

УЧЕБНА ПРОГРАМА ПО ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ (ПРОФИЛИРАНА ПОДГОТОВКА)

МОДУЛ 4. „АТОМИ, ВЪЛНИ И КВАНТИ“

КРАТКО ПРЕДСТАВЯНЕ НА УЧЕБНАТА ПРОГРАМА

Учебната програма за XII клас предвижда усвояване на физични знания, с които завършва обучението по предмета физика и астрономия в училище.

При изучаване на този модул се завършва изграждането на съвременната физична представа у учениците за строежа на веществото. Въведените квантови понятия и закономерности намират все по-голямо приложение в различни области на науката, техниката и технологиите. Учебният материал е трудно онагледим предвид мащабите на разглежданите обекти: размери на ядра, атоми, молекули, време (10^{-15} s), скорост ($3 \cdot 10^8$ m/s), маса (10^{-26} kg), енергия (GeV), както и на други физични величини. При количествените описания на характеристиките и закономерностите на микрочастиците се използва математичен апарат, който е неприложим за учениците, и това създава допълнителни методически трудности.

При описанието на микросвета водещи са следните идеи:

- Квантовите обекти притежават и вълнови, и корпускуларни свойства, които само в микросвета са в единство, докато в класическата физика частиците и вълните са два различни обекта. (При квантовите обекти величините енергия и импулс, чрез които се описва движението в класическата физика, и величините, характеризиращи вълната – честота и дължина на вълната, са неразривно свързани.)
- Квантовите обекти се характеризират с величини, които заемат дискретни стойности.
- Съотношението на неопределеност е фундаментално положение на квантовата механика. То е следствие от корпускуларно-вълновия дуализъм на микрочастиците и се явява потвърждение за невъзможността квантовите обекти да се описват от класическата физика.
- Описанието на състоянието на квантовите обекти има вероятностен характер и става с вълнова функция. Това се предопределя от природата на самите квантови обекти.

- Ядрените реакции се разглеждат, от една страна, като възможни ядрени превръщания, които се подчиняват както на класическите, така и на квантовите закони за запазване, а от друга страна, като източник на информация за нови ядра, изотопи, елементарни частици и за нови техни свойства. Служат за проверяване на достоверността на ядрените модели, както и за техни практически приложения.
- Физичните теории имат граници на приложимост.

Запознаването с най-новите изследвания и технологии, както и с описанието на последните научни открития и иновации в световни научни центрове, от една страна, е добър завършек при изучаване на физиката в средното училище, а от друга е предизвикателство при избора на бъдеща професия от младите хора.

Основните цели на обучението при изучаване на модул „Атоми, вълни и кванти“ са:

1. Задълбочаване знанията на учениците за молекулния строеж на веществата.
2. Изясняване на основните положения на специалната теория на относителността и следствията от нея.
3. Развитие на познавателните умения на учениците чрез широкото прилагане на метода на моделиране при изучаване на квантовите свойства на микрочастиците чрез използване на причинно-следствените връзки между явленията и процесите при изучаване на физиката на микросвета.
4. Задълбочаване знанията за атомното ядро, законите за запазване при ядрените реакции и приложенията на ускорителите на заредени частици.
5. Систематизиране и обобщаване на знанията на учениците за фундаменталните физични взаимодействия в природата с цел формиране на представи за единна картина на света.
6. Стимулиране на интерес към физиката чрез изучаване на съвременните постижения на физиката на микросвета.

УЧЕБНО СЪДЪРЖАНИЕ

Теми	Компетентности като очаквани резултати от обучението	Нови понятия и закони
Тема 1. Молекулен строеж на веществата		

