

Министерство образования и науки РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНАЯ КАРТИНА МИРА

Сборник учебно-методических материалов

Для направления подготовки 44.03.05 – Педагогическое образование
(с двумя профилями подготовки)

Благовещенск, 2017

Печатается по решению
Редакционно-издательского совета
Инженерно-физического факультета
Амурского государственного
Университета

Составитель: Мельникова М.А.

Естественнонаучная картина мира: сборник учебно-методических материалов
для направления подготовки 44.03.05 – Педагогическое образование
(с двумя профилями подготовки) – Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2017.

Рассмотрен на заседании кафедры химии и естествознания « 18 » 12. 2017, протокол № 5

©Амурский государственный университет, 2017
© Кафедра химии и естествознания, 2017
© Мельникова М.А., составление

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Краткое содержание теоретического материала	5
1.1 Представления о науке и научных методах	5
1.2 Научные революции и картины Мира	7
1.3 Материя, концепции описания природы. Элементы теории относительности А. Эйнштейна	9
1.4 Неклассические концепции в естествознании	11
1.5 Картина Мира с точки зрения космогонии и космологии	15
1.6 Химические концепции	19
1.7 Биологическая эволюция. Генетика	22
1.8 Биосфера	25
1.9 Самоорганизация. Глобальный эволюционизм	27
2. Методические рекомендации к практическим занятиям	31
3. Методические указания для самостоятельной работы	33

ВВЕДЕНИЕ

Основными целями освоения дисциплины являются:

1. Повышение общего образовательного и культурного уровня будущих специалистов, формирование у них основ научного мировоззрения, целостного материалистического взгляда на природные явления на различных иерархических уровнях организации материи, ознакомление с общепринятой естественнонаучной картиной мира.
2. Создание предпосылок для формирования инновационно-технологического мышления, ознакомление с естественнонаучной базой процессов модернизации современных технологий.
3. Обогащение и совершенствование методологии научно-практической профессиональной деятельности будущих специалистов.

В результате освоения курса «Концепций современного естествознания» студенты должны приобрести следующие знания, умения, навыки, применимые в их последующем обучении и профессиональной деятельности:

Знания

- основных естественнонаучных явлений и законов, границы их применимости, применение законов в наиболее важных практических приложениях;
- основных естественнонаучных концепций, принципов, теорий в их взаимосвязи и взаимовлиянии;
- исторических аспектов развития естествознания;
- наиболее распространенных методов исследования в различных областях естествознания.

Умения

- объяснять и анализировать основные наблюдаемые природные и техногенные явления и эффекты, опираясь на современные естественнонаучные представления и концепции, используя знания фундаментальных естественнонаучных законов;
- работать с естественнонаучной литературой разного уровня;
- обрабатывать экспериментальные данные, используя естественнонаучные методы исследования;
- понимать и критически анализировать естественнонаучную информацию, опираясь на современные естественнонаучные представления;
- применять и использовать результаты естественнонаучного опыта.

Навыки

- использования основных естественнонаучных законов и принципов в важнейших практических приложениях;
- рационального мышления, анализа и оценки научной информации;
- применение основных методов естественнонаучного анализа для понимания и оценки природных и техногенных явлений;
- аргументированного и точного изложения естественнонаучной информации, использование творческого подхода в ее поиске, отборе, обобщении и применении на практике.

1 КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

1.1 Представления о науке и научных методах

Введение в предмет

Концепция – это система теоретических взглядов на явления в мире, в природе, в обществе, т.е. концепция – это совокупность теорий определенной направленности.

Естествознание – это система наук о природе, взятых в их взаимосвязи как единое целое. К базовым естественным наукам относятся физика, химия, биология, психология.

Цель естествознания: познать законы природы и показать возможность использования их на практике.

Основные концепции, складывающие современную ЕН картину мира

Теория относительности: относительность пространства и времени.

Квантовая механика: корпускулярно-волновой дуализм.

Теория периодичности. Теория строения органических соединений.

Астрономия: концепция Большого взрыва, теория расширяющейся Вселенной.

Кибернетика: управление в живой и неживой природе.

Синергетика: становление новых структур в неживой природе.

Биология: модели происхождения и эволюции жизни.

Экология: взаимодействие живого со средой обитания.

Социобиология: соотношение биологического и социального.

Характеристика науки

Наука в системе культуры. Культура – это совокупность форм и результатов человеческой деятельности, закрепившихся в общественной практике и передаваемых из поколения в поколение при помощи определенных знаковых систем. В культуре выражены характерные черты данного общества, нации, группы. Благодаря этому общества, нации и группы различаются. Один из вариантов классификации культуры – деление культуры на материальную и духовную.

Материальная культура включает в себя все созданные человеком материальные объекты: орудия и средства производства, продукты трудовой, предметно-практической деятельности, предназначенные для удовлетворения физических потребностей и необходимые для воспроизводства и развития социума.

Духовная культура представляет собой систему ценностей, являющихся продуктом интеллектуального и художественного творчества (знания, навыки, умения, ценности и нормы, регулирующие различные виды человеческих отношений).

Компонентами духовной культуры являются: наука, философия, религия, мораль, искусство.

Наука – это система знаний, их духовное производство и практическая деятельность на их основе. Большинство историков науки считают, что зарождение науки в виде сознательного целенаправленного исследования природы произошло в Древней Греции примерно в VI-V вв. до н.э. А наука современного типа, основанная на научном методе, математике и доказательстве, возникла в XVII в. в Западной Европе. Впервые термины «наука» и «ученый» ввел англ. философ Уильям Уэвелл в XIX в.

Цель науки: получение объективных знаний.

Задачи науки: получение научных фактов; открытие законов природы и общества; систематизация полученных знаний; объяснение, и прогнозирование сущности явлений и процессов; внедрение полученных знаний на практике. Современная наука включает около 15 тысяч дисциплин.

Разделение наук на естественные и социально-гуманитарные произошло в XIX в. в связи с бурным развитием техники и выдвиганием на передний план естественнонаучных знаний. Появляются понятия «Естественнонаучная» и «Гуманитарная» культура. К естественнонаучной культуре относится информация, получаемая в результате научного познания природы. К социально-гуманитарной культуре относится информация, получаемая в результате познания человека и че-

ловеческого общества. В XX в. происходит сближение естественнонаучной и социально-гуманитарной ветвей культуры. Причины сближения:

- оба типа культур принимают участие в формировании человеческого мировоззрения;
- имеется целый ряд проблем, которые можно решить только в тесной связи двух типов культур;
- естественные науки часто сталкиваются с проблемами социального и этического характера, а социально-гуманитарные науки используют методы естественных наук;
- возникающие в последние десятилетия новые науки в большинстве своем включают и естественные и социально-гуманитарные знания, например, математическая лингвистика, инженерная психология, космическая медицина, техническая эстетика и др.

Характерные черты науки: универсальность, общезначимость, фрагментарность, обезличенность, систематичность, незавершенность, преемственность, критичность, достоверность.

В научном мире постоянно происходят 2 противоположных процесса: дифференциация и интеграция наук. Дифференциация приводит к дроблению классических наук на отдельные области. Например, дробление химии на общую, неорганическую, органическую, аналитическую, физическую, коллоидную и т.д.

Интеграция наук приводит к появлению синтетических дисциплин, пограничных наук. Например, биохимия, астрофизика, системный анализ, кибернетика.

В результате этих процессов возникают новые и новые научные дисциплины.

В каждой научной отрасли есть эмпирический и теоретический уровни:

- эмпирический уровень включает накопленный фактический материал;
- теоретический уровень – это концепции, теории, законы, принципы.

По удаленности от практики науки подразделяются на фундаментальные и прикладные. Фундаментальные науки создают базовые знания, которые являются основой любой науки; прикладные науки направлены на непосредственное применение полученных результатов.

Формы научного знания: научный факт, проблема, научная гипотеза, теория, принцип, закон, концепция, научная картина Мира.

Динамические и статистические закономерности. В зависимости от получаемых результатов теории и законы делятся на динамические и статистические.

Теории и законы, которые однозначно описывают состояния и свойства отдельных объектов, например, мяча, автомобиля, планеты, называли динамическими. К динамическим теориям относятся классическая динамика Ньютона, электродинамика Максвелла, теория относительности А. Эйнштейна и мн. др. Динамические теории дают достоверные предсказания.

Статистические закономерности основываются на статистической информации, а их предсказания являются вероятностными.

Вненаучное знание. Кроме научного, существует множество форм знаний: мифологическое, религиозное, обыденное, знания из области философии, искусства, морали, знания протонаук, паранаучное знание (мистика, телепатия, ясновидение, психокинез).

Эти знания не являются лженаучными до тех пор, пока их сторонники не претендуют на признание их научными, но по ряду соображений не принимаются в качестве таковых научным сообществом.

Общество в большей степени беспокоит лженаука или псевдонаука (от приставки «псевдо» – ложный, мнимый).

Основными признаками, которые отличают лженаучное знание от научного, являются: невосприимчивость к критике, невозможность поставить эксперимент или сверить выводы «теории» с результатами наблюдений.

Примеры лженаучных знаний: астрология, нумерология, уфология, биополя и мн. другие.

Принципы разграничения науки и лженауки:

1. Принцип верификации – любая гипотеза, любое теоретическое положение должно быть проверено на практике.

2. Принцип фальсификации (автор фил. и историк науки К. Поппер): научным может быть только принципиально опровергаемое знание.
3. Рациональный принцип. Согласно этому принципы научное знание должно быть: универсальным, не противоречивым, простым, объяснено, предсказывать явления.

Научные методы в естественных науках

Научный метод – это такая процедура получения научного знания, которая позволяет его произвести, проверить и передать другим.

Научные методы подразделяются на: общефилософские, общенаучные и частнонаучные.

Общефилософские: метафизический и диалектический.

Общенаучные методы: теоретические, эмпирические и универсальные.

Общенаучные теоретические: идеализация, формализация, абстрагирование, мысленный эксперимент, индукция и дедукция.

Общенаучные эмпирические: наблюдение, эксперимент, измерение.

Общенаучные универсальные: моделирование, анализ, синтез.

Частнонаучные методы – это общенаучные методы, применяемые в конкретных науках, и базирующиеся на диалектическом общефилософском методе.

Границы применимости научного метода

Научный метод позволяет получать знания, но и у научного метода есть границы применимости:

- невозможность воспроизвести условия, при которых рождалась Вселенная, солнечная система, первая клетка, формировался человек разумный. Поэтому решение многих важнейших проблем остается в виде ряда гипотез;

- невозможность физически проникнуть в микромир, реально выйти за пределы Солнечной системы.

Вывод: наука и научный метод полезны и необходимы, но не всемогущи. Это связано с тем, что реальный мир гораздо богаче, чем его образ, создаваемый наукой.

1.2 Научные революции и картины Мира

Научные революции

В 1962 г. историк науки Томас Кун написал книгу «Структура научных революций». Книга приобрела широкую известность и способствовала осмыслению такого понятия как «научная революция».

Согласно Куну наука развивается циклами, которые состоят из следующих этапов:

1. Нормальная наука. На этом этапе каждое новое открытие можно объяснить с позиции господствующей теории.

2. Кризис в науке. В это время появляются так называемые «аномальные» факты, которые с помощью имеющихся знаний объяснить уже не возможно. В течение кризиса испытываются новые идеи, которые, до этого не принимались во внимание или даже были отмечены.

3. Научная революция, в результате которой происходит изменение парадигмы.

Во время научных революций происходят качественные изменения в структуре научных знаний: возникают новые фундаментальные теории, внедряются новые методы исследования, открываются новые научные направления.

Революции в области естественных наук называются естественнонаучными революциями (ЕНР).

Основные ЕНР в истории науки: Коперниканская, Ньютоновская, Дарвиновская, Эйнштейновская, Революция в физике микромира.

Благодаря научным революциям возникают научные картины мира.

