

**Тезаурус 2009 по дисциплине КСЕ
для специальностей с числом часов по ГОС
меньше 130 (уровень 1)**

1. Эволюция научного метода и естественнонаучной картины мира

Тема 1-01-01. Научный метод познания

Методология

Свойства научного знания:

- объективность
- достоверность
- точность
- системность

Эмпирическое и теоретическое познание

Методы научного познания:

- наблюдение
- измерение
- индукция
- дедукция
- анализ
- синтез
- абстрагирование
- моделирование
- эксперимент

Гипотеза

Требования к научным гипотезам:

- соответствие эмпирическим фактам
- проверяемость (принципы верификации и фальсификации)

Научная теория

Область применимости теории

Принцип соответствия

Тема 1-01-02. Естественнонаучная и гуманитарная культуры

Естествознание как комплекс наук о природе (естественных наук)

Дифференциация наук

Интеграция наук

Гуманитарные науки

Гуманитарно-художественная культура, её основные отличия от научно-технической:

- субъективность знания
- нестрогий образный язык
- выделение индивидуальных свойств изучаемых предметов
- сложность (или невозможность) верификации и фальсификации

Математика как язык естествознания

Псевдонаука как имитация научной деятельности

Отличительные признаки псевдонауки:

- фрагментарность (несистемность)
- некритический подход к исходным данным
- невосприимчивость к критике
- отсутствие общих законов
- неverifiedируемость и/или нефальсифицируемость псевдонаучных данных

Тема 1-01-03. Развитие научных исследовательских программ и картин мира (история естествознания, тенденции развития)

Научная (исследовательская) программа

Научная картина мира

Древняя Греция: появление программы рационального объяснения мира

Принцип причинности в первоначальной форме (каждое событие имеет естественную причину) и его позднее уточнение (причина должна предшествовать следствию)

Атомистическая исследовательская программа Левкиппа и Демокрита: всё состоит из дискретных атомов; всё сводится к перемещению атомов в пустоте

Континуальная исследовательская программа Аристотеля: всё формируется из непрерывной бесконечно делимой материи, не оставляющей места пустоте

Взаимодополнительность атомистической и континуальной исследовательских программ

Научная (или натурфилософская) картина мира как образно-философское обобщение достижений естественных наук

Фундаментальные вопросы, на которые отвечает научная (или натурфилософская) картина мира:

- о материи
- о движении
- о взаимодействии
- о пространстве и времени
- о причинности, закономерности и случайности
- о космологии (общем устройстве и происхождении мира)

Натурфилософская картина мира Аристотеля

Научные картины мира: механическая, электромагнитная, неклассическая (1-я половина XX в.), современная эволюционная

Тема 1-01-04. Развитие представлений о материи

Фалес: проблема поиска первоначала

Абстракция материи

Механическая картина мира: единственная форма материи – вещество, состоящее из дискретных корпускул

Электромагнитная картина мира: две формы материи — вещество и непрерывное электромагнитное поле

Волна как распространяющееся возмущение физического поля

Эффект Доплера: зависимость измеряемой длины волны от взаимного движения наблюдателя и источника волн

Современная научная картина мира: формы материи — вещество, физическое поле, физический вакуум

Тема 1-01-05. Развитие представлений о движении

Гераклит: идея безостановочной изменчивости вещей

Учение Аристотеля о движении как атрибуте материи и разнообразии форм движения

Механическая картина мира: единственная форма движения — механическое перемещение

Электромагнитная картина мира: движение — не только перемещение зарядов, но и изменение поля (распространение волн)

Понятие состояния системы как совокупности данных, позволяющих предсказать её дальнейшее поведение

Движение как изменение состояния

Химическая форма движения: химический процесс

Биологическая форма движения: процессы жизнедеятельности, эволюция живой природы

Современная научная картина мира: эволюция как универсальная форма движения материи

Многообразие форм движения, их качественные различия и несводимость друг к другу

Тема 1–01-06. Развитие представлений о взаимодействии

Представления Аристотеля о взаимодействии: одностороннее воздействие движущего на движимое; первоначальная форма концепции близкодействия (передача воздействия только через посредников, при непосредственном контакте)

Механическая картина мира:

- возникновение концепции **взаимодействия** (третий закон Ньютона)
- открытие фундаментального взаимодействия (закон **всемирного** тяготения)
- принятие концепции дальнего действия (мгновенной передачи взаимодействия через пустоту на любые расстояния)

Электромагнитная картина мира:

- открытие второго фундаментального взаимодействия (электромагнитное)
- возврат к концепции близкодействия (взаимодействие передаётся только через материального посредника — физическое поле — с конечной скоростью)
- полевой механизм передачи взаимодействий (заряд создаёт соответствующее поле, которое действует на соответствующие заряды)

Современная научная картина мира:

- четыре фундаментальных взаимодействия (гравитационное, электромагнитное, сильное и слабое)
- квантово-полевой механизм передачи взаимодействий (заряд испускает виртуальные частицы-переносчики соответствующего взаимодействия, поглощаемые другими аналогичными зарядами)
- частицы-переносчики фундаментальных взаимодействий (фотоны, гравитоны, глюоны, промежуточные векторные бозоны)

Фундаментальные взаимодействия, преобладающие между объектами:

- микромира (сильное, слабое и электромагнитное)
- макромира (электромагнитное)
- мегамира (гравитационное)

2. Пространство, время, симметрия

Тема 1-02-01. Принципы симметрии, законы сохранения

Понятие симметрии в естествознании: инвариантность относительно тех или иных преобразований

Нарушенные (неполные симметрии)

Эволюция как цепочка нарушений симметрии

Простейшие симметрии:

- однородность (одинаковые свойства во всех точках)
- изотропность (одинаковые свойства во всех направлениях)

Симметрии пространства и времени:

- однородность пространства
- однородность времени

- изотропность пространства
- Анизотропность времени
- Теорема Нётер как общее утверждение о взаимосвязи симметрий с законами сохранения
- Закон сохранения энергии как следствие однородности времени
- Закон сохранения импульса (количества поступательного движения) как следствие однородности пространства
- Закон сохранения момента импульса (количества вращательного движения) как следствие изотропности пространства

Тема 1-02-02. Эволюция представлений о пространстве и времени

- Понимание пространства и времени как инвариантных самостоятельных сущностей (пустота у древнегреческих атомистов; Абсолютные пространство и время Ньютона)
- Понимание пространства и времени как системы отношений между материальными телами (пространство как категория места, время как мера движения у Аристотеля; изменение пространственных и временных промежутков при смене системы отсчёта у Эйнштейна)
- Классический закон сложения скоростей как следствие ньютоновских представлений об Абсолютном пространстве и Абсолютном времени
- Концепция мирового эфира
- Нарушение классического закона сложения скоростей в опыте Майкельсона-Морли
- Современная научная картина мира:
- отказ от идеи Абсолютных пространства и времени, мирового эфира и других выделенных систем отсчета
 - признание тесной взаимосвязи между пространством, временем, материей и её движением

Тема 1-02-03. Специальная теория относительности

- Принцип относительности Галилея
- Принцип относительности (первый постулат Эйнштейна): законы природы инвариантны относительно смены системы отсчёта
- Инвариантность скорости света (второй постулат Эйнштейна)
- Постулаты Эйнштейна как проявление симметрий пространства и времени
- Основные релятивистские эффекты (следствия из постулатов Эйнштейна):
- относительность одновременности
 - относительность расстояний (релятивистское сокращение длин)
 - относительность промежутков времени (релятивистское замедление времени)
 - инвариантность пространственно-временного интервала между событиями
 - инвариантность причинно-следственных связей
 - единство пространства-времени
 - эквивалентность массы и энергии
- Соответствие СТО и классической механики: их предсказания совпадают при малых скоростях движения (гораздо меньше скорости света)

