси тіла. Обгрунтовувати, що сила може змінювати розмір і форму тіла. Креслити графік сила – розтяг.</p> <p>Контрольна робота – 6 год Описувати момент сили як міру ефекту обертання та наводити приклади з життя. Описувати рівновагу балки відносно вісі – вісі обертання. Стверджувати, що коли момент обертання дорівнює нулю, система знаходиться у рівновазі</p> <p>Контрольна робота – 6 год Наводити приклади різних форм енергії, їх перетворень та зберігання. Звертатися до закону збереження енергії в простих прикладах. Демонструвати розуміння енергії руху і енергії стану (гравітація, натяг)</p> <p>Контрольна робота – 6 год Встановлювати без обчислень, що виконана робота є добуток сили на переміщення. Встановлювати без обчислень потужність як роботу, що виконана за одиницю часу</p> <p>Контрольна робота – 6 год Описувати отримання звуку в джерелах вібрації. Описувати поздовжню природу звукових хвиль. Розуміти, що для розповсюдження звуку потрібно середовище. Відносити гучність та висоту тону звукових хвиль до амплітуди та частоти</p>	<p>Інтерпретувати графік сила-розтяг (з. Гука не потрібний). Розуміти значущість терміна «межа пропорційності» для графіка сила-розтяг та використовувати пропорційність в обчисленнях.</p> <p>Виконувати та описувати експеримент для перевірки того, що коли результуючий момент дорівнює нулю, тіло знаходиться у рівновазі. Використовувати ідею протилежно спрямованих моментів для простих систем, що перебувають у рівновазі</p> <p>Описувати процеси, в яких енергія перетворюється з однієї форми в іншу, включаючи хімічну енергію, енергію води, енергію хвилі, приливу, геотермальну енергію, ядерну енергію</p> <p>Використовувати $W=(Fd)=E$. Використовувати $P=W/t$ у простих системах. Описувати зміну енергії в термінах виконаної роботи.</p> <p>Описувати розрідження та стискання</p>



10 КЛАС
Механіка рідин та газів. Теплові явища.
Молекулярна фізика. Електромагнітні поля

Тема	Мета	Додаткові відомості
1	2	3
<p>1. Механіка рідин та газів. Лекція – 2 год Семінар – 2 год Гідростатика. Атмосферний тиск. Гідростатичний тиск. Закон Паскаля. Закон Архімеда</p> <p>2. Основні поняття гідродинаміки. Лекція – 2 год Семінар – 4 год Закон неперервності потоку. Закон Бернуллі. Формула Торрічеллі, формула Стокса. Сила поверхневого натягу</p> <p>3. Структура речовини. Лекція – 2 год Семінар – 4 год Розміри молекули. Атомні одиниці маси. Число і закон Авогадро. Відмінність між властивостями твердих тіл, рідин і газів</p> <p>4. Температура і теплота. Лекція – 2 год Семінар – 4 год Температурні шкали. Теплове розширення. Теплота та внутрішня енергія. Теплоємність при сталих об'ємі та тиску</p> <p>5. Рівняння стану ідеального газу. Лекція – 2 год Семінар – 4 год Газові закони. Закони Бойля-Маріотта, Шарля, Гей-Люссака. Об'єднаний газовий закон. Універсальна газова стала. Закон Дальтона. Закон Ван-дер-Ваальса</p> <p>6. Взаємні перетворення речовин. Лекція – 2 год Семінар – 4 год Процеси конденсації, плавлення та кипіння. Насичена та ненасичена</p>	<p style="text-align: center;"><i>Учні мають</i></p> <p>Відрізнити властивості газів, рідин і твердих тіл. Описувати молекулярну структуру твердих тіл, рідин та газів.