

**КАЗАНСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНСТИТУТ ФИЗИКИ**

*Кафедра вычислительной физики и моделирования физических
процессов*

В.М. БЕРДНИКОВА

**КОНЦЕПЦИИ СОВРЕМЕННОГО
ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ**
Конспект лекций



Казань – 2014

Концепции современного естествознания

Институт физики, кафедра вычислительной физики и моделирования физических процессов

Направления подготовки: 050700.62 «Специальное (дефектологическое) образование»: Специальная психология, Логопедия (бакалавриат, 3 курс, очное обучение); 050100.62 «Педагогическое образование»: Физика и информатика (бакалавриат, 3 курс, очное обучение), Хореографическое искусство, Изобразительное искусство и иностранный (английский) язык (бакалавриат, 3 курс, очное обучение), Иностранный (английский) язык и второй иностранный язык, Иностранный (немецкий) язык и второй иностранный (английский) язык, Иностранный (французский) язык (бакалавриат, 3 курс, очное обучение), Литература и иностранный (английский) язык, Русский язык и иностранный (английский) язык (бакалавриат, 2 курс, очное обучение)

Дисциплины: «Концепции современного естествознания»
«Естественнонаучная картина мира»

Количество часов: 72 ч. (в том числе: лекции – 18, практические занятия – 18, самостоятельная работа – 36), форма контроля: зачет.

Аннотация: *Общеобразовательные дисциплины «Концепции современного естествознания» и «Естественнонаучная картина мира» включены в основную образовательную программу самых разных направлений подготовки. Поэтому мною был подготовлен курс, раскрывающий базовую часть содержания данных дисциплин, являющуюся единой для всех направлений подготовки, в которых на изучение этих дисциплин выделяется одинаковое количество часов. Вариативная часть содержания дисциплин, зависящая от направления подготовки, реализуется во время аудиторной работы со студентами и учитывается в самостоятельной работе студентов. В целом курс призван познакомить студента с историей становления и развития естествознания, методами и этикой естественнонаучных исследований и современными достижениями в области естественных наук.*

Темы:

1. Введение в курс КСЕ.
2. Модуль № 1 "Естествознание и научное познание. Пространство, время, симметрия. Системная организация материи."
3. Модуль № 2 "Порядок и беспорядок в природе. Эволюционное естествознание."
4. Модуль № 3 " Панорама современного естествознания. Биосфера и человек."

Ключевые слова: научный метод, история развития естествознания, пространство, время, симметрия, специальная теория относительности, общая теория относительности, квантовая механика, ядро атома, радиоактивность, элементарные частицы, виртуальные частицы, фундаментальные взаимодействия, космология, космогония, химическая кинетика, энтропия, синергетика, законы Менделя, теория эволюции, кодон, абиогенез, автотрофы, биогеоценоз, антропогенез, экосистемы, глобальный экологический кризис.

Автор курса: Бердникова Венера Мингазовна, ассистент кафедры
вычислительной физики и МФП, тел.:(843) 2-33-77-37, email: zvm84@mail.ru

Дата начала эксплуатации: 1 октября 2014 года

Доступность: записанные на курс пользователи

Язык интерфейса: русский

URL: <http://tulpar.kfu.ru/course/view.php?id=1745>

© Казанский Федеральный университет, 2014

© Бердникова В.М., 2014

Оглавление

Введение в курс КСЕ

<i>Модуль № 1 "Естествознание и научное познание. Пространство, время, симметрия. Системная организация материи."</i>	
Лекция № 1 " История развития естествознания".....	5-16
Лекция № 2" Пространство и время. Специальная и общая теории относительности".....	16-25
Лекция № 3 "Мегамир".....	25-36
Лекция № 4 "Микромир".....	36-44
<i>Модуль № 2 "Порядок и беспорядок в природе. Панорама современного естествознания."</i>	
Лекция № 5 "Синергетика".....	44-49
Лекция № 6 "Космогония".....	49-56
Лекция № 7 "Космология".....	56-60
<i>Модуль № 3 "Панорама современного естествознания. Биосфера и человек."</i>	
Лекция № 8 " Происхождение жизни".....	60-66
Лекция № 9 "Антропогенез".....	66-71
Глоссарий по курсу.....	71-78
Список литературы.....	78-79
Перечень вопросов к зачёту.....	79-80

Модуль №1

Лекция №1 История развития естествознания

Аннотация. Данная тема освещает историю зарождения и развития естествознания.

Ключевые слова: натурфилософия, атомизм Демокрита, гелиоцентризм, естественнонаучная картина мира, научная революция, эволюционизм.

Методические рекомендации по изучению темы: Следует внимательно ознакомиться с материалом лекции, после чего необходимо выполнить закрепление материала, отвечая на предлагаемые вопросы для самопроверки. Для каждой темы приведён список литературы, который поможет вам при необходимости более детально изучить данную тему.

Глоссарий по теме лекции №1:

Атомизм - атомное учение, атомистика, учение о прерывистом, дискретном (зернистом) строении материи. Атомизм утверждает, что материя состоит из отдельных чрезвычайно малых частиц атомов; которые до конца 19 в. считались неделимыми.

Большой адронный коллайдер - ускоритель заряженных частиц на встречных пучках, предназначенный для ускорения и разбивания на больших скоростях адронов (тяжёлых частиц) и прочих высокоэнергетических частиц.

Геномика - раздел молекулярной генетики, изучающий структуру и функционирование генома различных организмов с помощью биол., физ.-хим. и компьютерных методов.

Гелиоцентрическая система мира - учение, согласно которому Земля, как и другие планеты, обращается вокруг Солнца и, кроме того, вращается вокруг своей оси.

Геоцентрическая система мира - существовавшее в древности представление, согласно которому Земля неподвижно покоится в центре мира, а все небесные светила движутся вокруг неё.

Классическая механика - вид механики (раздела физики, изучающего законы изменения положений тел в пространстве со временем и причины, его вызывающие), основанный на законах Ньютона и принципе относительности Галилея. Предметом изучения является движение макроскопических материальных тел, совершаемое со скоростями, малыми по сравнению со скоростью света.

Корпускулярно-волновой дуализм - принцип, согласно которому любой физический объект может быть описан как с использованием математического аппарата, основанного на волновых уравнениях, так и с помощью формализма, основанного на представлении об объекте как частице или системе частиц.

Натурфилософия - философия природы, умозрительное истолкование природы, рассматриваемой в её целостности.

Научная революция - радикальное изменение процесса и содержания научного познания, связанное с переходом к новым теоретическим и

методологическим предпосылкам, к новой системе фундаментальных понятий и методов, к новой научной картине мира, а также с качественными преобразованиями материальных средств наблюдения и экспериментирования, с новыми способами оценки и интерпретации эмпирических данных, с новыми идеалами объяснения, обоснованности и организации знания.

Релятивистская механика - раздел физики, рассматривающий законы механики (законы движения тел и частиц) при скоростях, сравнимых со скоростью света. При скоростях значительно меньших скорости света переходит в классическую (ньютоновскую) механику.

Рекомендуемые источники литературы:

1. Нефедьев Ю.А. Естественнонаучная картина мира. Часть 1.: [электронный ресурс] // В.С. Боровских, А.И. Галеев, С.А. Дёмин, О.Ю. Панищев, А.Р. Камалеева, В.М. Бердникова. Казань, 2012. URL: http://www.kpfu.ru/docs/F2109597418/%CA%D1%C5_1.pdf;
2. <http://www.2fj.ru>;
3. <http://www.ihst.ru>;
4. <http://www.e-biblio.ru/xbook/new/xbook334/book/part-003/page.htm>;
5. <http://studentu-vuza.ru>;
6. <http://estestvoznание.slovaronline.com>;
7. <http://poiskknig.ru>;
8. <http://elementy.ru>;
9. <http://dic.academic.ru>;
10. <http://ru.wikipedia.org>.

1. Естествознание эпохи античности

Впервые наука в истории человечества возникла в VI в. до н.э. в Древней Греции. Древнегреческие мыслители были одновременно философами и учеными-естествоиспытателями. Философия считалась "царицей наук", вместительницей всех знаний об окружающем мире, естественные науки – ее составные части. Первой в истории человечества формой естествознания была натурфилософия (от лат. *natura* - природа), или философия природы. В натурфилософии господствовала идея о некоторых исходных первоначалах, лежащих в основе мироздания. К таким первоначалам относили либо 4 "стихии" - воду, землю, воздух, огонь, либо какое-то мифическое первовещество. Таким первовеществом был "апейрон" (в переводе "беспредельное", неопределенное), придуманное натурфилософом Анаксимандром. "Апейрон" представлял собой туманную массу, постоянно вращающуюся, из которой, в конце концов, произошло все многообразие мира.

На смену подобным представлениям приходит атомистическое учение о природе. Выдающимся представителем атомизма был Демокрит. Основные положения его учения:

- вся Вселенная состоит из атомов и незаполненного пространства пустоты, в которой помещаются атомы;

- атомы вечны, поэтому вся Вселенная существует вечно;- атомы – мельчайшие, абсолютно неделимые частицы – "кирпичики мироздания";
- атомы находятся в постоянном движении;
- атомы различаются по форме и по величине;
- все предметы материального мира образуются из атомов различных форм и различного порядка их сочетаний;
- во Вселенной бесчисленное множество миров;
- новые тела и миры возникают от сложения атомов, уничтожаются от разложения на атомы.

Одним из величайших ученых и философов античности был Аристотель – математик, физик, биолог и астроном. Аристотель – автор космологического учения, согласно которому Земля, имеющая форму шара, неподвижно пребывает в центре Вселенной. Шаровидность Земли Аристотель выводит из наблюдений, сделанных во время лунных затмений. Он разделял мир на две области: Земли и Неба. Область Земли имеет в своей основе 4 элемента: землю, воду, огонь и воздух. Область Неба имеет в своей основе пятый элемент – эфир, из которого состоят небесные тела, самые совершенные из них неподвижные звезды.

Геоцентрическая космология Аристотеля была впоследствии математически оформлена и обоснована Клавдием Птолемеем (90-168 гг н.э.). Он занимался географией, математикой, астрономией. Он создал первую математическую теорию, описывающую движение Солнца, Луны и пяти известных тогда планет. Схема мироздания, согласно Птолемею такова : в центре Вселенной – неподвижная Земля, затем Луна, Меркурий, Венера, Солнце, Марс, Юпитер и Сатурн. Объясняя данный порядок планет, Птолемеи исходил и предположения, что чем быстрее движется планета, тем ближе к Земле она расположена.

Древнегреческая натурфилософия прославилась вкладом ее представителей в формирование и развитие математики. Это - прежде всего Пифагор. К числу его достижений относится всем известная "теорема Пифагора", введение понятия иррациональности. Одним из крупнейших математиков был Эвклид, живший в III веке до н.э. в Александрии. В своем объемистом труде " Начала" он привел в систему все математические достижения того времени Созданный Эвклидом метод аксиом, позволил ему построить здание геометрии, носящей по сей день его имя.

Первоклассным ученым математиком и механиком был Архимед (287-218 гг. до н.э.). Он решил ряд задач по вычислению площадей поверхностей и объемов, определил значение числа (отношение длины окружности к диаметру). Архимед ввел понятие центра тяжести и разработал методы его определения для различных тел, дал математический вывод законов рычага. Ему приписывают "крылатое" выражение : " Дайте мне точку опоры, и я сдвину Землю".

Широчайшую известность получил закон Архимеда, касающийся плавучести тел. Он положил начало гидростатики, которая нашла применение при проверке изделий из драгоценных металлов и определении грузоподъемности кораблей. Ему принадлежат многочисленные изобретения : так называемый "архимедов винт" (устройство для подъема воды на более высокий уровень), системы рычагов, блоков, полиспастов, винтов для поднятия больших тяжестей, военные метательные машины, изготовленные для обороны родного города Архимеда – Сиракузы.

Архимед был одним из последних представителей естествознания Древней Греции. К сожалению его научное наследие долго не получало той оценки, которой оно заслуживало. Лишь спустя более полутора тысяч лет, в эпоху Возрождения, труды Архимеда были оценены по достоинству и получили дальнейшее развитие.

2. Естествознание эпохи средневековья

Эпоха средних веков характеризовалась в Европе закатом классической греко-римской культуры и резким усилением влияния церкви на всю духовную жизнь общества. В эту пору философия тесно сближается с теологией (богословием), фактически становится ее "служанкой". Возникает непреодолимое противоречие между наукой, делающей выводы из результатов наблюдения опытов, и схоластическим богословием, для которого истина заключается в религиозных догмах.

Пока европейская христианская наука переживала период упадка (вплоть до XII-XIII вв.) на Востоке, наоборот, наблюдался прогресс науки. В IX веке наряду с трудами Птолемея на арабский язык переведены "Начала" Евклида, сочинения Аристотеля. Т.о. древнегреческая научная мысль получила известность в мусульманском мире, способствуя развитию математике и астрономии. В истории науки широко известны имена арабских ученых Мухаммед аль Баттни (850-929гг)- астроном, составивший новые астрономические таблицы, Ибн-Юнос (950-1009гг.), достигший успехов в тригонометрии и в изучении лунных и солнечных затмений, Ибн-аль Хайсам (965-1020гг), получивший известность своими работами в области оптики, Ибн-Рушд(1126-1198гг), философ и естествоиспытатель, считавший Аристотеля своим учителем .

Средневековой арабской науке принадлежат и наибольшие успехи в области химии.

В XI в. страны Европы пришли в соприкосновение с богатствами арабской цивилизации, переводы арабских текстов стимулировали восприятие знаний Востока европейскими народами. Большую роль в подъеме западной христианской науки сыграли университеты (Пражский, Болонский, Оксфордский и др.), которые стали образовываться, начиная с XII века.

XIII в. характерен для европейской науки началом эксперимента и дальнейшей разработкой статики Архимеда. Группа ученых Парижского университета во главе с Иорданом Неморарием развили античное учение о

равновесии механических устройств. В XIV в. группа ученых Оксфордского университета под руководством Томаса Брадвардина (1290-1349гг.) написали трактат "О пропорциях"(1328г).

На протяжении многовековой, довольно мрачной эпохи Средневековья, интерес к познанию явлений окружающего мира не угасал и процесс поиска истины продолжался. Естествознание- в его нынешнем понимании- еще не сформировалось. Оно находилось в стадии своеобразной " преднауки".

3. Естествознание эпохи возрождения и нового времени

Начиная с XVI в. характер научного прогресса существенно меняется. В развитии науки появляются переломные этапы, кризисы, выход на качественно новый уровень знаний, радикально меняющий прежнее видение мира. Эти переломные этапы в генезисе научных знаний получили название научных революций. Глобальная научная революция приводит к формированию совершенно нового видения мира, вызывает появление принципиально новых представлений о его структуре и функционировании, а также влечет за собой новые способы познания.

Первая научная революция произошла в период конца XV-XVI вв, ознаменовавший переход от Средневековья к Новому Времени и получившей название Возрождение. Эпоха Возрождения характеризовалась возрождением культурных ценностей античности, утверждением идей гуманизма, прогрессом науки и радикальным изменением миропонимания.

В первую очередь нужно назвать имя великого польского астронома Николая Коперника (1473-1543гг), который в своем труде "Об обращениях небесных сфер" утверждал, что Земля не является центром мироздания. На основе большого числа астрономических наблюдений и расчетов Коперник создал новую гелиоцентрическую систему мира.

Одним из активных сторонников учения Коперника был знаменитый итальянский мыслитель Джордано Бруно (1548-1600), который пошел дальше Коперника, отрицая наличие центра Вселенной и отстаивая тезис о ее бесконечности. Бруно говорил о существовании множества тел подобных Солнцу.

Трагическая гибель Бруно произошла на рубеже 2-х эпох : эпохи Возрождения и Нового Времени(XVII, XVIII, XIXвв). В этом периоде особую роль сыграл XVII век, ознаменовавшийся рождением современной науки, у истоков которой стояли такие ученые как Галилей, Кеплер, Ньютон.

В учение Галилео Галилея(1564-1642) были заложены основы нового механического естествознания. Галилей сформулировал принцип инерции, исследовал свободное падение тел, обнаружил весомость воздуха, внес немалый вклад в разработку учения о сопротивлении материалов.

Росту научного авторитета Галилея способствовали его астрономические исследования. Используя построенный им телескоп, Галилей установил, что Солнце вращается вокруг своей оси, а на его поверхности есть пятна. Он открыл 4 спутника у Юпитера, гористую поверхность Луны и то, что Млечный

Путь состоит из множества звезд. Он отстаивал справедливость учения Коперника. Однако ему пришлось предстать перед судом инквизиции, и он вынужден был отречься от учения Коперника.

Однако прервать преемственность научной мысли было уже невозможно. Высокую оценку исследованиям Галилея дал один из крупнейших математиков и астрономов конца XVI – I трети XVII вв. Иоганн Кеплер (1571-1630), который занимался законами небесной механики и составлением звездных таблиц. Он установил 3 закона движения планет относительно Солнца:

- планеты движутся по эллипсу, в одном из фокусов которого находится Солнце;
- скорость движения планет по орбите непостоянна, она тем больше, чем ближе планета к Солнцу;
- квадрат времени обращения планет вокруг Солнца относится как куб среднего расстояния от него.

Кеплер разработал теорию солнечных и лунных затмений, уточнил величину расстояния между Землей и Солнцем, составил астрономические таблицы, по которым можно было определить положение планет в любой момент времени.

В 40-х годах XVII века французский ученый Рене Декарт (1596-1650) создал основы аналитической геометрии, ввел оси координат, сформулировал понятия переменной величины.

Вторая научная революция завершалась творчеством одного из величайших ученых в истории человечества Исаака Ньютона (1643-1727). Ньютон сформулировал три закона движения, которые легли в основу механики как науки; закон всемирного тяготения. Закон всемирного тяготения – это универсальный закон, которому подчинялось все малое и большое, небесное и земное. Этот закон явился основой создания небесной механики – науки, изучающей движение тел Солнечной системы.

В 1687г. вышел в свет главный труд Ньютона "Математические начала натуральной философии", заложившей основы современной теоретической физики. Эту работу высоко оценили не только ученые – современники, но и последующих веков. Программа, которую предложил Ньютон, стала ведущей для ученого мира всех стран, он подчеркивал решающее значение опыта, эксперимента в изучении природы.

Естествознание XVII века характеризовалось не только революционными достижениями в космологии и механики, но и в химической науке. Прежде всего, заслуживает внимание открытие "газового закона" Робертом Бойлем (1627-1691)- английского физика и химика. Этот же закон независимо от него установил французский медик Эд. Мариотт (1620-1684), в историю науки закон вошел под названием закон Бойля-Мариотта.

Р.Бойль одним из первых получил и описал водород, фосфор, сформулировал отличительные признаки кислот. Он изложил основы

корпускулярной теории, ввел понятие химического элемента, положил начало преобразованию химии в самостоятельную науку.

В области биологии следует отметить труды известного шведского ученого – натуралиста Карла Линнея (1707-1778). В своем основном труде "Система природы" он сформулировал классификацию живой природы, разделив ее на классы, отряды, рода, виды и вариации. Линней ввел бинарную систему обозначения растений и животных – одно родовое, второе – видовое, например *Homo sapiens* – человек разумный. Однако Линней считал виды растений и животных абсолютно неизменными.

В I половине XIX века происходила появилось эволюционное учение французского естествоиспытателя Жана Батиста Ламарка (1744-1829). В своей работе "Философия зоологии" (1809) Ламарк видел, в изменяющихся условиях окружающей среды движущую силу эволюции органического мира, согласно ему изменения в окружающей среде ведут к изменению жизнедеятельности животных, в результате появляются изменения в организме, которые передаются по наследству. Однако взгляды Ламарка не получили должного обоснования.

Геологический эволюционизм оказал влияние на дальнейшее совершенствование эволюционного учения в биологии. Это, прежде всего, знаменитая книга Чарлза Роберта Дарвина (1809-1882) "Происхождение видов в результате естественного отбора", в которой объяснены причины биологической революции. Важной в учении Дарвина является теория естественного отбора.

Достижения в области химии. Немецкий химик Фридрих Велер (1800-1882) положил начало синтезу органических соединений из исходных неорганических. Но самым эпохальным событием в химии стало открытие периодического закона химических элементов, которое сделал русский ученый – химик Менделеев Д.И. (1834-1907), который установил зависимость свойств элементов от их атомных весов.

Третья научная революция, наряду с диалектизацией естествознания, явившейся ее сутью, включала и начавшийся в конце XVIII века процесс очищения науки от натурфилософских понятий и представлений.

4. Естествознание XX века

В последние годы XIX столетия и первые десятилетия XX века был сделан целый "каскад" научных открытий.

В 1896 г. франц. физик Антуан Анри Беккерель (1852-1908) открыл явление самопроизвольного излучения урановой соли. В его исследования включились французские физики супруги Пьер Кюри (1859-1906) и Мария Складовская – Кюри (1867-1934). Они открыли новые элементы способные излучать "беккерелевы лучи" - полоний и радий. Это свойство назвали радиоактивностью.

В 1898г. английский физик Джозеф Джон Томсон (1856-1940) открыл первую элементарную частицу – электрон.

Н. Бор совместно с англ. химиком Фредериком Содди (18778-1956) провел серьезное изучение радиоактивности и дали трактовку радиоактивного распада как процесса превращения химических элементов из одних в другие.

В 1905г. мало кому известным тогда мыслителем Альбертом Эйнштейном (1879-1955) была создана специальная теория относительности. Суть которой он выразил в такой фразе: "Раньше полагали, что если бы из Вселенной исчезла вся материя, то и пространство и время сохранились бы, теория относительности утверждает, что вместе с материей исчезли бы также пространство и время". В 1905г. Эйнштейн обосновал природу фотоэффекта.

В 1924г. произошло крупное событие в истории физики франц. ученый Луи де Бройль (1892-1981) выдвинул идею о волновых свойствах микрочастиц, которую подтвердили в 1927 г. амер. Физики Клинтон Дэвиссон (1881-1958) и Лестер Джермер (1896-1971). Они наблюдали дифракцию электронов в эксперименте. Таким образом, был принят корпускулярно-волновой дуализм материи.

Непригодность законов классической механики в микромире установил нем. физик Вернер Гейзенберг (1901-1976).

Новые явления и процессы, имевшие место в развитии естествознания и техники в I половине XX в., получили наименование научно-технической революции (НТР). Развивающаяся быстрыми темпами промышленность требовала новых технологий, в основе которых лежит естественнонаучное знание. Мощным стимулом для развития науки и техники были мировые войны, экономическое и военное противостояние двух военно-политических блоков.

В XX веке наука изменяет не только сферу производства, но и быт. Радио, телевидение, компьютеры становятся обиходными вещами, так же как одежда из синтетических тканей, стиральные порошки лекарства и т.д.

В области физики исследования ведутся в трех направлениях: микрофизика, макрофизика и астрофизика. В 1932г. Дж.Чедвик открыл нейтрон. Очень скоро после этого К. Андерсон открыл другую элементарную частицу – позитрон, а Юкава в 1935г. – промежуточную частицу – мезон.

Дальнейшее изучение действия нейтронов на ядро с 1932 по 1938 г., которыми занимались многие ученые: Кюри, Ферми, Ган, Штрассман, привели к открытию цепных реакций, созданию атомной бомбы и ядерного реактора.

Советский физик И.В. Курчатов с 1933 г. занимался ядерной физикой, в частности разработкой установки управляемого термоядерного синтеза, названного "Токамак" (тороидальная камера с магнитным полем).

В области астрофизики открытие спектроскопии в XIX в. положило начало изучению внутренней структуры небесных тел на основе исследования излучаемого ими света.

В области электроники достигнуты большие практические успехи. Развитие электроники началось в конце XIX- начале XX века. В 1895 г. русский инженер А.С. Попов впервые использовал электромагнитные волны для беспроводной связи. Примерно через год этот опыт повторил итальянский техник Г.Маркони, пославший радиосигналы через Атлантический океан. Это

означало, что в атмосфере должно существовать подобие зеркала, отражающего радиоволны обратно на землю. Так была открыта ионосфера (Э. Эпплатон).

Настоящей революцией в области связи стало создание электронной лампы, которая нашла широкое применение в радиоаппаратуре и ЭВМ первого поколения. Первая ЭВМ была создана в 1945г. в Пенсильванском университете под руководством Дж. Маучли. Ее название ЭНИАК. Она занимала зал длиной 30м.