Картины Мира

Картина Мира – это представление жителей Земли о том, как устроен мир (Вселенная, наша Земля, человек, человеческое общество) и, какими законами он управляется.

Картина мира задается человеку извне, внешними условиями сразу после рождения. Затем в процессе жизни человек корректирует свою картину мира.

Исторически возникали следующие картины Мира: мифологические, религиозные, натур-философские, стихийно-эмпирические, эзотерические, философские, научные картины Мира (НКМ). Научная картина Мира складывается из:

- знаний естественных наук, которые формируют ЕНК Мира.
- и знаний гуманитарных, экономических, социальных наук, т.е. знаний о человеке и человеческом обществе.

Преднаучная (натурфилософская) картина Мира.

Преднаучная Картина Мира создается древнегреческой натурфилософией. В Древней Греции возникли две важные идеи: идея о том, что все вещи имеют материальную первооснову и идея вечного движения и всеобщей изменчивости.

Там же сложились две основные физические концепции: атомистическая и концепция непрерывности материи.

Согласно атомистической концепции материя состоит из малых неделимых частиц атомов и из пустоты. Сторонниками этой концепции были античные натурфилософы Левкипп, Демокрит, Эпикур.

Концепция непрерывности материи отрицала пустоту, считала, что мир заполнен некоторой субстанцией – эфиром. Эту концепцию поддерживал древнегреческий философ IV в до н.э. Аристотель, в трудах которого была наиболее четко сформулирована преднаучная натурфилософская картина Мира (КМ).

Основные положения преднаучной (аристотелевской) КМ:

Материя – это непрерывная и бесконечно делимая субстанция.

Все в мире находится в непрерывном движении.

Пространство – это занимаемое телом место.

Время – это мера движения. Пространство и время не связаны друг с другом. Они конечны и ограничены сферой Космоса.

Физические законы надлунного и подлунного мира различны.

В центре мира находится неподвижная Земля. Т.е. господствует идея геоцентризма.

Происходящее в мире подчинено обязательным причинно-следственным связям (атомистический детерминизм).

Человек является центром и высшей целью мироздания (антропоцентризм).

Взаимодействия между телами передаются с помощью посредника – эфира (ранний вариант концепции близкодействия).

Естественнонаучные картины мира (ЕНКМ)

ЕНКМ – это целостная система представлений о мире, возникающая в результате обобщения основных естественнонаучных понятий и принципов.

В развитии естествознания обычно выделяют три этапа:

классическое естествознание (XVII-XIX);

неклассическое (современное) естествознание (XX);

постнеклассическое естествознание (с конца XX в.).

Каждому этапу соответствует своя научная картина мира.

Классическое естествознание формирует две научные картины мира: механистическую и электромагнитную. Неклассическое естествознание создает квантово-полевою картину мира. Постнеклассическое естествознание – эволюционно-синергетическую.

Механистическая картина Мира

Материя состоит из вещества, имеющего дискретное строение.

Под движением понимается только механическое перемещение тел и частиц в пространстве.

Пространство пустое, абсолютное и бесконечное.

Время абсолютное и бесконечное.

Законы природы сводятся к механическим законам, т.е. главенство динамических законов.

Представление о структуре Вселенной – гелиоцентризм.

Любое событие строго детерминировано, т.е. предопределено.

Роль человека в мире ничтожна (по сравнению с законами механики).

Взаимодействие между телами передается через пустое пространство с бесконечной скоростью.

Электромагнитная картина мира

Материя непрерывна, она состоит из электромагнитного поля и вещества.

Кроме механического, существует волновое движение. А волны - это колебания материальной среды в виде вещества или поля.

Пространство пустое, абсолютное и бесконечное.

Время абсолютное и бесконечное.

Кроме динамических законов имеют право на существование статистические законы.

Вселенная больше, чем Солнечная система.

Взаимодействие между частицами и телами осуществляется с помощью полей с конечной скоростью.

Сохраняются представления о механическом детерминизме, главенстве механических законов, ничтожной роли человека в мире.

Квантово-полевая картина мира

Вариантами материи являются вещество, поле и физический вакуум.

Существует множество форм движения материи.

Пространство и время относительны, связаны друг с другом, с материей и ее движением.

Признается главенство статистических законов.

Вселенная однородная, изотропная и непрерывно расширяется.

Велика роль вероятности и случайности (вариант детерминизма).

Познание Природы предполагает присутствие человека.

Взаимодействия осуществляются с помощью полей и частиц по принципу близкодействия.

Эволюционно-синергетическая картина мира

Материи: вещество, темная материя и темная энергия.

Существует множество форм движения материи.

Пространство и время связаны друг с другом и материальными телами. Пространство неограниченно, но конечно, т.к. замкнуто само на себя. В представлении о времени возникла идея «стрелы времени», как индикатора направления времени.

Вселенная расширяется с ускорением.

Главенство статистических законов.

Представление о детерминизме как вероятности и случайности.

Осознается роль человека в познании мира и сохранении биосферы.

Взаимодействия передаются с помощью полей и частиц согласно принципу близкодействия.

1.3 Материя, концепции описания природы.

Элементы теории относительности А. Эйнштейна

Материя

Понятие «материя» является ключевым в любой картине мира. Самое общее определение материи дает философия: материя – это объективная реальность, существующая независимо от человеческого восприятия. Материя находится в постоянном движении. Движение реализуется в пространстве и времени. Мерой все видов движения является энергия. Формы движения материи: механическая, физическая, химическая, биологическая, материя находится в постоянном взаимодействии.

Уровни организации материи

Уровни организации материи в неживой природе: элементарные частицы, ядра атомов, атомы, молекулы, объекты макро- и мегауровня.

Уровнями организации материи в живой природе: молекулярный, клеточный, организменный, популяционно-видовой, уровень биоценозов, биосферный уровень. Все эти уровни тесно связаны и вытекают один из другого, что говорит о целостности живой природы.

Уровни строения материи

Микромир: элементарные частицы, ядра, атомы и молекулы.

Макромир: объекты, соизмеримые с масштабами человеческого опыта.

Мегамир: планеты, звезды, галактики и их скопления.

Корпускулярная концепция описания природы

Корпускулярная концепция – это модель описания природы, в которой материя описывается в виде частицы или совокупности взаимодействующих частиц. Слово «корпускула» от лат. – «corpus» – тельце, частица.

Модель корпускулы учитывает массу, энергию, скорость движения, электрический заряд, валентность объекта, но не учитывает его внутренней структуры и размеров. С позиции корпускулярной концепции можно описывать любые объекты. Например, Галактика, атом, клетка, фотон – корпускулярные модели тех или иных объектов природы.

На протяжении истории развития естествознания корпускулярные идеи неоднократно использовались для качественного объяснения многих явлений, например, они лежат в основе классической механики Ньютона.

Важнейшими корпускулами в естественных науках сотни лет были и остаются атомы и молекулы. Существование атомов и молекул косвенно было доказано к середине XIX века.

Континуальная концепция описания природы

Континуальная концепция – это модель описания природы, в которой материя описывается в виде непрерывной, сплошной, бесконечно делимой среды, т.е. в виде континуума. С помощью этой концепции описывают как вещество, так и поле, например, потоки жидкостей и газов, электромагнитные (ЭМ) поля.

Характеризуя параметры потока вещества, например, газа, говорят о поле температур, поле давлений, поле скоростей. Физически эти поля не существуют, существуют математические образы этих полей. В случае описания с помощью континуальной концепции ЭМ поля, математический образ поля полностью соответствует физическому полю.

В квантово-полевой и эволюционно-синергетической картинах мира при описании природы используют как корпускулярную так и континуальную модели.

Теория относительности А. Эйнштейна

Теория относительности А. Эйнштейна состоит из двух частей: специальная теория относительности (СТО) 1905 г. и общая теория относительности (ОТО) 1916 г.

Специальная теория относительности

СТО возникла в связи с кризисом в физике конца XIX в. Эта теория решила ряд проблем, но радикально изменила представления о пространстве и времени. СТО описывает законы всех физических процессов при скоростях движения, близких к скорости света, но без учета сил тяготения (т.е. в инерциальных системах). При уменьшении скоростей движения эта теория сводится к классической механике, которая т.о. становится ее частным случаем.

СТО базируется на двух постулатах:

Первый постулат - Обобщенный принцип относительности

«Никакими опытами (механическими, электромагнитными, оптическими), производимыми внутри данной инерциальной системы отсчета (ИСО), нельзя установить движется эта система или покоится». Согласно этому принципу все процессы природы протекают одинаково во всех ИСО. Все ИСО равноценны, среди них нет выделенных.

Второй постулат - Принцип постоянства скорости света

«Скорость света в вакууме одинакова для всех ИСО. Она не зависит ни от скорости источника, ни от скорости приемника светового сигнала. Скорость света является максимально возможной

скоростью взаимодействий в природе». Согласно СТО скорость передачи сигнала не может быть больше скорости света.

В СТО пространство и время объединены в четырехмерный пространственно-временной континуум.

Следствия из СТО: относительность расстояний, относительность промежутков времени, зависимость массы от скорости, связь между массой и энергией.

Выводы СТО с большой точностью подтверждены экспериментами, которые продолжают с нарастающей точностью по сей день.

Общая теория относительности (ОТО)

ОТО – это современная теория тяготения, связывающая тяготение с кривизной четырехмерного пространства-времени. Работая над ОТО, Эйнштейн: распространяет принцип относительности и на неинерциальные системы и объясняет причину тяготения. При разработке ОТО Эйнштейн использует следующие известные экспериментальные факты:

- В одном и том же гравитационном поле все тела движутся с одним и тем же ускорением, что было доказано Галилеем.

- Инертная масса равна гравитационной массе.

Эйнштейн проводит мысленные эксперименты с лифтом.

Из мысленного эксперимента Эйнштейн делает следующий вывод: наблюдатель, находящийся внутри свободно падающего лифта не сможет определить движется лифт ускоренно или под действием силы тяготения.

Постулатами ОТО являются принцип эквивалентности и общий принцип относительности.

Формулировка принципа эквивалентности: «Поле тяготения в небольшой области пространства-времени по своему проявлению тождественно ускоренной системе отсчета».

Формулировка общего принцип относительности: «Законы природы неизменны в любых системах отсчета – как инерциальных, так и неинерциальных».

Основные выводы из ОТО:

Гравитационное взаимодействие передает геометрия пространства, а тяготение – это искривление геометрии пространства.

Движущиеся массы, создают гравитационные поля, которые искривляют пространство и меняют течение времени.

Чем сильнее гравитационное поле, тем медленнее течет время и сильнее искажается пространство.

Гравитационные поля распространяются в пространстве со скоростью света.

Предсказания ОТО, подтвержденные наблюдениями.

Из ОТО вытекает существование эффекта «красного смещения». Экспериментально доказано в 1957 г.

Согласно ОТО вблизи Солнца под действием гравитационного поля Солнца происходит искривление световых лучей, идущих от далеких звезд. Подтверждено во время солнечного затмения в 1919 г.

В рамках ОТО удалось объяснить расхождение в расчетах астрономов, связанные с прецессией перигелия орбиты Меркурия.

ОТО предсказывает существование черных дыр.

Из ОТО вытекает тот факт, что Вселенная нестационарна, т.е. может расширяться, сжиматься, совершать постоянные колебания.

1.4 Неклассические концепции в естествознании

В XVII в. возникло классическое естествознание, у истоков которого стояли такие выдающиеся ученые как Н. Коперник, Г. Галилей, И. Кеплер, Р. Декарт, И. Ньютон, Ф. Бэкон.

При изучении явлений природы стали использовать математику и применять эксперименты. Было разрушено античное представления о космосе: геоцентризм был заменен на гелиоцентризм. Во главе наук стояла механика. Создали механистическую картину Мира. Были уверены, что это абсолютно истинная картина и ее менять нельзя, можно лишь подправлять.