Тема 1-02-04. Общая теория относительности

- Общая теория относительности (ОТО): распространение принципа относительности на неинерциальные системы отсчета
- Принцип эквивалентности: ускоренное движение неотлично никакими измерениями от покоя в гравитационном поле

Взаимосвязь материи и пространства-времени: материальные тела изменяют геометрию пространства-времени, которая определяет характер движения материальных тел
Соответствие ОТО и классической механики: их предсказания совпадают в слабых гравитационных полях

Эмпирические доказательства ОТО:

- отклонение световых лучей вблизи Солнца
- замедление времени в гравитационном поле
- смещение перигелиев планетных орбит

3. Структурные уровни и системная организация материи

Тема 1-03-01. Микро-, макро-, мегамиры

Вселенная в разных масштабах: микро-, макро- и мегамир

Критерий подразделения: соизмеримость с человеком (макромир) и несоизмеримость с ним (микро- и мегамир)

Основные структуры микромира: элементарные частицы, атомные ядра, атомы, молекулы

Основные структуры мегамира: планеты, звёзды, галактики

Единицы измерения расстояний в мегамире: астрономическая единица (в Солнечной системе), световой год, парсек (межзвёздные и межгалактические расстояния)

Звезда как небесное тело, в котором естественным образом происходили, происходят или с необходимостью будут происходить реакции термоядерного синтеза

Атрибуты планеты:

- не звезда
- обращается вокруг звезды (например, Солнца)
- достаточно массивно, чтобы под действием собственного тяготения стать шарообразным
- достаточно массивно, чтобы своим тяготением расчистить пространство вблизи своей орбиты от других небесных тел

Галактики — системы из миллиардов звёзд, связанных взаимным тяготением и общим происхождением

Наша Галактика, её основные характеристики:

- гигантская (более 100 млрд. звёзд)
- спиральная
- диаметр около 100 тыс. световых лет

Пространственные масштабы Вселенной: расстояние до наиболее удалённых из наблюдаемых объектов более 10 млрд. световых лет

Вселенная, Метагалактика, разница между этими понятиями

Тема 1-03-02. Системные уровни организации материи

(данная тема только для специальностей, в ГОС которых отсутствует биологический уровень организации материи)

Целостность природы

Системность природы

Аддитивные свойства систем (аддитивность)

Интегративные свойства систем (интегративность)

Совокупности, не являющиеся системами, например,

созвездия (участки звёздного неба, содержащие группы звёзд с характерным рисунком) и др.

Иерархичность природных структур как отражение системности природы: структуры данного уровня входят как подсистемы в структуру более высокого уровня, обладающую интегративными свойствами

Иерархические ряды природных систем:

- физических (фундаментальные частицы — составные элементарные частицы — атомные ядра — атомы — молекулы — макроскопические тела)
- химических (атом — молекула — макромолекула — вещество)
- астрономических (звёзды с их планетными системами — галактики — скопления галактик — сверхскопления галактик)

Тема 1-03-03. Структуры микромира

Элементарные частицы

Фундаментальные частицы – по современным представлениям, не имеющие внутренней структуры и конечных размеров (например, кварки, лептоны)

Частицы и античастицы

Классификация элементарных частиц:

- по участию во взаимодействиях: лептоны, адроны
- по времени жизни: стабильные (протон, электрон, нейтрино), нестабильные (свободный нейтрон) и резонансы (нестабильные короткоживущие)

Взаимопревращения элементарных частиц (распады, рождение новых частиц при столкновениях, аннигиляция)

Возможность любых реакций элементарных частиц, не нарушающих законов сохранения (энергии, заряда и т.д.)

Вещество как совокупность корпускулярных структур (кварки — нуклоны — атомные ядра — атомы с их электронными оболочками)

Размеры и масса ядра в сравнении с атомом

Тема 1-03-04. Химические системы

Атом

Изотопы

Невозможность классического описания поведения электронов в атоме

Дискретность электронных состояний в атоме

Организация электронных состояний атома в электронные оболочки

Переходы электронов между электронными состояниями как основные атомные процессы (возбуждение и ионизация)

Химический элемент

Молекула

Вещества: простые и сложные (соединения)

Понятие о качественном и количественном составе вещества

Катализаторы

Биокатализаторы (ферменты)

Полимеры

Мономеры

Тема 1-03-05. Особенности биологического уровня организации материи

Системность живого

Иерархическая организация живого: клетка – единица живого

Иерархическая организация природных биологических систем:

биополимеры – органеллы – клетки – ткани – органы – организмы – популяции – виды

Иерархическая организация природных экологических систем:

особь – популяция – биоценоз – биогеоценоз – экосистемы более высокого ранга (саванна, тайга, океан) – биосфера)

Химический состав живого: элементы-органогены, микроэлементы, макроэлементы, их основная роль в живом

Химический состав живого: атом углерода – главный элемент живого, его уникальные особенности:

- способность атомов связываться друг с другом с образованием разнообразных структур, являющихся несущей основой органических молекул

- способность связываться с другими атомами близких радиусов (кислородом, азотом, серой) с образованием менее прочных связей (возникновение функциональных групп), которые обуславливают химическую активность органических соединений

Химический состав живого: вода, ее роль для живой природы:

- высокая полярность воды и как следствие – химическая активность и высокая растворяющая способность

- высокая теплоемкость воды, высокие теплоты испарения и плавления – основа для поддержания температурного гомеостаза живых организмов и регулирования тепла планеты

- аномальная плотность в твердом состоянии – причина существования жизни в замерзающих водоемах

- высокое поверхностное натяжение – жизнь на поверхности гидросферы, передвижение растворов по сосудам растений

Химический состав живого: особенности органических биополимеров как высокомолекулярных соединений – высокая молекулярная масса, способность образовывать пространственные и надмолекулярные структуры, разнообразие строения и свойств

Симметрия и асимметрия живого

Хиральность молекул живого

Открытость живых систем

Обмен веществ и энергии

Самовоспроизведение

Гомеостаз как относительное динамическое постоянство состава и свойств внутренней среды живой системы

Каталитический характер химии живого

Специфические свойства ферментативного катализа: чрезвычайно высокие избирательность и скорость, главные причины которых – комплементарность фермента и реагента, высокомолекулярная природа фермента

4. Порядок и беспорядок в природе

Тема 1-04-01. Динамические и статистические закономерности в природе

Детерминизм (жесткий) как идея полной предопределённости всех будущих событий
Критика концепции детерминизма Эпикуром, его учение о неустранимой случайности в движении атомов

Механи(сти)ческий детерминизм как:

- утверждение о единственно возможной траектории движения материальной точки при заданном начальном состоянии;

- лапласова концепция полной выводимости всего будущего (и прошлого) Вселенной из её современного состояния с помощью законов механики

Детерминистское описание мира: **динамическая теория**, которая однозначно связывает между собой значения физических величин, характеризующих состояние системы

Примеры динамических теорий:

- механика,
- электродинамика,
- термодинамика,
- теория относительности,

Описание систем с хаосом и беспорядком: **статистическая теория**, которая однозначно связывает между собой **вероятности** тех или иных значений физических величин

Основные **понятия статистической** теории:

- случайность (непредсказуемость)
- вероятность (числовая мера случайности)
- среднее значение величины
- флуктуация (случайное отклонение системы от среднего (наиболее вероятного) состояния)

Примеры статистических теорий:

- молекулярно-кинетическая теория (исторически первая статистическая теория),
- квантовая механика, другие квантовые теории
- эволюционная теория Дарвина,

Соответствие динамических и статистических теорий: их предсказания совпадают, когда можно пренебречь флуктуациями; в остальных случаях статистические теории дают более глубокое, детальное и точное описание реальности

Тема 1-04-02. Концепции квантовой механики

Корпускулярно-волновой дуализм как всеобщее свойство материи

Мысленный эксперимент «микроскоп Гейзенберга»