За 20 последних лет столетия в области создания компьютеров произошел фантастический прогресс. В 1976 г. создан персональный компьютер. Японская фирма "Сансори ЛТД" создала первые образцы биочипов - микросхем, выполняющих функции электронной памяти на основе искусственно выращенных белковых структур. В последние десятилетия ведутся активные исследования по проблеме искусственного интеллекта, но это не только техническая, но и философская и гуманитарная проблема.

Основные задачи неорганической химии: изучение строения соединений; методы синтеза и глубокой очистки веществ; каталитическое ускорение или замедление неорганических реакций. Неорганические соединения применяются как конструкционные материалы для всех отраслей промышленности, как удобрения и кормовые добавки, ядерное и ракетное топливо, лекарства.

Огромное значение приобрела химия полимеров. Это получение каучука (С.В.Лебедев, 1910г.), "найлона"(У.Карозерс ,1936г.), тефлона (Р.Плакет, 1938г.)

В1963г. В. Виньо синтезировал инсулин. Вершиной достижений органической химии в генной инженерии явился первый синтез активного гена (Х.Корана,1976г.).

XX век является продолжением прогресса в области биологии. В1900 г. были открыты законы наследственности (Мендель). В 1909г. введено понятие "ген" как единица наследственного материала (В.Л.Иогансон) Американский ученый Морган сформулировал хромосомную теорию наследственности. В 1953г. была расшифрована молекула ДНК (Ф. Крик, Д. Уотсон). В1981г. процесс выделения генов и получения из них различных цепей был автоматизирован. Генная инженерия в сочетании с микроэлектроникой предвещает возможности управлять живой материей почти так же как неживой.

Одним из самых выдающихся научных открытий XX века стала расшифровка генетического кода. Научные представления о генетическом коде были сформулированы Г.А. Гамовым (1954г.). В 1961-1966 г. генетический код расшифрован в прямом эксперименте. В результате заложены основы новой науки названной "геномикой". Так, например, изучение геномов растений, их метаболизма в будущем позволит получить растения с заранее выбранными свойствами в отношении их питательной ценности.

5. Естествознание XXI века

Выше мы рассмотрели XX век и его открытия, в корне изменившие наш мир, однако даже сейчас человечество в плане развития технологий и

прогресса, видит лишь верхушку айсберга. Это несмотря на то, что в нашем столетии знания человечества удваиваются каждые 5-7 лет!

Приведём список наиболее значимых научных открытий 21 века.

Первую позицию занимает открытие значимость которого для современной физики колоссальна, это открытие учеными «частицы-бога» или, как ее обычно называют – бозон Хиггса. По сути, открытие этой частицы объясняет причину возникновения массы у других элементарных частиц.

Еще в 1964 году Питер Хиггс, в честь которого названа частица, предсказывал ее существование, однако практически доказать это не было возможности.

И только 26 апреля 2011 года, по просторам интернета волной прошла новость о том, что с помощью Большого андронного коллайдера, находящегося рядом с Женевой, ученым, наконец, удалось обнаружить искомую и ставшую чуть ли не легендарной частицу. Однако учеными это не сразу подтвердилось и лишь в июне 2012 года специалисты заявили о своей находке. Впрочем, к окончательному выводу пришли лишь в марте 2013 года, когда ученые ЦЕРН сделали заявление о том, что обнаруженная частица действительно является бозоном Хиггса.

Не смотря на то, что открытие этой частицы стало знаковым для научного мира, практическое ее использование на данном этапе развития остается под вопросом. Сам Питер Хиггс комментируя возможность использования бозона сказал следующее «Существование бозона длится лишь что-то около одной квинтиллионной доли секунды, и мне сложно представить, как столько короткоживущую частицу можно использовать. Частицы, которые живут миллионную долю секунды, сейчас, впрочем, находят применение в медицине». Так, в свое время, известный английский физик-экспериментатор, на вопрос о пользе и практическом применении открытой им магнитной индукции сказал «А какая польза может быть от новорожденного ребенка?» и этим, пожалуй, закрыл данную тему.

Вторую позицию среди самых интересных, перспективных и амбициозных проектов человечества в XXI веке занимает расшифровка генома человека. Проект «Геном человека» не зря имеет славу самого важного проекта в сфере биологических исследований, а работа над ним началась еще в 1990 году, хотя стоит упомянуть о том, что данный вопрос рассматривался и в 80-ых годах XX века.

Цель проекта была ясна – изначально планировалось определение последовательности более трех миллиардов нуклеотидов (нуклеотиды составляют ДНК), а так же определить более 20 тысяч генов в геноме человека. Впрочем, позже, несколько исследовательских групп расширили задачу. Стоит так же отметить, что исследование, завершившееся в 2006 году, израсходовало \$3 млрд.

Этапы проекта можно разбить на несколько частей:

1990-ый год. Конгресс США выделяет средства на изучение генома человека.

1995-ый год. Публикуется первая полная последовательность ДНК живого организма. Рассматривалась бактерия *Haemophilus influenzae*

1998-ой год. Публикуется первая последовательность ДНК многоклеточного организма. Рассматривался плоский червь *Caenorhabditis elegans*.

1999-ый год. На данном этапе расшифровано более двух десятков геномов.

2000-ый год. Было объявлено о «первой сборке генома человека» — первая реконструкция генома человека.

2001-ый год. Первый набросок генома человека.

2003-ий год. Полная расшифровка ДНК, остается расшифровать первую хромосому человека.

2006-ой год. Последний этап работы по расшифровке полного генома человека.

Несмотря на то, что ученые всего мира строили грандиозные планы на момент окончания проекта, ожидания не совсем оправдались. На данный момент научная общественность признала проект провальным по своей сути, однако говорить, что он был абсолютно бесполезен ни в коем случае нельзя. Новые данные позволили ускорить темпы развития, как медицины, так и биотехнологии.

И третью, последнюю позицию в сегодняшнем перечне занимает ...

Собственно, третья позиция останется свободной. Это не говорит о том, что больше никаких важных и интересных открытий не произошло – напротив, открытий и достижений в области науки более чем достаточно, однако определить, какое именно из них достойно стоять на этой позиции мы предоставим вам. Так, например, кто-то может считать, что открытие воды на Марсе является отличным поводом объявить это достижение кандидатом на роль бронзового призера, иные же не согласятся и заявят, что получение нового материала – графена, куда более значимое событие, кто-то назовет достижения в нанотехнологиях или открытия экзопланет. Так или иначе, каждый имеет право на свое мнение, чтобы иметь своё мнение по данному вопросу возможно вам захочется самостоятельно ознакомиться с другими многочисленными достижениями естественных наук нашего времени.

Вопросы для самоконтроля:

1. Назовите характерные черты античного естествознания. Можно ли утверждать, что все естественные науки образовались в это время? Ответ обоснуйте.
2. Опишите в целом характер развития естествознания в средние века. Верно ли то, что в этот период естествознание претерпевало полный упадок? Ответ обоснуйте.
3. Каковы особенности развития естествознания эпохи возрождения и нового времени? Стал ли этот период "эпохой возрождения в естествознании"? Ответ обоснуйте.

4. Коротко охарактеризуйте развитие естествознания в XX веке. Верно ли утверждение о том, что за XX век было сделано больше значимых открытий, чем за какой либо предшествующий период? Ответ обоснуйте.
5. Какие на ваш взгляд самые важные открытия были сделаны в начавшемся XXI веке?
6. Раскройте суть научных революций в естествознании.

Лекция №2 Пространство, время. Специальная и общая теории относительности

Аннотация. Данная тема раскрывает эволюцию представлений о пространстве и времени, а также основные понятия теории относительности.

Ключевые слова: пространство, время, однородность, изотропность, анизотропия, релятивизм, мировой эфир, опыт Майкельсона-Морли, принцип относительности, релятивистские эффекты, инерциальные системы отсчёта, скорость света в вакууме, гравитация, перигелий, инвариантность, принцип эквивалентности.

Методические рекомендации по изучению темы: Следует внимательно ознакомиться с материалом лекции, после чего необходимо выполнить закрепление материала, отвечая на предлагаемые вопросы для самопроверки. Для каждой темы приведён список литературы, который поможет вам при необходимости более детально изучить данную тему.

Глоссарий по теме лекции №2:

Гравитация - (притяжение, всемирное тяготение, тяготение) — универсальное фундаментальное взаимодействие между всеми материальными телами.

Изотропность - одинаковость физических свойств во всех направлениях, инвариантность, симметрия по отношению к выбору направления (в противоположность анизотропии).

Мировой эфир - световой эфир, гипотетическая всепроникающая среда, которой, по научным представлениям прошлых столетий, приписывалась роль переносчика света и вообще электромагнитных взаимодействий.

Общая теория относительности - (ОТО), современная физ. теория пространства, времени и тяготения; окончательно сформулирована А. Эйнштейном в 1915. В основе ОТО лежит экспериментальный факт равенства инертной массы (входящей во второй закон Ньютона) и гравитационной массы (входящей в закон тяготения) для любого тела, приводящий к эквивалентности принципу. Равенство инертной и гравитационной масс проявляется в том, что движение тела в поле тяготения не зависит от его массы. Это позволяет ОТО трактовать тяготение как искривление пространственно-временного континуума. Т. о., ОТО является теорией тяготения, построенной на основе теории относительности.

Однородность - тождественность объекта, множества объектов во всей области определения, например,

1) однородность пространства — тождественность всех его точек, отсутствие выделенных точек в нем;

2) однородность времени — тождественность всех временных точек (мгновений времени) на временной оси.

Следствием однородности пространства является, согласно Нетер теореме, закон сохранения импульса, а однородности времени — закон сохранения энергии.

Перигелий - ближайшая к Солнцу точка орбиты небесного тела, обращающегося вокруг него. Расстояние в перигелии между центрами Земли и Солнца равно 147 млн. км.

Релятивистские эффекты - физ. явления, наблюдаемые при скоростях тел (частиц) v , сравнимых со скоростью света c . К ним относятся: релятивистское сокращение продольных (в направлении движения тела) длин, релятивистские замедление времени, увеличение массы тела с ростом его энергии и т. п., рассматриваемые в частной (специальной) *относительности теории*. Релятивистскими наз. также эффекты общей теории относительности (релятивистской теории тяготения), напр. эффект замедления течения времени в сильном гравитационном поле.

Специальная теория относительности - (СТО) физическая теория пространства и времени, рассматривающая как меняются свойства пространства и времени (релятивистские эффекты) для тела движущегося со скоростью v . Чем ближе v к скорости света c , тем сильнее проявляются предсказания теории.

Рекомендуемые источники литературы:

1. Нефедьев Ю.А. Естественнонаучная картина мира. Часть 1.: [электронный ресурс] // В.С. Боровских, А.И. Галеев, С.А. Дёмин, О.Ю. Панищев, А.Р. Камалеева, В.М. Бердникова. Казань, 2012. URL: http://www.kpfu.ru/docs/F2109597418/%CA%D1%C5_1.pdf;
2. <http://studopedia.net>;
3. <http://biofile.ru>;
4. <http://nplit.ru>;
5. <http://fizmat.by>;
6. <http://mathus.ru/phys/relativity.pdf>;
7. <http://poiskknig.ru>;
8. <http://elementy.ru>;
9. <http://dic.academic.ru>;
10. <http://ru.wikipedia.org>.

Концепции времени и пространства.

Время и пространство – это формы существования и движения материи. Самые первые представления о пространстве и времени относятся к древним векам, тогда были даны их субъективные определения.

Время выражает порядок смены физических состояний материальных тел, поэтому время универсально и объективно вне зависимости от человека.

Субъективно то, что можно измерить с помощью часов. В качестве отсчета может быть принят любой циклический процесс, например, вращение Земли. Постулат времени: одинаковые во всех отношениях явления происходят за одинаковое время. Эталон точности на данный момент составляет 10^{-11} с. В классической механике Ньютон создал понятие истинного (абсолютного) времени, или математическое время - это время, которое течёт равномерно и не зависит от каких-либо физических процессов.

По Эйнштейну время относительно. Согласно его теории относительности: существует релятивистское замедление времени при скоростях, близких к скорости света и гравитационное замедление времени (внутри чёрной дыры время останавливается).

По Ньютону время является обратимым, по современным представлениям время необратимо, относительно и одномерно и однородно.

В пространстве физические тела занимают объем и движутся друг относительно друга. Пространство выражает порядок сосуществования физических тел.

В классической механике пространство, время и материя не связаны друг с другом.

В релятивистской механике пространство и время объединены в пространственно-временной континуум. Специальная теория относительности (1905) показала, что не абсолютного пространства и абсолютного времени, все они относительны какой-либо системы отсчета. Общая теория относительности (1915) показала, что евклидова геометрия непригодна для описания тел с большими массами и размерами. Пространство относительно, трёхмерно, однородно и изотропно.

По современным представлениям время и пространство не могут существовать отдельно друг от друга и материи.

Специальная теория относительности (СТО)

В классической механике при переходе от одной системы к другой время течёт одинаково для обеих систем, и события происходят одновременно. Для макромира это правильно, для мегамира нельзя пренебрегать задержкой времени. Скорость света (константа) является ограничительным фактором. Эйнштейн все свои вычисления основывает на постоянстве скорости света в вакууме $c \approx 3 \cdot 10^8$ м/с. Поэтому время в СТО относительно системы отсчета.

СТО была сформулирована Эйнштейном в 1905 г., математический аппарат теории был создан Лоренцом и Пуанкаре.

Основу СТО составляют два постулата (принципа) Эйнштейна:

1. Принцип относительности (первый постулат Эйнштейна, являющийся обобщением принципа Галилея на все физические процессы): *все физические процессы во всех инерциальных системах отсчета протекают одинаково*. Всякая система отсчета, покоящаяся или

движущаяся равномерно и прямолинейно относительно инерциальной системы отсчета, также является инерциальной (т.е. все инерциальные системы отсчета равноправны). Сформулируем этот принцип и в другом эквивалентном виде: *законы природы инвариантны во всех инерциальных системах отсчета.*

2. Принцип инвариантности (постоянства) скорости света (второй постулат Эйнштейна): *скорость света в вакууме постоянна во всех инерциальных системах отсчета и не зависит от движения источников и приемников света.* Принцип постоянства скорости света был впервые подтвержден в опытах Майкельсона-Морли. Сами авторы этим опытом пытались подтвердить или опровергнуть существование мирового эфира. Мировой эфир представлялся как механическая среда, (невидимая невесомая субстанция) передающая «толчок» действия от одной точки к другой, т.е. передающая волновой процесс распространения света. В экспериментах Майкельсона-Морли сравнивались скорости света при направлении луча света вдоль и поперек орбитального движения Земли. Разницы при этом обнаружено не было, что указывает на постоянство скорости света, независимо от того, в какой инерциальной системе отсчета рассматривается распространение света, а также на отсутствие эфира.

Релятивистские эффекты СТО. Это эффекты связанные с изменением пространства и времени для движущегося тела относительно состояния покоя. Степень проявления этих эффектов зависит от величины скорости, чем она выше, тем заметнее предсказания СТО. Такие эффекты максимально проявляются при скоростях близких к скорости света и потому объясняют невозможность достижения скорости света каким либо телом, имеющим массу. В то же время при скоростях малых весьма незначительны и могут быть сведены к нулю. К основным релятивистским эффектам относятся:

1. *Замедление времени*

В движущейся системе время течёт медленнее по сравнению с неподвижной системой. Если бы тело двигалось со скоростью света, то время для него бы остановилось.

$$\Delta t_0 = t_{02} - t_{01} = \frac{\Delta t}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Δt_0 – промежуток времени покоящегося тела.

Промежуток времени движущегося тела:

$$\Delta t = t_2 - t_1$$

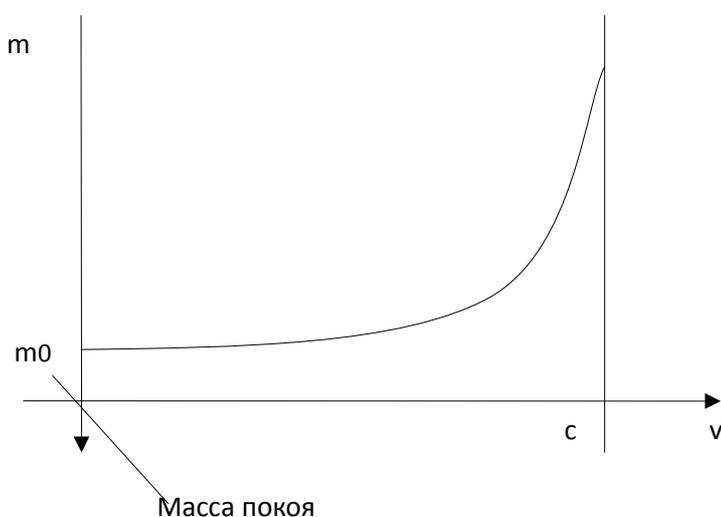
2. *Сокращение длины*

Линейные размеры движущегося тела уменьшаются, по сравнению с его размерами в состоянии покоя. Если бы тело могло бы двигаться со скоростью света, то оно должно было бы иметь нулевой размер, т.е. исчезнуть для наблюдателя.

$$l = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

3. Увеличение инертной массы

Движущееся тело имеет большую инертную массу по сравнению с состоянием покоя.



$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Ни одно материальное тело, имеющее массу покоя, не может двигаться со скоростью света, так как его масса в этом случае должна была бы стать бесконечной.

4. Эквивалентность энергии и массы.

Это физическая концепция теории относительности, согласно которой полная энергия физического объекта (физической системы, тела) равна его (её) массе, умноженной на размерный множитель квадрата скорости света в вакууме:

$E = mc^2$ - энергия движущегося тела, где m - масса движущегося тела, $c = 299\,792\,458$ м/с (скорость света в вакууме).

$E_0 = m_0 c^2$ - энергия покоящегося тела и m_0 - масса покоя.

$\Delta E = \Delta m c^2$ - разница энергий движущегося и покоящегося тела, Δm - разница масс.

Любое тело обладает энергией уже только благодаря факту своего существования, и эта энергия, называемая собственной энергией тела, равна произведению массы тела на квадрат скорости света в вакууме

Собственную энергию тела иначе называют энергией покоя. В нее не входят ни кинетическая энергия тела, ни его потенциальная энергия во внешнем поле.

Из закона взаимосвязи массы и энергии следует, что если покоящемуся телу сообщить некоторую энергию, то его масса изменится. Однако в обычных макроскопических процессах, с которыми мы имеем дело в жизни и технике, изменения массы, обусловленные изменением энергии тел, чрезвычайно малы.

5. *Сохранение причинно-следственной связи между событиями.* В СТО показано, что нельзя передать воздействие (свет, информацию и т.д.) со скоростью, превышающей скорость света, а это делает невозможным нарушение причинно-следственных связей (т.к. именно передача воздействия со сверхсветовой скоростью привела бы к нарушению причинно-следственных связей между событиями). Т.е. последовательность происходящих событий не зависит от того в какой из инерциальных систем они происходят и в какой из них находится наблюдатель, неодновременные события происходят в строгом порядке.

6. *Относительность одновременности двух событий.* Если два разнесённых в пространстве события (например, вспышки света) происходят одновременно в движущейся системе отсчёта, то они будут неодновременны относительно «неподвижной» системы, так как скорость света - предельная скорость.

Общая теория относительности (ОТО)

ОТО впервые была опубликована Эйнштейном в 1915 году.

Все тела отсчета согласно ОТО, инерциальные и неинерциальные, равноценны для описания движения материальных объектов. Инерциальная система – движущаяся равномерно и прямолинейно, неинерциальная – движущаяся с ускорением.

Эйнштейн разработал полевую теорию тяготения, предположив существование гравитационного поля.

В сильном поле тяготения происходит искривление пространственно-временного континуума. Чем больше масса, тем сильнее искривление пространства.

Эйнштейн предположил существование чёрных дыр. *Чёрная дыра* — область в пространстве-времени, гравитационное притяжение которой настолько велико, что покинуть её не могут даже объекты, движущиеся со скоростью света, в том числе кванты самого света.

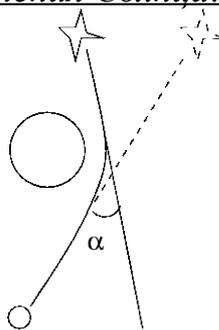
Для каждой массы существует свой определенный радиус, при сжатии до которого сила тяготения стремилась к бесконечности. Такой радиус в теории был назван гравитационным радиусом. Гравитационный радиус тем больше,

чем больше масса тела. Но даже для астрономических масс он очень мал: для массы Земли это всего один сантиметр.

Постулат ОТО. Принцип эквивалентности сил гравитации и инерции - эвристический принцип, использованный Эйнштейном при выводе общей теории относительности. Один из вариантов его изложения: «Силы гравитационного взаимодействия пропорциональны гравитационной массе тела, силы инерции же пропорциональны инертной массе тела. Если инертная и гравитационная массы равны, то невозможно отличить, какая сила действует на данное достаточно малое тело - гравитационная или сила инерции.»

Экспериментальные доказательства Общей теории относительности.

1. Отклонение луча в поле тяготения Солнца:



Самая известная ранняя проверка ОТО стала возможна благодаря полному солнечному затмению 1919 года. Артур Эддингтон показал, что свет от звезды искривлялся вблизи Солнца в точном соответствии с предсказаниями ОТО.

Искривление пути света происходит в любой ускоренной системе отсчёта. Детальный вид наблюдаемой траектории и гравитационные эффекты линзирования зависят, тем не менее, от кривизны пространства-времени. Эйнштейн узнал об этом эффекте в 1911 году, и когда он эвристическим путём вычислил величину кривизны траекторий, она оказалась такой же, какая предсказывалась классической механикой для частиц, движущихся со скоростью света. В 1916 году Эйнштейн обнаружил, что на самом деле в ОТО угловой сдвиг направления распространения света в два раза больше, чем в ньютоновской теории, в отличие от предыдущего рассмотрения. Таким образом, это предсказание стало ещё одним способом проверки ОТО.

С 1919 года данное явление было подтверждено астрономическими наблюдениями звёзд в процессе затмений Солнца, а также с высокой точностью проверено радиоинтерферометрическими наблюдениями квазаров, проходящих вблизи Солнца во время его пути по эклиптике.

Экспериментально получен угол отклонения луча Солнца α с точностью около 0,3% (данные 1984 г.), полностью соответствующий предсказанному теорией относительности значению угла.

2. Изменение частоты электромагнитной волны в поле тяготения:

Один из эффектов ОТО — гравитационное замедление времени, из-за которого любые часы будут идти тем медленнее, чем глубже в гравитационной яме (ближе к гравитирующему телу) они находятся. Данный эффект был

непосредственно подтверждён в эксперименте Хафеле — Китинга, а также в эксперименте Gravity Probe A и постоянно подтверждается в GPS.

Непосредственно связанный с этим эффект — гравитационное красное смещение света. Под этим эффектом понимают уменьшение частоты света относительно локальных часов (соответственно, смещение линий спектра к красному концу спектра относительно локальных масштабов) при распространении света из гравитационной ямы наружу (из области с меньшим гравитационным потенциалом в область с большим потенциалом). Гравитационное красное смещение было обнаружено в спектрах звёзд и Солнца и надёжно подтверждено уже в контролируемых земных условиях в эксперименте Паунда — Ребки.

Гравитационное замедление времени влечёт за собой ещё один эффект, названный эффектом Шапиро (также известный как гравитационная задержка сигнала). Из-за этого эффекта в поле тяготения электромагнитные сигналы идут дольше, чем в отсутствие этого поля. Данное явление было обнаружено при радиолокации планет солнечной системы и космических кораблей, проходящих позади Солнца, а также при наблюдении сигналов от двойных пульсаров.

Точность измерения красного смещения на сегодняшний день доведена до 0,02% от предсказываемой теорией величины (1980 год).

3. Смещение перигелия орбиты Меркурия

ОТО предсказывает, что перигелии всех планетных орбит будут прецессировать, поскольку гравитационный потенциал Ньютона будет иметь малую релятивистскую добавку, приводящую к формированию незамкнутых орбит. Это предсказание было первым подтверждением ОТО, поскольку величина прецессии, выведенная Эйнштейном в 1916 году, полностью совпала с аномальной прецессией перигелия Меркурия. Таким образом была решена известная в то время проблема небесной механики.

