

КАЗАНСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНСТИТУТ УПРАВЛЕНИЯ, ЭКОНОМИКИ И ФИНАНСОВ
Кафедра экономико-математического моделирования

Д.М. МУХАМЕТГАЛЕЕВ, С.Н. САВДУР

КОНЦЕПЦИИ СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

Учебное пособие

Казань - 2014

УДК 50(075.8)
ББК 20.1

*Принято на заседании кафедры экономико-математического
моделирования
Протокол № 2 от 20 октября 2014 года*

Рецензенты:

кандидат химических наук,
доцент кафедры экономико-математического моделирования Института
управления, экономики и финансов КФУ

И.Л. Беилин;

доктор технических наук,
профессор кафедры экономико-математического моделирования КФУ

Ю.И. Азимов

Мухаметгалеев Д.М., Савдур С.Н.

**Концепции современного естествознания: Учебное пособие / Д.М.
Мухаметгалеев, С.Н. Савдур. – Казань: Казан. ун-т, 2014. – 235 с.**

В учебном пособии раскрывается взаимосвязь естественнонаучной и гуманитарной культур, история естествознания. В доходчивой и популярной форме излагаются современные представления о пространстве и времени, принципы относительности и т.д. Рассматриваются актуальные проблемы современной биологии, химии, физики, космологии.

Настоящее учебное пособие адресовано, в первую очередь, студентам, обучающимся по направлению 080100.62 «Экономика», а также широкому кругу читателей, интересующихся указанными проблемами.

© Мухаметгалеев Д.М., 2014

© Савдур С.Н., 2014

© Казанский университет, 2014

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие.....	6
Глава 1. Естественнаучная и гуманитарная культура.....	10
1.1. Предмет и объект КСЕ.....	10
1.2. Основные цели и задачи КСЕ.....	19
1.3. Естествознание и его роль в культуре.....	21
1.4. Истоки и предмет спора двух (естественнонаучной и гуманитарной) культур.....	23
1.5. Единство и взаимосвязь естественнонаучной и гуманитарной культур.....	26
1.6. Позитивизм и неопозитивизм в методологии науки.....	27
Тест.....	28
Контрольные вопросы.....	34
Глава 2. Научный метод.....	36
2.1 Общий ход развития естествознания.....	36
2.2. Уровни или стороны естествознания.....	37
2.3. Методы естествознания.....	38
2.4. Наука как процесс познания.....	42
2.5. Принципы научного познания.....	45
2.6. Этика научных исследований.....	46
2.7. Периоды и этапы развития естествознания, их отличительные черты.....	47
2.7.1. Подготовительный период естествознания.....	50
2.7.2. Первый период (от 15-го до 19-го вв.) – период механистического, метафизического естествознания.....	58
2.7.3. Второй период (20 век) – период новейшей истории естествознания.....	76
2.7.4. Научные революции в естествознании.....	86
2.8. Закономерности и особенности в развитии естествознания.....	87

2.9. Аспекты и структура естествознания.....	92
Тест.....	100
Контрольные вопросы.....	116
Глава 3. Материя и ее формы, движение, пространство и время.....	118
3.1. Понятие материи, ее свойства, атрибуты и особое состояние.....	118
3.2. Фундаментальные взаимодействия.....	119
3.2.1. Гравитационные взаимодействия. Дальнодействие.....	121
3.2.2. Электромагнитные взаимодействия. Близкодействие.....	125
3.2.3. Элементарные частицы, их характеристика.....	132
3.2.4. Ядерные сильные и слабые взаимодействия.....	135
3.3. Эволюция представлений о пространстве и времени.....	143
3.4. Принципы симметрии и законы сохранения.....	148
3.5. Специальная (частная) теория относительности (СТО).....	150
3.6. Общая теория относительности (теория гравитации) (ОТО).....	153
Тест.....	155
Контрольные вопросы.....	205
Глава 4. Динамические и статистические закономерности в природе.....	207
4.1. Становление теории теплоты.....	207
4.2. Термодинамика и ее элементы. Хаос и порядок.....	210
4.3. Основные положения молекулярно-кинетических представлений и начала термодинамики.....	214
4.4. Проявления асимметрии.....	220
4.5. Сущность асимметрии.....	224
4.6. Виды энергии и энтропии.....	225
4.7. Термодинамический и статистический методы.....	227
4.8. Синергетика. Закономерности самоорганизации.....	229
Тест.....	231
Контрольные вопросы.....	241
Глава 5. Химические концепции естествознания.....	243

5.1. Химия как наука. Эволюция химических знаний.....	243
5.1.1. Учение о составе веществ (1660-1800).....	247
5.1.2. Развитие структурной химии (1800-1950).....	250
5.1.3. Учение о химических процессах (1950-1970 г.).....	253
5.1.4. Развитие эволюционной химии (с 1970 г. и далее).....	254
5.2. Состояния вещества.....	258
5.3. Реакционная способность.....	271
5.4. Понятие о химико-технологическом процессе.....	277
Тест.....	283
Контрольные вопросы.....	298
Глава 6. Особенности биологического уровня организации материи.....	300
6.1. Становление современной биологии.....	300
6.1.1. Традиционная биология.....	300
6.1.2. Физико-химическая биология.....	307
6.1.3. Эволюционная биология.....	316
6.2. Происхождение жизни.....	318
6.3. Генетика.....	330
Тест.....	334
Контрольные вопросы.....	349
Глава 7. Принципы целостности и системности в естествознании.....	351
Тест.....	352
Контрольные вопросы.....	363
Глоссарий.....	364
Рекомендуемая литература.....	374

ПРЕДИСЛОВИЕ

У любого человека еще в самом раннем возрасте возникает любопытство – естественное стремление познать окружающий мир. «Любопытство сродно человеку, и просвещенному, и дикому», – утверждал выдающийся русский историк и писатель Николай Карамзин (1766–1826). С возрастом неосознанное стремление познать окружающий мир постепенно перерастает в осознанную форму любопытства – желание познать законы, которые управляют природой, и способы их применения, позволяющие человеку предвидеть возможные последствия своих действий. Законы о природе и способы их применения – концентрированный опыт человечества, составляющий опору практической деятельности человека, способную защитить его от возможных ошибок и неудач и помочь достичь желаемых целей. Концентрированный опыт человечества – фундаментальная и необходимая основа любого образовательного процесса: человек должен знать, как функционирует сложнейшая система – природа Земли – его единственный дом, которому он обязан своим появлением на свет и частью которого является сам.

Естествознание – наука о явлениях и законах природы. Современное естествознание включает многие естественно-научные отрасли: физику, химию, биологию, а также многочисленные смежные отрасли, такие как физическая химия, биофизика, биохимия и многие другие. Естествознание затрагивает широкий спектр вопросов о многочисленных и многосторонних проявлениях свойств объектов природы, которую можно рассматривать как единое целое.

Если излагать подробно весь научный материал, накопленный в течение длительного периода времени во всех отраслях естествознания, то получится огромный фолиант, может быть и нужный, но мало полезный даже для узких специалистов естественнонаучного профиля, не говоря уже о специалистах гуманитарных направлений. Задача изложения материала

естествознания усложняется еще и тем, что его форма должна быть доступной будущим специалистам, для которых естествознание не является дисциплиной, формирующей профессиональные знания.

Для решения данной задачи нужен обобщающий философский подход с учетом передовых методов дидактики, основанных на закономерностях усвоения знаний и приобретения умений и навыков. Сущность такого подхода заключается в изложении естественнонаучного материала на уровне концепций – основополагающих идей и системы взглядов. Концептуальный системный подход полезен не только для понимания развития самого естествознания и изучаемых им явлений и законов природы, но и для знакомства с важнейшими достижениями естествознания, на основе которых успешно развиваются современные наукоемкие технологии, способствующие повышению качества выпускаемой продукции и бережному отношению к природе.

Многие достижения современного естествознания, составляющие базу для наукоемких технологий, связаны со всесторонним изучением объектов и явлений природы. С привлечением современных технических средств эксперимента именно такое изучение позволило не только создать сверхпрочные, сверхпроводящие и многие другие материалы с необычными свойствами, но и по-новому взглянуть на биологические процессы, происходящие внутри клетки и даже внутри молекулы. Большинство отраслей современного естествознания так или иначе связано с молекулярным исследованием тех или иных объектов, которое объединяет многих естествоиспытателей, занимающихся узкоспециализированными проблемами. Результаты подобного рода исследований – разработка и производство новой высококачественной продукции, и прежде всего товаров повседневного спроса. Для того, чтобы знать, какой ценой дается такая продукция – важнейшая составляющая экономики, каковы перспективы развития современных наукоемких технологий, тесно связанных с экономическими, социальными, политическими и другими

проблемами, нужны фундаментальные естественнонаучные знания, в том числе и общее концептуальное представление о молекулярных процессах, на которых основаны важнейшие достижения современного естествознания. Современные средства естествознания – науки о фундаментальных законах, природных явлениях и разнообразных свойствах объектов природы – позволяют изучать многие сложнейшие процессы на уровне ядер, атомов, молекул, клеток. Плоды постижения истинных знаний о природе именно на таком глубинном уровне известны каждому образованному человеку. Синтетические и композиционные материалы, искусственные ферменты, искусственные кристаллы – все это не только реальные объекты разработок ученых-естествоиспытателей, но и продукты потребления различных отраслей промышленности, производящих в широком ассортименте товары повседневного спроса. В этой связи изучение естественно-научных проблем на молекулярном уровне в рамках основополагающих идей – концепций – вне всякого сомнения актуально, полезно и необходимо для будущих специалистов высокой квалификации естественно-научного и технического профиля, а также для тех, чья профессиональная деятельность не имеет прямого отношения к естествознанию, т. е. для будущих экономистов, специалистов управления, товароведов, юристов, социологов, психологов, журналистов, менеджеров и др. В последнее время все чаще говорят не о химическом взаимодействии веществ и повышении их химической активности, а об изменении структуры молекулы, о разрыве цепи молекул, о взаимодействии молекулярных пучков, о соединении фрагментов молекул ДНК и т. д. В лексиконе специалистов и научных комментаторов-журналистов все чаще встречаются слова «молекула», «молекулярная структура» и т. п. А это означает, что современный уровень естествознания отражает понимание происходящих в природе явлений, а также процессов, наблюдаемых в лабораториях, с учетом строения и поведения каждой молекулы. Именно благодаря такому пониманию синтезируются ранее не существовавшие в

природе вещества с принципиально новыми свойствами, а из них создаются новые машины, устройства, изделия и т.п., выращиваются высококачественные сорта культурных растений, разрабатываются эффективные способы и средства лечения болезней и т. д.

На первый взгляд может показаться, что подобного рода знания совсем не нужны, например, будущему специалисту управления или журналисту. В действительности же без них специалист управления не сможет выбрать перспективное направление своей деятельности, ибо любое дело так или иначе связано с новой материальной базой и новыми технологиями. Следовательно, специалист управления, если он истинный специалист, должен обладать глубокими и всесторонними знаниями. То же самое можно сказать и о журналисте: без глубокого понимания комментируемой проблемы журналист не в состоянии правильно и в популярной форме донести до широкого круга читателей важнейшие естественно-научные достижения. Не обладая нужными знаниями журналист может ошибочно сориентировать общественное мнение и спровоцировать необъективное решение, как это случилось, например, при необоснованном объявлении временного моратория на генную инженерию (1975 – 1985 гг.).

Надо сказать, что естественно-научные знания с концептуальным представлением о важнейших достижениях современного естествознания нужны не только будущим экономистам, юристам, менеджерам, предпринимателям и другим высококвалифицированным специалистам, но и любому образованному человеку вне зависимости от рода его деятельности. Знания сами по себе не приходят. Нужно усердно работать, прилежно учиться, понимая свободу как осознанную необходимость. «Надобно учиться не стыдясь, а учить не скупясь», – так сказал в далекие времена известный мыслитель Василий Великий (ок. 330–379), и только в этом случае можно надеяться на успех.

ГЛАВА 1

ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНАЯ И ГУМАНИТАРНАЯ КУЛЬТУРА

1.1. Предмет и объект КСЕ

Изучение дисциплины **"КОНЦЕПЦИИ СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ"** преследует *цель*: **ознакомить студентов экономических, гуманитарных вузов обучающихся по направлению: 080100.62 - ЭКОНОМИКА, с дополнительной для них неотъемлемой составляющей единой культуры - ЕСТЕСТВОЗНАНИЕМ, овладеть современной естественно - научной картиной мира, синтезировать в единое целое так называемую гуманитарную и естественно - научную культуры и сформировать у них целостный взгляд на окружающий мир.** Подготовка современного специалиста- гуманитария с широким базовым образованием уже немыслима без ознакомления его с историей и современным состоянием естественно - научного познания.

Это тем более необходимо, т.к. естественно - научные методы проникают и в гуманитарную сферу, участвуя в формировании сознания общества, и вместе с тем приобретают все более универсальный язык, адекватный (равносильный) экономическим и социальным наукам, а также психологии, философии и даже искусству. Возникающая сегодня тенденция к гармоничному синтезу двух традиционно противостоящих компонентов культуры (гуманитарный и естественно - научный) созвучна потребности общества в целостном мировидении и подчеркивает актуальность данной дисциплины.

Тенденция взаимосвязи естественно - научной и гуманитарной культур важна для образования научного миропонимания, мировоззрения. Игнорирование, пренебрежение научным миропониманием может повлечь за собой опасные индивидуальные и социальные последствия.

Они в настоящее время могут быть больше, так как в последнее время получают распространение ненаучные виды знаний, такие, например, как астрология, магия, мистические учения. Только люди, обладающие научным мировоззрением, могут с одной стороны, успешно противостоять догматическому мышлению, а с другой - интеллектуальному анархизму (одна из идей этого течения состоит в том, чтобы уравнивать науку с религией, мифом, магией). Результатом этого может быть религиозный фанатизм и фундаментализм, фашизм, а также гонения на науки, например, кибернетику, генетику как было в свое время в СССР. Изучение КСЕ способствует выработке у студентов ориентиров, установок и ценностей рационалистического отношения к миру, природе, обществу, человеку. Знание концепций современного естествознания помогут многим вне зависимости от их профессии понять и представить, каких материальных и интеллектуальных затрат стоят современные исследования, позволяющие проникнуть внутрь микромира и освоить внеземное пространство, какой ценой дается высокое качество изображения современного телевизора, каковы реальные пути совершенствования персональных компьютеров и как чрезвычайно важна проблема экономии природных ресурсов, проблема сохранения природы не только для настоящего, но и для грядущих поколений. Знание основ естественных наук и методов научного познания формирует характер мышления студентов и способствует выработке адекватного отношения к окружающему миру.

Данный предмет, КСЕ представляет собой не просто сумму избранных глав традиционных курсов физики, химии, биологии, экологии, а является продуктом междисциплинарного синтеза на основе историко-философского, культурологического и эволюционно-синергетического подхода к современному естествознанию. Изучить все естествознание, всю его историю, даже узкому специалисту весьма проблематично! Поэтому мы будем изучать только отдельные (основные) концепции современного естествознания.

Кратко остановимся на названии данного курса. Концепция (латинское слово Conception) в переводе означает: схватывание, понимание, восприятие. Концепция это определенный, индивидуальный способ понимания, восприятия чего-либо или система взглядов на те или иные явления, это система взглядов, основная мысль о чем-либо, понятие о чем-либо. Данное слово впервые появилось в 40-е годы 19 века в работах В.Г. Белинского в связи с постановкой вопроса о природе художественного творчества, в связи с общими вопросами эстетики. Таким образом, название курса «Концепции современного естествознания», КСЕ означает систему взглядов, понятий, мыслей, воззрений современного естествознания, т.е. естествознания на современном уровне. Ю.С. Перевошиков., автор одного из учебников по данному курсу (Концепции современного естествознания, Москва, издательство ВЦУЖ, 1998г.), считает более правильным название «Современные концепции естествознания».

Среди многих концепций естествознания наиболее фундаментальными, ведущими концепциями построения и организации современного научного знания, являются: системный анализ (систематика); самоорганизация (синергетика); глобальный эволюционизм; историчность; применение всеобщих законов.

Системный анализ ориентирует специалиста на целостный охват изучаемых процессов и явлений в их взаимосвязи и взаимодействии с другими явлениями. Тем самым, предостерегая специалиста от односторонности, неполноты и ограниченности результатов.

Эволюционный взгляд (глобальный эволюционизм) на явления, события и процессы помогает понять их роль в общем процессе развития. Материя, Вселенная в целом и во всех ее элементах не могут существовать вне развития.

Самоорганизация (синергетика) раскрывает некоторые внутренние механизмы эволюции.

Историчность это рассмотрение явлений, событий, науки в историческом плане.

Применение всеобщих законов это использование: закона преобразования и сохранения массы; закона преобразования и сохранения энергии; закона преобразования и накопления информации.

С другой стороны основные концепции современного естествознания - это, в конечном счете, попытки решения так называемых мировых загадок, о которых писали в конце прошлого века, а именно: **сущность материи и силы; происхождение движения; происхождение жизни; целесообразность природы; возникновение ощущения и сознания; возникновение мышления и речи; свобода воли.** Самые сложные проблемы, конечно, связаны с возникновением жизни, с загадкой человеческого сознания.

Что же такое естествознание?

Естествознание- это наука об естестве, бытие, природе; это система наук о природе; система естественных наук, взятых в их взаимосвязи как целое.

К таким естественным наукам можно отнести: химию, физику, геологию, биологию, астрономию, математику и др..

С другой стороны естествознание:

- 1. это одна из основных областей научного знания не только о природе, но и об обществе и мышлении;**
- 2. это теоретическая основа промышленности, сельского хозяйства, медицины, различных отраслей народного хозяйства страны;**
- 3. это естественно - научный фундамент философии, понимания природы, мировоззрения в целом.**

ПРЕДМЕТ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ - факты и явления, которые воспринимаются нашими органами чувств прямо или косвенно. С другой стороны, вообще говоря, **ПРЕДМЕТ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ**, а

также и курса **"КОНЦЕПЦИИ СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ"** - это различные формы движения материи в природе; материальные носители такого движения, которые имеют определенные уровни; их взаимосвязи, внутренняя структура и генезис (развитие, происхождение); основные формы всякого бытия-пространство и время; общие, особенные и частные законы естествознания.

Окружающий нас мир материален. Нельзя отождествлять материю и массу, материю и энергию. *Масса и энергия - это лишь свойства материи.*

Масса- мера инерции, гравитационных связей, внутренней собственной энергии, заключенной в материальных объектах.

Энергия - это качественная мера движения, выражающая способность материальных систем к совершению работы и к внутренним изменениям.

Масса и энергия не существуют сами по себе, отдельно от материи. Они всегда присущи материальным объектам как их свойства.

К числу атрибутов материи относят: абсолютность, всеобщность; взаимодействие и движение; пространство и время; структурность, способность к саморазвитию; количественную и качественную бесконечность. Материи присущи также единство прерывного (дискретного) и непрерывного; конечного и бесконечного; возможности и действительности и другие свойства, находящие отражение в законах и категориях диалектики (философии).

Материю можно подразделять на три основные сферы (области): неживую, живую, социально-организованную. **Неживая материя-** это все объекты неорганической природы от микрочастиц до космических систем во всевозрастающих масштабах бесконечной Вселенной. **Живая материя-**это множество объектов, обладающих способностью к самоорганизации, к сложным формам отражения, самовоспроизводства и

размножения; **социально- организованная материя** - это все общественные системы от человека до общества в целом. **В неживой природе различают следующие уровни:** уровень элементарных частиц и атомных ядер; уровень атомов и молекул; уровень макроскопических тел; уровень космических систем различного порядка. **В живой природе можно выделить следующие уровни:** молекулярный уровень; уровень жизни; уровень микроорганизмов; клеточный уровень; уровень организмов; уровень видов и всей биосферы в целом.

В социально-организованной материи различают следующие уровни: человека, семьи, производственного коллектива, уровень социальных групп, классов, государств, уровень формаций, общества в целом.

Важнейшим свойством материи является движение. Различают следующие виды движений: механические, физические (атомное, электромагнитное, тепловое, движения больших масс), химические, биологические и социальные. Классификации основных форм движения могут меняться но, при этом они должны соответствовать основным формам материи. Для современного уровня знаний можно выделить три группы основных форм движения: в живой природе, в неживой природе и в обществе. Внутри этих групп существует множество форм движения, которые выражают определенные типы связей и взаимодействий материальных объектов.

В неживой природе различают движения: механические, физические, химические.

В живой природе можно выделить следующие формы движения (биологические процессы в различных системах): в макромолекулах живого вещества и микроорганизмов; в одноклеточных и многоклеточных организмах; в видах; в биоценозах; в биосфере в целом.

Формы движения в обществе - это все социальные изменения, присущие общественным системам различного уровня, порядка. Обобщая

вышеизложенное, можно сказать, что в неживой природе количество форм движения бесконечно, а живой природе и обществе число основных форм движения - конечно. Общей же мерой движения является энергия.

Природа, которая служит предметом естествознания, рассматривается не абстрактно, вне деятельности человека, а конкретно, как находящаяся под воздействием человека. Познание природы достигается в итоге не только теоретической, но и практической деятельностью людей. Естествознание, как отражение природы в человеческом сознании, совершенствуется в процессе ее активного преобразования в интересах общества.

Важным моментом курса " Концепции современного естествознания " является его практическая реализация, которая связана с промышленностью, с различными ее отраслями, с сельским хозяйством, с различными технологическими процессами.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС - это действия оборудования, человека на исходное сырье, заготовки с целью получения различной продукции.

Мы будем изучать практическую реализацию "Концепций современного естествознания" с учетом технико-экономической оценки (ТЭО). Концепция ТЭО сводится к нахождению ответов на следующие вопросы:

1. Область применения, назначение продукции, сырья, технологии.
2. Достоинства, недостатки продукции, сырья, технологии,
3. Техничко-экономические показатели (ТЭП), характерные для продукции, сырья, технологии.
4. Научно-технический прогресс в данной области.

Подобную технико-экономическую оценку каждый из нас делает на обыденном уровне, например, при покупке какой-либо продукции (обувь, пищевые продукты и т.д.).

Научно-технический прогресс в области материального производства сводится:

- к повышению производительности установки, производительности труда;
- к снижению расходных коэффициентов, т.е. экономии основных, вспомогательных материалов, сырья, энергоресурсов, трудовых затрат; иначе к снижению себестоимости продукции;
- к повышению качества продукции, к повышению конкурентной способности, к расширению рынков сбыта продукции;
- к улучшению условий труда, климатических условий (давление, температура, относительная влажность); к снижению вредных воздействий (вибрация, шумы, различные излучения, выбросы химических вредных веществ; к выполнению эргономических требований;
- к выполнению экологических требований.

Сейчас во всем мире постепенно проявляется новая концепция по оценке технологии (технического прогресса), которая сводится к следующим принципам:

- первый принцип - **принцип цели развития:** разрабатывать и внедрять только ту технологию, которая способствует духовному, материальному развитию человека, общества, человечества;
- второй принцип - **не повредить:** технология не должна наносить ущерб природе, разрушать здоровье человека, его культуру, здоровье и культуру общества. (Например, прокладывая дорогу, необходимо сохранять памятники истории, культуры и т.д.; затопление реками при строительстве ГЭС древних мест поселения, исторических памятников, культурного ареала народа, нации - нарушение этого принципа);
- третий принцип- **принцип замкнутости, безотходности;** технология должна быть безотходной, причем, в технологический цикл должно входить и потребление, т.е. после использования вещь или предмет

необходимо снова пустить в оборот (примеры для подражания - живая природа, где не существует отходов, где ничто не выпадает из ее круга. Так и человечеству следует организовать вторую природу, ноосферу по Вернадскому, где ничто не выпадало бы из ее сферы). Заметим, что из третьего принципа вытекает требование энергосбережения и ресурсосбережения.

На первый взгляд может показаться, что естествознание – ненужный груз для специалистов гуманитарного профиля. Однако истинный экономист должен владеть не только законами экономики, но и естественнонаучной сущностью объекта. Без знаний сущности исследуемого объекта, без понимания современных технологий экономист не сможет дать серьезных рекомендаций по оптимальному решению даже самого простого вопроса. Первую оценку того или иного предложения настоящий руководитель производит самостоятельно прежде чем вынести окончательное решение либо привлечь к решению специалистов. Вероятность высокой объективности оценки и правильности решения зависит от широты профессионального кругозора руководителя. При решении проблем без учета естественнонаучных основ, без учета экологии, то оно может оказаться некомпетентным. Руководители прямо или косвенно участвуют в распределении финансовых ресурсов. Только при правильном, рациональном их распределении можно ожидать наибольшего положительного эффекта. На современном этапе развития России распределение финансовых ресурсов играет важную роль.

Известный англ. философ и социолог Герберт Спенсер(1820-1903)сказал:

«Великая цель образования – это не знания, а действия».

Современная, многообразная техника выросла из естествознания (от наноэлектроники до сложнейшей космической техники).

В предмет курса КСЕ входят такие вопросы: наука как процесс познания действительности; логика и закономерности науки; научные революции, дифференциация и интеграция научного знания; общие контуры современной естественно - научной картины мира; изучение естественно - научных аспектов экологии, химии, физики, биологии, астрономии, негативное воздействие человека на природу, экологический кризис и его последствия.

1.2. Основные цели и задачи КСЕ

Вы кратко познакомились с предметом курса "Концепции современного естествознания". Каковы же цели естествознания в широком смысле слова?

Цели естествознания двоякие:

ПЕРВАЯ - находить сущность явлений природы, их законы и на этой основе предвидеть новые явления;

ВТОРАЯ - раскрывать возможности использования на практике познанных законов, сил и веществ природы.

Перефразируя, иначе можно сказать, что познание истины (законов природы) - НЕПОСРЕДСТВЕННАЯ или БЛИЖАЙШАЯ цель естествознания, а содействие их практическому использованию - КОНЕЧНАЯ цель естествознания. Цели естествознания совпадают с целями самой человеческой деятельности.

Каковы основные цели и задачи курса КСЕ? Задачи, цели КСЕ следующие:

1.Понимание специфики гуманитарного и естественно - научного типов познавательной деятельности, необходимости их глубокого внутреннего согласования, интеграции на основе целостного взгляда на окружающий мир;

2. Более глубокое понимание отличия и единства научно-рационального и художественного способов духовного освоения мира;

3. Осознание исторического характера развития научного познания, исторической необходимости в периодической смене научных картин мира, научных революций;

4. Формирование ясного представления современной физической картины мира как о системе фундаментальных знаний об основаниях целостности и многообразия природы, которые определяют облик современного естествознания;

5. Формирование представлений астрономической картины мира, которая самым непосредственным образом определяет содержание современного научного миропонимания и мировоззрения;

6. Получение представлений о современной биологической картине мира, о преемственности природных систем, их развития от неживых к живым (к клетке, организму, человеку, биосфере и обществу);

7. Осознание содержания современных глобальных экологических проблем в их связи с основными законами естествознания; форм ненаучного знания, мифотворчества, оккультизма, мистицизма.

8. Формирование представлений о принципах универсального (глобального) эволюционизма и синергетики и их возможных приложениях к анализу процессов, протекающих не только в природе, но и в обществе;

9. Ознакомление с методологией естественно - научного познания, принципами теоретического моделирования объекта в естествознании, возможностями перенесения методологического опыта естествознания в гуманитарные науки;

10. Формирование представлений о радикальном качественном отличии науки от разного рода форм квазинаучного (ненаучного) знания, мифотворчества, оккультизма, мистицизма.

Задача изложения курса естествознания усложняется тем, что его форма изложения должна быть понятной и доступной для экономистов,

поэтому ограничимся изложением только основополагающих идей – концепций современного естествознания. Такой подход полезен и для понимания естествознания, и для выявления перспективных направлений научного поиска, и для успешного развития наукоемких технологий, способствующих росту благосостояния населения и бережному отношению к природе.

1.3. Естествознание и его роль в культуре

Культура – это совокупность созданных человеком материальных и духовных ценностей, а также сама человеческая способность эти ценности производить и использовать.

Мир человеческой культуры существует не рядом с природой, а внутри нее.

Место естествознания в системе наук, в обществе, в развитии общества вытекает из его связей, прежде всего:

- с техникой, а через нее с производством, с ПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫМИ СИЛАМИ (средства производства и люди, обладающие производственным опытом, навыками к труду);
- с философией, а через нее и с идеологией- системой взглядов и идей: политических, правовых, нравственных, эстетических. ФИЛОСОФИЯ- наука о всеобщих закономерностях, которым подчинены как природа и общество, так и мышление человека, процесс познания;
- с экономическими дисциплинами (через производство и использование естественнонаучных методов).

Внутренняя целостность естествознания вытекает из единства, как самой природы, так и теоретического взгляда на нее. В современную эпоху естествознание опережает технику в своем развитии. Объектами естествознания все чаще становятся совершенно новые, неизвестные ранее

вещества и силы природы (например, атомная энергия). Поэтому, прежде чем может встать вопрос об их техническом применении, требуется полное их изучение со стороны естествознания. Тем не менее, техника с ее потребностями остается движущей силой развития естествознания. Связь с техникой лежит в основе определения естествознания как непосредственной производительной силы.

Связь естествознания с философией вытекает из того, что естественники без мышления не могут двинуться ни на шаг, а для мышления же необходимы логические категории, которые разрабатываются философией. К таким категориям относят: количество и качество, противоречие, причинность, возможность и действительность, случайность и необходимость, симметрия и асимметрия, вероятность, прогресс и регресс, абсолютное и относительное и т.д... Чем более широкий характер имеют теоретические обобщения в естествознании, тем теснее они связаны с философией. Отсюда возникает потребность в единстве между философами и естественниками. Без поддержки философов крупные естественники могут быть беспомощными в своих философских выводах и обобщениях.

Многие философские идеи рождались в недрах естествознания, а естествознание в начале развития носило натурфилософский характер. Можно вспомнить слова немецкого философа Артура Шопенгауэра (1788-1860):

«Моя философия не дала мне совершенно никаких доходов, но она избавила меня от очень многих трат».

Человек, обладающий общими естественнонаучными знаниями, будет действовать непременно так, чтобы польза как результат его действия всегда сочетались с бережным отношением к природе и с ее сохранением не только для настоящего, но и для грядущих поколений.

1.4. Истоки и предмет спора двух (естественнонаучной и гуманитарной) культур

○ В методологии науки под **естественнонаучной** и **гуманитарной** культурами понимают *две различные традиции*, которые сформировались в изучении природы.

○ Это различие обусловлено самой спецификой **объектов изучения**

○ **Различие** естественнонаучной и гуманитарной культур заключается в следующем:

1. объект исследования: **природа – человек;**
2. ведущая функция: **объяснение - понимание;**
3. характер методологии: **обобщение – индивидуализация;**
4. влияние ценностей: **малозаметно – существенно;**
5. антропоцентризм: **изгоняется – неизбежен;**
6. идеологическая нагрузка: **нейтралитет – идеологическая загруженность;**
7. характеристики: **количественные – качественные;**
8. эксперимент: **основа познания – затруднен и невозможен.**

○ В **природе** действуют *слепые, стихийные и независимые от человека* процессы.

○ В **обществе** ничего не совершается без *сознательных целей, интересов и мотивации*.

На этом основании естественнонаучная культура нередко противопоставлялась культуре гуманитарной.

○ Наличие в единой культуре двух разнородных типов стало предметом философского анализа еще в 19 веке. В 20 веке этот разрыв перешел из теоретической плоскости в практическую. *Естественники и гуманитарии перестали понимать друг друга.*

○ Наиболее отчетливо различия между культурами выражаются в истолковании их подхода к *основным функциям* науки: **объяснение, понимание и предсказание.**

○ **Объяснение** – это подведение явления, факта или события под некоторый общий закон, теорию или концепцию.

Существуют *причинные, номологические* (с помощью законов) *объяснения*, а в гуманитарной сфере – телеологические или финалистские объяснения (раскрытие целей, намерений и мотивов). В естествознании первоначально преобладали причинные объяснения. **Объяснение** может быть осуществлено с помощью любых *общих высказываний*, начиная от эмпирического обобщения и кончая сложнейшей системой теорий. **Объяснения**, опирающиеся на законы и теории науки, характеризуются особой *надежностью*

○ **Понимание** – это способ, посредством, которого можно интерпретировать или истолковывать явления и события индивидуальной духовной жизни и гуманитарной деятельности.

Метод понимания часто называют *герменевтическим*. В гуманитарной методологии различают два подхода: *психологический и теоретический*. *Психологический* – основан на переживании одним человеком духовного опыта другого, его чувств, настроений, мотиваций. *Теоретический* – основывается на интерпретации или истолковании определенных фактов, событий и процессов. Суть *интерпретации в гуманитарной* сфере – раскрытие целей, мотивов, что сближает его с *телеологическим объяснением*

○ **Предвидение** (предсказание) по логической структуре не отличается от объяснения и **основывается на выводе высказываний о фактах из общих утверждений** (законов, теорий), но сами факты остаются гипотетическими, неизвестными и их предстоит еще открыть.

1. **Предвидение** играет решающую роль не только в развитии **теоретического знания**, но особенно в процессе **практического применения** этого знания.

2. Другая особенность предсказаний связана с **вероятностным их характером**. Предсказания в социальных и гуманитарных науках по своей точности далеко отстают от таковых в естественных науках.

Чем сложнее объекты и процессы изучения, тем труднее абстрагироваться, и предсказание затруднено.

В социальной и гуманитарной сфере особенно важен субъективный фактор, что делает прогнозы в этой сфере не точными и достоверными, а лишь вероятными.

○ **Взаимное непонимание** снижает интерес и уважение друг к другу, что чревато конфронтацией и враждой – это **угроза развитию культуры**.

○ Культура – это **система общественных ценностей**, общее признание какого-либо набора которой консолидирует, сплачивает **общество**. Поклонение же разным ценностям, **ценностный раскол** в культуре – явление **достаточно опасное**.

○ **К взаимопониманию** можно прийти, начав с анализа причин и условий появления взаимонепонимания.

○ В центре внимания оказались **статус и общественная значимость** естественнонаучной и гуманитарной культур.

○ **Исторические формации – НТП – физики и лирики - технократия – гуманизация** и т.п. это этапы борьбы составляющих культуры.

1.5. Единство и взаимосвязь естественнонаучной и гуманитарной культур

○ **Взаимосвязь** естественнонаучной и гуманитарной культур заключается в следующем:

1. обе - имеют **единую основу**, выраженную в потребностях и интересах человека в создании оптимальных условий для самосохранения и совершенствования;
2. обе - осуществляют **взаимообмен** результатами, что нашло свое выражение в этике естествознания, рационализации гуманитарной культуры;
3. обе – **взаимно координируют** друг друга в историко-культурном процессе;
4. обе – являются **самостоятельными** частями **единой** системы знаний науки;
5. обе – имеют основополагающую **ценность** для человека, ибо он выражает **единство** природы и общества;
6. обе – представляют собой **высшую форму знаний**;
7. обе – стимулируют появление **новых междисциплинарных отраслей знания** на стыках естественных и гуманитарных наук.

○ Эта **тенденция взаимосвязи** культур важна для образования научного **миропонимания, мировоззрения. Игнорирование, пренебрежение научным миропониманием** может повлечь за собой опасные последствия.

○ В настоящее время эти последствия могут быть больше, т.к. сейчас получают распространение **ненаучные виды знаний**: астрология, магия, мистические учения и т.д.

○ Люди с **научным мировоззрением** могут успешно противостоять и **догматическому мышлению и интеллектуальному**

анархизму (религиозный фанатизм, фундаментализм, фашизм и гонения на науку).

1.6. Позитивизм и неопозитивизм в методологии науки

○ Методы исследования, объяснения, понимания и предсказания в **естествознании** были разработаны значительно раньше, чем в **гуманитарной сфере**. Поэтому эффективность их была, намного выше. Неоднократно предпринимались попытки по переносу этих методов в **гуманитарную науку**. Впервые такая программа была ясно сформулирована фр. философом и социологом **Огюстом Конт**ом в начале **19** столетия в его *«Курсе позитивной философии»*:

Позитивизм (положительная философия) указывает на **однообразный прием рассуждения, приложимый ко всем предметам, подлежащим человеческому исследованию**

○ **Конт** считал, что положительные науки (прежде всего *науки о природе*) не нуждаются в какой-то особой **философии**, стоящей над ними и указывающей им приемы и методы исследования: **«Наука сама себе философия...»**. В этом суть **Контовского позитивизма**. Эту **«положительную философию можно считать единственной прочной основой общественного преобразования»**. Враждебное отношение **Конта** к традиционной философии объясняется распространением **натурфилософии** и *принижением роли эксперимента, опыта и факта*. Неудачи **редукции** позитивисты объясняли недостаточной теоретической зрелостью социальных наук. Позитивисты объяснение и понимание социальных явлений пытались свести к уже открытым законам естествознания, например, **Конт** рассматривал социологию как социальную физику.

○ **Современный позитивизм** наряду с провозглашением всеобщего, единого, универсального метода познания подчеркивает особое

значение **логики** в построении научного знания, его **унификации**. Поэтому его еще называют логическим позитивизмом. **Идеалом** для всех наук они провозглашают **математическую физику** (дедуктивно-аксиоматический метод). *Такой подход затрудняет получение новых знаний.* Все, что не может быть *эмпирически обосновано* провозглашается *ненаучным*. Такой подход **противоречит** современной концепции *естествознания*.

○ **Современный позитивизм** иногда называют **неопозитивизмом** (антипозитивизмом), т.к. он пренебрегал концепцией глобального эволюционизма. Неопозитивисты в результате критики со стороны представителей герменевтики, диалектики, философии жизни примкнули к направлению **аналитической философии**

Тест

1. Что такое культура?

1. Это духовный мир человека и ее развитие;

2. Это непродуцируемая деятельность человека, определяющая взаимоотношения в обществе;

3. Это совокупность созданных человеком материальных и духовных ценностей, а также сама способность эти ценности производить и использовать.

2. Какие составные части единой культуры вы знаете?

1. Материальная и духовная;

2. Естествознание и обществоведение;

3. Естественнонаучная и социальная.

3. В чем заключается взаимосвязь составных частей единой культуры?

1. Обе культуры имеют единую основу, выраженную в потребностях и интересах человека в создании условий для самосохранения и совершенствования;

2. Обе культуры имеют объектом познания окружающую человека природную среду;

3. Обе культуры имеют единую систему познания.

4. Назовите основные причины необходимости изучения естествознания гуманитариями:

1. Подготовка специалистов высшей квалификации широкого профиля;

2. Выработка у студентов ориентиров, установок и ценностей рационалистического отношения к миру, природе, обществу и человеку;

3. Оценка материальных и интеллектуальных затрат жизнедеятельности.

5. Предмет "Концепции современного естествознания" представляет собой:

1. Продукт суперпозиции знаний по механике, физике, химии, биологии и т. д;

2. Продукт историко-философского, культурологического и эволюционного подхода;

3. Продукт междисциплинарного синтеза на основе многосторонних подходов к естествознанию.

6. Название курса «КСЕ» означает:

1. Систему взглядов, понятий, мыслей, воззрений современного естествознания;

2. Систему фундаментальных знаний современного естествознания;

3. Систему прикладных знаний современного естествознания.

7. Систематика, синергетика, эволюционизм, историчность и применение всеобщих законов являются:

1. Основными концепциями построения естественнонаучного знания;
2. Фундаментальными подходами современного естествознания;
3. Ведущими методами естествознания.

8. Дайте определение естествознанию как науки(2):

1. Естествознание- это система наук о природе, взятых в их взаимосвязи как целое;
2. Естествознание - это механика, физика, химия, биология и т. д;
3. Естествознание - это наука о естестве, бытие, природе.

9. Одной из основных областей научного знания не только о природе, но и об обществе и мышлении является:

1. Естествознание;
2. Гносеология;
3. Социология.

10. Теоретической базой промышленности, сельского хозяйства и медицины является:

1. Естествознание;
2. Теория и практика;
3. Прогресс.

11. Естественнонаучным фундаментом философии является:

1. Естествознание;
2. Логика;
3. Натурфилософия.

12. Предметом естествознания являются:

1. Процессы познания;
2. Факты и явления, объективно существующие в природе;
3. Производственные отношения.

13. В системе целей естественных наук одно из основных мест занимает:

1. Повышение качества и безопасности жизни человека;
2. Удовлетворение любопытства ученых;
3. Объяснение причин паранормальных явлений.

14. Непосредственной, ближайшей или тактической целью естествознания является:

1. Раскрывать возможности использования на практике познанных законов, сил и веществ природы;
2. Находить сущность явлений природы, их законы и на этой основе предвидеть новые явления;
3. Получение абсолютно истинных знаний.

15. Конечной или стратегической целью естествознания является:

1. Раскрывать возможности использования на практике познанных законов, сил и веществ природы;
2. Находить сущность явлений природы, их законы и на этой основе предвидеть новые явления;
3. Получение абсолютно истинных знаний.

16. Каковы истоки и предмет спора двух культур?

1. Статус и общественная значимость двух типов наук;
2. Точность и сложность выводов;
3. Человек и природа.

17. Объектом исследования естествознания является:

1. Человек, общество;
2. Природа;
3. Неживая, живая и социально организованная материи.

18. Каково влияние ценностей в естественных науках?

1. Мало заметно и неявно;
2. Существенно и открыто;
3. Только они и определяют.

19. Какое значение имеет эксперимент в естествознании?

1. Составляет основу методологии;
2. Составляет основу научно-прикладной стороны естествознания;
3. Теоретическое.

20. Каков характер объекта исследования в естествознании?

1. Материальный, относительно устойчивый;
2. Больше идеальный, относительно изменчивый;
3. Идеальный и устойчивый.

21. Кто впервые высказал идеи позитивизма?

1. Огюст Конт;
2. Иммануил Кант;
3. Фридрих Кекуле.

22. На что указывает позитивизм:

1. На однообразный прием рассуждения, приложимый ко всем предметам исследования;
2. На натурфилософию, представители которой пытались объяснить явления с помощью умозрительных построений;

3. На положительный эффект воздействия субъекта познания.

23. Что является отличительной чертой современного позитивизма или неопозитивизма?

1. Унификация, эмпирическое обоснование;
2. Логистика, абстрагирование;
3. Идеализация, гипотетический эксперимент.

24. Объяснение - это:

1. Способ, посредством которого можно интерпретировать явления и события;
2. Вывод высказываний о фактах из общих утверждений (законов и теорий), но сами факты остаются гипотетическими, неизвестными;
3. Подведение явления, факта или события под некоторый общий закон, теорию или концепцию.

25. Какие виды объяснений первоначально преобладали в естествознании?

1. Причинные;
2. Номологические;
3. Телеологические.

26. Принцип верификации утверждает, что какое-либо понятие или суждение имеет значение, если оно:

1. логически непротиворечивое;
2. эмпирически проверяемое;
3. математически достоверно;
4. теоретически неопровержимо;
5. логически доказуемо;
6. логически допустимо.

27. Телеологические или финалистские объяснения в гуманитарной сфере опираются на:

1. Раскрытие целей, намерений и мотивов поведения людей;
2. Причинные законы;
3. Тривиальные истины.

28. Что понимается под такой функцией науки как понимание?

1. Это способ, посредством которого можно интерпретировать или истолковывать явления и события индивидуальной духовной жизни и гуманитарной деятельности;

2. Это, в самой общей форме, подведение явления, факта или события под некоторый общий закон;

3. Воссоздание целостной картины на основе уже познанных частных.

29. Какие два подхода к процессу понимания различают?

1. Психологический и теоретический;
2. Эмпатии и психологии;
3. Теоретический и смысловой.

30. С каким объяснением сближается теоретическое понимание?

1. Телеологическим;
2. Герменевтическим;
3. Номологическим.

Контрольные вопросы

1. Цели, которые преследует изучение КСЕ.
2. Содержание курса КСЕ.
3. Определение естествознания как науки.

4. Предметная область науки.
5. Определение и структура современной науки.
6. Ведущие фундаментальные концепции построения научного знания (систематика, самоорганизация, глобальный эволюционизм, историчность и всеобщие законы).
7. Предмет и объект естествознания.
8. Тактические и стратегические цели естествознания.
9. Сущность и критерии оценки научно-технического прогресса.
10. Место естествознания в системе наук и их взаимосвязи.
11. Задачи курса КСЕ.
12. Особенности изучения курса КСЕ экономистами.
13. Определение единой культуры и ее структура.
14. Основные признаки культуры и ее составных частей.
15. Истоки взаимосвязи и спора двух частей единой культуры.
16. Критерии различения гуманитарного и естественнонаучного знания.
17. Основные функции науки: объяснение, понимание и предсказание.
18. Причины появления позитивизма, его сущность и время появления.
19. Особенности современного позитивизма или неопозитивизма.
20. Этика науки и ее предмет.
21. Внешний и внутренний этос.
22. Основные принципы этоса.
23. «Лейтмотив» современной этики науки.

ГЛАВА 2

НАУЧНЫЙ МЕТОД

2.1 Общий ход развития естествознания

Общий ход развития естествознания включает основные ступени познания природы. Общий ход познания природы, как и всякого познания вообще проходит следующие ступени:

- **непосредственное наблюдение природы как целого.** Здесь схватывается общая картина явления, объекта, но совершенно не ясны частности; таков взгляд был присущ древнегреческой натурфилософии;
- **анализ природы, расчленение ее на части, выделение и изучение отдельных вещей и явлений, поиски отдельных причин и следствий:** анатомирование живых организмов - выделение отдельных органов, их действия и взаимодействия. При этом надо указать, что за частностями исчезает общая картина, универсальная связь явлений;
- **воссоздание целостной картины на основе уже познанных частных фактов, фактического соединения анализа с синтезом.**

Таким образом, ход познания можно характеризовать, как идущий от исходного представления о конкретном предмете, как нерасчлененном целом, к его анализу при помощи абстрактного мышления и далее от результатов его анализа, от полученных, таким образом абстрактных представлений к мысленному воссозданию предмета в его исходной целостности путем соединения, синтеза многочисленных определений предмета. Общий ход развития естествознания ложится в основу его периодизации.

2.2. Уровни или стороны естествознания

В естествознании можно выделить следующие стороны или уровни познания: эмпирическую, теоретическую, производственно - прикладную. Они соответствуют общему ходу познания, который идет от живого взгляда на предмет к абстрактному мышлению и от него к практике. Понятие «метод» означает совокупность приемов и операций практического и теоретического освоения действительности. Метод вооружает человека системой принципов, требований, правил, руководствуясь которыми можно достичь намеченной цели. Существует целая область знания, которая специально занимается изучением методов и называется методологией.

ЭМПИРИЧЕСКАЯ сторона естествознания предполагает следующие функции: собирательную (установление фактов, их регистрацию, накопление); описательную (изложение фактов; их первичную систематизацию).

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ сторона естествознания предполагает следующие функции: объяснения; обобщения; открытия (создание новых теорий, выдвижение новых гипотез и понятий); накопление новых законов; предсказания (прогностическая функция), поэтому теории естествознания называют "компасом" в научном исследовании. Эта сторона естествознания неразрывно связана с мировоззренческой функцией; она направлена на выработку естественнонаучной картины мира.

ПРОИЗВОДСТВЕННО-ПРИКЛАДНАЯ сторона естествознания проявляет себя как непосредственная производительная сила общества. Современная научно-техническая революция показывает, что естествознание прокладывает пути для развития техники. Для этого оно имеет свои средства, соответствующие всем ступеням естественно - научного знания. Эмпирическое, экспериментальное исследование предполагает целую систему экспериментальной и наблюдательной техники (устройств, в том числе вычислительных приборов, особенно

измерительных, различных инструментов), с помощью, которой устанавливаются новые факты. Теоретическое исследование предполагает абстрактную работу ученых, направленную: на объяснение фактов (предположительно с помощью теорий и доказанное- с помощью теорий и законов науки); на образование понятий, обобщающих опытные данные; то и другое вместе (нередко с выходом в область опытных полужаводских экспериментальных установок конструкторских бюро), осуществляющих проверку познанных на практике.

2.3. Методы естествознания

В основе методов естествознания лежит единство эмпирической и теоретической сторон. Они взаимно связаны и обуславливают друг друга. Разрыв или хотя бы преимущественное развитие одной за счет другой закрывает путь правильному познанию природы: теория становится беспредметной, опыт слепым. Методы научного познания принято подразделять по степени их общности, т.е. по широте применимости в процессе научного исследования. Методы естествознания могут быть подразделены на следующие группы: общие, особенные, частные.

ОБЩИЕ МЕТОДЫ касаются всего естествознания, любого предмета, науки, это различные формы ДИАЛЕКТИЧЕСКОГО МЕТОДА, дающего возможность связывать воедино все стороны процесса познания, все его ступени, например, метод восхождения от абстрактного к конкретному и МЕТАФИЗИЧЕСКИЙ МЕТОД. Метафизический метод с середины XIX века начал все больше и больше вытесняться из естествознания диалектическим методом. В естествознании диалектический метод конкретизируется в сравнительный (в биологии, географии, химии), с помощью которого раскрывается всеобщая связь явлений. Отсюда - сравнительная анатомия, эмбриология, физиология. Данный метод давно и

успешно применяется в зоологии, фитологии. В естествознании диалектический метод выступает и как исторический:

в астрономии (на него опираются все прогрессивные космогонические гипотезы - звездные и планетарные);

в геологии (как основа исторической геологии);

в биологии этот метод лежит в основе дарвинизма.

Иногда оба метода (сравнительный и исторический) сочетаются в единый сравнительно - исторический метод, который глубже и содержательнее каждого из них в отдельности. Этот же метод в его применении к процессу познания природы, особенно к физике, связан с принципом соответствия и способствует построению современных физических теорий.

ОСОБЕННЫЕ МЕТОДЫ также применяются в естествознании, но касаются не всего предмета в целом, а лишь одной из его сторон (явлений, сущности, количественных сторон, структурных связей) или, же определенного приема исследований: анализ, синтез, индукция, дедукция. Особенными методами служат: наблюдение, эксперимент, сравнение как частный метод- измерение. Из особенных методов особенно важны: математические методы и приемы как способы исследования и выражения количественных и структурных сторон и отношений предметов и процессов природы; а также методы статистики и теории вероятности. Роль математических методов в естествознании, во всех его отраслях неуклонно возрастает по мере все более широкого применения ЭВМ. В целом происходит быстрая математизация современного естествознания. С ней связаны методы аналогии, формализации, моделирования, промышленного эксперимента. Одни особенные методы применяются только на эмпирическом уровне (наблюдение, эксперимент, измерение), другие – только на теоретическом уровне (идеализация, формализация), а некоторые (моделирование) – как на эмпирическом, так и на теоретическом уровнях. Эмпирический уровень научного познания характеризуется

непосредственным исследованием реально существующих, чувственно воспринимаемых объектов. На этом уровне осуществляется процесс накопления информации путем проведения наблюдений, выполнения измерений и постановки экспериментов. Здесь производится также первичная систематизация в виде таблиц, схем, графиков и т.д.