Соотношение неопределенностей координата-импульс (скорость)

Принцип дополнительности как утверждение о том, что:

- невозможны невозмущающие измерения (измерение одной величины делает невозможным или неточным измерение другой, дополнительной к ней величины)
- полное понимание природы микрообъекта требует учёта как его корпускулярных, так и волновых свойств, хотя они не могут проявляться в одном и том же эксперименте
- (в широком смысле) для полного понимания любого предмета или процесса необходимы несовместимые, но взаимодополняющие точки зрения на него

Статистический характер квантового описания природы

Тема 1-04-03. Принцип возрастания энтропии

Формы энергии: тепловая, химическая, механическая, электрическая

Первый закон термодинамики — закон сохранения энергии при ее превращениях

Первый закон термодинамики как утверждение о невозможности вечного двигателя первого рода

Изолированные и открытые системы

Второй закон термодинамики как принцип возрастания энтропии в изолированных системах

Изменение энтропии тел при теплообмене между ними

Второй закон термодинамики как принцип направленности теплообмена (от горячего к холодному)

Второй закон термодинамики как утверждение о невозможности вечного двигателя второго рода

Энтропия как мера молекулярного беспорядка

Энтропия как мера информации о системе

Второй закон термодинамики как принцип нарастания беспорядка и разрушения структур

Закономерность эволюции на фоне всеобщего роста энтропии
 Энтропия открытой системы: производство энтропии в системе, входящий и выходящий потоки энтропии
 Термодинамика жизни: добывание упорядоченности из окружающей среды

Тема 1-04-04. Закономерности самоорганизации. Принципы универсального эволюционизма

Синергетика — теория самоорганизации
 Междисциплинарный характер синергетики
 Самоорганизация в природных и социальных системах как самопроизвольное возникновение упорядоченных неравновесных структур в силу объективных законов природы и общества
 Примеры самоорганизации в простейших системах: ячейки Бенара, реакция Белоусова-Жаботинского, спиральные волны
 Необходимые условия самоорганизации: неравновесность и нелинейность системы
 Признак неравновесности системы: протекание потоков вещества, энергии, заряда и т.д.
 Диссипация (рассеяние) энергии в неравновесной системе
 Диссипативная структура — неравновесная упорядоченная структура, возникшая в результате самоорганизации
 Пороговый характер (внезапность) явлений самоорганизации
 Точка бифуркации как момент кризиса, потери устойчивости
 Синхронизация частей системы в процессе самоорганизации
 Понижение энтропии системы при самоорганизации
 Повышение энтропии окружающей среды при самоорганизации
 Универсальный эволюционизм как научная программа современности, его принципы:

- всё существует в развитии;
- развитие как чередование медленных количественных и быстрых качественных изменений (бифуркаций);
- законы природы как принципы отбора допустимых состояний из всех мыслимых;
- фундаментальная и неустранимая роль случайности и неопределенности;
- непредсказуемость пути выхода из точки бифуркации (прошлое влияет на будущее, но не определяет его);
- устойчивость и надежность природных систем как результат их постоянного обновления

5. Панорама современного естествознания

Тема 1-05-01.Космология (мегамир)

Космология – наука о Вселенной в целом, ее строении и эволюции
 Космологические представления Аристотеля: шарообразная неоднородная Вселенная
 Геоцентрическая система мира Птолемея
 Гелиоцентрическая система мира Коперника
 Ньютоновская космология: безграничная, бесконечная, однородная и неизменная Вселенная
 Общая теория относительности как теоретическая основа современной научной космологии
 Вселенная Эйнштейна: однородна, изотропна и равномерно заполнена материей, преимущественно в форме вещества
 Космологическая модель Фридмана: Вселенная нестационарна
 Наблюдаемая однородность Вселенной в очень больших масштабах

Наблюдательное подтверждение нестационарности Вселенной: красное смещение в спектрах галактик, возникающее благодаря эффекту Доплера при их удалении от наблюдателя (разбегание галактик)

Закон Хаббла: скорость разбегания галактик пропорциональна расстоянию до них
Постоянная Хаббла

Возраст Вселенной — понятие (время, прошедшее с момента начала расширения) и современные оценки (12–15 млрд. лет)

Понятие о космологической сингулярности

Тема 1-05-02. Общая космогония (структуры мегамира)

(данная тема только для специальностей, в ГОС которых отсутствует биологический уровень организации материи)

Космогония — наука о происхождении и развитии космических тел и их систем

Основной космогонический сценарий: гравитационная конденсация рассеянного вещества

Основные методы звёздной космогонии:

- построение теоретических моделей строения и эволюции звёзд
- наблюдение большого числа звёзд, находящихся на разных стадиях эволюции

Процессы, обеспечивающие свечение звёзд: гравитационное сжатие, термоядерный синтез, охлаждение горячих недр

Основные характеристики звёзд: спектр излучения, температура поверхности, светимость, размер, масса

Диаграмма Герцшпрунга—Рессела, основные области на ней:

- главная последовательность
- гиганты и сверхгиганты
- белые карлики

Основные этапы эволюции звезды:

- гравитационное сжатие (протозвезда)
- термоядерное «горение» водорода (звезда главной последовательности)
- потеря устойчивости после исчерпания запасов водорода в центре звезды (раздувание и сбрасывание внешних слоёв, гравитационный коллапс, вспышка Сверхновой)

Конечные стадии эволюции звёзд: белые карлики, нейтронные звёзды, чёрные дыры

Солнце – нормальная звезда главной последовательности, его возраст

Солнечное излучение, солнечный ветер

Происхождение химических элементов

Тема 1-05-03. Происхождение Солнечной системы (структуры мегамира)

(данная тема только для специальностей, в ГОС которых отсутствует биологический уровень организации материи)

Состав Солнечной системы: планеты, карликовые планеты, астероиды, кометы, метеороиды

Основные особенности устройства Солнечной системы:

- подавляющая часть массы Солнечной системы сосредоточена в Солнце, а не в планетах
- подавляющая часть количества вращательного движения (момента импульса) Солнечной системы принадлежит планетам, а не Солнцу
- орбиты всех планет лежат практически в одной плоскости (плоскости эклиптики), совпадающей с плоскостью солнечного экватора
- все планеты обращаются вокруг Солнца в одном направлении («прямом»)
- большинство планет вращается вокруг своих осей в том же направлении («прямом»)
- ближайшие к Солнцу планеты земной группы (Меркурий, Венера, Земля, Марс) — сравнительно небольшие, каменные

- более удалённые планеты-гиганты (Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун) — большие, содержащие много лёгких летучих веществ

Гипотеза Канта – Лапласа о происхождении Солнечной системы (гравитационное сжатие вращающейся туманности), объясняемые ею особенности устройства Солнечной системы
Современные представления о формировании Солнечной системы как сложном комплексе разнообразных процессов

Тема 1-05-04. Геологическая эволюция

Земля как планета, ее отличия от других планет земной группы

Химический состав Земли

Магнитное поле Земли, его структура и роль для жизни на планете

Внутреннее строение Земли (ядро внутреннее и внешнее, мантия, земная кора), методы исследования (сейсморазведка)

Формирование прото-Земли из планетезималей, её гравитационное сжатие, разогрев и начало дифференциации.