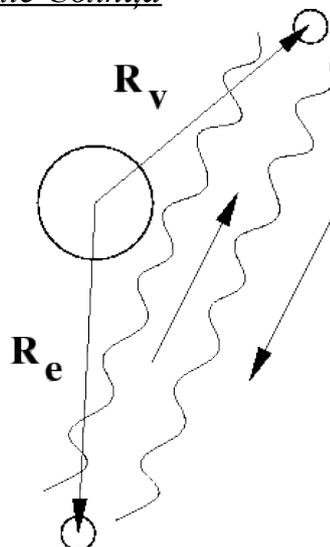
Позже релятивистская прецессия перигелия наблюдалась также у Венеры, Земли, астероида Икар и как более сильный эффект в системах двойных пульсаров. За открытие и исследования первого двойного пульсара PSR B1913+16 в 1974 году Р. Халс и Д. Тейлор получили Нобелевскую премию в 1993 году.

За 100 лет смещение перигелия Меркурия составило $43,11'' \pm 0,45''$, а по теории это смещение равно $43,0''$. Ниже идут теоретические и экспериментальные значения угла смещения перигелия за 100 лет еще для некоторых небесных тел:

Смещение перигелия за 100 лет		
Планета	Эксперимент	Теория
Меркурий	$43,11'' \pm 0,45''$	$43,0''$
Венера	$8,4'' \pm 4,8''$	$8,6''$

Икарус	$9,8'' \pm 8''$	$10,3''$
Земля	$5'' \pm 1,2''$	$3,8''$

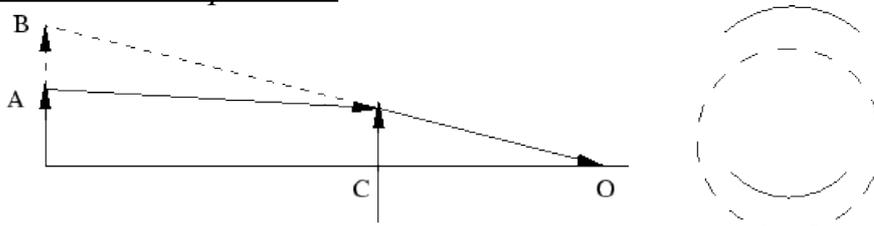
4. Запаздывание сигнала в поле Солнца



Еще один косвенный эксперимент, подтверждающий ОТО - запаздывание сигнала в поле Солнца, эффект Шапиро. Сигнал посылается на Венеру и регистрируется время прихода сигнала обратно. Значение времени прохождения сигнала туда и обратно в поле Солнца (гравитационный объект искажает пространство-время) отличается от значения если бы Солнца не было (свободное пространство - нет искажений). Задержка сигнала экспериментально измерена с точностью до 0,1%, что полностью соответствует теории.

Эксперименты проводились с помощью радиолокации планет Меркурий и Венера во время их прохождения за диском Солнца, а также с помощью ретрансляции радиолокационных сигналов космическими кораблями, в том числе кораблями, движущимися вокруг планеты Марс.

5. Гравитационное линзирование



Так как лучи света искривляются в поле Солнца, то, вероятно, массивные объекты можно использовать как линзы. Наблюдатель находится в точке O , в точке A находится источник света (например, галактика). Если в точке C находится массивный гравитационный объект (туманность, галактика или другое массивное тело), то из-за искривления хода луча, нам будет казаться, что наблюдаемый удаленный объект находится в точке B , то есть мы его как бы увеличиваем. Этот эффект называется гравитационным линзированием. Он

наблюдаем только в том случае, если масса гравитационной линзы порядка 10^{12} масс Солнца и больше. Конечно, гравитационная линза своим поведением сильно отличается от оптической в силу того, что теория гравитации принципиально нелинейна. Если бы удаленный объект находился на линии наблюдатель - линза, то наблюдатель увидел бы кольцо (на рис. справа выделено пунктиром) - кольцо Эйнштейна. Вероятность подобного совпадения мала (мы не имеем возможностей изменять какую-либо из базовых точек), точечный источник будет виден как две дуги (на рис. справа) внутри и снаружи относительно кольца Эйнштейна. Впервые подобный объект был обнаружен в 1979 году. Он выглядел как две туманности с абсолютно одинаковым спектром излучения. Сейчас ведется поиск подобных объектов. Seriously изучается вопрос о наблюдении структуры галактик с помощью этого эффекта. С помощью подобного эффекта (гравитационного микролинзирования - масса гравитационной линзы очень мала) были обнаружены коричневые карлики. Коричневые карлики - это невидимые объекты не очень большой (по звездным меркам) массы. Если какой-либо коричневый карлик встанет на линию наблюдатель - яркий объект, то наблюдается изменение яркости объекта. Коричневый карлик играет роль линзы. По изменению яркости и расстоянию до наблюдаемого объекта можно грубо оценить массу гравитационной линзы. Эти оценки показывают, что наблюдаемые таким образом объекты являются коричневыми карликами. На данный момент не существует других способов описать темный объект, кроме как использовать эффект гравитационной линзы.

Вопросы для самоконтроля:

1. Раскройте основные отличительные черты субстанциональной и релятивистской концепций пространства и времени. Какая из них является более современной и научно верной?
2. Назовите предмет изучения Специальной теории относительности. Раскройте постулаты СТО.
3. Какие релятивистские эффекты предсказывает СТО для движущихся тел? Может ли какое-либо тело, имеющее массу двигаться со скоростью равной или выше скорости света в вакууме? Ответ обоснуйте.
4. Что изучает Общая теория относительности? Раскройте постулат теории об эквивалентности инертной и гравитационной массы.
5. Какие существуют экспериментальные доказательства предсказаний ОТО.

Лекция №3 Мегамир

Аннотация. Данная тема содержит всю необходимую информацию о структуре мегамира.

Ключевые слова: микромир, мегамир, макромир, планета, звезда, солнечная система, галактика, сверхскопление галактик, метagalactика, вселенная, астрономическая единица, парсек, световой год, межзвёздная среда,

квazar, микроквazar, пульсар, сверхновая, млечный путь, комета, пояс Койпера, облако Оорта, астероид, метеороид, метеорит, метеор.

Методические рекомендации по изучению темы: Следует внимательно ознакомиться с материалом лекции, после чего необходимо выполнить закрепление материала, отвечая на предлагаемые вопросы для самопроверки. Для каждой темы приведён список литературы, который поможет вам при необходимости более детально изучить данную тему.

Глоссарий по теме лекции №3:

Бар (перемычка галактики) - перемычка из ярких звёзд, выходящей из центра спиральной галактики и пересекающей галактику посередине. Спиральные ветви в таких галактиках начинаются на концах перемычек, тогда как в обычных спиральных галактиках они выходят непосредственно из ядра. Наша галактика Млечный путь является спиральной галактикой с перемычкой (баром).

Гало (галактическое) - сферическое облако разреженного горячего газа и звезд, окружающее спиральную галактику.

Нуклеосинтез - цепочка ядерных реакций, ведущая к образованию тяжёлых атомных ядер из других, более лёгких ядер.

Плазма - частично или полностью ионизованный газ, в котором плотности положительных и отрицательных зарядов практически одинаковы.

Планетезималь - в теориях происхождения Солнечной системы (и других планетарных систем) - тело, размером от нескольких миллиметров до нескольких километров, которое конденсировалось из облака газа и пыли (солнечной туманности) в стороне от того места, где формировалось Солнце. Как только такие тела достигали размера нескольких километров, их гравитационное притяжение позволяло им соединяться друг с другом, в результате чего образовывались протопланеты. Термин «планетезималь» впервые был использован для обозначения мелких планетных тел, которые считались образованными из вещества, оторванного от Солнца проходящей звездой, в «планетезимальной теории», предложенной Форестом Рэем Мультином и Томасом Чемберленом в начале 1900-х гг.

Тёмная материя - в астрономии и космологии — форма материи, которая не испускает электромагнитного излучения и не взаимодействует с ним. Это свойство данной формы вещества делает невозможным её прямое наблюдение. Однако возможно обнаружить присутствие тёмной материи по создаваемым ею гравитационным эффектам.

Обнаружение природы тёмной материи поможет решить проблему скрытой массы, которая, в частности, проявляется в аномально высокой скорости вращения внешних областей галактик, т.е. наблюдаемая скорость галактики слишком высока для измеряемой по светящемуся веществу массы нашей галактики, что наводит на мысль наличия скрытой массы в виде несветящейся тёмной материи.

Введение термина «тёмная материя» обычно приписывают астроному Фрицу Цвикки, который употребил его в 1933 году в своей работе на немецком

языке, однако, как указывается в обзоре 2014 года, Цвикки заимствовал термин у Яна Оорта, использовавшего его ещё в статье 1932 года.

Рекомендуемые источники литературы:

1. Нефедьев Ю.А. Естественнонаучная картина мира. Часть 1.: [электронный ресурс] // В.С. Боровских, А.И. Галеев, С.А. Дёмин, О.Ю. Панищев, А.Р. Камалеева, В.М. Бердникова. Казань, 2012. URL: http://www.kpfu.ru/docs/F2109597418/%CA%D1%C5_1.pdf;
2. <http://astronet.ru>;
3. <http://astro-nibiru.narod.ru>;
4. <http://www.spacestars.ru>;
5. <http://skywatching.net>;
6. <http://estnauki.ru>;
7. <http://poiskknig.ru>;
8. <http://elementy.ru>;
9. <http://dic.academic.ru>;
10. <http://ru.wikipedia.org>.

Критерии деления на микромир, макромир и мегамир

Материя по своим пространственно-временным масштабам условно делиться на три уровня организации:

Микромир – это молекулы, атомы, элементарные частицы - мир предельно малых, непосредственно не наблюдаемых микрообъектов, пространственная размерность которых исчисляется от 10^{-8} до 10^{-16} см, а время жизни — от бесконечности до 10^{-24} с.

Макромир - объекты, которые по своим размерам гораздо больше объектов микромира (т. е. атомов и молекул). Эти объекты и составляют макромир. Макромир «населяют» только те объекты, которые по своим размерам соизмеримы с размерами человека. К объектам макромира можно отнести и самого человека. Он является самой главной его составляющей.

Мегамир или космос (от греч. *hosmos* – мир) – термин, идущий из древнегреческой философии для обозначения мира как структурно организованного и упорядоченного целого. Сейчас под космосом понимают все находящееся за пределами атмосферы Земли. Иначе космос называют Вселенной (место вселения человека). Вселенную в целом изучает астрономия и ее интенсивно развивающийся раздел – космология.

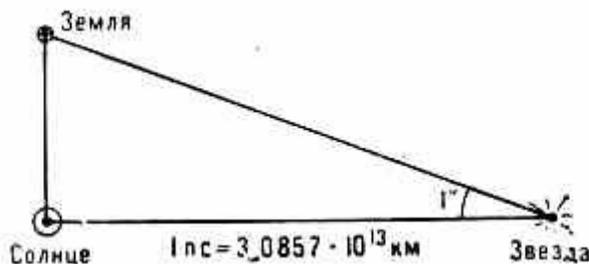
Единицы измерения расстояний в мега мире: астрономическая единица, световой год, парсек

Астрономическая единица довольно часто применяется для указания расстояний внутри нашей родной Солнечной системы. Если расстояние до Луны еще можно выразить в километрах (384 000 км), то до Плутона самый близкий путь составляет примерно 4 250 миллионов км, а это уже для

понимания будет сложно. Для таких расстояний уже пора использовать астрономическую единицу (а.е.), равную среднему расстоянию от земной поверхности до Солнца. Другими словами, 1 а.е. соответствует длине большой полуоси орбиты нашей Земли (150 млн. км.). Теперь, если написать, что кратчайшее расстояние до Плутона равно 28 а.е., а самый долгий путь может составить 50 а.е., это намного легче себе представить.

Световой год. Хотя там присутствует слово «год», не нужно думать, что речь идет о времени. Один световой год составляет $9,4663 \times 10^{13}$ км или 240 а.е. Это путь, который проделывает луч света в течение 1 года.

Парсек. Он равен смещению звезды на фоне прочих небесных тел на $1''$ при смещении наблюдателя на 1 радиус орбиты Земли. От Солнца до ближайшей звезды (это Проксима Центавра в системе Альфа Центавра) 1,3 парсека. Один парсек равен 3,2612 св. лет или $3,08567758 \times 10^{13}$ км. Таким образом, световой год чуть меньше третьей части парсека.



Структуры мегамира: звезды, планетные системы, галактики, межзвёздная среда и т.д.

Звезда - это горячий газовый шар, разогреваемый за счет ядерной энергии и удерживаемый силами тяготения. Основную информацию о звездах дает испускаемый ими свет и электромагнитное излучение в других областях спектра. Главными факторами, определяющими свойства звезды, являются её масса, химический состав и возраст. Звезды должны меняться со временем, так как они излучают энергию в окружающее пространство. Информация о звездной эволюции может быть получена из диаграммы Герцшпрунга-Рассела, представляющей собой зависимость светимости звезды от температуры её поверхности.

Источники энергии звезд: термоядерный синтез и энергия гравитационного сжатия. На протяжении ста лет после формулирования Р. Майэром в 1842 году закона сохранения энергии высказывали много гипотез о природе источников энергии звезд, в частности была предложена гипотеза о выпадении на звезду метеорных тел, радиоактивном распаде элементов, аннигиляции протонов и электронов. Реальное значение имеют только гравитационное сжатие и термоядерный синтез. *Термоядерная реакция* - это реакция синтеза легких ядер в более тяжелые, происходящая только при очень высоких температурах и выделяющая огромное количество энергии.

Планета (греч. - «странник») - это небесное тело, вращающееся по орбите вокруг звезды или её остатков, достаточно массивное, чтобы стать

округлым под действием собственной гравитации, но недостаточно массивное для начала термоядерной реакции, и сумевшее очистить окрестности своей орбиты от планетозималей. Наличие или отсутствие у планет **магнитного поля** связывают с их внутренним строением. На всех планетах земной группы есть собственное магнитное поле. Самыми сильными магнитными полями обладают планеты-гиганты и Земля. Источником дипольного магнитного поля планеты считают её расплавленное токопроводящее ядро.

Планетная система — система звезды и различных незвёздообразных астрономических объектов: планет и их спутников, карликовых планет и их спутников, астероидов, метеороидов, комет и космической пыли, которые вращаются вокруг общего барицентра, то есть центра масс. Совместно одна или несколько звёзд и их планетные системы образуют звёздную систему. Наша собственная планетная система, в которую входит Земля, вместе с Солнцем образует Солнечную систему. **Галактика** — звездная система, в свою очередь образованная звездами различных типов, звездными скоплениями. Помимо звезд состав галактик могут входить газовые, пылевые туманности и др. Разным галактикам соответствуют различные, но вполне определенные элементы. Состав галактик зависит от ее возраста и условий развития. Полагают, что среднее расстояние между галактиками 2 млн. световых лет, а типичная скорость движения галактик — около 1000 км/с. Галактик — миллиарды, и в каждой из них насчитываются миллиарды звезд. Предположения о множественности галактик высказывались еще в середине VIII в., но доказательства их существования появились только в первой четверти XX в. Галактики образуют метагалактику (Вселенную), возраст которой оценивается в 13–15 млрд. лет. Некоторые галактики излучают радиоволны с потрясающей мощностью. Предполагают, что в них существует магнитное поле, тормозящее движение находящихся там элементарных частиц, а это вызывает радиоизлучение.

Межзвёздная среда (МЗС) — вещество и поля, заполняющие межзвёздное пространство внутри галактик. Состав: межзвёздный газ, пыль (1 % от массы газа), межзвёздные магнитные поля, космические лучи, а также тёмная материя. Химический состав межзвёздной среды — продукт первичного нуклеосинтеза и ядерного синтеза в звёздах. На протяжении своей жизни звёзды испускают звёздный ветер, который возвращает в среду элементы из атмосферы звезды. А в конце жизни звезды с неё сбрасывается оболочка, обогащая межзвёздную среду продуктами ядерного синтеза.

Пространственное распределение межзвёздной среды нетривиально. Помимо общегалактических структур, таких как перемилька (бар) и спиральные рукава галактик, есть и отдельные холодные и тёплые облака, окружённые более горячим газом. Основная особенность МЗС — её крайне низкая плотность — 1000 атомов в кубическом сантиметре.

Метагалактика - это часть наблюдаемой Вселенной, доступная для изучения современными астрономическими методами.

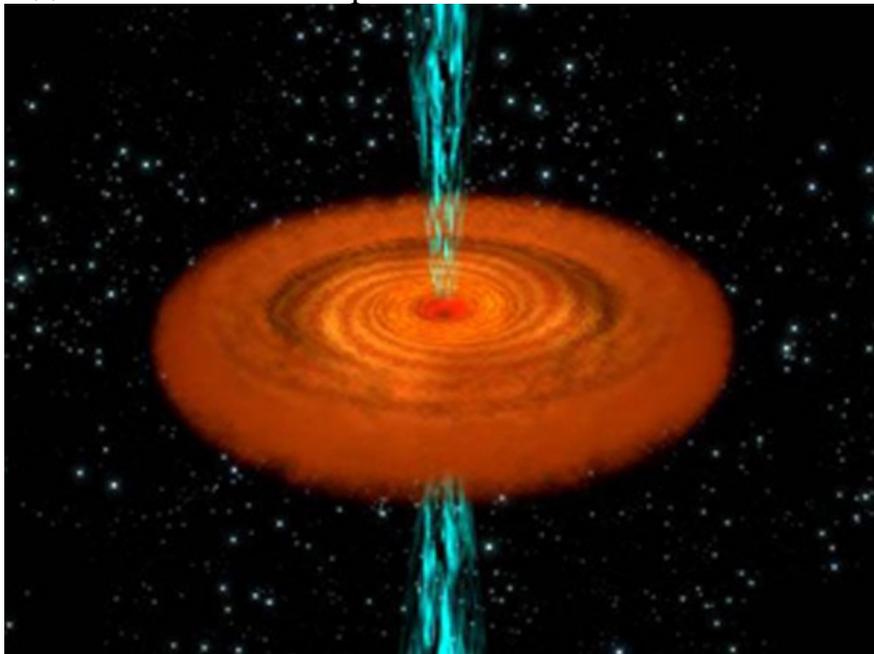
Скопления галактик — гравитационно-связанные системы галактик, одни из самых больших структур во вселенной. Размеры скоплений галактик могут достигать 10^8 световых лет.

Скопления условно разделяются на два вида:

- регулярные — скопления правильной сферической формы, в которых преобладают эллиптические и линзовидные галактики, с чётко выраженной центральной частью. В центрах таких скоплений расположены гигантские эллиптические галактики. Пример регулярного скопления — скопление Волос Вероники.
- иррегулярные — скопления без определённой формы, по количеству галактик уступающие регулярным. В скоплениях этого вида преобладают спиральные галактики. Пример — скопление Девы.

Сверхскопление галактик — многочисленные группы галактик и скоплений галактик в составе крупномасштабной структуры Вселенной.

Большинство галактик в нашей Вселенной объединены в группы и скопления, содержащие от десятков до нескольких тысяч галактик. Эти скопления и дополнительные изолированные галактики в свою очередь образуют ещё большие структуры, называемые сверхскоплениями, включающими от двух до двадцати галактических скоплений, которые расположены либо в галактических нитях, либо в узлах пересечения нитей. Размеры сверхскоплений достигают сотен миллионов световых лет. Сверхскопления настолько большие, что не являются гравитационно-связанными и, поэтому, принимают участие в расширении Хаббла. В пределах 1 млрд. св. лет находится около 100 сверхскоплений.



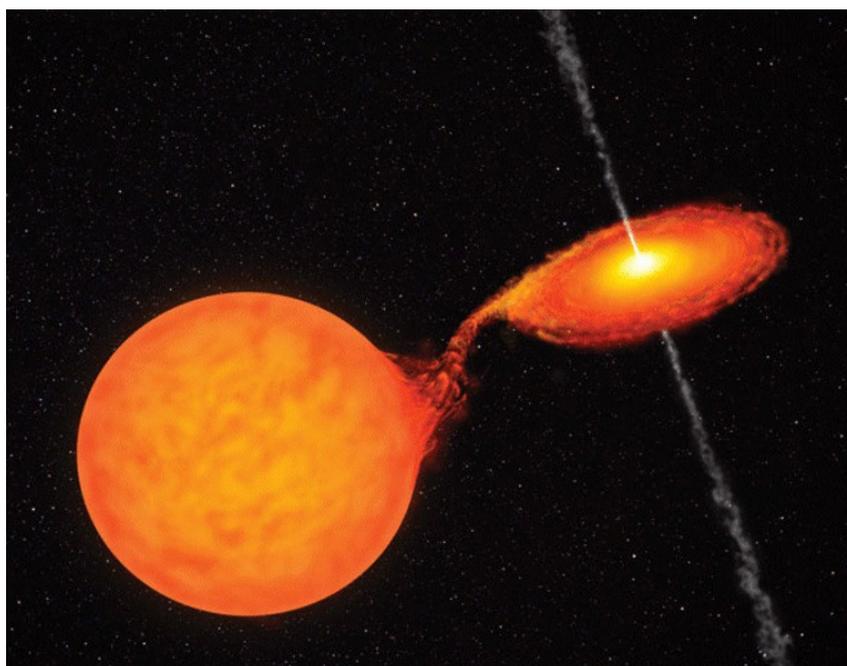
Квазар - мощное и далёкое активное ядро галактики. Квазары являются, по всей видимости, самыми яркими и самыми загадочными из всех объектов, наблюдаемых во Вселенной. *Состав.* Кроме оптического, инфракрасного,

ультрафиолетового и рентгеновского излучения они рожают потоки быстрых элементарных частиц - космических лучей, которые, распространяясь в магнитных полях, создают радиоизлучение квазара. Потоки космических лучей обычно покидают квазар в виде двух противоположно направленных струй (джетов), создавая два "радиооблака" по разные стороны от квазара. Модель квазара, позволяющая объяснить его наблюдаемые свойства, такова: вокруг массивного компактного объекта (вероятно, черной дыры) вращается газовый диск. Его центральная горячая часть является источником электромагнитного излучения и быстрых космических частиц, которые могут вылетать только вдоль оси диска и поэтому формируют два противоположно направленных потока. В состав квазаров входят вся периодическая система таблицы элементов Менделеева.

Микроквазары (рентгеновские двойные звезды) — это двойные звездные системы, в которых остаток первой звезды, сжатый в темный компактный объект (такой как нейтронная звезда или черная дыра), гравитационно связан со второй обычной звездой (звезда компаньон, донор), которая движется по тесной орбите вокруг первого компонента.

В микроквазарах происходит *аккреция материи* (падение вещества) на нейтронную звезду или черную дыру, сопровождающаяся спорадическими выбросами с околосветовой скоростью струй материи — т. н. джетов, что даёт наблюдаемую картину, близкую к наблюдаемой в случае квазаров.

Впервые название «микроквазар» было применено по отношению к рентгеновскому источнику Скорпион X-1, имеющему струйные радиовыбросы, морфологически весьма сходные с релятивистскими выбросами радиоярких квазаров. Одним из характерных примеров микроквазаров является объект SS 433. Микроквазары являются переменными источниками как в радио-, так и в рентгеновском диапазонах.



Чёрная дыра - область в пространстве-времени, гравитационное притяжение которой настолько велико, что покинуть её не могут даже объекты, движущиеся со скоростью света, в том числе кванты самого света.

Млечный Путь - наша галактика

Млечный Путь (или Галактика, с заглавной буквы) — галактика, в которой находятся Земля, Солнечная система и все отдельные звёзды, видимые невооружённым глазом. Относится к спиральным галактикам с перемычкой.

Млечный Путь вместе с Галактикой Андромеды (М31), Галактикой Треугольника (М33), и более 40 их маленькими галактиками-спутниками образуют Местную Группу галактик, которая входит в Местное Сверхскопление (Сверхскопление Девы).

Диаметр Галактики составляет около 30 тысяч парсек (порядка 100 000 световых лет, 1 квинтиллион километров) при оценочной средней толщине порядка 1000 световых лет. Галактика содержит порядка 300 миллиардов звёзд (современная оценка колеблется в диапазоне предположений от 200 до 400 миллиардов). Основная масса звёзд расположена в форме плоского диска. По состоянию на январь 2009, масса Галактики оценивается в $3 \cdot 10^{12}$ масс Солнца, или $6 \cdot 10^{42}$ кг. Новая минимальная оценка определяет массу галактики всего в $5 \cdot 10^{11}$ масс Солнца. Большая часть массы Галактики содержится не в звёздах и межзвёздном газе, а в несветящемся гало из тёмной материи.