</p> <p>Контрольна робота – 6 год Співвіднести без обчислень тиск до сили і площі. Описувати принцип дії ртутного термометра та використовувати його для вимірювання атмосферного тиску. Віднести тиск під поверхнею рідини до глибини та густини. Описувати користування манометром. Інтерпретувати температуру газу в термінах руху молекул. Описувати тиск газу в термінах руху молекул. Демонструвати розуміння хаотичного руху частинок, як доказ молекулярно-кінетичної теорії. Описувати теплове розширення твердих тіл, рідин та газів</p> <p>Описувати якісно ефект зміни об'єму газу залежно від зміни температури при сталому тиску. Описувати ефект зміни тиску залежно від температури при сталому об'ємі. Віднести зміну об'єму газу до зміни тиску газу при сталій температурі</p> <p>Контрольна робота – 6 год Описувати випаровування, як виліт високоенергетичних молекул з поверхні рідини.</p>	<p>Порівняти властивості газів, рідин та твердих тіл до сил і відстаней між молекулами, до руху молекул</p> <p>Використовувати рівняння $p=F/S$ у простих системах.</p> <p>Використовувати рівняння $P=dgh$.</p> <p>Показувати, що масивні частинки можуть рухатися за допомогою легких молекул, що швидко рухаються. Описувати конструкцію та принцип дії термопари. Демонструвати розуміння її використання для вимірювання високих температур</p> <p>Використовувати рівняння $PV=\text{constant}$ ($T=\text{constant}$), $P/T=\text{constant}$ ($V=\text{constant}$), $V/T=\text{constant}$ ($P=\text{constant}$)</p> <p>Розуміти вплив температури та площі поверхні і на процес випаровування. Відрізнити кипіння від випаровування</p>



1	2	3
<p>пара. Потрійна точка. Критична точка. Зміна внутрішньої енергії при фазових переходах</p> <p>7. Основи термодинаміки. Лекція – 2 год Семинар – 4 год Зміна внутрішньої енергії при фазових переходах. Перший закон термодинаміки. Тепло та робота. Ізотермічне розширення. Адіабатичне розширення</p> <p>8. Теплові машини. Лекція – 2 год Семинар – 2 год Зворотні та незворотні процеси. Другий закон термодинаміки. Ентропія і другий закон термодинаміки. Теплові двигуни. Цикл Карно. Рефрижератори. Теплові насоси. Кондиціонери</p> <p>9. Теплообмін. Лекція – 2 год Семинар – 4 год Теплопровідність. Конвекція. Теплова радіація. Теплопередача. Коефіцієнти теплопровідності, тепловіддачі, теплопередачі</p> <p>10. Електростатика. Електричні сили. Електричні поля. Лекція – 2 г год Семинар – 4 год Електризація тіл. Закон збереження заряду. Заряджені тіла й електричні сили. Електричні поля та їх характеристики. Закон Кулона. Відмінність між провідниками та ізоляторами. Еквіпотенціальні поверхні. Поділ зарядів. Електричний дипольний момент. Поляризація діелектриків. Різниця потенціалів. Конденсатори</p> <p>11. Кола постійного струму. Лекція – 2 год Семинар – 4 год Рухомі електричні заряди. Джерела електричного струму. Електрорушійна сила. Закон Ома. Правила Кірхгофа. Послідовне і паралельне з'єднання конденсаторів і резисторів. Шунти. Залежність опору провідника від температури, довжини та площі поперечного перерізу провідника</p>	<p>Співвіднести випаровування та охолодження.</p> <p>Порівняти підвищення температури тіла і збільшення внутрішньої енергії тіла. Демонструвати розуміння терміну «теплоємність». Описувати плавлення та кипіння в термінах енергії, яка підводиться без зміни температури</p> <p>Контрольна робота – 4 год</p> <p>Описувати експерименти, що демонструють властивість провідників теплоти. Подати інфрачервону радіацію, як частоту електромагнітного спектру.