Эволюция земной коры: тектоника литосферных плит, её движущие силы

Возраст Земли, методы его оценки (радиометрия земных горных пород и метеоритов)

Возникновение океанов и атмосферы

Атмосфера Земли, ее структура (тропосфера, стратосфера, ионосфера) и химический состав

Тема 1-05-05. Происхождение жизни (эволюция и развитие живых систем)

Первичная атмосфера Земли

Абиогенный синтез

Предбиологический отбор

Коацерваты

Гетеротрофы

Автотрофы

Анаэробы

Аэробы

Прокариоты

Эукариоты

Голобиоз

Генобиоз

Исторические концепции происхождения жизни: креационизм, гипотеза панспермии, биохимическая эволюция, постоянное самозарождение, стационарное состояние

Тема 1-05-06. Эволюция живых систем

Эволюция, ее атрибуты: самопроизвольность, необратимость, направленность

Дарвинизм

Генофонд

Борьба за существование

Синтетическая теория эволюции, её основные положения:

– элементарная эволюционная структура – популяция

– элементарный наследственный материал – генофонд популяции

– элементарное явление эволюции – изменение генофонда популяции

– элементарные эволюционные факторы: мутационный процесс, популяционные волны, изоляция, естественный отбор; их эволюционное значение

– единственный направляющий фактор эволюции — естественный отбор

Микроэволюция

Макроэволюция

Тема 1-05-07. История жизни на Земле и методы исследования эволюции (эволюция и развитие живых систем)

Понятия о геологических эрах и периодах

Связь границ между эрами с геологическими и палеонтологическими изменениями

Некоторые важнейшие ароморфозы: фотосинтез, эукариоты, многоклеточные

Основные таксономические группы растений и животных и последовательность их эволюции:

- рыбы
- земноводные (амфибии)
- пресмыкающиеся (рептилии)
- птицы
- млекопитающие
- голосеменные
- покрытосеменные
- цветковые

Прокариоты

Филогенез

Онтогенез

Адаптация

Ароморфоз

Понятие о флоре, фауне

Методы исследования эволюции: палеонтология (ископаемые переходные формы, палеонтологические ряды, последовательность ископаемых форм)

Методы исследования эволюции: биогеография (сопоставление видового состава с историей территорий, островные формы, реликты)

Методы исследования эволюции: морфологические методы (установление связи между сходством строения и родством сравниваемых форм, рудиментарные органы, атавизмы)

Методы исследования эволюции: эмбриологические методы (зародышевое сходство, принцип рекапитуляции)

Методы исследования эволюции: генетические, экологические, методы биохимии и молекулярной биологии

Тема 1-05-08. Генетика и эволюция

Генетика

Ген

Аллель

Рецессивные и доминантные гены

Гомозиготы, гетерозиготы

Хромосомы

Геном

Генотип

Фенотип

Свойства генетического материала: дискретность, непрерывность, линейность, относительная стабильность

Изменчивость: наследуемая (генотипическая, мутационная)

Изменчивость: ненаследуемая (фенотипическая, модификационная)

Свойства мутаций: случайность, внезапность, ненаправленность, неоднократность и наследуемость

6. Биосфера и человек

Тема 1-06-01. Экосистемы (многообразие живых организмов - основа организации и устойчивости биосферы)

Понятия об экосистеме и биогеоценозе

Элементы экосистем (биотоп, биоценоз)

Биотическая структура экосистем: продуценты, консументы, редуценты как компоненты круговорота, обеспечивающего целостность экосистем

Биоразнообразие как основа устойчивости живых систем

Виды природных экосистем (озеро, лес, пустыня, тундра, ..., океан, биосфера)

Пищевые (трофические) цепи, пирамиды

Энергетические потоки в экосистемах, правило 10%

Экологические факторы: биотические и абиотические факторы, антропогенные факторы

Формы биотических отношений (хищник-жертва, паразитизм, нейтрализм)

Толерантность, пределы толерантности

Среда обитания и экологическая ниша

Тема 1-06-02. Биосфера

Понятие о биосфере

Вещество: живое, косное, биокосное, биогенное

Системные свойства биосферы: постоянство массы живого вещества в ходе геологических периодов

Системные свойства биосферы: постоянство числа видов на протяжении геологических периодов

Геохимические функции живого вещества:

- газовая
- концентрационная
- деструктивная
- средообразующая
- энергетическая

Биогенная миграция атомов химических элементов

Биогеохимические принципы миграции: стремление к максимуму проявления

Биогеохимические принципы миграции: эволюция видов, увеличивающих биогенную миграцию

Тема 1-06-03. Человек в биосфере

Антропогенез

Палеонтология

Приматы

Основные этапы эволюции рода Homo и его предшественников (стадиальная концепция): протоантропы (австралопитеки), архантропы, палеоантропы, неолантропы

Виды:

- Человек умелый (*Homo habilis*),
- Человек прямоходящий (*Homo erectus*)
- Человек разумный (*Homo sapiens*)

Характерные особенности человека: трудовая деятельность, использование огня, развитие речи, способность к абстрактному мышлению, наличие фонда культурной информации в человеческих сообществах

Возрастание роли социальных эволюционных факторов (передача накопленных знаний, технологий, традиций) и ослабление биологических (движущего и деструктивного отборов, изоляции, популяционных волн)

Неолитическая революция

Экологические последствия неолитической революции

Коэволюция

Тема 1-06-04. Глобальный экологический кризис (экологические функции литосферы, экология и здоровье)

Загрязнение окружающей среды:

- ингредиентное
- физическое (или параметрическое)
- деструктивное

Индикаторы глобального экологического кризиса:

- антропогенное изменение химического состава атмосферы
- деградация лесных, земельных, водных ресурсов
- снижение биоразнообразия

Понятие ноосферы как этапа развития биосферы при разумном регулировании отношений человека и природы

Устойчивое развитие как компромисс между стремлением человечества удовлетворять свои потребности и необходимостью сохранения биосферы для будущих поколений

для специальностей с числом часов по ГОС

130 и более (уровень 2)

1. Эволюция научного метода и естественнонаучной картины мира

Тема 2-01-01. Научный метод познания

Методология

Свойства научного знания:

- объективность
- достоверность
- точность
- системность

Эмпирическое и теоретическое познание

Методы научного познания:

- наблюдение
- измерение
- индукция
- анализ
- синтез
- абстрагирование
- дедукция
- моделирование
- эксперимент

Гипотеза

Требования к научным гипотезам:

- соответствие эмпирическим фактам

- проверяемость (принципы верификации и фальсификации)
- Научная теория
- Область применимости теории
- Принцип соответствия

Тема 2-01-02. Естественнонаучная и гуманитарная культуры

Естествознание как комплекс наук о природе (естественных наук)

Дифференциация наук

Интеграция наук

Гуманитарные науки

Гуманитарно-художественная культура, её основные отличия от научно-технической:

- субъективность знания
- нестрогий образный язык
- выделение индивидуальных свойств изучаемых предметов
- сложность (или невозможность) верификации и фальсификации

Математика как язык естествознания

Биоэтика, её основные проблемы: геновая инженерия, клонирование, эвтаназия

Псевдонаука как имитация научной деятельности

Отличительные признаки псевдонауки:

- фрагментарность (несистемность)
- некритический подход к исходным данным
- невосприимчивость к критике
- отсутствие общих законов
- неверифицируемость и/или нефальсифицируемость псевдонаучных данных

Тема 2-01-03. Развитие научных исследовательских программ и картин мира (история естествознания, тенденции развития)

Научная (исследовательская) программа

Научная картина мира

Древняя Греция: появление программы рационального объяснения мира

Принцип причинности в первоначальной форме (каждое событие имеет естественную причину) и его позднейшее уточнение (причина должна предшествовать следствию)

Атомистическая исследовательская программа Левкиппа и Демокрита: всё состоит из дискретных атомов; всё сводится к перемещению атомов в пустоте

Континуальная исследовательская программа Аристотеля: всё формируется из непрерывной бесконечно делимой материи, не оставляющей места пустоте

Взаимодополнительность атомистической и континуальной исследовательских программ

Научная (или натурфилософская) картина мира как образно-философское обобщение достижений естественных наук

Фундаментальные вопросы, на которые отвечает научная (или натурфилософская) картина мира:

- о материи
- о движении
- о взаимодействии
- о пространстве и времени
- о причинности, закономерности и случайности
- о космологии (общем устройстве и происхождении мира)

Натурфилософская картина мира Аристотеля

Научные картины мира: механическая, электромагнитная, неклассическая (1-я половина XX в.), современная эволюционная

Тема 2-01-04. Развитие представлений о материи

Фалес: проблема поиска первоначала

Абстракция материи

Механическая картина мира: единственная форма материи – вещество, состоящее из дискретных корпускул

Материальная точка — основная абстракция классической механики

Атомно-молекулярное учение

Учение о составе — первый уровень научного химического знания

Учение о строении — второй уровень научного химического знания

Электромагнитная картина мира: две формы материи — вещество и непрерывное электромагнитное поле

Волна как распространяющееся возмущение физического поля

Длина волны

Спектр электромагнитных волн

Эффект Доплера: зависимость измеряемой длины волны от взаимного движения наблюдателя и источника волн

Современная научная картина мира: формы материи — вещество, физическое поле, физический вакуум

Тема 2-01-05. Развитие представлений о движении

Гераклит: идея безостановочной изменчивости вещей

Учение Аристотеля о движении как атрибуте материи и разнообразии форм движения

Механическая картина мира: единственная форма движения — механическое перемещение

Описание механического движения материальной точки: координаты, скорость, траектория

Система отсчёта, её основные элементы: тело отсчета, система координат («линейка»), часы

Первый закон Ньютона (закон инерции): сохранение скорости тела в отсутствие воздействий на него

Второй закон Ньютона: воздействие на тело вызывает изменение его скорости (ускорение)

Электромагнитная картина мира: движение — не только перемещение зарядов, но и изменение поля (распространение волн)

Волновые процессы: интерференция и дифракция

Понятие состояния системы как совокупности данных, позволяющих предсказать её дальнейшее поведение

Движение как изменение состояния

Химическая форма движения: химический процесс

Учение о закономерностях химических процессов — третий уровень научного химического знания

Биологическая форма движения: процессы жизнедеятельности, эволюция живой природы

Эволюционная химия — четвёртый уровень научного химического знания

Современная научная картина мира: эволюция как универсальная форма движения материи

Многообразие форм движения, их качественные различия и несводимость друг к другу

Тема 2-01-06. Развитие представлений о взаимодействии

Представления Аристотеля о взаимодействии: одностороннее воздействие движущего на движимое; первоначальная форма концепции близкогодействия (передача воздействия только через посредников, при непосредственном контакте)

Механическая картина мира:

- возникновение концепции **взаимодействия** (третий закон Ньютона)
- открытие фундаментального взаимодействия (закон **всемирного** тяготения)
- принятие концепции дальнегодействия (мгновенной передачи взаимодействия через пустоту на любые расстояния)

Электромагнитная картина мира:

- открытие второго фундаментального взаимодействия (электромагнитное)
- возврат к концепции близкогодействия (взаимодействие передаётся только через материального посредника — физическое поле — с конечной скоростью)
- полевой механизм передачи взаимодействий (заряд создаёт соответствующее поле, которое действует на соответствующие заряды)

Современная научная картина мира:

- четыре фундаментальных взаимодействия (гравитационное, электромагнитное, сильное и слабое)
- квантово-полевой механизм передачи взаимодействий (заряд испускает виртуальные частицы-переносчики соответствующего взаимодействия, поглощаемые другими аналогичными зарядами)
- частицы-переносчики фундаментальных взаимодействий (фотоны, гравитоны, глюоны, промежуточные векторные бозоны)
- характеристики фундаментальных взаимодействий определяются свойствами частиц-переносчиков: масштабы, в которых эффективно фундаментальное взаимодействие, определяются массой его частиц-переносчиков и способностью его зарядов взаимно компенсироваться

Фундаментальные взаимодействия, преобладающие между объектами:

- микромира (сильное, слабое и электромагнитное)
- макромира (электромагнитное)
- мегамира (гравитационное)

Примеры объектов, стабильность которых обеспечивается конкретным видом взаимодействия:

- атом, молекула, вещество - электромагнитное
- планетные системы, галактики - гравитационное
- ядра атомов - сильное

2. Пространство, время, симметрия

Тема 2-02-01. Принципы симметрии, законы сохранения

Понятие симметрии в естествознании: инвариантность относительно тех или иных преобразований

Нарушенные (неполные симметрии)

Эволюция как цепочка нарушений симметрии

Простейшие симметрии:

- однородность (одинаковые свойства во всех точках)
- изотропность (одинаковые свойства во всех направлениях)

Симметрии пространства и времени:

- однородность пространства
- однородность времени

- изотропность пространства
- Анизотропность времени
- Теорема Нётер как общее утверждение о взаимосвязи симметрий с законами сохранения
- Закон сохранения энергии как следствие однородности времени
- Закон сохранения импульса (количества поступательного движения) как следствие однородности пространства
- Закон сохранения момента импульса (количества вращательного движения) как следствие изотропности пространства
- Связь второго закона термодинамики (закона несохранения энтропии) с анизотропностью времени

Тема 2-02-02. Эволюция представлений о пространстве и времени

- Понимание пространства и времени как инвариантных самостоятельных сущностей (пустота у древнегреческих атомистов; Абсолютные пространство и время Ньютона)
- Понимание пространства и времени как системы отношений между материальными телами (пространство как категория места, время как мера движения у Аристотеля; изменение пространственных и временных промежутков при смене системы отсчёта у Эйнштейна)
- Классический закон сложения скоростей как следствие ньютоновских представлений об Абсолютном пространстве и Абсолютном времени
- Концепция мирового эфира
- Нарушение классического закона сложения скоростей в опыте Майкельсона-Морли
- Современная научная картина мира:
- отказ от идеи Абсолютных пространства и времени, мирового эфира и других выделенных систем отсчета
 - признание тесной взаимосвязи между пространством, временем, материей и её движением

Тема 2-02-03. Специальная теория относительности

- Принцип относительности Галилея
- Принцип относительности (первый постулат Эйнштейна): законы природы инвариантны относительно смены системы отсчёта
- Инвариантность скорости света (второй постулат Эйнштейна)
- Постулаты Эйнштейна как проявление симметрий пространства и времени
- Основные релятивистские эффекты (следствия из постулатов Эйнштейна):
- относительность одновременности
 - относительность расстояний (релятивистское сокращение длин)
 - относительность промежутков времени (релятивистское замедление времени)
 - инвариантность пространственно-временного интервала между событиями
 - инвариантность причинно-следственных связей
 - единство пространства-времени
 - эквивалентность массы и энергии
- Соответствие СТО и классической механики: их предсказания совпадают при малых скоростях движения (гораздо меньше скорости света)

Тема 2-02-04. Общая теория относительности

- Общая теория относительности (ОТО): распространение принципа относительности на неинерциальные системы отсчета

Принцип эквивалентности: ускоренное движение неотлично никакими измерениями от покоя в гравитационном поле

Взаимосвязь материи и пространства-времени: материальные тела изменяют геометрию пространства-времени, которая определяет характер движения материальных тел.