Состав Солнечной системы: планеты, спутники планет, астероиды, кометы, метеороиды, магнитные поля, пылевая материя, солнечный ветер и космические лучи

Солнечная система - планетная система, включающая в себя центральную звезду Солнце и все естественные космические объекты, обращающиеся вокруг Солнца. Она сформировалась путём гравитационного сжатия газопылевого облака примерно 4,57 млрд. лет назад. Содержит 8 классических планет. *Планеты земной группы: Меркурий, Венера, Земля и Марс.* Все планеты земной группы имеют следующее строение:

- в центре ядро из железа с примесью никеля.
- мантия, состоит из силикатов.

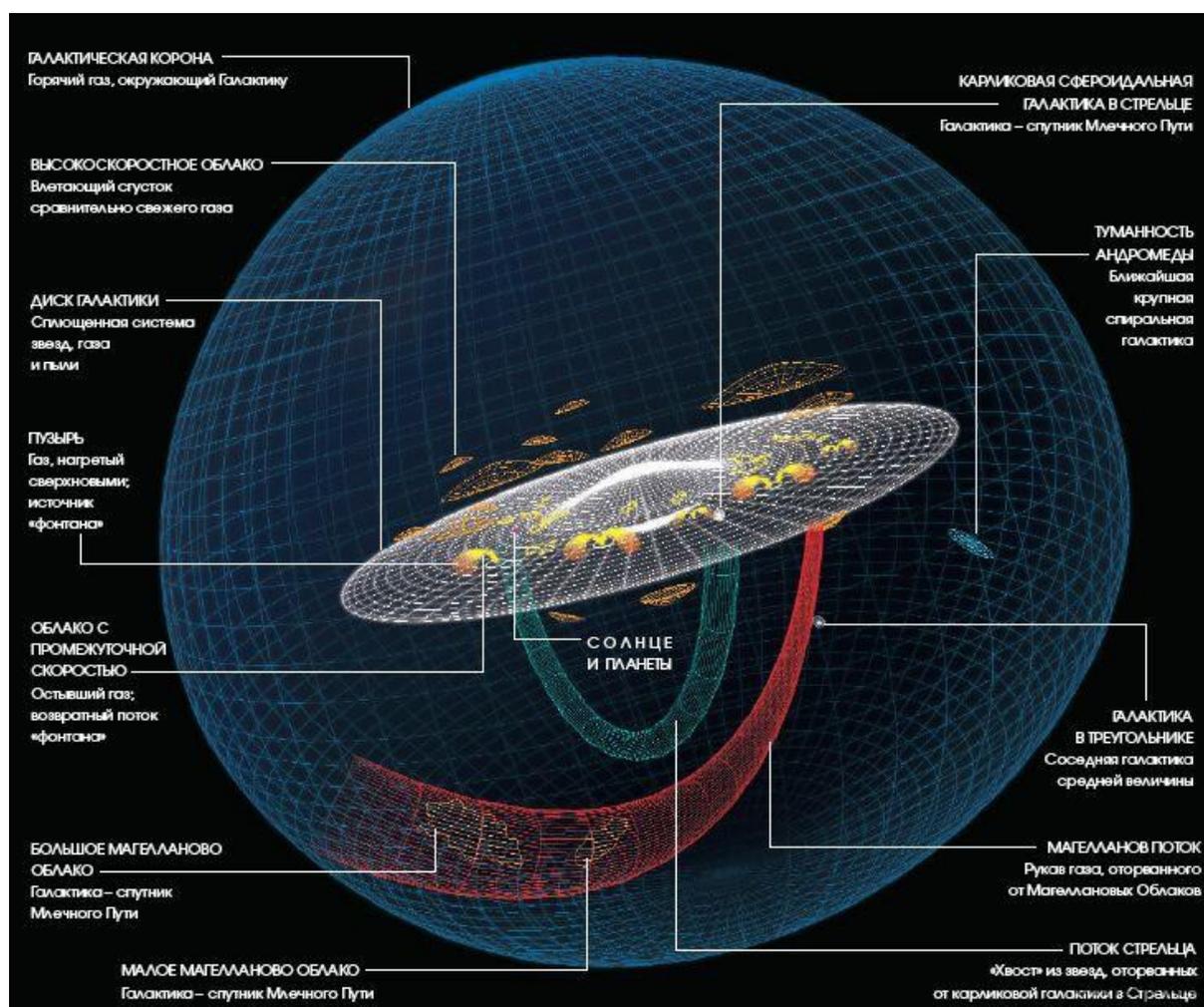
кора, образовавшаяся в результате частичного плавления мантии и состоящая также из силикатных пород, но обогащённая несовместимыми элементами. Из планет земной группы коры нет у Меркурия, что объясняют её разрушением в результате метеоритной бомбардировки.

Планеты газовые гиганты: Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун.

Все вместе они содержат 99 % массы вещества, обращающегося на орбитах вокруг Солнца. Юпитер и Сатурн преимущественно состоят из водорода и гелия; Уран и Нептун обладают большим содержанием льда в их составе. Некоторые астрономы из-за этого классифицируют их в собственной категории — «ледяные гиганты». У всех четырёх газовых гигантов имеются кольца, хотя только кольцевая система Сатурна легко наблюдается с Земли.

Спиральное движение Солнечной системы в Галактике. Все звезды галактического диска быстро движутся, обращаясь вокруг центра Галактики. Полный оборот Солнце делает примерно за 200 млн. лет. В результате чего солнечная система в галактике совершает движение по спирали.

Спутники планет - это тела Солнечной системы, обращающиеся вокруг **планет** под действием их притяжения. У Меркурия и Венеры нет спутников. У Земли 1 естественный спутник - Луна, у Марса всего два спутника: Деймос и Фобос. Планеты гиганты все имеют большое количество спутников: Юпитер - 67 (Ио, Европа, Ганимед и Калисто самые известные, т.н. галилеевские спутники), Сатурн - 63 (Титан самый известный), Уран - 27 и Нептун - 14 спутников. Спутники имеются также у некоторых карликовых планет: у Плутона их 5, у Хаумеи -2, и у Эриды 1 спутник.



Спутники планет - это тела Солнечной системы, обращающиеся вокруг **планет** под действием их притяжения. У Меркурия и Венеры нет спутников. У Земли 1 естественный спутник - Луна, у Марса всего два спутника: Деймос и Фобос. Планеты гиганты все имеют большое количество спутников: Юпитер - 67 (Ио, Европа, Ганимед и Калисто самые известные, т.н. галилеевские спутники), Сатурн - 63 (Титан самый известный), Уран - 27 и Нептун - 14 спутников.

спутников. Спутники имеются также у некоторых карликовых планет: у Плутона их 5, у Хаумеи -2, и у Эриды 1 спутник.

Астероиды или карликовые планеты - это твердые каменные тела, которые подобно планетам движутся по окоლოსолнечным эллиптическим орбитам. В солнечной системе существуют два астероидных пояса: главный пояс астероидов между Марсом и Юпитером и пояс Койпера за Нептуном.

Комета - это ледяное небесное тело с примесями газов и пыли, движущееся по орбите в Солнечной системе. Комета при приближении к Солнцу начинает плавиться из-за трения, вследствие чего высвобождающиеся с поверхности газы начинают гореть и образуют горящий газовый хвост.

Главный пояс астероидов - область Солнечной системы, расположенная между орбитами Марса и Юпитера, являющаяся местом скопления множества объектов всевозможных размеров. Самые крупные объекты этого пояса - это Церерра, Веста и Паллада.

Облако Оорта - гипотетическая сферическая область Солнечной системы, находящаяся на расстоянии в тысячи раз дальше орбиты Нептуна. Служит источником долгопериодических комет.

Пояс Койпера - область Солнечной системы от орбиты Нептуна (30 а. е. от Солнца) до расстояния около 55 а. е. от Солнца.



Метеороид - небесное тело, промежуточное по размеру между межпланетной пылью и астероидом. Метеороид, влетевший с огромной скоростью (11-72 км/с) в атмосферу Земли, из-за трения сильно нагревается и сгорает, превращаясь в светящийся метеор (который можно увидеть как «падающую звезду») или же болид. Видимый след метеороида, вошедшего в атмосферу Земли, называется **метеором**, а метеороид, упавший на поверхность Земли — **метеоритом**. Размер метеороида не имеет точного определения, он или немного меньше астероида или немного больше пылинки. Британское королевское астрономическое общество выдвинуло другую формулировку, согласно которой метеороид — это тело диаметром от 100 мкм до 10 м. Другие источники ограничивают размер метеороида в 30 м.

Космическая пыль - образуется в космосе частицами размером от нескольких молекул до 10 мкм. 40 000 тонн космической пыли каждый год оседает на планете Земля.

В статье «Метеорит и метеороид: новые полные определения» в журнале «Meteoritics & Planetary Science» в январе 2010 года авторы предлагают научному сообществу следующее обоснованное определение:

Космическая пыль (Interplanetary dust particle (IDP)): частицы размером меньше 10 мкм, движущиеся в межпланетном пространстве. Если такие частицы впоследствии срастаются с большими по размеру телами природного или искусственного происхождения, они продолжают называться «космическая пыль».

Солнечный ветер - поток ионизированных частиц (в основном гелиево-водородной плазмы), истекающий из *солнечной короны* со скоростью 300—1200 км/с в окружающее космическое пространство.

Космические лучи - элементарные частицы и ядра атомов, движущиеся с высокими энергиями в космическом пространстве.

Созвездия - в современной астрономии участки, на которые разделена небесная сфера для удобства ориентирования на звёздном небе. В древности созвездиями назывались характерные фигуры, образуемые яркими звёздами. В современной астрономии вся небесная сфера разделена на 88 созвездий.

Планетарная туманность - астрономический объект, состоящий из ионизированной газовой оболочки и центральной звезды, белого карлика. Планетарные туманности образуются при сбросе внешних слоёв (оболочек) красных гигантов и сверхгигантов с массой 2,5—8 солнечных на завершающей стадии их эволюции.

Сверхновые звёзды. Вспышка сверхновой - это взрыв массивной звезды на конечной стадии эволюции, вызывающий резкое кратковременное усиление её яркости. В результате взрыва происходит выброс энергии, который на короткое время превосходит в яркости всю остальную галактику. В течение нескольких недель или месяцев сверхновая может излучить энергии больше, чем Солнце за всю жизнь. В результате взрыва звездное вещество выбрасывается во всех направлениях, обогащая галактику тяжелыми элементами и создавая взрывную волну.

Пульсар - это космический источник радио, оптического, рентгеновского и/или гамма-излучений, приходящих на Землю в виде периодических всплесков (импульсов). В зависимости от испускаемого излучения пульсары бывают следующих разновидностей: радиопульсар, оптический пульсар, рентгеновский пульсар, гамма-пульсар. Согласно доминирующей астрофизической модели, пульсары представляют собой вращающиеся нейтронные звёзды с магнитным полем, которое наклонено к оси вращения, что вызывает модуляцию приходящего на Землю излучения.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое микро-, макро-, мегамир? Перечислите основные структурные единицы мегамира в порядке возрастания масштаба.
2. Дайте определения астрономическая единица, световой год и парсек.
3. Каково строение и состав Солнечной системы?
4. Что такое квазары и микроквазары?
5. Дайте краткое описание галактики Млечный путь.
6. Что такое планетарная туманность, сверхновые звёзды и пульсары.

Лекция №4 Микромир

Аннотация. Данная тема даёт описывает структуру микромира и основные процессы происходящие в мире микрообъектов.

Ключевые слова: элементарные частицы, молекула, атом, ядро атома, спин, дефект масс, радиоактивность, принцип неопределенности, принцип дополнительности.

Методические рекомендации по изучению темы: Следует внимательно ознакомиться с материалом лекции, после чего необходимо выполнить закрепление материала, отвечая на предлагаемые вопросы для самопроверки. Для каждой темы приведён список литературы, который поможет вам при необходимости более детально изучить данную тему.

Глоссарий по теме лекции №4:

Аннигиляция - такое взаимодействие частицы и античастицы, при котором они исчезают, превращаясь в другие частицы. В рассматриваемом явлении происходит не уничтожение материи, а лишь превращение одной формы материи в другую. При таком превращении сохраняется как общая масса и энергия системы частиц, так и ее импульс, заряд и момент количества движения. Так, при столкновении позитрона с электроном обе частицы исчезают с образованием фотонов, а вся энергия пары электрон-позитрон переходит в энергию фотонов. Впервые аннигиляция излучение наблюдалось в 1930, но окончательно А. была доказана в результате открытия Ф. Жолио-Кюри искусств. радиоактивности с испусканием позитронов, сопровождающейся аннигиляционным γ -излучением. Наблюдается также процесс, обратный А., т.н. образование пары позитрон-электрон. Известна А. и др. пар, напр. протона и антипротона, при А. которых образуются К-мезоны.

Броуновское движение - (брауновское движение), беспорядочное движение малых частиц, взвешенных в жидкости или газе, происходящее под действием ударов молекул окружающей среды. Исследовано в 1827 англ. учёным Р. Броуном (Браун; R. Brown), который наблюдал в микроскоп движение цветочной пыльцы, взвешенной в воде. Наблюдаемые частицы размером 10^{-6} м и менее совершают неупорядоченные независимые движения, описывая сложные зигзагообразные траектории. Интенсивность Б. д. не зависит от времени, но возрастает с ростом температуры среды, с уменьшением её вязкости и размеров частиц (независимо от их хим. природы). Полная теория Б.

д. была дана в 1905-1906 гг. А. Эйнштейном и польск. физиком М. Смолуховским.

Квант - наименьшее возможное количество энергии, которое может быть поглощено или отдано молекулярной, атомной или ядерной системой в отдельном акте изменения её состояния.

Нуклон - общее наименование для протона и нейтрона, являющихся составными частями атомных ядер.

Спин - в квантовой механике - собственный угловой момент или момент количества движения, присущий элементарным частицам. Спин может рассматриваться как вращение частицы вокруг своей оси. Спин является одним из квантовых чисел, посредством которых характеризуется частица.

Рекомендуемые источники литературы:

1. <http://fizikabook.ru/articles/elementarnye-chastitsy.html>;
2. Нефедьев Ю.А. Естественнонаучная картина мира. Часть 1.: [электронный ресурс] // В.С. Боровских, А.И. Галеев, С.А. Дёмин, О.Ю. Панищев, А.Р. Камалеева, В.М. Бердникова. Казань, 2012. URL: http://www.kpfu.ru/docs/F2109597418/%CA%D1%C5_1.pdf;
3. <http://www.physics.ru>;
4. <http://nuclphys.sinp.msu.ru>;
5. <http://www.its-physics.org>;
6. <http://www.chemport.ru>;
7. <http://poiskknig.ru>;
8. <http://elementy.ru>;
9. <http://dic.academic.ru>;
10. <http://ru.wikipedia.org>.

Дискретность материи.

Аристотель в III веке до н.э. говорил, что вещество можно делить на все более мелкие части сколько угодно (Гипотеза непрерывности вещества).

Левкипп (V век до н.э.) Демокрит Эпикур	}	Говорили, что все вещества состоят из мельчайших частичек – атомов (греч.) – «неделимый». Термин «атом» введен Демокритом.
---	---	--

(Гипотеза прерывности вещества)

Понятие о молекуле, как о мельчайшей частице вещества ввел Ломоносов, назвав их корпускулами.

В конце XIX века Жан Батист Перрен доказал существование молекул при помощи броуновского движения.

Молекула – наименьшая частица вещества, сохраняющая его химические свойства и состоящая из атомов, соединенных между собой химическими связями.

Радиоактивность.

1896 год - Беккерель открыл радиоактивность. Изучая действие различных люминесцирующих веществ на фотопластинку, в частности, солей урана, открыл неизвестное излучение, присущее самой урановой соли и не имеющее ничего общего с люминесцирующим излучением. Это явление самопроизвольного излучения солями урана лучей особой природы было названо радиоактивностью.

1898 год - Томсон открыл электрон.

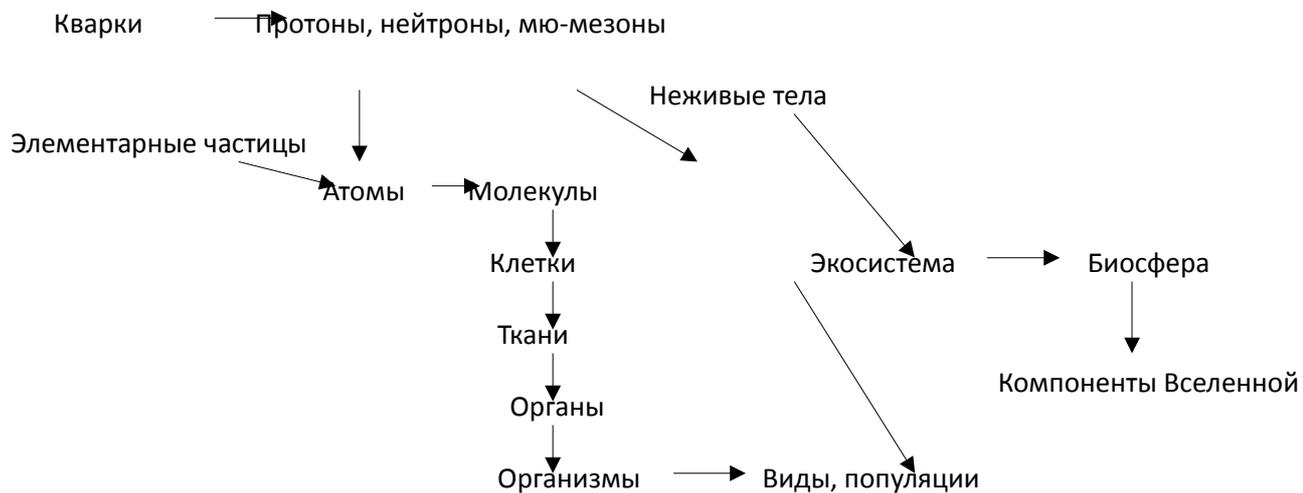
1911-1913 - Резерфорд открыл протон.

1932 - Чедвик открыл нейтрон.

Сер. 1960-х гг. коллектив учёных открыл сложную структуру нейтронов и протонов. Частицы, их образующие, были названы кварками.

Теперь считается, что все виды материи имеют дискретную (зернистую) структуру, в том числе поле и физический вакуум.

Дискретность полей доказана экспериментально. (Например, электромагнитное поле распространяется фотонами).



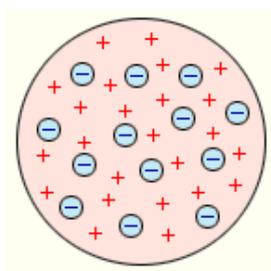
Тем не менее, материя смотрится сплошной и непрерывной. Если мы описываем расположение в пространстве системы, её агрегатное состояние, то мы учитываем свойства материи, её непрерывность. Если же мы описываем химические связи вещества, если рассматриваем природу тепловых, электрических явлений, то мы рассматриваем дискретную структуру, учитываем прерывность материи.

Непрерывность материи и её дискретные свойства неразделимы.

Модели атома.

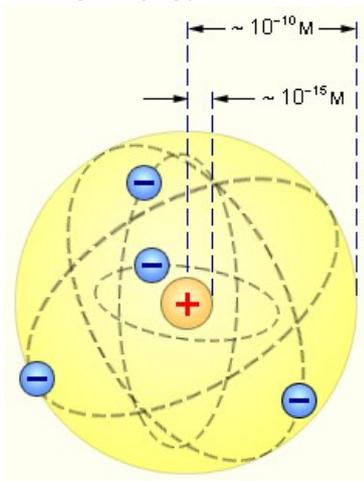
Все модели исходили из того, что атом электронейтрален.

Томсон в 1897 году создал первую модель атома.



Х. Нагаока в 1903 году представил себе расположение электронов в атоме подобно кольцам Сатурна.

Резерфорд в 1911 сформулировал планетарную модель атома. Так в центре находится маленькое, но тяжелое ядро, а легкие электроны расположены на достаточно большом расстоянии от него.



Модель Нильса Бора (1913 год).

Постулаты:

1. Электроны в атоме могут двигаться только по определенным стационарным орбитам, и при этом энергия не излучается (Боровская орбита).
2. Атом излучает или поглощает квант энергии при переходе электрона из одного энергетического состояния в другое (с одной орбиты на другую).

$h\nu = E_2 - E_1$, где E_1 – стационарное энергетическое состояние электрона, E_2 – энергия электрона в возбужденном состоянии.

Наименьшее энергетическое состояние электрона в атоме – на ближайшей к ядру орбите $n=1$. Данная формула объяснила линейчатые спектры атома.

Радиоволны и радарное излучение выделяется в том случае, когда происходит изменение спина атома или ядра. Инфракрасное – за счет колебаний атомов в молекуле. Видимое, ультрафиолетовое – за счет квантовых переходов внешних электронов атома из возбужденного состояния в основное. Рентгеновское – за счет перехода электронов с внешних оболочек на внутренние. Гамма-излучение – связано с ядерными процессами и никак не связана с электронами.

Теория Бора является промежуточным звеном между классической и квантовой механикой.

Критерии применимости физических законов микро-, макро- и мегамира.

Макромир: Законы классической механики. Главный критерий: $v \ll c$.

Мегамир: Общая теория относительности.

Микромир: $v \rightarrow c$. Квантовая механика, специальная теория относительности.

Гейзенберг в 1926 году выдвинул принцип неопределенности.

Для микрочастиц, которые обладают и свойствами частиц и свойствами волны (корпускулярно-волновой дуализм) нельзя одновременно определить точно и координату и импульс. Чем точнее определяется координата, тем менее точно можно определить импульс.

$$\Delta x \cdot \Delta p_x \geq \frac{h}{2\pi} \equiv \hbar$$

$$\Delta y \cdot \Delta p_y \geq \frac{h}{2\pi}$$

$$\Delta z \cdot \Delta p_z \geq \frac{h}{2\pi}$$

Здесь $h = 6.62 \cdot 10^{-34}$ Дж·с – постоянная Планка Δx – это неопределенность, или неточность, нахождения координаты частицы, Δp_x – неопределенность, или неточность нахождения самого импульса.

Если это произведение сравнимо с постоянной Планка, то поведение частицы описывается квантовой механикой. Если это произведение велико, то есть, много больше постоянной Планка, то поведение частицы описывается классической механикой.

Ни для какого движения в природе это произведение не будет меньше постоянной Планка.

$$\Delta E \cdot \Delta t \geq \frac{h}{2\pi}$$

Одновременное изменение энергии и среднее время жизни возбужденной частицы также нельзя измерить одновременно.

В 1926-м году Э. Шредингер вывел фундаментальное уравнение квантовой механики. Вывел волновое уравнение, в которое входит функция $\Psi(x, y, z)$, зависящую от всех трех координат движения электрона и являющуюся аналогом амплитуды. Волновое уравнение Шредингера выведено из уравнения поперечной волны классической физики. Функция, как и амплитуда, может быть положительной и отрицательной.

Ψ^2 представляет наибольший интерес. Квадрат волновой функции имеет определенный физический смысл. Квадрат функции характеризует вероятность нахождения электрона в данной точке атомного пространства с координатами x, y, z . Из уравнения Шредингера следует, что нельзя говорить о какой-то определенной боровской орбите, по которой движется электрон. Более правильно говорить об электронном облаке, а именно, о его наибольшей

плотности в каком-то месте атома. И там, где плотность наибольшая, там и есть наибольшая вероятность нахождения данного электрона. Пространство вокруг ядра, в котором наиболее вероятно находится электрон, называется орбиталью. Эти орбитали и есть решения уравнения Шредингера. Эти решения характеризуются тремя константами, которые Шредингер называл квантовыми числами n, l, m .

n – главное квантовое число, которое определяет размер атома и показывает энергетический уровень электрона в атоме. Чем больше n , тем более высокой энергией обладает электрон. Если $n \gg 1$, то энергетический уровень образует не дискретный спектр, а сплошной, то есть, это уже объект макромира. Законы квантовой механики при больших значениях квантовых чисел переходят в законы классической механики. Что является доказательством того, что всякая новая теория является развитием предыдущих теорий и полностью её не отвергает, а лишь указывает границы её применимости (научный принцип соответствия).

l – орбитальное (побочное или азимутальное) квантовое число. Характеризует (показывает) форму электронного облака и изменяется от 0 до $(n-1)$, то есть, зависит от главного квантового числа. l определяет значение момента количества движения электрона по орбите.

$$\vec{M} = m\vec{v}\vec{r}$$

l характеризует число подуровней на заданном энергетическом уровне.