Наблюдение есть чувственное отражение предметов и явлений внешнего мира, которое является исходным методом эмпирического познания и дает первичную информацию об окружающем мире. *Научное наблюдение* характеризуется рядом особенностей: целенаправленностью, планомерностью, активностью. Научные наблюдения всегда сопровождаются описанием объекта познания, которые образуют эмпирический базис науки. Почти все науки проходят эту описательную стадию развития, на которой создается новая система понятий. По способу проведения наблюдения могут быть непосредственными и опосредованными (проводится с использованием тех или иных технических средств). Дальнейший прогресс науки связан с переходом науки к следующей ступени развития познания – эксперименту. Эксперимент обладает рядом особенностей:

- объект познания изучается в «очищенном» виде;
- объект познания может быть поставлен в некоторые искусственные условия (невесомость, глубокий вакуум);
- экспериментатор может вмешиваться в него, активно влиять на его протекание;
- воспроизводимость.

Эксперименты подразделяются на исследовательские и проверочные, качественные и количественные. Важной проблемой науки является планирование эксперимента (существует математическая теория эксперимента – полный или дробный факторные эксперименты). Большинство наблюдений и экспериментов включает в себя проведение разнообразных измерений. *Измерение* – это процесс определения

количественных значений тех или иных свойств, сторон изучаемого объекта, явления с помощью специальных технических средств. Д.И.Менделеев подчеркивал, что **«наука начинается с тех пор, как начинает измерять»**.

После проведения наблюдений человек приходит к каким-то обобщенным представлениям, понятиям, к тем или иным теоретическим положениям, т.е. научным абстракциям. В процессе абстрагирования происходит отход (восхождение) от чувственно воспринимаемых конкретных объектов к воспроизводимым в мышлении абстрактным представлениям о них. Восхождение позволяет глубже понять изучаемый объект, раскрыть его сущность. В истории науки имели место и ложные, неверные абстракции – эфир, теплород, флогистон, жизненная сила, электрическая жидкость, философский камень и т.п. Абстрагирование не является конечной целью познания, необходимо дальнейшее движение (восхождение) познания от достигнутого абстрактного вновь к конкретному. Существует множество видов абстрагирования – идеализация, мысленный эксперимент, формализация, индукция, дедукция, анализ, синтез и т.д. На теоретической стадии прибегают к абстракциям и образованию понятий, строят гипотезы и теории, открывают законы науки. Процесс исследования начинается не с накопления фактов, а с выдвижения проблемы. В качестве пробного решения проблемы выдвигается некоторая гипотеза, которая далее подробно анализируется с точки зрения ее подтверждения.

ЧАСТНЫЕ МЕТОДЫ - это специальные методы, действующие либо только в пределах отдельной отрасли естествознания, либо за пределами той отрасли естествознания, где они возникли. Так, методы физики, использованные в других отраслях естествознания, привели к созданию астрофизики, кристаллофизики, геофизики, химической физики, физической химии, биофизики. Распространение химических методов привело к созданию кристаллохимии, геохимии, биохимии, биогеохимии.

Нередко применяется комплекс взаимосвязанных частных методов к изучению одного предмета (например, молекулярная биология одновременно пользуется методами физики, химии, математики, кибернетики в их взаимосвязи).

В ходе прогресса естествознания методы могут переходить из более низкой категории в более высокую: частные - превращаются в особенные, особенные в общие.

2.4. Наука как процесс познания

■ Существует немало видов знания, источником которых является отнюдь **не наука**, а *жизненный опыт, эстетические впечатления, религиозное откровение* и т.п.

■ **Знание**, добываемое *наукой* явно, выбивается из общего ряда, превосходя остальные виды своей *полнотой, убедительностью, практической силой и пользой*.

■ Это удастся науке за счет **метода, особого способа его организации и построения**. Сущность научного метода можно представить как процедуру получения научного знания, с помощью которого его можно воспроизвести, проверить и передать другим.

■ В науке методы получения нового знания стали предметом самостоятельного анализа и обсуждения, что привело к рождению научной дисциплины – **методология научного познания**.

■ *Главное назначение научной деятельности – получение знаний о реальности*. Наука достаточно молодое социальное образование, ей никак не более 2,5 тыс. лет. Вопрос о дате рождения науки дискуссионный. *Особенности научного знания определяют границы между наукой и преднаукой*.

■ Европейской родиной науки считается **Древняя Греция** (теория доказательств – логика Аристотеля, т. е. был определен метод).

Античная наука дала и первый образец построения законченной системы теоретического знания – **геометрию Евклида**, ею была предложена **космологическая модель** Аристарха Самосского.

- Перечислим **особенности научного знания**:
- **систематичность и выводимость**;
- **объектами** научного познания выступают **аналоги** – **идеализированные объекты**;
- **осознанный контроль** над процедурой получения **нового знания**;
- **строгость и однозначность** языка и терминов;
- **объективность и независимость** от субъекта;
- **воспроизводимость**;
- **поиск закономерностей**.
- Основными элементами **научного знания** являются:
 1. твердо установленные факты;
 2. закономерности;
 3. теории;
 4. научные картины мира.
- **Главной опорой, фундаментом науки является установленный факт**.
- **Цель естествознания – установление законов природы, открытие скрытых истин**.
- Рассмотрим 2 аспекта этого утверждения:
 1. В какой мере можно доверять научным результатам (**качество работы ученого**);
 2. Что же называть **истиной**?
- **Научная продукция** на своем пути к научной истине переполнена **ошибочными результатами**. Для определения состоятельности научных результатов проводятся: **оппонирование, экспертиза и рецензирование**. Они далеки от совершенства.

■ Для **целей науки** никакой **контроль не нужен**, он нужен обществу, если оно не желает платить за бесполезную деятельность.

■ Методология науки для разграничения псевдонаучных идей **сформулировала несколько принципов: верификации, фальсификации и рациональный.**

■ Принцип **верификации**: какое-либо понятие или суждение имеет значение, если оно сводимо к непосредственному опыту или высказыванию о нем, т.е. эмпирически проверяемо.

■ Принцип **фальсификации**: критерием научного статуса является его фальсифицируемость – только, то знание может претендовать на звание научного, которое в принципе опровержимо. Критицизм является важнейшим источником роста науки и неотъемлемой частью ее имиджа.

■ Идеалы и нормы научности исторически изменчивы, но все, же во все эпохи сохраняется некий инвариант этих норм, обусловленный единством стиля мышления – **рациональный**, который основан на 2 фундаментальных идеях:

1. **природной упорядоченности** (причинно-следственная связь);
2. **формального доказательства** как главного средства обоснованности знания.

■ Существует мнение, что **наука** в каждый момент времени есть все более высокое приближение к **истине**. **Наука** – это язык.

■ **Естествознание** систематизирует наши наблюдения за природой.

■ **Истина – правильное, адекватное отражение** предметов и явлений действительности познающим субъектом, воспроизводящее их так, как они **существуют вне и независимо от сознания**.

■ **Истина** объективна по содержанию, но субъективна по форме.

■ **Истина** всегда **конкретна**.

■ Всякая относительная **истина** содержит **элемент абсолютного знания**.

2.5. Принципы научного познания

В основе любого познания действительности лежит сложный творческий процесс ученого, включающий как сознательные, так и подсознательные элементы. Назовем основные правила *метода Декарта* для получения нового знания:

- ничего не принимать за истинное, что не представляется ясным и отчетливым;
- трудные вопросы делить на столько частей, сколько нужно для разрешения; начинать исследование с самых простых и удобных для познания вещей и восходить постепенно к познанию трудных и сложных;
- останавливаться на всех подробностях, на все обращать внимание.

Цель естествознания – описать, систематизировать и объяснить совокупность природных явлений и процессов. Основой является причинно-следственная связь: *причина – явление – следствие*. По такой схеме строится любая теория. Для естествоиспытателей истинность теоретических выводов доказывается только опытом, экспериментом. В этом заключается принципиальное различие естественнонаучной истины от математической. **Любая научная истина относительна, но содержит элементы абсолютного.**

Сформулируем кратко три основных принципа научного познания действительности:

1. **Причинность.** Высказывание Демокрита дает полное определение: « *Ни одна вещь не возникает беспричинно, но все возникает на каком-нибудь основании и в силу необходимости* ».

2. **Критерий истины.** *Естественнонаучная истина проверяется только практикой: наблюдениями, опытами, экспериментами, производственной деятельностью.*

3. **Относительность научного знания.** *Научные знания всегда относительны и ограничены.*

Задача ученого – установить границы соответствия знания действительности – *интервал адекватности*. В силу приближенности измерений в экспериментах задачей ученого является указание *интервала неточности*

2.6. Этика научных исследований

○ Занятие наукой представляет собой довольно специфический род деятельности и нуждается в некоторых дополнительных этических регуляторах.

Изучением специфики моральной регуляции в научной сфере занимается такая дисциплина, как этика науки.

○ *Предметом этики науки является отыскание и обоснование ценностей, норм и правил, способствующих большей эффективности научного труда и его безупречности с позиции общественного блага.*

○ Система таких ценностей, норм, принципов и правил называется *этосом науки*.

○ *Этос науки* охватывает два круга проблем:

1. первый связан с *регуляцией взаимоотношений внутри самого научного сообщества* (внутренний этос);

2. второй вызван к жизни *обострением отношений между обществом и наукой* (внешний этос).

○ **Внутренний этос** включает следующие принципы:

1. самоценность истины;
2. новизна научного знания как цель и условие успеха ученого;
3. полная свобода творчества;
4. абсолютное равенство всех исследователей перед лицом истины;

5. научные истины – всеобщее достояние;
6. исходный критицизм.

○ Назначение этих принципов и норм – ***самосохранение науки и ее возможностей в поисках истины.*** Они являются и техническим регламентом и этическими принципами. С моралью их роднит такие элементы как ***долг, честь, совесть ученого и моральные санкции.***

○ **Внешний этос** возник в 20 веке и связан с превращением науки в ***непосредственную производительную силу*** и обретением ею ***планетарного масштаба.*** Этому способствуют два условия:

2. создание современной научной базы требует отвлечения ***огромных ресурсов*** и обществу ***не безразлична эффективность их использования;***

3. в поле зрения науки попали природные объекты, экспериментирование с которыми ***потенциально катастрофично*** для человечества. Поэтому внутринаучные ценности должны быть ***скорректированы*** общечеловеческими ценностями

○ Лейтмотив современной этики науки:
«Интересы отдельного человека и общества выше интересов науки»

○ Афоризм «Знание - сила» пока не пересмотрен, но уточнен:

«Сила знания может быть как доброй, так и злой»

○ Отличить одно от другого помогает **Этика науки.**

2.7. Периоды и этапы развития естествознания, их отличительные черты

История естествознания стоит в неразрывной связи с историей всего общества. Развитие науки всегда происходит в конкретных исторических условиях. Каждому типу и уровню производительных сил (средства производства и люди, обладающие производственным опытом, навыками к

труду), техники соответствует свой период в истории естествознания. Таким образом, между производительными силами, производственными отношениями и наукой имеется глубокая взаимосвязь, взаимоопределенность. Развитие науки шло в истории человечества очень неравномерно. Периоды стремительного прогресса сменялись периодами застоя, а иногда упадка. Однако значение науки в жизни общества непрерывно возрастает. Крупнейшими научными центрами в древнем мире были Месопотамия, Египет, Индия, Китай, а затем Греция и Рим.

Даже в течение **Каменного века** (дикость и варварство), длившегося около 2 млн. лет до 4000 до н.э. были достигнуты определенные уровни совершенства орудий труда, появилось земледелие и скотоводство. Последнее спасло человечество от вымирания и этим мы обязаны женщине. Естественно все это было возможно благодаря пристальному наблюдению за окружающим миром и элементу творчества. Наблюдение за сменой времен года, изменением погоды явились началом знаний.

Бронзовый век, который пришел на смену каменному веку и длился до 1000 до н.э. стал временем формирования центров древнего мира Месопотамии, Египта, Индии и Китая. Этот период характеризуется открытием металлов, колеса, паруса, весов, единиц измерения, арифметики, использованием энергии ветра, строительства, земельной съемки, картографии астрономии и календаря, возникновением рабовладельческого строя.

Греческая цивилизация, пришедшая в начале **железного века** на смену Египту и Вавилону, является яркой и удивительной страницей в истории человечества. Здесь была создана классическая культура. В VIII - VI вв. до н. э. сформировались города-государства (полисы), возникают первые научные сообщества - милетская школа, платоновская академия, аристотелевский ликей или перипатетики и др.

Деятельность и результаты древнегреческих ученых впервые стали удовлетворять тем критериям, которые определяют науку.

Наука не есть просто совокупность знаний, она представляет собой систему знаний. Наука - есть результат деятельности особой группы людей, научного сообщества, по получению новых знаний

Тем не менее, общепризнано, что основы современной науки были заложены только в XV - XVII вв. н.э. и связывается это с именами Галилея и Ньютона. *Греческая наука была слишком абстрактной, необоснованной и наивной.* Как самостоятельное, систематическое исследование природы естествознание возникло во второй половине 15-го века. Более ранние периоды естествознания можно рассматривать как зачаточные, донаучные или подготовительные к систематическому изучению природы. Можно выделить следующие периоды в истории естествознания:

- **подготовительный период - от древних времен до 15-го века;**
- **первый период от 15-го до 19-го вв. (период механистического, метафизического естествознания);**
- **второй период (20 век)- период новейшей истории естествознания.**

Огромное ветвистое древо естествознания выросло не сразу - оно медленно произрастало из натурфилософии - философии природы, представляющей собой умозрительное истолкование природы, рассматриваемой в ее целостности.

Развитие экспериментального естествознания и прежде всего физики привело к вытеснению натурфилософии естественнонаучными знаниями.

Физика - наука о природе, изучающая простейшие и вместе с тем наиболее общие свойства материального мира.

Всю историю физики можно условно разделить на три основных этапа:

- ♦ *древний и средневековой (от времен Аристотеля до начала XVII века);*
- ♦ *классической физики (от Галилея до конца XIX века);*

♦ *современной физики.*

История развития химии начинается с древних времен. Она возникла в процессе практической деятельности человека и связана с ходом познания - от простого к сложному - от механики к физике и от нее к химии и т.д.

Химия - это наука о химических элементах и их соединениях.

Аналогично можно различать следующие периоды развития химии:

- *Алхимический (эмпирический, случайный характер), который охватывает период от 300 до 1600 гг;*
- *Период патрохимии (медицинская химия - XVI - XVII века);*
- *Количественная химия (учение о составе - XVIII столетие);*
- *Теоретическая химия (XIX век);*
- *Эволюционная или современная химия(XX -).*

Биология - это наука о живом, его строении, формах активности, сообществах живых организмов, их распространении и развитии и связях. Одним из первых биологов древности был Аристотель. В развитии биологии выделяют три основных этапа:

- Систематики (создание различных таксономий природы)- К.Линней;
- Эволюционный - Ч.Дарвин;
- Биологии микромира - Г.Мендель.

Рассмотрим более подробно эти периоды, этапы истории естествознания.

2.7.1. Подготовительный период естествознания

Зарождение научных знаний произошло в глубокой древности. В процессе эволюции формировалось сознание человека, накапливались знания и представления о мире. Человек в то время пытался понять природу, уподобляя ее живому существу, наделяя ее чувствами и сознанием. Отсюда фантастические и религиозные представления человека

о природе. Наряду с этим человек обогащался реальными знаниями о небесных светилах, растениях и животных, о движении и силах, метеорологических явлениях. Накопленные знания и практические навыки, передавались от поколения к поколению, образовывали первоначальный фон будущей науки. Само возникновение науки становится возможным только на определенной ступени экономического развития, в странах с развитым земледелием, городской культурой, а в дальнейшем развитие науки соответствует развитию экономики. Таким образом, уже с самого начала возникновение и развитие наук связано с производством. Астрономия была первой из естественных наук, с которой началось развитие естествознания. Она вышла из наблюдений дня и ночи, времен года и потому была абсолютно необходима для пастушеских и земледельческих народов. Для развития астрономии нужна математика, а строительная практика стимулировала развитие механики. Грандиозные сооружения древности (храмы, крепости, пирамиды) требовали (по крайней мере, эмпирических) знаний строительной механики и статики. Таким образом, практические потребности вызвали к жизни начало научных знаний: арифметики, геометрии, алгебры, астрономии, механики и других естественных наук. Историки науки уделяют большое внимание египетской и вавилонской математике. Именно здесь зародились начала математических знаний, сформировалась идея числа и операций с числами, были заложены основы геометрии. Здесь человек впервые описал звездное небо, движение СОЛНЦА, ЛУНЫ и ПЛАНЕТ. Однако подлинной родиной современной науки стала древняя ГРЕЦИЯ.

Отличительной чертой этого периода является - стихийно-материалистические взгляды, единство сущего, происхождение всех вещей из некоторого первоначала, всеобщая одушевленность материи, эгоцентризм, превратившийся в конце периода в гелиоцентризм.

Греческая цивилизация, пришедшая в начале железного века на смену Египту и Вавилону, является яркой и удивительной страницей в истории

человечества. 6-ой век до нашей эры считается временем зарождения древнегреческой науки и составляет **первый, ионийский этап** ее развития (*учения о первоначалах, пифагореизм*).

Ионийский этап(VI - V вв. до н.э.).

В Древней Греции первым ионийским философом, сведения о котором сохранились, был ФАЛЕС (примерно 625-547 гг. до н.э.)- родоначальник античной философии. О жизни и взглядах ФАЛЕСА известно немного, которое можно найти в трудах ПЛАТОНА и АРИСТОТЕЛЯ. ФАЛЕС считал началом всего живого воду, из которой образовались земля, воздух, живые существа и т.д.. ФАЛЕС был известен как философ, математик и астроном, инженер, политический деятель и даже купец. Ему принадлежит открытие причины солнечных затмений, способа определения высоты сооружений (в частности пирамид) по их тени. Ученик ФАЛЕСА, философ АНАКСИМАНДР (610-546 гг. до н.э.) предложил в качестве первоосновы принять не воду, а не имеющую конкретной формы материю, которую он назвал "апейроном".

Особое место в науке Древней Греции занимал ПИФАГОР (582-500 гг. до н.э.), известный в наше время более всего по теореме, носящей его имя. Он ввел в математику понятие иррациональности, гармонии чисел, придерживался мнения о шарообразности Земли и ее вращения вокруг собственной оси.

Афинский этап (V-IV вв. до н.э.).

Яркой личностью среди древнегреческих философов был ГЕРАКЛИТ ЭФЕССКИЙ (530-470 гг. до н. э.) - создатель древнегреческой диалектики. Началом всего он считал огонь. ГЕРАКЛИТ убеждал, что нет ничего неизменного, все находится в процессе развития. Он говорил: " В одну и ту же реку нельзя войти дважды". ГЕРАКЛИТ одним из первых обратил внимание на относительность знаний.

Развитие древнегреческого материализма тесно связано с именем ДЕМОКРИТА (около 460-370 гг. до н.э.), который ввел понятие атомов.

Примерно в 460-370 гг. до н.э. на острове Кос, вблизи Малой Азии, жил крупнейший врач Древней Греции, ГИППОКРАТ, которому принадлежит создание системы наблюдения и изучения больных, некоторых методов их лечения, представления о целостности организма. Большим влиянием в Древней Греции пользовался выдающийся философ и оратор СОКРАТ (470-399 гг. до н.э.). По своим взглядам он был идеалистом, выступал против научного познания природы, считая это дело безбожным. Ученик и последователь СОКРАТА, один из крупнейших философов Древней Греции - ПЛАТОН (428-347 гг. до н.э.), который считал, что "истинным бытием" является мир вечных и неизменных идей, а предметы материального мира - это лишь тени, отражения идей. Особенно важным было платоновское представление о структуре мироздания. Нельзя обойти молчанием пользовавшегося большой известностью философа ДИОГЕНА из Синопа (приблизительно 404-323 гг. до н. э.), который вел аскетическую жизнь и проповедовал возврат к первобытному обществу.

Крупнейший древнегреческий философ - естествоиспытатель АРИСТОТЕЛЬ (384-322 гг. до н.э.) являлся противоречивой фигурой. В сочинениях АРИСТОТЕЛЯ, дошедших до потомков через многие столетия, содержатся практически все известные в его эпоху сведения из различных областей знания: естественных наук (математики, механики, физики, биологии, медицины, логики), психологии, истории, экономики, философии. Однако он отвергал атомистическую доктрину, придерживался геоцентрической модели мироздания, в котором Земля помещалась в центре Вселенной. Его авторитет в значительной степени обусловил неприятие гелиоцентрической системы, выдвинутой АРИСТАРХОМ, а затем КОПЕРНИКОМ. От АРИСТОТЕЛЯ их отделяло семнадцать столетий.

Эллинистский этап

Среди ученых - механиков того периода особую известность имел АРХИМЕД (287-212 гг. до н.э.), который решил ряд задач по вычислению площадей поверхностей и объемов, нашел значение числа π , ввел понятие

центра тяжести и разработал методы определения для различных тел, дал математический вывод законов рычага. АРХИМЕД положил начала статики и гидростатики. Нам со школы известен закон о плавучести тел, носящий имя Архимеда. Им сделаны многочисленные изобретения, в их числе: архимедов винт, различные системы рычагов, блоков, военные метательные машины. Архимед был одним из последних крупных естествоиспытателей и в то же время первым крупным ученым - инженером, труды его положили начало выделению естественных наук в самостоятельную область знаний. Последним крупным философом Древней Греции можно назвать ЭПИКУРА (приблизительно 342-270 гг. до н.э.). Он признавал существование материального мира, считал, что " ничто не возникает из небытия " и Вселенная существует вечно.

Древнеримский этап

Вторым центром, где развивались науки, был Древний Рим. В области техники в Древнем Риме было сделано значительно больше, чем в философии и естествознании. Одной из наиболее ярких фигур был поэт и философ - материалист ТИТ ЛУКРЕЦИЙ КАР, живший в 1-ом веке до н.э.. Его поэма "О природе вещей" является одновременно художественным и философским сочинением - лучшее изложение взглядов ДЕМОКРИТА и ЭПИКУРА. Из философов, писателей, поэтов Древнего Рима мы должны назвать, прежде всего, ВЕРГИЛИЯ (70-19 гг.до н.э.), МАРКА ТУЛЛИЯ ЦИЦЕРОНА (106-43 гг.до н.э.), ЛЮЦИЯ АННЕЙ СЕНЕКУ (примерно 6-65 гг. до. н.э.). Обращаясь к развитию естественных наук древнеримского периода истории, мы, прежде всего, должны назвать имя КЛАВДИЯ ПТОЛОМЕЯ (примерно 90- 168 гг.н.э.). Это был древнегреческий ученый, живший в период расцвета Римской империи, когда в ее состав входила территория Древней Греции. Главный труд ПТОЛОМЕЯ "Математическая система" определил дальнейшее развитие астрономии на последующую тысячу с лишним лет. Оригинал книги утерян, есть только арабский перевод под названием "АЛЬМАГЕСТ", согласно которому в центре

Вселенной помещается ЗЕМЛЯ. Планеты вращаются вокруг ЗЕМЛИ по круговым орбитам. Такая геоцентрическая система ПТОЛОМЕЯ была отвергнута наукой только через 1300 лет спустя, в 1543г. КОПЕРНИКОМ. Несколько большие достижения в Древнем Риме имелись в области техники (архитектура, строительство дорог, водоводов).

Средневековой этап

Развитие науки и техники происходило и в средние века, т.е. в период, который в основном соответствовал времени феодализма в Западной Европе (конец 5 - 15-го веков). На науку средних веков большой отпечаток наложила церковь. Этот длительный отрезок времени включает упадок на первой стадии классической культуры, затем ее восстановление в условиях феодальной экономики и, наконец, переход к новой эпохе, когда было положено начало современной науке.

Одним из наиболее передовых мыслителей того времени был францисканский монах, философ и естествоиспытатель, англичанин РОДЖЕР БЭКОН (около 1214-1292 гг.). Он работал в области математики, астрономии физики, химии. Он считал, что важен не разум, а опыт.

Большое значение имело возникновение первых университетов. В 1160 г. был образован **Парижский университет**, примерно в то же время, в 1167 г. **Оксфордский**, в котором был преподавателем и Р.БЭКОН, в 1207 г. - **Кембриджский**, в 1222 г. **Падуаский**, в 1224 г. **Неапольский**, в 1347г. **Пражский**, в 1364 г. **Краковский**. Хотя университеты сначала занимались главным образом подготовкой духовенства, но все же обучение в них носило более чем когда-либо раньше систематический характер. Изучались медицина, математика, геометрия, астрономия, физика, грамматика, философия и другие предметы. В это время работали ученые, как ЛЕОНАРДО ПИЗАНСКИЙ ФИБОНАЧЧИ (13 в.), занимавшийся алгеброй; француз ЛЕВИ бен ГЕРСОН (13-14 в.), изобретший простейший секстант; англичанин ДЖЕФФРИ ЧОСЕР (14 в.), работавший над совершенствованием астрономических приборов, а также занимавшийся

оптикой англичанин РОБЕРТ ГРОСЕТЕСТ (13 В.); энциклопедисты своего времени БАРТОЛОМЕО АНГЛИЧАНИН (13в) и ВИНЦЕНТ де БОВЕ (13 в.). Тем не менее, рассматриваемый период времени нельзя отнести к числу ярких страниц развития науки. Успешнее обстояло дело с прогрессом техники. В середине 14 в. были построены первые доменные печи. Получили распространение водяные и ветряные мельницы (двигатели). Из других достижений средних веков хотелось бы назвать усовершенствование часового механизма, применение магнитного компаса, книгопечатание, создание очков и развитие архитектуры. Известно, что простейшие механические башенные часы были построены в Милане в 1335 г.

В 1657 г. знаменитый голландец Христиан Гюйгенс (1629-1695) создал прототип современных часов - маятниковые часы, в которых маятник служил для равномерности хода. Очень нужным прибором, особенно для мореплавания, явился магнитный компас. Он был изобретен в Китае, по-видимому, более 2 тысяч лет назад.

Книгопечатание - изготовление нужными (большими) тиражами книг (журналов, газет), печатаемых на бумаге, имеет большое значение в истории человечества. Впервые бумагу стали производить в Китае. В Европе начало изготовления бумаги относится к 12 веку. Начало книгопечатанию было положено в Китае в 11 веке. Отправной точкой книгопечатания явилось создание немецким изобретателем ИОГАННОМ ГУТТЕНБЕРГОМ в 40 годах 15 в. ручного печатного станка. Первая книга в России (в Москве) была напечатана И.Федоровым и П.Мстиславцем в 1564 году.

В период средневековья в западных европейских странах существовали два основных архитектурных стиля: романский (10-12 вв.) и готический (12-15 вв.). Первый из них, романский, нашел свое выражение главным образом в таких постройках, как церкви и монастырские комплексы, замки и крепости. Он отличался суровостью, сооружения располагались обычно на возвышенных местах, господствовавших над

близлежащей местностью. Готическая архитектура представлена выдающимися творениями. Среди них: собор Парижской богородицы (время строительства 1163-1257 гг., собор в Генте с Гентским алтарем (12-14 вв., Бельгия), собор в Реймсе (1211-1311гг., Франция), ратуша в Штральзунде (13-15 вв., ФРГ), собор в Глостере (1329-1377 гг., Англия), ратуша в Брюсселе (1401-1455 гг.).

В странах Востока эпоха феодализма наступила раньше, чем в Европе, а ушла с исторической сцены позднее. В области естественных наук и техники в Индии в этот период достигнуты значительные успехи, особенно в астрономии. Индийские математики имели достижения в арифметике, алгебре и геометрии. В частности, ими были введены в математику буквенные символы, положены начала алгебры. Известные индийские врачи ЧАРАКА и СУШРУТА успешно лечили некоторые психические заболевания. История Китая этой эпохи хранит немало философских идей, достижений науки и техники. Одним из крупных философов - естествоиспытателей был материалист ВАН-ЧУН (27- 104). Он считал, что все существующее в мире имеет началом первичную материю - эфир (юань-ци). Историческим парадоксом является то, что многие сделанные в Китае изобретения получили более широкое использование не в самом Китае, а странах Европы. Бумага, по-видимому, была изобретена Чай Луном во 2 веке, а затем нашла широкое применение во всех странах мира. Печатание книг с бумажными страницами началось также в Китае. Там же, вероятно в начале новой эры, было изобретено взрывчатое (зажигательное вещество по своему составу близкое к дымному пороху). Первые данные о порохе в Китае приводятся в 13 в., а в Европе - в 14 веке.

Наиболее крупным арабским философом - естествоиспытателем средних веков был ИБН РУШД (АВЕРРОЭС) (1126-1198), считавший АРИСТОТЕЛЯ своим учителем. Наиболее знаменитым арабским алхимиком и химиком был АБУ-МУСА ДЖАБАР ибн ХАЙЯ, который умел получать мышьяк и сурьму из их соединений, дал рецепты очищения

металлов от примесей, способы изготовления сталей, крашения тканей и кожи, а также описал дистилляцию уксуса, получение концентрированной уксусной кислоты. Перевод ПТОЛЕМЕЯ на арабский способствовал развитию астрономии. МУХАММЕД аль - БАТТАНИ (850-929) составил новые астрономические таблицы. Наиболее известным мусульманским физиком был ИБН аль-ХАЙСАМ (965-1020), который много работал в оптике, продвинулся в изучении механизма зрения. Здесь следует упомянуть также выдающегося среднеазиатского ученого МУХАММЕДА бен МУСА аль-ХОРЕЗМИ (783-850)- одного из наиболее крупных математиков, занимавшегося астрономией и географией. Выдающийся среднеазиатский ученый АБУ РЕЙХАН МУХАММЕД ибн АХМЕД аль БИРУНИ (973 -1050 гг.) занимался астрономией и математикой. Ему принадлежит разработка тригонометрического метода определения географической долготы, определение длины окружности Земли и т.д.. АБУ АЛИ ХУСЕЙН ибн АБДАЛЛАХ ИБН СИНА (латинизированное АВИЦЕННА, 980 -1037 гг.)- философ, ученый, естествоиспытатель, врач, писатель. Его основной труд в медицине "Канон врачебной медицины". ГИЯСАДДИН АБУЛЬ ФАТХ ибн ИБРАХИМ ОМАР ХАЙЯМ (1048-1123 гг.)- среднеазиатский поэт, философ и математик. МУХАММЕД ТАРАГАЙ УЛУГБЕК (1394 - 1449 гг.), внук ТИМУРА, прославил свое имя работами в области астрономии и математики. Основные итоги работы УЛУГБЕКА - каталог звезд, планетные таблицы и т.д..

2.7.2. Первый период (от 15-го до 19-го вв.) – период механистического, метафизического естествознания

16-17 века имеют особое значение в истории наук - это время рождения современной науки, у колыбели которой стояли такие великие ученые, как ГАЛИЛЕО ГАЛИЛЕЙ и ИСААК НЬЮТОН.

Отличительной чертой этого периода являются: **механистическое мировоззрение, примером значительного успеха которой можно считать разработку молекулярно-кинетической теории вещества и термодинамической теории, а также лапласовский детерминизм, который поднял на недостижимую высоту численный расчет, зарождение диалектики, венцом которой стали клеточная теория и синтетическая теория эволюции в историческом плане.**

Эпоха Возрождения - период времени (15 -16 века), когда старую, средневековую культуру стран **ЗАПАДНОЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЕВРОПЫ** сменила культура, с новыми, присущими ей чертами: **гуманизмом, восстановлением интереса к античности, возрождением античных ценностей (отсюда и название эпохи), отрицанием схоластики, верой в возможности человека, в человеческий разум.**

ЛЕОНАРДО да ВИНЧИ (1452-1519)-личность необыкновенная в истории человечества. Он был живописцем, скульптором, архитектором, ученым, инженером. Он занимался математикой, механикой, физикой (в частности оптикой), астрономией, гидравликой, геологией, ботаникой, анатомией и физиологией человека и животных.

Рассматривая достижения науки догалилеевского периода Возрождения, прежде всего, необходимо назвать польского ученого - астронома, основателя гелиоцентрической системы мира **НИКОЛАЯ КОПЕРНИКА (1473-1543)**. Главная его работа "Об обращениях небесных сфер".

Датский астроном **ТИХО БРАГЕ (1546-1601)** известен многочисленными, весьма точными измерениями положений звезд, планет и комет. Интересно отметить, что помощником **ТИХО БРАГЕ** во время его работы в Праге был в дальнейшем крупнейший астроном **ИОГАНН КЕПЛЕР**.

ДЖОРДАНО БРУНО (1548-1600)-итальянский ученый и поэт, был горячим сторонником гелиоцентрической системы мира, за что 17 февраля

1600 г. он был казнен инквизицией (сожжен на костре). АНДРЕАС ВЕЗАЛИЯ (1514-1564)-ученый-медик, врач издал труд "О строении человеческого тела". Приблизительно 85-ью годами позднее английский ученый и врач УИЛЬЯМ ГАРВЕЙ (1578- 1657) в труде " Анатомическое исследование о движении сердца и крови у животных" описал систему кровообращения у животных и человека.

К последним векам феодального периода, в основном к эпохе Возрождения, относятся многие важные географические открытия. Сюда можно отнести открытие АМЕРИКИ ХРИСТОФОРом КОЛУМБОМ (1452-1506). Португальский мореплаватель ВАСКО де ГАМА (1469- 1524) проложил морской путь из Европы в страны Южной Азии.

ФЕРНАН МАГЕЛЛАН (1480-1521) впервые обогнул земной шар. Все сказанное до сих пор о развитии науки представляет собой лишь предысторию современной науки. Первая руководящая идея современной науки, современного естествознания принадлежит ГАЛИЛЕЮ и касается она проблемы движения. До ГАЛИЛЕЯ в науке общепринятой была точка зрения, что скорость движения тела тем больше, чем больше толкающая его сила, а если действие этой силы прекращается, тело останавливается. Это положение было четко сформулировано АРИСТОТЕЛЕМ, и на первый взгляд оно отвечало опыту. ГАЛИЛЕЙ показал, что этот тезис ошибочен и ввел новый, совершенно другой принцип: ЕСЛИ НА ТЕЛО НЕ ПРОИЗВОДИТСЯ НИКАКОГО ВНЕШНЕГО ВОЗДЕЙСТВИЯ, ТО ОНО, ЛИБО НАХОДИТСЯ В СОСТОЯНИИ ПОКОЯ, ЛИБО ДВИЖЕТСЯ ПРЯМОЛИНЕЙНО С НЕИЗМЕННОЙ СКОРОСТЬЮ. Г.ГАЛИЛЕЕМ были написаны две основные работы: "Диалог о двух системах мира - Птолемеевой и Коперниковой" и "Беседы и математические доказательства, касающиеся двух новых отраслей науки, относящихся к механике и местному движению". После длительных допросов инквизиции Г.ГАЛИЛЕЙ вынужден был отречься от учения КОПЕРНИКА, а 22 июня 1633 г. принести публичное покаяние. Огромна заслуга ГАЛИЛЕЯ в

астрономии, в обосновании и утверждении гелиоцентрической системы КОПЕРНИКА. ГАЛИЛЕЙ установил, что механические явления протекают одинаково во всех инерциальных системах отсчета. Это положение названо принципом относительности ГАЛИЛЕЯ. Очень большое значение имеют исследования ГАЛИЛЕЯ свободного падения тел и движения их по наклонной плоскости. Он создал теорию параболического движения. Много сделано Галилеем в области прочности и сопротивления материалов. О крупнейшем немецком астрономе и математике - современнике Галилея ИОГАННЕ КЕПЛЕРЕ (1571-1630) мы уже упоминали, теперь остановимся кратко на его работах. На основе обобщения астрономических наблюдений КЕПЛЕР установил три закона движения ПЛАНЕТ относительно СОЛНЦА. Он разработал теорию солнечных и лунных затмений, предложил способы их предсказания, уточнил величину расстояния между ЗЕМЛЕЙ и СОЛНЦЕМ, составил таблицы для определения в любой момент времени положения ПЛАНЕТ.

Одним из величайших ученых мира за всю историю человечества был ИСААК НЬЮТОН (1643-1727). Самым главным, что прославило имя НЬЮТОНА и навсегда внесло его в историю науки, было создание основ механики, открытие закона всемирного тяготения и разработка на его базе теории движения небесных тел. Главный его труд "Математические начала натуральной философии". Он дал понятие СИЛЫ, ИНЕРЦИИ, сформулировал ТРИ ОСНОВНЫХ ЗАКОНА МЕХАНИКИ, ставшие ее фундаментом. НЬЮТОНОМ много сделано в теории света, создано независимо от Г.В.ЛЕЙБНИЦА дифференциальное и интегральное исчисления - основа высшей математики. Известны работы НЬЮТОНА в области алгебры (бином НЬЮТОНА, метод интерполяции).

ПЬЕР ГАССЕНДИ (1592-1655) -французский философ-материалист, математик и астроном. Он зафиксировал прохождение Меркурия по диску Солнца, предсказанное ранее Коперником.

РЕНЕ ДЕКАРТ (1596-1650)- французский ученый, философ и математик. Он создал основы аналитической геометрии, ввел понятие переменной величины, ввел оси координат (декартовы координаты).

ГОТТФРИД ВИЛЬГЕЛЬМ ЛЕЙБНИЦ (1646-1716) -немецкий философ и ученый - естествоиспытатель более всего известен как математик, создавший вместе с НЬЮТОНОМ и независимо от него основы дифференциального и интегрального исчисления. Он был также талантливым изобретателем.

ЭММАНУИЛ КАНТ (1724-1804) - немецкий философ и естествоиспытатель. Он разработал космогоническую гипотезу происхождения Солнечной планетной системы.

Современниками ГАЛИЛЕЯ, КЕПЛЕРА и НЬЮТОНА были первоклассные ученые-естествоиспытатели. Мы ограничимся лишь упоминанием таких, как: ТОРРИЧЕЛЛИ, МАРИОТТ, ПАСКАЛЬ, БОЙЛЬ, ГЮЙГЕНС и ЛИННЕЙ.

ЭВАНДЖЕЛИСТ ТОРРИЧЕЛЛИ (1608-1647) - итальянский физик и математик. Он известен работами в области математики, механики, гидравлики, доказал существование давления воздуха, изобрел простейший барометр.

ЭДМ МАРИОТТ (1620-1684)- французский физик, занимался оптикой, дифракцией света, гидравликой, но более известен своими исследованиями свойств газов.

РОБЕРТ БОЙЛЬ (1627-1692) - английский химик и физик. Он положил начало преобразованию химии в самостоятельную науку, дал определение элементу вещества, открыл вместе и независимо от МАРИОТТА газовый закон.

БЛЕЗ ПАСКАЛЬ (1623-1662)- французский ученый, математик, физик, писатель и религиозный философ. Широко известен его закон гидростатики, закон ПАСКАЛЯ.

ХРИСТИАН ГЮЙГЕНС (1629-1695)- голландский математик, механик, физик, астроном. Он разработал новую волновую теорию света, усовершенствовал конструкцию телескопа, открыл спутник планеты САТУРН, изобрел часы с маятником и многое другое.

ЛЕОНАРД ЭЙЛЕР (1707-1783) - великий математик и физик. Всего им написано более 800 работ по различным разделам математики, механики, физики, астрономии и техники.

КАРЛ ЛИННЕЙ (1707-1778) - шведский естествоиспытатель, натуралист. В его основном произведении "Система природы" была установлена определенная градация (соподчинение) между разновидностями растений и животных: класс, отряд, род, вид, вариация.

ЖАН БАТИСТ ЛАМАРК (1744-1829)- французский естествоиспытатель, биолог, утверждавший, что в мире растений и животных происходит непрерывная эволюция, причиной которой являются изменения окружающей среды, в которую он включал климат, пищу и многое другое.

АНТУАН ЛОРАН ЛАВУАЗЬЕ (1743-1794)- один из основоположников химии, французский ученый. Он занимался проблемой горения. ЛАВУАЗЬЕ показал, что все химические превращения одних (исходных) веществ в другие сводятся к изменению сочетаний элементов, т.е. веществ, далее неразделяемых химическим путем. Химические вещества были разделены им на три группы: кислоты, основания, соли.

ДЖОН ДАЛЬТОН (1766-1844)- английский химик, физик и метеоролог. Им открыт закон давления смеси газов, закон Дальтона, он ввел понятие атомный вес, установил один из основных законов химии - закон кратных отношений. Создание атомных представлений в химии нельзя приписать одному лицу. Огромная роль в этом деле принадлежит также: АМАДЕО АВОГАДРО (1776 -1856)итальянскому физику и химику, им предложен закон АВОГАДРО.

КЛОД ЛУИ БЕРТОЛЛЕ (1748-1822)- французский химик, основатель учения о химическом равновесии; ЙЕНС ЯКОБ БЕРЦЕЛИУС (1779 -1848) - шведский химик и минералог, составивший таблицу атомных весов элементов; ЖОЗЕФ ЛУИ ГЕЙ-ЛЮССАК (1778-1850) французский химик и физик, открывший ряд элементов (хлор, йод, калий, натрий) и новые газовые законы, носящие его имя.

18 век - век проявления большого интереса к электричеству. Об этих явлениях еще знали в Древней Греции. Известный американский просветитель, ученый и государственный деятель БЕНДЖАМИН ФРАНКЛИН (1706-1790) дал объяснение действия лейденской банки и изобрел громоотвод.

ШАРЛЬ ОГЮСТЕН КУЛОН (1736-1806)- французский физик, инженер изобрел крутильные весы, с помощью которых установил один из основных законов электростатики - закон КУЛОНА.

ЛУИДЖИ ГАЛЬВАНИ (1737-1798) - итальянский ученый - физиолог, производивший знаменитые опыты с лягушками. Он коснулся металлической пластинкой нерва только что убитой лягушки. В то же время пластинкой, сделанной из другого металла, он коснулся бедра этой лягушки. Когда две пластинки были приведены в соприкосновение между собой, было замечено конвульсивное сокращение мускулов лягушки. Но, ни самому Л. ГАЛЬВАНИ, ни его современнику АЛЕКСАНДРО ВОЛЬТЕ (1745 -1827) правильного объяснения опыту дать не удалось. В 1795 г. ВОЛЬТА показал, что если взять две пластинки, сделанные из разных металлов, например, из меди и цинка, и разделить их слоем серной кислоты (или поместить между ними кусок картона, пропитанного серной кислотой), то такое устройство будет представлять собой источник тока, названный по настоянию А. ВОЛЬТЫ в честь Л. ГАЛЬВАНИ гальваническим элементом. А.ВОЛЬТА отрицал существование животного электричества. ЛУИДЖИ ГАЛЬВАНИ сумел доказать обратное. А.ВОЛЬТЕ принадлежит важное

изобретение, именуемое вольтовым столбом - комбинацию гальванических элементов, соединенных последовательно.

ПЕТРОВ В.В.(1761-1834) - известный русский физик создал в 1802 году вольтов столб, состоящий из 2100 элементов и дающий ЭДС около 1700 вольт. Но наиболее крупным достижением ПЕТРОВА В.В. было открытие им электрической дуги. Он предвидел ее широкое применение. В 1881 г. русским изобретателем, инженером Н.Н. БЕНАРДОСОМ был предложен способ электродуговой сварки с угольным электродом. В 1888-1890 гг. Н.Г. СЛАВЯНОВЫМ - русским инженером внедрен метод сварки с плавящимся электродом.

ГЕМФРИ ДЭВИ (1778-1829)- английский химик и физик, был разносторонним ученым, являлся одним из основателей электрохимии. Он воздействовал на поташ и соду одним из мощных вольтовых столбов, разложил их и получил металлические калий и натрий.

ХАНС ХРИСТИАН ЭРСТЕД (1777-1851) - датский физик, показал связь между электричеством и магнетизмом.

АНДРЕ МАРИ АМПЕР (1775-1836) - французский физик и математик, построивший первую теорию (гипотезу) магнетизма. Основной его труд " Теория электродинамических явлений, выведенная исключительно из опыта". В честь А.А.АМПЕРА названа единица силы тока - ампер.

ГЕОРГ ОМ (1787-1854)- немецкий физик, установил формулу для постоянного тока в электрической цепи, известную теперь как закон ОМА. Им выполнены работы по оптике, кристаллографии, акустике. В честь ОМА названа единица электрического сопротивления - Ом. Важнейшая его работа "Определение закона проводимости контактного электричества металлами".

КАРЛ ГАУСС (1777-1855)- немецкий математик и физик, с именем которого связаны новые представления в теории электричества и

магнетизма, а также, именем которого названа единица магнитной индукции - гаусс.

ПЬЕР СИМОН ЛАПЛАС (1749-1827)- французский астроном, математик и физик был разносторонним ученым, Он много сделал в области математики. В его книге "Аналитическая теория вероятностей" (1812 г.) было рассмотрено так называемое преобразование П.ЛАПЛАСА, с помощью которого функция действительного переменного переводится в функцию комплексного переменного. Исследования П.С.ЛАПЛАСА по дифференциальным уравнениям в алгебре и другим дисциплинам вошли в число фундаментальных исследований. П.С. ЛАПЛАС совместно с А.ЛАВУАЗЬЕ определял скрытую теплоту тел с помощью специального калориметра, исследовал процесс горения водорода в кислороде, доказал ошибочность теории флогистона. Он изучал также явление капиллярности, установил формулу скорости распространения звука в воздухе. Но наибольшую популярность имели его работы по небесной механике. Из большого числа исследований в этой области следует выделить два: доказательства П.С.ЛАПЛАСОМ устойчивости Вселенной и теорию естественного возникновения Вселенной из первичной туманности.

М.В.ЛОМОНОСОВ (1711-1765)- великий русский ученый, основоположник отечественной науки. Он был сторонником корпускулярного строения вещества и считал, что материя состоит из мельчайших частиц - атомов. Он отрицал существование теплорода. Одним из крупнейших открытий М.В.ЛОМОНОСОВА было доказательство закона сохранения вещества. Он вместе с другом Г.В. РИМАНОМ занимался исследованием атмосферного электричества. Вероятно, самым крупным достижением М.В.ЛОМОНОСОВА в астрономии является открытие атмосферы на планете ВЕНЕРА. В интересы ЛОМОНОСОВА М.В. входили также геология, горное дело, металлургия, истории государства Российского, он был блестящим поэтом.

17-ый и особенно 18-ый века оказались временами значительного ускорения и развития техники. Направлений ее развития много, мы постараемся выбрать в качестве примеров те, которые представляют наибольший интерес. В первую очередь зарождающаяся промышленность требовала удобные для использования источники энергии. Количество, мощность гидросиловых установок непрерывно росли. Во Франции на реке Сене в 1682 году была сооружена крупнейшая для того времени установка, состоящая из 13 колес диаметром по 8 метров, служившая для привода более 200 насосов, подававших воду на высоту свыше 160 метров, и обеспечивавшая питание водой фонтанов в Версале и Марли.

Наряду с водяными колесами широкое применение находили ветряные колеса. Перед водяными колесами их преимущество заключалось в том, что место их расположения менее связано с природными условиями. Однако их недостатком являлось непостоянство скорости ветра.

Одним из главных факторов рассматриваемого периода была **ПАРОВАЯ МАШИНА** - первый универсальный двигатель. Известно, что попытки использовать силу пара восходят еще к **АРХИМЕДУ**, древнегреческому ученому **ГЕРОНУ АЛЕКСАНДРИЙСКОМУ** и **ЛЕОНАРДО ДАВИНЧИ**. Но задача оказалась довольно сложной, и универсальный паровой двигатель был создан и начал находить широкое применение только во второй половине 18-го века. Первые попытки в этом направлении были сделаны: **ТОМАСОМ СЕВЕРИ** (1650-1715) -английским инженером; **ТОМАСОМ НЬЮКОМЕНА** (1663-1729)- английским изобретателем. Подобная паровая машина использовалась для привода непрерывного действия (например, насосов для откачки воды из шахт). **ПОЛЗУНОВ И.И.** (1728-1766)-русский изобретатель, создатель первого универсального парового двигателя, не нашедшего, к сожалению, применения. Впервые выдвинутый И.Ползуновым принцип сложения работы нескольких цилиндров на одном валу нашел в дальнейшем широкое

применение, в том числе и для двигателей внутреннего сгорания, появившихся во второй половине 19 века.

Английский изобретатель ДЖЕЙМС УАТТ (1736-1819)- создатель ряда конструкций паровых машин. Патент на универсальный паровой двигатель Д.УАТТ получил в 1871 году. Он разработал и создал паровую машину с цилиндрами двойного действия, ему принадлежит также разработка центробежного регулятора и индикатора давления.

В 18 веке было сделано много попыток использовать паровую машину на транспорте. Впервые построена действующая модель парового локомотива талантливым английским изобретателем ДЖОРДЖЕМ СТЕФЕНСОНОМ (1781-1848) в 1829 году. В России первые паровозы были построены русскими механиками и изобретателями ЧЕРЕПАНОВЫМИ - ЕФИМОМ АЛЕКСЕЕВИЧЕМ (отец, 1774-1842) и МИРОНОМ ЕФИМОВИЧЕМ (сын, 1803- 1849) , работавшими на Нижнетагильских заводах и бывшими крепостными заводчиков Демидовых. В 1834 г. ими был построен первый русский паровоз, а в 1835 г.- второй более мощный. Первая пассажирская железная дорога была построена в 1837 году между Петербургом и Павловском (27 км). Двухколейная железная дорога Петербург - Москва начала действовать в 1851 году. Впервые использовал паровую машину в водном транспорте американский изобретатель РОБЕРТ ФУЛТОН (1765- 1815) в 1807 году, построив колесный пароход грузоподъемностью 15 тон, приводимый в движение паровой машиной мощностью 20 л.с.. Дальнейшему развитию пароходства содействовали переход от деревянных к стальным конструкциям судов, рост мощности и быстроходности паровых машин, введение гребного винта и ряд других факторов.

В 17-18 веках росла потребность в металле, что создало стимул к развитию металлургии. Получили развитие доменные печи, в которые подавали исходные продукты: железную руду, флюсы, кокс и воздух. Конечными продуктами являлись чугун, шлак и доменный газ. Чугун -

сплав железа с углеродом, в котором углерода, обычно от 2 до 4 %, содержащий постоянные примеси (Sj, Mn, S ,P), а некоторых случаях легирующие элементы (Cr, Nj ,V, Al и др.). Основное потребление чугуна - это выплавка стали. Чугуны, идущие в сталеплавильное производство, подразделяются на передельные и специальные (или ферросплавы). В ферросплавах присутствуют легирующие элементы. Их применение имеет большое значение для получения высококачественных (высоколегированных) сталей. Чугун используется также непосредственно, без превращения его в сталь; такой чугун называется литейным. Литейные чугуны подразделяются на серый, ковкий, белый. Ввиду хрупкости и плохой обрабатываемости белый чугун меньше всего используется. Если отливки из белого чугуна подвергнуть термической обработке (отжигу), то белый чугун теряет свою хрупкость, приобретает вязкость, получается так называемый ковкий чугун. Из серого высококачественного чугуна отливаются многие изделия в машиностроении, в том числе сложной формы. М.А. ПАВЛОВ (1863- 1958) проделал большую работу по совершенствованию доменного процесса, в области металлургии чугуна.