Соответствие ОТО и классической механики: их предсказания совпадают в слабых гравитационных полях

Эмпирические доказательства ОТО:

- отклонение световых лучей вблизи Солнца
- замедление времени в гравитационном поле
- смещение перигелиев планетных орбит

3. Структурные уровни и системная организация материи

Тема 2-03-01. Микро-, макро-, мегамиры

Вселенная в разных масштабах: микро-, макро- и мегамир

Критерий подразделения: соизмеримость с человеком (макромир) и несоизмеримость с ним (микро- и мегамир)

Основные структуры микромира: элементарные частицы, атомные ядра, атомы, молекулы

Основные структуры мегамира: планеты, звёзды, галактики

Единицы измерения расстояний в мегамире: астрономическая единица (в Солнечной системе), световой год, парсек (межзвёздные и межгалактические расстояния)

Звезда как небесное тело, в котором естественным образом происходили, происходят или с необходимостью будут происходить реакции термоядерного синтеза

Атрибуты планеты:

- не звезда
- обращается вокруг звезды (например, Солнца)
- достаточно массивно, чтобы под действием собственного тяготения стать шарообразным
- достаточно массивно, чтобы своим тяготением расчистить пространство вблизи своей орбиты от других небесных тел

Галактики — системы из миллиардов звёзд, связанных взаимным тяготением и общим происхождением

Наша Галактика, её основные характеристики:

- гигантская (более 100 млрд. звёзд)
- спиральная
- диаметр около 100 тыс. световых лет

Пространственные масштабы Вселенной: расстояние до наиболее удалённых из наблюдаемых объектов более 10 млрд. световых лет

Вселенная, Метагалактика, разница между этими понятиями

Тема 2-03-02. Системные уровни организации материи

Целостность природы

Системность природы

Существование систем – как результат взаимодействий их компонентов

Аддитивные свойства систем (аддитивность)

Интегративные свойства систем (интегративность)

Совокупности, не являющиеся системами, например, созвездия (участки звёздного неба, содержащие группы звёзд с характерным рисунком) и др.

Иерархичность природных структур как отражение системности природы: структуры данного уровня входят как подсистемы в структуру более высокого уровня, обладающую интегративными свойствами

Взаимосвязь системных уровней материи: физического, химического, биологического, социального

Редукционизм и витализм как примеры несистемного подхода к взаимоотношениям системных уровней организации материи

Иерархические ряды природных систем:

- физических (фундаментальные частицы — составные элементарные частицы — атомные ядра — атомы — молекулы — макроскопические тела)
- химических (атом — молекула — макромолекула — вещество)
- астрономических (звёзды с их планетными системами — галактики — скопления галактик — сверхскопления галактик)

Тема 2-03-03. Структуры микромира

Элементарные частицы

Фундаментальные частицы – по современным представлениям, не имеющие внутренней структуры и конечных размеров (например, кварки, лептоны)

Частицы и античастицы

Принцип Паули

Классификация элементарных частиц:

- по участию в фундаментальных взаимодействиях: лептоны, адроны
 - по времени жизни: стабильные (протон, электрон, нейтрино), нестабильные (свободный нейтрон) и резонансы (нестабильные короткоживущие)
 - по зарядам (электрическому, цветовому, гравитационному – масса)
 - по спину: бозоны (с целочисленным спином — фотон, мезоны) и фермионы (с полуцелым спином — все лептоны, кварки, барионы), подчиняющиеся принципу Паули
- Бозонная природа частиц-переносчиков фундаментальных взаимодействий
- Вещество как совокупность устойчивых фермионных структур (кварки — нуклоны — атомные ядра — атомы с их электронными оболочками)

Размеры и масса ядра в сравнении с атомом

Виртуальные частицы

Физическое поле как совокупность реальных и виртуальных частиц

Физический вакуум как наименьшее по энергии состояние физических полей, в котором отсутствуют реальные частицы

Тема 2-03-04. Процессы в микромире

Взаимопревращения элементарных частиц (распады, рождение новых частиц при столкновениях, аннигиляция)

Возможность любых реакций элементарных частиц, не нарушающих законов сохранения (энергии, заряда и т.д.)

Естественная радиоактивность — явление самопроизвольного распада атомных ядер, его вероятностный характер

Основные виды радиоактивного распада: альфа- и бета-распады, деление

Энергия связи ядра (дефект массы)

Выделение энергии при радиоактивном распаде

Цепная реакция деления ядер (исходные ядра → дочерние ядра + нейтроны → деление других ядер, стимулированное образующимися нейтронами)

Реакции синтеза легких атомных ядер

Выделение энергии в реакциях ядерного синтеза в сравнении с реакциями деления ядер

Термоядерные реакции, необходимые для них условия (чрезвычайно высокие температура и давление)

Естественные термоядерные реакторы – звёзды

Энергия связи нуклонов в ядре в сравнении с энергией связи электронов в атоме

Тема 2-03-05. Химические системы

Атом

Изотопы

Невозможность классического описания поведения электронов в атоме

Дискретность электронных состояний в атоме

Организация электронных состояний атома в электронные оболочки

Переходы электронов между электронными состояниями как основные атомные процессы (возбуждение и ионизация)

Химический элемент

Молекула

Вещества: простые и сложные (соединения)

Понятие о качественном и количественном составе вещества

Катализаторы

Биокатализаторы (ферменты)

Полимеры

Мономеры

Периодический закон Д. И. Менделеева

Периодическая система как графическое отображение периодического закона: периоды (физический смысл номера периода), группы (физический смысл номера группы)

Тема 2-03-06. Реакционная способность веществ

Химический процесс

Тепловые эффекты процессов (экзо-, эндотермические)

Понятие о химической кинетике

Факторы, влияющие на реакционную способность веществ: влияние концентрации - закон действующих масс

Факторы, влияющие на реакционную способность веществ: влияние температуры - правило Вант-Гоффа

Энергия активации (энергетический барьер реакции)

Факторы, влияющие на реакционную способность веществ: катализ

Понятие об автокатализе

Состояние равновесия и условия его смещения: принцип Ле Шателье

Тема 2-03-07. Особенности биологического уровня организации материи

Системность живого

Иерархическая организация живого: клетка – единица живого

Иерархическая организация природных биологических систем:

биополимеры – органеллы – клетки – ткани – органы – организмы – популяции – виды

Иерархическая организация природных экологических систем:

особь – популяция – биоценоз – биогеоценоз – экосистемы более высокого ранга (саванна, тайга, океан) – биосфера)

Биоразнообразие как основа устойчивости живых систем

Химический состав живого: элементы-органогены, макроэлементы, микроэлементы, их основная роль в живом

Химический состав живого: атом углерода – главный элемент живого, его уникальные особенности:

- способность атомов связываться друг с другом с образованием разнообразных структур, являющихся несущей основой органических молекул
- способность связываться с другими атомами близких радиусов (кислородом, азотом, серой) с образованием менее прочных связей (возникновение функциональных групп), которые обуславливают химическую активность органических соединений
- способность к образованию двойных, тройных связей – другая причина химической активности
- функциональные группы (если их не менее двух в молекуле) и кратные связи обуславливают способность к образованию высокомолекулярных соединений
- возможность существования в виде асимметричного (хирального) центра – одна из причин хиральности молекул живого

Химический состав живого: вода, ее роль для живых организмов:

- высокая полярность молекул воды и как следствие – ее химическая активность и высокая растворяющая способность
- высокие теплоемкость, теплота испарения и теплота плавления – основа поддержания температурного гомеостаза живых организмов и регулирования климата планеты
- аномальная плотность в твердом состоянии – причина существования жизни в замерзающих водоемах
- высокое поверхностное натяжение – жизнь на поверхности гидросферы, передвижение растворов по сосудам растений

Химический состав живого: особенности органических биополимеров как высокомолекулярных соединений – высокая молекулярная масса, способность образовывать пространственные и надмолекулярные структуры, разнообразие строения и свойств

Симметрия и асимметрия живого

Хиральность молекул живого

Открытость живых систем

Обмен веществ и энергии

Самовоспроизведение

Гомеостаз как относительное динамическое постоянство состава и свойств внутренней среды живой системы

Каталитический характер химии живого

Специфические свойства ферментативного катализа: чрезвычайно высокие избирательность и скорость ферментативных реакций, главные причины чего – комплементарность фермента и реагента, высокомолекулярная природа фермента

Тема 2-03-08. Принципы воспроизводства живых систем

Полипептиды как предшественники белков

Белки как высокомолекулярные соединения с особым комплексом свойств

Аминокислоты – мономеры белков

Уровни организации белковой молекулы (первичная, вторичная, третичная, четвертичная)