Каждому значению l соответствует орбиталь особой формы.

Орбитали с $l = 0$ называются s-орбиталями,

$l = 1$ - p-орбиталями (3 типа, отличающихся магнитным квантовым числом m),

$l = 2$ - d-орбиталями (5 типов),

$l = 3$ - f-орбиталями (7 типов).

m – магнитное квантовое число. Показывает ориентацию электронного облака в атоме при взаимодействии магнитного поля электрона с внешним магнитным полем и магнитными полями соседних электронов. m определяет число орбиталей на данном подуровне l (от $-l$ до $+l$).

$n=1$	$l=0(s)$	$m=1$
$n=2$	$l=0(s), 1(p)$	$m=1,3$ $m=-1,0,1$
$n=3$	$l=0(s), 1(p), 2(d)$	$m=1,3,5$

Три квантовых числа n, l и m определяют волновые свойства электрона (следует из решения уравнения Шредингера).

s – квантовое число, называемое спин, определяет собственный вращательный момент частицы.

$$M = \frac{sh}{2\pi}$$

Принцип Паули: В атоме не может быть электронов, у которых все квантовые числа равны. Это связано с тождественностью частиц. В атоме не может быть двух электронов в одинаковых энергетических состояниях.

Принцип дополнительности Бора (сформулирован в 1927-м году): Получение экспериментальной информации об одних физических величинах, описывающих частицу, неизбежно связано с потерей информации о других величинах, дополнительных к первой.

С точки зрения физика-экспериментатора это связано с влиянием макроприбора на микроскопический объект. С точки зрения квантовой механики определить одновременно основные свойства частицы и дополнительные к ним невозможно точно ни на каком приборе, так как частицы обладают корпускулярно-волновым дуализмом.

Принцип неопределенности Гейзенберга: увеличение точности определения положения частицы вызывает увеличение ошибки определения ее импульса (скорости), если эти определения проводятся одновременно.

Современная концепция атомного ядра.

В 1932 году была предложена протонно-нейтронная модель Иваненко-Гейзенберга.

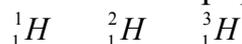
Массовое число:

$$A = \sum ({}^1_1p + {}^1_0n)$$

Ядра с одинаковым зарядом и разной массой называются изотопами.



75% 25% природного хлора.



Ядра с одинаковыми массовыми числами, но разными зарядами называются изобарами.



Дефект масс. Данный эффект заключается в том, что масса ядра всегда оказывается меньше суммарной массы входящих в состав ядра протонов и нейтронов.

$$\Delta m = \sum ({}^1_1p + {}^1_0n) - m_{\text{я}}$$

Эта разница масс согласно Эйнштейновскому принципу эквивалентности массы и энергии приходится на энергию связи протонов и нейтронов внутри ядра: $\Delta E_{\text{св}} = \Delta m c^2$

Элементарные частицы.

Термин *элементарная частица* первоначально означал простейшие, далее ни на что не разложимые частицы, лежащие в основе любых материальных образований. Позднее физики осознали всю условность термина “элементарный” применительно к микрообъектам. Сейчас уже не подлежит

сомнению, что частицы имеют ту или иную структуру, но, тем не менее, исторически сложившееся название продолжает существовать. Всего известно около 400 элементарных частиц.

Все элементарные частицы субатомны, то есть размером меньше атома. Основными характеристиками элементарных частиц являются масса, заряд, среднее время жизни, спин (момент количества движения) и другие квантовые числа.

У каждой частицы есть античастица. Отличаются они зарядом или магнитным моментом. Частица и античастица аннигилируют при встрече (т.е. уничтожаются с выделением энергии в виде фотонов). Также имеет место быть обратный аннигиляции процесс - рождение пары частица-античастица из фотонов.

В 1928-м году Поль Дирак предсказал античастицы.

$$\beta + e^{-} \leftrightarrow 2\gamma + Q$$

Если взят 1 грамм электронов и позитронов, то выход энергии при аннигиляции будет соответствовать взрыву в 10 килотонн тротила.

Элементарные частицы классифицируются:

По участию в фундаментальном взаимодействии:

1. *Адроны* - тяжёлые элементарные частицы, участвующие во всех 4 видах фундаментального взаимодействия.
2. *Лептоны* - лёгкие элементарные частицы, которые подвержены трём фундаментальным взаимодействиям: слабое, электромагнитное и гравитационное, но не участвуют в сильном взаимодействии.
3. *Фотоны* - безмассовая элементарная частица, не участвующая в сильном и слабом взаимодействии.

По времени жизни:

1. *Стабильными* в пределах точности современных измерений, являются электрон ($t = 5 \cdot 10^{21}$ лет), протон ($t = 2 \cdot 10^{30}$ лет), фотон и нейтрино.
2. *К квазистабильным* относят частицы, распадающиеся за счёт электромагнитных и слабых взаимодействий. Их время жизни 10^{-20} сек (например, свободный нейтрон).
3. *Резонансами* называют элементарные частицы, распадающиеся за счёт сильных взаимодействий. Их характерное время жизни 10^{-23} сек.

В настоящее время выделено 12 фундаментальных частиц и столько же античастиц, из которых состоит весь мир. Это 6 кварков и 6 лептонов (электрон, мю-лептон (мюон), тау-лептон (таон), электронное, мюонное и тау - нейтрино (ν_e, ν_μ, ν_τ)).

По спину:

1. Частицы с целым спином называются *бозонами*;
2. С полуцелым спином - *фермионами*.

Модели ядра:

1. *Оболочечная*. Ядро как оболочка атома. Нуклоны находятся по оболочкам атомного ядра. Принцип Паули для нуклонов – на одной орбите не может

быть двух нуклонов с одним и тем же спином. Эта модель хорошо описывает ядра легких атомов.

2. Оптическая. Оптическая модель подходит для описания средних и тяжелых ядер. На ядро налетают частицы, обладающие корпускулярно-волновым дуализмом, и, если длины волн равны, наблюдаются дифракция и интерференция.

3. Капельная. Подходит для описания тяжелых ядер. Хорошо описывает естественную радиоактивность. Все элементы, начиная с висмута, радиоактивны. Сравнение с каплями жидкости: Плотность жидкости при одной температуре и давлении постоянна и не зависит от числа молекул. То же самое, плотность ядерного вещества постоянна и не зависит от числа нуклонов в ядре. Нуклон, находящийся на границе ядра, испытывают силы, стягивающие их внутрь ядра, следовательно, равнодействующая сил на границе не равно нулю. Отличие: Нуклоны обладают волновыми свойствами и имеют заряд.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что означает дискретность материи? Каково иерархическое строение материи?
2. Раскройте историю развития представлений о строении атома.
3. Опишите существующие модели строения атомного ядра.
4. Что такое элементарные частицы? Какими характеристиками они обладают?
5. Какие существуют классификации элементарных частиц?
6. В чём заключаются принцип неопределённости Гейзенберга и принцип дополнительности Бора?

Лекция №5 Синергетика

Аннотация. Данная тема рассказывает о новом междисциплинарном направлении, теории самоорганизации - синергетике.

Ключевые слова: синергетика, самоорганизация, энтропия, хаос, термодинамика, обратимые и необратимые системы, неравновесность, нелинейность, открытая система, изолированная система, закон сохранения энергии, бифуркация, термодинамическое равновесие.

Методические рекомендации по изучению темы: Следует внимательно ознакомиться с материалом лекции, после чего необходимо выполнить закрепление материала, отвечая на предлагаемые вопросы для самопроверки. Для каждой темы приведён список литературы, который поможет вам при необходимости более детально изучить данную тему.

Глоссарий по теме лекции №5:

Бифуркация - употребляется в широком смысле для обозначения всевозможных качественных перестроек или метаморфоз различных объектов при изменении параметров, от которых они зависят. *Точка бифуркации* — смена

установившегося режима работы системы. Термин из неравновесной термодинамики и синергетики.

Внутренняя энергия - это сумма энергий теплового движения молекул и межмолекулярных взаимодействий.

Диссипация - рассеяние энергии системы в окружающую среду. Ключевым здесь является то, что благодаря диссипации энтропия системы понижается за счет увеличения беспорядка в окружающей среде.

Изолированная система - физическая система, которая не обменивается с окружающими телами или энергией, ни веществом.

Неравновесность - одно из главных условий для возникновения самоорганизации в системе. Она достигается тогда, когда температуры в системе разные ($T_1 < T_2$). Неравновесная система становится равновесной при переносе тепла из более нагретой части системы в менее нагретую.

Нелинейность - свойство систем или процессов, заключающееся в отсутствии линейной зависимости одних параметров от других.

Термодинамическое равновесие - состояние называется стационарным, если параметры системы с течением времени не изменяются. Если, кроме того, в системе не только все параметры постоянны во времени, но и нет никаких стационарных потоков за счет действия каких-либо внешних источников, то такое состояние системы называется равновесным.

Термодинамика - раздел физики, изучающий соотношения и превращения теплоты и других форм энергии. Термодинамика — это феноменологическая наука, опирающаяся на обобщения опытных фактов. Она изучает макроскопические системы, состоящие из огромного числа частиц — термодинамические системы. Процессы, происходящие в таких системах, описываются макроскопическими величинами, такими как давление или температура, которые не применимы к отдельным молекулам и атомам.

Рекомендуемые источники литературы:

1. Нефедьев Ю.А. Естественнонаучная картина мира. Часть 1.: [электронный ресурс] // В.С. Боровских, А.И. Галеев, С.А. Дёмин, О.Ю. Панищев, А.Р. Камалеева, В.М. Бердникова. Казань, 2012. URL: http://www.kpfu.ru/docs/F2109597418/%CA%D1%C5_1.pdf;
2. <http://www.limm.mgimo.ru>;
3. <http://biofile.ru>;
4. <http://n-t.ru/tp/in/sts.htm>
5. <http://fizmat.by>;
6. <http://poiskknig.ru>;
7. <http://elementy.ru>;
8. <http://dic.academic.ru>;
9. <http://ru.wikipedia.org>.

Все самопроизвольные процессы идут в направлении выравнивания системы, и они всегда приводят к состоянию равновесия. Несамостоятельный процесс идет только при воздействии извне.

Обратимый процесс – процесс в ходе которого система самопроизвольно возвращается к исходному состоянию без каких-либо потерь и изменений в окружающей среде. Это гипотетический цикл. Все реальные процессы необратимы. К обратимому циклу можно приблизиться, если сделать процесс бесконечно медленным.

Необратимый процесс – это такой процесс, который может самопроизвольно протекать лишь в одном определенном направлении; возвращение в исходное состояние возможно в этом случае только при внешнем воздействии.

Первый закон или первое термодинамики

Это закон сохранения и превращения энергии, распространенный на тепловые явления.

Если система является изолированной, то работа внешних сил равна нулю ($A=0$) и система не обменивается теплотой с окружающими телами ($Q=0$). Внутренняя энергия изолированной системы остается неизменной (сохраняется).

Изменение внутренней энергии системы при переходе ее из одного состояния в другое равно сумме работы внешних сил и количества теплоты, переданного системе:

$$\Delta U = Q + A_{\text{вн}}$$

$A_{\text{вн}}$ – работа внешних сил Q – количество теплоты ΔU – изменение внутренней энергии.

Из этого закона следует невозможность создания *вечного двигателя первого рода* – устройство, способное бесконечно совершать работу без затрат топлива или других энергетических ресурсов.

Второй закон или второе начало термодинамики

Это закон о возрастании энтропии. Второй закон термодинамики носит статистический, то есть, вероятностный характер, так как он записывается только для системы из большого числа молекул.

Вся теплота никогда не может перейти в работу, часть ее обязательно теряется и передается холодильнику, потому что нельзя полностью исчерпать энергию теплового движения молекул. Именно поэтому нельзя создать *вечный двигатель второго рода*, то есть, нельзя создать такую тепловую машину, которая превращала бы всю теплоту в работу. Обязательно коэффициент полезного действия (КПД) $< 100\%$.

Энтропия – это количественная мера той теплоты, которая не переходит в работу, она находится как приведенная теплота.

$$S_2 - S_1 = \Delta S = \frac{Q}{T}$$

Второй закон термодинамики формулируется так:

Энтропия замкнутой термодинамической системы возрастает («стрела времени») и достигает максимума в точке теплового равновесия. $\Delta S \geq 0$. Если процесс обратимый, то $\Delta S=0$, если необратимый, то $\Delta S>0$.

Существуют эквивалентные формулировки второго начала термодинамики:

Постулат Клаузиуса: *«Невозможен процесс, единственным результатом которого являлась бы передача тепла от более холодного тела к более горячему»* (такой процесс называется процессом Клаузиуса).

Постулат Томсона (Кельвина): *«Невозможен круговой процесс, единственным результатом которого было бы производство работы за счет охлаждения теплового резервуара»* (такой процесс называется процессом Томсона).

Энтропия (S) в реальном процессе – затраты на холодильник, лучеиспускание, трение. При обратимом изолированном цикле нет изменения энтропии, она постоянна. В необратимых процессах энтропия возрастает до тех пор, пока система не придет в равновесие, и при этом энтропия будет максимальна. Работа прекращается в состоянии равновесия, $A=0$. Отсюда Клаузиус вывел возможность тепловой смерти вселенной, так как идет процесс накопления (повышения) энтропии, и все процессы остановятся, но его ошибка была в том, что он исходил из того, что вселенная – замкнутая система.

Энтропия определяет возможность, направление и предел самопроизвольных процессов в замкнутых системах. Энтропия – это количественная мера хаоса в системе.

$S=0$ – только для идеального кристалла при $T=0$.

Энтропия идеального кристалла при $T=0$ равна нулю. Если в кристалле есть хотя бы один дефект, то $S>0$.

$S_{\text{газа}}>S_{\text{жидк}}>S_{\text{тв. тела}}$ -чем более упорядоченная внутренняя структура, тем меньше энтропия. Поэтому энтропия газа всегда больше энтропии твёрдого тела.

Концепции эволюции реальных систем

Классическая термодинамика занималась только консервативными (изолированными) системами. В таких системах при самопроизвольных процессах энтропия увеличивается до тех пор, пока не достигнет максимального значения в состоянии равновесия.

Неравновесная термодинамика, сформированная в середине XX века учеными: Пригожин и Хакен. Аппарат классической термодинамики – линейные уравнения, дающие всего одно решение. Аппарат неравновесной термодинамики – это нелинейные уравнения, которые дают несколько альтернативных решений, потому что неравновесная термодинамика описывает реальные процессы в природе, живых организмах, социальном обществе. Открытые системы стремятся к большей организованности, так как энтропия у

них не увеличивается. Чем больше информации поступает в систему, тем система более организована, и тем меньше её энтропия.

$$\text{Информация} = \frac{1}{\text{Энтропия}}$$

Информация – это мера организованности системы.

Теорию самоорганизации (*синергетика*) разработали на основе неравновесной термодинамики Пригожин и Хакен. *Самоорганизация* – это коллективное взаимодействие компонентов в открытой системе, которое в дальнейшем может привести к возникновению нового порядка в системе. Самоорганизация наблюдается в открытых реальных системах с большим коллективом частиц (эволюция вселенной, деление клеток, функционирование мозга, образование речи и языков, формирование общественного мнения, естественный отбор). Система является самоорганизующейся, если:

1. Это большой коллектив частиц.
2. Система является открытой, диссипативной.
3. Она находится далеко от точки равновесия, следовательно, энтропия системы не является максимальной. *Термодинамическое равновесие* – состояние системы, при котором остаются неизменными по времени макроскопические величины этой системы (температура, давление, объём, энтропия) в условиях изолированности от окружающей среды.

Синергетика – наука, изучающая самоорганизующиеся системы. Объект изучения – открытые реальные системы. Она изучает механизм образования, развития и разрушения самоорганизующихся систем. Этот механизм связан с коллективными явлениями, которые способствуют развитию системы и упорядочиванию.



Такой порядок самоорганизации наблюдается у всех открытых самоорганизующихся систем. Открытость системы способствует появлению и накоплению флуктуаций в системе, которые нарастают и способствуют появлению хаоса в системе. Флуктуации ведут к возрастанию энтропии. Таким образом новый порядок всегда восстанавливается через хаос. Флуктуации расшатывают систему, она становится неустойчивой, и любое незначительное воздействие толкнет ее к саморазрушению, а дальше – к выбору пути. Система приходит к так называемой точке *бифуркации* (выбора), где существует несколько альтернатив дальнейшего развития.

Бифуркация – выбор системой дальнейшего пути развития из нескольких альтернативных решений. Такой выбор может пойти и в сторону хаоса и в

сторону организации. После выбора нового порядка система приходит в устойчивое состояние, которое называется *аттрактор*.

Классическая равновесная термодинамика даёт обратимость во времени, даёт единственный путь развития замкнутой системы: система приходит в равновесие. Неравновесная термодинамика даёт несколько нелинейных уравнений, которые приводят к нескольким решениям. В неравновесной термодинамике случайность и вероятность становятся объективными свойствами системы.

Синергетика даёт новый образ развития мира: мир открытый, он развивается по нелинейным законам, поэтому в таких системах могут быть самые неожиданные, непредсказуемые повороты системы, связанные с дальнейшим выбором ее развития.

Вселенная является самоорганизующейся системой и развивается по законам синергетики:

1. Она – сложная система, состоящая из большого коллектива частиц.
2. Все время происходит эволюция системы, то есть, в ней образуются и распадаются крупномасштабные структуры. Это говорит о том, что вселенная находится далеко от равновесия.

Самоорганизация проявляется во всех областях: в физике, в химии, в живой природе. Простейшими примерами самоорганизации являются: излучение лазера, ячейки Бенара, реакции Белоусова-Жаботинского.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое обратимые и необратимые процессы?
2. Сформулируйте первый закон термодинамики. Что такое вечный двигатель первого рода?
3. Сформулируйте второй закон термодинамики. Раскройте понятие вечного двигателя второго рода.
4. Раскройте понятие энтропии как меры порядка и беспорядка и её связь с информацией.
5. Что такое синергетика? В чём заключается процесс самоорганизации системы и каковы условия её возникновения?

Лекция №6 Космогония

Аннотация. Данная тема раскрывает основные этапы современной теории эволюции звёзд и даёт описание существующих гипотез рождения и эволюции солнечной системы.

Ключевые слова: светимость, спектральный класс, эргодическая гипотеза, звёздная величина, протозвезда, карлик, чёрная дыра, красный сверхгигант, туманность, химический состав звёзд, строение земли, гипотеза Канта-Лапласа, гипотеза Шмидта.

Методические рекомендации по изучению темы: Следует внимательно ознакомиться с материалом лекции, после чего необходимо выполнить

закрепление материала, отвечая на предлагаемые вопросы для самопроверки. Для каждой темы приведён список литературы, который поможет вам при необходимости более детально изучить данную тему.

Глоссарий по теме лекции №6:

Белый карлик - проэволюционировавшая звезда с массой, не превышающей предел Чандрасекара (1,44 солнечных массы), лишённые собственных источников термоядерной энергии. Имеют спектральный класс DA.

Красный гигант- это яркая гигантская звезда, имеющая небольшую или среднюю массу (0.5-10 солнечных) и находящаяся на позднем этапе эволюции. Такие звезды имеют чрезвычайно протяженную атмосферу, что делает их радиус огромным (до сотен солнечных радиусов), а температуру поверхности – низкой, не более 5000 Кельвинов. Форма такой звезды очерчена нечетко из-за разряженной атмосферы. В большинстве таких звезд все еще продолжается синтез гелия из водорода, но их ядро состоит из неактивного гелия. Однако, в некоторых таких звездах из водорода образуется углерод. Красные гиганты принадлежат к спектральным классам K и M (оранжевые и красные), а также S. К ним относятся и большинство углеродных звезд.

Протозвезда - звезда на завершающем этапе своего формирования, вплоть до момента загорания термоядерных реакций в ядре, после которого сжатие протозвезды прекращается и она становится звездой главной последовательности.

Протозвёзды обычно обладают пылевыми оболочками, благодаря которым они являются мощными источниками инфракрасного излучения. Протозвёзды небольших масс часто наблюдаются как вспыхивающие звёзды.

Планетарная туманность - астрономический объект, состоящий из ионизированной газовой оболочки и центральной звезды, белого карлика. Планетарные туманности образуются при сбросе внешних слоёв (оболочек) красных гигантов и сверхгигантов с массой 2,5—8 солнечных на завершающей стадии их эволюции. Планетарная туманность — быстропротекающее (по астрономическим меркам) явление, длящееся всего несколько десятков тысяч лет, при продолжительности жизни звезды-предка в несколько миллиардов лет. В настоящее время в нашей галактике известно около 1500 планетарных туманностей.

Рекомендуемые источники литературы:

1. <http://nsportal.ru/ap/ap/nauchno-tekhnicheskoe-tvorchestvo/evolyuciya-zvezd/>
2. Нефедьев Ю.А. Естественнонаучная картина мира. Часть 2.: [электронный ресурс] // В.С. Боровских, А.И. Галеев, В.М. Бердникова, С.А. Дёмин, О.Ю. Панищев., Казань, 2012. URL: http://www.kpfu.ru/docs/F570530067/%CA%D1%C5_2.pdf;
3. <http://www.sistemasolnca.ru>;
4. <http://www.cosmos-journal.ru>;

5. <http://www.astrogalaxy.ru>;
6. <http://astronet.ru>;
7. <http://poiskknig.ru>;
8. <http://elementy.ru>;
9. <http://dic.academic.ru>;
10. <http://ru.wikipedia.org>.

Звёзды. Основные звездные характеристики.

Возраст (от сотен тысяч до 13-15 миллиардов лет).

Светимость – полное количество энергии, излучаемой звездой за 1 секунду. $L_c = 4 \cdot 10^{26}$ Вт.

Абсолютная звездная светимость – это светимость звезды при отнесении ее на расстояние 10 парсек.

Видимая звездная величина – величина, характеризующая звезду с точки зрения визуального наблюдения. Яркие звёзды имеют отрицательные видимые величины, слабые положительные. Тем больше отрицательное значение звёздной величины, тем ярче звезда, чем больше у неё положительное значение звёздной величины, тем более слабым объектом на небе она нам видится. Для сравнения: наше Солнце: -26,72, а визуально самая яркая звезда на всём небе Сириус: -1,47.

Температура поверхности влияет на цвет звезды, то есть, связана со спектром. Классы звезд по температуре (цвету):

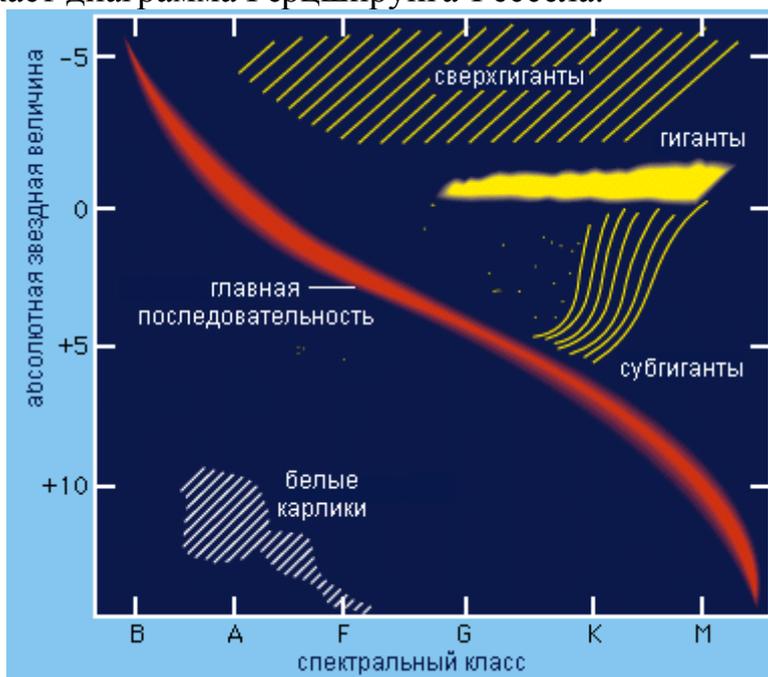
О В А F G K M

Вариант мнемонического запоминания:

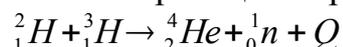
Один Бритый Англичанин Финики Жевал Как Морковку

Самые горячие звезды – белые и голубые, самые холодные – красные.