Сталь, сплав железа с углеродом (до 2%) и некоторых других элементов - наиболее широко применяемый металл, используемый во всех отраслях производства. Сталь в настоящее время получают главным образом из смеси передельного чугуна со стальным ломом в кислородных конверторах (от латинского *convertio*-изменяю, превращаю), мартеновских печах и электропечах. Продувка чугуна чистым кислородом впервые была применена в 1936г. инженером Н.И.МОЗГОВЫМ. Первый кислородный конвертер был построен в Австрии в 1952 году. Значительно раньше в черной металлургии для выплавки стали из чугуна начали применяться конверторы с продувкой чугуна воздухом снизу. Широкое применение получили бессемеровский и томасовский процессы получения стали. Английский инженер и изобретатель Г.БЕССЕМЕР (1813-1898) в 1856 году предложил способ выплавки стали только для железных руд, содержащих

немного фосфора и серы. Но таких руд оказалось мало. Английский инженер - металлург С.ТОМАС (1850-1885) предложил в 1878 году существенную модификацию бессемеровского конверторного метода выплавки стали, заключающуюся в том, что он заменил, кислую динасовую футеровку бессемеровского конвертора на основную и для лучшего связывания фосфора вводил известь. Таким путем была достигнута возможность использования более низкосортных железных руд, содержащих много фосфора и серы. Однако качество стали, получаемой томасовским процессом, было низким. Поэтому, когда в 1864г. французский металлург П.МАРТЕН (1824-1915) разработал метод мартеновской плавки стали, данный процесс применялся мало. Хотя мартеновский процесс был медленнее и менее экономичен по сравнению с конвертерными процессами Г.БЕССЕМЕРА и С.ТОМАСА, он имел неоспоримые преимущества перед ними: меньшую требовательность к составу железорудного сырья, возможность использовать большое количество скрапа и получать сталь более высокого качества. По этой причине в середине 20 века около 80% всей производимой в мире стали получали в мартеновских печах.

Наличие универсального двигателя и успехи металлургии уже в 18 веке создали предпосылки для появления рабочих машин, прежде всего, в области машиностроения. Однако до последней четверти 18 века даже в наиболее крупных мануфактурах, занимающихся обработкой металла, основные процессы производились за счет мускульной силы человека. Коренные усовершенствования в ручной токарный станок были внесены приводом его в действие от универсального двигателя (в начале от паровой машины) и изобретением суппорта (от латинского *supporto*- поддерживаю)-главного узла металлорежущих станков, на котором закрепляется и вместе с которым перемещается режущий инструмент (резец). Идея суппорта нашла отражение в сконструированном русским механиком и изобретателем А.К. НАРТОВЫМ (1693 -1756) токарном станке. Первый же токарный станок с

механическим суппортом был создан в 1795 г. английским механиком Г.МОДСЛИ (1771-1831). В машиностроении появились и все в большей мере использовались строгальные, фрезерные, шлифовальные и другие металлообрабатывающие станки. Начала находить применение, а в последующем получила широкое развитие обработка металлов под давлением. Это позволило снизить потери металла (отсутствие стружки, всегда имеющейся при обработке резанием), увеличить скорость обработки, а вместе с тем и производительность труда.

Со времен Галилея и Ньютона до начала 20 века, т.е. около трех столетий, большинство ученых было убеждено, что все науки о природе, в конце концов, могут быть сведены к механике, что законы механики в конечном итоге являются всеобъемлющими, тотальными, что механика является, так сказать, наукой наук. Такому представлению в большей мере способствовали идеи КОПЕРНИКА, ГАЛИЛЕЯ и особенно НЬЮТОНА, чьи дарования были столь велики, а его система основ механики и теория движения небесных тел представлялись убедительными и бесспорными. Развитию механистического представления в науке в большей мере содействовало создание кинетической теории тепла. Необходимо заметить только, что кинетическая теория тепла была и остается (также как и сама классическая механика НЬЮТОНА) одним из крупнейших достижений науки.

Теперь хорошо известны такие понятия, как теплота и температура. Известно также, что это далеко не одно и то же. Часто для того, чтобы лучше объяснить, что представляют собой теплота и температура, их сравнивают соответственно с количеством воды и уровнем, на котором вода находится. Действительно, вода никогда сама по себе (например, без помощи насоса) не потечет от уровня более низкого к уровню более высокому, а теплота (это установлено опытом) не будет сама по себе переходить от тела менее нагретого, т.е. имеющего меньшую температуру,

к телу более нагретому, имеющему большую температуру. Проведенная аналогия оказалась настолько удачной, что, может быть, отчасти, поэтому долгое время под теплотой понимали некоторую якобы существующую невесомую субстанцию - теплород, имеющую способность "перетекать" от более нагретых тел к менее нагретым. Решающим наблюдением, возвестившем об ошибочности теории теплорода, было наблюдение известного американского естествоиспытателя и политического деятеля графа БЕНДЖАМИНА РУМФОРДА (1753 -1814), сделанное им в 1798 году. Из простых опытов Б.РУМФОРДА следует, что теплорода не существует, а теплота есть движение. Спустя почти 50 лет после опытов Румфорда немецкий естествоиспытатель, врач ЮЛИУС РОБЕРТ МАЙЕР (1814-1878) сформулировал в 1842 г. закон эквивалентности механической работы и теплоты. Другими словами он первым сформулировал закон сохранения энергии. А в 1843-1850 гг. английский естествоиспытатель, пивовар ДЖЕЙМС ПРЕСКОТТ ДЖОУЛЬ (1818 -1889) опытным путем с высокой степенью точности установил механический эквивалент тепла: $427 \text{ кгс} \cdot \text{м} / \text{ккал}$. В настоящее время эта величина уточнена и равна: $426,935 \text{ кгс} \cdot \text{м} / \text{ккал}$. В дальнейшем было установлено, что механическая и тепловая энергия - две формы энергии из большого числа возможных ее форм. В частности, кроме механической и тепловой энергии, существует химическая энергия, которой обладает, например, любое органическое топливо, выделяющее при сжигании теплоту; ядерная (атомная) энергия - внутренняя энергия атомных ядер, освобождающаяся в виде теплоты в результате ядерных реакций; электромагнитная энергия, о которой речь будет идти ниже.

В 18-19 веках были установлены два, как тогда полагали, независимых друг от друга закона: закон сохранения массы и закон сохранения энергии, согласно которым масса и энергия изолированной системы неизменны. Отказ от теории теплорода, естественно, включил в повестку дня вопрос о сущности теплоты. Согласно кинетической теории

тепла, тепловая энергия есть не что иное, как сумма энергий мельчайших частиц: молекул, атомов, электронов и др. Тепловая энергия газа в целом, согласно сказанному выше, есть сумма энергии (кинетической и потенциальной) всех мельчайших частиц. Важное открытие, подтвердившее на основе опытных данных, наблюдений справедливость кинетической теории, было сделано в 1827 г. английским ботаником, почетным членом Петербургской Академии наук РОБЕРТОМ БРОУНОМ (1773-1858). Это открытие получило широкую известность под названием броуновского движения.

Самой настоящей трудностью механистического объяснения всех физических явлений стал опыт датского ученого ЭРСТЕДА (1777-1857). В этом опыте магнитная игла под действием электрического тока поворачивается в положение, перпендикулярное плоскости контура электрического тока, т.е. на магнитную иглу действует сила, перпендикулярная к линии, проходящей через иглу и контур. Сегодня любой школьник без труда воспроизведет опыт ЭРСТЕДА, продемонстрирует "вихрь электрического конфликта", насыпав на картон, через центр которого проходит проволока с током, железные опилки. Этот опыт подтвердил диалектику природы, всеобщую связь явлений. Опыт ЭРСТЕДА привел к открытию множества фактов. При этом наибольший вклад в изучение электромагнетизма внесли французский физик АМПЕР (1775 - 1836), создатель электродинамики (теории электромагнитных процессов в различных средах и в вакууме, охватывает огромную совокупность явлений, в которых основную роль играют взаимодействия заряженных частиц, осуществляемые посредством электромагнитного поля) и английский физик МАЙКЛ ФАРАДЕЙ (1791-1867), исследовавший явление электромагнитной индукции. Он создал первый электродвигатель, впервые высказал мысль о дискретности электричества, т.е. о существовании элементарного электрического заряда и ввел в физику совершенно новый объект - физическое поле (это то, что излучается,

распространяется с различной скоростью в пространстве и взаимодействует с веществом). По современным взглядам, физическое поле представляет собой одно из фундаментальных понятий естествознания. Физическое поле есть не что иное, как особая форма существования материи. Математическая идея ФАРАДЕЯ была разработана его гениальным преемником МАКСВЕЛЛОМ (1831 -1879). Это английский физик - создатель классической электродинамики, которая носит его имя, один из основоположников статистической физики. Его научная деятельность очень разносторонняя: работы охватывают молекулярную теорию газов, механику, теорию упругости, оптику, но все же главным из того много, что было сделано МАКСВЕЛЛОМ в науке, является создание электродинамики, теории электромагнитного поля.

Имена ГАЛИЛЕЯ И НЬЮТОНА в механике сравнивают с именами ФАРАДЕЯ и МАКСВЕЛЛА в науке об электричестве. ГАЛИЛЕЙ и НЬЮТОН заложили основы механической картины мира, ФАРАДЕЙ и МАКСВЕЛЛ - основы электромагнитной картины мира. Вот как оценивают исследования в области электромагнитного поля А.ЭЙНШТЕЙН и Л.ИНФЕЛЬД: " Во второй половине 19 столетия в физику были введены новые и революционные идеи; они открыли путь к новому философскому взгляду, отличающемуся от механического. Результаты работ ФАРАДЕЯ, МАКСВЕЛЛА и ГЕРЦА привели к развитию современной физики, к созданию новых понятий, образующих новую картину действительности".

Примерно с середины 19 века в естествознании наступает так называемый "полевой период", когда электромагнитная картина мира сменяет механическую. Этот период, когда широко продвинулось дело технических приложений электричества - появился телеграф, появились линии дальней связи. Русским ученым Б.С. ЯКОБИ (1801-1874) был сконструирован первый электродвигатель с непрерывным вращением вала. Позже А.С.ПОПОВ (1859-1906) изобрел радио - это практическое

использование электромагнитных волн. Особая роль в изучении электромагнитных явлений принадлежит немецкому физикау ГЕРЦУ (1857-1894). Он экспериментально проверил теоретические выводы МАКСВЕЛЛА и нашел, что скорость электромагнитных волн равна скорости света.

В геологии в это время возникает теория медленного развития ЗЕМЛИ, появляются палеонтология и эмбриология, в биологии Ч.ДАРВИНЫМ создается эволюционное учение, согласно которому наблюдаемый нами мир растений, животных непостоянен, он непрерывно эволюционирует и эта эволюция происходит в результате изменчивости, наследственности и естественного отбора. К этому же периоду относятся основополагающие работы К.БЕРНАРА в области физиологии, создание клеточной теории, основы которой были заложены немецкими учеными Т.Шванном и М.Шлейденом, исследования Л.ПАСТЕРА, Р.КОХА, И.И.МЕЧНИКОВА в микробиологии и иммунологии, работы И.М.СЕЧЕНОВА и И.П. ПАВЛОВА в области высшей нервной деятельности и, наконец, блестящие работы Г.МЕНДЕЛЯ, хотя и не получившие известности до начала 20 века.

Три великих открытия, произошедшие во второй трети 19 века - клеточная теория, учение о превращении энергии и дарвинизм - нанесли окончательный удар по метафизике.

Затем последовали открытия, полнее раскрывавшие диалектику природы. В 1861 году А.М.БУТЛЕРОВ (1828-1886) создал теорию химического строения органических соединений, лежащую в основе современной химии и создающую возможность органического синтеза соединений с заданными свойствами. В 1869 году Д.И.МЕНДЕЛЕВЫМ (1834-1907) была создана периодическая система элементов, с помощью которой он предсказал существование и свойства некоторых неоткрытых еще элементов (галлия, скандия, германия). ***Но делая открытия, подтверждающие диалектику, естествоиспытатели продолжали,***

мыслить метафизически и это, составило основное противоречие естествознания данного периода.

2.7.3. Второй период (20 век) – период новейшей истории естествознания

Данный период развития естествознания (с середины 90 годов 19 века до настоящего времени) носит название " новейшей революции в естествознании". Характерным для этого периода является то, что **наряду с классическими широко внедряются квантовые представления, произошло переосмысление концепции атомизма, диалектика противоположностей (дискретность и непрерывность и т.п.) заняла свое место в познании, и господжа вероятность потеснила причинно-следственную связь.** Этот период принято делить на несколько этапов.

ПЕРВЫЙ ЭТАП.

К концу 19 века в науке сложилось представление, что развитие физики в основном закончено, что дальнейшая задача заключается в том, чтобы свести все физические явления к механике молекул, атомов, эфира, иными словами, построить механическую модель для каждого физического явления. Однако уже в конце 19 века были сделаны открытия, которые с позиций классической механики объяснить было невозможно. В 1881 году американский физик АЛЬБЕРТ АБРАХАМ МАЙКЕЛЬСОН (1852 - 1931) доказал опытным путем, что скорость света не зависит от движения Земли. В 1897 году выдающийся английский физик ДЖОЗЕФ ДЖОН ТОМСОН (1856-1940) открыл существование электрона (с массой всего лишь около $9.1 \cdot 10^{-31}$ г)- элементарной частицы вещества, входящей в состав атомов всех элементов, носителя наименьшего электрического заряда. В следующем, 1898 году Д.Д.ТОМСОН определил заряд электрона. Позже заряд электрона был с высокой точностью измерен американским ученым МИЛЛИКЕНОМ (1868-1953). Из этого следовало, что атом не элементарен.

Было показано, что при движении электронов со скоростями того же порядка, что и скорость света, происходит изменение их массы, что никак не укладывается в представления классической механики. ХЕНДРИК АНТОН ЛОРЕНЦ (1853- 1928), нидерландский физик, создал классическую электронную теорию, доказал, что электрические, магнитные, оптические и химические свойства атома определяются числом электронов, их энергией и расположением в атоме. Открытие в 1895 году рентгеновских лучей и в 1896 году радиоактивности французским физиком АНТУАНОМ АНРИ БЕККЕРЕЛЕМ (1852-1908) положили начало изучению атомной и ядерной физики.

Начало 20 века, 1905 год был ознаменован одним из крупнейших событий в истории физики, в истории науки созданием АЛЬБЕРТОМ ЭЙНШТЕЙНОМ (1879 - 1955) новой теории пространства и времени, так называемой частной (специальной) теории относительности. А.ЭЙНШТЕЙН, приступая к разработке теории относительности, принял два допущения: скорость света в вакууме неизменна и одинакова во всех системах координат, движущихся прямолинейно и равномерно друг относительно друга; для всех инерциальных систем все законы природы одинаковы, а понятие абсолютной скорости теряет значение, т.к. нет возможности ее обнаружить. Следует отметить, что большое значение для разработки частной теории относительности имели работы Х.А.ЛОРЕНЦА и А.ПУАНКАРЕ. Таким образом, оказалось, что классическая, ньютоновская механика справедлива только в случае, когда значения скоростей в рассматриваемой системе во много раз меньше скорости света. В этом случае ее уравнения сохраняют свою силу. Следовательно, классическая механика есть, так сказать, частный случай более общей теории относительности. Теория относительности вела ко многим радикальным выводам: неизменных твердых частиц в природе не существует; форма и размеры тел и частиц зависят от скорости их движения. От скорости движения тел зависит и их масса, которая

обусловлена свойством окружающего частицу электромагнитного поля. Из теории вытекает в частности: замедление течения времени в быстро движущемся объекте; сокращение размеров тел в направлении их движения; рост массы тел с увеличением их скорости; взаимосвязь массы и энергии движущегося тела согласно уравнения:

$E = m * c^2$. (При испускании телом энергии E его масса уменьшается на величину E / c^2). Из теории относительности вытекает также совершенно новые представления о пространстве и времени. Наука до этого периода базировалась на ньютоновских концепциях абсолютного пространства и времени. Пространство при этом рассматривалось как нечто абсолютное, пустое, неподвижное и однородное, оторванное от времени, материальных тел и реальных процессов. Время у И.НЬЮТОНА течет повсюду равномерно само по себе. Согласно специальной теории относительности А.ЭЙНШТЕЙНА, пространственная и временная координаты неразрывно связаны друг с другом и равноправны, образуя четырехмерное " пространство - время ". Сейчас имеются в этом отношении современные определения: пространство и время - всеобщие формы существования материи; пространство - форма существования материальных объектов и процессов, характеризует структурность и протяженность материальных систем. Время - форма последовательной смены явлений и состояний материи, характеризует длительность их бытия. Пространство и время имеют объективный характер, неотделимы от материи, неразрывно связаны с ее движением и друг с другом, обладают количественной и качественной бесконечностью. Универсальные свойства времени: длительность, не повторяемость, необратимость. Всеобщие свойства пространства: протяженность, единство прерывности и непрерывности (всякий материальный объект есть единство прерывности и непрерывности; с одной стороны - пространственно-временная ограниченность элементов, состояний системы (прерывность), с другой стороны - взаимосвязь и взаимообусловленность элементов и состояний системы).

В 1900 году известный немецкий ученый МАКС ПЛАНК(1858-1947) предложил, что распределение энергии в спектре теплового излучения носит не непрерывный, а дискретный характер. Минимальное количество изменения энергии - квант - пропорционален частоте излучения. Коэффициент пропорциональности, равный $6,626 \cdot 10^{-34}$ Дж·сек, назван постоянной ПЛАНКА. Представления ПЛАНКА явились основой одной из всеобъемлющих физических теорий - квантовой теории.

В 20 веке было очень много сделано в области изучения строения вещества. Известный английский физик ЭРНЕСТ РЕЗЕРФОРД экспериментальным путем установил, что атомы имеют ядра, в которых сосредоточена вся их масса, и разработал планетарную модель строения атома (1911г.). Это была, вероятно, последняя (а может быть, первая и последняя) модель атома, которую относительно легко себе представить. Согласно планетарной модели, электроны движутся вокруг неподвижного ядра атома (подобно планетам вокруг СОЛНЦА) и в то же время, согласно законам классической электродинамики, непрерывно излучают электромагнитную энергию. Однако планетарная модель РЕЗЕРФОРДА была не в состоянии объяснить, почему электроны, двигаясь вокруг ядра по кольцевым орбитам и, следовательно, непрерывно испытывая ускорение и поэтому все время излучая и теряя свою кинетическую энергию, не приближаются к ядру и не падают на его поверхность. Есть и еще одно противоречие. В соответствии с законами электродинамики частота излучаемой электроном электромагнитной энергии должна быть равна частоте собственных колебаний электрона в атоме или числу оборотов электрона вокруг ядра в секунду. Но в этом случае спектр излучения электрона должен быть непрерывным, так как электрон, приближаясь к ядру, менял свою частоту. Опыт же показывает другое: атомы излучают свет только определенных частот. Именно поэтому **атомные спектры называются линейчатыми**. Другими словами, планетарная модель

РЕЗЕРФОРДА оказалась несовместимой с электродинамикой МАКСВЕЛЛА.

Модель атома, предложенная известным датским физиком НИЛЬСОМ БОРОМ (1885-1962), хотя и была основана на планетарной модели РЕЗЕРФОРДА, не содержала в себе указанного противоречия. Н.БОР, основываясь на разработанной им самим в 1913 году квантовой теории атома, сформулировал два постулата, совершенно несовместимые с классической физикой:

- в каждом атоме существует несколько стационарных состояний (говоря языком планетарной модели, несколько стационарных орбит) электронов, двигаясь по которым (на которых), электрон может существовать, не излучая (согласно классической физике, движение заряженного электрона по траектории, отличной от прямой линии, сопровождается излучением);

- при переходе электрона из одного стационарного состояния в другое электрон (атом) излучает или поглощает порцию энергии:

$E = h \nu = E_1 - E_2$, где: ν , сек^{-1} - частота излучаемой или поглощаемой электромагнитной энергии (согласно классической теории, частота излучения не связана с количеством излучаемой энергии); $h=6,627 \cdot 10^{-34}$ дж/сек - постоянная ПЛАНКА.

Постулаты БОРА объясняют устойчивость электронов: находящиеся в стационарных состояниях электроны без внешней на то причины не излучают электромагнитной энергии. Было также установлено, что переход электрона на более далекую от ядра орбиту приводит к увеличению энергии атома и, наоборот, переход электрона на орбиту, более близкую к ядру, вызывает уменьшение энергии атома. Решающим доводом в пользу теории БОРА явилось ее сопоставление с экспериментальными данными. Созданная БОРОМ в 1913 году квантовая модель атома завершает первый этап новейшей революции в естествознании.

ВТОРОЙ ЭТАП.

Этот этап истории естествознания связан, прежде всего, с развитием физики ядра атома и дальнейшим развитием теории относительности. Физика как ведущая отрасль всего естествознания играет роль стимулятора и трамплина по отношению к другим отраслям естествознания, например, изобретение электронного микроскопа и введение метода меченых атомов вызвало переворот во всей биологии, физиологии, биохимии. Физические методы определили успехи химии, геологии, астрономии, способствовали в дальнейшем развитию науки о космосе. Огромным достижением физики явилось создание квантовой (волновой) механики, согласно которой микрочастицы обладают двойственной корпускулярно-волновой природой.

Квантовая механика - один из сложнейших разделов квантовой теории, наиболее общей физической теории, не только давшей новые, революционные представления о микрочастицах, но и позволившей объяснить свойства макроскопических тел. Предпосылками ее становления явились работы по созданию квантовых представлений ПЛАНКА, ЭЙНШТЕЙНА, БОРА. В 1924 году французский физик де БРОЙЛЬ выдвинул идеи о двойственной корпускулярно - волновой природе не только электромагнитного излучения (фотонов), но других микрочастиц, положив тем самым начало квантовой механике.

В 1925 году один из создателей квантовой механики - швейцарский физик - теоретик В.ПАУЛИ (1900-1958) сформулировал так называемый принцип запрета - фундаментальный закон природы, согласно которому ни в атоме, ни в молекуле не может быть двух электронов, находящихся в одинаковом состоянии. Австрийский физик - теоретик ЭРВИН ШРЕДИНГЕР (1887-1961) разработал в 1926 году волновую механику, сформулировал ее основное уравнение. Немецкий физик - теоретик ВЕРНЕР ГЕЙЗЕНБЕРГ (1901- 1976) сформулировал в 1927 году принцип неопределенности, в соответствии с которым значения координат и импульсов микрочастиц не могут быть названы одновременно с высокой

степенью точности. Английский физик ПОЛЬ ДИРАК (1902-1984) заложил в 1929 году основы квантовой теории электродинамики и квантовой теории гравитации, разработал релятивистскую теорию движения электрона, на основе которой предсказал в 1931 году существование позитрона - первой античастицы (частицы, во всем подобной своему "двойнику", в данном случае электрону, но отличающейся от него знаком электрического заряда, магнитного момента и некоторыми другими характеристиками), аннигиляцию и рождение пар. В 1932 году американский физик К.АНДЕРСОН открыл античастицу электрона в космических лучах.

Развитие ядерной физики, изучение ядерных реакций в решающей мере способствовало созданию ускорителей заряженных частиц. Во много раз возросло число известных элементарных частиц, некоторые из которых способны существовать лишь ничтожно малое время. Оказалось, что элементарные частицы могут претерпевать взаимные превращения, что они вовсе не элементарны. По удачному сравнению известного советского физика В.Л.ГИНЗБУРГА, все происходит так, как будто мы имеем дело с "бесконечной матрешкой": откроешь одну элементарную частицу, а за ней "еще более элементарная" и так без конца. Вероятно, можно сказать, что большинство современных физиков признают существование особых фундаментальных частиц - кварков и соответствующих античастиц - антикварков. Предполагается, что кварки имеют дробный электрический заряд, экспериментально кварки не обнаружены, но, возможно, потому, что они не могут существовать в свободном, несвязанном состоянии.

Быстрое развитие ядерной физики сделало возможным в 1939-1945 годах совершить решающие шаги в освобождении ядерной энергии. Сначала это выдающееся научное открытие было использовано в военных целях для создания ядерного и термоядерного оружия. Эта часть истории естествознания продолжалась вплоть до 1945 года, когда произошло практическое испытание ядерного оружия.

ТРЕТИЙ ЭТАП.

Этот этап периода "новейшей революции в естествознании" (с 1945 года до наших дней) характеризуется использованием в мирных целях атомной энергии (первая атомная электростанция была построена в нашей стране и начала действовать в 1954 году). Большая заслуга в этом принадлежит И.В.КУРЧАТОВУ (1902-1960) и А.П.АЛЕКСАНДРОВУ. В 1946 г. под руководством И.В.КУРЧАТОВА был сооружен первый в ЕВРОПЕ атомный реактор. Полный ядерноэнергетический цикл включает в себя следующее: производство электроэнергии на установках АЭС, добычу и переработку урановой руды, рафинирование и обогащение урана, изготовление ядерного топлива, транспортировку и загрузку его в реактор, разгрузку (или частичную перегрузку) активной зоны реактора АЭС, транспортировку облученного горючего на радиохимический завод, переработку выгоревшего топлива (извлечение плутония из облученного урана и отделение высокорadioактивных осколков деления), возвращение регенерированного урана на металлургический или обогатительный завод, концентрирование и захоронение радиоактивных отходов. Все указанные операции трудоемки, материалоемки и энергоемки, представляют опасность и наносят вред окружающей среде. В настоящее время во всем мире около 400 реакторов. Как известно, по литературным данным 1 тонна топлива АЭС дает 1 т радиоактивного пепла - отходов. Особые проблемы возникают с трансурановыми отходами. Из периода их полураспада следует, что экологическая изоляция плутония и других трансурановых элементов необходима на сроки, составляющие сотни тысячелетий! Всевозможные предложенные до сих пор идеи по захоронению отходов, начиная от переработки их или захоронения на дне океанов и кончая заброской на другие планеты или на Солнце, не выдерживают критики по различным соображениям экологическим, экономическим, техническим, геофизическим и т.д. Только западные державы к 1995 году накопили около 55000 тонн отработанного, но все еще обладающего радиоактивностью

атомного горючего, а к 2000 году эта цифра достигнет 125000 тонн. Куда же их девать? Франция, например, приступила к строительству второго огромного склада радиоактивных отходов на ста гектарах. Стоимость его полмиллиарда франков. Предполагается, что он будет заполнен уже через 30 лет, после чего за ним придется вести пристальное наблюдение еще на протяжении 300 лет, пока не распадутся радиоактивные элементы. Кроме проблемы захоронения радиоактивных отходов атомные электростанции порождают еще одну проблему - аварии АЭС. Что может произойти с окружающей средой в случае аварии, мы хорошо знаем на примере ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС, при взрыве ядерного реактора которой было выплеснуто лишь 3,5 % ядерного топлива. Этот взрыв означает, что за пределы реактора было выброшено не менее 6300 кг урана-238 с периодом полураспада 4 миллиарда лет и урана-235 с периодом полураспада 700 миллионов лет. Это означает также, что огромный регион подвергся радиоактивному заражению, которое может возникнуть при взрыве более ста атомных бомб, сброшенных в свое время на ХИРОСИМУ и НАГАСАКИ. В свою очередь, та радиация, что осталась необработанной на территории двух республик бывшего Советского Союза, уменьшится только через несколько миллиардов лет. Такова плата за ядерную энергетику!

Период " новейшей революции в естествознании" ознаменовался также развитием автоматики, кибернетики и ЭВМ. На основе физики кристаллов была создана теория полупроводников, имеющая огромное практическое значение. Физике, ее достижениям во многом обязана электроника - наука о взаимодействии электронов с электромагнитными полями, имеющая, в свою очередь, решающее значение для многих областей техники, в частности для ЭВМ. Находят также применение лазеры, электронная оптика.

Лазеры, хотя открыты недавно, успели преподнести исследователям немало сюрпризов. Не прошло и четверти века с того дня, как Н.Г.БАСОВ,

А.М.ПРОХОРОВ и Ч.ТАУНС стали лауреатами Нобелевской премии за создание оптического квантового генератора, а уже родились словосочетания "лазерная хирургия", "лазерная спектроскопия", "лазерная технология ". Всерьез изучают ученые проблему лазерного термояда - термоядерного реактора, в котором создавать и нагревать плазму будет луч лазера. Не так давно был открыт и принципиально новый эффект - эффект самофокусировки луча. Знание законов самофокусировки поможет оправлять поведением мощных лазерных лучей, и это имеет практическое значение. Движущийся фокус уже используется в квантовой электронике для преобразования спектра лазерного излучения. А так называемый волновод, в котором лазерный луч может двигаться, не рассеиваясь, представляет большой интерес для энергетики. Параллельно с исследованиями самофокусировки света в газах были проведены исследования с жидкими кристаллами.

Жидкие кристаллы - вещества, проявляющие свою нелинейность при меньших мощностях излучения. А это означает, что вместо мощных импульсных лазеров можно использовать маломощные квантовые генераторы постоянного действия, например, газовые. На основе жидких кристаллов уже созданы плоские телеэкраны с ярким цветным изображением. Пленки из жидких кристаллов служат для контроля за распределением температуры по поверхности всевозможных тел и т.д..

С 1954 года начались космические исследования (искусственные спутники ЗЕМЛИ, ЛУНЫ, МАРСА, ВЕНЕРЫ, орбитальные станции, полет человека в космосе, полет человека на ЛУНУ, подготовка к полету на МАРС и многое, многое другое).

Большие успехи делает химия полимеров и композиционных материалов, биологическая наука, которая сумела заглянуть внутрь живой клетки и понять биологические механизмы на уровне молекулярных взаимодействий. Многие биологи считают, что особенно большое значение будет иметь геновая инженерия, к достижениям которой уже теперь можно

отнести создание новых микроорганизмов (бактерий и вирусов). Путем направленного изменения наследственного аппарата получены многие десятки микроорганизмов с заранее заданными свойствами.

Этот этап связан с исследованием самоорганизации в открытых (диссипативных) системах, созданием направления неравновесной термодинамики (синергетики). В этой области известны работы австрийского физика Эрвина Шредингера, немецкого физика Германа Хакена, бельгийского ученого Ильи Пригожина, русских ученых Б.Белюсова и А.Жаботинского. Синергетика объясняет процесс самоорганизации систем следующим образом:

- Система должна быть открытой;
- Система должна находиться далеко от точки термодинамического равновесия;
- Возникновение и усиление порядка через флуктуации;
- Наличие положительной обратной связи;
- Процессы самоорганизации сопровождаются нарушением симметрии;
- Самоорганизация возможна лишь при достаточном количестве взаимодействующих между собой элементов.

Особенностью этого периода является то, что к середине 20 века революция в естествознании органически слилась с революцией в технике, приведя к современной научно-технической революции.

2.7.4. Научные революции в естествознании

Для первой научной революции характерны: отход от эгоцентризма, гелиоцентрическая система мироздания, множественность миров.

Вторая научная революция отличается созданием классической теории, точным численным расчетом, триумфом метафизики и механистической картины мира.

Третья научная революция привела к краху метафизики, триумфу диалектики и дарвинизма, открытию законов сохранения и преобразования энергии, а также клеточного строения живой материи.

Четвертая научная революция связана с открытием элементарных частиц и их классификации, проникновением вглубь материи, созданием специальной и общей теории относительности, квантовой механики, неравновесной термодинамики или синергетики. Это обеспечило окончательное крушение механистической картины мира.

2.8. Закономерности и особенности в развитии естествознания

Закономерности естествознания это те, которые присущи всякой науке, но с учетом специфики изучаемого предмета. **К закономерностям естествознания можно отнести:**

- **обусловленность естествознания, в конечном счете, практикой.** Даже фундаментальные исследования в конце концов имеют выход на практику: кто думал, что исследования электромагнитных колебаний (волн) будут иметь такое последствие как телевидение . Отрыв от запросов техники и производства т.е. практики порождает уход в схоластику;

- **относительная самостоятельность,** которая проявляется в том, что практическое решение возникающих задач может быть осуществлено лишь по достижении (в соответствии с собственной логикой) определенных ступеней познания природы, которое совершается от явлений к сущности и от менее глубокой к более глубокой сущности. Игнорирование относительной самостоятельности и внутренней логики естествознания ведет к слепому практицизму, к недооценке теории, к неспособности учитывать реальные возможности естествознания;

- **преемственность в развитии идей и принципов естествознания,** теорий и понятий, методов и приемов исследования; неразрывность всего

процесса познания природы. Непонимание преемственности в развитии естествознания влечет за собой отрицательное отношение к естествознанию предшествующих эпох, к утрате способности находить исторические корни современных воззрений;

- **постепенность развития естествознания при чередовании периодов относительного спокойного, эволюционного развития и резкой революционной ломки теоретических основ естествознания, всей системы понятий и принципов естествознания, всей естественнонаучной картины мира.** При этом содержание прежних знаний о природе получает дальнейшее развитие и обобщение, преодолевается прежняя универсализация законов и принципов, носящих в действительности ограниченный, относительный характер. Неумение различать стадии в естествознании (эволюционные и революционные) вызывает либо задержку на пройденной ступени, либо забегание вперед, выдвигание идей, для которых почва еще не подготовлена;

- **взаимодействие наук, взаимосвязанность всех отраслей естествознания,** т.е. один предмет изучается одновременно многими науками (их методами), а метод одной науки применяется к изучению других наук; игнорирование целостности естествознания, взаимосвязи наук. Непонимание характера взаимодействия отраслей естествознания порождает либо отрицание применимости методов одних наук при изучении предмета других, либо наоборот, отрицание специфики предмета одной науки на том основании, что он может изучаться методами других наук;

- **противоречивость развития естествознания, доходящая до раскола** на казалось бы несовместимые между собой концепции. Причем на смену борющимся между собой односторонним концепциям в порядке разрешения их конфликта приходит принципиально новая концепция, охватывающая предмет в целом, диалектически. Непонимание

противоречивости познания природы влечет опасность впадения в односторонность, в крайность;

- **повторяемость идей, концепций, представлений с постоянными возвратами к пройденному** (в том числе к исходному пункту научного развития), но на более высокой ступени этого развития. Отсюда сравнение развития науки с "кругом кругов", с движением по спирали, со спиральным движением. Незнание того, что развитие естествознания идет по спирали, с возвратами к исходному пункту, приводит к ошибочной мысли, будто всякий такой возврат есть РЕГРЕСС;

- **необходимым условием развития естествознания является свобода критики**, иначе беспрепятственное обсуждение любых спорных неясных вопросов естествознания, открытое столкновение мнений с целью выяснения истины, путем свободных дискуссий, способствующих творческому решению возникающих проблем. Всякое администрирование в области естествознания, подмена научных аргументов декретированием и организационными мерами, попытки сковать свободу критики и дискуссий, навязывание науке одной, заранее апробированной точки зрения как якобы единственной правильной, не подлежащей сомнению, ведет к застою естествознания.

Попытки не считаться с закономерностями развития естествознания влекут за собой серьезные недостатки в деятельности отдельных ученых и целых научных школ и направлений.

Кроме закономерностей естествознание имеет также и свои, следующие особенности.

Первая, существенная ОСОБЕННОСТЬ развития современного естествознания заключается в том, что естествознание и обществоведение вступили в такую фазу своего развития, когда взаимосвязи между ними, взаимопроникновение и взаимовлияние их все более усиливаются. Научно-техническая революция, хотя она совершается, прежде всего, в сфере естествознания и техники, включает в

свою орбиту и общественные науки, оказывает на них все более заметное влияние. С другой стороны, результаты общественных наук воздействуют на материальное производство и на стратегию развития естествознания. В качестве примера можно сослаться на экономическую науку, которая ныне не может существовать без использования вычислительной техники, статистических методов и средств. Новейшие естественнонаучные методы находят все большее применение в истории, археологии, социологии и в других областях гуманитарного знания. Вместе с тем без контакта с гуманитарными науками не могут совершенствоваться и естественные науки. Воздействуя на естествознание, общественные науки дают возможность осознать тенденции и цели развития, так как эти цели проистекают не из самого знания, не из стремления человека к "чистому познанию", к познанию истины только ради истины, но из социальных условий развития науки, из потребностей общества. Особенно большую роль играют при этом исторические и экономические науки, помогающие естествоиспытателям осознать общие движущие силы прогресса науки, главные его цели и направления.

Сегодня все яснее сказывается тенденция к слиянию всего человеческого знания в единую внутренне дифференцированную науку. Особенно заметно в последнее время сближение естественных и технических наук. В наших условиях наука и техника тесно связаны, они представляют единый процесс, включающий познание и использование человеком веществ и сил природы. **Эта связь определяет другую, вторую ОСОБЕННОСТЬ современного естествознания, которая состоит в ускорении практического использования научных открытий.** В доказательство этого ускорения можно, например, указать, что с момента открытия электрического тока (ГАЛЬВАНИ начал изучать явления электричества в 1771г.) до создания первых электростанций (ЭДИСОН в 1882 г. пустил первую электростанцию общественного пользования) прошло около ста лет.

По иному протекал процесс освоения атомной энергии. В 1934 г. была открыта искусственная радиоактивность, через пять лет стало возможным деление ядра урана. Прошло всего три года, и был построен ядерный реактор, на котором в декабре 1942 г. была получена ядерная цепная реакция. Первое практическое ее использование было осуществлено в 1945 году (США). Первая атомная электростанция была пущена в СССР в июне 1954 года, т.е. через 20 лет после наблюдения явления искусственной радиоактивности.

Процесс ускоренного применения научных открытий прослеживается также на примере использования транзисторного эффекта в полупроводниках, идеи усиления световых лучей и ультракоротких радиоволн в квантовых генераторах и усилителях (лазерах) и в других областях науки и техники (например: Шокли, Бардин получили Нобелевскую премию за работы в области полупроводников и транзисторный эффект в 1956 году, а уже в 60гг. уже функционировали транзисторные устройства и ЭВМ или Ч.Таунс, Н.Г.Басов, А.М.Прохоров получили Нобелевскую премию за работы по квантовым усилителям и генераторам в 1964 году, и уже в 70гг. было налажено производство этих устройств).

Следующая, третья ОСОБЕННОСТЬ современного естествознания проявляется в новых принципах организации исследований и в образовании единой системы НАУКА-ТЕХНИКА-ПРОИЗВОДСТВО. Современная наука требует совершенного технического оснащения. Новые средства исследования дают возможность проникать в глубочайшие тайны природы, делать открытия, которые меняют старые представления о мире.

Четвертой, ОСОБЕННОСТЬЮ науки наших дней является ее обращение к будущему, стремление научно предвидеть развитие как самой науки и техники, так и человеческого общества в целом.

Прогностические функции современной науки характеризуются двумя моментами:

во-первых, в прошлом прогнозирование (предвидение) ограничивалось преимущественно изучением природных самопроизвольных процессов, не зависящих от целенаправленной деятельности людей, и не затрагивало социальной жизни. Такое прогнозирование сохранило свое значение и теперь, но оно становится более многогранной и отличается большей точностью;

во-вторых, прогнозирование приобретает теперь все более выраженную практическую ориентацию. Прогнозы дают значительный экономический эффект. Таким образом, познавательные функции науки смыкаются с практическими функциями. Познавая прошлое, изучая настоящее и обращаясь к будущему, наука в какой-то мере всегда оказывала регулирующее воздействие и на свое собственное развитие и на развитие других общественных явлений. Теперь степень этого воздействия неизмеримо возросла, и изменился его характер.

2.9. Аспекты и структура естествознания

АСПЕКТ - (латинское слово *aspectus*)- вид, взгляд, точка зрения, с которой рассматриваются явления, понятия. Аспекты естествознания носят строго объективный характер и определяются: либо самим предметом познания; либо методом его познания. Метод познания по своему содержанию адекватен (равен, соответствует, эквивалентен) предмету. Отсюда - два главных аспекта, точки зрения на естествознание: предметный, соответствующий последовательной связи объектов природы, например, их развитию и переходам одних в другие; методологический, соответствующий последовательным ступеням, которые проходит познание при изучении данного предмета - от его явлений к сущности, от внешней

стороны явления, предмета к сущности, от сущности 1-го порядка к сущности 2-го порядка и т.д..

СТРУКТУРА ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ определяется его аспектами. Взаимная связь отраслей естествознания отражает общий ход развития природы от более простых, низших ступеней и форм до наивысших и сложнейших. Согласно первого аспекта все естествознание может быть разделено на неорганическое и органическое, т.к. вся природа делится на неживую и живую. Такое раздвоение природы, которое зарождается в пределах химии (поскольку химические соединения дифференцируются на неорганические и органические), можно представить таким образом:

1. неорганическая (путь к неживой природе):

ФИЗИКА - >ФИЗХИМИЯ - >ХИМИЯ;

2. органическая (путь к живой природе).

Такое раздвоение подготавливается на атомном уровне структурной организации материи; далее из молекул образуются агрегаты (газообразные, капельножидкие, твердые-аморфные и кристаллические), составляющие основу различных сфер ЗЕМЛИ. С другой стороны, постепенное усложнение молекул углеродистых соединений приводит к образованию биополимеров (белков, нуклеиновых кислот), которые составляют основу живой природы. ФИЗИКА, ХИМИЯ, ГЕОЛОГИЯ И БИОЛОГИЯ относятся к числу фундаментальных отраслей современного естествознания и образуют стержень классификации наук. В основу приведенного раздвоения ряда наук положен принцип развития предмета (природы). Но тот же принцип развития предмета можно применить к различным по масштабу объектам природы - от космических систем (АСТРОНОМИЯ) до отдельных планет (ГЕОЛОГИЯ, включая вообще учение об отдельных планетах и спутниках) и до отдельных сторон (ГЕОГРАФИЯ) и отдельных компонентов (БИОЛОГИЯ) данной планеты. Тогда можно составить другой ряд наук:

АСТРОНОМИЯ - > ГЕОЛОГИЯ - > ГЕОГРАФИЯ - > БИОЛОГИЯ.

В естествознании существует также множество переходных, промежуточных или междисциплинарных отраслей, что свидетельствует об отсутствии резких границ между науками, об их взаимопроникновении. В современных условиях тенденция к дифференциации наук дополняется к их интеграции. Вновь возникающие науки ведут не к дальнейшему разобщению наук между собой, а к тому, что прежние резкие разрывы между науками (например, физикой и химией) заполняются за счет появления новых наук, носящих промежуточный характер (физическая химия, химическая физика). В структуре естествознания оба аспекта - предметный и методологический - переплетаются внутри каждой отрасли естествознания; и имеют место в самом начале наук (перед физикой).

При абстрагировании от вещественной (качественной) природы движущегося тела и рассмотрении его движения лишь со стороны его перемещения в пространстве под действием внешних сил из физики выделяется МЕХАНИКА ТОЧКИ И СИСТЕМЫ ТОЧЕК. Дальнейшее абстрагирование не только от вещественного, физического содержания процессов природы, но и фактора времени приводит от механики к математике. От математики (через математическую логику) входе дальнейшего абстрагирования осуществляется переход к логике. Если теперь продолжить ряд наук влево от физики, то здесь образуется участок, который характеризует движение мышления от конкретного (физика) ко все более абстрактному, кончая логикой. Так мы приходим к методологическому ряду:

ФИЗИКА - МЕХАНИКА ТОЧКИ - МАТЕМАТИКА - МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ЛОГИКА - ЛОГИКА - ФИЛОСОФИЯ. Этот же ряд может быть составлен и по предметному принципу.

Проблема классификации наук - это проблема структуры всего научного знания. Нас интересуют, прежде всего, основные тенденции в ее эволюции. Здесь, как и везде, необходим исторический подход. Основной тенденцией эволюции прежних классификаций наук, начиная с эпохи

Возрождения, когда возникло естествознание как наука, и вплоть до современности, было движение от формальных их построений, вскрывавших лишь внешние связи между науками и соответственно между их объектами, к раскрытию их внутренних связей. Рассмотрим пять аспектов эволюции анализируемой проблемы и вместе с тем соответствующие фазы ее эволюции:

1) От дифференциации наук к их интеграции. В эпоху Возрождения этот процесс явился ярким выражением того, что познание человека вступило в аналитическую стадию своего развития. Так в принципе продолжалось до середины и даже до конца третьей четверти 19 века. Нарастающими темпами дифференциация наук, их дробление на все более и более мелкие разделы, и подразделы были тенденцией. Чем больше появлялось новых наук и чем дробнее, становилась их собственная структура, тем труднее и сложнее оказывалось их объединение в единую систему при создании их общей классификации. В мышлении ученых того времени господствовал односторонне толкуемый аналитический метод, который при его абсолютизации неизбежно приводил к метафизическому (в смысле антидиалектическому) способу мышления. Синтез наук принимал по необходимости характер внешним образом осуществленного их складывания " в общий ящик ". Начиная, с середины 19 века тенденция к интеграции наук впервые, стала превращаться из простого дополнения к противоположной ей тенденции (к их дифференциации) - в фактор самодовлеющего значения, перестав носить подчиненный характер. Нарастающая интеграция наук стала осуществляться сама через дальнейшую их дифференциацию и благодаря ей;

2) От координации наук к их субординации. Принцип координации - это внешнее соположение наук, он допускает образование между смежными по ряду науками резких разрывов и даже непереходимых пропастей. Принцип субординации - это внутренняя их соподчиненность.

Первый принцип господствовал в системах аналитического характера и отвечал односторонне понятой дифференциации наук; второй - в системах синтетического характера и отвечал интеграции наук, опирающейся на их продолжающуюся дифференциацию. В первом случае мы имеем дело с формальной логикой, во втором - с диалектической. В основе тенденции от координации наук к их субординации лежит отказ от идеи неизменности, как вещей природы, так и их отражения в виде научных понятий и признание идеи их развития. Принцип субординации по самому своему существу влечет за собой "наведение мостов" между науками, через которые осуществляются переходы между ними и их общая связь.

3) От субъективности к объективности в обосновании связи наук. Раньше в качестве основы, на которой строилась система умений и знаний, в том числе и научных, выбирались особенности проявления человеческого интеллекта (психики), например: память (отсюда - история), разум (отсюда - наука), воображение (отсюда - искусство). Но постепенно, шаг за шагом в качестве обоснования классификации наук стали выдвигаться связи самих явлений объективного мира; поэтому последовательность в расположении наук, то есть отраслей человеческого знания в их общей системе, стали все чаще выводить из последовательности расположения вещей и явлений, как в природе, так и в жизни человека.

4) От изолированности наук к междисциплинарности. Основой для вновь возникавших междисциплинарных отраслей научного знания служили объективные переходы между различными формами движения материи.

5) От однолинейности к разветвленности в изображении системы наук. В недалеком прошлом мы имели следующий иерархический ряд наук: математика - механика-физика-химия-биология-история. Однако в дальнейшем сюда потребовалось внести существенные коррективы. На каждой ступени развития природы мы наблюдаем, что процесс ее развития совершался отнюдь не однолинейным образом, а раздваивался на два

противоположных процесса прогрессивного характера. Так, это имеет место в области неорганической и органической природы. Такое раздвоение не есть случайное явление, оно с необходимостью вытекает из самого диалектического характера всякого развития. Как известно, движущим началом развития, его внутренним источником является противоречие, то есть раздвоение единого на противоречивые части- стороны или тенденции. Раздвоение процесса развития обнаруживается и на более высоких ступенях самой органической природы, начиная с одноклеточных: одна ветвь ведет к животным, которых изучает зоология, другая - к растениям, их изучает ботаника. В области химии подобная дивергенция продолжается и приводит к раздвоению на химию обычных (низкомолекулярных) соединений и на микрохимию, химию высокомолекулярных и высокополимерных соединений, коллоидную химию и т.д.. Таким образом, в структуру современного естествознания на смену прежней простой и ясной однолинейности пришла ярко выраженная разветвленность в отношениях между науками. С возникновением кибернетики в середине 20века обнаружилось, что она как бы пронизывает собой в виде стержня целый ряд наук - биологические, общественные (и вообще гуманитарные) и технические, обнаруживая общую для их объектов сторону, которую мы предложили рассматривать как особую кибернетическую форму движения. В итоге классификация наук приобретает очень сложный и разветвленный характер, сменивший былую ее простоту и однолинейность. Теперь перейдем к новейшим тенденциям, которые в настоящее время лишь зарождаются и которым суждено, будет развиваться в будущем - близком и более отдаленном.

6) От замкнутости наук к их взаимодействию. В прошлом внутренняя связь наук обнаруживалась как возникновение переходных мостов между ранее разорванными, разобщенными науками или же целыми областями наук. Такое положение вещей сложилось еще при господстве аналитического подхода: каждая наука имела свой отдельный

предмет и этим предметом занималась только она одна и только им одним, не вмешиваясь в дела других наук с их предметами и не допуская их в свою область. Так, астрономия занималась небесными телами, химия - превращениями веществ, биология - явлениями жизнедеятельности, геология - земной корой, политическая экономия - производственными отношениями, экономическим фундаментом общества и т.д.. Но уже появление междисциплинарных отраслей науки внесло сюда серьезные коррективы: в астрофизике соединились при изучении общего для них круга явлений физика и астрономия; в физической химии физика и химия; в геохимии - геология и химия; в биохимии - биология и химия; в биогеохимии - все эти три науки и т.д.. Впервые необходимость выйти из этой замкнутости и вступить во взаимодействие между собой возникает тогда, когда один и тот же предмет (объект) требуется изучить одновременно с разных сторон; причем каждая из них изучается особой наукой.

7) От одноаспектности наук к их комплексности. Дальнейший шаг в том же направлении, определяемый углублением взаимодействия наук, состоит, во-первых, в том, что во взаимодействие вступают не только науки одного общего профиля, например, только естественные или только гуманитарные, но науки всех профилей; а во-вторых, их взаимодействие усиливается и доходит до образования из них некоторых слитных комплексов и до выработки нового комплексного метода исследования.

8) От сепаратизма к глобальности в научном развитии. Теперь мы можем проследить общую основную тенденцию в эволюции структуры современного научного знания, а следовательно, в ее выражении в области классификации современных наук. Эволюция эта имеет направленность от разобщенности наук к их слитному единству. В ее основе лежит строго объективный принцип: если предмет (объект исследования) един, то и изучающие его науки должны быть схвачены в единстве, соответствующем вполне единству общего для них предмета (объекта).

9) От функциональности к субстратности. В основе классификации наук с 16-17 веков лежит признак функциональности: науки выделялись и продолжают выделяться не по объекту (то есть не по субстрату, или носителю движения), а по формам движения (т.е. по функции, или специфике движения) или же по отдельным сторонам изучаемого предмета. Подобно тому как отдельные органы в живом организме функционируют специализированным образом, подчиняясь общему процессу жизнедеятельности всего организма как целого, так должны быть подчинены различные отрасли целостного научного знания при изучении различных сторон того или иного объекта (субстрата) объединенному знанию о нем. Примерно также обстоит дело с тенденцией в эволюции научного знания, направленной от функциональности к субстратности.

10) От множественности наук к единой науке. Единство мира, заключенное в его материальности, предполагает, что единая материя как основа мироздания, будучи едина, выступает в бесконечном множестве своих видов, форм и проявлений. Это значит, что она являет собой единство в многообразии. Отсюда следует, что субстратный подход к изучению мира должен быть логически доведен до конца: отдельные глобальные проблемы должны быть сами приведены во взаимную связь между собой и образовать единую универсальную глобальную проблему, объектом разработки которой будет весь мир как единство в многообразии. В итоге получается однозначное соотношение: один всеглобальный объект, или субстрат (единый мир как единство в многообразии), изучается одной всеглобально единой наукой с множеством ее внутренних подразделений, охваченных единством всего научного знания. Здесь двояко выступает закон отрицания отрицания. В одном смысле имеется возврат к исходному однозначному соотношению: один объект (предмет)- одна наука, но возврат совершается на иной, более высокой основе. В другом смысле отрицание отрицания проявляется в том, что началом всего

научного знания было возникновение в античности единой недифференцированной науки под эгидой философии (натурфилософия). На высшей ступени развития должен будет проявиться как бы возврат к единой науке, но, разумеется, в более глубоком и содержательном ее понимании.