Функции белков: ферментативная, регуляторная, транспортная, защитная, двигательная

Липиды и их функции: энергетическая, структурная (липидные мембраны)

Углеводы и их функции: энергетическая, структурная

Нуклеотиды – мономеры нуклеиновых кислот

Нуклеиновые кислоты (полинуклеотиды) - ДНК, РНК

Азотистые основания: аденин, гуанин, цитозин, тимин, урацил

Комплементарность, комплементарные пары азотистых оснований
 Комплементарность цепей ДНК – основа важнейших функций: хранения и передачи наследственной информации
 Функции нуклеиновых кислот и процессы редупликации, транскрипции, трансляции
 Генетический код
 Кодон (триплет)
 Свойства генетического кода: триплетность, вырожденность, однозначность, универсальность, непрерывность (отсутствие пробелов и знаков препинания между триплетами (кодонами))

4. Порядок и беспорядок в природе

Тема 2-04-01. Динамические и статистические закономерности в природе

Детерминизм (жёсткий) как идея полной предопределённости всех будущих событий
 Критика концепции детерминизма Эпикуром, его учение о неустранимой случайности в движении атомов

Механи(сти)ческий детерминизм как:

- утверждение о единственно возможной траектории движения материальной точки при заданном начальном состоянии;
- лапласова концепция полной выводимости всего будущего (и прошлого) Вселенной из её современного состояния с помощью законов механики

Детерминистское описание мира: **динамическая теория**, которая однозначно связывает между собой значения физических величин, характеризующих состояние системы

Примеры динамических теорий:

- механика,
- электродинамика,
- термодинамика,
- теория относительности,
- эволюционная теория Ламарка,
- теория химического строения

Невозможность **абсолютно** точного задания начального состояния системы вследствие неизбежной погрешности измерений

Невозможность **достаточно** точного задания начального состояния систем с **динамическим хаосом**, для которых любая допущенная в измерениях или расчётах погрешность очень быстро нарастает с течением времени

Примеры систем с динамическим хаосом: погода и климат, турбулентность, фондовые рынки

Отличие хаоса (непредсказуемость возникает вследствие слишком сильной чувствительности поведения системы к начальным условиям) от беспорядка (поведение системы определяется постоянно действующими на неё неконтролируемыми факторами).

Описание систем с хаосом и беспорядком: **статистическая теория**, которая однозначно связывает между собой **вероятности** тех или иных значений физических величин

Основные понятия статистической теории:

- случайность (непредсказуемость)
- вероятность (числовая мера случайности)
- среднее значение величины
- флуктуация (случайное отклонение системы от среднего (наиболее вероятного) состояния)

Примеры статистических теорий:

- молекулярно-кинетическая теория (исторически первая статистическая теория),
- квантовая механика, другие квантовые теории

- эволюционная теория Дарвина,
- молекулярная генетика

Соответствие динамических и статистических теорий: их предсказания совпадают, когда можно пренебречь флуктуациями; в остальных случаях статистические теории дают более глубокое, детальное и точное описание реальности

Тема 2-04-02. Концепции квантовой механики

Корпускулярные свойства света: фотоэффект

Волновые свойства частиц. Дифракция электронов

Корпускулярно-волновой дуализм как всеобщее свойство материи

Мысленный эксперимент «микроскоп Гейзенберга»

Соотношение неопределенностей координата-импульс (скорость)

Соотношение неопределенностей энергия-время

Принцип дополнительности как утверждение о том, что:

- невозможны невозмущающие измерения (измерение одной величины делает невозможным или неточным измерение другой, дополнительной к ней величины)
- полное понимание природы микрообъекта требует учёта как его корпускулярных, так и волновых свойств, хотя они не могут проявляться в одном и том же эксперименте
- (в широком смысле) для полного понимания любого предмета или процесса необходимы несовместимые, но взаимодополняющие точки зрения на него

Описание состояния в квантовой механике: волновая функция

Статистический характер квантового описания природы

Соответствие квантовой и классической механики: их предсказания совпадают для макроскопических объектов, для которых несущественны соотношения неопределённости и корпускулярно-волновой дуализм

Тема 2-04-03. Принцип возрастания энтропии

Формы энергии: тепловая, химическая, механическая, электрическая

Первый закон термодинамики — закон сохранения энергии при ее превращениях

Первый закон термодинамики как утверждение о невозможности вечного двигателя первого рода

Изолированные и открытые системы

Термодинамическое равновесие как состояние, к которому самопроизвольно стремится любая изолированная система

Признаки равновесного состояния:

- однородность
- отсутствие потоков вещества, энергии, заряда и т.п.

Второй закон термодинамики как принцип возрастания энтропии в изолированных системах

Энтропия как измеряемая физическая величина (приведенная теплота)

Изменение энтропии тел при теплообмене между ними

Второй закон термодинамики как принцип направленности теплообмена (от горячего к холодному)

Качество (ценность) энергии

Высококачественные формы энергии: механическая, электрическая

Низкокачественная форма энергии: теплота

Понижение качества тепловой энергии с понижением температуры

Энтропия как мера некачественности энергии

Второй закон термодинамики как принцип неизбежного понижения качества энергии

Второй закон термодинамики как утверждение о невозможности вечного двигателя второго рода

Энтропия как мера молекулярного беспорядка

Энтропия как мера информации о системе

Второй закон термодинамики как принцип нарастания беспорядка и разрушения структур

Закономерность эволюции на фоне всеобщего роста энтропии

Энтропия открытой системы: производство энтропии в системе, входящий и выходящий потоки энтропии

Термодинамика жизни: добывание упорядоченности из окружающей среды

Тема 2-04-04. Закономерности самоорганизации. Принципы универсального эволюционизма

Синергетика — теория самоорганизации

Междисциплинарный характер синергетики

Самоорганизация в природных и социальных системах как самопроизвольное возникновение упорядоченных неравновесных структур в силу объективных законов природы и общества

Примеры самоорганизации в простейших системах: лазерное излучение, ячейки Бенара, реакция Белоусова-Жаботинского, спиральные волны

Необходимые условия самоорганизации: неравновесность и нелинейность системы

Признак неравновесности системы: протекание потоков вещества, энергии, заряда и т.д.

Диссипация (рассеяние) энергии в неравновесной системе

Диссипативная структура — неравновесная упорядоченная структура, возникшая в результате самоорганизации

Пороговый характер (внезапность) явлений самоорганизации

Точка бифуркации как момент кризиса, потери устойчивости

Рост флуктуаций по мере приближения к точке бифуркации (теоретическое положение и примеры)

Стабилизация флуктуаций за точкой бифуркации (порядок из хаоса)

Синхронизация частей системы в процессе самоорганизации

Понижение энтропии системы при самоорганизации

Повышение энтропии окружающей среды при самоорганизации

Универсальный эволюционизм как научная программа современности, его принципы:

- всё существует в развитии;
- развитие как чередование медленных количественных и быстрых качественных изменений (бифуркаций);
- законы природы как принципы отбора допустимых состояний из всех мыслимых;
- фундаментальная и неустранимая роль случайности и неопределенности;
- непредсказуемость пути выхода из точки бифуркации (прошлое влияет на будущее, но не определяет его);
- устойчивость и надежность природных систем как результат их постоянного обновления

5. Панорама современного естествознания

Тема 2-05-01.Космология (мегамир)

Космология – наука о Вселенной в целом, ее строении и эволюции

Космологические представления Аристотеля: шарообразная неоднородная Вселенная

Геоцентрическая система мира Птолемея

Гелиоцентрическая система мира Коперника

Ньютоновская космология: безграничная, бесконечная, однородная и неизменная Вселенная

Общая теория относительности как теоретическая основа современной научной космологии