Зависимость между абсолютной светимостью звезды и ее температурой (классом) отражает диаграмма Герцшпрунга-Рессела.



Главная звездная последовательность показывает связь температуры и светимости. Звезды рождаются из газопылевой туманности, состоящей из гелия и водорода. При закручивании туманности образуются участки, которые разделяются на фрагменты. Звезда не рождается одна. Чаще всего в одном месте туманности рождаются сразу несколько *протозвезд*. При отделении каждого фрагмента освобождается энергия в виде инфракрасного излучения. В 1957 году было обнаружено скопление источников инфракрасного излучения в туманности Ориона, то есть, там идет образование звёзд. Дальнейшее сжатие протозвезд под действием гравитационных сил повышает температуру звезд, и освободившаяся энергия излучается в виде красного света, образуются красные гиганты. При дальнейшем сжатии звезд температура повышается настолько, то звезда «зажигается», то есть, начинаются реакции термоядерного синтеза.



Звезда переходит на *стадию главной последовательности*, там находятся все нормальные звезды (то есть, звезды, в которых идут термоядерные реакции). Когда кончаются запасы водорода, звезда начинает стареть, и процесс старения связан с массой звезды. Если масса звезды меньше или равна 1,5 массы Солнца, то образуется гелиевое ядро, на поверхности которого в тонком слое еще горит оставшийся водород. Само ядро начинает сжиматься под действием гравитационных сил, температура повышается, и образуется плотное горячее ядро из гелия. В этих условиях из гелия не образуется более тяжелых элементов. Внешняя оболочка постепенно расширяется и горит красным светом, звезда становится *красным гигантом*. В то время как внешние слои звезды расширяются ядро звезды сжимается в белый карлик. Далее звезда сбрасывает внешнюю оболочку из которой образуется так называемая планетарная туманность. Белый карлик (ядро) горит еще несколько миллионов лет, после чего превращается в чёрного карлика. Такова судьба Солнца и звёзд подобных Солнцу.

Судьба более массивных звезд, масса которых превышает 1,5 массы Солнца, значительно более «трагична». Такие звезды живут несколько сотен миллионов лет. Если масса звезды составляет примерно 2,5-3 массы Солнца, то после прекращения термоядерных реакций в ядре звезды гравитационные силы начинают очень быстро сжимать ядро звезды. В ядре крайне быстро, скачком, образуется железо, а давление повышается настолько, что электроны «вдавливаются» в ядра атомов, в результате чего образуется нейтронная железная звезда. Происходит взрыв, разлетается остаточное вещество, такой процесс называется взрывом сверхновой. В 1054 году астрономы зарегистрировали взрыв сверхновой. После вспышки сверхновой остается очень слабо светящееся сверхплотное быстро вращающееся ядро - пульсар и планетарная туманность вокруг. Пульсар - это нейтронная звезда, излучающая пучки быстрых электронов и жёсткого излучения с четкой периодичностью. В середине XX века сигналы, идущие от пульсаров, приняли за сигналы

внеземных цивилизаций, этот феномен тогда получил название GLM (Green Little Men - маленькие зеленые человечки).

Постепенно вращение замедляется, и звезда прекращает своё существование в качестве светящегося тела.

Если масса звезды больше, чем три массы Солнца, то она находится на главной последовательности меньше всего – несколько сотен миллионов лет. Затем она превращается в красный гигант, после чего из-за гравитационных сил происходит гравитационный коллапс. Наружная оболочка с взрывом отходит от звезды – взрыв сверхновой. Ядро затем исчезает из поля зрения наблюдателей, то есть, превращается в чёрную дыру. Около которой согласно общей теории относительности (ОТО) идёт искривление пространства. $R_{\text{гравитационный}} = 2GM/c^2$ - критический радиус Шварцшильда, показывает до какого размера нужно сжать сферическое тело, чтобы оно превратилось в чёрную дыру.

$$R_{\text{гр.Солнца}} = 2,8-3 \text{ км}$$

$$R_{\text{гр.Земли}} = 9-10 \text{ мм.}$$

Химический состав звёзд

Из газопылевой туманности, сброшенной звездами после их горения, вновь образуются протозвезды, а затем звёзды нового поколения. В этих туманностях тяжелых элементов значительно больше, чем в предыдущей звезде, и в этом заключается эволюция вселенной – в накоплении тяжёлых элементов. Основная масса – водородно-гелиевая плазма.

На 10000 атомов водорода (H) приходится:

1. 1000 атомов гелия (He);
2. 5 атомов кислорода (O);
3. 2 атома азота (N);
4. 1 атом углерода (C);
5. 0,3 атома железа (Fe).

Металличность звезды Fe/H показывает возраст звезды. Чем меньше это соотношение, тем старее звезда.

Методы изучения звёздного неба:

1. Визуально (до звездной величины +6)
2. Телескопы (самые современные – до +33)

Происхождение и эволюция солнечной системы.

По современным представлениям Солнце (как звезда) образовалось примерно 5 миллиардов лет назад из газопылевой туманности звезды первого поколения. Гипотеза Канта-Лапласа. Кант в 1755 году предположил, что система образуется из холодной туманности, причем, Солнце раньше планет. Лаплас считал, что из горячей (1500°) туманности, сначала планеты, потом Солнце.

Хойл (1958), Альфен и Аррениус (1960-е гг.) выработали единый механизм планетообразования во вселенной (по крайней мере, в метагалактике).

1. Звезда должна обладать сильным магнитным полем.
2. Пространство в окрестностях звезды должно быть заполнено сильно ионизированной плазмой.

Механизм образования планетной системы включает не только гравитацию, но и электромагнитные силы и плазменные процессы. Молодое Солнце, поскольку оно образовалось из очень горячей туманности доходило почти до орбиты Меркурия и имело огромную корону: протуберанцы доходили до орбиты Плутона, и токи там был в сотни миллионов Ампер.

Гипотеза Шмидта (1922) – Солнце, возможно, захватило часть другой туманности или что-либо еще. На это указывает дифференциация по химическому составу в трех «дисках» вокруг Солнца: более тяжёлые элементы ближе к Солнцу (планеты земной группы), далее легкие – Сатурн и Юпитер, еще дальше – совсем другие, не похожие ни на что планеты. Первыми образовались планеты земной группы, а через несколько сотен миллионов лет – Сатурн и Юпитер. Круговая скорость Солнца – 2 км/с. Суммарная масса всех планет составляет 1/700 массы Солнца.

Происхождение Земли.

К Солнцу магнитным полем были притянуты огромные массы железа и азота. Сутки были заметно короче, но с увеличением массы вращение замедляется. В самой Земле из-за вращения шло распределение химических элементов: более тяжёлые – в мантии и ядре, более легкие – в земной коре, а самые лёгкие образовали гидросферу и атмосферу. По исследованиям грунта радиолокационными методами возраст земли составляет 4,55 миллиардов лет (4550±50 млн. лет). Земля стала разогреваться за счет вулканической деятельности, первопричиной которой является естественная радиоактивность. Процесс радиоактивного разогрева. За год Земля теряет $7,94 \cdot 10^{20}$ Дж энергии, но это намного меньше тепла, выделяющегося при радиоактивном распаде в недрах Земли. Первичная атмосфера Земли образовалась из-за вулканической деятельности и была восстановительной: CO_2 , NH_3 , HCN , CH_4 , H_2O . Резкое качественное изменение атмосферы Земли произошло около 2 миллиардов лет назад – появился кислород, так как произошло зарождение жизни: микроорганизмы стали, фотосинтезируя, производить его. За последние 200 миллионов лет состав атмосферы практически не изменился.

Сухой воздух: $\text{N}_2 \approx 78\%$, $\text{O}_2 \approx 21\%$.

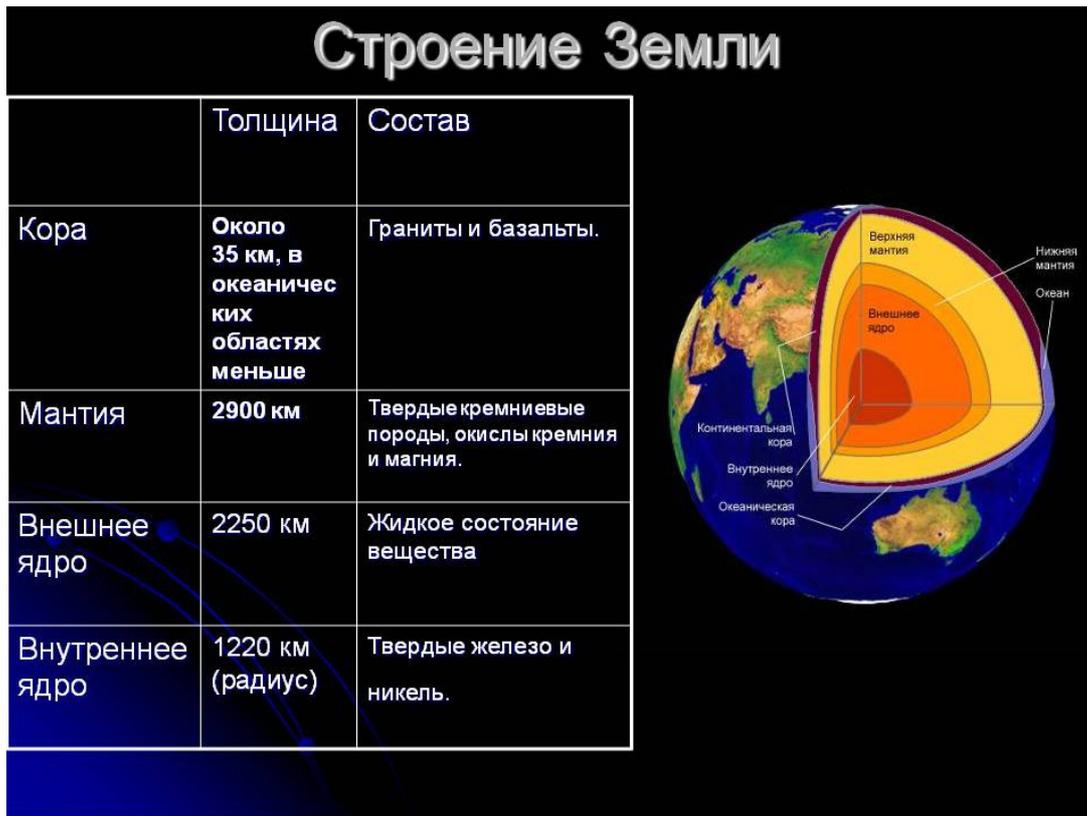
Инертные газы $\approx 0,98\%$ ($\text{Ar} \approx 0,9\%$), $\text{CO}_2 \approx 0,032\%$.

По одной из теорий, Земля на определенной стадии захватила очень много льда, в частности, из хвостов комет и, возможно, Нептун, Плутон и Уран, закручиваясь, выбрасывали огромные глыбы льда. Это так называемая теория космического происхождения воды на Земле.

Спектральный анализ химического состава Солнца, планет солнечной системы, метеоритов и астероидов, показал, что все они имеют единое происхождение.

Все тела солнечной системы построены в основном из небольшого числа химических элементов. После 28-го элемента таблицы Менделеева распространенность резко падает. Особенно распространены элементы с чётным массовым числом.

Из них наиболее устойчивы те, что имеют магические числа, когда $N_p = N_n$.



Радиус ядра составляет 55% толщины. Во внутреннем ядре (твердое) преобладают железо, никель, сера. Во внешнем ядре (полужидкое) железо, никель, селен, в земной коре – SiO_2 , магний, железо. В мантии сосредоточена основная часть массы – около 68%.

Кора состоит из осадочных пород: глина, песчаник, сланцы, граниты, базальты, в них – руды.

Дельсэм в 1983 году обнаружил близость соотношения атомов элементов в составе живых организмов, в межзвездном газе и газовом веществе комет (O, C, N, H).

Земля обладает гравитационным, магнитным и электрическим полями. Гравитация описывается законом всемирного тяготения Ньютона. Магнитное поле складывается из двух составляющих: одна главная, очень медленно меняющаяся, существующая за счет существования магнитного ядра, 99%, другая, переменная составляющая, 1%, связана с магнитным излучением Солнца. Магнитные полюса Земли смещены по отношению к географическим. Переполусовка происходит за период от нескольких сотен тысяч до нескольких миллионов лет. Поверхность земного шара заряжена отрицательно. Земное электрическое поле всё время меняется. В среднем $E=130 \text{ В/м}$ (Напряжённость). Все точки лежащего человека находятся под одним потенциалом. С высотой напряженность падает. Полная разность потенциалов между поверхностью Земли и ионосферой составляет 400 тысяч вольт. Атмосфера заряжена положительно. Грозовые разряды не дают электричеству Земли уйти в космос. 1

удар молнии возвращает земле 20-30 Кл отрицательного электричества. Все напряжение электричества Земли составляет примерно 40000 В.

Вопросы для самоконтроля:

1. Дайте описание основных звездных характеристик.
2. Раскройте основные этапы эволюции звёзд.
3. Что такое слабый и сильный антропный принцип?
4. Каково строение и химический состав планеты Земля?
5. Как исторически менялись представления о происхождении и эволюции Солнечной системы?

Лекция №7 Космология

Аннотация. Данная тема описывает исторически сложившиеся космологические модели и современные теории происхождения и эволюции вселенной (теория Большого взрыва и теория инфляции).

Ключевые слова: космология, теория большого взрыва, теория инфляции, закон Хаббла, красное смещение, реликтовое излучение.

Методические рекомендации по изучению темы: Следует внимательно ознакомиться с материалом лекции, после чего необходимо выполнить закрепление материала, отвечая на предлагаемые вопросы для самопроверки. Для каждой темы приведён список литературы, который поможет вам при необходимости более детально изучить данную тему.

Глоссарий по теме лекции №7:

Красное смещение - сдвиг спектральных линий химических элементов в красную(длинноволновую) сторону. Это явление может быть выражением эффекта Доплера или гравитационного красного смещения, или их комбинацией.

Реликтовое излучение - электромагнитное излучение, заполняющее наблюдаемую часть Вселенной. Оно возникло на ранних стадиях расширения Вселенной и играло важную роль в её эволюции; является уникальным источником информации о прошлом Вселенной.

Сингулярность - математическая сингулярность — точка, в которой математическая функция стремится к бесконечности или имеет какие-либо иные нерегулярности поведения; гравитационная сингулярность — область пространства-времени, в которой кривизна пространственно-временного континуума обращается в бесконечность или терпит разрыв, либо метрика обладает иными патологическими свойствами, не допускающими разумной физической интерпретации; сингулярность в космологии — состояние Вселенной в начальный момент Большого взрыва, характеризующееся бесконечной плотностью и температурой вещества.

Физический вакуум - это низшее энергетическое состояние квантового поля. Этот термин был введен в квантовую теорию поля для объяснения некоторых процессов. Среднее число реальных элементарных частиц – квантов

поля – в физическом вакууме равно нулю, однако в нем могут рождаться пары частицы в промежуточных состояниях, существующие короткое время – виртуальные частицы.

Эффект Доплера - изменение частоты и длины волн, регистрируемых приёмником, вызванное движением их источника и/или движением приёмника. При удалении источника от приёмника наблюдается красное смещение (возрастание длины волны), при приближении синее или фиолетовое смещение (уменьшение длины волны).

Рекомендуемые источники литературы:

1. Нефедьев Ю.А. Естественнонаучная картина мира. Часть 2.: [электронный ресурс] // В.С. Боровских, А.И. Галеев, В.М. Бердникова, С.А. Дёмин, О.Ю. Панищев,. Казань, 2012. URL: http://www.kpfu.ru/docs/F570530067/%CA%D1%C5_2.pdf;
2. <http://www.astronet.ru>;
3. <http://sevengalaxy.ru>;
4. <http://www.krugosvet.ru>;
5. <http://all-sci.net>;
6. http://www.astrotime.ru/big_vzriv.html;
7. <http://poiskknig.ru>;
8. <http://elementy.ru>;
9. <http://dic.academic.ru>;
10. <http://ru.wikipedia.org>.

Космология – это наука о свойствах и эволюции вселенной.

Поведение и свойства объектов вселенной описывается одинаковыми и не изменяющимися во времени физическими законами:

1. Закон сохранения энергии (ЗСЭ).
2. Закон всемирного тяготения.
3. Закон сохранения импульса, закон сохранения момента импульса.

А. Фридман (1868-1925) разработал на основании теории Эйнштейна, который сам считал, что вселенная стационарна во времени, три модели. Он предположил, что вселенная может или расширяться (в Римановском пространстве), или сужаться (сжиматься), или пульсировать. Сам Фридман склонялся к модели расширения. В 1917 году Слайфер обнаружил красное смещение в спектре галактики, установив спектрограф на телескоп. Еще в середине XIX века Доплер обосновал смещение спектра в длинноволновые области при удалении от объекта. В 1929 году Э. Хаббл заинтересовался красным смещением Слайфера и обнаружил, что все далёкие галактики имеют красное смещение спектра, а значит все они согласно Доплеровскому эффекту удаляются. Таким образом открытие Хаббла подтверждает тот факт, что наша вселенная расширяется. Последние исследования показывают, что расширение вселенной на данный момент происходит с ускорением.

Закон Хаббла: Красное смещение спектральных линий галактик в сторону длинных волн тем больше, чем дальше от нас находятся галактики.

$V=HR$, где V – скорость галактики, H – постоянная Хаббла, R – расстояние до галактики. H лежит в пределах от 50 до 100, обычно около 75.

1 Пк (парсек) = 3,26 светового года = $3,08 \cdot 10^{16}$ м.

$$H = \frac{1}{\tau}$$

Здесь τ – время жизни Вселенной. $\tau = 13,7$ млрд. лет.

На основании этой модели Гамов в 30-40-е гг. разработал *теорию Большого Взрыва*. Он считал, что до большого взрыва в начальный момент существования вселенной, вселенная находилась в сверхплотном и сверхгорячем состоянии, называемом *сингулярностью*: $\rho = 10^{19}$ г/см³, $T = 10^{32}$ К. Далее примерно 13-15 млрд. лет назад, произошёл переход от сингулярности к расширению, называемый большим взрывом.

По этой модели выделены четыре эры развития вселенной:

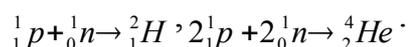
Адронная эра ($\tau = 10^{-4}$ с). Эта эра образования тяжелых частиц (барионов, или адронов) из кварков. Вселенная состояла из барионов и антибарионов, происходили реакции аннигиляции. Потом стали распадаться на нейтроны и протоны (их больше). Эти протоны существуют до сих пор, положительный барионный заряд – тоже.

$$T_{1p} = 10^{32} \text{ лет}$$

Лептонная эра ($\tau = 0,2$ с) – эра образования лёгких частиц (электронов, фотонов, позитронов).

Фотонная или эра излучения ($\tau = 1$ млн. лет.) Реликтовое нейтрино (ν) образовали в эту эру, но обнаружить их пока не удалось. В конце лептонной эры протонов и нейтронов стало примерно одинаковое количество.

Энергия фотонов уменьшается по сравнению с первыми двумя эрами, длина волны увеличивается, и они переходят в рентгеновское и ультрафиолетовое излучение. В фотонную эру вещество отделяется от антивещества, и фотоны отделяются от вещества в виде различных электромагнитных излучений (ЭМИ) – рентгеновского, ультрафиолетового (УФ), светового, инфракрасного, радиоволн. Вселенная становится прозрачной для излучения, появляется свет. В этой же эре произошел первичный нуклеосинтез. Начинают образовываться ядра:



Реликтовое фотонное излучение, которое отделилось от вещества, было обнаружено в 1965-м году Арно Пензиасом и Робертом Вильсоном. Температура этого излучения равна средней температуре космоса 2,7 К, длина волны составляет порядка 1 мм. Сильное фотонное излучение, которое до сих

пор находится в космосе. Обнаружение реликтового излучения является одним из экспериментальных доказательств теории Большого Взрыва.

К концу фотонной эры гамма-фотонов стало в 1 млрд. раз больше, чем протонов и нейтронов вместе взятых. До сих пор сохраняется это соотношение. Называется безразмерной энтропией:

$$\frac{N_\gamma}{N_{p+n}} \cong 10^9$$

Звездная эра (продолжается). Начинается после фотонной с появлением атомов H и He.

Водородно-гелиевая вселенная, однородная и изотропная. Атомов водорода образовалось в 3 раза больше, чем атомов гелия. Так было 500 тысяч лет. Вселенная, как самоорганизующаяся система, начала расслаиваться, образуя флуктуации плотности вещества, которое начало закручиваться под действием гравитационных сил. Ньютон утверждал, что из-за гравитации могли быть изменения, приводящие к образованию звезд, галактик и т.п. В 1992 году Зельдович расширил теорию гравитационной неустойчивости (образование «блинов», продолжение сжатия). Модель Гамова удачно описывает многие явления во вселенной, например, эксперименты Хаббла, открытие фотонного реликтового излучения. Однако же, она не в состоянии объяснить:

1. Скручивание галактик, «блинов». Однообразное крупномасштабное закручивание.

2. Образование вихрей во вселенной, которые двигаются со скоростью 100-300 км/с.

Для объяснения этих эффектов была создана теория газодинамического образования вихрей (Ударная волна, образованная при столкновении «блинов», закручивание галактик в одну сторону).

В конце XX века была обнаружена ячеистая структура вселенной. По границам ячеек распространено вещество, а в середине – так называемая скрытая масса. Предположительный объем одной ячейки – 1 миллион кубических парсеков. Исследования XXI подтверждают ячеистость крупномасштабной структуры вселенной. Поэтому в настоящее время вселенную считают однородной и изотропной по распространению в ней вещества. Модель Гамова не может объяснить такую изотропность вещества вселенной.

Разработана альтернативная теория образования вселенной – теория инфляции, или теория раздувания вселенной (Гут, 80-е гг.). Основывается на последних достижениях по экспериментам с элементарными частицами. Все произошло из ничего, из физического вакуума, в котором не было вещества, но была огромная энергия. Ячейка физического вакуума, не сдерживаемая гравитацией из-за отсутствия вещества, за 10^{-35} секунды раздувается до размеров метagalaktiki, после чего через 10^{-31} секунды энергия переходит в вещество. Это и было изначальной точкой, из которой образовалась вселенная, с $\rho=10^{42}$ г/см³ и $T=10^{28}$ К. Теория инфляции расходится с теорией Большого

взрыва только по вопросу о начальном состоянии вселенной, далее их предсказания совпадают.

Самое фундаментальное, что нам дала эта теория – это то, что вещество вышло из вакуума и рано или поздно исчезнет снова в этом вакууме. Исходя из этой теории, следует, что модель пульсирующей вселенной Фридмана возможна, но только при условии распада протонов. По теории инфляции в точке образования вещества соединяются все четыре фундаментальных взаимодействия (Теория Великого Объединения).

По современным представлениям расширяющаяся вселенная состоит из:

1. Светящееся вещество (галактики, звезды, планеты, межзвездный газ [пыль из атомов водорода, гелия и примесей других элементов]) – барионная форма существования материи.

2. Реликтовое излучение (фотоны).

3. Темная (скрытая) материя – вещество, пока неизвестное учёным, этой массы в несколько раз больше.

Другие модели вселенной:

Модель Хойла (50-е гг.) – взаимопревращение вещества и антивещества, модель стационарной вселенной.

Модель Зельдовича (1992) – модель «холодной» вселенной.

Модель Альфена (90-е гг.) – считает, что роль играет не только гравитационное, но и электромагнитное излучение. Вся вселенная пронизана плазмой. Экспериментально установлено, что электромагнитные силы участвуют в образовании квазаров. Реликтовое излучение – микроволновой фон, окружающий плазму.

Вопросы для самоконтроля:

1. Раскройте основные этапы теории Большого взрыва.
2. Что является экспериментальным подтверждением теории Большого взрыва?
3. Каковы главные проблемы теории Большого взрыва?
4. В чём суть теории инфляции?
5. Опишите космологические модели Фридмана. Какова современная точка зрения на данный вопрос?

Лекция № 8 Происхождение жизни

Аннотация. В данной теме кратко даётся описания основных концепций происхождения жизни и раскрывает поэтапно современную научную точку зрения по данному вопросу.