11) От одномерности к многомерности в изображении системы наук. Сейчас можно с уверенностью утверждать, что при постановке и решении такой задачи придется отказаться не только от одномерности, но и от двумерности изображения связей между науками. И если основу современной их классификации мы до сих пор выражали замкнутым треугольником наук естественные, общественные и философские науки,- то будущая система наук выступит, очевидно, в виде объемного многомерного образа, внутри которого названный треугольник наук составит как бы скелет, подобно скелету в организме позвоночного животного.

Тест

1. Какие стороны или уровни естествознания можно выделить?(3)

1. Эмпирические;
2. Фундаментальные;
3. Теоретические;
4. Практические;
5. Производственно-прикладные;
6. Предсказательные.

2. Чему соответствуют стороны естествознания:

1. Общему ходу познания;
2. Общему ходу развития материи;
3. Общему ходу развития естествознания.

3. Дайте определение метода познания:

1. Система знаний о материи;
2. Совокупность приемов и операций практического и теоретического освоения действительности;
3. Приемы абстрагирования.

4. Как называется область знания, которая занимается изучением методов?

1. Методология;
2. Методика;
3. Гносеология;
4. Металогика;
5. Логистика.

5. Какая сторона естествознания обладает собирательной и описательной функциями?

1. Теоретическая;
2. Фундаментальная;
3. Эмпирическая;
4. Практическая;
5. Производственно-прикладная.

6. Какие функции предполагает теоретическая сторона естествознания?(4)

1. Объяснение;
2. Описание;
3. Обобщение;
4. Сбор;
5. Открытия;
6. Накопление новых законов.

7. Благодаря какой функции теоретической стороны естествознания ее называют "компасом" в научном исследовании?

1. Открытия;
2. Прогностическая;
3. Обобщения;
4. Сбора.

8. На какие группы подразделяются методы естествознания?(3)

1. Общие;
2. Всеобщие;
3. Особенные;
4. Специфические;
5. Частные;
6. Конкретные.

9. К какой группе методов относится метафизика?

1. Всеобщие;
2. Особенные;
3. Общие;
4. Специфические;
5. Частные;
6. Конкретные.

10. В какой метод конкретизируется в естествознании диалектика?(3)

1. Сравнительная география;
2. Сравнительная биология;
3. Сравнительная химия;
4. Диалектический материализм;
5. Исторический материализм.

11. Какие методы естествознания являются особенными?(3)

1. Анализ;
2. Эксперимент;
3. Метафизика;
4. Моделирование;
5. Диалектика;
6. Методы химии.

12. Какие методы определения состоятельности или несостоятельности научных результатов вы знаете?(3)

1. Экспертиза;
2. Оппонирование;
3. Рецензирование;
4. Дискуссия.

13. Что представляет собой истина?

1. Это адекватное отражение закономерностей материального мира;
2. Это отражение природы в виде общих законов;
3. Это правильное адекватное отражение предметов и явлений действительности познающим субъектом, воспроизводящее их так, как они существуют независимо от сознания;
4. Это раскрытие загадок и тайн природы в виде абсолютной истины.

14. Назовите общие правила метода Декарта для получения нового знания(3):

1. Ничего не принимать за истинное, что не представляется ясным и отчетливым;
2. Раскрывать причинно-следственную связь явлений;
3. Трудные вопросы делить на столько частей, сколько нужно для разрешения;

4. Останавливаться на всех подробностях, на все обращать внимания;
5. Принимать за истинное только воспроизводимые результаты.

15. Назовите основные принципы научного познания действительности(3):

1. Причинность;
2. Воспроизводимость;
3. Критерий истины;
4. Относительность научного знания;
5. Интервал адекватности;
6. Интервал неточности.

16. Что является критерием естественнонаучной истины?

1. Внутренняя непротиворечивость теории;
2. Практика: наблюдение, эксперимент, производственная деятельность;
3. Экспертная оценка ведущих специалистов;
4. Интуиция исследователя.

17. Метод исследования и способ рассуждения, в котором общий вывод строится на основе частных посылок, отдельных фактов называется:

1. Дедукция;
2. Моделирование;
3. Индукция;
4. Абстрагирование;
5. Идеализация.

18. Способ рассуждения, посредством которого из общих посылок с необходимостью следует заключение частного характера, называется:

1. Аналогия;

2. Индукция;
3. Восхождение;
4. Дедукция;
5. Индивидуализация.

19. Какой из методов научного исследования можно определить следующим образом: "Соединение ранее выделенных частей предмета или явления в единое целое"?

1. Анализ;
2. Синтез;
3. Моделирование;
4. Сравнение;
5. Объединение.

20. Какой из методов научного исследования можно определить следующим образом: "Расчленение целостного предмета или явления на составные части с целью всестороннего изучения"?

1. Анализ;
2. Синтез;
3. Абстрагирование;
4. Идеализация;
5. Очищение.

21. Научный эксперимент отличается от наблюдения (2):

1. технической оснащённостью;
2. наличием программы действий;
3. вмешательством наблюдателя в процесс;
4. сложностью операций;
5. необходимостью проверки результатов.

22. Обобщением каких понятий является измерение?(2):

1. сравнение;
2. наблюдение;
3. абстрагирование;
4. моделирование;
5. созерцание;
6. аналогия;
7. анализ;
8. синтез.

23. Признанные всеми научные достижения, являющиеся образцом постановки проблем и их решения – это:

1. общие теории;
2. концепции;
3. парадигмы.

24. Теоретический метод получения знаний был развит в работах:

1. М.Ломоносова;
2. И.Кеплера;
3. Р.Декарта;
4. Лапласа.

25. Система доказательств – логика была разработана в Древней Греции:

1. Аристотелем;
2. Анаксименом;
3. Демокритом;
4. Сократом;
5. Декартом.

26. Древнегреческие натурфилософы впервые:

1. разработали систему доказательств – логику;
2. развили методiku наблюдений явлений природы;
3. разработали экспериментальный способ получения знаний;
4. использовали рациональный способ получения знаний.

27. Каков общий ход развития естествознания?(3):

1. Непосредственное наблюдение природы как целого;
2. Анализ природы, изучение отдельных вещей и явлений;
3. Воссоздание целостной картины на основе уже познанных частных;
4. Проверка адекватности представлений и экспертиза;
5. Углубление знаний по белым пятнам теории;
6. Синтез природы, изучение элементарных уровней организации материи.

28. Общий ход развития естествознания ложится:

1. В основу классификации материи;
2. В основу планов исследований;
3. В основу периодизации естествознания;
4. В основу развития материи.

29. Систематика ориентирует специалиста на:

1. целостный охват изучаемых процессов и явлений в их взаимосвязи и взаимодействии;
2. более детальное изучение частных и поиск сути явлений;
3. дифференциацию интегрированных систем.

30. Применение всеобщих законов:

1. Это использование законов классической механики;

2. Это использование законов сохранения энергии, импульса, и момента импульса;

3. Это использование всеобщих экономических законов;

4. Это использование законов микроэкономики.

31. Абстрагирование и идеализация при изучении природы привели к:

1. Улучшению процесса воспроизводства экспериментов;

2. К пренебрежению некоторых эффектов и противоречий;

3. К выделению главного и второстепенного.

32. Сколько стадий в познании природы прошло человечество?

1. Три;

2. Две;

3. Одну;

4. Четыре.

33. На третьей стадии познания природы, т.е. синтетической стадии осуществляется:

1. Воссоздание целостной картины Природы на основе ранее познанных частных;

2. Мысленное расчленение и выделение частных процессов эволюции природы;

3. Обоснование принципиальной целостности (интегральности) всего естествознания и его прогностической функции.

34. Критериями разграничения научных и псевдонаучных идей являются(3):

1. Принцип верификации;

2. Принцип фальсификации;

3. Рациональный принцип;

4. принцип диалектики;
5. принцип адекватности;
6. принцип воспроизводимости.

35. Среди теоретических методов исследования отсутствует:

1. логический;
2. исторический;
3. экспериментальный;
4. дедуктивный.

36. Среди эмпирических методов исследования имеется:

1. логический;
2. наблюдение;
3. индуктивный;
4. аналитический.

37. «Наука – враг случайностей» - девиз естествознания, эпохи:

1. Античности;
2. Средневековья;
3. Возрождения;
4. Просвещения;
5. Конца 20 века.

38. Эксперимент как метод науки впервые появился:

1. в Древней Греции;
2. в Китае в VII в.;
3. в Персии в X в.;
4. в Западной Европе XVI - XVII в.в..

39. Первой в истории наук физическая картина мира была:

1. механическая;
2. электромагнитная;
3. квантово- полевая.

40. Определение количественных значений свойств, сторон изучаемого объекта или явления с помощью специальных технических устройств – это:

1. анализ;
2. дедукция;
3. измерение;
4. индукция.

41. Метод научного познания, представляющий собой получение частных выводов на основе общих знаний – это:

1. анализ;
2. дедукция;
3. измерение;
4. индукция.

42. Способ рассуждения, в котором общий вывод строится на основе частных посылок – это:

1. анализ;
2. дедукция;
3. измерение;
4. индукция.

43. Разделение всех изучаемых предметов на отдельные группы в соответствии с каким-либо признаком – это:

1. наблюдение;
2. анализ;

3. классификация;
4. эксперимент.

44. Мысленное отвлечение от менее существенных признаков, свойств, сторон изучаемого объекта с одновременным выделением интересующих свойств и отношений - это:

1. абстрагирование;
2. синтез;
3. дедукция;
4. моделирование.

45. Изучение объекта путем создания и исследования его копии, замещающей объект исследования с определенных сторон – это:

1. абстрагирование;
2. синтез;
3. дедукция;
4. моделирование.

46. Назовите закономерности современного естествознания(3):

1. Обусловленность естествознания практикой;
2. Свобода критики;
3. Ускорение практического использования научных открытий;
4. Обращение к будущему;
5. Относительная самостоятельность;
6. Образование системы НАУКА-ТЕХНИКА-ПРОИЗВОДСТВО.

47. Назовите особенности развития естествознания:(2)

1. Усиление взаимосвязи между естественнонаучной и гуманитарной частями культур;

2. Повторяемость идей, концепций и представлений с постоянными возвратами к пройденному;

3. Обращение к будущему, стремление к предвидению;

4. Противоречивость развития естествознания, доходящая до раскола.

48. Преемственность в развитии идей и принципов естествознания является:

1. Особенностью развития естествознания;

2. Закономерностью развития естествознания.

49. Какие закономерности развития естествознания вы знаете?(2)

1. Взаимодействие наук;

2. Ускорение практического использования научных открытий;

3. Постепенность развития естествознания при чередовании периодов спокойного эволюционного развития и резкой революционной ломки теорий.

50. Назовите основные аспекты естествознания:(2)

1. Абстрактный;

2. Методологический;

3. Предметный;

4. Формализованный;

5. Индуктивный.

51. Структура естествознания определяется ее:

1. Закономерностями;

2. Особенности естествознания;

3. Аспектами;

52. Выберите цепочку структуры естествознания в соответствии с предметными аспектами:(2)

1. Физика - Физическая химия- Неорганическая химия- Органическая химия;
2. Физика- механика точки- математика- математическая логика- философия;
3. Астрономия- геология- география- биология.

53. Назовите основные тенденции в эволюции структуры естествознания:(2)

1. От дифференциации наук к их интеграции;
2. От множественности наук к единой науке;
3. От взаимодействия к замкнутости наук;
4. От глобальности к сепаратизму в научном развитии.

54. Основой всех естественных наук является...

1. биология;
2. химия;
3. астрономия;
4. физика.

55. В гуманитарных науках, в отличие от естественных:

1. знание строго объективно;
2. основу методологии составляют экспериментальные методы исследования;
3. все законы выражаются в математических формулах и количественных отношениях;
4. предмет изучения всегда историчен.

56. По предметному своеобразиеу все научные дисциплины делятся на группы естественные, общественные, технические. Естествознание это:

1. совокупность наук о природе, рассматриваемой как единое целое;
2. наука о телах, их движении, превращениях;
3. знание о человеке как мыслящем существе;
4. наука о строении и развитии нашей планеты.

57. Перечислите особенности концепции классического естествознания:

1. Стохастический характер и расчет вероятности события;
2. Лапласовский детерминизм, численный расчет;
3. Неопределенность и невозможность определения одновременности событий.

58. Чем занимается этика науки?

1. Изучением специфики моральной регуляции в научной сфере;
2. Применением обычных моральных норм и требований к науке;
3. Приспособлением науки к морали общества.

59. Что составляет содержание предмета этики науки?

1. Отыскание моральных ценностей, норм и правил, способствующих росту эффективности труда и безупречности общественного блага;
2. Приспособление этоса науки под цели естествознания;
3. Изменение общественного мнения под потребности науки.

60. Каковы принципы внутреннего этоса науки?(4)

1. Самоценность истины;
2. Новизна научного знания;
3. Полная свобода научного творчества;
4. Исходный критицизм;

5. Сепаратизм и обособленность.

61. Каков лейтмотив современной этики науки?

1. Интересы отдельного человека и общества выше интересов науки;
2. Знание – сила;
3. Сила знания может быть и доброй.

62. Знание это:

1. Результат познания, характеризующийся сознанием истины;
2. Обладание человеком определенной информацией и частичная осознанность этой информации;
3. Одна из особенностей человека, позволяющая ему адаптироваться в реальности.

63. К рациональным формам знания относятся:(2)

1. философия;
2. наука;
3. мифология;
4. религия;
5. искусство.

64. Идеалом для всех наук современные позитивисты провозглашают:...

1. математическую физику;
2. логику;
3. логику;
4. унификацию;
5. стандартизацию.

65. Этнос науки охватывает следующие проблемы (2):

1. регуляция отношений между наукой и этикой науки;
2. регуляция взаимоотношений внутри научного сообщества;
3. регуляция отношений между обществом и наукой;
4. регуляция взаимоотношений между двумя составляющими единой культуры.

Контрольные вопросы

1. Основные источники знания.
2. Особенности научного знания.
3. Метод, способ организации и построения науки.
4. Общий ход развития естествознания.
5. Схемы процесса познания.
6. Основные ступени познания от эмпирики до теории.
7. Цель естествознания.
8. Качество работы ученого и методы определения состоятельности научного знания.
9. Определение истины, ее содержание и форма.
10. Принципы верификации, фальсификации и рациональный стиль.
11. Эмпирический, теоретический и производственно-прикладной уровни естествознания.
12. Функции уровней естествознания.
13. Общие, особенные и частные методы естествознания.
14. Критерии оценки методов естествознания.
15. Метод Р.Декарта для получения нового знания.
16. Принципы научного познания.
17. Интервал адекватности и неточности.
18. Рациональная и реальная картина мира. Познаваемость природы.

19. Взаимосвязь истории естествознания и человечества.
20. Крупнейшие научные центры в древнем мире и их достижения.
21. Определение физики, химии и биологии как наук о природе.
22. Основные периоды и этапы истории естествознания, физики, химии и биологии.
23. Характерные особенности каждого периода истории естествознания.
24. Научные революции в естествознании.
25. Закономерности и особенности естествознания и их влияние на познание природы.
26. Аспекты и структура естествознания.
27. Основные тенденции в эволюции научного знания.
28. Ценность науки, фундаментальные и прикладные проблемы естествознания.
29. Развитие представлений о материи: идеализм и материализм.
30. Развитие представлений о движении и взаимодействии.
31. Картины мира и их необходимость.
32. Естественнаучная картина мира.
33. Механическая картина мира.
34. Электромагнитная картина мира.
35. Квантово-полевая картина мира.
36. Универсальность физических понятий и законов.
37. Преобразование детерминизма в вероятностный подход как отражение абстрагирования и идеализации.

ГЛАВА 3

МАТЕРИЯ И ЕЕ ФОРМЫ, ДВИЖЕНИЕ, ПРОСТРАНСТВО И ВРЕМЯ

3.1. Понятие материи, ее свойства, атрибуты и особое состояние

- **Материя** – одно из фундаментальных понятий философии, которое стало ареной борьбы материализма и идеализма.

- Вопрос о **материи** и ее свойствах, видах и формах бытия является **коренным вопросом** философии и естествознания на протяжении всей истории их развития.

- ***Материя** есть философская категория для обозначения объективности реальности, которая дана человеку в ощущениях его, которая копируется, фотографируется, отображается нашими ощущениями, существует независимо от них.*

■ Понятие **материи** выражает общий уровень знания людей о явлениях объективного мира и обуславливает решение всех других проблем философии и естествознания.

■ Можно указать на три этапа становления понятия материи:

1. **наивно-материалистический** – материя то, из чего состоят вещи и во что они превращаются, их «начала» или «элементы»;

2. **механический** – материя это масса или вещество, сами вещи, состоящие из элементов (частиц, атомов, молекул ...);

3. **диалектико-материалистический** – материя это объективная реальность, существующая в виде бесконечного многообразия закономерно взаимосвязанных и взаимодействующих между собой в пространстве и во времени качественно и количественно различных ее видов и форм бытия, микро- и макротел и систем.

- **Свойства материи: несотворимость, неуничтожимость, познаваемость, неисчерпаемость строения...**

- **Атрибуты материи: движение, пространство, время...**
- В основе современных научных представлений о строении материи лежит идея о ее сложной системной организации.

■ Глубинные структуры материального мира представлены объектами элементарного уровня: *элементарные частицы и физический вакуум*.

■ **Физический вакуум** – особое состояние материи, - это система квантовых полей с наинизшим уровнем энергии, причем все состояния с отрицательной энергией заняты виртуальными квантами, частицами.

■ **Виртуальные частицы нельзя обнаружить экспериментально.**

■ **Рождение нашей Вселенной** – результат развития, качественных преобразований одного состояния материи в другое.

■ Современная наука допускает возможность возникновения и существования множества миров.

Для **количественного описания** движения сформировались представления о пространстве и времени.

Существование любого материального объекта возможно только благодаря взаимодействию образующих его элементов. Взаимодействие приводит к изменению свойств объекта, отношений, состояний.

3.2. Фундаментальные взаимодействия

Одной из главных составляющих физической парадигмы являются фундаментальные взаимодействия. В настоящее время, когда говорят о единстве природы, обычно имеют в виду единство в строении вещества и во взаимодействии. Несмотря на удивительное разнообразие взаимодействий тел друг с другом, они сводятся, в конце концов, к взаимодействию частиц. В природе по современным данным имеются не более четырех типов взаимодействий: гравитационные (всемирное тяготение),

электромагнитные, ядерные (сильные) и слабые взаимодействия (мы не касаемся так называемых несиловых взаимодействий, выражаемых в квантовой механике принципом ПАУЛИ). С проявлениями всех четырех типов сил мы встречаемся, изучая то, что происходит в безграничных просторах Вселенной, на нашей планете, исследуя любой кусок вещества, живые организмы, атомы, атомные ядра, взаимные превращения элементарных частиц. Единство сил природы неразрывно связано с единством в строении вещества. Одно не только немыслимо без другого, но скорее можно сказать, что и то, и другое выражают разные стороны глубоко заложенного в природе вещей единства мира. Учитывая бесконечное многообразие форм материи, удивительно, что сравнительно малому числу элементарных частиц соответствует еще меньшее число типов взаимодействий между ними. И это число, по мнению теоретиков должно еще уменьшиться. Что же представляют собой перечисленные типы взаимодействий? Каким образом бесчисленное многообразие проявлений взаимных действий тел друг на друга можно объяснить немногочисленными общими законами? Какова сфера действия различных сил природы, какова их роль в различных процессах? Необходимо знать о взаимоотношениях этих сил; о той гармонии сил природы, которая обеспечивает относительную устойчивость, а также непрерывное развитие, обновление Вселенной, где все силы в равной степени необходимы. Наконец, нельзя обойти молчанием современные (довольно успешные) попытки создания единой теории всех сил природы. Мы начнем изучение силового взаимодействия с рассмотрения сил всемирного тяготения, или гравитационных сил. Механизм всех фундаментальных взаимодействий – обменный, т.е. силы, действующие между двумя частицами, осуществляются в результате их обмена промежуточной частицей – переносчиком взаимодействия. Переносчиком сил гравитации являются гравитоны, которые на сегодняшний день не найдены. Электромагнитное взаимодействие характерно для электрически заряженных частиц, которые

обмениваются фотонами. Ядра и электроны взаимодействуют друг с другом посредством электромагнитного поля, квантами которого являются фотоны. Сильное взаимодействие свойственно мезонам и барионам. Взаимодействие между протонами и нейтронами осуществляется пи-мезонами —квантами ядерного поля. Все сильно взаимодействующие элементарные частицы построены из кварков — истинно элементарных частиц. Кварки были обнаружены внутри протонов и нейтронов. При сильном взаимодействии обмен между кварками происходит за счет глюонов. Слабое взаимодействие характерно для всех частиц, кроме фотонов. Слабое взаимодействие также свойственно лептонам и кваркам. Взаимодействие между лептонами и кварками осуществляется при слабом взаимодействии — бозонами.

3.2.1. Гравитационные взаимодействия. Дальнодействие

Догадка о единстве причин, управляющих движением планет и падением земных тел, высказывались учеными еще задолго до НЬЮТОНА. По-видимому, первым ясно высказал эту мысль греческий философ АНАКСАГОР, выходец из Малой Азии, живший в Афинах почти две тысячи лет назад. Он говорил, что Луна, если бы не двигалась, упала бы на Землю, как падает камень из пращи. Сказано неплохо, особенно если учесть, что такое высказывание появилось более чем за двадцать веков до Ньютона. Практического влияния на развитие науки гениальная догадка Анаксагора, по-видимому, не имела. Античные и средневековые мыслители, чье внимание привлекало движение планет, были далеки от правильного истолкования. Ведь даже великий КЕПЛЕР, сумевший ценой гигантского труда сформулировать точные математические законы движения планет, считал, что причиной этого движения является СОЛНЦЕ. Гораздо ближе, чем КЕПЛЕР, подошел к открытию закона притяжения тел РОБЕРТ ГУК. Вот его подлинные слова из работы под названием "Попытка

изучения движения Земли", вышедшей в свет в 1674 году: "Я разовью теорию, которая во всех отношениях согласуется с общепризнанными правилами механики. Теория эта обосновывается на трех допущениях: во-первых, что все без исключения небесные тела обладают направленным к их центру притяжением или тяжестью, благодаря которой они притягивают не только свои собственные части, но также и все находящиеся в сфере действия небесные тела. Согласно второму допущению все тела, движущиеся прямолинейно и равномерным образом, будут двигаться по прямой линии до тех пор, пока они не будут отклонены какой-то силой и не станут описывать траектории по кругу, эллипсу или какой-нибудь другой менее простой кривой. Согласно третьему допущению силы притяжения действуют тем больше, чем ближе к ним находятся тела, на которые они действуют... Но если развивать дальше эту идею, то астрономы сумеют определить закон, согласно которому движутся все небесные тела. Воистину можно лишь изумляться тому, что РОБЕРТ ГУК был очень близок к решению задачи о законе движения небесных тел.

Открытие закона всемирного тяготения по праву считается одним из величайших триумфов науки и этим мы обязаны НЬЮТОНУ. ОН был первым, кто абсолютно ясно понимал, ЧТО ИМЕННО нужно искать для объяснения движения планет: ИСКАТЬ НУЖНО БЫЛО СИЛЫ И ТОЛЬКО СИЛЫ. Что же представляют эти силы? Гравитационные силы имеют всеобщий характер. Они, если можно так выразиться, "самые универсальные" среди всех сил природы. Все, что имеет массу - а масса присуща любой форме, любому виду материи, - должно испытывать гравитационные воздействия. Исключения не составляет даже свет. Для всемирного тяготения нет преград. Мы можем всегда поставить непреодолимый барьер для электрического поля. Но гравитационное взаимодействие свободно передается через любые тела, через любую форму материи, в т.ч. и вакуум-особую форму материи. Итак, гравитационные силы вездесущи и всепроникающи. Так сила взаимного притяжения двух

людей среднего веса при расстоянии между ними в один метр не превышает 0.03 грамма. Так слабы гравитационные силы? Как можно назвать слабым такой "канат", на котором можно подвесить Землю к Солнцу или Луну к Земле, особенно принимая во внимание огромные расстояния между ними? Тот факт, что гравитационные силы, вообще говоря, гораздо слабее электрических, вызывает своеобразное разделение сфер влияния этих сил. Например, подсчитано, что в атомах гравитационное притяжение электронов к ядру слабее, чем электрическое в 1039 раз. Отсюда легко понять, что процессы внутри атома определяются практически одними электрическими силами (если не касаться внутриядерных процессов). Гравитационные силы становятся ощутимыми, а порой грандиозными, когда на сцену выступают такие огромные массы, как массы космических тел: планет, звезд. Так, ЗЕМЛЯ и ЛУНА притягиваются силой в 271016 тонн. Даже такие далекие от нас звезды, свет от которых годы идет до Земли, шлют нам свой гравитационный привет, выражающийся внушительной цифрой, это сотни миллионов тонн. Важной особенностью сил всемирного тяготения является ее однонаправленность: имеются лишь силы притяжения и отсутствуют силы отталкивания, что хорошо согласуется с фактом отсутствия отрицательной массы.

В соответствии с законом И.НЬЮТОНА, силы всемирного тяготения убывают обратно пропорционально квадрату расстояния между притягивающими телами. Действие сил всемирного тяготения простирается, непрерывно убывая, практически на неограниченные расстояния. Как говорят физики, радиус их действия равен бесконечности.

Гравитационные силы - это дальнодействующие силы. Далеко не все силы имеют такой характер. Опыт и только опыт может служить как основой для физических законов, так и критерием их справедливости. Именно на опыте, на широком испытании природы от скромных масштабов небольшой лаборатории ученого до грандиозных космических масштабов-

основан закон всемирного тяготения, который (если подытожить все сказанное выше) гласит:

СИЛА ВЗАИМНОГО ПРИТЯЖЕНИЯ ЛЮБЫХ ДВУХ ТЕЛ, РАЗМЕРЫ КОТОРЫХ ГОРАЗДО МЕНЬШЕ РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ НИМИ, ПРОПОРЦИОНАЛЬНА ПРОИЗВЕДЕНИЮ МАСС ЭТИХ ТЕЛ И ОБРАТНО ПРОПОРЦИОНАЛЬНА КВАДРАТУ РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ ЭТИМИ ТЕЛАМИ.

Коэффициент пропорциональности называется гравитационной постоянной. В единицах Международной системы "СИ" гравитационная постоянная будет округленно равна $6,673710^{-11}$, причем ее размерность будет соответственно $\text{м}^3 / \text{кг}^1\text{с}^2$.

Гравитационное взаимодействие - самое слабое, неучитываемое в теории элементарных частиц. Однако на очень малых расстояниях порядка 10^{-33} и меньших энергия гравитации имеет существенное значение. В космических масштабах гравитация имеет решающее значение. Гравитационные взаимодействия во много раз слабее электромагнитного. Гравитационные силы проявляются в основном в явлениях астрономического масштаба.

С исследованием движения планет связан один из величайших триумфов естествознания: предсказание французским ученым ЛЕВЕРРЬЕ и англичанином АДАМСОМ новой планеты-НЕПТУНА. Небольшие отклонения в движении УРАНА по орбите от значений, рассчитанных по теории Ньютона, были объяснены возмущением со стороны новой, неизвестной планеты. Ее орбита была вычислена, и, как только астрономы направили свои телескопы в указанный небеса, новая планета была сразу обнаружена.

На основе закона Ньютона были сформулированы гипотезы о происхождении Солнечной системы, происхождении планет из гигантского облака. С начала этого процесса прошло около 6 миллиардов лет. Теория О.Ю.Шмидта приблизила нас к пониманию многих закономерностей в

строении солнечной системы. Главные из этих закономерностей таковы: корни квадратные из радиусов орбит возрастают примерно в арифметической прогрессии (закон планетарных расстояний); орбиты очень близки к круговым - они являются слабо вытянутыми эллипсами, плоскости орбит мало наклонены друг к другу и к экваториальной плоскости Солнца. Из теории вытекает, что планеты должны двигаться вокруг Солнца в одну и ту же сторону и что все планеты (за исключением Венеры и Урана) вращаются в одну и ту же сторону вокруг своих осей.

Проблема гравитации вновь - и на этот раз с принципиально новых позиций - была рассмотрена 234 года спустя после окончательного установления Ньютоном закона всемирного тяготения. Для того чтобы сделать здесь новый шаг, оказалось необходимым пересмотреть самые фундаментальные представления о пространстве и времени. В сущности, продвинуться в понимании природы тяготения означало построить новое физическое мировоззрение. И сегодня нет полного описания процесса гравитационного взаимодействия, не обнаружены носители гравитации, так называемые гравитоны.

3.2.2. Электромагнитные взаимодействия. Близкодействие

Электромагнитные взаимодействия намного превышают по величине изученные ранее гравитационные взаимодействия, но механизм электромагнетизма был понят и изучен позднее. Электромагнитную природу имеют большое количество явлений. Рассмотрим некоторые из них: силы упругости, которые позволяют твердым телам сохранять свою форму, препятствуют изменению объема жидкостей и сжатию газов; силы трения, тормозящие движение твердых тел, жидкостей и газов; и, наконец, силы наших мышц - все это члены одной обширной семьи. Электромагнитным силам природа предоставила самую широкую арену деятельности. В повседневной жизни, за исключением притяжения к Земле

и приливов, мы встречаемся только с различными видами электромагнитных взаимодействий, только с ними, если не считать ядерных, которые мы сравнительно недавно научились использовать. В частности, упругая сила пара также имеет электромагнитную природу. При взаимодействии частиц в самых компактных системах природы - в атомных ядрах - и при взаимодействии космических тел электромагнитные силы играют выдающуюся роль, в то время как ядерные и гравитационные силы существенны только либо в очень малых, либо в космических масштабах. Строение атомной оболочки, сцепление атомов в молекулы, образование кусков вещества определяются только электромагнитными силами. Соответственно трудно даже перечислить все многообразие их проявлений. В основе действия всех перечисленных сил лежат одни и те же общие законы- законы взаимодействия электрически заряженных тел. Все перечисленные силы обусловлены, в конечном счете, взаимодействием между элементарными частицами, несущими электрические заряды. Взаимодействие же между заряженными частицами осуществляется посредством электромагнитного поля. Поэтому данные силы и называются электромагнитными.

Открытие взаимодействия неподвижных друг относительно друга электрических зарядов было сделано под влиянием идей Ньютона и, в частности, его закона всемирного тяготения. В середине 18 века уже высказывались предположения, что закон взаимодействия зарядов аналогичен закону всемирного тяготения. Первым доказал это экспериментально англичанин Кевендиш, который отличался также выдающимися странностями (для сбережения времени он общался с домашними раз и навсегда установленными знаками; своих работ по электричеству не печатал). Более 100 лет лежали его рукописи в библиотеке Кембриджского университета, пока их не извлек Максвелл и не опубликовал. К этому времени закон взаимодействия зарядов был установлен во Франции Кулоном и с тех пор носит его имя. Кулон,

используя так называемые крутильные весы, нашел, что **СИЛА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НЕПОДВИЖНЫХ ЗАРЯЖЕННЫХ ТЕЛ ПРЯМО ПРОПОРЦИОНАЛЬНА ПРОИЗВЕДЕНИЮ ИХ ЗАРЯДОВ И ОБРАТНО ПРОПОРЦИОНАЛЬНА КВАДРАТУ РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ НИМИ**. Кулоновские силы медленно убывают с расстоянием и принадлежат к дальнодействующим, как и ньютоновские. Но наряду со сходством законов имеются и серьезные различия. Прежде всего, это существование зарядов двух знаков, в то время как гравитационная масса всегда положительна. Наряду с притяжением электрических зарядов бывает и отталкивание. Далее, между нейтральными телами кулоновские силы не действуют и поэтому не являются столь же универсальными, как силы всемирного тяготения. Универсальность их проявляется лишь в том, что один и тот же закон справедлив для взаимодействия, как макроскопических тел, так и отдельных элементарных частиц. Еще одной важнейшей особенностью кулоновских сил является их величина. Электрические силы между отдельными элементарными частицами неизмеримо больше гравитационных. Если бы удалось передать 1г. электронов от одного человека другому, то на расстоянии вытянутой руки сила притяжения между ними превышала бы вес земного шара. Однако взаимодействие между заряженными частицами настолько велико, что создать у небольшого тела очень большой заряд невозможно. Отталкиваясь друг от друга с большой силой, частицы не могут удержаться на теле. Ни каких, же других сил, которые были бы способны в данных условиях компенсировать кулоновское отталкивание, в природе не существует. Вот одна из причин, почему заметное притяжение или отталкивание больших заряженных тел не встречается в природе. Большинство тел в природе нейтральны. Впрочем, как полагают физики, Земля имеет отрицательный заряд, равный приблизительно 67105 кулонов. В чистом виде кулоновские силы работают главным образом внутри нейтральных атомов и в заряженных атомных ядрах.

Электромагнитное взаимодействие в 1000 раз слабее сильного, но значительно более дальнodelствующее. Оно свойственно только электрически заряженным частицам. Носителем электромагнитного взаимодействия является не имеющий заряд фотон - квант электромагнитного поля. Это взаимодействие основное в химии и биологии. При нем происходит испускание и поглощение частиц света. Различные агрегатные состояния вещества, явления трения и другие свойства веществ определяются силами межмолекулярного взаимодействия (электромагнитного).

Трудно найти человека, которого в детстве не поражали удивительные свойства магнита. На значительном расстоянии, прямо через пустоту магнит способен притягивать тяжелые куски железа. Количественно взаимодействие магнитов изучил Кулон, используя тот же метод, что и при изучении взаимодействия зарядов. Закон взаимодействия полюсов длинных магнитов оказался таким же, как и закон взаимодействия электрических зарядов. Кулон считал, что открытие этого закона исчерпывает проблему магнетизма. В действительности все оказалось гораздо сложнее. Разгадка магнетизма наступила после того, как научились создавать электрический ток - поток движущихся электрических зарядов - значительной силы, продолжающийся достаточно большое время. История этого открытия началась с разряда лейденской банки, с поисками так называемого "животного электричества" (опыты Гальвани с лягушками), создания соотечественником Гальвани Вольта первого источника постоянного тока - гальванического элемента (набор медных и цинковых кружочков, переложенных смоченным соленой водой сукном) - Вольтов столб, который оказался поистине "рогом изобилия" для различных открытий. Деви разложил токoм щелочи и получил металлический натрий и калий, Петров открыл электрическую дугу, и т.д. Наконец, Эрстед в 1820 году сделал самое важное открытие. Поместив магнитную стрелку вблизи провода с током, Эрстед обнаружил, что она поворачивается. Магнетизм и

электричество обнаружили глубокое сродство. Магнетизм связан не со статическим электричеством, а с электрическим током. Это позволило найти еще один, наряду с кулоновским, фундаментальный тип взаимодействия электрических зарядов. Сделал это один человек - Ампер. Ампер пришел к общему заключению: магнитные свойства любого тела определяются замкнутыми электрическими токами внутри него. Магнитное взаимодействие обусловлено не особыми магнитными зарядами, подобными электрическим, а движением электрических зарядов током. Закон Ампера заключается в следующем: **СИЛА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ДВИЖУЩИХСЯ ЗАРЯДОВ ПРОПОРЦИОНАЛЬНА ПРОИЗВЕДЕНИЮ ЭТИХ ЗАРЯДОВ, ОБРАТНО ПРОПОРЦИОНАЛЬНА КВАДРАТУ РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ НИМИ, КАК И В ЗАКОНЕ КУЛОНА, НО, СВЕРХ ТОГО, ЕЩЕ ЗАВИСИТ ОТ СКОРОСТЕЙ ЭТИХ ЗАРЯДОВ И НАПРАВЛЕНИЯ ИХ ДВИЖЕНИЯ.** Открытая Ампером сила действует на движущиеся частицы в направлении, перпендикулярном их скорости. Силы магнитного взаимодействия частиц гораздо слабее кулоновских в обычных условиях. Лишь при скоростях частиц, приближающихся к скорости света, они становятся сравнимыми. Тем не менее, силы взаимодействия токов могут достигать очень большой величины. Достаточно вспомнить, что именно эти силы приводят во вращение якорь любого электромотора, даже самого большого. Более мощные кулоновские силы почти никак не проявляют себя в технике.

Действие между телами на расстоянии во многих случаях, как отмечает Максвелл, можно объяснить присутствием некоторых промежуточных агентов, передающих действие, наличие которых вполне очевидно. **В ЭТОМ СОСТОИТ СУЩНОСТЬ КОНЦЕПЦИИ БЛИЗКОДЕЙСТВИЯ.** Ньютон установил закон всемирного тяготения - возникла **КОНЦЕПЦИЯ ПРЯМОГО ДЕЙСТВИЯ НА РАССТОЯНИИ НЕПОСРЕДСТВЕННО ЧЕРЕЗ ПУСТОТУ.** Сторонников действия на расстоянии несколько не смущала мысль о действии тела там, где его нет.

Близкодействие существует не в природе, а лишь в головах сторонников этой концепции. Ведь это представление основано на грубом опыте донаучных времен, когда считали контакт необходимым для взаимодействия, но никакого прямого контакта не бывает, а существует действие на столь малых расстояниях, которые нельзя измерить при несовершенных методах наблюдения. Аргументация против близкодействия, как видите, довольно сильная. Решительный поворот к представлению близкодействия был совершен Фарадеем- творцом основных идей теории электромагнетизма, а окончательно завершено Максвеллом. Согласно Фарадею электрические заряды не действуют друг на друга непосредственно. Каждый из них создает в окружающем пространстве электрическое и магнитное (если он движется) поля. Поля одного заряда действуют на другой и наоборот. В основе представлений Фарадея об электрическом поле было понятие о силовых линиях, которые расходятся во все стороны от наэлектризованных тел. Силовые линии, по Фарадею, - это наглядное отображение реальных процессов, протекающих в пространстве вблизи наэлектризованных тел или магнитов.

Великий соотечественник Фарадея Максвелл сумел придать идеям Фарадея точную количественную форму, столь необходимую в физике. Он написал ставшую бессмертной систему уравнений электромагнитного поля. Выяснилось, в частности, что открытые Кулоном и Ампером законы именно на языке поля выражаются наиболее полно, глубоко и одновременно математически изящно. С этих пор представления об электромагнитном поле начали завоевывать все большие и большие симпатии среди ученых. Но полная победа пришла позднее, примерно через 50 лет после формулировки основных идей Фарадея.

Максвелл сумел теоретически показать, что электромагнитные взаимодействия распространяются с конечной скоростью, и эта скорость есть скорость света в пустоте: $c = 300000 \text{ км/сек}$. Это означает, что если мы слегка передвинем некоторый заряд A , то сила Кулона, действующая на

заряд V , изменится не мгновенно, а спустя время $t = AV/c$. Фундаментальный результат, ставящий крест на концепции дальнего действия. Между зарядами в пустоте действительно имеет место некоторый процесс, в результате чего взаимодействие между зарядами распространяется с конечной скоростью. Из теории Максвелла следовал фундаментальный факт: электромагнитное поле обладает своеобразной инерцией.

Да, как это ни звучит парадоксально в наше время, и Фарадей и Максвелл стояли на позициях механического объяснения электромагнитных явлений! Окончательно идея механического эфира была похоронена теорией относительности Эйнштейна. Выяснилось, что нельзя не только построить сколько-нибудь удовлетворительной механики эфира, но даже обнаружить движение по отношению к нему. Уравнения остались прежними, они сохранили прежний внешний вид, но смысл их, смысл терминов "электрическое поле", "магнитное поле" стал другим. После открытия взаимосвязи электрического и магнитного полей (Майкл Фарадей) становится очевидным важный факт: эти поля не есть нечто обособленное, независимое одно от другого. Они проявление единого целого, которое может быть названо электромагнитным полем. Максвелл был глубоко убежден в реальности электромагнитных волн, но дожить до их обнаружения, ему не было суждено. Умер он за 10 лет до того, как Герц впервые экспериментально доказал существование электромагнитных волн. Электромагнитные силы между связанными в нейтральные системы зарядами оказываются короткодействующими. Они убывают с расстоянием несравненно быстрее, чем кулоновские или ньютоновские. Поэтому эти силы становятся заметными только на очень малых расстояниях, при непосредственном контакте тел.

Законы электромагнитных взаимодействий позволяют нам сказать, какие силы возникают между заряженными частицами на определенном расстоянии друг от друга, если они движутся с известными скоростями.

Чтобы найти величину этих сил, нужно, следовательно, кроме знания фундаментальных законов взаимодействий, еще знать, каковы свойства частиц, слагающих вещество, как они расположены относительно друг друга, и как они движутся. Без этого мы не сможем объяснить происхождение ни сил упругости, ни сил трения, молекулярных сил, химически сил, ни сил поверхностного натяжения, не сможем объяснить поведение газов, жидкостей и твердых тел. Вновь, исследование электромагнитных взаимодействий показало бесконечность процесса познания.

Различные агрегатные состояния вещества, явление трения, упругость и другие свойства вещества определяются силами межмолекулярного взаимодействия, которые по своей природе являются электромагнитными. Сюда можно отнести закон Кулона, закон Ампера и другие. Их более общее описание дает электромагнитная теория Максвелла. Предложенная модель электромагнетизма хорошо описало одни явления, но в то же время поставила не меньше вопросов, создало неразрешимые противоречия. Это послужило стимулятором возникновения новых идей в описании окружающего материального мира таких, как теория относительности, релятивистская физика, физика элементарных частиц, квантовая механика, квантовая химия и т.д.

3.2.3. Элементарные частицы, их характеристика

Гипотеза о неделимости атома просуществовала до начала 20 столетия. Атом и так является мельчайшей частью вещества. О размерах микро- и макро - и мегамира дают представление следующие данные: так радиус видимой нами Вселенной - 10^{26} м; диаметр нашей Галактики (Млечного пути) - 10^{21} м; расстояние от Земли до Солнца - 10^{11} м; диаметр Солнца - 10^9 м; высота человека - 100 м; длина волны видимого света - 10^{-6} -

10^{-7} м; размер вирусов - 10^{-6} - 10^{-8} м; диаметр атома водорода - 10^{-10} м; диаметр атомного ядра - 10^{-15} м; минимально доступное измерение - 10^{-18} м.

Ядерная физика ставит проблемы, решение которых прямо упирается в самый основной вопрос - вопрос о строении вещества вообще, т.е. в конечном счете, об элементарных частицах. Об "устройстве" этих частиц, даже о том, что, собственно, подразумевается под словом "элементарные" мы знаем еще недостаточно. Ни гравитационные, ни (хотя и меньшей степени) электромагнитные силы не потребовали подробного рассказа о том, как устроены, из чего состоят участвующие во взаимодействии куски вещества. "Ядерное вещество" настолько своеобразно, что оторвать вопрос о том, "что взаимодействует", от вопроса, "как взаимодействует", невозможно. Теперь Вам должно стать яснее, почему, ставя своей главной задачей рассмотрение сил природы, мы все же должны начинать с того, каков состав атома, ядер. Основные идеи протонно-нейтронной модели ядра были сформулированы Иваненко (Советский Союз) и Гейзенберг (ФРГ) практически одновременно, как только появились сведения об опытах Чадвика, который открыл нейтрон в лаборатории Резерфорда в 1932 году. По массе нейтрон почти совпадает с протоном (протон в 1836 раз, а нейтрон - в 1839 раз тяжелее электрона, разница незначительная). В 1897 году Дж. Томсоном открыт электрон, а в 1906 году доказано существование молекул Жаном Перреном.

Элементарные частицы являются глубинным уровнем структурной организации материи. Термин элементарные частицы означал "неразложимые частицы". Сейчас же не подлежит сомнению, что частицы имеют ту или иную структуру. После второй мировой войны было установлено свыше 300 элементарных частиц. Среди них имеются как экспериментально обнаруженные, так и теоретически вычисленные, включая такие, как резонансы, кварки, виртуальные частицы. Элементарные частицы имеют следующие основные свойства: масса, заряд,

среднее время жизни, спин и квантовые числа. Кратко разберем, что представляют эти характеристики, свойства.

Массу покоя элементарных частиц определяют к массе покоя электрона. Фотоны не имеют массы покоя. Остальные частицы по этому признаку делятся на: - Лептоны - легкие частицы (электрон и нейтрино);

-Мезоны - средние частицы с массой в пределах от одной до тысячи масс электрона; - Барионы - тяжелые частицы, масса которых превышает тысячу масс электрона и в состав которых входят: протоны, нейтроны, гипероны и многие другие.

Электрический заряд - важная характеристика частиц. Все известные частицы обладают либо положительным, либо отрицательным, либо нулевым (нейтральным) зарядом. Каждой частице, кроме фотона и двух мезонов, соответствуют античастицы с противоположным зарядом. В 1963-64 годах была высказана гипотеза о существовании кварков - частиц с дробным электрическим зарядом. К сожалению, экспериментально гипотеза не была подтверждена.

По времени жизни частицы делятся на стабильные и нестабильные. Стабильных частиц пять: фотон, две разновидности нейтрино, электрон, протон. Именно стабильные частицы играют важнейшую роль в структуре макротел, определяют их свойства. Все остальные частицы - нестабильны. Они существуют около 10^{-10} - 10^{-24} секунды, после чего распадаются. Нейтрон в свободном состоянии существует в среднем лишь около 15 минут, а затем самопроизвольно распадается на протон, электрон и нейтрино. Элементарные частицы со средним временем жизни 10^{-23} - 10^{-22} секунды называют резонансами. Они распадаются еще до того, как успеют покинуть атом или атомное ядро. Резонансные состояния вычислены теоретически, экспериментально не подтверждены.

Спин - собственный момент количества движения микрочастицы. Частицы одного типа имеют абсолютно одинаковые спины. Электрон

обладает моментом, равным $0.50272 \cdot 10^{-34}$ Дж*с. Эта величина в точности равна $\frac{1}{2} \cdot h$. Величина h принята за единицу спина.

Квантовые числа - выражают состояния элементарных частиц и характеризуют электронные орбиты, причем различают главное, орбитальное, магнитное и спиновое квантовые числа. Масса и спин, а также время жизни античастицы имеют те же значения, что и для частицы. Заряд античастицы противоположен по знаку и равен по абсолютной величине заряду частицы,

3.2.4. Ядерные сильные и слабые взаимодействия

В характеристике элементарных частиц имеет место еще одно представление - взаимодействия: сильное, электромагнитное, слабое и гравитационное. Свойства элементарных частиц определяются первыми тремя взаимодействиями.

Сильное взаимодействие - на уровне атомных ядер (адроны: мезоны и барионы- нуклоны: протон, нейтрон). Оно действует на расстоянии приблизительно 10^{-15} м. Сильное взаимодействие открыто Э.Резерфордом в 1911 году. Этими (ядерными) силами объясняется - рассеивание, проходящих через вещество α -частиц. Испускание ПИ-мезонов (6 раз). Величина заряда при сильном взаимодействии не меняется. Ядерные силы возникают при обмене между адронами - мезонами.

Слабое взаимодействие возможно между различными частицами на расстоянии приблизительно 10^{-15} - 10^{-22} м и связано главным образом с распадом частиц (за счет слабого взаимодействия светит Солнце), с происходящими в атомном ядре превращениями нейтрона в протон, электрон и антинейтрино.

Большинство частиц нестабильно благодаря слабому взаимодействию. При бета превращении имеют место реакции: $n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}_e$; $p \rightarrow n + e^+ + \nu_e$. При этом меняется заряд частиц, происходит обмен

промежуточными тяжелыми частицами бозонами (фотонами). Бозон не стабилен и виртуален.

Электромагнитные - в макромире Сильные и слабые силы - существуют только в ядерных процессах, в мире элементарных частиц. Рассмотренные силы - мера соответствующих видов фундаментальных взаимодействий, на которых базируется взаимосвязь всех материальных объектов микро- макро - и мегамире.

Предполагается что, гравитационное взаимодействие обуславливается некими элементарными частицами - гравитонами (экспериментально не подтверждено). Заряды - отталкивание и притяжение, при движении зарядов (токи) - отталкивание и притяжение. От силы взаимодействия зависит время превращения частиц. Ядерные реакции (сильное взаимодействие) имеют время превращения 10^{-24} - 10^{-23} секунды. Электромагнитное взаимодействие- 10^{-19} - 10^{-21} секунды, слабые взаимодействия - 10^{-10} секунды.

Однако как примирить устойчивость ядер, с одной стороны, и нестабильность нейтрона - с другой? Стабильность, устойчивость вовсе не означает полного отсутствия движения. За счет чего же может обеспечиваться динамическое равновесие? По-видимому, находясь внутри ядра, нейтрон становится участником таких процессов, на фоне которых его нестабильность перестает играть роль. Что же это за процессы? Мы вплотную подошли к вопросу о внутриядерных взаимодействиях. И снова возникает вопрос о "частицах-посредниках" цементирующих ядро. Без квантовой теории в этом не разобраться, ибо с позиций классической физики все явления внутри ядра абсолютно парадоксальны. Обозначим разброс энергии частиц в ядре через ϵ . Очевидно, энергия кванта-переносчика взаимодействия (обозначим ее буквой E) как раз и должна "укладываться" в рамки этого разброса. Это позволяет написать равенство $\epsilon=E$. Учитываем широкоизвестный факт, открытый Эйнштейном: между массой и энергией существует замечательное универсальное соотношение:

$E=mc^2$, где c - скорость света. Японский ученый Юкава выявил существенные детали ядерных взаимодействий, а именно:

1. Взаимодействие является результатом обмена частицами.
2. Расстояние, на котором проявляется взаимодействие (или, как его часто называют, радиус действия сил), тем меньше, чем больше масса частиц, переносящих взаимодействие.
3. Взаимодействие является специфически квантовым (присутствует постоянная Планка).

Отсюда Юкава сделал вывод: должна существовать частица, отличающаяся от всех известных (фотон, электрон, позитрон, нейтрино, протон, нейтрон), с массой, примерно в двести раз большей, чем электронная. Это ту частицу Юкава назвал мезоном. Фактически она была не одна, а три частицы с близкими массами, но различно заряженные (положительная, отрицательная, нейтральная), которые были обнаружены экспериментально. Мезонная теория ядерных сил объясняет многие стороны явления. Эти силы действуют на очень маленьких расстояниях. Физики говорят, что ядерные силы короткодействующие. Внутри ядра действуют огромные силы. Сначала было открыто целых пять частиц. Две из них, имеющие массу, в 207 раз превосходящую массу электрона, и обладавшие одна положительным, а другая отрицательным электрическим зарядом, были названы мю-мезонами (они обозначаются μ). Некоторое время считалось, что это и есть юкаские мезоны. Однако мю-мезоны не проявляли никакой активности при взаимодействии с ядрами. Они в этом отношении не отличались от электронов. Новые поиски привели к открытию пи-мезонов, которые по всем признакам подходили на роль переносчиков ядерного взаимодействия. Пи-мезоны оказались трех сортов: с положительным, отрицательным электрическим зарядом и, наконец, нейтральные. Их массы настолько близки (273,1 электронной массы у первых двух и 264,1 у последних), что эти частицы по справедливости считаются не различными мезонами, а одним и тем же мезоном "в

различных зарядовых состояниях". Как видно проблемы физики ядра разрешаются с привлечением идеи мезонной природы ядерного взаимодействия, но, что касается теории, причем количественной, пока ее нет.