<p>1.1. Физични свойства на газовете</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Формулира уравнението за състояние на идеален газ (уравнение на Клапейрон-Менделеев). • Разбира, че законите за изопроцеси – изотермен, изобарен и изохорен, са следствие от уравнението на Клапейрон-Менделеев. • Разбира, че смеси от идеални газове също имат свойствата на идеален газ. • Формулира закона на Далтон за газови смеси. • Прилага уравнението на Клапейрон-Менделеев и закона на Далтон при решаване на качествени и количествени задачи. 	<p>уравнение на Клапейрон-Менделеев</p> $pV = nRT; n = \frac{N}{N_A} = \frac{m}{\mu}$ <p>универсална газова константа R парциално налягане</p> $p_i = n_iRT/V$ <p>закон на Далтон</p> $p = p_1 + \dots + p_n$
<p>1.2. Молекулно-кинетичен модел на идеален газ</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Описва идеалния газ като съвкупност от невзаимодействащи точкови частици. • Обяснява налягането на газовете като резултат от ударите на молекулите със стените на съда. • Прилага принципите на механиката към движението на молекулите в идеален газ и пресмята налягането на газа. • Определя абсолютната температура като мярка за средната кинетична енергия на топлинно движение на молекулите. • Определя абсолютната температура като величина, пропорционална на средната кинетична енергия на топлинното движение на молекулите. 	<p>средноквадратична скорост v_{ck}.</p> $p = \frac{Nm\overline{v^2}}{3V}$ <p>константа на Болцман, $k_B = R/N_A$ средна кинетична енергия на молекулите</p> $\overline{\epsilon_k} = \frac{3}{2}k_B T$ $v_{ck} = \sqrt{3k_B T/m}$
<p>1.3. Принципи на термодинамиката</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Определя топлинни процеси и ги разграничава като равновесни (обратими) и неравновесни (необратими). • Определя вътрешна енергия на едноатомен идеален газ. 	<p>обратим и необратим процес макросъстояние и микросъстояние</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • Разбира, че всеки топлинен процес се характеризира с топлинен капацитет – използва C_p и C_v, определя показател на адиабатата. • Прилага първи принцип на термодинамиката към процеси с идеален газ (изохорен, изотермен, изобарен и адиабатен). • Анализира цикличен процес на Карно при идеален газ. • Разбира, че промяната на ентропията при обратим процес е свързана с обменено количество топлина. • Пресмята изменение на ентропията в различни случаи. • Формулира II принцип на термодинамиката като закон за нарастване на ентропията в изолирана система. • Разбира, че дадено макросъстояние може да бъде реализирано чрез различни микросъстояния и дава съответни примери. • Определя ентропията качествено като мярка за молекулярния безпорядък и я свързва количествено с термодинамичната вероятност. 	<p>вътрешна енергия на едноатомен газ</p> $U = N\bar{\epsilon}_k = \frac{3}{2}Nk_B T$ $\frac{Q_1}{T_1} = \frac{Q_2}{T_2}$ <p>ентропия</p> <p>II принцип на термодинамиката</p> <p>термодинамична вероятност W</p> $S = k_B \ln W$ $\Delta S = Q/T$
<p>1.4. Топлинни машини</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Разбира, че II принцип на термодинамиката налага ограничения върху КПД на топлинните машини. • Определя машината на Карно като топлинна машина с максимален КПД при дадени температури на нагревателя и охладителя и описва термодинамичния цикъл, при който тя действа. • Описва качествено действието на хладилна машина и на топлинна помпа. • Анализира предимството на отопление чрез топлинна помпа пред отоплението с електрически нагреватели и печки с горене. • Прилага формулата на Карно за оценка на КПД на различни топлинни и хладилни машини. • Разбира и обяснява явлението топлопроводност. 	<p>машина на Карно</p> <p>КПД на машина на Карно</p> $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$ <p>хладилна машина и топлинна помпа</p> $Q = k \frac{\Delta T}{\Delta x} S$ <p>коэффициент на топлопроводност λ</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • Характеризира веществото с коефициент на топлопроводност. 	
Тема 2. Специална теория на относителността		
2.1. Скорост на светлината	<ul style="list-style-type: none"> • Описва различни опити за измерване на скоростта на светлината – опит на Рьомер, опит на Физо. • Обяснява принципа на действие на интерферометъра на Майкелсън и формулира извода от опита на Майкелсън и Морли. • Илюстрира с примери принципа за относителност (в случай на механични явления). • Формулира постулатите на Айнщайн за специалната теория на относителността (СТО). 	<p>хипотеза за етера интерферометър на Майкелсън принцип за относителност постулати на СТО</p>
2.2. Ефекти на СТО	<ul style="list-style-type: none"> • Аргументира на базата на постулатите на СТО и мислени опити относителния характер на интервалите от време и на пространствените размери. • Описва експериментални потвърждения за относителния характер на интервалите от време – време на живот на релативистки елементарни частици, опити с атомни часовници. • Разбира, че ефектите на СТО имат важно значение за съвременната GPS навигация. • Прилага формулите за преобразуване на интервалите от време и на дължините при решаване на качествени и количествени физични задачи. 	<p>собствено време t_0, собствена дължина L_0</p> $t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ $L = L_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ <p>инерциална отправна система</p>

<p>2.3. Събиране на скорости в СТО</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Формулира закона за събиране на скорости в класическата механика. • Аргументира на базата на постулатите на СТО, че за бързодвижещи се тела класическият закон за събиране на скорости е невалиден. • Формулира релятивисткия закон за събиране на скорости в случай на скорости, насочени по една права. • Прилага закона за събиране на скорости за решаване на качествени и количествени физични задачи. 	<p>събиране на скорости в класическата механика</p> $\vec{v}' = \vec{v} + \vec{u}$ <p>закон за събиране на скорости в СТО</p> $v' = \frac{v \pm u}{1 \pm vu/c^2}$
<p>2.4. Ефект на Доплер</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Описва на базата на примери ефекта на Доплер за механични вълни. • Обяснява качествено ефекта на Доплер със съгъстяване/разреждане на вълновите фронтове при движещ се източник на вълна. • Разбира, че ефектът на Доплер за електромагнитни вълни (светлина) зависи от относителното движение на източника и приемника. • Разбира, че при големи скорости значение за ефекта на Доплер оказва релятивистското удължаване на интервалите от време. • Записва и прилага релятивистка формула за ефекта на Доплер в случай на излъчване в направление на движение на източника. • Посочва практически приложения и прояви на ефекта на Доплер за електромагнитни вълни – Доплерови радары, червено отместване в спектъра на далечни галактики и т.н. 	<p>ефект на Доплер</p> $v = v_0 \sqrt{\frac{c \pm v}{c \mp v}}$
<p>2.5. Енергия и импулс в</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Обяснява на базата на постулатите на СТО, че познатите от класическата механика изрази за импулса и кинетичната енергия са невалидни при високи скорости. 	<p>релятивистки импулс</p> $\vec{p} = \frac{m \vec{v}}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$