</p> <p>Контрольна робота – 6 год Описувати експерименти, що показують отримання та детектування електричних зарядів. Визначити, що різнойменні заряди притягуються, однойменні заряди відштовхуються</p> <p>Описувати електричне поле, як область, в якій електричний заряд зазнає дію сили. Відрізнити електричні провідники та ізолятори. Наводити приклади</p> <p>Контрольна робота – 4 год Обґрунтувати, що струм обумовлено потоком зарядів Описувати користування амперметром. Показати, що ЕРС джерела електричної енергії вимірюється у вольтах. Показувати, що опір – це різниця потенціалів, поділена на струм</p>	<p>Описувати експеримент з вимірювання питомої теплоємності речовини. Описувати експеримент з вимірювання питомої теплоти для пари та льоду. Пояснювати зміст точки плавлення і точки кипіння. Описувати конденсацію та тверднення</p> <p>Наводити прості обчислення переносу теплоти у твердому тілі. Наводити приклади використання теплопровідності, конвекції і теплової радіації</p> <p>Обґрунтувати, що заряд вимірюється в кулонах. Визначати напрямок та описувати зразки поля простої форми</p> <p>Демонструвати, що струм є мірою потоку зарядів, та використовувати вираз $I=q/t$. Демонструвати розуміння, що ЕРС визначається як енергія джерела руху заряду в повному колі. Використовувати рівняння $R=V/I$</p>



1	2	3
<p>12. Енергія електричного струму. Електричний струм в речовині. Лекція – 2 год Семінар – 6 год Енергія електричного струму. Електричний струм у речовині. Робота і потужність постійного струму. Максимальна потужність на зовнішньому резисторі. Закон Джоуля-Ленца. Закони електролізу Фарадея. Іонізація молекул газу. Самостійний та несамо- стійний розряди</p>	<p>Показувати без обчислення опір про- відника за допомогою його довжини та діаметра. Розуміти, що струм у кожній точці провідника при послідовному сполу- ченні один і той же. Показувати, що при паралельному сполученні струм джерела за величи- ною більший ніж струм у кожному розгалуженому колі. Показувати, що результуючий опір двох резисторів, сполучених пара- лельно, менший ніж опір кожного ре- зистора</p> <p>Контрольна робота – 6 год Описувати використання електрики при нагріванні, освітленні, включаю- чи ліхтарі, що сполучено паралельно. Описувати небезпечність, що виникає при порушенні ізоляції, при перегрі- ванні кабелів, у вологих умовах експлуатації</p>	<p>Використовувати пропорційність між опором та довжиною, обернену пропо- рційність між опором та площею попе- речного перерізу провідника. Використовувати той факт, що сума різ- ниці потенціалів при послідовному спо- лученні провідників складає повну різ- ницю потенціалів на кінцях кола</p> <p>Використовувати, що струм джерела є сума струмів у кожному розгалуженому колі при паралельному сполученні. Обчислити опір двох резисторів, сполу- чених паралельно. Використовувати рівняння $P=IV$, $Q=IVt$. Розуміти використання запобіжників та перемикачів</p>
<p>13. Магнітні поля Лекція – 2 год Семінар – 6 год Магнітне поле струму. Магнітна індукція. Густина магнітного потоку. Сила Ам- пера. Сила Лоренца. Взаємодія стру- мів. Магнітні властивості речовини</p>	<p>Контрольна робота – 4 год Описувати властивості магнітів. Опи- сувати експеримент щодо визначення зразка ліній поля навколо смугастого магніту. Описувати експеримент, який демон- струє дію сили на провідник зі стру- мом у магнітному полі. Обґрунтувати, що струм, який тече по спіралі у маг- нітному полі, відтворює дію ефекту обертання</p>	<p>Використовувати відносність напрямів сили, поля та струму</p>