В заключении рассмотрим слабые взаимодействия. Слабые взаимодействия недаром называются еще и "распадными". Распад почти всех неустойчивых частиц связан именно с ними. Если бы эти взаимодействия могли исчезнуть, сразу прекратились бы очень многие из известных нам типов превращений частиц. И нейтроны, и многие мезоны, и гипероны сделались бы устойчивыми и могли бы существовать как угодно долго. Название "слабые" взаимодействия вовсе не означает незначительности проявлений этих взаимодействий. Чтобы понять их, нам придется поближе познакомиться с некоторыми важными явлениями. Около 50 лет назад в научных журналах появилось слово "нейтрино". В буквальном смысле, на русском оно означает, что-то вроде "нейтральненькая". Так назвали новую частицу, которой суждено было стать самой, пожалуй, замечательной и популярной в семействе элементарных частиц. Эту частицу пришлось "изобрести", чтобы не рухнул весь фундамент, на котором покоится физика, чтобы спасти законы сохранения. Прямое экспериментальное доказательство ее существования появилось лишь в 1956 году. Законы сохранения - это самые фундаментальные принципы, которые удалось установить физикам на основе бесчисленных опытов и их истолкования. И вот явление -распада, по видимости, прямо показало их несостоятельность.

По мнению швейцарского теоретика Вольфганга Паули при распаде нейтрона вместе протоном и электроном рождается еще одна частица, которая уносит недостающую энергию, импульс, момент количества движения. Мы не наблюдаем этой частицы в силу того, что она не имеет электрического заряда и ее масса покоя очень мала или вообще равна нулю. Тогда она не сможет отрывать электроны у атомов, расщеплять ядра и

вообще производить все те "разрушения", по которым мы всегда судим о присутствии частиц. Паули предположил, что нейтрино просто очень слабо взаимодействует с веществом и поэтому может пройти сквозь большую его толщу, не обнаружив себя. Нейтрино - действительно самая "неуловимая", она свободно проходит через Земной шар, способна пронизать СОЛНЦЕ. "Крестным" отцом нейтрино, давшим ему это имя, был великий итальянский физик Ферми. Именно он "узаконил" его, введя нейтрино в рамки существования квантовой теории. Экспериментально было подтверждено и существование нейтрино и антинейтрино. Но нейтрино единственный объект, не имеющий зеркального изображения. Итак, отражением частицы нейтрино в зеркале является другая частица антинейтрино. Установление этого факта означало крушение уверенности в том, что можно назвать "простой симметрией правого и левого". Это было немалым сюрпризом для физиков. Объединяя две асимметрии, зеркальную и зарядовую вместе, мы приходим к более важной симметрии, получившей название принципа комбинированной четности или симметрии. Согласно этому принципу зеркальное изображение любого процесса в природе также является возможным процессом, если только все частицы заменить античастицами.

Если раньше думали, что фундаментальные законы определяют то, что МОЖЕТ (И ДОЛЖНО) ПРОИЗОЙТИ, то теперь приходится считать самыми главными те законы, которые утверждают, что НЕ МОЖЕТ ПРОИЗОЙТИ. Такими законами и являются законы сохранения. Они абсолютно запрещают процессы, в которых обязанные быть сохраняющимися величины не остаются постоянными. В конце концов, это изменение представлений о фундаментальных законах природы определяется просто вероятностным характером квантовых законов движения и превращений элементарных частиц. Именно вероятностный характер законов не позволяет утверждать наверняка, что произойдет при столкновении двух частиц.

К слабым взаимодействиям обычно относят все процессы с участием нейтрино и все взаимодействия, меняющие квантовое число.

Вы познакомились с величественной и гармонической картиной взаимодействий. Основные типы сил дают ключ к пониманию бесконечно разнообразных процессов. Очень не похожи друг на друга, эти фундаментальные виды взаимодействий, и в то же время их связывают узы глубокого единства. Да, действительно, велико отличие гравитационных сил от ядерных. Даже сферы их действия резко отличаются друг от друга. Гравитационные силы господствуют в мире космических объектов. Сфера, где основными становятся электромагнитные силы, - атомы, молекулы и куски вещества, которые из них слагаются. Область, где действуют ядерные силы, еще теснее: ядра атомов. И наконец, о слабых взаимодействиях больше, чем о любом другом типе сил, хочется сказать, что они определяют процессы, протекающие в интимной сфере частиц, из которых складывается все вещество, в том числе и атомные ядра. Итак, первая, самая грубая классификация сил по сферам их действия выглядит так: КОСМОС-АТОМ-ЯДРО-ЧАСТИЦА.

Второй признак- величина сил, или, более точно, энергий, соответствующих разным взаимодействиям. Ядерное взаимодействие примерно в сто раз превосходит электромагнитное и в 100000 миллиардов-"слабое". Гравитационное же взаимодействие двух электронов меньше кулоновского во столько раз, что нам пришлось бы писать число с сорока двумя нулями. Но сколько бы мы, ни говорили об их различии, ничто не может заслонить и другую принципиальную сторону дела - единство всех сил. Взять хотя бы тот же вопрос о делении "сфер влияния". Так ли абсолютно это деление? Разве можно, говоря о космических объектах, например, сбросить со счетов ядерные силы, или электромагнитные, или, наконец, слабые взаимодействия? Нет, разумеется, нет! С другой стороны, разве в ядре существенны одни ядерные силы? Нет. И электромагнитные, и слабые взаимодействия существенно сказываются и здесь. Даже

гравитационные силы, "классической ареной действия" которых являются космические объекты, по мнению исследователей, могут вторгаться "микромир" и играть существенную роль в формировании самих частиц. Мир един. Это относится и к миру взаимодействий.

В настоящее время число истинно элементарных частиц, из которых построено вещество, резко уменьшилось. Это - лептоны, к числу которых относится электрон, и кварки. Из кварков построены протоны и нейтроны, слагающие атомные ядра.

Электромагнитные и слабые взаимодействия уже объединены в рамках одной математической теории. Правда, эту теорию все же нельзя назвать в полной мере законченной единой теорией электромагнитных и слабых взаимодействий: квант электромагнитного поля - фотон - вводится в теорию независимо от переносчиков слабого взаимодействия - промежуточных векторных бозонов.

Объединенная теория электрослабых взаимодействий хорошо проверена экспериментально лишь при достаточно низких энергиях. Создателям этой теории С.Вайнбергу, А. Саламу и Ш.Глешоу присуждена Нобелевская премия. Однако, как сказал Глешоу, Нобелевский комитет пошел на определенный риск, так как в области высоких энергий эта теория не получила еще экспериментальных подтверждений. Запутанная проблема создания теории сильных взаимодействий, казавшаяся неразрешимой лет 20 назад, начала распутываться. Правда, к сожалению, достаточно строгие расчеты можно производить лишь для кварков, располагающихся на малых расстояниях друг от друга. С увеличением расстояния силы взаимодействий между кварками возрастают настолько, что строгие количественные расчеты становятся затруднительными.

Неприятным моментом современных теорий взаимодействий является необходимость введения в их структуру около 20 параметров (констант), численные значения которых не вытекают из теории. Это - в первую очередь - константы взаимодействия (электрический заряд, цветовой заряд,

гравитационная постоянная) и массы частиц (лептонов, кварков и др.). А ведь значения этих параметров в теории вряд ли произвольны. Глобальная задача теории состоит в уменьшении числа произвольных параметров до минимума и - в идеале - в их полном исключении.

После успешного построения объединенной теории электромагнитных и слабых взаимодействий, естественно, возникли попытки создания еще более общих теорий. В первую очередь, делаются попытки объединить теорию электрослабых взаимодействий с квантовой хромодинамикой, т.е. с теорией сильных взаимодействий. Такая теория получила название "великого объединения". В не предполагается с самого начала рассматривать все фундаментальные частицы полуперцепового спина лептоны и кварки - в качестве членов одного семейства. Допускаются превращения при высоких энергиях кварков в лептоны и обратно. Один из американских теоретиков "великого объединения" Х.Джорджи говорит: "Единая теория не пытается скрыть различия, она лишь утверждает, что они не являются фундаментальными. Эти различия между лептонами и кварками заметны, в основном, из-за того, что Вселенная в настоящее время находится в холодном состоянии и частицы в среднем обладают низкой энергией. Если бы представилась возможность провести эксперименты при сверхвысоких давлениях, искомое единство предстало бы перед нами во всей очевидности и простоте. Лептоны и кварки свободно переходили бы друг в друга, и все три взаимодействия обладали бы одной и той же силой.

По оценкам энергия, необходимая для того, чтобы наблюдалось единство частиц и сил в таком захватывающем виде, должна быть порядка 10^{15} ГэВ (1ГэВ - это энергия, сообщаемая электрону, когда он ускоряется разностью потенциалов в 1 миллиард вольт). Эта энергия превышает возможности даже крупнейших планируемых ускорителей в 10 триллионов раз, и маловероятно, что такая энергия будет когда-либо получена в лабораторных условиях. Может показаться, что теория, таким образом,

никогда не будет проверена, но это не так. Теория делает определенные предсказания для вполне достижимых энергий.

Одним из таких предсказаний является предсказание нестабильности протона. Его время жизни, как предсказывает теория, порядка 10^{31} с. А ведь нестабильность протона означает нестабильность всех ядер и, следовательно, всех атомов. Несмотря на то, что время жизни протонов огромно и во много раз превышает время расширения Вселенной, уже сейчас ставятся эксперименты по наблюдению распада протонов. Ведь протонов в любом куске вещества много, и есть вероятность распада нескольких из них. В новой теории появилась возможность объяснения избытка частиц во Вселенной по сравнению с античастицами. И это при условии, что в начальном состоянии расширяющейся Вселенной числа частиц и античастиц были одинаковыми.

Наконец, делаются попытки объединения всех четырех типов взаимодействий, включая гравитацию. Этот подход получил название "суперсимметрии" или "супергравитации". Здесь уже в одном семействе объединяются частицы с разными спинами. Самым замечательным является то, что число произвольных параметров в этой теории резко сокращается. Впрочем, построение единых теорий, объединяющих три или четыре известных типа взаимодействий, еще далеко не завершено. Эта теория позволит нам лучше понять природу

3.3 Эволюция представлений о пространстве и времени

■ *Концепции пространства и времени прошли длительный путь развития.* Уже в античном мире задумывались над природой и сущностью пространства и времени.

■ Характеризуя систему Демокрита как теорию структурных уровней материи – *физического (атомы и пустота) и математического (амеры)*, мы сталкиваемся с двумя пространствами: непрерывное

физическое пространство какместилище и математическое пространство, основанное на амерах как масштабных единицах протяжения материи.

■ Эпикур рассматривал свойства механического движения исходя из дискретного характера пространства и времени. Суть *изотаксии*: *в процессе перемещения атомы проходят один «атом» пространства за один «атом» времени.*

■ Одни философы отрицали существование пустого пространства, другие, например, ДЕМОКРИТ, понимали пространство как пустоту, необходимую для перемещения материи.

■ Древнегреческие атомисты различали два типа пространства и времени (субстанциональная и атрибутивная концепции).

■ Аристотель последовательно рассматривал проблемы существования времени вообще и делимого времени в частности и уделяет основное внимание *взаимосвязи времени и движения*. «*Время немыслимо без движения, но оно не есть движение*». В такой модели времени реализована реляционная концепция.

■ Измерять время в такой концепции можно с помощью любого периодического движения с максимальной скоростью. (у Аристотеля – скорость движения небесной сферы, у Эйнштейна – скорость света)

■ В доньютоновский период (Евклид) зарождаются стихийные представления **об однородном и бесконечном пространстве**.

■ Первой научной моделью мира была геоцентрическая система ПТОЛЕМЕЯ, в которой время было бесконечным, а пространство конечным («АЛЬМАГЕСТ»).

■ В гелиоцентрической системе мира КОПЕРНИКА («ОБ ОБРАЩЕНИИ НЕБЕСНЫХ СФЕР») Вселенная представляется *бесконечной* и все ее точки *равноправными*.

■ Принципиальное отличие этой системы мира в том, что в ней *концепция единого однородного пространства и равномерности течения времени обрела реальный эмпирический базис.*

Основываясь на учении Коперника, Джордано БРУНО развивает учение о множественности миров (« О бесконечности Вселенной и мирах»). Практическое обоснование выводы Бруно получили в «ФИЗИКЕ НЕБА» И. КЕПЛЕРА и небесной механике ГАЛИЛЕЯ.

Концепция Кеплера способствовала развитию математического и физического учения о пространстве.

■ Субстанциональная концепция пространства – времени Демокрита нашла яркое воплощение в классической физике Ньютона.

С созданием классической механики вплоть до конца 19 века в науке господствовала ньютоновская концепция абсолютных пространства и времени.

Пространство рассматривалось как нечто абсолютное, пустое, однородное, оторванное от времени, материальных тел и реальных процессов.

Время у Ньютона течет повсюду равномерно само по себе.

Ньютон предлагает различать 2 типа понятий пространства и времени: абсолютные и относительные.

Абсолютное, истинное, математическое время протекает равномерно, без всякого отношения к чему-либо внешнему и иначе называется длительностью.

Относительное, кажущееся время есть изменчивая, постигаемая чувствами внешняя мера продолжительности (час, день, год).

Абсолютное пространство по своей сущности безотносительно к чему бы то ни было внешнему всегда остается одинаковым и неподвижным.

Относительное пространство есть мера, которая определяется нашими чувствами по положению его относительно некоторых тел.

С критикой ньютоновских представлений о пространстве и времени выступил немецкий ученый ЛЕЙБНИЦ, который отрицал существование пространства и времени как абсолютных сущностей, считал, что они должны рассматриваться в неразрывной связи с материей.

■ **Первая законченная теория пространства – геометрия ЕВКЛИДА. Ньютон положил ее в основу своей механики.**

■ **В качестве постулатов Евклид предложил следующее:**

1. **От каждой точки к точке можно провести прямую линию;**
2. **Ограниченную прямую можно непрерывно продолжить до прямой;**
3. **Из любого центра любым радиусом можно описать окружность;**
4. **Все прямые углы друг другу равны;**
5. **Если прямая, пересекая две прямые, образует с ними внутренние односторонние углы, составляющие вместе меньше двух прямых, то эти прямые при неограниченном продолжении пересекутся с той стороны, с которой эти углы составляют меньше двух прямых.**

■ Трудным был путь человечества до осознания факта искривленности пространства – времени, в котором оно живет.

■ *В результате отказа от 5-го постулата евклидовой геометрии (постулат о параллельных) Н.И.ЛОБАЧЕВСКИЙ создал нелинейную гиперболическую геометрию. Она действует на огромных расстояниях, а в малых областях совпадает с евклидовой.*

■ В такой геометрии нет подобных фигур. В гиперболической геометрии возникает некоторый параметр с размерностью длины, отражающий кривизну трехмерного гиперболоида.

■ **Пространство – бесконечное в гиперболической геометрии**
Одновременно к аналогичным идеям пришли венгерский математик Янош БОЯИ (БОЛЬЯЙ) и немецкий математик ГАУСС.

Большой вклад в развитие идей о геометрии пространства сделал немецкий математик Бернгард РИМАН. Он развил эллиптическую геометрию и указал на возможность конечного физического пространства. Заслуга его в развитии идеи о соотношении между геометрией и физикой. Он утверждал, что геометрические соотношения тел могут быть обусловлены физическими причинами т.е. силами.

Таким образом, к середине 19 столетия математическая мысль пришла от обычного трехмерного евклидова плоского пространства к многомерному искривленному пространству.

■ Пространство – форма сосуществования материальных объектов и процессов. Характеризует структурность и протяженность материальных систем. Всеобщие свойства пространства – протяженность, единство прерывности и непрерывности, однородность, изотропность.

■ Важным свойством пространства является его трехмерность.

■ Предполагают, что при рождении нашей Вселенной существовало 10 – мерное пространство – время. *Четыре измерения стали формами бытия на макроскопическом уровне, а 6 – определили структуру микромира.*

■ Время – форма последовательной смены явлений и состояний материи. Характеризует длительность их бытия. *Универсальные свойства времени – длительность, необратимость, однородность.*

Т.о, в начале 20 века физика выявила глубокую связь между пространством, временем, движением и материей.

3.4. Принципы симметрии и законы сохранения

Очень важным в физике является понятие симметрии, представляющей собой неизменность структуры материального объекта относительно его преобразований.

Неизменность физических величин или свойств природных объектов при переходе от одной СО к другой носит название ИНВАРИАНТНОСТЬ.

В широком смысле симметрия означает инвариантность свойств системы при некотором изменении ее параметров.

В теоретической физике симметрия физических теорий есть инвариантность основных математических уравнений относительно определенных преобразований СО.

Как правило, все физические законы инвариантны относительно сдвига по времени, сдвига в пространстве, относительно поворота системы координат вокруг любой оси в пространстве.

Эти симметрии характеризуют свойства пространства и времени, такие как-

- Однородность пространства
- Однородность времени
- Изотропность пространства

Однородность пространства заключается в том, что законы природы не зависят от конкретного места пространства, где они проявляются

Однородность времени означает инвариантность физических законов относительно выбора начала отсчета времени.

Изотропность пространства означает инвариантность физических законов относительно выбора направления осей координат.

Связь между симметрией пространства и законами сохранения установила немецкий математик Эмми НЕТЕР (1882 – 1935).

Она доказала, что

- *Из однородности пространства вытекает закон сохранения импульса;*
- *Из однородности времени – закон сохранения энергии;*
- *Из изотропности пространства – закон сохранения момента импульса (т. е каждому типу симметрии соответствует некоторая сохраняющаяся физическая величина).*

По мере развития физики понятие симметрии существенно углубилось. Оказалось, что для микрочастиц характерны внутренние симметрии - зарядовая симметрия, зеркальная симметрия, изотопическая инвариантность, согласно которой протон и нейтрон это различные состояния одной частицы – нуклона.

■ **Закон сохранения энергии** – фундаментальный закон природы: энергия никогда не исчезает и не появляется вновь, она лишь превращается из одного вида в другой.

■ **Закон сохранения импульса:** импульс замкнутой системы сохраняется т.е не изменяется с течением времени.

■ **Закон сохранения момента импульса:** момент импульса замкнутой системы сохраняется т.е не изменяется с течением времени.

Момент импульса – величина, характеризующая вращательный эффект силы при действии ее на тело.

■ **Закон сохранения массы-**
является следствием всеобщего закона сохранения материи и движения. Сформулирован **М.В.ЛОМОНОСОВЫМ** в 1748 г. Согласно закону сохранения масса поступающих на переработку веществ должна быть равна массе веществ, получаемых в результате проведения процесса.

3.5. Специальная (частная) теория относительности (СТО)

■ **Специальная теория относительности (СТО)** (англ. special theory of relativity; **частная теория относительности**; релятивистская механика) — теория, описывающая *движение, законы механики и пространственно-временные отношения*, определяющие их, при **скоростях** движения, близких к **скорости света**. В рамках *специальной теории относительности* классическая механика Ньютона является приближением низких скоростей. Обобщение СТО для гравитационных полей образует **общую теорию относительности**.

■ Отклонения в протекании физических процессов, описываемые теорией относительности, от эффектов, предсказываемых классической механикой (нерелятивистская механика), называют релятивистскими эффектами, скорости, при которых такие эффекты становятся существенными — релятивистскими скоростями.

■ Предпосылкой к созданию теории относительности явилось развитие в XIX веке электродинамики. Результатом обобщения и теоретического осмысления экспериментальных фактов и закономерностей в областях электричества и магнетизма стали **уравнения Максвелла**, описывающие эволюцию электромагнитного поля и его взаимодействие с зарядами и токами.

■ Другим следствием развития электродинамики стал переход от Ньютоновской концепции дальнодействия, согласно которой взаимодействующие на расстоянии тела воздействуют друг на друга через пустоту, причём взаимодействие осуществляется с бесконечной скоростью, т.е. «мгновенно» к концепции близкодействия, предложенной Фарадеем, в которой взаимодействие передаётся с помощью промежуточных агентов - **полей**, заполняющих пространство - и при этом встал вопрос о скоростях распространения как взаимодействий, переносимых полями, так и самих полей. Скорость распространения электромагнитного поля в пустоте

вытекала из уравнений Максвелла и оказалась постоянной и равной скорости света.

■ уравнения Максвелла оказались неинвариантными относительно принципа относительности и преобразований Галилея - что противоречило Ньютонской концепции абсолютного пространства классической механики.

■ Специальная теория относительности была разработана в начале XX века усилиями Лоренца, Пуанкаре и Эйнштейна.

■ Максвелловская электродинамика представляла ту картину мира, которая сложилась в физике к 20 веку. В ней не удавалось, несмотря на обилие экспериментальных данных, непротиворечиво согласовать некоторые черты.

■ А.ЭЙНШТЕЙН показал, что все противоречия можно устранить, если построить теорию на основе двух постулатов. Теория вошла в историю как специальная теория относительности (СТО).

В СТО из всех систем отсчета особо выделяются инерциальные системы отсчета (ИСО).

ИСО – система отсчета, в которой справедлив закон инерции Ньютона. Любая СО, движущаяся относительно ИСО поступательно, равномерно и прямолинейно также является ИСО.

Постулаты СТО:

1. Принцип относительности: все ИСО равноправны между собой т.е во всех таких системах законы физики одинаковы.

2. Принцип инвариантности (неизменности) скорости света: скорость света в пустоте одинакова с точки зрения наблюдателя независимо от движения источника света относительно наблюдателя.

- Относительность в ТО означает, что все СО одинаковы и нет какой-либо одной, имеющей преимущество перед другими.

- Первым принцип относительности для механических систем сформулировал в 1636 году ГАЛИЛЕЙ. В механике

использовались преобразования Галилея. Они дают неизменность законов механики при переходе от одной ИСО к другой.

■ Преобразования Галилея не сохраняли инвариантность уравнений Максвелла. Тогда в 1904 г. голландский физик Х.ЛОРЕНЦ осуществляет преобразования, по отношению к которым уравнения классической электродинамики сохраняют свой вид. В СТО преобразования Галилея заменяются преобразованиями Лоренца, которые связывают значения пространственных координат и времени в двух системах, движущихся равномерно друг относительно друга.

■ Основой для создания СТО и предшествующих теорий послужил **опыт Майкельсона**, который дал результат измерения, неожиданный для *классической физики* своего времени. Попытка проинтерпретировать этот результат в начале XX века вылилась в пересмотр классических представлений механики, и создание **Лоренцом, Пуанкаре и Эйнштейном релятивистских физических теорий**.

■ *С математической точки зрения, непривычные свойства СТО можно интерпретировать как результат того, что время и пространство не являются независимыми понятиями, а образуют единый четырёхмерный континуум — пространство-время Минковского, которое является псевдоевклидовым пространством.*

■ Для описания **гравитации** разработано особое расширение *теории относительности*, в котором допускается **кривизна пространства-времени**. Тем не менее, динамика даже в рамках СТО может включать гравитационное взаимодействие, пока **потенциал гравитационного поля** много меньше c^2 .

■ Следует также заметить, что **специальная теория относительности** перестает работать в масштабах всей вселенной, требуя замены на **ОТО**

■ **Специальная теория относительности (в отличие от общей)** полностью совместима с квантовой механикой. Их синтезом является

квантовая теория поля. Более того, такое механическое явление как спин без привлечения теории относительности не имеет разумного объяснения. Однако, обе теории вполне независимы друг от друга.

■ Тем не менее, опора на достижения экспериментальной физики позволяет утверждать, что в пределах своей области применимости — при пренебрежении эффектами гравитационного взаимодействия тел — СТО является справедливой с очень высокой степенью точности (до 10-12 и выше).

3.6. Общая теория относительности (теория гравитации) (ОТО)

■ А.Эйнштейн — автор общей теории относительности (1921 год)

■ Общая теория относительности (ОТО; англ. *general theory of relativity*) — геометрическая теория тяготения, опубликованная А.Эйнштейном в 1915-1916 г. В рамках этой теории, являющейся дальнейшим развитием СТО, постулируется, что гравитационные эффекты обусловлены не силовым взаимодействием тел и полей, находящихся в пространстве-времени, а деформацией самого пространства-времени, которая связана, в частности, с присутствием массы-энергии.

■ Таким образом, в ОТО, как и в других метрических теориях, гравитация не является силовым взаимодействием. Общая теория относительности отличается от других метрических теорий тяготения использованием уравнений Эйнштейна для связи кривизны пространства-времени с присутствующей в пространстве материей.

■ В СТО говорится об одинаковости законов природы лишь для инерциальных систем отсчета (ИСО). Но, строго говоря, таких систем не существует.

■ ОТО, называемая теорией гравитации, распространяет законы природы на все, в том числе неинерциальные системы (движущиеся с ускорением).

■ Из ОТО следует:

■ *Материя создает и формирует свойства пространства-времени.*

■ *Любая масса искривляет пространство-время, мерой которого является отношение гравитационного потенциала к квадрату скорости света.*

■ Эйнштейн предположил, что все физические законы одинаковы для всех возможных СО – это т.н. принцип общей относительности:

■ «Все СО равноправны, во всех действуют одни и те же законы».

■ Из ОТО следует, что структура пространства – времени может быть более сложной, чем евклидова. Материя создает и формирует свойства пространства – времени, любая масса искривляет пространство – время.

■ ОТО заменила ньютонов механический закон всемирного тяготения на полевой закон тяготения.

■ ОТО в настоящее время — самая успешная гравитационная теория, хорошо подтверждённая наблюдениями. Первый успех **общей теории относительности** состоял в объяснении аномальной прецессии перигелия Меркурия. Затем, в 1919 г., Артур Эддингтон сообщил о наблюдении отклонения света вблизи Солнца в момент полного затмения, что подтвердило предсказания **общей теории относительности**

■ С тех пор многие другие наблюдения и эксперименты подтвердили значительное количество предсказаний теории, включая гравитационное замедление времени, гравитационное красное смещение,

задержку сигнала в гравитационном поле и, пока лишь косвенно, гравитационное излучение

■ Кроме того, многочисленные наблюдения интерпретируются как подтверждения одного из самых таинственных и экзотических предсказаний **ОТО** — существования **черных дыр**.

Тест

1. Независимости свойств системы от выбора начала отсчета времени соответствует:

1. Закон сохранения импульса;
2. Закон сохранения момента количества движения;
3. Закон сохранения энергии;
4. Закон сохранения массы вещества.

2. Какому виду симметрии соответствует закон сохранения импульса?

1. Симметрии относительно начала отсчета времени (сдвиг по времени);
2. Симметрии относительно пространственных координат (сдвиг в пространстве);
3. Симметрии относительно поворота системы пространственных координат вокруг любой оси.

3. Какому виду симметрии соответствует закон сохранения энергии?

1. Симметрии перехода в любую инерциальную систему отсчета;
2. Симметрии относительно поворота системы пространственных координат вокруг любой оси;
3. Симметрии относительно начала отсчета времени (сдвиг по времени).

4. Следствием какого принципа классического естествознания является симметрия второго закона Ньютона?

1. Принципа относительности Галилея;
2. Принципа неопределенностей Гейзенберга;
3. Принципа дальнего действия Ньютона;
4. Принципа ближнего действия Фарадея.

5. Какие симметрии физических теорий вы можете выделить?(2)

1. Глобальные симметрии;
2. Локальные симметрии;
3. Однородные симметрии;
4. Изотропные симметрии;
5. Суперсимметрии.

6. Симметрии в мире физических объектов порождают, как следствие:

1. сохранение тех или иных физических величин объектов;
2. соответствующую им инвариантность свойств;
3. абсолютность всех физических свойств;
4. относительность всех физических свойств.

7. В соответствии с теоремой Нетер каждому виду симметрии пространства – времени соответствует:

1. свой фундаментальный закон сохранения;
2. определенный вид взаимодействия;
3. некоторая фундаментальная частица;
4. своя система отсчета.

8. Возрастанию степени симметричности соответствует следующий порядок следования геометрических фигур:

1. равнобедренный треугольник, прямоугольник, квадрат, круг;

2. круг, квадрат, прямоугольник, равнобедренный треугольник;
3. равнобедренный треугольник, круг, квадрат, прямоугольник;
4. равнобедренный треугольник, круг, прямоугольник, квадрат.

9. Существование электрона и позитрона, нейтрона и антинейтрона обусловлено симметрией:

1. зеркальной;
2. пространственной;
3. калибровочной;
4. зарядовой.

10. Однородности пространства соответствует:

1. закон сохранения импульса;
2. закон сохранения массы вещества;
3. закон сохранения количества движения.

11. В механической картине мира принято, что:

1. свойства пространства разные в зависимости от направления;
2. пространство во всех направлениях обладает одинаковыми свойствами;
3. пространство однородное, искривленное, неевклидово;
4. пространство неоднородно.

12. Согласно современным представлениям:

1. непрерывность пространства и времени пока не опровергнуты;
2. пространство и время квантованы;
3. пространство и время непрерывны;
4. квантованность пространства и времени не доказана.

13. Свойства объектов быть протяженными, занимать место среди других, граничить с другими объектами выступают как:

1. Первые, наиболее общие характеристики взаимодействия;
2. Первые, наиболее общие характеристики времени;
3. Первые, наиболее общие характеристики движения;
4. Первые, наиболее общие характеристики пространства.

14. Понятие пространства имеет смысл лишь постольку, поскольку:

1. Сама материя изменчива и существует только в движении;
2. Сама материя дифференцирована, структурирована;
3. Сама материя качественно разнообразна и объективна.

15. Пространство – это

1. Функция материи, выражающая протяженность составляющих ее объектов, их строение из элементов и частей;
2. Категория, определяющая независимость существования от материи;
3. Форма материи, выражающая протяженность составляющих ее объектов, их строение из элементов и частей.

16. Время - это:

1. Форма бытия материи, выражающая длительность протекающих процессов, последовательность смены состояний в ходе изменения и развития материальных систем;
2. Форма бытия материи, выражающая длительность протекающих процессов независимо от движения последней;
3. Форма материи, выражающая протяженность составляющих ее объектов, их строение из элементов и частей.

17. В начале 20-го века физика выявила глубокую связь между:(4)

1. Пространством и временем;
2. Пространством временем и субъектом;
3. Пространством и движением;
4. Временем и движением;
5. Пространством временем и материей.

18. Ученые предполагают, что при рождении нашей Вселенной существовало:

1. десятимерное пространство – время;
2. четырехмерное пространство – время;
3. трехмерное пространство и одномерное время.

19. Кто из ученых древности считал, что пустота существует?

1. Демокрит;
2. Эмпедокл;
3. Фалес;
4. Ньютон.

20. Концепция единого однородного пространства и равномерности течения времени обрела реальный эмпирический базис в:

1. работе «Об обращении небесных сфер» Н.Коперника;
2. работах Аристотеля;
3. «Альмагесте» К.Птолемея.

21. Космологическая теория Д. Бруно, получившая практическое обоснование в "Физике неба" И. Кеплера, связала воедино:

1. Бесконечность пространства и времени;
2. Бесконечность Вселенной и пространства;
3. Бесконечность пространства и ограниченность Вселенной.

22. Чья концепция способствовала развитию математического и физического учения о пространстве?

1. Н. Коперника;
2. И. Кеплера;
3. К. Птолемея.

23. Ученые предполагают, что при рождении нашей Метагалактики существовало:

1. Десятимерное пространство и время;
2. Четырехмерное пространство-время;
3. Трехмерное пространство и одномерное время.

24. Кто впервые ввел систему понятий: абсолютное пространство и время, относительное пространство и время?

1. А. Пуанкаре;
2. И. Ньютон;
3. А. Эйнштейн.

25. Кто впервые выступил с критикой Ньютоновских представлений о пространстве и времени?

1. Р. Декарт;
2. А. Эйнштейн;
3. Р. Гук;
4. Г. Лейбниц.

26. На чьей концепции пространства и времени построена следующая физическая картина мира: пространство бесконечное, плоское, прямолинейное, евклидово, абсолютное, пустое, однородное и изотропное, а время абсолютное, однородное, равномерно текущее и синхронное?

1. Ньютон;

2. Галилей;
3. Пуанкаре;
4. Эйнштейн.

27. Кто занимался и решил проблему пятого постулата Евклида?(3)

1. Н.И.Лобачевский;
2. Янош Бояи;
3. Б.Риман;
4. Карл Гаусс;
5. Ламберт;
6. Лежандр;
7. Насирэддин.

28. Как называется и кем была создана нелинейная геометрия, в которой сумма углов треугольника меньше 180° ?

1. Эллиптическая геометрия Римана;
2. Гиперболическая геометрия Лобачевского;
3. Нелинейная геометрия Я. Бояи.

29. Бернгард Риман пришел к выводу, что(3):

1. геометрические соотношения тел могут быть обусловлены физическими причинами;
2. эллиптическая геометрия предполагает возможность пространства конечной протяженности;
3. эллиптическая геометрия является более общей, нежели Евклидова геометрия;
4. вселенная бесконечна;
5. сумма углов в треугольнике меньше 180° .

30. В современной физической картине мира (СФКМ) пространство и время:

1. независимы;
2. абсолютны;
3. взаимозависимы.

31. Согласно механической картины мира пространство и время:

1. Абсолютны, но зависимы;
2. Абсолютны и независимы;
3. Относительны и независимы.

32. Кто первым из великих мыслителей сформулировал в науке отличие абсолютного и относительного характера пространства и времени:

1. Аристотель;
2. Николай Кузанский;
3. Исаак Ньютон;
4. Джордано Бруно;
5. Иоганн Кеплер;
6. Альберт Эйнштейн;
7. Рене Декарт;
8. Платон.

33. Пространство в понимании современной физики – это:

1. свойство человеческого сознания упорядочивать предметы, определять место одного рядом с другим;
2. вечная категория сознания, врожденная как форма чувственного созерцания;
3. атрибут материи, определенный связями и взаимосвязями движения тел;
4. пустота, в которой находятся различные тела.

34. Время в понимании теории относительности – это:

1. последовательность изменений, происходящих в материальных вещах;
2. способность человека переживать и упорядочивать события одно за другим;
3. доопытная форма восприятия, получаемая человеком при рождении;
4. четвертая координата движения тела.

35. Пространство и время впервые предложил объединить в четырехмерное многообразие пространство-время:

1. Эйнштейн;
2. Лоренц;
3. Минковский;
4. Пуанкаре;
5. Планк;
6. де Бройль.

36. Выберите одно верное утверждение относительно взаимосвязи пространства, времени и материи (по Эйнштейну):

1. пространство, время и материя существуют независимо друг от друга;
2. пространство и время взаимосвязаны, но не зависят от материи;
3. время — физическая величина, описывающая порядок явлений в искривленном материей пространстве;
4. материя искривляет пространство, но не влияет на ход времени;
5. пространство и время искривляют материю.

37. Время (как физическое явление) останавливает свое «течение»

вблизи:

1. горизонта Метагалактики;
2. горизонта черных дыр;
3. туманности Андромеды;
4. сверхновых звезд;
5. шаровых галактик;
6. активных центров галактик.

38. Кто из математиков первым опроверг пятый постулат Евклида (постулат параллельных прямых):

1. Риман;
2. Лобачевский;
3. Гамильтон;
4. Гедель;
5. Клиффорд;
6. Гаусс.

39. Свойство однородности пространства соответствует для инерциальных систем отсчета:

1. симметрии относительно изменения начала отсчета;
2. симметрии относительно поворота осей координат в пространстве;
3. эквивалентности покоящейся системы и системы, движущейся равномерно и прямолинейно;
4. симметрии относительно сдвига начала координат.

40. Абсолютное время по Ньютону это ...

1. независимое от материи «пустоеместилище» событий;
2. промежуток между событиями;
3. время от начала сотворения мира;

4. время, измеренное в неподвижной относительно Земли системе координат.

41. По классической теории следствие – это событие, которое:

1. обязательно следует за изучаемым;
2. следует за изучаемым;
3. может следовать за изучаемым;
4. вызвано изучаемым событием;
5. может быть вызвано изучаемым событием.

42 По современной теории следствие – это событие, которое:

1. может следовать за изучаемым;
2. обязательно следует за изучаемым;
3. следует за изучаемым;
4. вызвано изучаемым событием;
5. может быть вызвано изучаемым событием.

43. Современные представления о пространстве и времени были развиты в:

1. общей теории относительности;
2. квантовой теории;
3. специальной теории относительности;
4. квантовой хромодинимике
5. теории электромагнетизма.

45. В современном понимании принцип относительности может быть сформулирован так:

1. Движение тел происходит одинаково везде;
2. Все в мире относительно;

3. Физические процессы не зависят от движения системы отсчета по инерции;

4. Движение тел происходит по единым законам в любых системах отсчета.

46. Согласно теории относительности для тех, кто движется с большой скоростью, время течет:

1. медленнее;
2. быстрее;
3. одинаково.

47. Согласно теории относительности вблизи тяжелых предметов время:

1. не меняется;
2. замедляется;
3. ускоряется.

48. Две ракеты движутся с одинаковыми (по модулю) скоростями по очень близко расположенным параллельным курсам. Первая ракета приближается к наблюдателю, а вторая удаляется от него. В момент встречи (считать в одной точке) на них вспыхнули лампочки. Какую вспышку наблюдатель увидит раньше?

1. Одновременно;
2. Раньше, которая приближается;
3. Раньше, которая удаляется.

49. Элементарная частица нейтрино движется со скоростью света c . Наблюдатель движется навстречу нейтрино со скоростью v . Какова скорость нейтрино в системе отсчета, связанной с наблюдателем?

1. скорость света c ;

2. $(v + c)$;

3. $(c - v)$.

50. Впервые принцип относительности, общий принцип классического естествознания, был введен:

1. Г.Галилей;

2. И.Ньютон;

3. И.Кеплер;

4. Р.Гук.

51. Кем был введен принцип относительности: "Все механические явления происходят одинаково во всех системах, покоящихся или движущихся равномерно и прямолинейно с постоянной по величине и направлению скоростью"?

1. Р. Декартом;

2. А. Эйнштейном;

3. Г. Лейбницем;

4. Г. Галилеем;

5. А. Пуанкаре.

52. Что предполагает свойство инвариантности?

1. Постоянство;

2. Подобие;

3. Пропорцию;

4. Гармонию;

5. Неизменность.

53. Какие системы называются инерциальными?

1. В которых выполняется принцип относительности;

2. В которых выполняются принципы подобия;

3. В которых выполняются принцип золотого сечения.

54. Переход от механической к физической картине мира и необходимость пересмотра принципа относительности обусловлены:

1. Открытием электричества;
2. Открытием теории поля Фарадеем и Максвеллом;
3. Развитием вещественной теории теплоты;
4. Разработкой принципа близкодействия.

55. С появлением специальной теории относительности возникло утверждение:(2)

1. Абсолютное время не имеет физического смысла;
2. Пространство конечно;
3. Существует релятивистское и гравитационное замедление времени;
4. Время всегда относительно.

56. Назовите современную формулировку принципа относительности:

1. Скорость света в вакууме не зависит от скорости движения света или наблюдателя;
2. Все инерциальные системы отсчета равноправны между собой в отношении протекания физических процессов;
3. Все инерциальные системы отсчета движутся относительно друг друга по любой траектории.

57. Какое утверждение полностью согласуется со специальной теорией относительности (СТО) А. Эйнштейна?

1. масса тела есть величина постоянная, не зависящая от системы отчета;
2. частица, обладающая конечной массой покоя, никогда не может достичь скорости света;

3. время «течет» одинаково в разных системах отчета;
4. превышение скорости света не противоречит принципу причинности.

58. Из специальной теории относительности следует, что: (2)

1. когда скорость тела приближается к скорости света, его масса стремится к нулю;
2. движущееся относительно наблюдателя тело имеет большую массу, чем покоящееся;
3. с возрастанием скорости движения тела его масса увеличивается;
4. с увеличением скорости движения тела его масса уменьшается.

59. Какой принцип относится к принципам классического естествознания:

1. дополнительности;
2. постоянства скорости света;
3. галилеев принцип относительности;
4. запрета Паули;
5. эквивалентности инертной и тяжелой масс.

60. Теория пространства и времени Эйнштейна, столетие которой отмечалось в 2005 году, широко известна в отечественной литературе под аббревиатурой (кратко) СТО. Правильное это расшифровывается как:

1. специализированная теория отношений;
2. специальная теория одновременности;
3. специальная теория оптимальности;
4. специальная теория относительности;
5. специальная теория обобщения;
6. специальная теория отображений;
7. специальная теория отражения.

61. К инерциальным системам отсчета относятся (2):

1. системы, движущиеся ускоренно;
2. любые системы, движущиеся равномерно и прямолинейно относительно другой инерциальной системы отсчета;
3. системы отсчета, в которых выполняется первый закон Ньютона;
4. системы, в которых не выполняются законы классической механики.

62. Согласно специальной теории относительности, инвариантным относительно инерциальной системы отсчета являются (2):

1. отрезок времени между двумя событиями;
2. скорость света;
3. длина и масса тела;
4. пространственно-временной интервал между событиями.

63. Опыты А. Майкельсона и Э. Морли опровергли:

1. принцип постоянства скорости света;
2. принцип дальнего действия;
3. гипотезу «мирового эфира»;
4. лапласовский детерминизм.

64. Согласно общей теории относительности пространство искривляется под действием:

1. гравитации;
2. скорости;
3. времени;
4. вакуума;
5. сил инерции.

65. Назовите основные выводы общей теории относительности (2):

1. Материя создает и формирует свойства пространства-времени;
2. Любая масса искривляет пространство-время;
3. Любое движение искривляет пространство-время;
4. Невозможно утверждать одновременность событий;
5. Масса является мерой вещества.

66. Вывод общей теории относительности:

1. все в природе относительно;
2. пространство не зависит от материи;
3. пространство неразрывно связано с материей;
4. движение в природе относительно.

67. Теория тяготения Эйнштейна широко известна в отечественной литературе под аббревиатурой (кратко) как ОТО. Правильно это дешифруется как:

1. обобщенная теория относительности;
2. оптимальная теория относительности;
3. объединенная теория относительностей;
4. общая теория отоскопии;
5. общая теория относительности;
6. обобщенная теория отношений;
7. общая теория относительностей.

68. Какая геометрия (названная именем этого математика) лежит в основе общей теории относительности (теории тяготения) Эйнштейна:

1. Лобачевского;
2. Минковского;
3. Евклида;
4. Римана;
5. Декарта;

6. Гильберта.

69. Из общей теории относительности вытекает ряд следствий, а именно (2):

1. масса тела убывает при увеличении его скорости;
2. частота света в поле тяготения должна смещаться в сторону более низких значений;
3. масса тела является инвариантом относительно изменения системы отсчета;
4. пространство вблизи массивных тел искривлено.

70. Следствиями общей теории относительности являются (2):

1. нарушение причинно-следственной связи в искривленном пространстве времени;
2. замедление времени в гравитационном поле;
3. увеличение частоты электромагнитных волн в гравитационном поле;
4. искривление луча света в гравитационном поле.

71. В гравитационных полях происходит (2):

1. ускорение хода времени;
2. объединение электромагнитного и сильного взаимодействий;
3. отклонение светового луча от прямолинейной траектории;
4. замедление времени.

72. Абсолютность, всеобщность, взаимодействие и движение, пространство и время, структурность, способность к саморазвитию – это:

1. Атрибуты материи;
2. Свойства материи;
3. Формы существования материи.

73. Среди материальных систем в современном естествознании выделяют микро, макро, мегамир. Какие объекты включает в себя микромир?

1. Микробы, бактерии;
2. Звезды, планеты, галактики;
3. Звук, радиоволны;
4. Элементарные частицы, атомы, молекулы.

74. Среди материальных систем в современном естествознании выделяют микро, макро-и мегамир. Что такое макромир?

1. Вселенная в целом, галактики, звезды;
2. Мир предметов и явлений, непосредственно окружающих человека;
3. Элементарные частицы, атомы, молекулы;
4. Духовный мир человека;

75. Среди материальных систем в современном естествознании выделяют микро, макро-и мегамир. Что входит в мегамир?

1. Мир предметов и явлений, непосредственно окружающих человека;
2. Элементарные частицы, атомы, молекулы;
3. Вселенная в целом, галактики, звезды;
4. Духовный мир человека.

76. Какой вид галактик в нашей Вселенной является самым многочисленным?

1. Эллиптические;
2. Неправильные;
3. Взаимодействующие;
4. Спиральные;
5. Радиогалактики.

77. Установите соответствие между структурным уровнем организации материи и объектами, относящимися к нему:

1. Мегамир;
2. Макромир;
3. Микромир.

А) газопылевая туманность и облако Орта;

Б) кучевое облако и туман;

В) электронное облако и кварк;

Г) кучевое облако и электронное облако.

Ответы:

- 1) 1- А, 2- Б, 3- В
- 2) 1- Б, 2- Г, 3- А
- 3) 1- В, 2- Б, 3- Г

78. Свободная частица, несущая наименьший в природе отрицательный заряд, это:

1. электрон;
2. альфа-частица;
3. протон;
4. позитрон;
5. кварк;
6. глюон.

79. Укажите электрически нейтральную частицу:

1. электрон;
2. атом;
3. протон;
4. альфа-частица;

5. кварк;

6. анион.

80. Частица, входящая в состав ядер всех атомов, это:

1. электрон;

2. позитрон;

3. протон;

4. электронное нейтрино;

5. мюонное нейтрино.

81. Э.Резерфорд в 1911 году на примере рассеивании ядер гелия открыл:

1. Слабые ядерные взаимодействия;

2. Электромагнитные взаимодействия;

3. Сильные ядерные взаимодействия.

82. Ядерные реакции (сильное взаимодействие) имеют время превращения порядка:

1. $10^{-23} - 10^{-24}$ секунды;

2. $10^{-19} - 10^{-21}$ секунды;

3. 10^{-10} секунды.

83. Согласно концепции атомизма:

1. Все атомы одинаковы;

2. Материя имеет дискретное строение, состоит из частиц – атомов;

3. Атомная энергия - это энергия взаимодействия атомов;

4. Атомы состоят из протонов, нейтронов и электронов.

84. Что представляет собой физический вакуум?

1. Пустота;

2. Особое состояние материи;
3. Одна из форм агрегатного состояния вещества с массой равной нулю.

85. Что является элементарным носителем вакуума?

1. неизвестно;
2. виртуальные частицы;
3. эфир;
4. фотоны;
5. вакуумино.

86. Галактика, в которой расположена солнечная система, называется:

1. Туманность Андромеды;
2. Млечный путь;
3. Магеллановы облака;
4. Созвездие лебедя.

87. Галактика Млечный путь является:

1. Спиральной галактикой;
2. Эллиптической галактикой;
3. Неправильной галактикой.

88. Элементарные частицы являются:

1. неделимыми кусками материи с единичным электрическим зарядом;
2. Глубинным уровнем структурной организации материи;
3. Квантово-механическими элементами материального мира.

89. Какие элементарные частицы являются собственно элементарными?(3)

1. Нейтроны;
2. Протоны;
3. Нейтрино;
4. Кварки;
5. Фотоны;
6. квазары.

90. Как называются тяжелые элементарные частицы?

1. Мезоны;
2. Лептоны;
3. Барионы;
4. Адроны.

91. Что такое спин микрочастицы?

1. Собственный магнитный момент микрочастицы;
2. Орбитальный момент импульса микрочастицы;
3. Орбитальный магнитный момент микрочастицы;
4. Собственный момент импульса микрочастицы.

92. Как называется элементарная частица со временем жизни 10^{-22} - 10^{-23} секунды?

1. Резонанс;
2. Нестабильная частица;
3. Частица Хиггса;
4. Виртуальная частица.

93. Перечислите частицы, которые еще не обнаружены?(3)

1. Гравитон;
2. Гравитино;
3. Виртуальные бозоны;

4. Кварки;

5. Фотон.

94. Когда и где был открыт нейтрон?

1. Д. Томсоном в 1897году;

2. В лаборатории Резерфорда в 1929г Чадвиком;

3. В 1906году Жаном Перреном.

95. Спин частиц может принимать значения, пропорциональные постоянной Планка:

1. целые;

2. целые и полуцелые;

3. полуцелые;

4. дробные.

96. Чем мельче размеры материальных систем, тем связь между их элементами:

1. слабее;

2. сильнее;

3. одинакова.

97. Собственный момент количества движения частицы это:

1. момент инерции;

2. момент силы;

3. спин.

98. Частицы с полуцелым спином это:

1. бозоны;

2. фермионы;

3. пионы.

99. Частицы с целым спином это:

1. бозоны;
2. фермионы;
3. нейтрино.

100. Вещество состоит из:

1. фермионов;
2. бозонов;
3. гравитонов;
4. пионов.

101. Принципы запрета Паули не распространяются на:

1. бозоны;
2. фермионы;
3. электроны.

102. Самым глубинным уровнем вещества является:

1. атомный;
2. нуклонный;
3. молекулярный;
4. суперструнный;
5. кварковый.

103. Самым крупным уровнем организации вещества является:

1. атомный;
2. нуклонный;
3. молекулярный;
4. суперструнный;
5. кварковый.

104. Наименьшим количеством вещества в состоянии покоя обладает:

1. электрон;
2. атом;
3. протон;
4. молекула;
5. фотон;
6. кварк.

105. Неделимая (дискретная) порция какой-либо физической величины, называется:

1. квант;
2. кварк;
3. квазар;
4. спин.

106. К лептонам, как к классу легких элементарных частиц, не относятся:

1. электроны;
2. нейтрино;
3. нуклоны

107. Какая физическая характеристика относится исключительно к кваркам:

1. спин;
2. аромат;
3. изоспин;
4. гиперзаряд;

108. Величина, определяющая количество движения в системе, это:

1. энергия;

2. скорость;
3. импульс;
4. энергия;
5. квадрат скорости;
6. ускорение.

109. Кварки – электрически заряженные частицы с зарядом равным по отношению к заряду электрона, принимаемого за единицу(2):

1. $+1/2$;
2. $+1/3, +2/3$;
3. $+1/2, +1/3$;
4. $-1/3, -2/3$.

110. Кварки имеют различных ароматов:

1. 3;
2. 4;
3. 6.

111. При объединении кварков и антикварков в адроны, результирующая система должна быть:

1. цвета кварков;
2. цвета антикварков;
3. бесцветной.

112. При увеличении расстояния между кварками сила взаимодействия:

1. уменьшается;
2. не меняется;
3. возрастает;
4. не однозначна.

113. Электрон является:

1. бозоном;
2. фермионом.

114. Фотон является:

1. бозоном;
2. фермионом.

115. Мельчайший структурный элемент материи:

1. атом;
2. молекула;
3. клетка;
4. элементарная частица.

116. Виртуальные частицы, осуществляющие взаимодействие кварков при образовании адронов, в квантовой хромодинамике (физике высоких энергий) получили название:

1. лептоны;
2. фотоны;
3. мезоны;
4. глюоны;
5. адроны.