Ключевые слова: креационизм, панспермия, абиогенез, прокариоты, эукариоты, аэробы, анаэробы, фотосинтез, многоклеточные, одноклеточные, коацерваты, первичный бульон.

Методические рекомендации по изучению темы: Следует внимательно ознакомиться с материалом лекции, после чего необходимо выполнить закрепление материала, отвечая на предлагаемые вопросы для самопроверки. Для каждой темы приведён список литературы, который поможет вам при необходимости более детально изучить данную тему.

Глоссарий по теме лекции №8:

Абиогенез - (абиогенный синтез) образование органических соединений, характерных для живой природы, вне организмов и без участия ферментов, в результате химических реакций между неорганическими веществами.

Ароморфоз - арогенез, морфо-физиологический прогресс, одно из главных направлений биологического прогресса живых существ, при котором в ходе эволюционного развития усложняется их организация.

Биосфера - оболочка Земли, заселенная живыми организмами, находящаяся под их воздействием и занятая продуктами их жизнедеятельности, «пленка жизни», глобальная экосистема Земли.

Биоценоз - это исторически сложившаяся совокупность животных, растений, грибов и микроорганизмов, населяющих относительно однородное жизненное пространство (определенный участок суши или акватории), и связанных между собой и окружающей средой.

Нуклеоль - ядрышко, плотное тельце внутри ядра клетки. Состоит в основном из рибонуклеопротеидов; участвует в образовании рибосом. Обычно в клетке одно ядрышко, реже несколько или много.

Нуклеиновая кислота - высокомолекулярное органическое соединение, биополимер (полинуклеотид), образованный остатками нуклеотидов. Нуклеиновые кислоты ДНК и РНК присутствуют в клетках всех живых организмов и выполняют важнейшие функции по хранению, передаче и реализации наследственной информации.

Озоновый слой - это тонкий газовый слой в стратосфере (от 10 км и выше от поверхности Земли), С начала 20 века ученые наблюдают за состоянием озонового слоя атмосферы. Сейчас уже все понимают, что стратосферный озон является своего рода естественным фильтром, препятствующим проникновению в нижние слои атмосферы жесткого космического излучения - ультрафиолета-В.

Хромосома - нитевидная структура клеточного ядра, несущая генетическую информацию в виде генов, которая становится видной при делении клетки. Хромосома состоит из двух длинных полинуклеатидных цепей, образующих молекулу ДНК. Цепи спирально закручены одна вокруг другой. ДНК соединена с белками гистонами. Вдоль всей длины молекулы ДНК линейно располагаются гены. В ядре каждой соматической клетки человека содержится 46 хромосом, 23 из которых являются материнскими, а 23 - отцовскими. Каждая хромосома может воспроизводить свою точную копию в промежутках между клеточными делениями, так что каждая новая образующаяся клетка получает полный набор хромосом.

Рекомендуемые источники литературы:

1. Нефедьев Ю.А. Естественнонаучная картина мира. Часть 2.: [электронный ресурс] // В.С. Боровских, А.И. Галеев, В.М. Бердникова, С.А. Дёмин, О.Ю. Панищев., Казань, 2012. URL: http://www.kpfu.ru/docs/F570530067/%CA%D1%C5_2.pdf;
2. <http://o-planete.ru>;
3. <http://biobox.spb.ru>;
4. <http://paleontologylib.ru>;
5. http://afonin-59-bio.narod.ru/4_evolution/4_evolution_lec/evol_lec_14.htm;
6. <http://poiskknig.ru>;
7. <http://elementy.ru>;
8. <http://dic.academic.ru>;
9. <http://ru.wikipedia.org>.

Основные концепции происхождения жизни

Загадка появления жизни на Земле с незапамятных времен волнует людей. На протяжении веков менялись взгляды на эту проблему и было высказано большое количество самых разнообразных гипотез и концепций. Некоторые из них получили широкое распространение и доминировали в те или иные периоды в истории человечества. К такого рода концепциям происхождения жизни относят:

- 1) креационизм, утверждающий, что жизнь создана сверхъестественным существом в результате акта сотворения;
- 2) концепцию стационарного состояния, в соответствии с которой жизнь существовала всегда;
- 3) концепцию самопроизвольного зарождения жизни, основывающуюся на идее многократного возникновения жизни из неживого вещества;
- 4) концепцию панспермии, утверждающую, что жизнь занесена на Землю из космоса;
- 5) концепцию случайного однократного происхождения жизни;
- 6) концепцию закономерного происхождения жизни путем абиогенеза и биохимической эволюции.

Такое разнообразие взглядов вызвано тем обстоятельством, что точно воспроизвести или экспериментально подтвердить процесс зарождения жизни сегодня невозможно.

Концепция закономерного происхождения жизни путем абиогенеза и биохимической эволюции

Эту концепцию разделяют большинство учёных сегодня, она является наиболее доказанной, хотя и в ней имеется множество пробелов.

Химические и физические условия на Земле делают ее уникальной в Солнечной системе. Все параметры подобраны наилучшим образом для зарождения жизни: возраст Земли около 4,6 млрд. лет; температура поверхности в начальный период была $4000 \div 8000^{\circ}\text{C}$. По мере того как Земля остывала,

углерод и более тугоплавкие металлы конденсировались и образовали земную кору. Атмосфера была совершенно иной, легкие газы – водород, гелий, азот, кислород уходили из атмосферы, так как гравитационное поле нашей еще недостаточно плотной планеты не могло их удержать, но простые соединения, содержащие эти элементы, удерживались. Первичная атмосфера содержала водород и соединения углерода (метан) и азота (аммиак); лабораторные опыты показали, что отсутствие в атмосфере кислорода было необходимым условием возникновения жизни, так как органические вещества гораздо легче создаются в восстановительной среде, чем в атмосфере, богатой кислородом.

Имеются разные теории образования жизни на Земле. В.И. Вернадский считал, что жизнь появилась одновременно с образованием Земли, а периоду развития жизни предшествовал длительный период химической эволюции Земли, во время которого (3-5 млрд. лет тому назад) образовались сложные органические вещества и протоклетки, возникновение которых положило начало биохимической эволюции. Существуют три способа синтеза природных органических веществ. Содержащие углерод и азот вещества могли возникать в расплавленных глубинах Земли и извергаться на земную поверхность при вулканической деятельности, попадая далее в океан. По мнению А.И. Опарина органические вещества могли создаваться и в океане из более простых соединений, причем энергию для этих реакций синтеза доставляла интенсивная солнечная радиация (главным образом, ультрафиолетовая), падавшая на Землю до того, как образовался слой озона, который стал задерживать большую ее часть. Находящееся в океанах разнообразие простых соединений, площадь поверхности Земли, доступность энергии и масштабы времени позволяют предположить, что в океанах постепенно накопились органические вещества и образовался тот «первичный бульон», в котором могла возникнуть жизнь. Также органические соединения могли образоваться во Вселенной из неорганической космической пыли. Требуется небольшой набор блоков-мономеров (низкомолекулярных соединений), чтобы построить любое сложное органическое соединение, входящее в состав живых тел: 29 мономеров (из них 20 аминокислот, 5 азотистых оснований) описывают биохимическое строение любого живого организма. Структура живой материи состоит из аминокислот (из которых построены все белки), азотистых соединений (составные части нуклеиновых кислот), глюкозы, как источника энергии жиров, и структурного материала, идущего на построение в клетке мембран и запасующего энергию.

Следующим этапом после того, как углеродистые соединения образовали «первичный бульон», стало появление биополимеров – белков и нуклеиновых кислот, обладающих свойством самовоспроизводства себе подобных. Концентрация веществ, необходимых для образования биополимеров, могла возникнуть в результате осаждения органических соединений на минеральных частицах, например, на глине или гидроокиси железа, образующих ил прогреваемого Солнцем мелководья. Органические вещества могли образовать на поверхности океана тонкую пленку, которую ветер и волны гнали к берегу, где она собиралась в толстые слои. Например, известен процесс объединения

родственных молекул в разбавленных растворах. При формировании Земли, воды, пропитывающие земной грунт, непрерывно перемещали растворенные в них вещества из мест их образования в места накопления, и формировались пробионты – системы органических веществ, способных взаимодействовать с окружающей средой, то есть расти и развиваться за счет поглощения из окружающей среды разнообразных богатых энергией веществ. Здесь возможен примитивный отбор, ведущий к постепенному усложнению и упорядоченности и обеспечивающий преимущество в выживании. Механизм отбора, действовавший на самых ранних стадиях зарождения органических веществ, заключался в том, что из множества образующихся веществ сохранялись устойчивые к дальнейшему усложнению. Затем образовывались микросферы – шаровидные тела, возникающие при растворении и конденсации абиогенно полученных белковоподобных веществ. С целью подтверждения возможности абиогенного синтеза были проведены следующие опыты: воздействуя на смесь газов электрическими зарядами, имитирующими молнию, и ультрафиолетовым излучением, ученые получали сложные органические вещества, входящие в состав живых белков. Органические соединения, играющие большую роль в обмене веществ, были искусственно получены при облучении водных растворов углекислоты. Были синтезированы и простые нуклеиновые кислоты, и таким образом доказано, что абиогенное образование органических соединений во Вселенной могло происходить в результате воздействия тепловой энергии, ионизирующего и ультрафиолетового излучений и электрических разрядов. Термоядерные процессы, протекающие в недрах Земли, служат первичным источником этих форм энергии. На основе синергетических законов было установлено, что энергия имела для возникновения жизни не меньшее значение, чем вещество. Некоторые из первых стадий эволюции жизни были связаны с возникновением механизмов, способных поглощать и трансформировать химическую энергию, как бы выталкивая систему в сильнонеравновесные условия. Когда появились неравновесные структуры, были созданы условия для перехода к живому, но еще не для воспроизводства. В образовании органических соединений большую роль играло не только вещество космического пространства, но и энергия звезд.

Началом жизни на Земле можно считать появление нуклеиновых кислот, способных к воспроизводству белков, каким же был переход от сложных органических веществ к простым живым организмам до сих пор неясен. Теория биохимической эволюции предлагает лишь общую схему, в соответствии с ней на границе между коацерватами (сгустками органических веществ) могли выстраиваться молекулы сложных углеводов, что приводило к образованию примитивной клеточной мембраны, обеспечивающей коацерватам стабильность. Результатом стало включение в коацерват молекулы, способной к самовоспроизведению, и могла возникнуть примитивная клетка, способная к росту. Объяснение способности живых систем к самовоспроизведению, то есть сам переход от сложных неживых систем к простым живым организмам, является самой трудной задачей для этой гипотезы. В дальнейшем для

объяснения модели происхождения жизни появятся новые знания, которые будут все более обоснованными, но чем более качественно новое отличается от старого, тем труднее объяснить его возникновение. Поэтому мы можем говорить не о точных теориях, а о моделях и гипотезах.

Следующим шагом в организации живого должно было стать образование мембран, которые ограничивали смеси органических веществ от окружающей среды. При их появлении и образовалась клетка как единица жизни, главное структурное отличие живого от неживого, так как все основные процессы, определяющие поведение живого организма, протекают в клетках. Тысячи химических реакций происходят одновременно для того, чтобы клетка могла получить необходимые питательные вещества, синтезировать специальные биомолекулы и удалить отходы. Огромное значение для биологических процессов в клетке имеют ферменты. Они часто обладают высокой специализированностью и могут влиять только на одну реакцию. Принцип их действия состоит в том, что молекулы других веществ стремятся присоединиться к активным участкам молекулы фермента. Тем самым повышается вероятность их столкновения, а, следовательно, скорость химической реакции.

Синтез белков осуществляется в цитоплазме клетки. Почти в каждой из клеток человека синтезируется свыше 10 000 разных белков. Величина клеток колеблется от микрометра до более одного метра (у нервных клеток, имеющих отростки). Клетки могут быть дифференцированными (нервные, мышечные и т. д.), и большинство из них обладает способностью восстанавливаться, но некоторые, например, нервные почти не восстанавливаются. Примером клеток без ядер, но имеющих нити ДНК, являются нынешние бактерии и сине-зеленые водоросли. Они обладают свойствами: 1) подвижность; 2) питание и способность запасать пищу и энергию; 3) защита от нежелательных воздействий; 4) размножение; 5) раздражимость; 6) приспособление к изменяющимся внешним условиям; 7) рост. Возраст таких древних организмов около 3 млрд. лет. Следующим этапом (приблизительно 2 млрд. лет тому назад) стало возникновение в клетке ядра. Такие одноклеточные организмы с ядром называются простейшими, их существует 25-30 тыс. видов. Самыми простейшими из них являются амебы. Ядро простейших окружено двухмембранной оболочкой с порами и содержит хромосомы и нуклеоли. Ископаемые простейшие: радиолярии и фораминиферы – основные части осадочных горных пород. Многие простейшие обладают сложным двигательным аппаратом. 1 млрд. лет тому назад появились первые многоклеточные организмы. Произошло разделение живой материи на растительный и животный мир. Первый важный результат растительной деятельности: фотосинтез – создание органического вещества из углекислоты и воды при использовании солнечной энергии, улавливаемой хлорофиллом. Продукт фотосинтеза – кислород в атмосфере. Возникновение и распространение растительности привело к коренному изменению состава атмосферы, первоначально имевшей очень мало свободного кислорода.

Растения, ассимилирующие углерод из углекислого газа, создали атмосферу, содержащую свободный кислород, который является не только активным химическим агентом, но и источником озона, преградившего путь коротким ультрафиолетовым лучам к поверхности Земли.

Тысячелетиями накапливавшиеся в земной коре остатки растений образовали грандиозные энергетические запасы органических соединений (уголь, торф), а развитие жизни в Мировом океане привело к созданию осадочных горных пород, состоящих из скелетов и других остатков морских организмов.

Итак, подводя итоги, следует отметить, что первичные организмы, возникшие на Земле более 4 млрд. лет назад, обладали следующими свойствами:

- они были гетеротрофными организмами, т.е. питались готовыми органическими соединениями, накопленными на этапе космической эволюции Земли;
- они были прокариотами — организмами, лишенными оформленного ядра;
- они были анаэробными (живущими только при отсутствии свободного кислорода) организмами, использующими в качестве источника энергии дрожжевое брожение;
- они появились в виде первичной биосферы, состоящей из биоценозов, включающих различные виды одноклеточных организмов;
- они появились и долгое время существовали только в водах первичного океана.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие существуют концепции происхождения жизни на Земле? Какая из них является современной научной точкой зрения?
2. Раскройте поэтапно современные представления о том, как возникла и эволюционировала жизнь на Земле.
3. Какие существуют экспериментальные доказательства абиогенеза?
4. Какими свойствами обладали первичные организмы Земли?

Лекция №9 Антропогенез

Аннотация. Данная тема посвящена вопросам происхождения и эволюции человека.

Ключевые слова: антропогенез, палеонтология, проконсулы, австралопитеки, неандерталец, кроманьонец, эволюция.

Методические рекомендации по изучению темы: Следует внимательно ознакомиться с материалом лекции, после чего необходимо выполнить закрепление материала, отвечая на предлагаемые вопросы для самопроверки. Для каждой темы приведён список литературы, который поможет вам при необходимости более детально изучить данную тему.

Глоссарий по теме лекции №9:

Генетика - наука о закономерностях наследственности и изменчивости. В зависимости от объекта исследования классифицируют генетику растений, животных, микроорганизмов, человека и другие; в зависимости от используемых методов других дисциплин — молекулярную генетику, экологическую генетику и другие. Идеи и методы генетики играют важную роль в медицине, сельском хозяйстве, микробиологической промышленности, а также в генетической инженерии и теории эволюции.

Глобальный эволюционизм - это интегративное исследовательское направление, учитывающее динамику развития неорганического, органического и социального миров. Он опирается на идею о единстве мироздания и представления о том, что весь мир является огромной эволюционирующей системой. Глобальный эволюционизм включает четыре типа эволюции: космическую, химическую, социальную и биологическую — объединяя их генетической и структурной преемственностью. Наряду со стремлением к объединению представлений о живой и неживой природе, социальной жизни и техники одной из целей глобального эволюционизма является потребность интегрировать естественнонаучное, обществоведческое, гуманитарное и техническое знание, т. е. глобальный эволюционизм претендует на создание нового типа целостного знания, сочетающего научные, методологические и философские основания. Появление синергетики также свидетельствует о поиске глобальных и общеэволюционных закономерностей, универсально объединяющих развитие систем различной природы.

Палеоантропология - раздел физической антропологии, изучающий эволюцию гоминид на основе ископаемых останков.

Человекообразные обезьяны - группа высших приматов. Вместе с семейством гоминид (человек современный и более ранние человеческие существа) составляют надсемейство человекоподобных приматов, гоминоидов. Согласно наиболее распространённой системе, Ч. о. включают 2 семейства: гиббоны, или малые Ч. о., и понгиды, или крупные Ч. о., — орангутан, шимпанзе, горилла.

Эволюция - процесс постепенного изменения, развития. В биологии - естественный процесс развития живой природы, сопровождающийся изменением генетического состава популяций, формированием адаптаций, видообразованием и вымиранием видов, преобразованием экосистем и биосферы в целом.

Рекомендуемые источники литературы:

1. <http://paleontologylib.ru;>
2. <http://antropogenez.ru;>
3. Нефедьев Ю.А. Естественнонаучная картина мира. Часть 2.: [электронный ресурс] // В.С. Боровских, А.И. Галеев, В.М. Бердникова,

- С.А. Дёмин, О.Ю. Панищев, Казань, 2012. URL:
http://www.kpfu.ru/docs/F570530067/%CA%D1%C5_2.pdf;
4. <http://sbio.info>;
 5. <http://www.2fj.ru>;
 6. <http://www.evolbiol.ru>;
 7. <http://poiskknig.ru>;
 8. <http://elementy.ru>;
 9. <http://dic.academic.ru>;
 10. <http://ru.wikipedia.org>.

В самом общем виде концепции антропогенеза можно разделить на три группы: креационизм (религиозный подход), глобальный эволюционизм (философский подход) и теорию эволюции (научный подход).

В нашей лекции мы рассмотрим современную научную версию происхождения человека.

Антропогенез - это процесс исторического и эволюционного формирования человеческого вида, развития его трудовой деятельности, речи, а также общества в целом. Изучением антропогенеза занимаются сразу несколько дисциплин, среди которых ключевую роль играют палеоантропология и генетика.

По современным представлениям, в отличие от представления Дарвина, люди некогда в очень далёком прошлом имели общих предков с обезьянами. Эти существа не были ни обезьянами, ни людьми в современном понимании. В ходе эволюции сначала от этой общей ветви отделились мартышковые обезьяны, а далее разошлись пути человекообразных обезьян и людей.

Находка черепа Сааданиуса (Саудовская Аравия в 2009 г) достойна первого упоминания, т. к. именно он считается представителем последнего общего предка гоминоидов и мартышковых. Гоминоиды это человекообразные обезьяны и люди. Считается, что примерный срок разделения двух ветвей (гоминоидов и мартышковых обезьян) это примерно 28-29 млн. лет назад.

Проконсулы - самые древние гоминоиды, жившие 15-18 млн. лет назад, от них произошел **коратпитек** (10-13,5 млн. лет назад), который, как предполагается, является предком орангутанга. Останки найдены в Тайланде в 2003 году.

Другая ветвь - **наколиптек** - жил 9,8 млн. лет назад. Это последний общий предок горилл, шимпанзе и гоминидной линии. Найден в Кении, только челюсти и фрагменты зубов и описан японской группой в 2007 году.

Далее следует группа ранних **австралопитеков**. В 2002 году был описан **сахилиантроп**, это существо, жившее 6-7 млн. лет назад на территории современной республики Чад с признаками прямохождения. Считается самым древним человеческим предком. Далее в списке ранних австралопитеков следует **орроин** (человек тысячелетия), **ардипитек кадабда**, **ардипитек рамидус**, **австалопитек анаменсис** (анамский человек). Все эти существа были прямоходящие, но могли передвигаться и на четвереньках как гориллы и

шимпанзе. Наиболее вероятным нашим предком является **австралопитек афаренсис** (афарский человек). Останки найдены в Хадаре в 1973-1977 годах. Существовал данный вид 4-2,5 млн. лет назад, он является прародителем ветви массивных австралопитеков и ветви хабилисов. **Ранние хомос** или по-другому **пропитекантропы** начинается с **хомо хабилиса** (человека умелого), жившего 1,5-2,3 млн. лет назад. Найден был в Кении и описан в 1964 году. Это первый предок, который стал заготавливать каменные орудия и перешел на всеядность. С него начинается стремительный рост размеров головного мозга. Т. о., одновременно существовали и развивались две независимые, хотя и родственные группы гоминид: массивные австралопитеки (тупиковая ветвь развития) и хабилисы (наши предки).

Далее в 1891-1893 годах Дюбоа во время раскопок в Индонезии обнаружил кости существ, названных в последствии **питекантропами**. Сейчас известно несколько разновидностей этих существ, которые образуют форму человек прямоходящий - **хомо эректус** или **архантроп**. За время своего существования (2 млн. - 200 тыс. лет назад) они распространились не только по Африке, но и заселили всю Евразию. Поэтому найдено сразу несколько форм архантропов: европейские формы (**гейдельбергский человек**, живший 800-350 тыс. лет назад), яванский **человек** (700-30 тыс. лет назад), **китайский человек** или **синантроп**, останки которого найдены 1923 году около Пекина датировкой 770 тыс. лет назад. Также к европейским формам относят **грузинский человек**, найденный в Грузии, один из самых примитивных архантропов, которые появились в Европе. Мозг этих гоминид достигал 1200 см в кубе в объеме. В нем обнаружены участки, отвечающие за речь. Примерно 500 тыс. лет назад люди научились пользоваться огнем, носили шкуры зверей, изготавливали сложные орудия труда, участвовали в коллективной охоте и проводили первые обряды. К африканской форме человека прямоходящего относится человек **флоресский и родезийский человек**, которые вымерли только примерно 15-30 тыс. лет назад.

Около 300 тыс. лет назад появился современный тип человека - **Хомо Сапиенс**. Объем мозга у них соответствовал современному 1200-1600 см в кубе. Они жили в постоянных сообществах, строили жилища, создавали более сложные орудия труда, хоронили мертвых. Известны 2 формы Сапиенсов: **неандертальцы** и **кроманьонцы**. Неандертальцы были потомками европейских архантропов, отделенные от других сородичей оледенением. Впервые найдены в долине Неандерталь в Германии. Они жили 200-25 тыс. лет назад по всей Центральной и Южной Европ, Северной Африке, Средней Азии. Рост 150-165 см, вес от 70 до 80 кг. Объем мозга неандертальцев превышал мозг современного человек в среднем на 20%. Создавали каменные ножи, сверла, костяные иглы и даже примитивные музыкальные инструменты, такие как флейта. В 90 гг. 20 в генетические исследования показали, что неандертальцы не были прямыми предками современного человека, а представляют лишь боковую, тупиковую ветвь гоминид. Соответственно считалось, что мы произошли только от кроманьонцев.

Современные исследования показывают, что у европейских людей обнаруживаются 2% неандертальских генов, т. е. неандертальцы и кроманьонцы могли скрещиваться.

Первый скелет первобытного человека современного вида был найден в 1823 году в Уэльсе, но наиболее известна другая находка 1968 года в пещере Кроманьон, поэтому таких людей называют **кроманьонцами** или **неоантропами**. Они являются достоверными предками всех ныне живущих людей и поэтому их останки находят по всему миру. Они создавали предметы первобытного искусства (бусы из ракушек или разрисованные кости и множество наскальных рисунков). Появились около 170 тыс. лет в Африке. 60 тыс. лет назад заселили Азию, 40 тыс. лет назад Европу, начиная с 35 тыс. лет назад заселяли Новую Гвинею, Австралию, а 15 тыс. лет назад из Сибири попали в Северную, а затем Южную Америку.

Не смотря на множество находок и успехов генетической расшифровки в истории появления и развития человечества по прежнему остается множество нерешенных вопросов.

Возможные пути эволюции человека

Люди не перестали эволюционировать, хотя нашей цивилизации не так уж много лет, чтобы мы смогли увидеть какие-то сильные изменения. Учёные предполагают, что в будущем человеческий подвергнется следующим изменениям:

Ослабление иммунной системы. С усилением зависимости человека от лекарств, можно ожидать, что иммунная система человека будет постепенно ослабляться. В будущем, при помощи добавок, человек сможет регулировать свой гормональный фон, чтобы улучшить своё самочувствие.