На рубеже XIX–XX веков появились новые знания: стало ясно, что атомы делимы, что существует мир микрочастиц (микромир). Но оказалось, что микромир невозможно изучать с помощью знаний классической механики, классической физики. Пришлось создавать новую механику, которая получила название «Квантовая механика». Квантовая механика стала основой неклассической физики и квантово-полевой картины Мира.

Развитие квантовых представлений

Основы квантовой механики были заложены коллективом ведущих европейских физиков в первой трети XX в. Рассмотрим этапы развития квантовых представлений.

Квант – это порция энергии, пропорциональная частоте излучения. Позднее кванты света стали называть фотонами.

1-й этап. Появление понятия «квант» в работах М. Планка

(1900 г.) Нем. физик Макс Планк, при объяснении спектра светового излучения нагретого до определенной т-ры абсолютно черного тела предложил полуэмпирическую формулу: $E = h\nu$ где h – постоянная планка или квант действия.

Согласно этой формуле атомы излучающего тела отдают энергию порциями или квантами, а энергия одного кванта пропорциональна частоте излучения, и обратно пропорциональна длине волны.

2-й этап. Использование понятия «квант» для объяснения фотоэффекта

(1905 г.) Эйнштейн при объяснении законов фотоэффекта предположил, что свет не только излучается, но и поглощается квантами, а распространение света связано с переносом отдельных порций световой энергии (квантов).

3-й этап. Корпускулярно-волновой дуализм света

Работы Планка и Эйнштейна привели к пониманию, что ЭМ излучение, в том числе и видимый свет, состоит из частиц – квантов или фотонов. Энергия фотона пропорциональна частоте излучения, фотоны движутся со скоростью света.

Но ранее в геометрической оптике работами Юнга, Френеля и др. ученых было экспериментально доказано, что свет обладает волновыми свойствами.

Представление о том, что свет проявляет свойства и частицы и волны называется принципом корпускулярно-волнового дуализма света.

4-й этап. Корпускулярно-волновой дуализм материи

(1924 г.) фр. физик Луи де Бройль высказал следующую гипотезу: не только фотоны, но и электроны и любые другие частицы материи наряду с корпускулярными обладают волновыми свойствами.

Он предложил формулу, в которой свойства волны связаны со свойствами частицы. Волновые свойства частиц были обнаружены в (1927-1928) гг. в опытах по дифракции (затем и интерференции) электронов, а затем и других микрочастиц, что является доказательством корпускулярно-волнового дуализма материи в целом.

5-й этап. Вероятностный характер поведения микрообъектов

(1926) Нем. уч. Макс Борн установил, что волны де Бройля – это волны вероятности. В микромире частицы живут по вероятностному закону.

Вероятностный характер поведения микрообъектов ограничивает применение по отношению к ним таких классических понятий как импульс и энергия. Эти ограничения нашли отражение в соотношениях неопределенностей нем. уч. В. Гейзенберга (1927). Формулировка соотношения неопределенностей: для микрообъекта невозможно одновременно точно определить координату и импульс; энергию и время пребывания микрообъекта в этом энергетическом состоянии.

Соотношение неопределенностей является конкретным выражением более общего положения – принципа дополнительности Бора: Понятия частицы и волны дополняют друг друга и в то же время противоречат друг другу, они являются дополняющими картинами происходящего.

Математический аппарат квантовой механики

При разработке математического аппарата кв. механики первоначально (1925) была разработана матричная механика (В. Гейзенберг); затем – (1926) волновая механика (Э. Шредингер).

Обе механики (матричная и волновая) с одинаковым успехом решали конкретные задачи. Но волновая механика оказалась удобнее и в настоящее время физики используют именно ее.

Всё вышеизложенное легло в основу построения новой науки - квантовой механики - физической теории, описывающей состояние и движение микрообъектов. Ее разработка явилась величайшей революцией в познании мира. В основе квантовой механики лежат фундаментальные идеи о квантовании физических величин и корпускулярно – волновом дуализме.

Квантовая механика – это теория, описывающая объекты микромира. К объектам микромира относятся: атомы, ядра атомов, микрочастицы.

Роль квантовой механики в познании мира

Законы квантовой механики позволили выяснить строение атомов, установить природу химической связи, объяснить периодическую систему элементов, понять строение ядер атомов, изучать свойства элементарных частиц.

На основе квантовой механики удалось объяснить ферромагнетизм, сверхтекучесть, сверхпроводимость, понять природу таких астрофизических объектов, как белые карлики, нейтронные звёзды, выяснить механизм протекания термоядерных реакций в Солнце и звёздах.

Квантово-механические законы лежат в основе работы лазеров, ядерных реакторов, проявляются в ряде явлений в металлах и полупроводниках, используемых в новейшей технике; составляют фундамент квантовой электроники.

Квантовая механика и строение атома

Согласно современным представлениям атом состоит из ядра и электронной оболочки. В состав ядра входят элементарные частицы протоны и нейтроны.

Электронная оболочка состоит из энергетических уровней, подуровней и атомных орбиталей (АО). На АО находятся электроны. Математически АО описывается с помощью волновой функции. Волновая функция входит в волновое уравнение Шредингера. Решая это уравнение, находят три квантовых числа, которые характеризуют состояние АО и электрона в атоме. Эти квантовые числа называются: главное, орбитальное и магнитное.

Главное квантовое число определяет размеры атомных орбиталей и полную энергию электрона на энергетическом уровне.

Орбитальное квантовое число характеризует форму АО и энергию электрона на энергетическом подуровне.

Магнитное квантовое число определяет ориентацию АО в пространстве.

Кроме того, электроны характеризуются четвертым кв. числом, которое называется «спиновое» или «спин».

Спиновое квантовое число, – характеризует собственный магнитный и механический моменты импульса электрона.

Электроны заполняют АО в соответствии с тремя основными принципами квантовой механики: принципом В. Паули, правилом Ф. Гунда и принципом минимума энергии.

Квантовая механика и элементарные частицы

Элементарные частицы – это первичные неразложимые далее (возможностями современной науки) частицы, из которых построена вся материя. Неделимость эл. частиц не означает, что у них отсутствует внутренняя структура.

В настоящее время известно несколько сотен элементарных частиц.

Классификация частиц по их участию в фундаментальных взаимодействиях

частицы, имеющие массу покоя, участвуют в гравитационных взаимодействиях;

частицы, имеющие заряд участвуют также в электромагнитных взаимодействиях.

адроны (р, n и др.) преимущественно участвуют в сильных фундамент. взаимодействиях; не являются истинно элем. частицами, т.к. состоят из кварков.

лептоны (электрон, мюон, тау-частица, нейтрино) преимущественно участвуют в слабых фундаментальных взаимодействиях.

частицы-переносчики переносят фундаментальное взаимодействие; являются виртуальными частицами. К частицам-переносчикам относят фотоны, гравитоны, глюоны, π -мезоны, векторные бозоны.

Нейтрино самые распространенные частицы после фотонов. Нейтрино могут пройти сквозь миллиарды звезд не потревожив ни один атом. Это затрудняет регистрацию нейтрино, но делает их источником важнейшей информации об эволюции Вселенной и процессах, происходящих внутри звезд.

По современным представлениям существуют 3 нейтринных состояния с разными массами: электронное, мюонное и тау-нейтрино, которые переходят друг в друга. Такой переход называется осцилляцией. Первое доказательство нейтринных осцилляций получили в Японии (1996).

Свойства элементарных частиц

Масса: нулевая масса (фотон, нейтрино, антинейтрино), малая масса (лептоны), сравнительно большая масса (адроны).

Время жизни: стабильные (вечные), квазистабильные (время жизни 10^{-20} - 10^{-6} с), нестабильные (резонансы).

Заряд частицы по величине кратен заряду электрона +1, -1, 0. Исключение – кварки, у них дробный заряд.

Момент количества движения (спин). Частицы с полуцелым спином (+1/2, -1/2) называются фермионами. К фермионам относятся: кварки, лептоны, протоны, нейтроны. Из фермионов «слагывается» вещество.

Частицы с целым спином (0, 1, 2...) называются бозонами. К бозонам относятся: мезоны и частицы – переносчики фундаментальных взаимодействий.

Почти все частицы имеют соответствующие им античастицы. Античастицы имеют ту же массу, что и частицы, но противоположный по знаку заряд. Например, античастицей заряженному электрону является положительно заряженный позитрон. При взаимодействии частицы с античастицей происходит их взаимное уничтожение (реакция аннигиляции). При этом массы частиц преобразуются в энергию, которая выделяется в виде фотонов.

Одним из свойств элементарных частиц являются их взаимопревращения. При этом одни частицы распадаются, другие возникают. Взаимопревращения находятся под контролем законов сохранения элементарных частиц.

Взаимодействия в природе

Материя не только находится в постоянном движении, но и в постоянном взаимодействии. Благодаря взаимодействию происходит объединение материальных объектов в системы. Существует множество видов взаимодействий. Базовыми являются фундаментальные взаимодействия элементарных частиц и составленных из них тел.

Фундаментальными называются взаимодействия, которые не могут быть сведены к другим более простым взаимодействиям.

На сегодня достоверно известно существование четырех фундаментальных взаимодействий: гравитационного, электромагнитного, сильного, слабого.

Гравитационное взаимодействие играет определяющую роль в процессах макро- и мегамира, обеспечивает стабильность Солнечной системы.

Электромагнитное взаимодействие – это взаимодействие между заряженными частицами и телами. Оно обеспечивает стабильность атомов и молекул.

Сильное взаимодействие отвечает за устойчивость атомных ядер; обеспечивается зарядами трех разных сортов.

Слабое взаимодействие ответственно за распад почти всех неустойчивых элементарных частиц, например, за бета-распад в ядрах атомов.

Самым сильным является сильное взаимодействие; за ним идут электромагнитное, слабое и гравитационное. Гравитационное и электромагнитное взаимодействия являются дальнодействующими.

щими, т.к. действуют на больших расстояниях; слабое и сильное взаимодействия являются близкодествующими. Они действуют в пределах атомного ядра.

Предполагается, что в момент образования нашей Вселенной все 4 фундаментальных взаимодействия были объединены в одно, которое получило название суперсила. Это взаимодействие существовало при энергиях порядка 10^{19} ГэВ ($T=10^{32}$ К).

Образование Вселенной сопровождалось понижением температуры и соответственно понижением энергии.

При E менее 10^{15} ГэВ от суперсилы отделяется гравитационное взаимодействие.

При E порядка 10^2 ГэВ происходит отделение сильного взаимодействия.

При E менее 10^2 ГэВ распадаются сильное и электромагнитное взаимодействия.

В реальной жизни взаимодействия самостоятельны.

Работа в направлении создания единой теории поля

Еще со времен А. Эйнштейна возникла идея объединить все взаимодействия воедино, т.е. создать единую теорию поля. Что сделано и делается в этом направлении?

В середине XX в. была создана квантовая электродинамика – квантовая теория электромагнитного поля. Эта теория описывает взаимодействия между собой заряженных частиц, прежде всего электронов и позитронов. Взаимодействие происходит в результате обмена фотонами.

Амер. физик Р. Фейнман предложил способ графического взаимодействия электронов.

Гелл-Манн и Цвейк обнаруживают, что сильновзаимодействующие частицы (**адроны**) состоят из еще более элементарных частиц кварков. Кварки скрепляются между собой сильным взаимодействием с помощью глюонов. Т.о. создается теория сильного взаимодействия, которая называется квантовая хромодинамика.

В 70-е годы XX в. в физике появляется теория электрослабого взаимодействия, которая объединяет электромагнитное и слабое взаимодействия. Согласно этой теории эти два взаимодействия объединяются при энергиях свыше 100 ГэВ. Теорию электрослабого взаимодействия называют Стандартной моделью.

Разрабатываются модели, объединяющие 3 фундаментальных взаимодействия: ЭМ, слабое и сильное. Эти модели называются моделями Великого объединения. Во всех моделях энергия объединения порядка 10^{15} ГэВ. Наиболее достижимая энергия на современных ускорителях не превышает 10^3 ГэВ. Поэтому теорию Великого объединения проверить не возможно.