117. Как была названа первая из экспериментально открытых античастиц:

1. нейтрино;
2. бозон;
3. позитрон;
4. фермион;
5. антипротон.

118. Какие элементарные частицы называют нуклонами?

1. все тяжелые частицы;
2. все электрически нейтральные частицы;
3. все частицы, обладающие спином;
4. частицы, входящие в состав атомных ядер.

119. Фотон в современной физике, как физический объект, это:

1. квант электромагнитного поля с энергией, пропорциональной частоте;
2. элементарная частица – переносчик гравитационного взаимодействия;
3. частица, подобная фотоэлектрону;
4. положительно заряженная частица, которая всегда движется со скоростью света;
5. частица, связывающая нуклоны в ядре.

120. Качества элементарных частиц: (2)

1. неразличимость элементарных частиц определенного типа;
2. невозможность превращения одних элементарных частиц в другие;
3. электрический заряд;
4. спин элементарных частиц;
5. масса элементарных частиц;
6. очарование.

121. Кварки это такие «элементарные частицы», из которых по современным воззрениям состоят основные группы (классы) элементарных частиц, такие как:

1. лептоны и фотоны;
2. мезоны и нейтрино;
3. адроны и лептоны;

4. ядра атомов;
5. нейтрино.

122. Кварк – это:

1. мельчайшая из известных частиц;
2. единица измерения энергии;
3. пучок света;
4. пучок электронов.

123. Представление о существовании мира античастиц (антимира) впервые было установлено:

1. экспериментально Резерфордом;
2. теоретически Пуанкаре;
3. экспериментально де Бройлем;
4. теоретически Дираком;
5. теоретически Эйнштейном;
6. экспериментально Андерсоном.

124. Кем из физиков был открыт «на кончике пера» (т.е. теоретически) мир античастиц (антимир)?

1. Андерсоном;
2. Дираком;
3. Шредингером;
4. де Бройлем;
5. Бором.

125. В состав атомов входят протоны, нейтроны и:

1. Электроны;
2. Кварки;
3. Мезоны;

4. Нейтрино.

126. Дайте определение понятия материи:

1. Материя есть философская категория для обозначения вещественной субстанции, которая существует, копируется, отображается независимо от сознания;

2. Материя есть философская категория для обозначения объективной реальности, которая дана человеку в ощущениях, которая копируется, фотографируется, отображается нашими ощущениями, существует независимо от них;

3. Материя есть философская категория для обозначения субстанциональных первооснов, из которых произошел окружающий нас мир.

127. Уровни организации материи – это:

1. отдельные науки;
2. соподчинено расположенные объекты действительности;
3. основные научные открытия 20 века;
4. открытия в области физики.

128. Одной из главных составляющих физической парадигмы является:

1. Фундаментальные взаимодействия;
2. Фундаментальные исследования;
3. Фундаментальные науки;
4. Фундаментальные движения;
5. Фундаментальные последствия.

129. Концепция фундаментальных взаимодействий объединяет:

1. Силовые взаимодействия;

2. Все возможные взаимодействия;
3. Не силовые взаимодействия (квантовые);

130. К фундаментальным взаимодействиям относятся (3):

1. Химические взаимодействия;
2. Электромагнитные взаимодействия;
3. Ядерные сильные взаимодействия;
4. Упругие взаимодействия;
5. Ядерные слабые взаимодействия.

131. Выберите ряд фундаментальных взаимодействий по возрастанию их относительной интенсивности:

1. Гравитационные взаимодействия - слабые — электромагнитные – сильные;
2. Гравитационные взаимодействия — электромагнитные – слабые – сильные;
3. Слабые – гравитационные – сильные – электромагнитные;
4. Электромагнитные – слабые – гравитационные – сильные.

132. Какие фундаментальные взаимодействия являются вездесущими?

1. Электромагнитные;
2. Ядерные сильные;
3. Гравитационные;
4. Ядерные слабые;
5. Не силовые.

133. Механизм всех фундаментальных взаимодействий:

1. Переносной;
2. Получательный;
3. Обменный;

4. Притягивающий;

5. Отталкивающий.

134. Какие фундаментальные взаимодействия являются обменными?(3):

1. Гравитационные;

2. Электромагнитные;

3. Квантовые;

4. Ядерные;

5. Информационные;

6. Электрослабые.

135. Принцип дальнего действия был введен с открытием:

1. Взаимодействия излучения с веществом;

2. Гравитационных взаимодействий;

3. Электромагнитных взаимодействий;

4. Ядерных взаимодействий.

136. Принцип ближнего действия был введен с открытием:

1. Гравитационных взаимодействий;

2. Ядерных взаимодействий;

3. Электромагнитных взаимодействий;

4. Контактных взаимодействий.

137. М. Фарадей и Д. Максвелл стояли у открытия:

1. Закона электромагнитной индукции;

2. Принципа ближнего действия;

3. Принципа дальнего действия;

4. Теории электромагнитного поля;

5. Фундаментальных взаимодействий, лежащих в основе всех процессов и явлений в макром мире.

138. Что устанавливает закон Ампера?

1. Магнитное взаимодействие обусловлено особыми магнитными зарядами подобно электрическим;

2. Магнитные свойства любого тела определяются замкнутыми электрическими токами внутри него;

3. Сила взаимодействия зарядов пропорциональна произведению этих зарядов, обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними.

139. Какие взаимодействия являются короткодействующими?

1. Ядерные;

2. Электромагнитные;

3. Гравитационные.

140. Посредником каких взаимодействий является векторный бозон?

1. Ядерных слабых;

2. Электромагнитных;

3. Ядерных сильных;

4. Гравитационных.

141. Объединяющими силами в микромире являются:

1. Ядерные слабые;

2. Электромагнитные;

3. Гравитационные;

4. Ядерные сильные.

142. Кто открыл первым основной закон взаимодействия между заряженными частицами?

1. Кулон;
2. Кавендиш;
3. Ом;
4. Кирхгоф.

143. В число фундаментальных взаимодействий не включают:

1. Гравитацию;
2. Сильное взаимодействие;
3. Электромагнитное взаимодействие;
4. Трение;
5. Слабое взаимодействие.

144. Одним из фундаментальных взаимодействий является:

1. Гравитация;
2. Трение;
3. Архимедова сила выталкивания;
4. Телепатия.

145. Выберите верное суждение о гравитационном взаимодействии (2):

1. общепринятой теорией гравитационного взаимодействия является общая теория относительности;
2. гравитационное взаимодействие в макромире не проявляется;
3. гравитация определяет движение планет в звездных системах и управляет эволюцией Вселенной;
4. в гравитационном взаимодействии участвуют только тела, обладающие значительной массой.

146. Взаимодействие, ответственное за все виды β -распада (излучение из ядер электронов), это:

1. гравитационное;
2. электромагнитное;
3. слабое;
4. электрослабое;
5. сильное.

147. Японский ученый Юкава выявил существенные детали ядерных взаимодействий. Перечислите их (3):

1. взаимодействие является результатом обмена частицами;
2. расстояние проявления взаимодействия тем меньше, чем больше масса частиц – переносчиков взаимодействия;
3. взаимодействие является короткодействующим;
4. взаимодействие является двунаправленным;
5. взаимодействие является специфически квантовым.

148. Слабые ядерные взаимодействия связаны с:(3)

1. Объединением нуклонов;
2. Изменением квантового числа;
3. Изменением электрического заряда;
4. Испусканием нейтрино;
5. Образованием молекул из атомов.

149. Выберите верные суждения о слабом взаимодействии(2):

1. Радиус действия слабого взаимодействия во много раз меньше размера ядра;
2. Слабое взаимодействие в микромире не проявляется;
3. Слабое взаимодействие обеспечивает стабильность атомных ядер;
4. Слабое взаимодействие играет важную роль в термоядерных реакциях, ответственных за энерговыделение в звездах.

150. Первой математической теорией объединения фундаментальных взаимодействий явилась:(2)

1. Теория нобелевских лауреатов С.Вайнберга, А.Салама и Ш.Глешоу;
2. Теория электрослабых взаимодействий;
3. Теория "великого объединения";
4. Теория Х.Джорджи;
5. Теория "суперсимметрии" или "супергравитации";
6. Квантовая хромодинамика.

151. Самым замечательным в теории "супергравитации" является то, что:

1. Число произвольных параметров уменьшается;
2. Упрощается само взаимодействие;
3. Уменьшается число элементарных частиц – посредников.

152. Мерой инертности тела является его:

1. скорость;
2. масса;
3. ускорение;
4. живая сила.

153. Автором принципа дальнегодействия является:

1. Архимед;
2. Галилей;
3. Ньютон;
4. Фарадей.

154. Согласно принципу дальнегодействия взаимодействия между телами происходят:

1. мгновенно;
2. через материальных посредников;
3. на определенных расстояниях.

155. Согласно механистической картине мира (МКМ) материя – это совокупность частиц (корпускул) взаимодействующих:

1. непосредственно;
2. через посредников;
3. посредством полей.

156. β -распад – это проявление взаимодействия:

1. сильного;
2. слабого;
3. гравитационного;
4. электромагнитного.

157. Кинетическая энергия зависит:

1. от массы и скорости тела;
2. только от массы тела;
3. только от скорости тела;
4. от положения тела;
5. от химического состава тела.

158. Действие силы на тело вызывает:

1. ускорение;
2. изменение состояния движения;
3. деформацию;
4. движение;
5. скорость движения.

159. Закон сохранения импульса проявляется:

1. в движении по инерции;
2. в явлении отдачи при выстреле;
3. в реактивном движении ракет;
4. во вращательном движении планет вокруг оси;
5. в движении планет по замкнутой траектории.

160. Согласно механизма дальнего действия любой вид взаимодействия осуществляется:

1. между соседними структурами с конечной скоростью;
2. мгновенно через пустоту на любые расстояния;
3. между любыми структурами с конечной скоростью;
4. мгновенно только между соседними структурами.

161. Согласно электромагнитной картине мира (ЭКМ) материя – это:

1. совокупность частиц (корпускул);
2. совокупность различных физических полей;
3. совокупность вещества в виде тел, эфира и различных физических полей.

162. Электромагнитная картина мира (ЭКМ) формируется на основе (3):

1. теории электромагнетизма Фарадея;
2. теории электромагнитного поля Максвелла;
3. постулатов Эйнштейна;
4. законов динамики Ньютона;
5. принципа относительности Галилея.

163. В электромагнитную картину мира (ЭКМ) было введено:

1. понятие вероятности;

2. понятие вакуума;
3. понятие однозначности и предопределенности;

164. Каков структурный ряд неживой материи?

1. ДНК, РНК, белки - клетки - одноклеточные - многоклеточные организмы - популяции - биоценозы – биосфера;
2. Физический вакуум - элементарные частицы - атомы - молекулы - макротела - планеты - планетные системы - звезды галактики - система галактик;
3. Семья - коллектив - нация - государство - формация – общество.

165. Возраст Земли можно определить:

1. по изотопному составу горных пород и метеоритов;
2. по наблюдаемым свойствам реликтового излучения;
3. По годовым кольцам деревьев;
4. по изменению соотношения легких и тяжелых химических элементов в ходе термоядерных реакций.

166. Возраст Солнца можно определить:

1. по изотопному составу горных пород и метеоритов;
2. по наблюдаемым свойствам реликтового излучения;
3. По годовым кольцам деревьев;
4. по изменению соотношения легких и тяжелых химических элементов в ходе термоядерных реакций.

167. Возраст Вселенной можно определить:

1. по изотопному составу горных пород и метеоритов;
2. по наблюдаемым свойствам реликтового излучения;
3. По годовым кольцам деревьев;

4. по изменению соотношения легких и тяжелых химических элементов в ходе термоядерных реакций.

168. Соотнесите описание природной системы с проявляющимся в ней характером взаимосвязи структурных уровней организации материи:

1. В звездах происходят реакции термоядерного синтеза;
2. Лед состоит из молекул воды;
3. Земля в своем составе содержит минералы, горные породы.

- А) Мегаобъекты состоят из макрообъектов;
- Б) Любая макросистема состоит из микрочастиц;
- В) В основе свойств макрообъектов лежат микроявления;
- Г) В основе свойств мегаобъектов лежат микроявления.

Ответы:

- 1) 1- Г, 2- Б, 3- А;
- 2) 1- А, 2- В, 3- Г;
- 3) 1- В, 2- А, 3- Г.

169. Соотнесите свойство системы с проявлением этого свойства в природном объекте:

1. Некоторые свойства системы равны сумме свойств ее отдельных компонентов;
2. Система может обладать качественно новыми свойствами, которые являются результатом связей и взаимодействий отдельных уровней организации системы;
3. Каждая система есть компонент другой системы с более высоким уровнем организации.

- А) иерархичность;

- Б) асимметричность;
- В) аддитивность;
- Г) интегративность.

Ответы:

- 1) 1- В, 2- Г, 3- А;
- 2) 1- Г, 2- Б, 3- В;
- 3) 1- А, 2- В, 3- Г.

170. Биосфера – сложная система, функционирование которой обусловлено взаимодействием всех ее составляющих. Это проявление свойства:

- 1. целостности;
- 2. аддитивности;
- 3. интегративности.

171. Куча камней представляет собой систему, масса которой определяется суммой масс ее отдельных компонентов. Это проявление свойства:

- 1. целостности;
- 2. аддитивности;
- 3. интегративности.

172. Соотнесите высказывания:

- 1. молекулярная масса воды равна сумме атомных масс водорода и кислорода, входящих в ее состав;
- 2. изотоп кислорода-16 является устойчивым;
- 3. при образовании ядра наблюдается дефект массы, проявляющийся в том, что масса ядра меньше суммы масс входящих в него нуклонов.

А) Энергия внутренних связей компонентов системы больше энергии движения компонентов и энергии внешних воздействий;

Б) проявление аддитивности атомных масс в химических соединениях;

В) проявление интегративности и результат взаимодействия компонентов системы.

Ответы:

1) 1- Б, 2- А, 3- В;

2) 1- В, 2- Б, 3- А;

3) 1- А, 2- В, 3- Б;

4) 1- Б, 2- В, 3- А.

173. На каком уровне структурной организации материи возникает жизнь?

1. Атом;

2. Клетка;

3. Молекула;

4. Макротело;

5. Организм.

174. На каком уровне структурной организации материи возникает социально-организованная материя?

1. Человек;

2. Популяция;

3. Биоценозы.

175. Назовите агрегатные состояния вещества:(3)

1. Физический вакуум;

2. Газ;

3. Твердое тело;
4. Излучение;
5. Плазма;
6. Виртуальные частицы.

176. Назовите все формы движения неживой материи:

1. невозможно назвать, т.к. их бесконечное разнообразие;
2. механическая, физическая, химическая и биологическая;
3. прогресс и регресс;
4. эволюция и деградация.

178. Для волны характерны следующие свойства (3):

1. амплитуда;
2. частота;
3. фаза;
4. заряд;
5. масса;
6. время жизни.

179. Для частицы характерны следующие свойства (3):

1. амплитуда;
2. частота;
3. фаза;
4. заряд;
5. масса;
6. время жизни.

180. Поле обладает свойствами (3):

1. дискретности;
2. непрерывности;
3. занимает малую часть пространства;

4. занимает большую часть пространства;
5. имеет конечное число степеней свободы;
6. имеет бесконечное число степеней свободы.

190. Вещество (З):

1. дискретно;
2. непрерывно;
3. занимает малую часть пространства;
4. занимает большую часть пространства;
5. имеет конечное число степеней свободы;
6. имеет бесконечное число степеней свободы.

200. Переносчиками фундаментальных взаимодействий являются:

1. бозоны;
2. фермионы;
3. нуклоны;
4. адроны;
5. вакуум.

201. Взаимодействие, обеспечивающее связь нуклонов в ядре атома,

это:

1. гравитационное;
2. электромагнитное;
3. сильное (ядерное);
4. электрослабое.

202. Ученый, давший имя единице измерения энергии, это:

1. Кулон;
2. Джоуль;
3. Вольт;

4. Ампер;
5. Эрстед.

203. Укажите правильное утверждение, приведенное ниже:

1. гравитационное поле распространяется в вакууме со скоростью света;
2. электромагнитное поле распространяется в вакууме со скоростью света;
3. оба верны;
4. оба неверны.

204. Почему невозможно бесконечное разнообразие химических элементов?

1. ядерные силы обладают свойством насыщения;
2. из-за того, что ядра состоят только из протонов и нейтронов (так называемых нуклонов), а не из других элементарных частиц;
3. из-за короткодействующих (в пределах размеров ядер) сильных и слабых ядерных сил;
4. из-за действия принципа Паули;
5. в силу принципа дополнительности Нильса Бора.

205. Бозонной частицей поля тяготения является:

1. фотон;
2. гравитон;
3. глюон;
4. протон.

206. Взаимодействие зарядов осуществляется обменом:

1. фотонов;
2. электронов;

3. протонов;
4. нейтронов.

207. Скорость электромагнитной волны в вакууме:

1. равняется скорости света;
2. может быть какой угодно;
3. зависит от длины волны;
4. зависит от энергии волны;
5. не зависит от длины волны.

208. Глюоны отвечают за Взаимодействие:

1. гравитационное;
2. слабое;
3. сильное;
4. электромагнитное.

209. Для гравитационного взаимодействия, как физического явления, не является характерным:

1. дальное действие;
2. отталкивание;
3. малая интенсивность;
4. притяжение.

210. Какое из физических свойств не присуще ядерным силам (сильным взаимодействиям)?

1. свойство насыщения;
2. бесконечный радиус действия;
3. обменный характер взаимодействия;
4. независимость от электрического заряда.

211. Суть принципа суперпозиции применительно к электромагнитным волнам заключается в следующем:

1. Волны распространяются с одинаковой скоростью;
2. Воздействия двух волн на материальную систему не зависимы;
3. Электромагнитные волны поперечные;
4. Электромагнитные волны излучаются движущимися зарядами.

212. Явление А не может быть причиной явления В, если:

1. Явление А происходит с поглощением энергии;
2. Явление В по масштабу намного превосходит явление А;
3. Явления А и В описываются разными уравнениями;
4. Явление А произошло позже, чем явление В.

213. На атомных электростанциях используется:

1. Внутренняя энергия атомов;
2. Энергия, выделяющаяся при сжигании специального топлива;
3. Энергия распада ядер тяжелых элементов;
4. Энергия химических связей.

214. Концепция близкодействия предполагает, что: (2)

1. любое действие на расстоянии должно происходить через материальных посредников;
2. взаимодействие материальных тел может передаваться мгновенно;
3. скорость передачи взаимодействия ограничена;
4. взаимодействие материальных тел не требует материального посредника.

215. Укажите верные суждения относительно полевого способа передачи взаимодействий: (2)

1. Взаимодействие процесс обмена реальными элементарными частицами между взаимодействующими телами;

2. Материальные тела действуют друг на друга через пустое пространство;

3. Представление о полевого способе возникло в электромагнитной картине мира;

4. Передача взаимодействия осуществляется материальным посредником, полем.

216. Выберите верные суждения об электромагнитном взаимодействии(2):

1. Электромагнитное взаимодействие объединяет ядра в атомы, атомы в молекулы, молекулы в тела;

2. Электромагнитное взаимодействие обуславливает стабильность ядер и частиц, составляющих ядра;

3. Электромагнитное взаимодействие преобладает в области масштабов от радиуса атома до нескольких километров;

4. Переносчиком электромагнитного взаимодействия служит электрон.

217. Установите соответствие между структурным уровнем Вселенной и преобладающими на этом уровне фундаментальными взаимодействиями:

1. Микромир;

2. Макромир;

3. Мегамир.

А) Электромагнитное, сильное ядерное и слабое;

Б) Гравитационное;

В) Электромагнитное и гравитационное;

Г) Электрослабое.

Ответы:

- 1) 1- А, 2- В, 3- Б;
- 2) 1- Г, 2- А, 3- В;
- 3) 1- В, 2- Б, 3- А.

218. Установите соответствие между объектом и структурным уровнем материи, к которому он принадлежит:

- 1. Сириус;
- 2. карта;
- 3. нейтрон.

- А) Мегамир;
- Б) квантовый мир;
- В) макромир;
- Г) микромир.

Ответы:

- 1) 1-А, 2- В, 3- Г;
- 2) 1- В, 2- Г, 3- Б;
- 3) 1- А, 2- Б, 3- Г.

219. В современной физической картине мира (СФКМ) основным материальным объектом является:

- 1. элементарные частицы;
- 2. квантовое поле;
- 3. заряд;
- 4. кванты полей.

220. Принцип близкодействия Фарадея означает, что любые взаимодействия передаются:

1. полями;
2. частицами;
3. зарядами.

221. Какие явления противоречат электромагнитной картине мира (ЭКМ)?(3)

1. электромагнитной индукции;
2. радиоактивности;
3. фотоэффекта;
4. альфа и бета- распада.

222. Электромагнитная картина мира (ЭКМ) использует представления о материи:

1. непрерывные;
2. дискретные;
3. корпускулярные.

223. Квантово механическая система, образованная в результате электромагнитного взаимодействия электронов и ядер нескольких атомов, представляет собой:

1. атом;
2. ядро атома;
3. элемент;
4. молекула.

Контрольные вопросы

1. Эволюция концепции атомизма.
2. Открытия Авогадро, Дальтона, Перрена, Броуна.

3. Соотношения между категориями: вещество, молекула, атом, элементарная частица.

4. Основы системной организации материи – как способ преодоления кризиса познания на рубеже XIX –XX веков.

5. Понятие макромир, микромир, мегамир.

6. Модели атома.

7. Основы классической механики.

8. Представления о Вселенной, метagalактике.

9. Эволюция космологических моделей Вселенной.

10. Структурные уровни организации материи.

11. Развитие материи.

12. Особенности вещества и поля.

Структурные уровни вещества в микромире.

ГЛАВА 4

ДИНАМИЧЕСКИЕ И СТАТИСТИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ В ПРИРОДЕ

4.1. Становление теории теплоты

Открытие законов механики, становление классической механики позволило разгадать большое количество загадок природы, но на многие вопросы теория не дала ответов: почему при деформации появляются силы упругости, почему вещество находится в 3-х агрегатных состояниях, на что тратится механическая энергия при трении, что такое теплота и т.д? Понятия «огонь», «свет», «теплород» встречались еще в Древней Греции. В 17 в. Пьер Гассенди теплоту и холод трактует как разные материи, причем атомы холода являются острыми, в отличие от атомов тепла, и, проникая в жидкость, они скрепляют ее, превращая в твердое тело.

Учение о тепловых явлениях начинает развиваться только в середине 18 века. Толчком для этого явилось изобретение термометра (Г.Галилей). Длительный период ученые не различали понятия тепло и температура. После Галилея изготовлением термометров занимались многие (Амонтон, Гук, Фаренгейт, Цельсий, Реомюр, Делиль, Гюйгенс и т.д.). Проблема совершенствования термометра явилась толчком для изучения теплового расширения тел. Однако все эти исследования не разделяли *теплоту и температуру. Температура, теплота – есть мера сгущения теплорода.*

«Теплород – вещественная причина жара, тепла и холода, непостижимо тонкая жидкость, изливающаяся из Солнца и проникающая во все тела физического мира, невидимая, невесомая и только ощущением ощущаемая».

Единица измерения теплоты – «калория» в переводе на русский язык означает «теплород». К счастью существовала и другая точка зрения, которая связывала сущность тепловых явлений с движением атомов, из

которых состоят тела. Существовали: теплородная и кинетическая теория теплоты (корпускулярная теория).

Кинетической теории придерживались Френсис Бекон, Исаак Ньютон, Рене Декарт, Даниил Бернулли, Бойль, М.В.Ломоносов, Л.Эйлер. Однако господствующей в течение столетий являлась субстанциональная теория теплоты (теплородная). Смертельный удар был нанесен опытами Румфорда. Также, как и теория флогистона была похоронена Антуаном Лавуазье, так и теория теплорода после опытов по сверлению пушки потерпела первое поражение. Согласно вещественной теории теплоты, **чем больше теплорода в теле, тем выше температура тела**. В соответствии с корпускулярной теорией, **чем быстрее движутся частицы тела, тем выше температура тела**.

М.В.Ломоносов рассматривал теплоту, как вращательное движение частиц вещества. С помощью этой теории он объяснил процессы плавления, испарения и теплопроводности и пришел к выводу о существовании «наибольшей степени холода», когда движение частиц вещества прекращается. Благодаря М.В.Ломоносову в России было много сторонников кинетической теории теплоты. Однако в середине 18 в. победу одержала теория теплорода – после экспериментального подтверждения сохранения теплоты при теплообмене. Отсюда был сделан вывод о сохранении (неуничтожимости) тепловой жидкости – теплорода. В вещественной теории было введено понятие теплоемкости тел и построена количественная теория теплопроводности. Многие термины сохранились и сейчас. С помощью корпускулярной теории теплоты не удалось получить количественных соотношений, не удалось объяснить сохранение теплоты. Понятие энергии еще не было введено.

К концу 18 в. теплородная теория теплоты начала сталкиваться с трудностями и к середине 19 в. потерпела полное поражение так, как:

- опыты показали, что тепловой жидкости нет;

- при совершении работы паровыми машинами пар охлаждается и теплота исчезает;

- источник тепла неисчерпаем, поэтому он не может быть материальной субстанцией (при трении можно получить любое количество тепловой энергии).

Теплород не существует, а теплота – есть движение.

В середине 19 в. была доказана связь между механической работой и количеством теплоты. Подобно работе (механической) количество теплоты оказалось мерой изменения энергии. Нагревание тела связано с увеличением его энергии. Принцип теплорода был заменен законом сохранения энергии. Установлено, что теплота – это особая форма энергии.

Немецкий естествоиспытатель врач Юлиус Роберт Майер (1814 - 1878) в 1842 г. сформулировал закон эквивалентности работы и теплоты, т.е. он первым сформулировал закон сохранения энергии. А в 1843-1850 гг. немецкий естествоиспытатель пивовар Джеймс Прескотт Джоуль (1818-1889) опытным путем установил механический эквивалент тепла, равный 427 кГс м / ккал.

В дальнейшем было установлено, что механическая и тепловая энергии – две формы энергии из большого числа ее форм (химическая, атомная, ядерная, электромагнитная и т.д.).

Значительный вклад в развитие теории тепловых явлений и свойств макросистем внесли немецкий физик Р.Клаузиус, английский физик Дж. Максвелл, австрийский физик Л.Больцман и др. в 18-19 вв. были установлены два, как тогда полагали, независимых друг от друга закона сохранения: закон сохранения массы и закон сохранения энергии, в соответствии с которыми масса и энергия изолированной системы неизменны. Это способствовало развитию двух методов исследования: термодинамического и статистического (молекулярно-кинетического).

4.2. Термодинамика и ее элементы. Хаос и порядок

В течение длительного времени считалось, что применение термодинамики ограничивается различными техническими устройствами. Однако успехи физики низких температур (сверхпроводимость, сверхтекучесть), открытие явлений магнитного резонанса и когерентного усиления излучения (лазеры и мазеры) послужили мощным стимулом к исследованиям по статистической термодинамике. Особый интерес вызывает понятие энтропии, введенное Р.Клаузиусом и развитое Л.Больцманом, которое играет универсальную роль. Энтропия определяет многие закономерности в поведении систем в направлении их эволюции. Энтропия является одним из фундаментальных понятий в одном ряду с энергией, универсальной мерой движения материи. Понятие энтропии оказалось связанным с количеством информации. Энтропия позволяет количественно оценить порядок (структуру) и беспорядок (хаос), а также их взаимосвязь и возможность перехода одного в другое. Идея о возможности превращения хаоса в порядок (упорядоченные диссипативные структуры) легла в основу синергетики, научного направления на стыке физики, химии, математики, биологии и социологии. Значение ее особенно велико, так как все материальное производство – это создание из природных материалов искусственных структур, т.е. борьба с самопроизвольным ростом энтропии.

Ни один из разделов физики не способствовал в такой мере возвышению человеческого духа, как термодинамика, особенно ее второе начало. Второе начало термодинамики приводит к следствиям, далеко выходящим за рамки классической термодинамики – с его помощью можно понять природные процессы, которые определяют все многообразие явлений в окружающем нас мире.

Над всем, что совершается в беспредельном пространстве, в потоке преходящего времени властвует *Энергия*, как царица или богиня, сохраняясь количественно неизменной. Но где свет, там и тень, имя

которой – *Энтропия*. Она, как злой демон, старается умалить, или совсем уничтожить все то прекрасное, что создает светлый демон – Энергия. Все мы находимся под защитой Энергии, и все отданы в жертву скрытому яду Энтропии. Количество энергии в замкнутой системе постоянно, количество же энтропии растет, обесценивая энергию качественно. Всюду рассеяние, выравнивание, обесценивание. Энергия – это источник деятельных сил, мера движения всех форм материи. Энтропия же – мера рассеяния энергии и увеличения всех форм беспорядка.

Понятие «энергия» стало выделяться из многозначного понятия «сила», когда начали использовать паровые машины, в которых тепло от сжигаемого угля превращалось в механическую работу поршня, перемещаемого давлением пара. Незадолго до этого интенсивность движения тел оценивали «живой силой» = $m * v^2$. Одним из первых в 1807г. термин “энергия” применительно к живой силе стал использовать Т.Юнг. В 1829 г. француз Г.Кориолис уточнил выражение, поделив его пополам. Позже появились понятия кинетической и потенциальной энергии.

Научившись различать виды материи, формы ее движения и виды взаимодействий, естествоиспытатели стали стихийно использовать понятия «механическая энергия», «электрическая энергия», «химическая энергия» и др., которые и в наше время не имеют точного определения.

В 1845-1847 гг. получил тщательное обоснование *закон сохранения количества энергии при взаимопревращениях ее видов в изолированных системах – всеобщий закон природы – первое начало термодинамики*. Учитывая выдающуюся роль энергии в жизни и прогрессе, ученые присвоили ей романтический титул «царица мира». Первое строгое определение энергии дал в 1853 г. английский ученый В.Томсон (лорд Кельвин): *энергия материальной системы в определенном состоянии есть измеренная в единицах механической работы сумма всех действий, которые производятся вне системы, когда она любым способом*

переходит из этого состояния в произвольно выбранное нулевое состояние. Более широкое определение энергии дал Ф.Энгельс: *энергия – это общая скалярная мера различных форм движения материи.*

Заметив, что все виды энергии превращаются в тепло и рассеиваются в окружающей среде, всего через 20 лет ученые обнаружили и ее знаменитую тень – **энтропию** – меру рассеяния энергии. Чем больше рассеивается, деградирует энергия, тем больше растет величина энтропии.

Изменение энергии изолированной системы

$$\Delta E = E_1 - E_2 \quad (1)$$

выражает максимальное количество работы $W_{\max}$, которую система теоретически могла бы совершить, переходя из состояния 1 в состояние 2, а изменение энтропии

$$\Delta S = S_1 - S_2 \quad (2)$$

ту часть

$$Q_0 = T_0 \Delta S \quad (3)$$

запаса энергии ΔE , которая в реальных условиях перехода при температуре T_0 окружающей среды превращается в тепло, рассеивается, уменьшая величину действительной работы до

$$W_d = W_{\max} - T_0 \Delta S. \quad (4)$$

Опыт свидетельствует, что все процессы в реальных условиях сопровождаются трением и теплообменом, поэтому энтропия систем всегда возрастает при условии их полной изоляции. В противном случае энтропия может возрастать и убывать под действием внешних сил. Таким образом, Р.Клаузиус, В.Томсон и др. исследователи сформулировали **закон возрастания энтропии (второе начало термодинамики): какие бы изменения ни происходили в реальных изолированных системах, они всегда ведут к увеличению энтропии.** Распространение этого закона на всю Вселенную привело к ошибочной теории «тепловой смерти Вселенной», что противоречит принципу вечности движения во Вселенной,

выражающемуся в законе сохранения и превращения энергии. Ограниченность действия закона возрастания энтропии и его статистический характер были доказаны Л.Больцманом в 1872гг. Теплота есть энергия беспорядочного хаотического движения вещества. Этот закон справедлив лишь для статистических систем, состоящих из большого числа хаотически движущихся объектов, поведение которых подчиняется законам теории вероятностей и определяется изменением параметров состояния (для газов – давление, температура, удельный объем). ***Возрастание энтропии таких систем указывает лишь наиболее вероятное направление протекания процессов и предполагается возможность маловероятных событий, называемых флуктуациями, когда энтропия уменьшается.*** Этот вывод Больцман сделал на основе прямой связи, которую он установил между энтропией и термодинамической вероятностью состояния ($S = k \log W$).

Немецкий физик М.Планк привел открытую Больцманом зависимость к виду

$$S = k \ln A, \quad (5)$$

где A – термодинамическая вероятность, k – постоянная Больцмана ($k=1.38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К). Так как беспорядок всегда вероятнее, чем относительный порядок, то можно записать иначе –

$$S = k \ln D, \quad (6)$$

где D – количественная мера беспорядка или неупорядоченности. Разбилась тарелка, стерлись покрышки, сгорели дрова – энтропия увеличилась и становится максимальной при наступлении полного беспорядка, т.е. при отсутствии каких-либо закономерностей.

С понижением температуры упорядоченность макросистем растет – газ превращается в более упорядоченную систему частиц – жидкость, а она в еще более упорядоченную – твердое тело. Соответственно уменьшается величина энтропии. Это позволило немецкому физикохимику В.Нернсту предположить, что ***с приближением к абсолютной температуры к нулю***

энтропия тоже стремится к нулю – «тепловая теорема Нернста» или третий закон термодинамики. Эти три закона вместе с молекулярно-кинетической теорией составили основу термодинамики, сформировавшейся в конце XIX в. как теория теплового двигателя.

Особенность тепловой энергии состоит в том, что она является энергией неупорядоченного, хаотического движения мельчайших частиц тела, в то время как все другие виды энергии – результат упорядоченного движения. Порядок всегда проще превратить в хаос, упорядочить же хаос гораздо труднее.

4.3. Основные положения молекулярно-кинетических представлений и начала термодинамики

В основе молекулярно-кинетических представлений о строении лежат 3 положения:

- любое тело состоит из большого числа малых частиц;
- молекулы находятся в хаотическом движении;
- интенсивность движения молекул зависит от T вещества.

Тепловые процессы связаны со строением вещества и его внутренней структурой: жидкость, газ, твердое тело (аморфное и кристаллическое - парафин и металл) и плазма. Поэтому исследования тепловых явлений используются для определения строения вещества и наоборот.

Свойства и поведение макросистем (разреженные газы и ядра планет) определяются поведением, движением и взаимодействием друг с другом частиц, из которых они состоят.

Броуновское движение – хаотическое движение молекул. Количественное выражение молекулярно-кинетических представлений дается законами Бойля-Мариота, Гей-Люсака, Авогадро, Дальтона, Максвелла, уравнениями Клайперона-Менделеева, Ван-дер-Ваальса и др.

Из основного уравнения молекулярно-кинетической теории следует вывод: **средняя кинетическая энергия поступательного движения одной молекулы идеального газа прямопропорциональна его термодинамической температуре и зависит только от нее.**

$$E = (3 / 2) k T. \quad (7)$$

Следовательно, термодинамическая температура является мерой кинетической энергии поступательного движения газа.

Само название “термодинамика” указывает на происхождение этой науки, занимавшейся первоначально изучением теплоты; в дальнейшем она включила в себя изучение превращений энергии во всех ее формах. Термодинамика основана на небольшом числе утверждений, которые в сжатой форме включают в себя огромный опыт человечества по изучению свойств энергии в процессах ее превращений. Эти утверждения носят название законов (или начал) термодинамики.

Всего насчитывается четыре закона, или начала, термодинамики. Первым по времени было установлено второе начало, последним – нулевое начало; в промежутке между ними были установлены первое и третье начала термодинамики (последнее по своему статусу не вполне соответствует остальным началам). К счастью, однако, содержание этих законов проще, чем их хронология, отражающая трудности установления свойств столь эфемерного объекта, каковым является энергия.

Нулевое начало термодинамики, сформулированное всего около 50 лет назад, по существу представляет собой полученное “задним числом” логическое оправдание для введения понятия температуры физических тел. Температура – одно из самых глубоких понятий термодинамики, и важно лучше разобраться в своеобразных свойствах температуры. Температура играет столь же важную роль в термодинамике, как, например, время в разделе физики, называемом просто динамикой. Интересно отметить, что между этими величинами действительно есть аналогии, причем несколько более глубокие, чем, просто совпадение обозначений с помощью одной и

той же буквы t . Пока достаточно считать, что температура – это, просто уточнение и количественное выражение понятия «степени нагретости».

Первое начало термодинамики обычно формулируется так: «Энергия сохраняется». Тот факт, что сохраняется именно энергия, а не теплота, стал основополагающим открытием 50-х годов прошлого столетия, которым мы обязаны Кельвину и Клаузиусу. Вообще говоря, основным достижением науки 19 в. явилось признание энергии как наиболее общего понятия, позволяющего рассматривать с единой точки зрения все явления и процессы. Впервые центральное место в физике заняло совершенно абстрактное понятие; оно пришло на смену введенному еще во времена Ньютона (17 в.) понятию «силы» - на первый взгляд более конкретному и «осязаемому» и к тому же успешно «математизированному» Ньютоном.

Сегодня понятие энергии настолько прочно вошло в нашу жизнь, что очень трудно представить себе истинный масштаб интеллектуального достижения, которое заключалось в формулировке этого понятия; не менее трудно и дать ему точное определение (впрочем, с подобными трудностями мы сталкиваемся также при попытках придать точный смысл другим широко используемым фундаментальным понятиям, таким, как заряд, спин и т.д.). Не вдаваясь в детали, будем пока считать, что понятие энергии интуитивно ясно и адекватно отражается в своем определении: энергия – это способность совершать работу. Момент, когда понятие энергии выдвинулось на центральное место в физике, можно установить достаточно точно. Еще в 1846 г. Кельвин утверждал, что физика основана на понятии силы; однако после встречи и беседы с Джоулем в 1847 г. от (к 1851 г.) в конце концов, принял новую точку зрения. Энергия предстала отныне как более фундаментальная величина, которая всегда присутствует во всех явлениях, тогда как силы могут появляться и исчезать. Понятие энергии отвечало и религиозным воззрениям Кельвина: он считал, что творец в момент создания мира наделил его запасом энергии, и этот божественный дар будет существовать вечно, тогда как эфемерные силы подвержены

многим превратностям, и с их помощью в мире ткется ткань преходящих явлений.

Кельвин надеялся, что ему удастся поднять авторитет понятия «энергия», которое в руках большинства физиков середины прошлого века было не более чем удобным формальным инструментом при анализе возможных изменений в системе частиц, лишенных притока энергии извне. Он также надеялся создать новую физику, целиком основанную на понятии энергии и свободную от ограничений, присущих тем или иным моделям. Кельвин считал, что все явления можно объяснить с помощью представлений о преобразовании энергии, а сами атомы и другие объекты следует рассматривать исключительно как проявление наличия энергии.

Современная физика, очевидно. До некоторой степени подтверждает взгляды Кельвина, однако при этом она не отрицает и существования самих атомов как носителей энергии.

Первое начало термодинамики – это закон сохранения энергии, написанный в виде, удобном для определения механической работы, полученной из тепла. Теплоту можно преобразовать в работу.

Количество теплоты ΔQ , сообщенное телу, идет на увеличение его внутренней энергии ΔU и на совершение работы ΔA , т.е.

$$\Delta Q = \Delta U + \Delta A. \quad (8)$$

Всякая термодинамическая система в любом состоянии обладает внутренней энергией – энергией теплового движения молекул и потенциальной энергией их взаимодействия. Возможны два способа изменения внутренней энергии термодинамической системы при ее взаимодействии с внешними телами: путем совершения работы и путем теплообмена. Из I-го начала термодинамики следует важный вывод: невозможен вечный двигатель первого рода, т.е. двигатель, который совершал бы работу из «ничего», без внешнего источника энергии.

Второе начало термодинамики устанавливает наличие в природе фундаментальной асимметрии, т.е. однонаправленности всех происходящих

в ней самопроизвольных процессов. Достаточно заметить, что об этой асимметрии свидетельствует все окружающее нас: горячие тела с течением времени охлаждаются. Однако холодные сами по себе отнюдь не становятся горячими; прыгающий мяч, в конце концов, останавливается, однако покоящийся мяч самопроизвольно не начинает подскакивать. Здесь проявляется то свойство природы, которое Кельвин и Клаузиус смогли отделить от свойства сохранения энергии. Это свойство состоит в том, что хотя полное количество энергии должно сохраняться в любом процессе (так эти ученые модифицировали первоначальную формулировку Карно о сохранении теплорода), распределение имеющейся энергии изменяется необратимым образом. Второе начало термодинамики указывает естественное направление, в котором происходит изменение распределения энергии, причем это направление совершенно не зависит от ее общего количества. Невозможен переход теплоты от тела менее нагретого к телу более нагретому, без каких-либо других изменений в системе или окружающей среде. Теплоту можно преобразовать в работу полностью лишь при абсолютном нуле температур. **Невозможно совершить работу за счет энергии тел, находящихся в термодинамическом равновесии.** Двигатель, работающий только за счет энергии находящихся в тепловом равновесии тел, был бы на практике *вечным двигателем*. Первое начало исключает возможность создания такого вечного двигателя второго рода.

Третье начало термодинамики касается свойств веществ при очень низких температурах. Оно утверждает невозможность охлаждения вещества до температуры абсолютного нуля посредством конечного числа шагов. Следовательно, абсолютный нуль недостижим. Как говорилось ранее, третье начало вполне можно считать одним из «настоящих» законов термодинамики, поскольку оно очевидным образом предполагает атомное строение вещества, тогда как другие законы представляют собой лишь обобщение непосредственного опыта и не зависят ни от каких предположений подобного рода. Таким образом, между третьим началом

термодинамики и остальными ее законами обнаруживается существенное различие, причем даже логическое обоснование третьего начала выглядит не столь надежным, как остальных законов.

Итак, пока мы лишь в самых общих чертах описали законы термодинамики, которые станут «вехами», отмечающими границы нашего поля исследования. Однако уже при беглом знакомстве нам придется столкнуться с определенной трудностью: термодинамика оказывается дисциплиной, очень тесно связанной с математикой. Клаузиус весьма элегантно облек термодинамику в функциональную форму, содержащую набор математических соотношений между результатами наблюдений; однако если опустить их, то окажется, что нет и предмета для обсуждения.

Больцман придал термодинамике не менее красивую статистическую форму (ее основное соотношение выгравировано на его надгробии). Однако и в этом случае ее содержание в большой мере также сводится к уравнениям, без которых по существу нет предмета для анализа. Именно этот внутренне присущий термодинамике математический характер часто отпугивает от нее.

Тем не менее, предмет термодинамики настолько важен, а следствия второго начала столь фундаментальны и всеобъемлющи, что усилия пробить брешь в ее математических «крепостях» кажутся вполне оправданными. Это избавит нас от математических «страданий», которые для многих составляют, чуть ли не основное удовольствие при знакомстве с этим предметом. Но и при таком, казалось бы, лишь внешнем описании термодинамики нам все же удастся осмыслить ее основные выводы относительно закономерностей, управляющих процессами в физическом мире.

Но в самом ли деле мы коснемся термодинамики только извне, оставаясь своего рода «туристами», так и не постигнувшими глубинных процессов? Правомерен и более оптимистический взгляд (применимый, впрочем, и к другим областям науки): математика существенна лишь для

уточнения аргументов, для более тонкого процесса понимания, но отнюдь не является конечной стадией объяснения.

Достоинством и недостатком термодинамического метода, одновременно, является независимость от принятого взгляда на строение вещества. С помощью термодинамики можно решать многие важные задачи, вовсе не касаясь вопросов строения вещества.

4.4. Проявления асимметрии

Внутренняя асимметрия (т.е. однонаправленность процессов), присущая природе, находит свое отражение в истории технического развития человеческой цивилизации. На протяжении тысячелетий превращение запасенной энергии или работы в теплоту было самым обычным делом. Однако широкое овладение обратным процессом – управляемым преобразованием теплоты или запасенной энергии в работу – по настоящему началось лишь с наступлением промышленной революции. Мы говорим здесь «по-настоящему», поскольку работу люди, безусловно, научились получать много веков назад. Одним из примеров может служить преобразование энергии ветра (по существу одного из видов запасенной солнечной энергии) в движение жерновов мельниц и кораблей. Другой, более косвенный пример, хотя и с тем же конечным результатом, – использование работы, совершаемой животными. Но лишь с началом промышленной революции неожиданное открытие способов использования энергии и преобразования теплоты в работу стало активно воплощаться в жизнь. Отныне при совершении работы человек обрел независимость от животных и избавился от «диктата» природы с ее односторонне направленными процессами.

Первобытные люди научились добывать теплоту по мере необходимости и с избытком путем сжигания различных видов топлива. Если не учитывать таких естественных источников энергии, как ветер и

домашний скот, то человечеству понадобились тысячелетия, чтобы открыть значительно более сложные способы, посредством которых запасенную в топливе энергию можно превращать в работу (разумеется, мы не говорим о таких косвенных способах преобразования, как использование «топлива» в виде пищи рабам, лошадям или тягловому скоту). Совершив промышленную революцию, люди обрели возможность получать работу в любом требуемом количестве (а иногда и в избытке).

Чтобы сравнить сложность различных способов получения теплоты или работы с использованием одного и того же вида топлива, достаточно посмотреть на оборудование, применяемое в каждом из процессов. Единственное, что требуется для получения теплоты из топлива, - это открытый очаг, в котором происходит свободное сгорание топлива: дерева, угля, животных или растительных останков; в результате в большей или меньшей степени возникает избыточная теплота. Для получения работы необходимо значительно более сложное устройство. С помощью теплоты, получаемой в примитивных очагах, первобытные люди извлекали из недр Земли химические элементы – так закладывались основы построения материальной базы цивилизации.

Разумеется, первобытные люди не ведали. Что в зажженных ими кострах высвобождается энергия, ранее отобранная у Солнца. (Заметим, что многие древние народы поклонялись Солнцу, хотя это, безусловно, чисто случайное совпадение.) На первых порах запросы человеческой цивилизации были достаточно скромны, так что их вполне можно было удовлетворить за счет энергии солнечного излучения, запасенной деревьями в процессе их роста. Однако с развитием цивилизации потребности в энергии росли, «законсервированная» солнечная энергия использовалась все более интенсивно, и в качестве основного вида топлива на смену дереву пришел уголь. Но это еще не была техническая революция, поскольку происходящие изменения носили не качественный, а количественный характер: люди вынуждены были углубляться все дальше в

прошлое, используя солнечную энергию, накопленную в более отдаленные времена.

Это углубление в прошлое по существу продолжается и в наше время: мы стремимся «пожать» посеянный тогда урожай. Мы широко используем, например, огромные запасы нефти – эти частично распавшиеся останки былой подводной жизни (которая, кстати, также существовала за счет Солнца). Однако наша потребности неуклонно растут, и мы углубляемся еще дальше в прошлое, пытаясь собрать «дань» не только с Солнца, но и с других звезд. Так, атомы урана, которые мы сжигаем в современных «очагах» - ядерных реакторах, это не более чем «пепел» давно сгоревших звезд. Эти атомы образовались в период агонии ранних поколений звезд, когда легкие атомы, энергично соударяясь друг с другом, сливались во все более тяжелые. Старые звезды взрывались, высвобождая атомы, которые распространялись затем по всему космическому пространству, попадали в очередное «пекло», вновь участвовали во взрывах и рассеивались, пока, наконец, не собрались в недрах горы, из которой мы решили их добыть.

Однако в поисках энергии, завещанной нам прошлым, мы заходим все дальше. Мы пытаемся «копаться» сейчас в эпохах, предшествующих не только рождению Земли, но и даже смерти первых поколений звезд – мы роемся в пепле ранней Вселенной!

Впервые мгновения рождения Вселенной Большой взрыв потряс до основания пространство-время, и в расширяющемся космосе царил невообразимый беспорядок и хаос; однако в этом величайшем катаклизме возникли лишь простейшие из атомов. Образно говоря, космическая «гора» родила космическую «мышь»: когда хаос миновал, налицо оказался один водород, лишь чуточку «приправленный» гелием. Эти элементы (и по сию пору имеющиеся в избытке по сравнению с другими элементами) и есть «пепел и зола» Большого взрыва. Наши попытки получить управляемую термоядерную реакцию (синтез атомов водорода в атомы гелия) направлены по существу на то, чтобы овладеть энергией, которой обладают

эти атомы. Водород – старейшее из ископаемых видов горючего, и когда мы овладеем реакцией термоядерного синтеза, это будет означать, что мы докопались до самого «начала времен».

Итак, возникновение и развитие цивилизации характеризуются тем, что мы разрабатываем удобные и компактные источники энергии, сформировавшиеся во все более далеком прошлом. Однако при этом мы фактически реализуем всего-навсего одно примитивное открытие, а именно возможность высвобождения запасенной энергии в форме теплоты. Поэтому сколь бы ни были сложными новые «очаги», сгорание топлива любого происхождения – органического, звездного или даже рожденного в Большом взрыве – это не более чем поэтапное совершенствование древнего открытия. Подобные совершенствования сами по себе не являются революциями – это лишь качественно более эффективное использование старых как мир процессов.

Истинная революция в технике свершилась тогда, когда человек сумел освоить другой аспект асимметрии природы: преобразование теплоты в работу. Не случись этого, мы, возможно, были бы всегда согреты, но не стали бы мудрее. Этот аспект асимметрии природных процессов позволяет не просто овладеть энергией, запасенной в топливе, но и извлечь из нее движущуюся силу, которая в свою очередь помогает нам воздвигнуть искусственные сооружения, создавать транспортные средства и даже поддерживать связь на расстоянии. Почему же понадобилось столько времени, чтобы не только обнаружить, но и использовать эту асимметрию?

Перед человечеством стояла задача выделить упорядоченное движение и неупорядоченного, поскольку именно в характере движения состоит отличие работы от теплоты. Теперь нам предстоит глубже проникнуть в природу асимметрии, для чего нужно перейти из эпохи, предшествующей деятельности Карно, в эпоху, когда благодаря усилиям Клаузиуса и Кельвина возникло новое, современное понимание данной проблемы

4.5. Сущность асимметрии

Для установления сущности асимметрии природных явлений воспользуемся паровой машиной, как делал Н.Карно, Р.Клаузиус и Л.Больцман. Паровая машина или тепловой двигатель – это устройства преобразующее теплоту в работу неопределенно долгое время в циклическом режиме. Цикл Карно – это лишь один из возможных способов получения работы с помощью теплоты. В каждом двигателе, как и в цикле Карно, должен быть свой холодильник, причем на определенной стадии цикла этому холодильнику необходимо отдавать часть энергии. В этом экспериментальном наблюдении по существу и состоит второе начало, что означает невозможность полного преобразования теплоты в работу в двигателе из-за потерь в холодильник. Подчеркнем существенную асимметрию: природа не облагает «налогом» преобразование работы в теплоту; например, за счет трения мы можем полностью разбазарить полученную работу. Однако с теплотой так поступить мы уже не сможем: в отличие от работы она облагается «налогом».