<p>14. Електромагнітна індукція. Лекція – 2 год Семінар – 4 год Експерименти Фарадея та його зако- ни. Закон Ленца. ЕРС індукції. Вза- ємоіндукція. Магнітні котушки при послідовному і паралельному спо- лученні. Магнітні лінзи</p>	<p>Контрольна робота – 4 год Описувати експеримент, що демон- струє змінне магнітне поле. Описувати модель магнітного поля, що виникає завдяки струму в прямих провідниках і соленоїдах</p>	<p>Демонструвати розуміння, що індукова- на ЕМС спрямована проти зміни, що її викликає. Описувати вплив зміни сили струму на магнітне поле</p>
<p>15. Кола змінного струму. Імпеданс. Резонанс. Трансформатор Лекція – 4 год Семінар – 4 год Коливальний контур та його характе- ристики. Активний, емкісний та ін- дуктивний опір. Ефективна значущість струму і на- пруги. R-C і R-L-C ланцюги. Імпе- данс. Резонанс напруги та струму. Потужність струму в колах змінного струму. Трансформатор</p>	<p>Контрольна робота – 4 год</p> <p>Описувати конструкцію трансформатора. Використовувати рівняння $V1/V2=N1/N2$</p>	<p>Використовувати рівняння $I1V1=I2V2$. Включення зіркою та трикутником</p>



11 КЛАС

Коливання і хвилі. Хвильова оптика. Геометрична оптика. Елементи теорії відносності. Елементи квантової фізики. Будова атома. Ядерна фізика. Використання ядерної енергії. Детектори елементарних частинок. Фізика високих енергій

Тема 1	Мета 2	Додаткові відомості 3
<p>1. Загальні властивості хвиль. Лекція – 2 год Семинар – 4 год Коливання на підвісі та пружині. Хвилі і передача енергії. Принцип суперпозиції. Стоячі хвилі. Хвильові характеристики. Електромагнітні хвилі та швидкість, їх розповсюдження. Рівняння хвилі. Густина потоку електромагнітного випромінювання</p>	<p><i>Учні мають</i> Описувати, що є хвильовий рух, ілюструючи цей рух коливаннями на нитках та пружинах. Використовувати хвилі на воді. Використовувати термін «хвильовий фронт». Пояснювати значущість швидкості, частоти амплітуди та довжини хвилі</p>	<p>Відрізнати поздовжні та поперечні хвилі Використовувати залежність швидкості, частота, довжина хвилі</p>
<p>2. Хвильові взаємодії. Лекція – 2 год Семинар – 4 год Світло як електромагнітна хвиля. Прямолінійне поширення. Відбивання. Рефракція. Дифракція. Інтерференція. Поляризація. Швидкість світла</p>	<p>Контрольна робота – 4 год Описувати заломлення завдяки зміні швидкості, відбиття на поверхні, дифракцію на широкій та вузькій щілині</p>	<p>Інтерпретувати ефект відбиття, заломлення та дифракції, використовуючи хвильову теорію</p>
<p>3. Світлові хвилі та оптичні прилади. Лекція – 2 год Семинар – 2 год Дисперсія світла. Принцип Гюйгенса-Френеля. Спектри випромінювання і поглинання. Дифракційна решітка. Когерентні та некогерентні хвилі. Лазер. Голографія. Поляризація світла</p>	<p>Давати якісний розрахунок дисперсії світла, як ілюстрацію дії світла на призму</p>	<p>Використовувати термін «монохроматичний»</p>
<p>4. Геометрична оптика. Лекція – 4 год Семинар – 4 год Відбивання світла. Заломлення світла. Побудова зображення в пласкому дзеркалі. Побудова зображення в угнутому дзеркалі. Побудова зображення в опуклому дзеркалі. Рівняння дзеркала. Зображення, яке сформовано збірною і розсіювальною лінзами. Формула тонкої лінзи. Призма</p>	<p>Контрольна робота – 4 год Використовувати закон: кут падіння дорівнює куту відбиття. Описувати експеримент, що демонструє заломлення світла. Розкрити зміст граничного кута. Використовувати термін «фокусна відстань»</p>	<p>Наводити значення коефіцієнта заломлення n у термінах швидкості. Використовувати рівняння $\sin(i)/\sin(r)=n$. Будувати хід променів крізь лінзу. Уявне зображення</p>