Создается теория объединяющая все 4 фундаментальных взаимодействия. Показано, что это объединение происходит при энергиях порядка 10^{19} ГэВ. Этому значению энергии соответствует температура $T = 10^{32}$ К, плотность вещества $\rho = 10^{94}$ г/см³. Но этими параметрами описывается Вселенная в момент ее рождения. Поэтому изучение возможности объединения всех фундаментальных взаимодействий, это также изучение Возникновения нашей Вселенной.

Возникает вопрос «есть ли частицы меньше кварков?» На этот вопрос наука отвечает фантастическими гипотезами. Например, вот что говорит так называемая М-теория.

Следующим за кварком может быть объект не точечный, а протяженный, размером порядка 10^{-33} см, названный суперструна. Суперструны имеют бесконечный набор частот собственных колебаний и испускают в пространство волны. Этим волнам соответствуют некоторые частицы. Т.о., струна порождает первичные частицы, из которых образуются кварки. Эта теория в 4-х мерном пространстве-времени не реализуется. Теория суперструн оперирует 12-ти мерным пространством. При переходе к нашему пространству все лишние измерения сворачиваются. В рамках этой теории все 4 фундаментальных взаимодействия при определенных условиях сводятся к одному – суперсиле. Эта теория допускает множество миров и устанавливает условия, обеспечивающие возникновение нашего мира.

1.5 Картина Мира с точки зрения космогонии и космологии

Введение

Объекты мегамира изучает астрономия.

Разделами астрономии являются космогония и космология.

Космогония изучает происхождение небесных тел и их эволюцию.

Космология изучает строение Вселенной в целом и происходящие в ней процессы.

Вселенная – это весь существующий материальный мир, безграничный во времени и пространстве и бесконечно разнообразный по формам, которые принимает материя в процессе своего развития.

Часть Вселенной, охваченная астрономическими наблюдениями, называется Метагалактикой или нашей Вселенной.

Основными структурными элементами Метагалактики являются галактики и скопления галактик.

Структура и классификация галактик

Галактики – это стационарные гравитационно-связанные звездные системы. Галактики образуют группы и скопления различной численности. Скопления и группы скоплений распределены не случайным образом и в целом образуют ячеистую, крупномасштабную структуру нашей Вселенной.

Основными элементами галактик являются: звезды, планеты, звездные скопления, туманности, межзвездная газопылевая среда, космические лучи (потoki электрически заряженных частиц), гравитационные и электромагнитные поля.

Термин «галактика» означает в переводе с греческого «молочный». Так греки называли светлую полосу, тянущуюся через все небо. Вначале было осмыслено, что Солнечная Система входит в состав более крупной звездной системы. Эту звездную систему называли Галактикой. Затем термин распространили на подобные звездные системы.

В начале XX в. было доказано, что кроме нашей галактики существуют и другие галактики. Открывателем галактик является амер. астроном Эдвард Хаббл. Он предложил следующую классификацию галактик:

- Эллиптические галактики (Е-гал.)
- Спиральные галактики (S-гал.)
- Неправильные галактики (иррациональные) (Ir).

Наша Галактика и Солнечная система

Наша Галактика является гигантской спиральной галактикой и называется «Млечный путь» состоит из 200 млрд. звезд и складывается из трех составных частей: диска, гало и короны.

В центре нашей галактики располагается огромная черная дыра.

Все объекты Галактики вращаются вокруг ее центра. Вращение происходит с различной скоростью.

Солнечная система (СС)

Время существования СС 4,5–5 млрд. лет. В нашу эпоху СС располагается между спиральными рукавами на расстоянии 3/5 от центра Галактики, и вращается вокруг этого центра со скоростью 250 км/с.

В СС входят одна звезда – Солнце, 8 планет, 159 спутников планет, астероиды, кометы, метеориты. Устойчивость СС обеспечивается притяжением Солнца, масса которого в 750 раз больше массы всех остальных тел СС(ы). Солнце вращается вокруг своей оси со скоростью 2 км/с.

Происхождение Солнечной системы

В гипотезах, объясняющих происхождение СС, можно выделить на 2 группы: небулярные и приливные гипотезы.

Небулярные гипотезы («небул» лат. «туман»):

- гипотеза нем. философа Канта появилась в 1755 г. Согласно Канту СС(а) образовалась из холодного пылевого облака, изначально неподвижного.
- гипотеза фр. астронома, механика, математика Лапласа появилась в 1796 г. У Лапласа СС образовалась из горячего газового облака, находящегося в состоянии вращения.

Приливные гипотезы:

- гипотеза Джинса. Вначале образовалось Солнце, а планеты образовались из вещества, которое было выброшено Солнцем при его прохождении вблизи большой звезды.

Согласно современным представлениям Солнце и планеты образовались из единого газопылевого облака, основанием для начала образования СС послужил взрыв Сверхновой.

Физические характеристики звезд

Физические характеристики звезд оценивают, сравнивая их с аналогичными характеристиками Солнца. К основным физическим характеристикам звезд относятся: масса, радиус, светимость, температура поверхностных слоев, спектры звезд.

Сходные между собой спектры сгруппированы в 7 основных классов. Они обозначаются прописными буквами латинского алфавита: O – B – A – F – G – K – M

Каждому классу соответствует своя температура поверхности звезды и свой цвет.

Эволюция звезд

Звезды образуются из межзвездной газопылевой среды. Толчком к звездообразованию являются взрывы Сверхновых или ударные волны в спиральных рукавах галактик. Эволюция звезд состоит из нескольких этапов:

1. Образование протозвезды (прото, греч., первый)
2. Превращение протозвезды в звезду
3. Стадия красного гиганта
4. Заключительный этап

Заключительный этап жизни звезды также зависит от ее массы.

4.1. Масса звезды ($1 - 1,4 M_{\oplus}$). Красный гигант сбрасывает наружную оболочку, которая будет расширяться, все дальше отходя от звезды. Образуется планетарная туманность и ядро – небольшая очень горячая звезда. Она называется белым карликом. Остывая, белые карлики переходят в черных карликов. Это путь эволюции и нашего Солнца.

4.2. Масса звезды ($1,4 - 3,0 M_{\oplus}$). На заключительном этапе эволюции эти звезды могут взрываться. Взрыв сопровождается резким повышением блеска. Звезды, взрывающиеся только один раз, называются сверхновыми. После взрыва звезда может сбросить часть своей массы, но может и разлететься полностью. Если звезда сбрасывает только часть своей массы, то оставшаяся часть звезды резко сжимается; образуется звезда, вещество которой состоит из плотноупакованных нейтронов – нейтронная звезда. Нейтронные звезды астрономы Земли фиксируют в виде импульсных источников радиоизлучения и рентгеновского излучения, которые называются радиопульсарами и рентгеновскими пульсарами.

4.3. Масса звезды *более* $3 M_{\oplus}$. На заключительном этапе такие звезды сжимаются с огромной скоростью и одновременно уплотняются. За короткое время такая звезда превращается в сверхплотную точку. Это явление называется «гравитационный коллапс». Образуется «черная дыра» (ЧД).

ЧД называется область пространства-времени, в которой гравитационное поле настолько сильно, что даже свет не может проникнуть в эту область.

Эволюция Вселенной

Наша Вселенная не стационарна; она эволюционирует. Это было научно обосновано в 1923 г. рос. уч. А. Фридманом, который на основе уравнений теории относительности Эйнштейна пришел к выводу, что наша Вселенная расширяется. Фридман предлагает несколько моделей дальнейшего развития Вселенной.

В 1929 г. вывод об эволюции Вселенной был подтвержден амер. астрономом Эдвардом Хабблом, который обнаружил, что линии в спектрах почти всех галактик смещены в красную длинноволновую область. Это явление называли «красным смещением». Красное смещение говорит о том, что наша Вселенная расширяется. В соответствии с измерениями Хаббла, чем дальше от нас другая галактика, тем больше «красное смещение» и, следовательно, скорость, с которой эта галактика

ка от нас удаляется. «Красное смещение» говорит о том, что мы живем в расширяющейся Вселенной, но:

- расширение проявляется только на уровне скоплений галактик;
- не существует центра, от которого разбегаются галактики. Поэтому в современной картине мира отсутствует центризм.

Теория Большого Взрыва

Эти открытия стали толчком для разработки теорий, объясняющих происхождение Вселенной. Наибольшее значение получила теория «Большого Взрыва» или модель «горячей Вселенной», разработанная амер. физиком Ж. Гамовым и его сотрудниками в конце 40-х годов XX в. Эта теория объясняет эволюцию Вселенной, начиная с 10^{-35} с после ее возникновения.

Согласно теории Б.В. Вселенная возникла 13-15 млрд. лет назад из сингулярности (особенности). Сингулярность имела колоссальную плотность и температуру, была неустойчива и взорвалась. После Большого Взрыва Вселенная прошла 4 этапа (или эпохи): эпоха адронов, эпоха лептонов, эпоха излучения, эпоха галактик.

Доказательствами теории Большого взрыва являются:

1. Красное смещение, которое обнаружил Хаббл (1929).
2. Регистрация реликтового излучения, равномерно заполняющего все пространство (1965).

Реликтовое излучение было предсказано теорией Большого взрыва.

Теория Большого Взрыва не может ответить на многие вопросы, связанные с происхождением Вселенной, например:

- Что такое сингулярностью?
- Почему началось ее стремительное расширение?
- Что было в моменты времени менее 10^{-35} с.?

На эти вопросы пытается ответить гипотеза инфляции.

Гипотеза инфляции

Инфляцией называют процесс первоначального ускоренного расширения Вселенной. Эта гипотеза рассматривает события в жизни нашей Вселенной в момент времени с 10^{-43} по 10^{-35} с. с начала ее развития.

До 10^{-43} с все фундаментальные взаимодействия были объединены в единое, а пространство и время существовали в виде квантов. Материя была в виде первичного вакуума.

Первичный вакуум имел колоссальную (+) плотность и огромное (-) давление. Это давление стало причиной стремительного расширения первичного вакуума, что привело к выбросу огромного количества энергии. Поэтому Вселенная рождается из очень горячей сингулярности. Сингулярность – место пространства-времени, где формально обрывается существование частиц и полей в известной нам форме.

Согласно гипотезе инфляции взрыва как такового не было, было стремительное расширение первичного вакуума.

Гипотеза инфляции не прошла проверки в лабораторном эксперименте или астрономических наблюдениях и перспективы такой проверки не очень ясны.

Новая космология

На начало 2005 г. космология располагает следующими данными, полученными с помощью спутников, больших телескопов и анализа:

Возраст Вселенной – 13,7 млрд. лет (ошибка 1%).

Постоянная Хаббла – 71 (ошибка 5 %).

Отделение вещества от излучения (реликтовое излучение) произошло при возрасте Вселенной 379 тыс. лет.

Существует сила антигравитации, которая в противоборстве с обычным тяготением управляет Вселенной.

Вначале Вселенная расширялась с замедлением, теперь она расширяется с ускорением. Переход от замедления к ускорению произошел около 6 млрд. лет назад и знаменует победу антигравитации над гравитацией.

Вселенная плоская, она будет расширяться вечно.

Плотность вещества нашей Вселенной складывается из следующих составляющих:

- Плотность барионного вещества (звезды, туманности и т.п.) – 4%;
- Плотность небарионного темного гравитирующего вещества – 26 %;
- Плотность темной энергии – 70%.

Темная энергия вызывает ускоренное расширение Вселенной. Как уже было сказано, предполагается, что это физический вакуум.

1.6 Химические концепции

Химия – одна из ведущих естественных наук, тесно связанная физикой и биологией. Без продуктов химического производства жизнь современного человека представить себе не возможно. Химия возникла из запросов практики.

При рассмотрении истории химии возможны 2 подхода: хронологический и содержательный.

Хронологический подход

Хронологический подход включает 4 периода:

Донаучный или алхимический.

Создание научной химии.