Мышечная атрофия. Чем меньше каждое поколение будет зависеть от физической силы, тем более вероятно, что наш вид в целом будет становиться слабее.

Увеличенный рост. Средний рост человека стремительно увеличивается последние два века. Всего за 150 последних лет средний рост людей увеличился на 10 сантиметров. Считается, что главной причиной нашего стремления ввысь является изобилие.

Выпадение волос. По многим причинам тело человека уже избавилось от большинства своего волосяного покрова, и со временем, скорее всего, человечество будет становиться всё более лысым.

Перераспределение функций мозга. С развитием технологий, наши мозги адаптируются к большей эффективности, что возможно окажет пагубное влияние на память.

Изменение челюстей. Самым явным изменением в наших челюстях будет отсутствие зубов мудрости, которые не нужны современному человеку, и которые уже достаточно редко встречаются среди некоторых народов.

Изменение нижних конечностей. Предполагается, что на ногах у наших будущих предков останется только по 4 пальца, исчезнет мизинец.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое антропогенез? В чём заключается его отличие от эволюции других организмов?
2. Раскройте основные этапы антропогенеза.
3. Какие родственные связи объединяют людей и человекообразных обезьян? Верно ли выражение: "люди - произошли от обезьян"? Ответ обоснуйте.
4. Какие изменения человеческого вида в будущем прогнозируют современные учёные?

Глоссарий по курсу КСЕ

Атом – наименьшая часть химического элемента, являющаяся носителем его свойств. Как отмечено выше, атом состоит из атомного ядра и окружающего его электронного облака. Ядро атома представляет собой систему из положительно заряженных протонов и электрически нейтральных нейтронов, а окружающее его облако состоит из отрицательно заряженных электронов.

Биогеоценоз - система, включающая сообщество живых организмов и тесно связанную с ним совокупность абиотических факторов среды в пределах одной территории, связанные между собой круговоротом веществ и потоком энергии (природная система). Представляют собой устойчивую саморегулирующуюся экологическую систему, в которой органические компоненты (животные растения) неразрывно связаны с неорганическими (вода, почва). Примеры: сосновый лес, горная долина.

Биосимметрия - направление в учении о симметрии – изучает связь проявлений симметрии у живых организмов и возникающих у них новых свойств или патологий при изменении симметрии в организме на противоположную.

Вероятность – это степень необходимости, способная принимать непрерывный спектр значений от нуля (невозможность) до единицы (необходимость).

Вечный двигатель, существует две теоретические формы вечного двигателя. В первой механизм работает бесконечно без притока энергии извне. Однако этот вид машины противоречит первому закону термодинамики о сохранении энергии. Во второй модели двигатель получает тепло из «неисчерпаемого» источника, например, из океана, и преобразует его в работу. Это нарушает второй закон термодинамики, по которому при таком процессе должно тратиться больше энергии, чем поступает из источника.

Виртуальная частица — некоторый абстрактный объект в квантовой теории поля, обладающий квантовыми числами одной из реальных элементарных частиц (с массой m), для которого, однако, не выполняется обычная связь между энергией и импульсом (то есть $E^2 \neq m^2 c^4 + p^2 c^2$). Виртуальные частицы не могут «улететь на бесконечность»; они рождаются и

обязаны либо поглотиться какой-либо частицей, либо распасться. Таким образом, они существуют как бы в промежуточных состояниях, имея очень короткое время жизни, недостаточное для того чтобы их можно было обнаружить.

Витализм — учение о наличии в живых организмах нематериальной сверхъестественной силы, управляющей жизненными явлениями — «жизненной силы».

Генофонд — понятие из популяционной генетики, описывающее совокупность всех генных вариаций определённой популяции. Популяция располагает всеми своими аллелями для оптимального приспособления к окружающей среде. Можно также говорить о едином генофонде вида, так как между разными популяциями вида происходит обмен генами.

Гомеостаз - это относительное динамическое постоянство состава и свойств внутренней среды и устойчивость основных физиологических функций организма. Понятие “гомеостаз” применяют к биоценозам (сохранение постоянства видового состава и числа особей), в генетике, кибернетике. Таким образом, гомеостаз — это стремление живой системы сохранить стабильность своей организации, рода, популяции.

Гравитационный коллапс - быстрый процесс сжатия вещества под действием собственного притяжения. Иногда под гравитационным коллапсом понимают неограниченное сжатие вещества в черную дыру, описываемое общей теорией относительности (релятивистский коллапс).

Гравитационный радиус - представляет собой характерный радиус, определённый для любого физического тела, обладающего массой: это радиус сферы, на которой находился бы горизонт событий, создаваемый этой массой в общей теории относительности, если бы она была распределена сферически-симметрично, была бы неподвижной (в частности, не вращалась), и целиком лежала бы внутри этой сферы.

Движение - важнейший атрибут, способ существования материи. Движение включает в себя все происходящие в природе и обществе процессы. В самом общем виде движение - это изменение вообще, всякое взаимодействие материальных объектов и смена их состояний.

Детерминизм в современной науке определяется как учение о всеобщей, закономерной связи явлений и процессов окружающего мира. Наличие таких связей является доказательством материального единства мира и существования в мире общих закономерностей.

Дифракция света - отклонение световых волн от прямолинейного распространения, огибание встречающихся препятствий. Если препятствие достаточно мало, т.е. сравнимо с длиной волны, то свет попадает за препятствие в область, где должна бы быть геометрическая тень. Происходит так, потому что после прохождения такого препятствия световая энергия перераспределяется в пространстве, и на экране наблюдается дифракционная картина, чередование максимумов и минимумов освещённости, подобно интерференционной картине.

Закон биогенной миграции атомов В. И. Вернадского - это закон, согласно которому миграция химических элементов на земной поверхности и в биосфере в целом осуществляется или при непосредственном участии живого вещества (биогенная миграция); или же она протекает в среде, геохимические особенности которой обусловлены живым веществом.

Инерциальная система отсчёта (ИСО) — система отсчёта, в которой справедлив закон инерции (1-й закон Ньютона): любое тело, на которое не действуют внешние силы (или сумма сил равно нулю), находится в состоянии покоя или равномерного прямолинейного движения. Всякая система отсчёта, движущаяся относительно ИСО равномерно и прямолинейно, также является ИСО. Согласно принципу относительности, все ИСО равноправны, и все законы физики в них действуют одинаково.

Интерференция света - перераспределение интенсивности света в результате наложения нескольких когерентных световых волн. Это явление сопровождается чередующимися в пространстве максимумами и минимумами интенсивности. Её распределение называется интерференционной картиной.

Катализаторы — вещества, как правило, ускоряющие (в противоположность ингибиторам) скорость химических реакций. Катализаторы не смещают равновесие, а изменяют скорости прямой и обратной реакций, способствуют скорейшему достижению равновесия. Биологические катализаторы — ферменты (энзимы).

Коацерваты, или коацерватные капли - это сгустки подобно водным растворам желатина. Образуются в концентрированных растворах белков и нуклеиновых кислот. Коацерваты способны адсорбировать различные вещества. Из раствора в них поступают химические соединения, которые преобразуются в результате реакций, проходящих в коацерватных каплях, и выделяются в окружающую среду.

Комплементарность - это принцип по которому строиться молекула ДНК. Это строгое соответствие соединения азотистых оснований, соединёнными водородными связями, в котором: А-Т (Аденин) соединяется с Тимином) Г-Ц (Гуанин соединяется с Цитозином) . Таким образом количество А = количеству Т. А если строиться молекула РНК то вместо тимина становится урацил У.

Корпускулярно-волновой дуализм - это теория о том, что любое вещество (электромагнитное излучение, физическое тело, атом и т.п.) представляется на микроуровне одновременно и как мельчайшие частицы (корпускулы), и как волны. В частности, свет - это и корпускулы (фотоны), и электромагнитные волны.

Космогония – раздел астрономии, изучающий происхождение и развитие космических тел и их систем: звёзд и звёздных скоплений, галактик, туманностей, Солнечной системы и всех входящих в неё тел — Солнца, планет (включая Землю), их спутников, астероидов (или малых планет), комет, метеоритов.

Мутационный процесс – это процесс возникновения в популяциях самых разнообразных мутаций: генных, хромосомных и геномных. Мутационный процесс является важнейшим элементарным эволюционным фактором, поскольку поставляет элементарный эволюционный материал – мутации. Именно мутации обеспечивают появление новых вариантов признака, именно мутации лежат в основе всех форм изменчивости.

Научная картина мира это – множество теорий в совокупности описывающих известный человеку природный мир, целостная система представлений об общих принципах и законах устройства мироздания. Поскольку картина мира это системное образование, ее изменение нельзя свести ни к какому единичному, пусть и самому крупному и радикальному открытию. Как правило, речь идет о целой серии взаимосвязанных открытий, в главных фундаментальных науках. Эти открытия почти всегда сопровождаются радикальной перестройкой метода исследования, а так же значительными изменениями в самих нормах и идеалах научности.

Ноосфера (от греч. noos — разум) — это биосфера, разумно управляемая человеком. Ноосфера является высшей стадией развития биосферы, связанной с возникновением и становлением в ней цивилизованного общества, с периодом, когда разумная деятельность человека становится главным фактором развития на Земле.

Онтогенез – индивидуальное развитие организма, охватывающее все изменения от момента зарождения до окончания жизни.

Первичный бульон – термин, введенный советским биологом Александром Ивановичем Опариным. В 1924 году он выдвинул теорию о возникновении жизни на Земле через превращение, в ходе постепенной химической эволюции, молекул, содержащих углерод, в первичный бульон. Первичный бульон предположительно существовал в мелких водоёмах Земли 4 млрд. лет назад. Он состоял из аминокислот, полипептидов, азотистых оснований, нуклеотидов. Он образовался под воздействием электрических разрядов, высокой температуры и космического излучения. При этом атмосфера Земли в то время не содержала кислорода.

Популяция - это надорганизменная живая система, которая является элементарной единицей эволюционного процесса; в ней начинаются процессы видообразования. Популяция входит в состав биоценозов.

Поляризация света - превращение колебаний в различных направлениях, перпендикулярных лучу, в колебания, происходящие в одной плоскости, вследствие отражения, преломления или прохождения света через кристаллическое тело.

Принцип эквивалентности гравитационного поля и сил инерции — эвристический принцип, использованный Альбертом Эйнштейном при выводе общей теории относительности. Один из вариантов его изложения: силы гравитационного взаимодействия пропорциональны гравитационной массе тела, силы инерции же пропорциональны инертной массе тела. Если инертная и

гравитационная массы равны, то невозможно отличить, какая сила действует на данное достаточно малое тело — гравитационная или сила инерции.

Принцип Паули (принцип запрета) — один из фундаментальных принципов квантовой механики, согласно которому два и более тождественных фермиона (частиц с полуцелым спином) не могут одновременно находиться в одном квантовом состоянии.

Редукционизм — методологический принцип, согласно которому сложные явления могут быть полностью объяснены с помощью законов, свойственных явлениям более простым (например, социологические явления объясняются биологическими или экономическими законами).

Репликация (от лат. replicatio — возобновление) — процесс синтеза дочерней молекулы дезоксирибонуклеиновой кислоты на матрице родительской молекулы ДНК. В ходе последующего деления материнской клетки каждая дочерняя клетка получает по одной копии молекулы ДНК, которая является идентичной ДНК исходной материнской клетки. Этот процесс обеспечивает точную передачу генетической информации из поколения в поколение. Репликацию ДНК осуществляет сложный ферментный комплекс, состоящий из 15—20 различных белков, называемый реплисомой.

Симметрия — это неизменность (инвариантность) каких-либо свойств и характеристик объекта по отношению к каким-либо преобразованиям (операциям) над ним.

Синергетика – созданное профессором Штутгартского университета Германом Хакеном научное направление, целью которого являлось, прежде всего, исследование различных аспектов такого явления как самоорганизация – процесса образования упорядоченной структуры в открытой системе за счёт согласованного взаимодействия множества ее элементов.

Синтетическая теория эволюции (СТЭ) — современная эволюционная теория, которая является синтезом различных дисциплин, прежде всего, генетики и дарвинизма. Синтетическая теория в её нынешнем виде образовалась в результате переосмысления ряда положений классического дарвинизма с позиций генетики начала XX века.

Случайность. В возникновение мира случайный компонент существует при рассмотрении с макроуровня. При рассмотрении развития детерминистской вселенной на фундаментальном уровне развитие ситуации совершенно закономерно и не имеет компонентов случая. Вселенная развивалась так, как определяют фундаментальные законы этого мира.

Солнечная активность - комплекс явлений и процессов, связанных с образованием и распадом в солнечной атмосфере сильных магнитных полей. Наиболее изученный вид солнечной активности (СА) — изменение числа солнечных пятен.

Транскрипция(от лат. transcriptio — переписывание) — процесс синтеза РНК с использованием ДНК в качестве матрицы, происходящий во всех живых клетках. Другими словами, это перенос генетической информации с ДНК на РНК.

Трансляция (от лат. *translatio* — перевод) — процесс синтеза белка из аминокислот на матрице информационной (матричной) РНК (иРНК, мРНК), осуществляемый рибосомой.

Ферменты - биокатализаторы белковой природы, вырабатываемые живыми организмами и выполняющие в них важнейшие физиологические функции в сфере процессов обмена веществ. Строго специализированы по характеру выполняемых ими функций. Существуют Ф., вызывающие гидролитическое расщепление белков, углеводов и др. (гидролазы), катализирующие окислительно-восстановительные реакции (оксиредуктазы) и т. д. Способны сохранять свою активность в течение некоторого времени вне организма или после его смерти. Роль их в биогенных преобразованиях захороняющихся орг. остатков в период седиментации и диагенеза существенна и многообразна.

Физическое поле - особая форма материи, система с бесконечным числом степеней свободы. К полям физическим относятся электромагнитные и гравитационные поля, поле ядерных сил, а также волновые (квантованные) поля, соответствующие различным частицам. Источниками поля физического являются частицы. Создаваемые частицами физические поля переносят взаимодействие между соответствующими частицами.

Физический вакуум – это низшее энергетическое состояние квантового поля. Среднее число реальных элементарных частиц – квантов поля – в физическом вакууме равно нулю, однако в нем могут рождаться пары виртуальных частиц.

Филогенез – историческое развитие организмов или эволюция органического мира.

Флуктуация (от лат. *fluctuatio* — колебание) — термин, характеризующий любое колебание или любое периодическое изменение. В квантовой механике — случайные отклонения от среднего значения физических величин, характеризующих систему из большого числа частиц; вызываются тепловым движением частиц или квантовомеханическими эффектами.

Фотосинтез - процесс образования в зеленых клетках растения органических веществ из неорганических за счет энергии света. Фотосинтез способствовал накоплению кислорода в атмосфере и гидросфере, формированию озонового слоя, то есть возникновению предпосылок для выхода жизни на сушу.

Фундаментальные взаимодействия — качественно различающиеся типы взаимодействия элементарных частиц и составленных из них тел. На сегодня достоверно известно существование четырех фундаментальных взаимодействий: гравитационного; электромагнитного; сильного; слабого. В физике механическая энергия делится на два вида — потенциальную и кинетическую энергию. Причиной изменения движения тел (изменения кинетической энергии) является сила (потенциальная энергия). Исследуя окружающий нас мир, мы можем заметить множество самых разнообразных сил: сила тяжести, сила натяжения нити, сила сжатия пружины, сила

столкновения тел, сила трения и т. д. Однако когда была выяснена атомарная структура вещества, стало понятно, что все разнообразие этих сил есть результат взаимодействия атомов друг с другом. Поскольку основной вид межатомного взаимодействия — электромагнитное, то, как оказалось, большинство этих сил — лишь различные проявления электромагнитного взаимодействия. Одно из исключений составляет, например, сила тяжести, причиной которой является гравитационное взаимодействие между телами, обладающими массой.

Химическая кинетика или кинетика химических реакций — раздел физической химии, изучающий закономерности протекания химических реакций во времени, зависимости этих закономерностей от внешних условий, а также механизмы химических превращений.

Химический элемент — это вид атомов с одинаковым зарядом ядра, то есть совокупность изотопов. Под это определение попадают как отдельные атомы, так и находящиеся в химической связи с другими атомами. Именно заряд атомного ядра определяет индивидуальность химического элемента. Свойства химического элемента определяются электронным строением его атома.

Химическая реакция – превращение одного или нескольких исходных веществ в отличающиеся от них по химическому составу и строению другие вещества. Химические реакции не меняют ни общего числа атомов, ни изотопного состава. Характеристиками химических реакций являются равновесная степень превращения, скорость реакции и глубина протекания. На языке физики все хим. реакции – не что иное, как перестройка электронов в атомах, участвующих в реакциях, в то время как ядра атомов в процессе этой реакции остаются незатронутыми.

Чёрная дыра — область в пространстве-времени, гравитационное притяжение которой настолько велико, что покинуть её не могут даже объекты, движущиеся со скоростью света, в том числе кванты самого света. Граница этой области называется горизонтом событий, а её характерный размер — гравитационным радиусом. В простейшем случае сферически симметричной чёрной дыры он равен радиусу Шварцшильда.

Эффект Комптона - рассеяние электромагнитного излучения на свободном электроне, сопровождающееся уменьшением частоты излучения (открыт А. Комптоном в 1923 г.). В этом процессе электромагнитное излучение ведёт себя как поток отдельных частиц – корпускул (которыми в данном случае являются кванты электромагнитного поля - фотоны).

Экосистема - основное понятие экологии. Это совокупность сосуществующих видов растений, животных, грибов, микроорганизмов, взаимодействующих между собой и с окружающей их средой обитания таким образом, что такое сообщество может сохраняться и функционировать на протяжении длительного периода геологического времени. Сообщества взаимодействующих живых организмов представляют собой не случайный набор видов, а вполне определенную систему, достаточно устойчивую,

связанную многочисленными внутренними связями, с относительно постоянной структурой и взаимообусловленным набором видов. Такие системы принято называть биотическими сообществами или биоценозами.

Список литературы

Основная литература:

1. Концепции современного естествознания: [учеб. пособие для студ. вузов] / В. В. Горбачев, В. М. Безденежных.-М.: Экономистъ, 2004.-446;
2. Концепции современного естествознания: [Практикум: учеб. пособие] / С. Х. Карпенков.- 3-е изд., перераб. и доп.-М.: Высш.шк., 2004.-327;
3. Вопросы современного естествознания / Ю.А. Нефедьев [и др.]; Акад. наук Респ. Татарстан, Казан. гос. ун-т, Татар. гос. гуманитар.-пед. ун-т.-Казань: Казан. гос. ун-т, 2006.-152;
4. Концепции современного естествознания: [учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по гуманитарным специальностям, по специальностям экономики и управления и гуманитарно-социальным специальностям] / А. П.Садохин.- 2-е изд., перераб. и доп.-Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2006.-445.
5. Концепции современного естествознания: [учебник] / В. М. Найдыш.-2-е изд., перераб. и доп.-М.: Альфа-М;ИНФРА-М, 2006.-622;
6. Концепции современного естествознания: [учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по гуманитарным специальностям] / А. А. Горелов.-Москва: АСТ: Астрель, 2007.-380;
7. Концепции современного естествознания: [конспект лекций] / О. Н. Стрельник.-Москва: Юрайт, 2007.-221;
8. Краткий курс по концепциям современного естествознания: [учебное пособие] / О. В. Агуреева.-2-е изд., стер.-Москва: Окей-книга, 2009.-153;
9. Концепции современного естествознания: [учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по гуманитарным специальностям] / Г.И. Рузавин.-3-е изд., стер.-Москва: Инфра-М, 2012.-270.

Дополнительная литература:

1. Актуальные вопросы естествознания начала 21 века: [сборник науч. статей памяти проф. А. А. Попова] / отв. ред. Т. В. Андреева.-Казань: ТГГПУ, 2010.-259;
2. Философия естествознания = Preliminary discourse on the study of natural philosophy: об общем характере, пользе и принципах исследования природы: перевод с английского / Дж. Гершель.-Изд. 2-е.-Москва: URSS: ЛИБРОКОМ, 2011.-355;
3. Концепции современного естествознания: [учебное пособие] / Ф. Г. Ялалов.-Нижнекамск: Изд-во НМИ, 2008.-196;
4. Самоорганизация в природе. Синергетика: [учебное пособие] / В. А. Павлова [и др.]; Федер. агентство по образованию, Гос. образоват.

- учреждение высш. проф. образования "Казан. гос. финанс.-экон. ин-т".- Казань: [б. и.], 2008.-45;
5. Физические основы естествознания: [учебное пособие для студ.вузов] / Г. А. Бордовский.-2-е издание, исправленное.-Москва: Дрофа, 2004.-224;
 6. Астрономия. 11 кл.: [Учеб. для общеобразоват. учеб. заведений] / Воронцов-Вельяминов Б.А.-М.: Дрофа, 2001.-223;
 7. Открытая Астрономия. Версия 2. 6:[полный интерактивный курс астрономии для уч-ся школ, лицеев, гимназий, колледжей, студ. технич.вузов] / Н. Н. Гомулина ; ред. В. Г. Сурдина.В.М.: Физикон, 2006;
 8. Экология: [учебник для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки бакалавров "Биология", "Экология и природопользование"] / А.К. Бродский.-Москва: Кнорус, 2012.-269;
 9. Современное естествознание. Т. 1, Физическая химия: [энциклопедия: в 10 томах] / Гл. ред. В. Н. Сойфер; Ред. тома Г. Ф. Воронин.-Москва: МАГИСТР-ПРЕСС, 2000.-328;
 10. Достижения естественных наук и эра Нобелевских премий = Progress of natural sciences and era of Nobel prizes: [учеб. и справ. изд.] / Р.С. Сайфуллин, С.В. Водопьянова, А.Р. Сайфуллин; Акад. наук Респ. Татарстан, Казан. гос. технол. ун-т.—Казань: "Фэн" Акад. наук. РТ, 2005.—355.

Интернет ресурсы:

1. Нефедьев Ю.А. Естественнонаучная картина мира. Часть 1.: [электронный ресурс] // В.С. Боровских, А.И. Галеев, С.А. Дёмин, О.Ю. Панищев, А.Р. Камалеева, В.М. Бердникова. Казань, 2012. URL: http://www.kpfu.ru/docs/F2109597418/%CA%D1%C5_1.pdf;
2. Нефедьев Ю.А. Естественнонаучная картина мира. Часть 2.: [электронный ресурс] // В.С. Боровских, А.И. Галеев, В.М. Бердникова, С.А. Дёмин, О.Ю. Панищев,. Казань, 2012. URL: http://www.kpfu.ru/docs/F570530067/%CA%D1%C5_2.pdf;
3. Российская астрономическая сеть : [электронный ресурс]. URL: <http://www.astronet.ru>;
4. Поиск электронных книг : [электронный ресурс]. URL: <http://poiskknig.ru>;
5. Элементы большой науки : [электронный ресурс]. URL: <http://elementy.ru>;
6. Онлайн словари и энциклопедии : [электронный ресурс]. URL: <http://dic.academic.ru>.

Перечень вопросов к зачёту

1. История развития естествознания
2. Научный метод познания
3. Естествознаучная и гуманитарная культуры, их взаимосвязь
4. Этика научных исследований и псевдонауки
5. Естественнонаучные картины мира
6. Развитие представлений о материи, движении и взаимодействии
7. Принципы симметрии, законы сохранения

8. Эволюция представлений о пространстве и времени
9. Специальная теория относительности
10. Общая теория относительности
11. Микро-, макро-, мегамиры. Структура мегамира
12. Микро-, макро-, мегамиры. Структура микромира
13. Процессы на физическом уровне организации материи
14. Организация материи на химическом уровне
15. Процессы на химическом уровне организации материи
16. Особенности биологического уровня организации материи
17. Молекулярные основы жизни
18. Динамические и статистические закономерности в природе
19. Концепции квантовой механики
20. Принцип возрастания энтропии
21. Закономерности самоорганизации.
22. Принципы универсального эволюционизма
23. Космология
24. Космогония
25. Геологическая эволюция
26. Происхождение жизни
27. Биологический эволюционизм
28. История жизни на Земле и методы исследования эволюции
29. Генетика и эволюция
30. Экосистемы
31. Биосфера
32. Человек в биосфере
33. Глобальный экологический кризис