Итак, начинает выявляться определенная закономерность: прыгающие мячи рано или поздно останавливаются; горячие объекты остывают; нами установлена асимметрия между теплотой и работой. Область применимости второго начала термодинамики выходит теперь далеко за пределы паровой машины. Этот закон должен отныне во всеуслышание заявить о себе.

Наиболее важным итогом развития термодинамики в прошлом столетии явилось раскрытие природы теплоты и работы. Первоначально в XIX в. теплота рассматривалась как некий предмет, невесомый флюид, называемый теплородом. Теперь известно, что никакого материального объекта, называемого теплотой, вообще не существует. То же справедливо и в отношении работы. Теплота и работа характеризуют способы передачи энергии. Сообщить какому-либо телу количество теплоты, т.е. *нагреть* его,

означает передать ему энергию строго определенным способом. *Охладить* объект – это значит произвести действие, обратное нагреванию, т.е. отвести от него энергию, используя разность температур. **Теплота – это отнюдь не одна из форм энергии, а название одного из способов передачи энергии. Работа – это то, что мы совершаем, когда нам необходимо тем или иным способом изменить энергию объекта, не используя при этом разность температур, т.е. способ передачи энергии.**

4.6. Виды энергии и энтропии

В настоящее время можно составить научно обоснованную классификацию видов энергии на основе учета вида материи, форм ее движения и взаимодействий:

Аннигиляционная энергия – полная энергия системы «вещество-антивещество», освобождающаяся в процессе их соединения и аннигиляции (взаимного уничтожения);

Ядерная энергия – энергия связи нейтронов и протонов в ядре, освобождающаяся в различных видах при делении тяжелых и синтезе легких ядер;

Химическая (атомная) энергия – энергия системы из двух или более реагирующих между собой веществ. Эта энергия высвобождается в результате перестройки электронных оболочек атомов и молекул при химических реакциях;

Гравитационная энергия – потенциальная энергия ультраслабого взаимодействия всех тел, пропорциональная их массам;

Электростатическая энергия – потенциальная энергия взаимодействия электрических зарядов, т.е. запас энергии электрически заряженного тела, накапливаемый в процессе преодоления им сил электрического поля;

Магнитостатическая энергия – потенциальная энергия взаимодействия «магнитных зарядов», или запас энергии, накапливаемый телом, способным преодолевать силы магнитного поля в процессе перемещения против направления действия этих сил;

Нейтриностатическая энергия – потенциальная энергия слабого взаимодействия «нейтринных зарядов» или запас энергии, накапливаемый в процессе преодоления сил β -поля – «нейтринного поля». Вследствие огромной проникающей способности нейтрино накапливать энергию таким способом невозможно;

Упругостная энергия – потенциальная энергия механически упруго измененного тела (сжатая пружина, газ), освобождающаяся при снятии нагрузки чаще всего в виде механической энергии;

Тепловая энергия – часть энергии теплового движения частиц тела, которая освобождается при наличии разности температур между данным телом и телами окружающей среды;

Механическая энергия – кинетическая энергия свободно движущихся тел и отдельных частиц;

Электродинамическая энергия – энергия электрического тока во всех его формах;

Электромагнитная (фотонная) энергия – энергия движения фотонов электромагнитного поля;

Мезонная энергия – энергия движения мезонов, квантов ядерного поля, путем обмена которыми взаимодействуют нуклоны;

Гравитонная энергия – энергия движения гравитонов;

Нейтринодинамическая энергия – энергия движения нейтрино;

Вакуумная энергия – энергия высвобождения материи при возбуждении вакуума, возникающего при высокой степени сжатия.

Из перечисленных 16 видов энергии практическое значение имеют пока только 10, при этом непосредственно используются всего 4 вида:

тепловая (70-75%), механическая (20-22%), электрическая (3-5%) и фотонная (менее 1%).

Энтропия, как и подобает, тени, не передает всего многообразия красок и оттенков энергии. Существуют *тепловая, структурная и информационная энтропия*.

С тепловой энтропией мы уже познакомились. Структурная энтропия служит мерой неупорядоченности строения систем. Если из строительных деталей собрать дом, а из деталей автомобиля – автомобиль, то энтропия этих систем уменьшится, ибо упорядоченность их возрастет.

Рассмотрим информационную энтропию. При охлаждении газа до температуры абсолютного нуля он сначала переходит в жидкое состояние, а затем – в твердое, т.е. из менее упорядоченного состояния во все более упорядоченное. Соответственно растет и информация о расположении частиц газа, достигающая максимальной величины при абсолютном нуле, когда все они займут вполне определенное положение в твердом теле. Информация эквивалентна отрицательной энтропии, «негэнтропии». Информационная энтропия – это мера неопределенности сообщения.

4.7. Термодинамический и статистический методы

Термодинамика – это наука о тепловых явлениях, в которых не учитывается строение вещества. Все законы термодинамики относятся к телам, число молекул которых огромно – макроскопические тела (газ в баллонах, вода в стакане, песчинки, стержень и т.д.). Все тепловые процессы связаны с передачей и превращением энергии. Термодинамик базируется на фундаментальных законах – началах термодинамики.

Область применения термодинамики значительно шире, чем молекулярно-кинетической теории. Нет областей физики, химии, биологии и т.д., в которых нельзя было бы пользоваться термодинамическими методами. Однако ТД метод не дает информации о микроскопическом

строении вещества, о механизме явлений, а лишь устанавливает связь между макроскопическими свойствами вещества.

Основа ТД метода – определение состояния ТД системы, представляющей собой совокупность макроскопических тел, которые взаимодействуют и обмениваются энергией. Состояние системы задается ТД параметрами, характеризующими ее свойства: температура - T , давление - P , удельный объем - V .

Любое изменение в ТД системе называют ТД процессом. Макроскопическая система находится в ТД равновесии, если ее состояние со временем не меняется.

Одновременно с ТД методом развивалась корпускулярная теория теплоты, основанная на предположении, что вещество состоит из атомов, молекул, движения которых, подчиняются законам механики Ньютона. К концу 19 в. была создана последовательная теория поведения больших общностей атомов и молекул – молекулярно-кинетическая теория (статистическая механика).

Процессы, изучаемые молекулярной физикой, являются результатом совокупного действия огромного числа молекул. Поведение большого числа молекул анализируется с помощью статистического метода (СМ). СМ основан на том, что свойства макроскопической системы определяются свойствами частиц системы, особенностями их движения и усредненными значениями кинетических и динамических характеристик этих частиц (V_i , E_i , P_i и т.д.). Нельзя говорить о температуре одной молекулы. Макроскопические характеристики тел имеют физический смысл лишь в случае большого числа молекул.

При расчете различных процессов с помощью ТД многие физические параметры необходимо определять экспериментально. Статистические же методы позволяют на основе данных о строении вещества определять эти параметры. Существуют теории газов (идеальный газ, реальный газ), но количественная теория твердого и особенно жидкого состояния вещества

очень сложна. Поэтому иногда простые расчеты, основанные на законах ТД, оказываются незаменимыми.

4.8. Синергетика. Закономерности самоорганизации

Идея о превращении изначального хаоса в космос, из которого возникло «жизнедеятельное» возникла еще в древности. Развитие термодинамики привело к рождению различных гипотез, которые разрешали в той или иной степени противоречия с законом возрастания энтропии. Начиная с 70 гг. нашего века бурно развивается синергетика, в фокусе которой оказываются сложные системы с самоорганизующимися процессами, системы, в которых эволюция протекает от хаоса к порядку, от симметрии ко все возрастающей сложности.

Термин «синергетика» (содружество, коллективное поведение) впервые был введен Хакеном. Синергетика добилась значительного успеха благодаря достижениям в области неравновесной термодинамики. И.Пригожиным было показано, что в неравновесных открытых системах возможны эффекты, приводящие не к возрастанию энтропии и стремлению термодинамических систем к состоянию равновесного хаоса, а к «самопроизвольному» возникновению упорядоченных структур, к рождению порядка из хаоса.

Процессы, протекающие в различных явлениях природы, следует разделять на два класса:

- процессы в замкнутых системах, развивающиеся в направлении возрастания энтропии и приводящие к установлению равновесного состояния в системах;
- процессы, происходящие в открытых системах, в которых в соответствующие моменты (моменты неустойчивости, точках бифуркаций) могут возникать малые возмущения, флуктуации, способные разрастаться в макроструктуры.

Хаос и случайность приводят к развитию новых самоорганизаций. Флуктуационная гипотеза Больцмана на современном витке развития науки получает право на жизнь. Одним из важнейших результатов И.Пригожина является новый подход к анализу сложных явлений:

1. Самоорганизация в сложных системах свидетельствует о невозможности установления жесткого контроля за системой, т.е. **самоорганизующейся системе нельзя навязать путь развития.** Управления такой системой – это только способствование ее собственным тенденциям развития.

2. Для самоорганизующихся систем существует несколько различных путей развития. В равновесном состоянии в системе существует только одно стационарное состояние, зависящее от управляющих параметров. Вдали от равновесия система достигает критической точки, точки бифуркаций, в которой на дальнейшее развитие системы могут оказывать влияние даже ничтожно малые флуктуации, которые в равновесном состоянии попросту неразличимы. Поэтому **невозможно точно предсказать, какой путь эволюции выберет система за порогом бифуркации.**

На основе неравновесной термодинамики современная космология включила в сценарий эволюции Вселенной инфляционную стадию (вздутие), что означает расширение Вселенной из состояния, когда вся материя была представлена только физическим вакуумом. В процессе расширения из вакуумного суперсимметричного состояния Вселенная разогрелась до Большого взрыва. Дальнейший ход ее развития пролегал через критические точки – точки бифуркаций, в которых происходили нарушения симметрии вакуума. В эти моменты энергия из вакуума перекачивалась в энергию тех частиц и полей, которые из вакуума же и рождались.

Следует отметить высокий темп появления идей и открытий при описании синергетических явлений во всех отраслях науки. **Важное**

значение синергетики состоит в том, что она указывает границы применимости второго начала термодинамики.

Тест

1. В современной физической картине мира законы и закономерности носят характер:

1. Вероятностный;
2. Детерминистский;
3. Однозначный.

2. Что представляет собой энергия согласно современным представлениям?

1. Общую количественную меру различных форм движения материи;
2. Произведение массы тела на половину квадрата его скорости;
3. Результат работы энергетических установок;
4. Произведение массы тела на его скорость.

3. К динамическим теориям относятся:(3)

1. Молекулярно-кинетическая теория газов;
2. Термодинамика;
3. Динамика Ньютона;
4. Теория поля Максвелла;
5. Квантовая механика.

4. К статистическим теориям относятся:(2)

1. Молекулярно-кинетическая теория газов;
2. Термодинамика;
3. Динамика Ньютона;
4. Теория поля Максвелла;

5. Квантовая механика.

5. Перечислите виды механической энергии:(2)

1. тепловая;
2. потенциальная;
3. энергия падающей воды;
4. кинетическая;
5. энергия ветра.

6. Современная физическая картина мира (СФКМ) или квантово-полевая картина мира формируется на основе(3):

1. квантовой гипотезы М.Планка;
2. волновой механики Шредингера;
3. теории относительности Эйнштейна;
4. электронной теории Лоренца.

7. Принцип квантования предложил:

1. Рентген;
2. Герц;
3. Беккерель;
4. Максвелл;
5. Фарадей;
6. Дж.Томсон;
7. Э.Резерфорд;
8. Н.Бор;
8. П.Н. Лебедев;
9. А.Г.Столетов;
10. М. Планк.

8. Невозможность создания вечного двигателя первого рода обосновывается:

1. Третьим законом Ньютона;
2. Специальной теорией относительности;
3. Законом сохранения энергии;
4. Наличием трения в энергетических установках.

9. Внутренней энергией термодинамической системы называется:

1. Сумма энергий теплового движения и взаимодействия частиц системы;

2. Энергия изолированного тела;
3. Энергия находящаяся внутри тепловой машины;
4. Энергия, величину которой нельзя измерить.

10. Статистическое описание макросистем базируется на:

1. Атомно-корпускулярной теории строения вещества;
2. Измерениях температуры, давления и объема;
3. Законах квантовой механики;
4. Общей теории статистики.

11. Физической основой лазерной техники является:

1. Фотоэффект;
2. Общая теория относительности;
3. Эффект вынужденного излучения;
4. Законы Ньютона.

12. К нетрадиционным видам энергетики относят:

1. Гелиоэнергетику;
2. Теплоэнергетику;
3. Гидроэнергетику;

4. Разработку аккумуляторов большой емкости.

13. Сколько начал лежит в основе термодинамики?

1. Три;
2. Два и молекулярно-кинетическая теория;
3. Четыре;
4. Одно и молекулярно-кинетическая теория.

14. Выберите трактовку первого начала термодинамики:

1. Какие бы изменения не происходили в реальных изолированных системах, они всегда ведут к увеличению энтропии;
2. С приближением абсолютной температуры к нулю энтропия тоже стремится к нулю ("тепловая теорема Нернста");
3. Количество теплоты, сообщенное телу, идет на увеличение его внутренней энергии и на совершение работы;
4. Если два тела с различными температурами приведены в тепловой контакт, то тепло переходит от более горячего к более холодному телу.

15. Назовите особенность тепловой энергии:

1. Это энергии неупорядоченного, хаотического движения мельчайших частиц;
2. Это энергия связанная с упорядоченным движением частиц из области высокой температуры в область низкой температуры.

16. Два одинаковых стальных шарика упали с одной и той же высоты. Первый упал в вязкий грунт, а второй, ударившись о камень, отскочил и был пойман рукой на некоторой высоте. Который из шариков больше нагрелся?

1. первый;
2. второй.

17. Что обладает большой внутренней энергией: рабочая смесь, находящаяся в цилиндре двигателя внутреннего сгорания к концу такта сгорания (до проскакивания искры), или продукт ее сгорания к концу рабочего хода?

1. рабочая смесь;
2. продукты сгорания.

18. Проявлением асимметрии природы является:

1. Передача энергии от холодного к нагретому телу при совершении работы;
2. Передача энергии от нагретого к холодному телу.

19. Невозможность создания вечного двигателя второго рода обосновывается:

1. Третьим началом термодинамики;
2. Законом сохранения энергии;
3. Законами динамики;
4. Вторым началом термодинамики.

20. Выберите правильную формулировку второго начала термодинамики:

1. Невозможно совершить работу за счет энергии тел, находящихся в - термодинамическом равновесии;
2. Энергия сохраняется;
3. Невозможно охладить вещество до температур абсолютного нуля посредством конечного числа шагов.

21. Достоинством и недостатком термодинамического метода, одновременно, является:

1. Независимость от принятого взгляда на строение вещества;

2. Независимость от принятых значений давления, объема и температуры;

3. Существенное различие явлений по своей природе, между которыми она устанавливает связь.

22. Какие виды энергии существуют?(3)

1. Аннигиляционная энергия;
2. Гравитационная энергия;
3. Магнитострикционная энергия;
4. Теплородная энергия;
5. Вакуумная энергия;
6. Апейронная энергия.

23. Толчком для развития учения о тепловых явлениях явилось:

1. Изобретение термометра;
2. Изобретение тепловой машины;
3. Изобретение тепловоза;
4. Открытие теплового расширения тел.

24. Ф. Бекон, И. Ньютон, Р. Декарт, М. Ломоносов придерживались:

1. Теплородной теории теплоты;
2. Корпускулярной теории теплоты;
3. Потенциальной теории теплоты;
4. Вещественной теории теплоты.

25. В истории естествознания существовали следующие теории теплоты:(3)

1. Вещественная теория;
2. Молекулярная теория;
3. Теплородная теория;

4. Потенциальная теория;
5. Корпускулярная теория.

26. Опыты к середине 19 столетия показали, что:(3)

1. Тепловой жидкости не существует;
2. Тепловая энергия в паровых машинах сохраняется;
3. При совершении работы паровыми машинами теплота исчезает;
4. Количество теплорода конечно;
5. Источник тепла не исчерпаем.

27. Значительный вклад в развитие теории теплоты внесли:(3)

1. Р.Клаузиус;
2. И.Ньютон;
3. Д.Максвелл;
4. Л.Больцман;
5. М.Ломоносов.

28. В середине 18 века победу одержала (2):

1. теория теплорода;
2. кинетическая теория теплоты;
3. вещественная теория теплоты.

29. Термодинамика - это наука о тепловых явлениях, в которой:

1. Не учитывается строение вещества;
2. Свойства макроскопической системы определяются свойствами частиц системы, особенностями их движения и усредненными значениями кинетических и динамических характеристик этих частиц.

30. Суть детерминизма состоит в том, что все существующее в мире происходит:

1. хаотично;
2. периодически;
3. закономерно.

31. Индетерминизм – учение отрицающее (2):

1. объективную причинную обусловленность;
2. вероятностный характер явлений;
3. неопределенность состояний;
4. всеобщую закономерность явлений.

32. Статистические законы более характерны для:

1. микромира;
2. макромира;
3. мегамира.

33. Характер предсказаний, полученных на основе динамических законов, носит характер:

1. достоверный;
2. неопределенный;
3. вероятностный.

34. Перечислите принципы, на которых построена динамическая теория(3):

1. Состояние объекта определяется значением величины;
2. Состояние объекта определяется вероятностными распределениями;
3. оценки однозначны;
4. оценки неоднозначны;
5. классическая механика;
6. квантовая механика.

35. Перечислите принципы, на которых построены статистические теории(3):

1. Состояние объекта определяется значением величины;
2. Состояние объекта определяется вероятностными распределениями;
3. оценки определены;
4. оценки неопределены;
5. оценки однозначны;
6. оценки неоднозначны;
7. классическая механика;
8. квантовая механика.

36. Состояние системы в термодинамике определяется: (3)

1. давлением;
2. температурой;
3. объемом;
4. координатами элементов системы;
5. скоростями элементов системы.

37. Первый постулат Бора утверждает, что в каждом атоме:

1. Имеются электроны и протоны;
2. Существуют стационарные состояния, в которых он не излучает энергии;
3. Возможно поглощение и испускание энергии;
4. Выделяется атомная энергия;

38. Сущность процесса измерения заключается:

1. В сравнении измеряемой физической величины с эталоном данной величины;
2. В использовании современных средств и методов измерения;

3. В сведении любого измерения к измерению длины;
4. В исключении любых ошибок измерения.

39. Статистической теорией является: (2)

1. квантовая механика;
2. классическая электродинамика;
3. эволюционная теория Дарвина;
4. классическая механика.

40. Статистическими теориями являются (2):

1. общая теория относительности;
2. кинетическая теория газов;
3. квантовая механика;
4. классическая электродинамика.

41. Статистические научные теории (2):

1. позволяют рассчитывать и предсказывать лишь вероятность того или иного значения величин, характеризующих систему;
2. описывают состояние системы на языке вероятности, с которой та или иная величина, характеризующая систему, принимает заданное значение;
3. описывают состояние системы значениям измеримых величин, характеризующих эту систему;
4. позволяют однозначно предсказывать будущие значения физических величин, характеризующих систему, по их начальным значениям.

42. Преобразование лапласовского детерминизма в вероятностный подход:

1. Обусловлено усложнением предмета исследования в связи с изучением глубинной структуры материи и увеличением числа участвующих элементов;

2. Обусловлено необходимостью увеличения точности расчета;

3. обусловлено недостаточностью информации.

43. В современной физической картине мира (СФКМ) законы и закономерности носят характер:

1. вероятностный;

2. детерминистский;

3. однозначный.

Контрольные вопросы

1. Понятие энергии и энтропии. Определения.

2. Историю возникновения этих понятий.

3. Становление теории теплоты.

4. Изобретение термометра, различные виды шкал температур.

5. Вещественная или теплородная теория теплоты.

6. Кинетическая или корпускулярная теория теплоты.

7. Опыты Б. Румфорда, Д.П.Джоуля.

8. Закон Ю.Майера.

9. Положения молекулярно-кинетического учения и отличительная особенность шкалы температур Кельвина.

10. Четыре закона (начала) термодинамики и хронология их открытия.

11. Сущность закона сохранения или преобразования энергии.

12. Сущность закона возрастания энтропии.

13. Тепловая теорема Нернста.

14. Закон о степени нагретости тела.

15. Стрела времени или необратимость времени.
16. Демон Максвелла.
17. Динамические закономерности в природе.
18. Статистические закономерности в природе.
19. Проблема тепловой смерти Вселенной: флуктуационная гипотеза Больцмана.
20. Уравнения состояния идеального газа. Термодинамические параметры или свойства макросистем.
21. Основные виды термодинамических процессов.
22. Особенности процессов в изолированных и открытых системах.
23. Самоорганизация и пути ее развития.
24. Синергетика в живых и неживых системах.
25. Основные свойства самоорганизующихся систем.
26. Точка бифуркаций, состояние сингулярности, аттрактор.
27. Требования, предъявляемые самоорганизующимся системам.
28. Инфляционная гипотеза развития Вселенной.

ГЛАВА 5

ХИМИЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

5.1. Химия как наука. Эволюция химических знаний

Парадигма (греческое слово, *paradeigma* – пример, образец) – совокупность теоретических предпосылок, определяющих конкретное научное исследование и признанных научной общественностью на данном этапе. В период научно-технических революций старая парадигма заменяется новой.

Важнейшим разделом современного естествознания является химия – наука о веществах и превращениях их друг в друга. Химия играет большую роль в решении актуальных и перспективных проблем современного общества, например, таких как: синтез новых веществ и композиций, необходимых для решения технических задач будущего; увеличение эффективности искусственных удобрений для повышения урожайности сельхозпродукции; синтез продуктов питания из несельскохозяйственного сырья; разработка и создание новых источников энергии; выяснение механизма важнейших биохимических процессов и их реализация в искусственных условиях; освоение огромных океанических источников сырья; охрана окружающей среды и т.д.

Химия, как известно, изучает химическую форму движения.

Признаком химической формы движения является превращение одних веществ в другие в результате перераспределения связей атомов и перестройки электронных оболочек атомов. В процессе исследования химической формы движения приходится уделять большое внимание изучению и описанию состава вещества, его свойствам и получению, его нахождению в природе, путям практического использования и многому другому. Но все это только сопутствует раскрытию основного содержания химии, т.е. превращения молекул, а значит превращения вещества.

Вещество – это каждый отдельный вид материи, обладающий при определенных условиях постоянными физическими свойствами, такими как удельный вес, температура плавления, температура кипения, растворимость, теплоемкость, теплопроводность и многое другое. Для установления таких свойств вещества необходимо иметь его возможно более чистым, т.к. даже незначительные примеси могут изменить числовые значения констант изучаемого вещества. Только чистое вещество обладает определенными, постоянными свойствами. В большинстве случаев природные вещества – смеси. Абсолютно чистые вещества – не известны. Например, условно говорят о «химически чистой соляной кислоте».

Каждое чистое вещество состоит из одного или нескольких химических элементов. Элемент - совокупность атомов с одинаковым зарядом ядра. Атом представляет собой электронейтральную частицу, состоящую из положительно заряженного атомного ядра (протоны), отрицательно заряженных электронов и нейтральных нейтронов. Число положительных зарядов ядра атома - протонов (а также количество электронов) равно порядковому номеру элемента в периодической системе элементов Д.И. Менделеева. **Ядро атома состоит из протонов (положительно заряженных частиц, масса которых в 1836 раз > массы электрона) и нейтронов (нейтральных частиц, масса которых в 1839 раз > массы электрона).** Атом имеет такие параметры: диаметр ядра 10^{-13} см, диаметр атома 10^{-8} см, скорость электрона – 10^8 см/сек. Электроны находятся в электронных оболочках. Атом может иметь семь оболочек таких как: K, L, M, N, ..., Q. Эти оболочки состоят из 4-х типов уровней: s, p, d и f, которые могут содержать 1, 3, 5, или 7 электронных орбит. Внешние электроны (на внешних электронных орбитах) слабее связаны с ядром, чем внутренние. Эти электроны по существу и обуславливают свойства тех или иных веществ: окислов, оснований, кислот, солей.

Химией называют науку о химических элементах и их соединениях. Любое вещество состоит из химических элементов и их соединений. Причем свойства веществ определяются:

- Его элементным и молекулярным составом;
- Структурой его молекул;
- Термодинамическими и кинетическими условиями, в которых вещество находится в процессе химической реакции;
- Уровнем химической организации вещества.

История развития химических концепций начинается с древних времен: Демокрит, Эпикур и др. натурфилософы высказывали гениальные идеи о том, что все тела состоят из атомов различной величины и формы, что и определяет их качественное различие

При химических превращениях вещества происходит изменение не только физических свойств прореагировавших веществ, но изменяется их химический состав и структура. Например, химической переработкой природного газа из метана получают водород, этилен, ацетилен, метиловый спирт. При крекинге нефти, т.е. химической переработке, получают новые вещества (твердые, жидкие, газообразные) с измененными структурой и свойствами. При физической переработке нефть разделяется на фракции, причем химических изменений структуры компонентов не происходит.

Химия как собрание различных сведений, часто облеченных в мистическую форму, возникла в начале нашей эры в Александрии (Египет).

Она прошла следующие этапы развития:

- I этап (с 1-12 век),
- II этап (с 12 по 17 век),
- III этап (с 17 по 19 века) – становление химии как науки,
- IV этап – с 20 века по настоящее время.

С другой стороны различают также следующие уровни химических знаний, лежащие в основе современной химии:

- **I уровень – учение о составе вещества (1660-1800 г.);**
- **II уровень химических знаний – развитие структурной химии (1800-1950 г.);**
- **III уровень химических знаний – учение о химических процессах (1950-1970 г.);**
- **IV уровень химических знаний – концепции эволюционной химии (1970 – по настоящее время).**

История развития химических концепций начинается с древних времен. **Химия, как и другие науки, возникла в процессе практической деятельности человека.** Тысячелетия назад люди научились выплавлять металлы из руд, получать из них различные сплавы, варить стекло, изготавливать цветные стекла, дубить кожу, извлекать из растений лекарственные и душистые вещества, краски и многое другое. Одновременно развивались и научные знания. Антиатомистические позиции имел Аристотель (384-322 г. до н. э.). Он считал, что в основе всего материального бытия лежит первоматерия. Она вечна и не может возникнуть из ничего и превратиться в ничто, ее количество в природе неизменно. Первоматерии присущи четыре основных качества, воспринимаемые нашими чувствами и попарно противоположные: тепло и холод, сухость и влажность. Разнообразие веществ зависит от сочетания этих качеств в различных пропорциях. Комбинируя качества попарно, Аристотель приходит к четырем элементам: земля, вода, огонь, воздух.

Средние века проходили в Европе в бесплодных попытках осуществить идею о превращении неблагородных металлов в благородные. Господствующим учением продолжало быть учение Аристотеля. В этот период расцветала алхимия. Усилия ученых были направлены на поиски философского камня (превращение неблагородных металлов в благородные, исцеление болезней, возвращение молодости - **возьмите немного горючести, прибавьте к нему текучести, отнимите влажности и получите золото**). Химию обычно рассматривали как науку о составе и

качественном превращении различных веществ. Первоначально, по составу реагирующих веществ пытались объяснить свойства новых полученных соединений. Уже на этом этапе ученые встретились с огромными трудностями. Для определения первоначальных элементов, необходимо различать простые и сложные вещества, а далее определить те элементы, от которых зависят свойства простых и сложных веществ.

Перелом в развитии химии начался в эпоху Возрождения. В это время создается медицинская химия. Здесь следует указать на работы Парацельса (1493-1541) швейцарского врача, считавшего основной задачей химии - изготовление лекарств. К этому времени относят также работы немецкого металлурга и минералога Георгиуса Агриколы (1494-1555), заложившего основы металлургии.

Очень долго ученые считали металлы сложными веществами, а окалину – простым. Несмотря на обилие эмпирического материала вплоть до открытия в 1869 г. Периодической системы химических элементов Д.И.Менделеева(1834-1907) не существовало объединяющей концепции или системы теоретической химии. Уже с первых шагов химии поняли, что свойства простых веществ и химических соединений зависят от тех неизменных начал или носителей, которые впоследствии стали называться элементами.

5.1.1. Учение о составе веществ (1660-1800)

Только в 17 веке химия начинает освобождаться от схоластического подхода (его главная цель – защита христианской религии) к изучению природы и строить выводы на основе точного эксперимента, опыта. Начало было положено в химии английским физиком и химиком Робертом Бойлем (1627-1691), который говорил: «Познания возникают из обобщения опытных данных, наблюдаемых явлений природы. Цель химии – познать строение тел, а средство познания – химический анализ, состоящий в

разложении тел на элементы». Но это уже не элементы Аристотеля. В 1660 году Роберт Бойль показал, что качества и свойства тел зависят от того, из каких материальных элементов они состоят, т.е. состав определяет свойства.

Учение о составе вещества охватывает три проблемы:

- анализ состава химического элемента;
- определение состава химического соединения;
- применение все большего числа химических элементов для производства новых материалов.

В XVIII веке атомно-молекулярное учение дальше практически не продвинулось. Нужны были открытия конца XVIII-XIX веков, такие как: закон постоянства состава Ж. Пруста (1754-1826)-французского химика, в 1801 г.; закон кратных отношений Д. Дальтона (1766-1844) – английского химика, физика, в 1803 г.; закон эквивалентов В. Рихтера (1762-1807) - немецкого химика, в 1792 г.; закон объемных отношений при реакциях газов Ж. Гей-Люссака (1778-1850)- французского ученого, в 1808 г; закон Авогадро (1776-1856) -итальянского физика и химика, в 1811 году. Современные символы химических элементов были введены в науку в 1814 г. шведским химиком Й. Берцелиусом (1779-1848). Он экспериментально проверил закон постоянства состава и кратных отношений, определил атомную массу 45 химических элементов.

Потребовалось еще 100 лет, чтобы химия избавилась от аристотелевского положения материи. Этот период характеризуется господством флогистонной теории, созданной в конце XVII века (1697-1703) немецким врачом и химиком Шталем (1659-1734). Суть этой теории состоит в том, что общее огневое начало всех горючих веществ – флогистон. Следовательно, горение равно разложению вещества на флогистон и землистый флогистон по реакции: Цинк = флогистон + окалина цинка. Окалина цинка + флогистон угля = цинк. Развитию флогистонной теории не помешал даже такой противоречащий факт, как увеличение веса

металлов при горении. Освобождение химии от флогистона положено трудами М. В. Ломоносова (1711-1735г.). Он предложил механическую теорию тепла (вместо теплорода), объясняющие тепловые явления движением механических частичек тела. Он установил основной закон химических превращений. Но прочный научный фундамент химия получила лишь после утверждения атомно-молекулярного учения, основные положения которого можно сформулировать следующим образом: все вещества состоят из атомов; атомы каждого вида (элемента) одинаковы между собой, но отличаются от атомов любого другого вида (элемента); при взаимодействии атомов образуются молекулы: гомоядерные (при взаимодействии атомов одного элемента) или гетероядерные (при взаимодействии атомов разных элементов); при физических явлениях молекулы сохраняются, при химических – разрушаются; при химических реакциях атомы в отличие от молекул сохраняются; химические реакции заключаются в образовании новых веществ из тех же самых атомов, из которых состоят первоначальные вещества.

В XVIII веке открыты такие элементы как: водород, азот, хлор, кислород. Французский химик А. Лавуазье (1743-1794) в 1777 году разработал кислородную теорию горения. Кроме того Лавуазье пришел к выводу: при химических реакциях не только сохраняется общая масса веществ, но и масса каждого из элементов, входящих в состав взаимодействующих веществ, остается постоянной. Следовательно, при химических реакциях элементы не превращаются друг в друга. Это был удар по алхимии. В то же время признание неизменности при всех обстоятельствах всех элементов – явилось тормозом для развития науки. А. Лавуазье сделал первую попытку систематизации химических элементов. Он включил в систему элементов: О, Н, N, S, Р, семь металлов, известь, магнезию, глинозем, кремнезем.

5.1.2. Развитие структурной химии (1800-1950)

С 1800 - 1950 годы химия превращается из науки преимущественно аналитической в науку главным образом синтетическую. В 1861 г. выдающимся русским химиком А. М. Бутлеровым (1828-1886) были предложены «Основные положения теории химического строения органических веществ», которые сводятся к следующему:

1. Все атомы, образующие молекулы органических веществ, связаны в определенной последовательности согласно их валентностям. Например, метан – углеводород можно изобразить следующей структурной формулой:

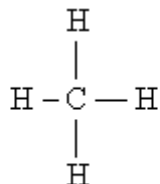


Рис. 1. Метан

Такое схематичное изображение строения молекул называют формулами строения или структурными формулами.

2. Свойства веществ зависят не только от того, какие атомы, сколько их входит в состав молекул, но и от порядка соединения атомов в молекулах. Важным понятием является изомерия. Изомерия – явление, при котором могут существовать несколько веществ, имеющих один и тот же состав и одну и ту же молекулярную массу, но различающихся строением молекул.

3. По свойствам данного вещества можно определить строение его молекулы, а по строению молекулы предвидеть свойства.

4. Атомы и группы в молекулах веществ взаимно влияют друг на друга.

Обобщая можно сказать, что любое вещество состоит из химических элементов и их соединений. Свойства вещества

определяются: его элементным и молекулярным составом; структурой его молекул; термодинамическими и кинетическими условиями, в которых вещество, находится в процессе химической реакции; уровнем химической организации вещества. Согласно современным представлениям структура молекул – это пространственная и энергетическая упорядоченность квантово-механической системы, состоящей из атомных ядер и электронов.

Период становления структурной химии иногда называют «триумфальным маршем органического синтеза». В этот период зарождалась технология органических веществ; были получены всевозможные красители для тканей, препараты фармацевтической промышленности, искусственный шелк.

До начала XIX столетия все известные вещества делили по происхождению на 2 группы: вещества минеральные и вещества органические. Многие ученые считали, что органические вещества образуются только в живых организмах при помощи «жизненной силы» (от латинского слова *vita*- жизнь). Такой виталистический взгляд сдерживал развитие химии. Немецкий химик Ф. Вёлер (1800-1882) в 1824 году впервые получил органическое вещество из неорганических - щавелевую кислоту, а в 1828 году - мочевины. В 1845 году немецкий ученый Г. Кольбе (1818-1884) получил искусственным путем уксусную кислоту; в 1854 году французский ученый М. Бертло (1827-1907) синтезировал жиры; в 1861 году русским ученый А.М. Бутлеров (1828-1886) – сахаристые соединения. В 1842 году русский химик Н.Н. Зинин (1812-1880) разработал промышленный способ производства анилина из бензола (отсюда синтетические анилиновые красители). В 1932 году русский ученый С.В. Лебедев (1874-1934) предложил промышленный способ получения синтетического каучука. Таким образом, можно считать, что непреодолимой пропасти между органическими и неорганическими веществами не существует. Большинство неорганических веществ имеют

немолекулярное строение, поэтому обладают высокими температурами плавления и кипения. Органические вещества имеют, как правило, молекулярное строение, и поэтому имеют низкие температуры плавления. Почти все органические вещества горючи и разлагаются при нагревании. **Органическая химия** – это раздел химической науки, в которой изучаются соединения углерода и их превращения. Но это определение не является абсолютно точным (CO , CO_2 , H_2CO_3 , т.е. карбонаты, карбиды – это неорганические вещества). В наши дни органическими веществами называют углеродосодержащие соединения (вещества), как те, которые образуются в живых организмах, так и те, которые синтезирует (полимеры, медицинские препараты) промышленность.

После утверждения атомно-молекулярной теории важнейшим событием в химии – было открытие периодического закона химических элементов в 1869 году Д. И. Менделеевым (1834-1907). Это создало новую эпоху, определив пути ее развития на много десятков лет вперед. Предложенная Д.И. Менделеевым классификация элементов сыграла важную роль в изучении свойств химических элементов и дальнейшем развитии учения о строении вещества. **Место элемента в таблице определяется атомной массой – зарядом ядра.** Дальнейшее развитие учения о строении атома (открытие электрона, открытие рентгеновских лучей, открытие радиоактивности, радиоактивного распада) позволило создать ядерную модель атома. **В 1913 году датский физик Н. Бор (1885-1962) предложил свою теорию атома (расположение электронов в атомах различных элементов).** В настоящее время разработаны электронные структуры атомов. Предложены модели атомных ядер, соответственно периодическая система атомных ядер. Имеются гипотезы ядерных реакций в природе, происхождения химических реакций в природе, происхождения химических элементов и т.д.

Возникли новые разделы химии, по существу новые науки.

Так получила широкое развитие геохимия, которая изучает химический состав, закономерности распространения и распределения элементов на Земле. Впервые задачи этой науки определил В. И. Вернадский (1863-1945 г.).

Распространенность и генезис химических элементов в космосе изучает космохимия. Космическое вещество состоит $\approx$ на $3/4$ из водорода и $1/4$ гелия. Все остальные элементы по весу составляют немногим более $1/100$, а по числу атомов лишь около $1/1000$ доли космического вещества. В отличие от космоса на Земле меньше водорода и гелия, т.к. сила тяготения Земли слишком слаба, чтобы удерживать эти легкие элементы. 98% массы физически доступного слоя Земли составляют 8 химических элементов (O, Si, Al, Fe, Ca, Na, K, Mg). При этом: O₂ – 47%, Si – 27,5%, Al – 8,8%, Fe – 4,6%, Ca – 3,6%, Na – 2,6%, K – 2,5%, Mg – 2,1%.

5.1.3. Учение о химических процессах (1950-1970 г.)

Интенсивное развитие автомобильной промышленности, авиации, энергетики и приборостроения в первой половине XX века выдвинуло новые требования к производству материалов (синтетические каучуки, высокооктановое топливо, пластмассы, надежные изоляторы, жаропрочные органические полимеры, полупроводники). Для получения этих материалов необходимы: температура, давление, растворители и другие факторы, воздействующие на направление и скорость химических процессов.

Под влиянием новых требований производства с 1950 по 1970г. широко развивается химическая наука, связанная с учением о химических процессах. Химия становится наукой уже не только и не столько о веществах как законченных предметах, но наукой о процессах и механизмах изменения вещества. Еще в 1935 году все материалы, такие как кожа, меха, резина, волокна, моющие средства, олифа, лаки, уксусная кислота, этиловый спирт производились из животного и растительного

сырья, в том числе из пищевого. А уже в 60-е годы 100% технического спирта, 80% моющих веществ, 90% олифы и лаков, 40% волокон, 70% каучука и около 25% кожевенных материалов изготавливали на основе газового и нефтяного сырья. Химия давала ежегодно в качестве корма скоту сотни тысячи тонн мочевины и около 200 млн. тонн удобрений.

Таким образом, третий уровень познания представляет собой исследование внутренних механизмов и условий протекания химических процессов. Такие факторы, как температура, давление, объем, время оказывают громадное влияние на характер процессов и объемы получаемых веществ, что имеет первостепенное значение для массового производства. Это и было свойственно XX столетию, так как химия стала основной производительной силой общества.

5.1.4. Развитие эволюционной химии (с 1970 г. и далее)

В 1970 г. наступил по существу четвертый и последний уровень развития химических знаний, который назван эволюционной химией. В сущности, речь идет об использовании химического опыта живой природы; это своеобразная **биологизация химии**. В процессах получения различных продуктов используют более совершенные катализаторы химических реакций, речь идет о самоорганизации химических систем.

Концептуальные уровни развития химии (4 уровня) позволяют оценить, какими возможностями располагает эта наука в смысле производства новых материалов, на какие методы, теории надо рассчитывать при решении задач синтеза новых веществ. В качестве примера рассмотрим производство синтетического каучука. В 1909-1913гг. С.В. Лебедев (1874-1934г.) установил, что синтетический каучук можно производить на основе дивинила (C_4H_6), который можно было получить из бутана дегидрогенизацией. Только в 1928 году С. В. Лебедев нашел способ получения дивинила из пищевого этилового спирта

(катализатор $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Zn}$; $t=425^\circ\text{C}$). На выходе – 28% каучука, а все остальное в отходы. Спирт получали в то время из зерна, свеклы, картофеля.

В 50-е годы смогли путем термического разложения нефтяного сырья, т.е. из бутана получить дивинил с хорошим выходом. Пищевое сырье стало не нужно. Численность работников сократилась с 200-300 тысяч до 3-5 тысяч человек.

Но за последние годы появились потрясающие сведения о решении той, же задачи получения дивинила на четвертом эволюционном уровне развития химии. Реакцию пиролиза нефтяного сырья осуществляют в условиях плазмы (особого рода газ, состоящий из электронов и ионов, при $t = 4000-5000^\circ\text{C}$). Реакция идет мгновенно за десятитысячные доли секунды. Реактор – плазмотрон диаметром 20 см и $H = 60$ см, обслуживает 1 человек и имеет производительность целого пиролизного завода, на котором работали 3 - 5 тысяч рабочих.

Другой пример эволюционного развития химии: синтез новых материалов. Современную материально-техническую базу производства примерно на 90% составляют всего лишь 2 вида материалов: металлы и керамика. В мире производится 600 млн. тонн металла (150 кг на каждого жителя). Основное преимущество керамики: ее плотность на 40% ниже плотности металла. В 1960 году получен у нас сверхтвердый материал гексанит – Р (разновидность нитрида бора). Керамика может также иметь сверхпроводимость при $t >$ температуры кипения азота. С 1986 г. - при $t = 30-40^\circ\text{K}$. В 1992 г. - при $t = 170^\circ\text{K}$ (жидкий ксенон, а не азот). Также широко начали применять элементоорганические соединения. Кремнийорганические соединения, фторорганические соединения имеют повышенную устойчивость в агрессивных средах; их используют также для изготовления протезов внутренних органов человека.

Огромное значение в настоящее время приобретает химия экстремальных состояний. Химия экстремальных состояний

включает: плазмохимию, радиационную химию, химию высоких энергий, высоких давлений и температур. Например, радиационное облучение гамма- лучами полиэтилена позволило повысить его прочность.

Четвертый концептуальный уровень является дальнейшим развитием предыдущего уровня, связан с более глубоким изучением природы реагентов, участвующих в химических реакциях, а также применением катализаторов, значительно ускоряющих скорость их протекания. На этом этапе мы встречаемся уже с простейшими явлениями самоорганизации, которые изучаются синергетикой.

Эволюционная химия считается предтечей биологии, наукой о самоорганизации и саморазвитии химических систем. Используя принципы химии организмов, можно построить совершенно новую химию, основанную на необычном управлении химическими процессами. При рассмотрении 4 уровня развития химических знаний, эволюционной химии, следует еще остановиться на самоорганизации систем: основу живых систем составляют 6 элементов (C, O, H, N, P, S) – общая весовая доля которых в организмах составляет 97,4%. За ними следуют 12 элементов (Na, K, Ca, Mg, Fe, Si, Al, Cl, Cu, Zn, Co), их весовая доля – 1,6%. Можно назвать еще 20 элементов – их доля составляет $\approx 1\%$.

В настоящее время известно около 8 млн. химических соединений. **Картина химического мира весьма отчетливо свидетельствует об отборе элементов.** 96% от 8 млн. соединений – органические соединения на базе 6-18 элементов. Из остальных элементов (95-99) создала природа 300 тыс. неорганических соединений. Эта диспропорция тоже объясняется только отбором природы прочных и стабильных соединений. **Из миллионов органических соединений в построении живого участвуют сотни, а из 100 аминокислот – только 20.**

Важной особенностью четвертого уровня развития химии (эволюционной химии) является применение катализа, который в настоящее время творит чудеса. Например, синтез аммиака благодаря

катализу стал возможен при нормальном давлении и комнатной температуре. Горох, фасоль, другие бобовые не требуют подкормки азотом. Они содержат микрореактор – азотобактер, извлекающий азот прямо из воздуха и перерабатывающий его в амины. Пока такой процесс до промышленного внедрения не дошел. Найденная в 1964 году реакция синтеза NH_3 на металлоорганических катализаторах создает предпосылки успешного моделирования азотобактера – включение искусственного азотофиксирующего аппарата посредством генной инженерии в соответствующие злаковые растения. И тогда отпадет необходимость производства тысяч тонн азотных удобрений.

В ходе эволюции отбирались те структуры, которые способствовали резкому повышению активности и селективности действия каталитических групп. Наметились 4 перспективных пути освоения каталитического опыта живой природы. Первый путь – развитие исследований в области металлокомплексного катализа с постоянной ориентацией на соответствующие объекты живой природы. Второй путь – моделирование биокатализаторов. В 1960 году – открыто самосовершенствование катализаторов в ходе реакции. Третий путь – химия иммобилизованных систем. Сущность иммобилизации состоит в закреплении выделенных из живого организма ферментов на твердой поверхности путем адсорбции, которая превращает последние в гетерогенный катализатор и обеспечивает его стабильность и непрерывное действие (производство вина, пива, чая, хлеба; обработка кожи и т.д.). Четвертый путь – изучение и освоение всего каталитического опыта живой природы, в том числе опыта формирования фермента, клетки и самого организма.

Новая химия, т.е. химия сегодняшнего дня, способна решать такие сложные задачи: значительно ускорить химические превращения в мягких условиях за счет катализа; достичь избирательности (селективности) процесса до 100%; осуществить новые важные энергетические

затруднительные процессы (сопряжение эндотермических и экзотермических реакций); экономить углеводородное сырье, перейти от нефти к углю; моделирование и интенсификация фотосинтеза; электролиз H_2O с получением H_2 (высокоэффективного топлива); синтез органических продуктов (метанола, этанола, формальдегида, муравьиной кислоты на основе CO; синтез фторматериалов и т.д.

5.2. Состояния вещества

Известны три вида агрегатного состояния вещества: твердое, жидкое, газообразное. Помимо этих видов особо выделяют еще четвертое, плазменное состояние. Значительная часть Вселенной (около 99%) находится в состоянии плазмы. Плазма - это частично или полностью ионизированный газ, в котором плотности положительных и отрицательных зарядов практически совпадают (особое агрегатное состояние вещества, характеризующееся высокой степенью ионизации его частиц). Таким образом, плазма в целом является электрически нейтральной системой. В зависимости от условий степень ионизации плазмы (отношение числа ионизированных атомов к их полному числу) может быть различной. В этом отношении плазма подразделяется на слабо ионизированную (доли %); частично ионизированную (несколько %) и полностью ионизированную ($\approx 100\%$). Слабо ионизированной плазмой в природных условиях являются верхние слои атмосферы на высоте 100 - 300 км - ионосфера. Ионизация верхних слоев атмосферы вызывается преимущественно излучением Солнца и потоком заряженных частиц, испускаемых Солнцем. Выше ионосферы простираются радиационные пояса Земли, состоящие также из плазмы. Солнце и другие звезды состоят в основном из полностью ионизированной плазмы. Межзвездная среда (пространство между звездами и галактиками) состоит тоже из плазмы. Плотность межзвездной среды

очень мала, в среднем менее одного атома на 1 куб. см. Ионизация атомов межзвездной среды производится излучением звезд и космическими лучами - потоками быстрых частиц, пронизывающими пространство Вселенной по всем направлениям. В отличие от горячей плазмы звезд температура межзвездной плазмы очень мала. Искусственно созданной плазмой различной степени ионизации является плазма в газовых разрядах, газоразрядных лампах. **Особенностями плазмы, позволяющими считать ее особым агрегатным состоянием вещества, являются: сильное взаимодействие с внешними электрическими и магнитными полями (из-за большой подвижности заряженные частицы плазмы легко перемещаются под действием электрических и магнитных полей, поэтому любое нарушение электрической нейтральности отдельных областей плазмы, вызванное скоплением частиц одного знака заряда, быстро ликвидируется, в результате чего возникающие электрические поля перемещают заряженные частицы до тех пор, пока электрическая нейтральность не восстанавливается и электрическое поле не становится равным нулю), обусловленное высокой электропроводностью плазмы, особое коллективное взаимодействие частиц плазмы, наличие упругих свойств, приводящих к возможности возбуждения и распространения в плазме различного рода колебаний и волн.**

В отличие от нейтрального газа, между молекулами которого существуют короткодействующие силы, между заряженными частицами плазмы действуют кулоновские силы, сравнительно медленно уменьшающиеся с расстоянием. Каждая частица взаимодействует сразу с большим количеством окружающих частиц. Благодаря этому наряду с хаотическим тепловым движением частицы плазмы могут участвовать в разнообразных упорядоченных (коллективных) движениях. Высокая электропроводность плазмы приближает ее свойства к свойствам проводников. Проводимость плазмы увеличивается по мере роста степени

ионизации. Электропроводность и теплопроводность полностью ионизированной плазмы зависят от температуры по законам соответственно, $\sim T^{3/2}$ и $\sim T^{5/2}$. При высокой температуре полностью ионизированная плазма приближается к сверхпроводникам.

Одна из важнейших задач, которую можно решить при помощи плазмы – это осуществление управляемого термоядерного синтеза. Термоядерные реакции могут начаться при температурах, не меньших ста миллионов градусов. Понятно, что возникающую при этом высокотемпературную плазму, нельзя удержать ни в каком сосуде. Плазма либо прожжет стенку, либо отдаст ей энергию и охладится. Удержание плазмы возможно лишь с помощью магнитного поля. В самом деле, если магнитное давление окажется больше давления газа, то магнитное поле удержит плазму. Создать такое стационарное поле пока не удастся. Наиболее удачной установкой в этом отношении является установка «Токамак», разработанная впервые в нашей стране. Это слово составлено из первых слогов названий основных элементов установки: ток, камера, магнитные катушки. Основными показателями плазмы, характеризующими возможность возникновения в ней термоядерных реакций, являются температура плазмы T , концентрация атомов – n , время удержания – τ . Точнее, важны не отдельные значения последних двух параметров, а их произведение, т.е. параметр удержания – $n\tau$. Так, самоподдерживающаяся реакция в плазме дейтерий- тритий возникает при $n\tau > 3 \times 10^{20}$ с/м и температуре $T > 10^8$ °К; в чистом дейтерии – при $n\tau > 10^{22}$ с /м и температуре $T > 5 \times 10^8$ °К (критерий Лоунсона). Такие параметры пока еще не получены, хотя к ним удалось приблизиться вплотную.

Плазма возникает при всех видах разрядов в газах: в тлеющем, дуговом, искровом и т.д. В светящихся трубках для рекламных надписей и в лампах дневного света используют плазму положительного столба тлеющего разряда. В лампах дневного света происходит разряд в парах ртути. Газоразрядную плазму используют во многих приборах, например в

газовых лазерах - квантовых источниках света. Лазеры - наиболее мощные источники света. Струя плазмы применяется в магнитогидродинамических генераторах (МГД - генераторах). Для космических кораблей перспективно применение маломощных плазменных двигателей. Сравнительно недавно был создан новый прибор – **плазмотрон**, применяемый для резки и сварки металлов, бурения скважин в твердых породах и т.д. В плазменной струе ускоряются многие химические реакции и могут проходить те реакции, которые в обычных условиях не происходят. Вы кратко познакомились с особым состоянием вещества - плазмой, которая существует наряду с твердым, газовым и жидким состоянием вещества.