Вселенная Эйнштейна: однородна, изотропна и равномерно заполнена материей, преимущественно в форме вещества

Космологическая модель Фридмана: Вселенная нестационарна

Наблюдаемая однородность Вселенной в очень больших масштабах

Наблюдательное подтверждение нестационарности Вселенной: красное смещение в спектрах галактик, возникающее благодаря эффекту Доплера при их удалении от наблюдателя (разбегание галактик)

Закон Хаббла: скорость разбегания галактик пропорциональна расстоянию до них
Постоянная Хаббла

Возраст Вселенной — понятие (время, прошедшее с момента начала расширения) и современные оценки (12–15 млрд. лет)

Понятие о космологической сингулярности

Три фридмановских модели эволюции Вселенной, критерий выбора между ними: средняя плотность материи во Вселенной

Современная оценка средней плотности материи во Вселенной—с высокой точностью равна критическому значению

Вклад основных видов материи в её среднюю плотность во Вселенной:

- обычное вещество (в основном, звёзды в галактиках) — менее 5%
- «тёмное вещество» (взаимодействует с обычным веществом только гравитационно, распределено в пространстве неоднородно)
- «тёмная энергия» (строго однородна, создаёт всемирное отталкивание) — более 70%

Тема 2-05-02. Геологическая эволюция

Земля как планета, ее отличия от других планет земной группы

Химический состав Земли

Магнитное поле Земли, его структура и роль для жизни на планете

Внутреннее строение Земли (ядро внутреннее и внешнее, мантия, земная кора), методы исследования (сейсморазведка)

Формирование прото-Земли из планетезималей, её гравитационное сжатие, разогрев и начало дифференциации.

Эволюция земной коры: тектоника литосферных плит, её движущие силы

Возраст Земли, методы его оценки (радиометрия земных горных пород и метеоритов)

Возникновение океанов и атмосферы

Атмосфера Земли, ее структура (тропосфера, стратосфера, ионосфера) и химический состав

Циркуляция атмосферы и климат Земли

Гидросфера

Тема 2-05-03. Происхождение жизни (эволюция и развитие живых систем)

Первичная атмосфера Земли

Абиогенный синтез

Предбиологический отбор

Коацерваты

Гетеротрофы

Автотрофы

Анаэробы
 Аэробы
 Прокариоты
 Эукариоты
 Голобиоз
 Генобиоз

Исторические концепции происхождения жизни: креационизм, гипотеза панспермии, биохимическая эволюция, постоянное самозарождение, стационарное состояние

Тема 2-05-04. Эволюция живых систем

Эволюция, ее атрибуты: самопроизвольность, необратимость, направленность

Эволюционная концепция Ламарка

Дарвинизм

Генофонд

Борьба за существование

Синтетическая теория эволюции, её основные положения:

- элементарная эволюционная структура – популяция
- элементарный наследственный материал – генофонд популяции
- элементарное явление эволюции – изменение генофонда популяции
- элементарные эволюционные факторы: мутационный процесс, популяционные волны, изоляция, естественный отбор; их эволюционное значение
- единственный направляющий фактор эволюции – естественный отбор

Микроэволюция

Макроэволюция

Формы отбора: движущий (направленный), стабилизирующий, дизруптивный

Тема 2-05-05. История жизни на Земле и методы исследования эволюции (эволюция и развитие живых систем)

Понятия о геологических эрах и периодах

Связь границ между эрами с геологическими и палеонтологическими изменениями

Некоторые важнейшие ароморфозы: фотосинтез, эукариоты, многоклеточные

Основные таксономические группы растений и животных и последовательность их эволюции:

- рыбы
- земноводные (амфибии)
- пресмыкающиеся (рептилии)
- птицы
- млекопитающие
- голосеменные
- покрытосеменные
- цветковые

Прокариоты

Филогенез

Онтогенез

Адаптация

Ароморфоз

Понятие о флоре, фауне

Методы исследования эволюции: палеонтология (ископаемые переходные формы, палеонтологические ряды, последовательность ископаемых форм)

Методы исследования эволюции: биогеография (сопоставление видового состава с историей территорий, островные формы, реликты)

Методы исследования эволюции: морфологические методы (установление связи между сходством строения и родством сравниваемых форм, рудиментарные органы, атавизмы)

Методы исследования эволюции: эмбриологические методы (зародышевое сходство, принцип рекапитуляции)

Методы исследования эволюции: генетические, экологические, методы биохимии и молекулярной биологии

Тема 2-05-06. Генетика и эволюция

Генетика

Ген

Аллель

Рецессивные и доминантные гены

Гомозиготы, гетерозиготы

Хромосомы

Геном

Генотип

Фенотип

Свойства генетического материала: дискретность, непрерывность, линейность, относительная стабильность

Изменчивость: наследуемая (генотипическая, мутационная)

Изменчивость: ненаследуемая (фенотипическая, модификационная)

Виды мутаций: генные, хромосомные, геномные

Свойства мутаций: случайность, внезапность, ненаправленность, неоднократность и наследуемость

6. Биосфера и человек

Тема 2-06-01 Экосистемы (многообразие живых организмов - основа организации и устойчивости биосферы)

Понятия об экосистеме и биогеоценозе

Элементы экосистем (биотоп, биоценоз)

Биотическая структура экосистем: продуценты, консументы, редуценты как компоненты круговорота, обеспечивающего целостность экосистем

Биоразнообразие как основа устойчивости живых систем

Виды природных экосистем (озеро, лес, пустыня, тундра, ..., океан, биосфера)

Пищевые (трофические) цепи, пирамиды

Энергетические потоки в экосистемах, правило 10%

Экологические факторы: биотические и абиотические факторы, антропогенные факторы

Формы биотических отношений (хищник-жертва, паразитизм, нейтрализм)

Толерантность, пределы толерантности

Среда обитания и экологическая ниша

Тема 2-06-02. Биосфера

Понятие о биосфере

Вещество: живое, косное, биокосное, биогенное

Системные свойства биосферы: постоянство массы живого вещества в ходе геологических периодов

Системные свойства биосферы: постоянство числа видов на протяжении геологических периодов

Геохимические функции живого вещества:

- газовая
- концентрационная
- деструктивная
- средообразующая
- энергетическая

Биогенная миграция атомов химических элементов

Биогеохимические принципы миграции: стремление к максимуму проявления

Биогеохимические принципы миграции: эволюция видов, увеличивающих биогенную миграцию

Тема 2-06-03. Человек в биосфере

Антропогенез

Палеонтология

Приматы

Основные этапы эволюции рода *Homo* и его предшественников (стадиальная концепция): протоантропы (австралопитеки), архантропы, палеоантропы, неоантропы

Виды:

- Человек умелый (*Homo habilis*),
- Человек прямоходящий (*Homo erectus*)
- Человек разумный (*Homo sapiens*)

Характерные особенности человека: трудовая деятельность, использование огня, развитие речи, способность к абстрактному мышлению, наличие фонда культурной информации в человеческих сообществах

Возрастание роли социальных эволюционных факторов (передача накопленных знаний, технологий, традиций) и ослабление биологических (движущего и дизруптивного отборов, изоляции, популяционных волн)

Неолитическая революция

Экологические последствия неолитической революции

Козволюция

Тема 2-06-04 Глобальный экологический кризис (экологические функции литосферы, экология и здоровье)

Загрязнение окружающей среды:

- ингредиентное
- физическое (или параметрическое)
- деструктивное

Индикаторы глобального экологического кризиса:

- антропогенное изменение химического состава атмосферы
- деградация лесных, земельных, водных ресурсов
- снижение биоразнообразия

Понятие ноосферы как этапа развития биосферы при разумном регулировании отношений человека и природы

Устойчивое развитие как компромисс между стремлением человечества удовлетворять свои потребности и необходимостью сохранения биосферы для будущих поколений