Классическая химия.

Современная химия. С начала XX века до наших дней. К этому периоду относятся:

- квантовая химия,
- новые физические методы исследования в химии,
- успехи биологической химии,
- достижения в области медицинской и структурной химии, химии природных соединений, теоретической и компьютерной химии, а также химии окружающей среды.

Согласно современным представлениям

«Химия – это наука о веществах, их превращениях и явлениях, сопровождающих эти превращения».

Химия не только изучает природные вещества, но и создает новые.

Содержательный подход к истории химии

По мере развития химии как науки сложились 4 концептуальные системы химических знаний:

- | | |
|-----------------------------------|---------------------|
| 1. Учение о составе. | XVII в. |
| 2. Структурная химия. | XIX в. |
| 3. Учение о химических процессах. | 50-е. годы XX века. |
| 4. Эволюционная химия. | 70-е годы XX века. |

Учение о составе

Первоначально свойства веществ связывали только с их составом. На этом уровне решали 2 проблемы: проблема химического элемента и проблема химического соединения.

в XVII в. считалось, что химического элемент – это предел хим. разложения вещества.

в XIX в. признаком химического элемента стало его место в периодической системе, определяемое его атомной массой.

В настоящее время: химический элемент – это вид атомов с одинаковым зарядом атомного ядра».

В рамках проблемы химического соединения решали два вопроса:

- 1) соединения имеют постоянный или переменный состав?
- 2) какие силы объединяют атомы в молекулы в хим. соединении?

Анг. уч. Джон Дальтон (1766-1844) утверждал, что химические соединения имеют постоянный состав. Но уже современник Дальтона фр. химик Клод-Луи Бертолле (1748-1822) указывал на возможность существования соединений переменного состава. В конце XIX в. рус. уч. Д.П. Коновалов доказал, что существуют соединения как постоянного, так и переменного состава.

Решить вопрос о силах, объединяющих атомы в молекулы, помогла квантовая физика. Эти силы называются химическими связями. Химическая связь имеет электронную природу (реализуется взаимодействием электронов), но осуществляется она по-разному. Поэтому различают три основных типа химических связей: ковалентную, ионную и металлическую.

Структурная химия

Структурная химия изучает расположение атомов в молекулах, определяемое длинами связей и значениями валентных углов. Огромный вклад в структурную химию внесла «Теория строения органических соединений» А.М. Бутлерова (1861 г).

Положения теории Бутлерова:

1. Атомы в органических молекулах связаны друг с другом в определенном порядке химическими силами. Этот порядок Бутлеров называл химическим строением.

2. Свойства органических соединений определяются не только их качественным и количественным составом, но и их химическим строением.

3. Существуют органические соединения, имеющие одинаковый качественный и количественный состав, но разное химическое строение, и разные свойства. Такие соединения называются изомерами.

4. Атомы в молекулах оказывают взаимное влияние друг на друга. Химическая активность органических веществ обусловлена наличием в структуре молекул активных центров и группировок, а также слабых химических связей. Слабых, т.е. низкоэнергетических.

Знания структурной химии позволили синтезировать многочисленные красители и лекарственные вещества. Но оказалось, что возможности структурной химии не безграничны.

Учение о химических процессах

Учение о химических процессах развивают такие разделы химии как: химическая термодинамика (ХТД) и химическая кинетика.

ХТД решает вопросы, связанные с тепловыми эффектами и направлением протекания химических процессов, изучает равновесие реакций и возможности его смещения.

Химическая кинетика определяет скорости реакций и факторы, влияющие на скорости.

Элементы химической термодинамики

Объектом изучения в термодинамике является система. Под системой в ХТД понимают совокупность исходных компонентов и продуктов реакции, т.е. то, что находится в реакторе. По характеру обмена с внешней средой системы делятся на: открытые, закрытые и изолированные.

Параметрами называют свойства системы, например, T , P , V .

При изменении параметров система переходит из одного состояния в другое. Этот переход называется процессом. В зависимости от условий перехода существуют следующие процессы:

Изотермический	$T = \text{const}$
Изобарный	$P = \text{const}$
Изохорный	$V = \text{const}$
Адиабатический	$Q = \text{const}$

Функции состояния системы

Функция состояния	обозначение	Характеристика функции	Роль в ХТД
Внутренняя энергия	ΔU	складывается из кинетической и потенциальной энергии всех частиц, из которых состоит система.	Используются для определения тепловых эффектов хим. реакций
Энтальпия	ΔH	полное теплосодержание системы: $\Delta H = \Delta U + P\Delta V$	
Энтропия	S	мера беспорядка	Используются для определения направления протекания хим. реакций
Энергия Гиббса	ΔG	$(\Delta G = \Delta H - T\Delta S)$ учитывает изменения как энтальпии, так и энтропии системы в целом.	

Тепловые эффекты хим. реакций

Тепловым эффектом химической реакции называется теплота, которая выделяется или поглощается в процессе ее протекания.

Реакции, в которых теплота выделяется, называются экзотермическими. Реакции, в которых теплота поглощается, – эндотермическими.

Тепловые эффекты реакций определяют экспериментально или расчетным путем с помощью закона Гесса и следствий из этого закона. Тепловые эффекты реакций обычно выражают в виде изменения энтальпии.

Направление реакции

Для определения возможности и направления протекания химической реакции рассчитывают, как изменяется энтропия или энергия Гиббса.

В изолированных системах самопроизвольно процессы идут в направлении увеличения энтропии ($\Delta S > 0$).

В закрытых или открытых системах самопроизвольно идут процессы в направлении уменьшения энергии Гиббса ($\Delta G < 0$).

Управление обратимыми химическими реакциями

Обратимыми называются реакции, которые могут протекать в двух противоположных направлениях и ни в одном направлении не идут до конца.

Через определенный промежуток времени после начала обратимой реакции наступает равновесие, при котором скорость прямой реакции равна скорости обратной реакции.

При изменении внешних условий равновесие смещается. Равновесие технологических процессов смещают в сторону продуктов реакции. Для смещения равновесия используют принцип Ле Шателье (1885).

Формулировка принципа Ле Шателье: если на систему, находящуюся в равновесии, оказывается внешнее воздействие, то равновесие смещается в сторону ослабления этого воздействия.

Равновесие смещают, изменяя температуру, давление или концентрации реагирующих веществ.

Кинетические методы управления химическими процессами

Химическая кинетика изучает скорости химических реакций и факторы, влияющие на них.

Скорость химической реакции определяется изменением концентрации реагирующих веществ в единицу времени.

Скорость химической реакции зависит от природы реагирующих веществ (энергии активации реакции) и условий протекания реакции (концентрации, температуры, давления, катализатора).

Энергией активации называется та минимальная энергия, которой должна обладать молекула или пара реагирующих молекул, чтобы вступить в химическую реакцию.

Чем больше энергия активации, тем меньше скорость реакции.

Зависимость скорости реакции от концентрации выражается законом действующих масс: «При постоянной т-ре скорость химической реакции прямо пропорциональна произведению концентрации реагирующих веществ»

Зависимость скорости реакции от температуры выражается правилом Вант-Гоффа: при повышении температуры на 10 градусов скорость большинства реакций увеличивается в 2–4 раза.

Катализ. Катализаторы

Катализаторами называются вещества, которые изменяют скорость реакции, но не расходуются в процессе реакции.

Процесс изменения скорости реакции с помощью катализаторов называется катализом.

Повышение скорости реакции при участии катализаторов заключается в снижении суммарной энергии активации протекающего процесса.

Варианты катализа

1. Гомогенный, когда реагенты и катализатор находятся в одном и том же агрегатном состоянии, например, жидком.
2. Гетерогенный, когда реагенты и катализатор находятся в разных агрегатных состояниях.
3. Автокатализ, когда катализатором являются продукты реакции.
4. Ферментативный катализ, когда катализаторами являются ферменты -биологические катализаторы белковой природы.

Эволюционная химия

Жизнь организмов основана на обмене веществ, на метаболизме, в основе которого лежат сложнейшие биохимические реакции. Эти реакции протекают быстро, в мягких условиях, с большим выходом. Все биохимические реакции идут при участии катализаторов белков-ферментов. Эволюционная химия занимается тем, что пытается перенять химический опыт живой природы и реализовать его в макротехнологиях. Эволюционная химия, прежде всего, изучает работу катализаторов-ферментов. В этом направлении:

1. Разрабатывают металлокомплексные катализаторы.
2. Моделируют биокатализаторы.
3. Создают иммобилизованные (неподвижные) системы.
4. Изучают формирование фермента и клетки.

1.7 Биологическая эволюция. Генетика

Введение

Под эволюцией органического мира понимают процесс его исторического развития от сравнительно простых форм жизни к более высокоорганизованным.

К настоящему времени разработана теория эволюции, которая представляет собой науку о движущих силах, механизмах и общих закономерностях эволюции живых организмов.

Теория эволюции базируется на достижениях генетики, молекулярной биологии, экологии, однако фундаментом этой теории является дарвиновская концепция.

Эволюция по Ламарку

1. Эволюция идет от простого к сложному.
2. Виды постоянно изменяются, поэтому понятие «вид» не реальное.
3. Организмы приспосабливаются к внешней среде.
4. Это приспособление связано с внутренним стремлением организмов к совершенствованию.
5. Под влиянием внешней среды у организмов происходят упражнения одних органов, и перестают активно функционировать другие органы.
6. Изменения, приобретенные организмами при жизни, сохраняются у потомства, например, длинные ноги и шея жирафа, перепонки между пальцами у водоплавающих птиц.

Ламарк отметил, что эволюция происходит, но не верно вывел причины ее вызывающие.

Эволюционная теория Дарвина

Причины эволюции определил англ. естествоиспытатель Ч. Дарвин. В 1859 г. он излагает их в книге «Происхождение видов путем естественного отбора...».

Суть эволюционной теории Дарвина:

1. Потенциально каждый вид способен произвести, и производит гораздо больше особей, чем их выживает до взрослого состояния. Следовательно, остальные гибнут в «борьбе за существование».

2. Для животных и растительных организмов характерна всеобщая изменчивость признаков и свойств, которая приводит к различиям организмов внутри вида. При благоприятных условиях эти различия не играют существенной роли, но в неблагоприятных условиях мельчайшее различие может стать решающим для выживания.

3. Из сопоставления фактов борьбы за существование и всеобщей изменчивости Дарвин пришел к заключению о неизбежности в природе естественного отбора.

Движущими силами эволюции, согласно теории Дарвина являются:

Борьба за существование;

Наследственная изменчивость;

Естественный отбор.

Синтетическая теория эволюции

В 30-х – 40-х годах XX в. теория Дарвина была пересмотрена с учетом достижений генетики. Синтез генетики с дарвинизмом получил название синтетической теории эволюции.

Согласно синтетической теории эволюции:

1. Историческая эволюция живых систем (филогенез) является: самопроизвольной, необратимой и направленной.

2. Эволюционирующей единицей является популяция, поэтому элементарным эволюционным явлением признается изменение генофонда популяции.

3. Эволюция происходит на микро-и макроуровнях. В связи с этим введены понятия: микро-и макроэволюции.

4. Факторами (причинами) эволюции являются:

наследственность, изменчивость, естественный отбор (это еще дарвиновские факторы); и дополнительно выявленные факторы: изоляция, популяционные волны. Дано определение понятию «естественный отбор». Естественный отбор – это избирательное воспроизведение генотипов.

5. Выявлено множество форм естественного отбора, например, стабилизирующий, движущий (или направленный), дизруптирующий (или разрывающий) и другие.

6. Формами видообразования являются: филетическое, гибридное и дивергентное. Основным способ видообразования – дивергенция (расщепление).

Современные представления о наследственности

Вопросами наследственности и изменчивости занимается генетика.

Наследственность – это способность одного поколения передавать другому поколению признаки строения, физиологические свойства и специфический характер индивидуального развития.

Генетика определила молекулярные основы наследственности. Суть их заключается в следующем.