<p>релятивистката механика</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Формулира изрази за импулс и кинетична енергия в СТО. • Определя енергия в покой и пълна релятивистка енергия на частица. • Дава примери за движение на частици в частици с високи енергии в електрично и магнитно поле – ускорители на заредени частици. • Прилага изразите за релятивистка енергия и импулс към задачи за движение на частици в еднородно електрично и магнитно поле. 	$\vec{F} = \Delta\vec{p}/\Delta t$ <p>релятивистка кинетична енергия</p> $E_k = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} - mc^2$ <p>енергия в покой</p> $E_0 = mc^2$ <p>пълна релятивистка енергия</p> $E = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$ $E^2 = (pc)^2 + E_0^2$ <p>частици с нулева маса</p> $E = pc$
<p>Тема 3. Вълни и кванти</p>		
<p>3.1. Вълни и кванти</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Разбира, че светлината упражнява налягане и обяснява опита на Лебедев. • Описва количествено ефекта на Комптън като прилага законите за запазване на енергията и импулса. • Анализира опита на Юнг по дифракция на електрони и обосновава вероятностния характер на предсказанията за поведението на електроните. • Знае, че съществуват величини, които не могат да има едновременно определени стойности. • Формулира принципа за неопределеност и го прилага за обяснение на: стабилността на водородния атом, наличието на нулеви трептения на хармоничен осцилатор, минимален размер на картината върху екран при дифракция от отвор. 	<p>импулс на фотона, налягане на светлината, опит на Лебедев, ефект на Комптън</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • Обяснява принципа на работа на електронен микроскоп. 	
3.2 Строеж на веществата. Атомна физика	<ul style="list-style-type: none"> • Формулира постулатите на Бор и описва количествено квантовия модел на Бор за водородния атом. • Обяснява качествено и количествено спектъра на водородния атом с помощта на квантовия модел на Бор и посочва основните му недостатъци. • Формулира квантово-механичен модел на водородния атом. • Разбира, че се квантуват енергията на електрона, моментът на импулса му и неговата проекция чрез квантовите числа n, l, m и знае техните възможни стойности. • Знае, че строежа на многоелектронните атоми се определя от принципа на Паули. • Обяснява качествено формирането на „енергетични зони“ в кристалите и ги класифицира като метали, полупроводници и диелектрици. • Свързва електропроводимостта на материалите със запълването на зоната на проводимост. 	постулати на Бор стационарна орбита енергетично ниво $\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right)$ метастабилно ниво енергетична зона зона на проводимост забранена зона
Тема 4. Ядрена физика		
	<ul style="list-style-type: none"> • Описва състава и физичните характеристики на атомното ядро: електричен заряд, маса, радиус, енергия на връзката. • Изброява основните характеристики на ядрените сили. • Прилага закона за радиоактивното разпадане. • Прилага законите за запазване при ядрените реакции. 	неутрино и антинеутрино електронно разпадане позитронно разпадане електронно захващане линеен ускорител

	<ul style="list-style-type: none"> • Описва принципа на действие на Гайгер-Мюлеровия, сцинтилационния и твърдотелния брояч. • Изброява основни приложения на йонизиращите лъчения. • Свързва принципа на действие на ускорителите на заредени частици (линеен ускорител и циклотрон) с приложението им за научни изследвания и в медицината. 	циклотрон
--	--	-----------

Годишен брой часове за изучаване на модула в XII клас – 72 часа. Модулът не се изучава в XI клас.

Препоръчително разпределение на часовете:

За нови знания	до 30 часа	до 42%
За упражнения	до 27 часа	до 37%
За преговор	до 10 часа	до 14%
За контрол и оценка (за входно и изходно ниво)	до 5 часа	до 7%

СПЕЦИФИЧНИ МЕТОДИ И ФОРМИ ЗА ОЦЕНЯВАНЕ НА ПОСТИЖЕНИЯТА НА УЧЕНИЦИТЕ

Оценяването на знанията и уменията на учениците е в съответствие с предвидените в програмата очаквани резултати и дейности.

Ученикът е необходимо предварително да е информиран за критериите и системата за оценяване на постиженията му.

Съотношение при формиране на срочна и годишна оценка:

Текущи оценки от работа в клас, участие в групови обсъждания и дискусии	до 30%
Текущи оценки от домашни работи	до 15%

Оценки от работа по проект	до 25%
Оценка на изходно ниво	до 10%
Оценки от контролни и работи	до 20%