<p>5. Елементи теорії відносності. Лекція – 2 год Семинари – 4 год Постулати теорії Ейнштейна Релятивістська маса. Закон взаємозалежності енергії та маси</p>	<p>Контрольна робота – 4 год</p>	
<p>6. Елементи квантової фізики. Лекція – 4 год Семинар – 4 год Фотоелектричний ефект. Закони фотоелектру. Рівняння Ейнштейна. Ефект Комптона. Стала Планка та фотони Корпускулярно-хвильовий дуалізм. Фонони та фотони. Принцип невизначеності Гайзенберга та його філософський зміст</p>	<p>Контрольна робота – 4 год Описувати будову атома в термінах ядра та електрона</p>	



1	2	3
<p>7. Будова атома. Лекція – год Семінар – 4 год Властивості катодних променів. Експерименти Резерфорда. Квантові числа. Маса, заряд, розміри електрона. Постулати Бора. Модель атома водню за Бором. Серії Бальмера, Пашена, Лаймана. Стала Рідберга</p>	<p>Контрольна робота – 4 год</p> <p>Показувати обізнаність, щодо існування радіоактивного фону. Описувати детектування альфа та бета-частинок, гама-променів. Стверджувати, що радіаційні емісії мають місце в будь-який проміжок часу</p>	<p>Описувати розсіяння альфа-частинок тонкими металевими фольгами, як доказ на користь складної будови атомного ядра</p>
<p>8. Ядерна фізика. Лекція – 2 год Семінар – 6 год Природна радіоактивність. Альфа і бета-частинки, гама-промені. Формула Резерфорда для альфа-розсіяння. Нейтрон. Протон. Ізотоп. Енергія зв'язку. Дефект маси. Радіоактивний розпад. Період піврозпаду. Спонтанні реакції. Реакції поділу. Реакції синтезу. Космічні промені. Енергетичний вихід ядерної реакції</p>	<p>Формулювати поняття «період піврозпаду», іонізуючий ефект», «проникна здатність». Використовувати термін «напіврозпад» у простих розрахунках. Описувати склад ядер у термінах «протони» та «нейтрони», нуклони». Використовувати термін «число протонів» (атомне число Z) Використовувати термін «число нуклонів» (масове число A)</p>	<p>Описувати відхилення альфа-частинок, бета-частинок, гама-променів в електричних та магнітних полях. Використовувати термін «ізоотоп»</p>
<p>9. Використання ядерної енергії. Лекція – 2 год Семінар – 4 год Біологічний ефект іонізуючої радіації. Використання радіоактивних ізотопів. Ядерні реактори. Реактори-Бредери. Атомні станції. Генератор Ванде-Графа. Циклотрон. Бетатрон. Лінійні прискорювачі</p>	<p>Контрольна робота – 4 год</p>	<p>Формулювати правила роботи з радіоактивними матеріалами, використовуючи засоби безпеки. Пояснювати за допомогою прикладів практичне використання ізотопів</p>
<p>10. Детектори елементарних частинок. Лекція – 2 год Семінар – 2 год Використання вакуумних трубок. Сцицилятори. Фотопомножувачі. P- та N-типи напівпровідників. Низько енергетичні детектори. Фотопластинки. Бульбашкові камери. Кристалічні напівпровідникові детектори. Камера Вільсона.</p>	<p>Контрольна робота – 4 год</p> <p>Описувати детектування катодних променів. Описувати їх відхилення в електричних та магнітних полях. Констатувати, що частинки, які випромінюються при термоемісії – це електрони. Використовувати та описувати користування осцилографом для відображення хвильових характеристик</p>	<p>Розуміти різницю між спрямованим потоком електронів та напрямом струму. Описувати принцип дії конденсатора, як накопичувача енергії. Описувати користування осцилографом для вимірювання різниці потенціалів та інтервалу часу</p>
<p>11. Фізика високих енергій. Лекція – 2 год Семінар – 4 год Класифікація елементарних частинок. Взаємодія частинок. Антиречовина. Сильна взаємодія. Слаба взаємодія. Закони збереження у мікросвіті (лептони, баріони, бозони, гіперзаряд)</p>		