Все процессы жизнедеятельности клетки контролируются генетической программой, которая содержится в структуре молекул нуклеиновых кислот. Нуклеиновые кислоты являются полимерами, состоящими из последовательно соединенных друг с другом мономеров (нуклеотидов).

Нуклеотиды состоят из остатка ортофосфорной кислоты (фосфат), углевода и азотистого основания.

Известно два вида молекул нуклеиновых кислот:

– Дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК) и

– Рибонуклеиновая кислота (РНК).

Нуклеотиды молекул ДНК содержат углевод – дезоксирибозу, и азотистые основания: А, Г, Ц, Т.

Нуклеотиды молекул РНК содержат углевод – рибозу и азотистые основания – А, Г, Ц, У.

Первичная структура молекул нуклеиновых кислот – это линейная полинуклеотидная цепочка (т.е. последовательно соединенные нуклеотиды). Ее образование происходит при соединении углевода (пентозы) одного нуклеотида с фосфатом другого нуклеотида путем образования фосфодиэфирной, связи, а азотистые основания образуют ответвления.

Вторичную структуру ДНК в 1953 г. расшифровали Уотсон и Крик. Согласно их исследованиям молекулы ДНК состоят из двух скрученных направо спиралевидных полинуклеотидных цепей. Цепи соединены друг с другом с помощью поперечных водородных связей между азотистыми основаниями по комплементарному признаку.

«Комплементарность» означает дополительность. Комплементарными являются следующие азотистые основания: А = Т (У); Г ≡ Ц

Молекула РНК – одноцепочечная. Вторичная структура молекул РНК – спираль, стабилизированная водородными связями.

Известно несколько типов молекул РНК: информационная (матричная), рибосомная, транспортная и др.

Нуклеиновые кислоты хранят и переносят генетическую информацию. Генетическая информация закодирована в структуре молекул ДНК; переписывается на молекулы и-РНК и используется для синтеза белков из аминокислот. Последовательность расположения АК к молекуле белка шифруется с помощью генетического кода.

Генетический код устанавливает соответствие между последовательностью нуклеотидов в ДНК или и-РНК и последовательностью АК в молекуле белка.

Свойства генетического кода:

1. Генетический код триплетен.
2. Генетический код вырожден.
3. Код однозначен (специфичен).
4. Код универсален, т.е. един для всех живущих на Земле.

Перенос генетической информации осуществляется с помощью следующих процессов:

1. Репликация ДНК.
2. Транскрипция РНК.
3. Трансляция (синтез белков).

Воспроизводство одноклеточных организмов обеспечивают три процесса: митоз, мейоз и оплодотворение.

Митоз обеспечивает деление клеток.

Мейоз обеспечивает образование половых клеток (гамет).

Передача признаков от родителей к потомству является консервативным процессом, но эта консервативность не абсолютная, иначе эволюция не происходила бы. Новорожденный несет в себе комплекс генов не только своих родителей, но и отдаленных предков.

Современные представления о изменчивости

Изменчивость – свойство организмов, связанное с их способностью приобретать новые состояния генотипа и фенотипа на том или ином этапе своей жизнедеятельности.

1. Модификационная изменчивость – это способность организмов изменять фенотип под влиянием условий окружающей среды. Пример, изменение темпа роста одинаковых растений при разной освещенности.

2. Онтогенетическая изменчивость – изменение фенотипов многоклеточных организмов в процессе их индивид. развития (онтогенеза).

3. Комбинативная изменчивость – это изменения, вызванные различной комбинацией генов при половом размножении.

4. Мутационная изменчивость связана с мутациями. Пример, изменение окраски глаза плодовой мухи вследствие изменения одного из генов при облучении.

Мутации

Мутации – это редкие, случайно возникшие, стойкие изменения генотипа под воздействием мутагенных факторов.

Мутации возникают внезапно, скачкообразно.

Мутации, появившиеся в половых клетках, наследуются, т.е. передаются от поколения к поколению.

Мутации, появившиеся в соматических клетках в течении жизни индивида, могут стать причиной его болезни.

Мутация может произойти в любом участке хромосомы.

Одни и те же мутации могут возникать повторно.

Мутации бывают полезные, вредные и нейтральные.

Полезные мутации приводят к повышенной устойчивости организма (устойчивость тараканов к ядохимикатам).

Вредные мутации: глухота, дальтонизм.

Нейтральные мутации не отражаются на жизнеспособности организма (цвет глаз, группа крови).

1.8 Биосфера

БИОСФЕРА – это сложная система, состоящая из живых организмов и среды их обитания. Термин «биосфера» впервые был использован в начале XIX в. Ж. Б. Ламарком. В 1875 г. австр. геолог Эдуард Зюсс (1831-1914) в книге «Лик Земли», пишет, что «биосфера – это область нахождения живой материи», но это статическое определение биосферы.

Учение о биосфере было сформулировано русс. уч. Владимиром Ивановичем Вернадским (1863-1945) в его знаменитой книге «Биосфера» (1926). Согласно Вернадскому: биосфера – это сфера единства живого и неживого на Земле.

По Вернадскому, «биосфера - организованная, динамическая и устойчиво уравновешенная, самоподдерживающаяся и саморазвивающаяся система.

Основной чертой ее организованности является биогенная миграция химических элементов, производимая силами жизни. источником энергии биогенной миграции является лучистая энергия Солнца».

Область расположения биосферы:

1) вся гидросфера, 2) верхняя часть литосферы материков до глубины 2-3 км, 3) нижняя часть атмосферы (до верхней границы тропосферы). ($R_{\text{земн. шара}} = 6371 \text{ км}$)

Область расположения биосферы не просто заселена живыми организмами, но и в существенной степени переработана ими; это не только среда жизни, но и продукт жизнедеятельности организмов. Поэтому можно сказать, что биосфера – это оболочка земли, населенная живыми организмами и ими преобразованная.

Типы веществ биосферы

1. Живое вещество. 2. Биогенное вещество. 3. Биокосное вещество
4. Косное вещество. 5. Вещество космического происхождения
6. Рассеянные атомы. 7. Радиоактивное вещество

Живое вещество биосферы

Последовательность появления организмов на Земле

Жизнь возникла ~3.4–3.5 млрд. лет назад.

Последовательность появления организмов на Земле:

1. Анаэробные гетеротрофы.
2. Фотосинтезирующие автотрофы (фототрофы).

3. Хемосинтезирующие автотрофы (хемотрофы)

4. Аэробные гетеротрофы.

Живое вещество распространено по планете неравномерно. Наибольшая концентрация жизни в биосфере наблюдается на границах соприкосновения земных оболочек, т.е. на поверхности суши, океана, дна океана, в прибрежных зонах. Эти места наибольшей концентрации жизни Вернадский назвал «пленками жизни».

Функции живого вещества

1. Энергетическая функция. 2. ОВ- функция. 3. Концентрационная функция. 4. Деструктивная функция. 5. Средообразующая функция. 6. Газовая функция.

(3-6) геохимические функции. В результате геохимической функции происходит биогенная миграция, т.е. происходит перемещение химических элементов в природе в процессе жизнедеятельности растений, животных, микроорганизмов.

Свойства биосферы

Биосфера является системой, состоящей из экосистем. Поэтому биосферу характеризуют системными свойствами.

1. Интегративные свойства. 2. Централизованность. 3. Устойчивость и саморегуляция. 4. Открытость. 5. Большое разнообразие живых и неживых компонентов. 6. Число видов и масса живого вещества биосферы остаются постоянными на протяжении геологических периодов. 7. Круговороты веществ.

Экосистема

Экосистема – это сообщество живых организмов и среды их обитания, которые функционируют совместно. Понятие «экосистема» не связано с ограниченным участком земной поверхности. Экосистемами являются любые стабильные системы живых и неживых компонентов, в которых происходит внешний и внутренний круговорот веществ и энергии, поэтому к экосистемам относятся не только лес, озеро, но и капля воды с микроорганизмами, муравейник, аквариум, пруд, кабина космического корабля и т.п.

Термин «экосистема» впервые был предложен в 1935 г. английским экологом А.Тенсли.

Известный амер. эколог и зоолог Юджин Одум предложил классификацию природных систем по биомам и экотонам.

В 1942 г. русский ученый Владимир Николаевич Сукачев ввел термин «биогеоценоз». (Биогеоценоз от греч. *bios* – жизнь, *geo* – земля, *koïnos* – вместе).

Биогеоценоз – это естественная (природная) экосистема.

Биогеоценоз – это всегда экосистема, но не каждая экосистема является биогеоценозом. Биогеоценоз состоит из биоценоза и биотопа.

Биоценоз (или сообщество) – это совокупность популяций разных видов, обитающих на определенной территории. Биотоп – местообитание сообщества в целом.

Между организмами биоценоза устанавливаются различные связи и взаимодействия.

Варианты связей между организмами: трофические, топические связи, форические связи, фабрические связи.

Типы взаимодействий между организмами

Воздействие одного вида на другой может быть положительным, отрицательным, нейтральным. Возможны различные комбинации типов воздействия.

Типы взаимодействия: нейтрализм, конкуренция, протокооперация, мутуализм, комменсализм, хищничество.

Организмы, входящие в биогеоценоз, относят к трем функциональным группам – продуцентам, консументам и редуцентам.

Трофические отношения между продуцентами, консументами и редуцентами создают цепи питания, по которым передается энергия, заключенная в пище. Каждое звено в цепи питания называется трофическим уровнем. В пищевой цепи бывает не более 4-5 трофических уровней.

При передаче энергии с одного трофического уровня на другой большая часть энергии рассеивается в виде тепла и только около 10 % от первоначальной энергии передается по пищевой цепи.

Внешняя среда биосферы

Внешней средой биосферы являются: верхняя часть литосферы и космическое окружение.

К литосферным факторам, оказывающим влияние на биосферу, относятся: вулканическая деятельность, дрейф континентов.

К факторам космического окружения относятся:

1. Вращение Земли вокруг своей оси и вокруг Солнца, что приводит к возникновению Космических циклов. КЦ – это повторяющиеся временные периоды, например, смена времени года: весна, лето, осень, зима; дня и ночи.

2. Влияние Луны в виде приливов и отливов и дополнительного освещения земной поверхности.

3. Влияние Солнца. Для жизни Земли имеет значение не только солнечная энергия, но и периодически возникающие изменения солнечной активности.

Солнечная активность - это комплекс нестандартных образований в атмосфере Солнца (пятна, факелы, протуберанцы, вспышки и др.).

Ноосфера

Ноосфера – предположительно новая, высшая стадия эволюции биосферы.

Ноосфера – это биосфера, управляемая разумом человека на основе глубокого научного знания всех протекающих в ней процессов.

Идеи, близкие ноосферной высказывались многими учеными и мыслителями XIX – нач. XX вв. Эти идеи назывались космизмом. Идеи космизма были связаны с прогрессом естествознания на рубеже XIX-XX веков, в их основе лежали идеи эволюционизма.

Развитие ноосферного учения связано в первую очередь с именем В.И. Вернадского. Он был уверен, что научная деятельность человека является той силой, которая превратит биосферу в ноосферу.

В трудах В. И. Вернадского нет законченного и непротиворечивого толкования сущности материальной ноосферы как преобразованной биосферы, т.е. учение о ноосфере Вернадским не было завершено.

В настоящее время учение о ноосфере разрабатывается большой группой ученых (Л. Андерсон, Д. Беккер, Н. Моисеев, А. Яншин, А. Урсул и др.).

Согласно мнению большинства из них, ноосфера – одно из возможных состояний Земли в будущем, но состояние не застывшее, а изменяющееся со временем. Следует говорить не просто о ноосфере, а о ноосферогенезе. Т.е. о непрерывном процессе эволюции биосферы Земли в сторону образования ноосферы.

В становлении ноосферы обычно выделяют 3 этапа: информационный, экологический, космический. На сегодня идея ноосферы остается слабо разработанной, и путь в ноосферу кажется еще более трудным и неопределенным, чем это предполагал Вернадский.

1.9 Самоорганизация. Глобальный эволюционизм

Введение

Самоорганизация (СО) – это образование упорядоченных структур без внешнего организующего воздействия. В результате СО могут образовываться как диссипативные, так и консервативные структуры. Диссипативные структуры активно поглощают и рассеивают энергию, консервативным структурам это не свойственно. Поэтому различают диссипативную, и консервативную самоорганизации. Самоорганизацией в классическом смысле этого слова является именно диссипативная.

Пример диссипативной СО – галактика, живое существо.

Пример консервативной СО – снежинка, кристалл.

Примеры СО в научных экспериментах: ячейки Бенара и колебательные химические реакции.

Ячейки Бенара

В 1900 г. профессор Бенар изучал режим тепловой конвекции. Тепловой конвекцией называется движение жидкостей или газов под действием температурных неоднородностей.

Его эксперимент заключался в том, что он помещал слой вязкой жидкости (масла) в широкий плоский сосуд. Жидкость подогревается снизу и охлаждается сверху. В результате между верхней и нижней плоскостями жидкости возникает разность температур (ΔT).

При некотором значении разности температур, которую называли критической, ($\Delta T_{кр}$) в жидкости возникают ячейки, подобные пчелиным сотам. Эти ячейки имеют форму шестигранников, расположенных вплотную друг к другу и направленных вертикально. Внутри ячеек жидкость поднимается по центру и опускается по их граням. Эти ячейки называли ячейками Бенара.

Ячейки Бенара первый классический пример самоорганизации. Образование ячеек имеет научное объяснение, которое заключается в следующем.

При малой разности температур, тепловая энергия переносится снизу вверх с помощью механизма теплопроводности. С некоторого значения ΔT перенос тепла начинает происходить за счет конвекции. Вначале реализуется ламинарный механизм течения жидкости. При ламинарном течении жидкость перемещается слоями без перемешивания.

При дальнейшем нагреве происходит переход от ламинарного режима к турбулентному. При турбулентном течении поток жидкости движется беспорядочно с завихрениями. Ячейки Бенара образуются при переходе от ламинарного течения к турбулентному.

Колебательные химические реакции

Колебательные реакции – это периодические процессы, характеризующиеся колебаниями концентраций некоторых промежуточных соединений.

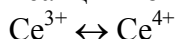
Экспериментально первую колебательную химическую реакцию осуществил в 1951 г. Борис Павлович Белоусов (1893-1970) рос. и сов. химик и биохимик.

Он исследовал окисления лимонной кислоты броматом калия ($KBrO_3$) в кислой среде (H_2SO_4) в присутствии индикатора и сульфата церия $Ce_2(SO_4)_3$. В исходных веществах находились ионы Ce^{3+} , которые имеют бледно-желтую, фактически б/ц окраску.

В процессе реакции ионы церия окисляются бромат анионом до ионов Ce^{4+} , которые имеют желтую окраску. $Ce^{3+} + BrO_3^- \rightarrow Ce^{4+}$

Затем ионы Ce^{4+} окисляют лимонную кислоту и вновь восстанавливаются до ионов Ce^{3+} . $Ce^{4+} + \text{лимонная кислота} \rightarrow Ce^{3+}$

Реакция повторяется: желтая окраска сменяет бесцветную и т.д.



Белоусов ожидал обесцвечивание желтой окраски раствора как свидетельства окончания реакции. Но после обесцвечивания окраска раствора снова стала желтой, затем снова обесцветилась. Причем изменения окраски раствора происходили через определенные промежутки времени.

Т.о. Белоусов открыл колебания концентраций окисленной и восстановленной форм ионов церия в реакции взаимодействия лимонной кислоты с броматом калия. Период колебаний этой реакции зависит от кислотности среды и температуры и находится в пределах 10 – 100 секунд.

В 1961 г. подобные эксперименты повторил другой исследователь Анатолий Маркович Жаботинский (сов. и амер. биофизик).

Он взял в эксперимент малоновую кислоту и индикатор ферроин, у которого окраска окисленной формы бледно-голубая (Fe^{3+}), а восстановленной формы – красная (Fe^{2+}).

Колебательная реакция «Белоусова – Жаботинского» имеет химическое объяснение и математически описана.

Колебательные реакции также называют химическими часами. Такие часы будут идти до тех пор, пока в системе поддерживается концентрация компонентов реакции.

Элементы теории самоорганизации

Исследование СО начинается с сер. XX в. в различных научных школах.

В школе И.Р. Пригожина (Бельгия) самоорганизация называется теорией диссипативных структур и изучается в рамках неравновесной термодинамики. Школа Пригожина распространила принцип самоорганизации и на не живые системы.

В школе нем. уч. Г. Хакена самоорганизацию изучают в рамках междисциплинарного направления научных исследований, которое называется синергетика (греч. *synergeia* - сотрудничество, содружество). Синергетика изучает не только процессы СО, но и процессы хаоса и порядка в открытых нелинейных системах живой и неживой природы.

Согласно теории СО, если на систему воздействуют некие движущие силы в виде градиента температур или концентраций, то под влиянием этих сил система становится неравновесной, в ней возникают потоки энергии или вещества.

В этом состоянии при дальнейшем изменении условий существования система легко теряет устойчивость. При этом происходит согласованное поведение элементов системы и создается новая стационарная структура, существующая лишь в данных неравновесных условиях.

Структуры, которые возникают после самоорганизации, называют диссипативными (диссипация – рассеяние). Диссипативные структуры существуют за счет больших потоков энергии извне, и сами способствуют интенсивному рассеянию энергии.

Особенности самоорганизующихся систем

К самоорганизации способны открытые, неравновесные, нелинейные системы.

Открытые системы обмениваются с окружающей средой веществом, энергией и информацией.

В неравновесных системах процессы находятся в состоянии далеком от равновесия. Неравновесные системы обладают следующими особенностями:

- они легко реагируют на внешние воздействия;
- поведение системы случайно, и не зависит от начальных условий;
- приток энергии создает в системе порядок, т.е. уменьшает энтропию;
- в развитии системы имеет место переломная точка, которая называется точкой бифуркации;
- система ведет себя как единое целое, как будто имеет место «сотрудничество» между элементами системы.
- в неравновесных системах большую роль играют обратные связи.

Нелинейные системы – это динамические системы, в которых процессы описываются нелинейными уравнениями. Нелинейные системы чувствительны к малым флуктуациям (т.е. случайным отклонениям от средних величин).

Остановимся более подробно на таких особенностях самоорганизующихся систем как обратные связи и бифуркация.

Обратная связь. В образовании диссипативных структур принимают участие отрицательные и положительные обратные связи. Отрицательная обратная связь – это стабилизирующая связь. Она позволяет системе поддерживать свое состояние. Положительная обратная связь проявляется в том, что система сама усиливает внешние воздействия до гигантских размеров. Эта связь приводит к неустойчивому состоянию. В живой и неживой природе положительные и отрицательные обратные связи взаимодействуют, способствуя сохранению биосферы.

Бифуркация – это ветвления в поле путей открытой нелинейной системы. Теория СО считает, что в развитии открытых неравновесных систем наблюдаются циклы, состоящие из двух фаз:

1. Период плавного эволюционного развития системы, приводящий систему к некоторому неустойчивому критическому состоянию.
2. Выход из критического состояния одномоментно скачком и переход в новое устойчивое состояние с большей степенью сложности и упорядоченности. Для такого скачка достаточна незначительная флуктуация (отклонение от средних величин).

Точка перехода называется точкой бифуркации. В точке бифуркации у системы появляется возможность выбора вариантов поведения. Этот выбор носит вероятностный характер, что делает процесс эволюции необратимым. После бифуркации эволюция системы на некотором промежутке времени прогнозируема, затем возникают новые бифуркации, т.е. новые ветвления.

Теория бифуркации была создана математиками (А. Пуанкаре и др.). В рамках теории бифуркации самоорганизующиеся системы изучают методами математического моделирования:

- самоорганизующиеся системы описывают нелинейными уравнениями;
- строят математические модели;
- предсказывают варианты дальнейшего развития систем после точки бифуркации.

Разработки в рамках теории самоорганизации используют:

- для управления сложными саморазвивающимися макросистемами.
- для стратегического планирования,
- для анализа исторических процессов,
- для моделирования образовательных систем,
- для решения философских проблем естествознания.

Глобальный (универсальный) эволюционизм

Концепция глобального эволюционизма зарождается в 80-е гг. XX в. Глобальный эволюционизм объединяет четыре типа эволюций: космическую, химическую, биологическую и социальную, т.е. пытается объединить воедино представления о живой и неживой природе, социальной жизни и технике.

В 20-х годах XX в. в биологии начало формироваться новое учение об эволюции биосферы и ноосферы. Это учение связано с именем ак. В.И. Вернадского.

Основная идея этого учения – необходимость согласованного существования природы и человечества. Такое согласованное существование называется «принципом коэволюции». Реализация этого принципа необходима для сохранения человечества. А сам принцип следует рассматривать как ЕН обоснование идеи универсального эволюционизма.

Принципы универсального эволюционизма:

1. Вселенная не просто существует, но может существовать лишь в развитии.
2. Развитие Вселенной осуществляется в результате самоорганизации материи.
3. Все процессы во Вселенной протекают в условиях некоторого уровня неопределенности.
4. Настоящее и будущее зависят от прошлого, но не предопределяются им.
5. В мире действуют принципы отбора, выделяющие из всех мыслимых состояний некоторое множество допустимых.
6. Развитие материальных объектов неизбежно приводит к точке бифуркации, из которой возможен переход в различные состояния.
7. Будущее развивающейся системы невозможно точно предсказать на период, включающий хотя бы одну точку бифуркации.

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

Тема: Химические концепции

Цель практического занятия: закрепление лекционного материала по теме «Концептуальные системы химических знаний». Углубление знаний по вопросам: учение о химических процессах и эволюционная химия.

Теоретические сведения, необходимые для проведения занятия:

- история развития химии от алхимии до квантовой химии;
- роль российских ученых в становлении химии как науки: А.М. Бутлеров, Д.И. Менделеев;
- современные представления о химических элементах и веществах, о строении атома и химической связи;
- правила, принципы и законы химической термодинамики и химической кинетики.

План проведения практического занятия

Проверочная работа.

Тема: Происхождение жизни. Биологическая эволюция

Цель практического занятия: закрепление лекционного материала по теме «Происхождение жизни. Биологическая эволюция. Основы генетики». Углубление знаний по вопросам: происхождения и эволюции живых систем.

Теоретические сведения, необходимые для проведения занятия:

- проблема происхождения жизни в мировых концепциях и гипотезах;
- эволюционные идеи в естествознании в историческом аспекте;
- эволюционное учение Ч. Дарвина и его последующая оценка;
- зарождение и успехи генетики XX века;
- генетика о воспроизводстве живого.

План проведения практического занятия

1. Устный опрос по теме «Происхождение жизни. Биологическая эволюция. Основы генетики».
2. Обсуждение таблицы «Гипотезы и концепции, объясняющие происхождение жизни».
3. Тесты «Происхождение жизни», «Эволюция органического мира. Наследственность и изменчивость».

Вопросы для устного опроса

1. Основные положения эволюционной теории Ламарка.
2. Причины и движущие силы эволюции по Ч. Дарвину.
3. Синтетическая теория эволюции, и ее основные положения.
4. Химический состав и структура молекул ДНК и РНК.
5. Генетический код и его свойства.
6. Процессы, способствующие переносу генетической информации.
7. Определение понятий: «ген», «геном», «кариотип», «генотип», «фенотип», «митоз», «мейоз».
8. Изменчивость. Варианты изменчивости и их характеристика.
9. Мутация. Мутагенные факторы. Варианты мутаций.

Тема: Биосфера. Взаимоотношение природы и общества

Цель практического занятия: закрепление лекционного материала по теме «Биосферный уровень организации материи», углубление знаний по вопросам: внешняя среда биосферы; человек как предмет современного естествознания.

Теоретические сведения, необходимые для проведения занятия:

- представление о биосфере по В.И. Вернадскому;
- характеристика живого вещества биосферы;
- экосистемы и биогеоценозы;
- факторы, влияющие на биосферу;
- влияние человека на процессы, происходящие в биосфере.

План проведения практического занятия

1. Устный опрос по теме «Биосфера. Роль человека в биосфере».
2. Обсуждение эссе.
3. Тестирование.

Вопросы для устного опроса

1. Определение понятия «Биосфера» по Вернадскому.
2. Область расположения биосферы. Типы вещества в биосфере. Функции живого вещества в биосфере. Свойства биосферы. Круговороты веществ в биосфере.
3. Классификация экосистем. Биогеоценоз. Варианты связей и взаимоотношений между организмами сообщества.
4. Электромагнитные факторы, влияющие на биосферу.
5. Биосфера и космические циклы.
6. Биосфера и Солнечная активность.
7. Законы взаимодействия природы и общества Коммонера.
8. Экологический кризис и экологическая катастрофа.
9. Классификация антропогенных загрязнений окружающей среды.
10. Парниковый эффект. Разрушение озонового слоя. Кислотные дожди.

Тема: Концепции самоорганизации в сложных системах

Цель практического занятия: закрепление лекционного материала по теме «Концепции самоорганизации в сложных системах». Углубление знаний по вопросам: синергетика, бифуркации, построение бифуркационных диаграмм и т.п.

Теоретические сведения, необходимые для проведения занятия:

- наука о явлении самоорганизация;
- примеры самоорганизации в природе и технике;
- объяснение явления «самоорганизация» научными школами;
- самоорганизация как междисциплинарное направление в науке.

План проведения практического занятия

1. Устный опрос по теме лекции «Самоорганизация – основа современной картины мира».
2. Кейс «Развитие синергетического мышления».
3. Тест по теме «Самоорганизация»

Вопросы для устного опроса

1. Что такое самоорганизация. Примеры самоорганизации
2. Ячейки Бенара
3. Колебательные химические реакции
4. Элементы теории самоорганизации
5. Особенности самоорганизующихся систем
6. Глобальный эволюционизм

3 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Самостоятельная работа студентов играет важную роль в воспитании сознательного отношения самих студентов к овладению теоретическими и практическими знаниями, привитии им привычки к направленному интеллектуальному труду. Очень важно, чтобы студенты не просто приобретали знания, но и овладевали способами их добывания.

Самостоятельная работа всегда вызывает у студентов, особенно первых-вторых курсов, ряд трудностей. Главная трудность связана с необходимостью самостоятельной организации своей работы. Многие студенты испытывают затруднения, связанные с отсутствием навыков анализа, конспектирования, работы с первоисточниками, умением четко и ясно излагать свои мысли, планировать свое время, учитывать индивидуальные особенности своей умственной деятельности и физиологические возможности, практически полным отсутствием психологической готовности к самостоятельной работе, незнанием общих правил ее организации.

Поэтому, одной из основных задач преподавателя является помощь студентам в организации их самостоятельной работы. Это особенно важно в современных условиях развития общества, когда специалисту после окончания учебного заведения приходится заниматься самообразованием - повышать уровень своих знаний путем самостоятельного изучения.

Самостоятельная работа студентов проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;

- углубления и расширения теоретических знаний;

- формирования умений использовать нормативную, справочную документацию и специальную литературу;

- развития познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;

- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;

- развития исследовательских умений.

Самостоятельная работа включает в себя:

- подготовку к аудиторным занятиям (лекциям, практическим, лабораторным, семинарским занятиям) и выполнение соответствующих заданий;

- самостоятельную работу над отдельными темами учебных дисциплин в соответствии с перспективно-тематическими планами;

- подготовку ко всем видам контрольных работ, экзаменам и зачетам, реферату.

Для успешного освоения курса «Концепции современного естествознания» студентам предлагается выполнить ряд заданий: эссе, конспект, интеллект-карту, реферат.

Тема: Характеристика науки. Научные методы в естествознании

Вопросы для конспектирования

1. Элементы научных знаний в Древнем Египте и Древнем Китае.
2. Элементы научных знаний в Древней Греции, в эпоху эллинизма, в Древнем Риме.
3. Образ науки: отличительные качества и средства научного знания.
4. Проблема возникновения науки; оформление науки в соц. институт.
5. Возникновение, развитие, границы научного метода.
6. Научные методы наблюдение, измерение, эксперимент.
7. Научные методы абстрагирование, идеализация, формализация.
8. Научные методы: индукция и дедукция.
9. Научные методы: анализ и синтез.
10. Научный метод: моделирование и его виды.

Эссе по темам:

1. Путь от натурфилософии к естественным и социально-гуманитарным наукам.

2. Особая роль математики в науке от ее зарождения до современного периода.
3. Ученые современности энциклопедически образованные, владеющие многими знаниями как в области естественных, так и в области социально-гуманитарных наук.
4. Современные проекты (теории, концепции), опирающиеся как на технические, так и на гуманитарные отрасли наук.
5. Почему наука борется с лженаукой? Какую опасность представляют лженаучные «теории».

Тема: Естественнаучные революции и картины Мира

Вопросы для конспектирования

1. Причины, вынуждавшие пересмотреть геоцентрическую систему Птолемея. Суть системы Н. Коперника. Отношение общества того времени к гелиоцентрической системе Коперника.
2. Реальная оценка теории Коперника и ее последующие доказательства учеными XVII – XIX вв. Историческое значение теории Коперника.
3. Развитие идей гелиоцентризма в трудах И. Кеплера: законы Кеплера. Представление Кеплера о движущей силе планет. Какие истины древних разрушил Кеплер?
4. Наблюдательные подтверждения теории Коперника, сделанные Г. Галилеем с помощью оптической трубы.
5. Работы Галилея в области физики (механики). Какие взгляды Аристотеля на движение земных тел опроверг Галилей?
6. Вклад Ф. Бэкона в становлении науки современного типа (необходима дополнительная информация, кроме пособия).
7. Р. Декарт о материи, движении, космологии.
8. Научное творчество Гюйгенса в области механики и оптики.
9. Вклад И. Ньютона в развитие естествознания.
10. Развитие представлений о сущности света: корпускулярная и волновая теории света, современные представления о природе света.

Тема: Пространство и время. Законы сохранения

Вопросы для конспектирования

1. Представление о пространстве и времени в натурфилософской, механистической и современной картинах мира.
2. Свойства пространства и времени.
3. Связь пространства и времени с законами сохранения.
4. Представление о пространстве и времени в классической физике.
5. Пространство и время в специальной теории относительности.
6. Пространство и время в общей теории относительности.
7. Законы сохранения: определение понятия, законы сохранения массы, энергии, электрического заряда, импульса и момента импульса.
8. Мерность пространства и времени.
9. Восприятие человеком пространства и времени.

Тема: элементарные частицы. Фундаментальные взаимодействия

Вопросы для конспектирования

1. Характеристика лептонов.
2. Характеристика адронов.
3. Характеристика бозонов - частиц переносчиков взаимодействий.
4. Свойства элементарных частиц.
5. Взаимопревращения элементарных частиц.
6. Гравитационное фундаментальное взаимодействие.

7. Электромагнитное фундаментальное взаимодействие.
8. Слабое фундаментальное взаимодействие.
9. Сильное фундаментальное взаимодействие.
10. Какие вопросы собирается решать физика с помощью Большого адронного коллайдера?

Тема: Астрономические концепции

Вопросы для конспектирования

1. Объекты Солнечной системы: характеристика, особенности.
2. Источники энергии Солнца и звезд.
3. Происхождение планетных систем.
4. Белые карлики и красные гиганты: образование, характеристика.
5. Нейтронные звезды: образование, характеристика, варианты.
6. Черные дыры: предсказания их существования, поиски во Вселенной, особенности подобных объектов.
7. Черные - белые дыры как порталы для сообщения с другими Вселенными.
8. Космология на современном этапе.
9. «Тонкая подстройка» Вселенной.
10. Антропный принцип и его варианты.

Происхождение жизни. Биологическая эволюция

Таблица для заполнения

Гипотезы и концепции, объясняющие происхождение жизни

№	Название гипотезы или концепции	Автор(ы)	Время возникновения	Основная идея гипотезы	Доказательства/опровержения
1	Креационизм				
2	Самозарождение				
3	Панспермия (общая идея).....				
3.1	...радиационная				
3.2	...кометная				
3.3	...направленная				
4	Эволюционные гипотезы субстратного направления (общая идея).....				
4.1	Голобиоз				
4.2	Генобиоз				
4.3	Биопозз				
5	Космохимическая				
6	Стационарная концепция				

Тема: Биосфера. Взаимоотношение природы и общества

Темы эссе

1. Русский космизм как прообраз идеи ноосферы.
2. Ноосфера и возможности ее достижения.
3. Стратегия устойчивого развития биосферы.
4. Что нас ждет глобальное потепление или глобальное похолодание?
5. Общество потребления благо или зло?
6. Концепция устойчивого развития биосферы.
7. Свободная тема в рамках проблемы «человек в биосфере».

Методические рекомендации по выполнению реферата

Реферат является одной из форм самостоятельного изучения студентами учебной дисциплины и выполняется с целью систематизации и расширения теоретических знаний по предмету, развития навыков к самостоятельной деятельности.

Реферат выполняется студентом самостоятельно путем подборки и изучения литературных и других источников.

Темы рефератов приводятся в фонде оценочных средств. Темы могут обновляться и дополняться. Выполненные рефераты студенты сдают преподавателю на проверку с последующей защитой.

Структура реферата

Содержание реферата включает: введение, основную часть, заключение, список использованной литературы.

Во введении студент дает краткую характеристику рассматриваемой проблемы, обосновывает актуальность выбранной темы. Введение дает представление об общей идее реферата, должно содержать цели, задачи работы.

В основной части в логической последовательности излагается материал по теме реферата. Эта часть реферата может состоять из нескольких разделов, число которых определяется самим студентом и зависит от объема и темы реферата. Каждый раздел реферата должен иметь свое название.

Заключение содержит краткие выводы по рассматриваемой теме. В нем делается обобщение всего материала реферата, указывается решение целей и задач реферата. Заключение должно быть четким и лаконичным.

В конце реферата обязательно приводится список литературы, использованной при написании реферата. В список литературы включаются только те источники, которые действительно использовались при его написании.

Реферат оформляют согласно Стандарта организации СТО СМК 4.2.3.05-2011.

Список литературных и электронных источников оформляется по требованиям стандарта ГОСТ 7.0552008 Система стандартов по библиотечному и издательскому делу. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления.

Приложение включает материалы, дополняющие основной текст реферата. Это могут быть таблицы, схемы, иллюстрации, фотоматериалы, словарь терминов рисунки и т.д. Приложение является желательным, но не обязательным элементом реферата.

Подготовка к защите и порядок защиты реферата

Необходимо заранее подготовить тезисы выступления, т. е. план-конспект.

Порядок защиты реферата:

- краткое сообщение, характеризующее задачи работы, ее актуальность, полученные результаты, вывод и предложения.
- ответы студента на вопросы преподавателя.

Рекомендации по подготовке к зачету

Подготовку к зачету рекомендуется проводить по следующей схеме:

- выделить группу вопросов, которые относятся к определенной теме, рассмотренной на лекциях курса;
- изучить материал этой темы, пользуясь конспектом лекций и учебниками;
- обдумать план ответа по каждому из выделенных вопросов и записать его план в тетрадь;
- вспомнить, что говорилось на практических занятиях по выделенной теме курса;
- после этого можно переходить к следующей группе вопросов.

Подобная схема позволяет повысить качество подготовки к зачету и сократить необходимое для этого время. Кроме того, после такой подготовки остается тетрадь с планами ответов, которые полезно повторить непосредственно перед зачетом.