В газообразном состоянии кинетическая энергия теплового движения частиц, т.е. молекул, атомов, ионов – значительно превосходит потенциальную энергию, поэтому частицы движутся свободно. Частицы распределены по всему предоставленному объему. Среднее расстояние между молекулами в газе довольно велико и составляет ~ 3,8 нм, при этом силы сцепления очень малы. Газы полностью заполняют любые предоставленные им объемы, легко меняют свои объемы и форму, легко перемешиваются между собой в любых пропорциях. **Для решения ряда практических задач пользуются понятием идеального газа -** простейшей физической моделью реального газа. Для идеального газа характерно следующее: расстояние между молекулами больше суммы радиусов взаимодействующих частиц; молекулы – упругие шары; силы притяжения стремятся к нулю; отталкивание имеет место только при ударах; движение происходит по законам Ньютона. **Для идеального газа, характеризуемого параметрами p , V , T , имеет место уравнение состояния идеального газа:**

$$p \times V = (m/M) RT, \quad (1)$$

где: p - давление; V - объем; m - произвольная масса газа; R - универсальная газовая постоянная, равная 8,31 дж/(моль $\times$ $^{\circ}\text{K}$); T - температура, в $^{\circ}\text{K}$; M - молекулярная масса. Данную зависимость между p, V, T называют

уравнением Клайперона -Менделеева для произвольной массы газа. Для **идеальных газов справедливы также следующие газовые законы: закон Бойля - Мариотта (1662г.):**

$$p_1 \times V_1 = p_2 \times V_2 \quad (2)$$

(для данной массы газа произведение давления газа на его объем постоянно, если температура газа не меняется - изотермический процесс; **закон Шарля (1787г) :**

$$p_1 / T_1 = p_2 / T_2 \quad (3)$$

(для данной массы газа отношение давления к температуре постоянно, если объем газа не меняется) - изохорный процесс; **закон Гей-Люссака (1802г):**

$$V_1 / T_1 = V_2 / T_2 \quad (4)$$

(для данной массы газа отношение объема к температуре постоянно, если давление газа не меняется) - изобарный процесс; **закон Авогадро:** при одинаковых давлениях и одинаковых температурах в равных объемах различных газов содержится одинаковое число молекул. При нормальных условиях ($t=0^\circ\text{C}$ и $p = 1\text{атм} = 760\text{ мм. рт. ст.} = 101325\text{ Па}$) грамм - молекула всех идеальных газов занимают объем, равный 22,414 литра. Число молекул, находящихся в 1 куб. см. идеального газа при нормальных условиях равно $2,687 \times 10^{19}$ (число Лошмидта).

Реальным газом называется газ, между молекулами которого существуют заметные силы межмолекулярного взаимодействия. Паром называется реальный газ, находящийся в состояниях, близких к состояниям перехода его в жидкость. Для описания свойств реальных газов применяются различные уравнения состояния, отличающиеся от уравнения Клайперона - Менделеева, например уравнение Ван - дер - Ваальса.

В жидком состоянии вещества содержат в себе черты как твердого (сохранение объема, прочности на разрыв), так и газообразного (изменчивость формы). Среднее расстояние между

молекулами мало и равно $\sim 0,2\text{нм} \div 0,3\text{нм}$. Силы сцепления несколько меньше, чем в твердом теле. Для жидкостей характерно следующее: жидкости имеют несколько более рыхлую упаковку частиц, чем в кристаллах; они заполняют лишь нижнюю часть предоставленного им объема; они текучи, т.е. не сохраняют свой объем; не все жидкости смешиваются в любых пропорциях между собой. Обычные жидкости изотропны, за исключением жидких кристаллов, анизотропность которых в отношении ряда физических свойств связана с преобладанием у них в различных микрообъектах определенной ориентации молекул. При исследовании различных вопросов гидравлики используют понятие о реально несуществующей, **идеальной жидкости**. Такая жидкость **абсолютно несжимаема и не обладает внутренним трением (вязкостью) между частицами**. Жидкости в действительности сжимаемы в той или иной степени и обладают вязкостью, т.е. внутренним трением. Подобные жидкости называются **реальными или вязкими, и их течение подчиняется закону Ньютона(1686г.):**

$$\tau = T / F = \mu / (d W / d n), \quad (5)$$

где: T - сила, необходимая для перемещения одного слоя жидкости относительно другого; A - поверхность слоя жидкости; $d W / d n$ - градиент скорости по нормали, т.е. относительное изменение скорости жидкости на изменение расстояния между слоями в направлении, перпендикулярном к скорости течения; μ - динамический коэффициент вязкости, в Па×сек. Закон Ньютона справедлив для жидкостей с небольшой молекулярной массой, вязкость которых является функцией температуры и давления, но не зависит от скорости сдвига, т.е. $d W / d n$, в 1/ сек. Кривая течения таких жидкостей

$$\tau = f(d W / d n) \quad (6)$$

есть прямая линия, выходящая из начала данных координат.

Кроме вязких жидкостей имеются еще жидкости, не подчиняющиеся закону Ньютона. Такие жидкости обнаруживают

зависимость вязкости от скорости сдвига (коллоидные суспензии, смазки, высокомолекулярные растворы, битумы, буровые растворы, мучное тесто, мясной фарш, цементные растворы и т.д.), они называются **неньютоновскими**; их кривая течения является нелинейной. Такие жидкости в зависимости от кривой течения подразделяются на: **бингамовские, псевдопластичные и дилатантные**.

Жидкости также подразделяют на **реологически стационарные**, у которых скорость сдвига в данной точке зависит только от напряжения в этой точке; и **реологически нестационарные**, у которых скорость сдвига зависит от продолжительности действия напряжения.

Существуют также **вязкоупругие жидкости**, проявляющие вязкое течение и упругое восстановление формы (например, смолы, растворы каучуков, высоковязкие эмульсии и суспензии).

Физические свойства жидкостей изучает физика. Жидкости характеризуются следующими физическими параметрами: плотностью, удельным объемом, вязкостью, поверхностным натяжением, давлением, сжимаемостью, температурным расширением.

В твердом состоянии вещества отличаются большой стабильностью формы (силы сцепления – велики) и характером теплового движения атомов, которые совершают малые колебания около положения равновесия. Среднее расстояние между молекулами очень мало и равно $\sim 0,1\text{ нм}$. Твердые тела не меняют объем (не сжимаемы), но вследствие деформации могут изменить форму, они самопроизвольно не перемешиваются. Различают твердые тела с ионной, металлической связью между атомами, что обуславливает разнообразие физических свойств. В соответствии с этим различают аморфные тела и кристаллические.

Аморфные тела - это тела, которые не имеют строгой повторяемости во всех направлениях основных структурных ячеек кристаллической решетки. К аморфным телам относятся стекло, пластмассы, слюда, канифоль и т.д. Они имеют следующие свойства: изотропность -

одинаковость физических свойств по всем направлениям; при низких температурах имеют свойства твердых тел, а по мере повышения температуры – свойства жидкостей; аморфные тела не имеют определенной температуры плавления.

Твердые тела (металлы), с металлической связью имеют кристаллическую структуру. Способность одного и того же металла образовывать несколько кристаллических структур называют полиморфизмом. Им обладают Fe, Ti, Co, Mn, Sn, Ca, V. Металлы имеют следующие свойства: металлический блеск, ковкость, прочность, коррозионная устойчивость, пластичность, упругость, плотность, твердость, температура плавления, электропроводность. Различают следующие **кристаллические решетки металлов: кубическая, гранецентрированная (ГЦК)** – атомы расположены по вершинам элементарной ячейки и в центрах ее граней (Ni, Cu, Fe – γ , Au, Ag, Ca, Ce, Pt и другие; **кубическая, объемно-центрированная (ОЦК)** – атомы расположены по вершинам элементарной ячейки и в центре ее (W, Mo, V, Fe – α , Nb, Cl, K, Na и другие); **гексагональная, плотноупакованная атомами призма с шестигранником в основании**, в котором атомы расположены в три слоя (Mg, La, Ti, Cd, Os, Ru и другие). Кристаллические тела имеют следующие свойства: правильная геометрическая форма и объем; определенная температура плавления; **анизотропия** – неодинаковость физических свойств (механических, тепловых, световых, электрических) в различных направлениях **монокристалла**. **Поликристаллы** в этом отношении являются **изотропными**, например свойства металла во всех направлениях одинаковы (не рассматривая здесь обработку металлов давлением).

По электрическим свойствам твердые тела подразделяются: диэлектрики, полупроводники и проводники. Многие металлы хорошо проводят тепло и электричество, например медь и алюминий, которые широко используют в машиностроении, электротехнике.

Важнейшие свойства металлов: упругость и пластичность.

Упругость – свойство материала изменять свои размеры и форму в результате приложения нагрузки (деформирования) и возвращаться в исходное состояние после снятия нагрузки. Типичный упругий материал – резина. **Пластичность** – свойство материала изменять свои размеры и форму в результате внешнего воздействия (деформирования) и не возвращаться в исходное состояние после снятия этого воздействия. Типичный пластичный материал – пластилин. Многие металлы обладают пластичностью и упругостью. Для деформирования металла, обработки его давлением важнейшим свойством является пластичность. Чем выше температура, тем больше проявляются пластичные свойства металла, тем меньше усилия деформирования.

Переходы между агрегатными состояниями сопровождаются скачкообразными изменениями ряда физических свойств, например плотности, теплопроводности, электропроводности. Теплоемкости. Возможность вещества находиться в нескольких агрегатных состояниях, обусловлена различиями в тепловом движении его молекул или атомов и в их взаимодействии.

В природе, в различных отраслях народного хозяйства чаще всего имеют место смеси веществ. **Смеси веществ могут быть однородными и неоднородными. Однородными** условно называют смеси двух или нескольких веществ, в которых ни непосредственно, ни при помощи микроскопа нельзя обнаружить частиц этих веществ, вследствие ничтожно малой их величины. Это, прежде всего, смеси газов, жидкостей.

Газовые растворы (смеси) возникают в случае слабого взаимодействия между молекулами смешиваемых веществ. Для смеси характерно хаотическое движение молекул и отсутствие определенной структуры. Примером газовой смеси является воздух, который состоит из растворенных друг в друге азота (78% по объему), кислорода (21 %),

инертных газов (около 1 %), углекислого газа, паров воды и некоторых случайных примесей.

Жидкие растворы, т.е. смеси различных жидкостей, обладают внутренней структурой ближнего порядка. При этом разбавленные растворы имеют структуру, близкую к структуре растворителя, а концентрированные - к структуре растворенного вещества. В жидких растворах частицы растворенного вещества связаны с окружающими их частицами растворителя. Эти комплексы называются сольватами, а для водных растворов - гидратами. Подобное представление о растворах возникло в 60-х годах XIX века в результате работ Д.И. Менделеева. Химическая теория растворов принципиально отличается от «физической» теории, которая рассматривала растворитель как инертную среду и приравнивала растворы к простым механическим смесям.

В зависимости от взаимной растворимости компонентов различают смеси жидкостей: с неограниченной взаимной растворимостью (такие смеси как бензол-толуол, метиловый спирт - вода, этиловый спирт - вода); **взаимно нерастворимые** (вода - бензол, вода - различные органические жидкости); **ограниченно растворимых друг в друге** (фенол - вода).

Неоднородные системы (дисперсии) состоят из сплошной (дисперсионной) и распределенной (дисперсной) фаз. Неоднородные смеси различаются по числу фаз, их агрегатному состоянию и размерам частиц. По агрегатному состоянию сплошной фазы их делят на жидкие и газовые. Классификация неоднородных смесей по размерам частиц в значительной мере условна. Частицы размером 1мкм и меньше участвуют в броуновском движении, а размером 0,1мкм не оседают под действием силы тяжести. **К неоднородным системам относят: суспензии, эмульсии, дымы (взвеси), пену, туман.**

Суспензия - неоднородная система, состоящая из жидкой сплошной фазы и твердой распределенной фазы. **Грубые суспензии** имеют диаметр

частиц (в микрометрах), $d > 100\text{мкм}$; **тонкие суспензии** - $0,5 < d < 100\text{мкм}$; мути - $0,1 < d < 0,5\text{мкм}$; коллоидные растворы - $d < 0,1\text{мкм}$. Существуют также **молекулярные растворы** с частицами молекулярных (атомных и ионных) размеров, т.е. порядка 10^{-8} см.

Дым (взвесь) - неоднородная система, состоящая из газовой сплошной фазы и твердой распределенной фазы. Примеры газовой неоднородной системы: запыленный воздух, дым. Запыленный воздух имеет частицы с $d > 1$, дым - $d \leq 1$.

Эмульсия - неоднородная система, состоящая из жидкой сплошной фазы и жидкой (в виде капелек) распределенной фазы. Примеры эмульсии: молоко, кровь, питательные кремы в косметике.

Пена - неоднородная система, состоящая из жидкой сплошной фазы и газовой (в виде пузырьков) распределенной фазы. Примеры пены:

Туман - неоднородная система, состоящая из газовой сплошной фазы и жидкой (в виде мелких капелек) распределенной фазы. Частицы имеют диаметр, $d < 1$.

Твердые растворы чаще всего получаются при кристаллизации жидких растворов. Но в отличие от чистых веществ кристаллическая решетка твердого раствора смешанная, т.е. состоит из частиц двух или более веществ, которые беспорядочно размещены в узлах единой кристаллической решетки. В зависимости от способа размещения частиц возможны твердые растворы замещения и твердые растворы внедрения. Образование твердых растворов из компонентов (как и жидких растворов) сопровождается энергетическим эффектом, изменением объема, а также ряда свойств исходных компонентов.

Необходимым условием для образования **твердого раствора замещения** является одинаковость типа кристаллической решетки и близость размеров частиц компонентов, а также известная близость химических свойств веществ (одинаковый тип химической связи). Вещества одинакового молекулярного строения, образующие между собой

смешанные кристаллы, называются изоморфными. Изоморфными являются хлорид и бромид калия.

Твердые растворы внедрения имеют место, если размер частиц одного из компонентов не превышает $2/3$ размера частиц другого. В этом случае возможно образование смешанных кристаллов путем проникновения меньших по размеру частиц в пространство между узлами кристаллической решетки, образованной частицами более крупными. Подобные смешанные кристаллы, например, образуются при совместной кристаллизации железа и углерода.

Если вещества плохо растворимы друг в друге в твердом состоянии, то при кристаллизации растворов может образоваться смесь мелких кристаллов, называемая эвтектикой. Эвтектика (что по-гречески означает «хорошо плавкий») характеризуется температурой плавления более низкой, чем у ее компонентов. Например, температура плавления Bi и Cd соответственно равна 271°C и 321°C , тогда как их сплав, содержащий 40% Cd и 60% Bi, плавится уже при 144°C .

Существенные изменения претерпевает вещество при изменении внешнего давления и температуры. Так при давлениях порядка десятков сотен тысяч атмосфер происходит уменьшение расстояния между атомами в кристаллической решетке и разрушение химических связей. При этом создаются условия возникновения новых связей, соответствующих более плотной кристаллической структуре. Широко известными примерами подобного рода полиморфных превращений при сверхвысоком давлении является переход графита в алмаз, нитрида бора в боразон, кварца в новую модификацию (стишовит) с плотностью на 60% большей, чем у природного кварца, и др. При высоких и сверх высоких давлениях изменяются физические свойства веществ. Так, в ряде случаев вещества, которые при обычных условиях являются изоляторами (например, сера), при сверхвысоком давлении становятся полупроводниками. Полупроводники же при 2×10^5 - 5×10^5 атм. могут переходить в металлическое состояние.

Подобные переходы получены для теллура, йода, фосфора, Ag I и SnI₄ и др. Расчеты показывают, что дальнейшее повышение давления приводит к металлизации всех веществ. Изучение земного вещества под высоким давлением и при высокой температуре дает возможность как бы моделировать процессы, протекающие на большой глубине внутри Земли и в Космосе и исследовать состояние вещества в этих условиях. Так согласно А.Ф. Капустинскому (1906-1960), советскому физiku и химику, в земных условиях **атомы имеют обычные электронные структуры на глубине не более 60-120 км, что соответствует давлениям 2×10^4 - 6×10^4 атм.** Для этой зоны справедлив обычный химизм. **На глубине примерно в 3000 км (что соответствует давлению в миллионы атмосфер) атомы приобретают уже иные структуры.** Электронная оболочка атомов последовательно заполняется до предельной емкости. Вследствие этого периодическая система для этих условий должна состоять лишь из пяти периодов (содержащих, соответственно, 2,8,18,32, и 50 элементов). Необычная электронная структура атомов обуславливает особое состояние вещества. Советский физик - теоретик Л.Д. Ландау (1908 - 1968) рассчитал, что возможны условия, при которых электроны могут вжиматься в атомные ядра. Соединяясь там с протонами, они превращают их в нейтроны. Есть основание полагать, что переход вещества **в нейтронное состояние** может быть одной из стадий предшествующих грандиозным звездным взрывам - вспышкам «сверхновых» звезд. При еще более сильном сжатии, наряду с нейтронами, должны возникать и еще более тяжелые частицы - гипероны, т.е. вещество, переходит в **гиперонное состояние**.

Перечисленные примеры не исчерпывают всего многообразия состояний вещества. **Формы организации вещества должны быть так же неисчерпаемы, как и формы организации самой материи.** Здесь уместно дать представления о так называемом **антивеществе**. **Антивещество** должно состоять из антиатомов, которые образованы античастицами. Есть основания полагать, что антивещество существует во

Вселенной, образуя целые **антимир**ы. Антивещество в антимире должно быть столь же устойчивым, как и обычное вещество в наших условиях, и способным существовать в различных состояниях. При соприкосновении вещества и антивещества должно происходить их взаимное уничтожение с образованием поля. Поэтому в наших условиях антивещество не существует. Однако физикам удалось искусственно получить и изучить некоторые **античастицы**. Нужны ускорители высоких энергий.

5.3. Реакционная способность

Важной составляющей химико-технологического процесса является химический процесс. Он представляет собой одну или несколько химических реакций. Кратко рассмотрим **классификацию химических реакций**, лежащих в основе химико-технологического процесса:

I. **В зависимости от фазового состава реагентов и продуктов** различают: гомогенные, гетерогенные химические реакции.

II. **В зависимости от механизма осуществления реакции**: простые (одностадийные); сложные (многостадийные). В частности: параллельные, последовательные и последовательно-параллельные реакции.

III. **По молекулярности** реакции классифицируют: (сколько молекул участвует в элементарном акте реакции): Моно-, би-, и тримолекулярные реакции.

IV. **По порядку реакции** (порядком реакции называется сумма показателей степеней у концентрации реагентов в кинетическом уравнении): первого, второго, третьего, дробного порядка.

V. **В зависимости от наличия катализатора**: каталитические; некаталитические.

VI. **По тепловому эффекту**: экзотермические реакции (сопровождаются выделением тепла, т.е. $Q > 0$, происходит уменьшение энтальпии системы, иначе $\Delta H < 0$; эндотермические реакции. Которые

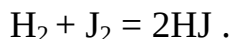
сопровождаются поглощением тепла, т.е. $Q < 0$, происходит увеличение энтальпии системы, иначе $\Delta H > 0$).

Одной из основных задач химии является установление зависимости между строением молекул, энергетическими характеристиками химических связей и реакционной способностью веществ, а также изучение влияния различных факторов на скорость и механизм химического превращения. Зная эти вопросы можно поставить и решить задачу управления химическим процессом.

Скорости и механизм химических превращений изучает особый раздел химии – химическая кинетика. Скоростью химической реакции называется число элементарных актов реакции, происходящих в единицу времени (в единице объема) – в случае гомогенных реакций, или на единице поверхности раздела фаз – в случае гетерогенных реакций. Скорость химических реакций обычно характеризуется изменением концентрации (чаще всего в моль /л) какого-либо из исходных веществ или конечных продуктов реакции в единицу времени. О скорости химической реакции можно также судить по скорости изменения какого-либо свойства системы, например, окраски, электропроводности, спектра, давления и т.д. Скорость химических превращений зависит от природы реагирующих веществ, их концентрации и внешних условий (t , p) и от наличия катализатора. Скорость гомогенных реакций зависит от числа встреч реагирующих частиц в единицу времени. Число встреч, в свою очередь, согласно теории вероятности, прямо пропорционально произведению концентраций реагирующих веществ.

Таким образом, «Скорость реакции прямо пропорциональна произведению концентраций реагирующих веществ». Указанная закономерность называется кинетическим законом действующих масс. Впервые зависимость направления химического процесса от концентрации реагирующих веществ установил русский физик и химик Н. Н. Бекетов (1827-1911) в 1865 году, убедительно обосновав это положение

значительным числом опытов. В математической формуле закон действующих масс был выражен норвежскими физиками и химиками К.М. Гульдбергом (1836- 1902) и Петером Вааге (1833-1900) в 1864-1867 годах. Например, для взаимодействия водорода и йода:

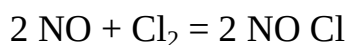


Закон действующих масс выражается следующим образом: для прямой реакции скорость, V_1 равна:

$$V_1 = K_1 \times C_H^1 \times C_J^1, \quad (7)$$

где: K_1 – коэффициент пропорциональности, называемый константой скорости прямой реакции; V_1 – скорость прямой реакции; C_H и C_J - концентрации исходных веществ, т.е. H_2 и J_2 . Каждая концентрация, т.е. C_H и C_J , возводится в степень, равную стехиометрическому коэффициенту компонента в химическом уравнении.

Например, для химического уравнения:



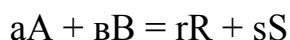
скорость прямой химической реакции, V_1 равна:

$$V_1 = K_1 \times C_{\text{NO}}^2 \times C_{\text{Cl}}^1 . \quad (8)$$

Величина K_1 численно равна скорости прямой реакции V_1 , когда произведение концентраций реагирующих веществ равно единице.

Константа скорости реакции зависит от природы реагирующих веществ и температуры.

Рассмотрим кинетический вывод закона действующих масс на общем случае гомогенной реакции:



Скорость прямой реакции V_1 пропорциональна произведению концентраций реагентов А и В:

$$V_1 = K_1 \times C_A^a \times C_B^b \quad (9)$$

Скорость прямой реакции в состоянии химического равновесия, V_{1p} равна:

$$V_{1p} = K_1 \times C^a_{Ap} \times C^b_{Bp}. \quad (10)$$

Соответственно, скорость обратной реакции, V_2 равна произведению концентраций продуктов R и S:

$$V_2 = K_2 \times C^r_R \times C^s_S. \quad (11)$$

Скорость обратной реакции в состоянии химического равновесия, V_{2p} равна:

$$V_{2p} = K_2 \times C^r_{Rp} \times C^s_{Sp}. \quad (12)$$

Каждая концентрация, т.е. C_B , C_A , C_R и C_S возведена в степень, равную стехиометрическому коэффициенту компонента в химическом уравнении. Из условия равенства скоростей прямой и обратной реакций в момент химического равновесия получаем:

$$K_1 \times C^a_{Ap} \times C^b_{Bp} = K_2 \times C^r_{Rp} \times C^s_{Sp}. \quad (13)$$

Тогда из данного уравнения получаем:

$$K_1/K_2 = (C^r_{Rp} \times C^s_{Sp})/(C^a_{Ap} \times C^b_{Bp}), \quad (14)$$

где: C_{Ap} , C_{Bp} , C_{Rp} , C_{Sp} - **равновесные концентрации** исходных реагентов А и В, а также продуктов реакции R и S в момент химического равновесия.

Отношение констант прямой и обратной реакций, т.е. $K_1/K_2 = K_C$, называют константой равновесия. Как следует из этого выражения, константа равновесия, K_C не зависит от концентрации, т.к. изменение концентрации одного из участников реакции вызовет такие же изменения концентрации всех остальных веществ, в результате чего K_C сохранит свое числовое значение. Таким образом, закон действующих масс устанавливает связь между равновесными концентрациями всех реагирующих веществ и продуктов реакции.

Подобные уравнения могут быть получены также для гетерогенных реакций.

Положение равновесия зависит от различных условий, а т.к. внешние условия не могут сохраняться неизменными, то равновесие рано или поздно нарушается. Принцип смещения равновесия был сформулирован французским физиком, химиком и металловедом Ле Шателье (1850-1936) в 1884 году. **Сущность принципа Ле Шателье сводится к следующему: «Если на систему, находящуюся в устойчивом равновесии, воздействовать извне, изменяя какое-нибудь из условий, определяющих положение равновесия, то в системе усилится то направление процесса, течение которого ослабляет влияние произведенного воздействия, и положение равновесия сместится в том же направлении».** К внешним факторам, воздействующим на равновесие, можно отнести: изменение давления, подачу инертного газа, изменение концентраций, изменение температуры.

Для того чтобы совершался элементарный акт химического взаимодействия, реагирующие частицы должны столкнуться друг с другом. Однако далеко не каждое столкновение частиц приводит к химическому взаимодействию. Последнее (химическое взаимодействие) происходит в том случае, когда частицы приближаются на расстояние, при котором становится возможным перераспределение электронной плотности и возникновение новых химических связей. Следовательно, сталкивающиеся частицы должны обладать энергией, достаточной для преодоления сил отталкивания (энергетического барьера), возникающих между их электронными оболочками. **Такие реакционно-способные частицы называются активными, а энергия, необходимая для преодоления энергетического барьера – энергией активизации реакции.**

Кроме энергии активизации важным условием осуществления химической реакции является подходящее расположение молекул в момент столкновения. Одним из наиболее распространенных в химической практике способов ускорения химических реакций является **катализ**. В присутствии катализатора изменяется механизм протекания суммарной

реакции, а потому и изменяется ее скорость. **Катализаторы** – это вещества, изменяющие скорость реакции за счет вступления с участниками реакции в промежуточное взаимодействие, но восстанавливающие после каждого цикла промежуточного взаимодействия свой химический состав. Увеличение скорости такой реакции связано либо с меньшей энергией активизации нового пути реакции, либо с возможностью ее протекания по цепному механизму. Цепные реакции проходят с превращением огромного числа молекул исходных веществ. Например, реакция: $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{HCl}$ идет медленно при обычной температуре и на рассеянном свете. Но нагревание, освещение светом, богатым ультрафиолетом приводит к ускорению данной реакции, которая сопровождается взрывом.

Изменение скорости катализируемой реакции за счет снижения энергии активации ее отдельных стадий можно рассмотреть на примере реакции: $\text{A} + \text{B} = \text{AB}$. В качестве катализатора используется - К. Он легко реагирует с исходным веществом - А по реакции: $\text{A} + \text{K} = \text{AK}$. АК легко взаимодействует с веществом - В по реакции: $\text{AK} + \text{B} = \text{AB} + \text{K}$. Суммируя два последних уравнения, получим: $\text{A} + \text{K} + \text{AK} + \text{B} = \text{AK} + \text{AB} + \text{K}$. Сделав сокращения, имеем: $\text{A} + \text{B} = \text{AB}$.

Катализ в зависимости от агрегатного состояния катализатора и реагирующих веществ подразделяется на: **гомогенный и гетерогенный**. Пример гомогенного катализа: окисление кислородом СО (в газовой фазе в присутствии паров H_2O); действие биологических ферментов в биологических процессах. Примером гетерогенного катализа служит окисление SO_2 до SO_3 на платиновом или ванадиевом катализаторе. Можно отметить, что согласно современным воззрениям каталитическая активность твердого тела обусловлена не всей поверхностью, а лишь отдельными ее частями, называемыми активными центрами. Их природа пока не установлена.

5.4. Понятие о химико-технологическом процессе

Для получения той или иной продукции необходимо: сырье, основные, вспомогательные материалы, определенная технология, т.е. технологический процесс, оборудование, энергия, трудовые ресурсы, система управления. В результате проведенного химико-технологического процесса имеем определенную продукцию и очень часто отходы производства. Находят применение также вторичные материальные ресурсы: отходы производства, отходы потребления и побочные продукты. Химико-технологический процесс может быть разделен на ряд следующих взаимосвязанных элементарных операций: подвод реагирующих компонентов в зону реакций; химические реакции; отвод полученных продуктов из зоны реакции. Чтобы устранить побочные явления и получить продукт высокого качества, исходные вещества подвергают очистке от посторонних примесей (подготавливают), пользуясь методами, основанными на различии физических свойств (растворимость в различных растворителях, плотность, температуры конденсации и кристаллизации). Такой подготовке подвергаются: сырье, основные, вспомогательные материалы, вторичные материальные ресурсы: отходы производства; отходы потребления и побочные продукты.

Сырье – продукты природы, которые не подвергались промышленной переработке. Например, руда, зерно, каменный уголь, сланцы.

Основные материалы – сырье и материалы, подвергшиеся промышленной переработке не на данном предприятии, а поступающие со стороны, с других предприятий. Например: основные материалы – агломерат и окатыши, применяемые в производстве чугуна.

Вспомогательные материалы – материалы, которые не входят в состав продукции, но способствуют ее получению. Например, вспомогательные материалы – катализаторы, промывные жидкости и т.д.

Полупродукты (полуфабрикаты) – это исходные материалы, сырье, предварительно подвергшиеся промышленной переработке на данном предприятии. Например, полуфабрикаты – ткань, раскроенная в магазине, для пошива в домашних (или в другом месте) условиях платья; мясной фарш, очищенные овощи, продаваемые в домашней кухне, для использования в домашнем хозяйстве.

Вторичные материальные ресурсы - это отходы производства, отходы потребления и побочные продукты.

Отходы производства - это остатки сырья, материалов и полупродуктов, образующиеся в процессе получения продукции, которые частично или полностью утратили свои качества и не соответствуют стандартам. В зависимости от свойств и состава выделяют четыре основные группы отходов предприятий, вторичные материальные ресурсы: близкие к исходному сырью; близкие к целевым продуктам; близкие к сырью других производств или отраслей; безвредные или обезвреженные отходы. **К первой группе** относят отходы, из которых можно извлечь непрореагировавшее сырье или промежуточные продукты и вернуть их обратно в цикл, зачастую после регенерации. **Ко второй группе** принадлежат отходы, которые после определенных операций могут быть доведены до товарных кондиций и проданы. **К третьей группе** относят отходы, пригодные для переработки на других производствах, в других отраслях. **К четвертой группе** относят безвредные или обезвреженные в результате тех или иных процессов отходы, направляемые непосредственно в окружающую среду, их можно выбрасывать в атмосферу, закапывать либо затоплять в морях и океанах.

Отходы потребления – это бывшие в употреблении изделия и вещества, восстановление которых экономически нецелесообразно, например, полностью изношенные, выбывшие из строя машины, изделия производственного назначения из стекла, резины, пластмасс, отработанные реактивы, катализаторы; пришедшие в негодность изделия домашнего

обихода и личного потребления. Отходы потребления можно использовать для получения какой-то продукции. Например, 1000 кг макулатуры позволяют получить 700 кг бумаги; производство стекла из битого (вторичного сырья) в 3 раза дешевле. В Финляндии более 78% пустых алюминиевых банок из под пива пускается в дело. В США на поточных линиях перерабатывают более 300 тысяч старых автомашин в год. При этом из них получают около 1 млн. тонн алюминия и 500 тысяч тонн пластмасс в год. В США при ежегодной выплавке 80-82 млн. тонн стали машиностроение дает 25 млн. тонн скрапа. При этом весь скрап полностью используется, причем более 30% стали получают в электрических печах из скрапа. Стоимость скрапа примерно вдвое ниже стоимости чугуна. К тому же: использование 1 млн. тонн скрапа эквивалентно переработке 1.5 млн. тонн железной руды и 350 тыс. тонн угля при условии одинакового количества стали. Причем на 86% уменьшаются отходы, способствующие загрязнению атмосферы и воды; на 40% сокращается расход воды и на 97% отходы производства, и к тому же энергия экономится в 10 раз.

Использование вторичного сырья очень экономично. Например, энергоемкость производства алюминия из вторичного сырья в 20 раз меньше, а стали в 10 раз ниже, чем из первичного сырья. Капитальные вложения при переработке вторичного сырья примерно в 4 раза меньше, чем при переработке первичного. Использование вторичных материальных ресурсов не только экономит традиционное сырье, но и снижает загрязнение окружающей среды.

Ко вторичным материальным ресурсам помимо отходов потребления и производства относят также и побочные продукты. Побочные продукты образуются в процессе переработки сырья наряду с основными продуктами производства, но не являются целью производственного процесса. Однако побочные продукты могут быть использованы в качестве готовой продукции. Те побочные продукты, которые получают при добыче или обогащении основного сырья принято

называть попутными. Например, попутный газ. В качестве примера побочного продукта можно назвать селен в производстве H_2SO_4 . В качестве сырья при этом используется FeS_2 – пирит, серный колчедан. Обжиговой газ очищается, из него отводится с помощью абсорбента (разбавленной H_2SO_4) окись селена, из которой получают полупроводник – селен. К побочным продуктам можно отнести также не только какие-то вещества, но и также теплоносители, например, водяной пар, горячую или холодную воду.

Надо иметь в виду, что сырье, основные, вспомогательные материалы могут проходить предварительную подготовку. В подготовку сырья входят такие операции, как: измельчение, дробление (для твердых материалов); обогащение сырья; смешение сырья различных партий и т.д.. Очень важное значение отводится обогащению сырья. **Обогащение сырья, т.е. повышение концентрации нужного элемента в сырье, имеет важное значение, т.к. несмотря на дополнительные расходы, оно позволяет:** расширить сырьевую базу за счет использования бедного по содержанию нужного элемента сырья, например, руд; более полно использовать производственное оборудование при применении высококонцентрированного сырья, повысить его производительность; уменьшить транспортные расходы; улучшить качество готовой продукции (удаляются примеси, меньше идут побочные реакции); уменьшить отходы, т.е. значительно снизить загрязненность воздушного и водного бассейнов; уменьшить себестоимость продукции (например: производство чугуна, меди). **Наиболее широко применяют следующие методы обогащения:**

1.Механическое обогащение (грохочение; гравитационное, т.е. воздушное или гидравлическое разделение; электромагнитная сепарация).

2.Флотационное обогащение основано на различной смачиваемости компонентов, входящих в состав сырья. В емкость загружают мелкоизмельченную минеральную массу, добавляют флотореагент и воду;

туда же подают воздух в виде пузырьков. Минеральная часть, концентрат остается на дне, а хвосты (пустая порода) всплывает наверх или наоборот.

3. Химические способы обогащения основаны на различной растворимости частей сырья в том или ином растворителе (например, разделение золота и серебра в рудах путем взаимодействия их со ртутью, цианистым Na или Cl_2).

3. Тепловые методы обогащения это выпаривание, вымораживание, сушка.

4. Физико-химические методы обогащения - абсорбция, адсорбция, ректификация, экстракция.

На XX век приходится около 85% добычи меди, 87% - железной руды; 90% угля, 99,5% нефти. Надо учитывать, что сырье в себестоимости продукции составляет до 85% . Поэтому рациональное использование сырья в наших трудных условиях весьма важная задача. **Основные направления в решении сырьевой проблемы следующие: изыскание и применение более дешевых видов сырья; применение концентрированного, обогащенного сырья; замена пищевого сырья и растительного – минеральным; использование отходов производства в качестве сырья (шлаки и скрап в черной и цветной металлургии, смолы в перегонке угля); комплексное использование сырья.** Примером комплексного использования сырья может служить **коксохимическое производство**, где из твердого топлива получают: кокс, коксовый газ, аммиак, сероуглерод, а также сотни органических соединений, являющихся сырьем для получения пластмасс, химических волокон, красителей, ВВ и лекарственных препаратов. Другим примером комплексного использования сырья является **переработка нефелиновых руд** – сырья для получения Al. Нефелиновый концентрат содержит (28.5-29.0 %) Al_2O_3 и кремнезема > 40%. При переработке извлекают нефелиновый концентрат, щелочи, содовые продукты, цемент. На основе щелочей получают кальцинированную соду, Na_2CO_3 , K_2CO_3 , поташ и другие соли, диоксид титана. Диоксид титана –

используется для получения белой краски. Важной проблемой при любом производстве является проблема охраны окружающей среды. **Благодаря комплексной переработке сырья повышается экономическая эффективность его использования, снижается себестоимость основных продуктов производства, решаются в определенной степени и вопросы охраны окружающей среды.**

Предварительно подготовленное сырье, вторичные материальные ресурсы подвергается химическому взаимодействию, включающему часто несколько этапов, стадий. В результате химических реакций получают смесь продуктов (целевых, побочных) и непрореагировавших реагентов. Заключительные операции связаны с разделением этой смеси. Для оценки эффективности химико-технологических процессов, так и всего производства в целом используют такие экономические показатели, как расходные коэффициенты, себестоимость, рентабельность и т.д. Для оценки эффективности отдельных этапов процесса помимо общих экономических показателей необходимо использовать критерии эффективности, которые бы полно отражали химическую и физико-химическую сущность явлений. В качестве таких показателей применяют: степень превращения (конверсия), выход продукта, селективность.

Степень превращения – показывает насколько полно в химико-технологическом процессе, используется сырье, иначе степень превращения это доля исходного реагента, использованного на химическую реакцию.

Выход продукта – это отношение реально полученного количества продукта к максимально возможному его количеству, которое могло быть получено при данных условиях осуществления химической реакции.

Селективность – отношение количества исходного реагента, расходуемого на целевую реакцию, к общему количеству исходного реагента, пошедшего на все реакции (и целевую и побочные).

Для оценки эффективности цехов, заводов, отдельных аппаратов используют производительность аппарата, мощность, интенсивность.

Производительность- количество продукции, полученное в единицу времени на отдельном аппарате, цехом, заводом, предприятием.

Мощность - это производительность максимально возможная для данного агрегата, машины, предприятия.

Интенсивность – производительность, отнесенная к какой-либо величине, характерной для аппарата – его объему, площади поперечного сечения, или к единице объема катализатора; массы катализатора.

Тест

1. В идеальном газе:(2)

1. силы взаимодействия между молекулами отсутствуют;
2. силы взаимодействия между молекулами велики;
3. имеется внутреннее трение между частицами;
4. нет внутреннего трения между частицами.

2. Идеальная жидкость:(3)

1. абсолютно несжимаема;
2. обладает внутренним трением;
3. не обладает вязкостью;
4. подчиняется закону течения Ньютона.

3. Паром называется:

1. идеальный газ;
2. реальный газ, находящийся в состоянии, близком к переходу в жидкость;

3. неоднородная система, состоящая из газовой сплошной фазы и жидкой распределенной фазы.

4. Закон течения Ньютона справедлив:

1. для жидкостей с небольшой молекулярной массой;
2. для жидкостей с большой молекулярной массой;
3. для высокомолекулярных растворов.

5. «Триумфальным маршем органического синтеза» называют период становления:

1. структурной химии;
2. учение о составе вещества;
3. учения о химических процессах;
4. эволюционной химии.

6. Современные символы химических элементов были введены в науку:

1. Берцелиусом;
2. Ломоносовым;
3. Лавуазье.

7. Предметом эволюционной химии является:

1. изучение и использование каталитического опыта живой природы;
2. изучение влияния факторов внешней среды на скорость протекания химических процессов;
3. исследование внутренних механизмов и условий протекания химических процессов.

8. Перспективы применения достижений эволюционной химии связаны с:(3)

1. синтезом новых материалов;
2. применением принципов биокатализа в химических процессах и химической технологии;

3. развитием плазмохимии, радиационной химии, химии высоких энергий;

4. исследованием влияния температуры и давления на характер процессов и объемы получаемых веществ.

9. Выделить виды химической связи:(3)

1. ковалентная;
2. ядерная;
3. металлическая;
4. ионная;
5. термодинамическая.

10. Связь, осуществляемая за счет образования элементарных пар, в одинаковой мере принадлежащих обоим атомам называется:

1. ковалентной;
2. металлической;
3. ионной.

11. Химическая связь, представляющая собой электростатическое притяжение между частицами, образованная за счет полного смещения электронной пары к одному из атомов называется:

1. ковалентной;
2. металлической;
3. ионной.

12. Химическая связь между положительными ионами в кристаллах атомов, образуемая за счет притяжения электронов, свободно перемещающихся по кристаллу, называется:

1. ковалентной;
2. металлической;

3. ионной.

13. Закон действующих масс:

1. Скорость химической реакции пропорциональна концентрациям реагирующих веществ;
2. Скорость химической реакции обратно пропорциональна концентрациям реагирующих веществ;
3. Скорость химической реакции не зависит от концентрации реагирующих веществ.

14. Динамику, направленность химического процесса (возможность самопроизвольного протекания реакции) характеризует:

1. энтропия;
2. энергия Гиббса;
3. Энтальпия;
4. Внутренняя энергия.

15. Энергией активации называется:

1. наименьшая энергия, которой должны обладать молекулы, чтобы произошла химическая реакция;
2. количество энергии, выделяющееся при образовании химической связи;
3. работа, которую необходимо затратить, чтобы разобщить связанные между собой атомы на бесконечно большие расстояния.

16. Раздел химической термодинамики, изучающий тепловые эффекты химических реакций и процессов, называется:

1. термохимией;
2. химической кинетикой;
3. эволюционной химией.

17. «Тепловой эффект реакции не зависит от промежуточных стадий, а зависит лишь от начального и конечного состояний системы» - это закон:

1. Гесса;
2. Менделеева-Клайперона;
3. Гей-Люссака;
4. Шарля.

18. Два моля хлорида натрия (NaCl) подвергли электролизу. В результате получили объем хлора, равный:

1. 72,4 л;
2. 44,8 л;
3. 36,6 л;
4. 36,2 л;
5. 22,4 л.

19. Согласно современным представлениям химические элементы в периодической системе Д. И. Менделеева расположены в порядке:

1. Возрастания суммы числа протонов и нейтронов в ядре атома;
2. Возрастания удельного веса вещества;
3. Возрастания заряда ядра атома химического элемента;
4. Возрастания валентности данного элемента.

20. С современной точки зрения систематизирующим фактором периодической системы Д.И.Менделеева является:

1. масса атома;
2. заряд атома;
3. масса ядра атома;
4. заряд ядра атома.

21. Наименьшая структурная единица химического элемента, сохраняющая его химические свойства, это:

1. электрон;
2. атом;
3. вещество;
4. молекула.

22. Наименьшая частица данного химического элемента это:

1. его ядро;
2. его атом;
3. его положительный заряд;
4. его отрицательно заряженный ион.

23. Самый распространенный элемент во Вселенной:

1. гелий;
2. водород;
3. тяжелый водород;
4. углерод;
5. кислород.

24. Теория А. М. Бутлерова положила начало развитию следующего направления химической науки:

1. Фотохимии;
2. Химической термодинамики;
3. Радиационной химии;
4. Структурной химии.

25. Современный этап развития химии в первую очередь характеризуется:

1. Развитием учения о структуре;

2. Биологизацией химии - развитием эволюционной химии;
3. Изучением механизма химических процессов;
4. Развитием химической термодинамики.

26. Катализаторы изменяют:

1. Скорость химических реакций;
2. Химическое равновесие;
3. Состав продуктов химических реакций;
4. Температуру смеси веществ.

27. Найдите верное высказывание, которое соответствует понятию **«изотопы»**:

1. Разновидности атомов одного химического элемента, имеющие одинаковый заряд ядра, но разные массовые числа;
2. Атомы, обладающие одинаковым числом протонов и нейтронов;
3. Разновидности атомов, обладающие одинаковым массовым числом, но разным зарядом ядра;
4. Атомы, обладающие одинаковым числом нейтронов, но разным числом протонов.

28. Хлор- 35 и хлор -37 являются :

1. молекулами;
2. изотопами;
3. простыми веществами;
4. изомерами.

29. Химический элемент, не содержащийся в органических соединениях, это:

1. водород;
2. кислород;

3. аргон;
4. фтор;
5. кальций;
6. магний.

30. Какой процесс, указанный ниже, является по природе химическим?

1. таяние льда;
2. кристаллизация воды;
3. ржавление железа;
4. конденсация;
5. электропроводность;
6. теплопроводность.

31. Химический элемент, по определению, это:

1. совокупность одинаковых атомов;
2. вещество, состоящее из атомов;
3. совокупность ионов;
4. механическая совокупность электронов и ядер.

32. Изомеры — это особые химические соединения:

1. состоящие из четного количества атомов углерода и водорода;
2. имеющие одну и ту же молекулярную формулу, но различные пространственные структуры;
3. отличающиеся друг от друга способом плоскостного расположения атомов, в которых атомы углерода соединены в кольцевые структуры.

33. Наибольшее влияние на протекание химических реакций оказывают (3):

1. давление;
2. температура;
3. потоки нейтронов;
4. катализаторы;
5. освещение.

34. Химическими процессами являются следующие явления:

1. превращение воды в лед;
2. излучение света при горении свечи;
3. запотевание стекол внутри салонов автомобиля;
4. исчезновение со временем препаратов против моли в кладовой с одеждой.

35. Свойства вещества определяются:

1. Его элементарным и молекулярным составом, структурой его молекул;
2. Скоростью химической реакции;
3. Термодинамическими и кинетическими условиями, в которых вещество находится в процессе химической реакции;
4. Иерархией атомов;
5. Уровнем химической организации вещества;
6. Массой вещества.

36. Вторым уровнем химических знаний является?

1. Учение о составе вещества;
2. Учение о молекуле;
3. Структурная химия;
4. Химическая технология;
5. Учение о химических процессах;
6. Учение о эволюции химии;

7. Эволюционная химия.

37. Начало учения о составе было положено:

1. Английским ученым Робертом Бойлем;
2. Русским ученым Д.И.Менделеевым;
3. Английским ученым Д.Дальтоном;
4. Немецким ученым Шталем;
5. Французским ученым А.Лавуазье.

38. Кто является автором кислородной теории горения и первой попытки систематизации химических элементов?

1. А.Лавуазье;
2. М.Ломоносов;
3. Ю.Майер;
4. Д.Менделеев.

39. Кто из великих ученых способствовал освобождению химии от теории флогистона, теории теплорода и установил закон химических превращений?

1. М.В.Ломоносов;
2. Д.И.Менделеев;
3. А.М.Бутлеров;
4. Авогадро.

40. Кто в 1861 году открыл теорию химического строения органических веществ?

1. Менделеев Д. И;
2. Ю. Майер;
3. Зинин Н. Н;
4. Бутлеров А. М;

5. Лебедев С. В.

41. Определите основные положения теории химического строения веществ:(4)

1. Все атомы в молекулах связаны в определенной последовательности согласно их валентностям;
2. Свойства вещества определяются составом и структурой молекул;
3. Между структурой и свойствами вещества имеется взаимосвязь;
4. Атомы и группы в молекулах взаимно влияют друг на друга;
5. Свойства вещества зависят от количества электронов на внешней орбите.

42. Запросы автомобильной промышленности, авиации и энергетики в 50-ые годы привели к становлению:

1. Учения о химических процессах;
2. Эволюционной химии;
3. Теории строения химических веществ.

43. Увеличение температуры, давления, концентрации веществ приводит к:(2)

1. Увеличению скорости реакции;
2. Увеличению выхода продукта обратимой реакции;
3. Установлению нового равновесия в реакции;
4. Уменьшению выхода продукта реакции;
5. Увеличению вероятности столкновения реагирующих веществ.

44. В каталитических реакциях катализатор: (3)

1. Не вступает в реакцию;
2. Вступает в реакцию;

3. Увеличивает скорость реакции;
4. Уменьшает скорость реакции;
5. Уменьшает потенциальные барьеры взаимодействий.

45. Плазмохимия, радиационная химия, химия высоких энергий, высоких давлений и температур являются составными частями:

1. Эволюционной химии;
2. Патрохимии;
3. Химии экстремальных состояний;
4. Алхимии.

46. Важной особенностью эволюционной химии является:

1. Применение катализа;
2. Использование живой материи;
3. Эволюция продуктов реакции.

47. Какие бывают химические реакции в зависимости от фазового состава реагентов и продуктов?(2)

1. Однородные;
2. Неоднородные;
3. Гомогенные;
4. Гетерогенные;
5. Однофазные;
6. Многофазные.

48. Неизотермическая реакция, идущая с выделением тепла называется:

1. Эндотермическая реакция;
2. Экзотермическая реакция;
3. Адиабатическая реакция;

4. Изобарная реакция;
5. Изохорная реакция.

49. Какую химическую науку считают предтечей биологии - наукой о самоорганизации?

1. Эволюционную химию;
2. Синергетику;
3. Органическую химию;
4. Химию белков.

50. Высказывание: "Свойства веществ зависят не только от того, какие атомы и сколько их входит в состав молекулы, но и от порядка соединения атомов в молекулы" является содержанием:

1. Учения о составе вещества;
2. Учения о химических процессах;
3. Эволюционной химии;
4. Структурной химии.

51. Реакционная способность химического элемента определяется:(2)

1. Валентными электронами;
2. Количеством электронов в атоме;
3. Строением электронной оболочки атома.

52. Раздел химии, который изучает скорости и механизмы химических превращений называется:

1. Химическая термодинамика;
2. Химическая кинетика;
3. Учение о химических процессах.

53. При экзотермических реакциях:

1. выделяется энергия;
2. поглощается энергия;
3. усложняется структура молекулы;
4. не выполняется закон сохранения энергии.

54. Номер химического элемента в Периодической таблице Менделеева определяется:

1. количеством протонов в ядре;
2. количеством нейтронов в ядре;
3. размером атома;
4. массой атома;
5. электрическим зарядом ядра.

55. Число известных химических элементов:

1. более 1000;
2. более 100;
3. не более 100;
4. не более 50;
5. не более 30.

56. Валентность водорода может быть:

1. 1;
2. 2;
3. 3;
4. 4;
5. 6.

57. Углерод является основой жизни, потому что:

1. углерод способен образовывать разнообразные молекулы;
2. углерод самый распространенный химический элемент;

3. соединения углерода растворяются в воде;
4. у углерода больше всего изотопов;
5. углерод обладает высокой валентностью.

58. Реакционная способность химических элементов связана с:

1. валентностью химических элементов;
2. массой атомов химических элементов;
3. принципом запрета Паули;
4. электронным строением атомов.

59. Свойства химических соединений определяются:

1. структурой и составом химического соединения;
2. только химическим составом соединения;
3. только структурой химического соединения;
4. агрегатным состоянием;
5. массой химического соединения.

60. Скорость протекания химической реакции определяется(3):

1. температурой;
2. давлением;
3. концентрацией реагентов;
4. только химическими свойствами реагентов.

61. Признаком экзотермической реакции является выделение ...

1. вещества;
2. квантов;
3. кварков;
4. тепла.

62. Катализатор ускоряет химическую реакцию за счет:

1. создания промежуточных соединений с участием катализатора;
2. ослабления химической связи в исходных молекулах;
3. возбуждения исходных молекул при столкновении с молекулами катализатора;
4. увеличения температуры в реакторе.

63. Явления, которые сопровождаются превращением одних веществ в другие, называются:

1. необратимыми;
2. гетерогенными;
3. химическими;
4. физическими.

64. Влияние *природы* реагирующих веществ на скорость химической реакции в законе действующих масс $v = kC_A^a C_B^b$ определяется:

1. показателями степеней;
2. этот закон не учитывает влияние природы реагирующих веществ;
3. величиной константы скорости реакции k ;
4. концентрацией взаимодействующих веществ.

Контрольные вопросы

1. Определение химии как науки.
2. Вещество, элемент, молекула, атом и их структура.
3. Свойства веществ и факторы определяющие их.
4. Этапы развития химии.
5. Уровни химических знаний.
6. Учение о составе Р.Бойля.
7. Основные положения атомно-молекулярного учения.

8. Структурная химия и положения теории химического строения.
9. Учение о химических процессах.
10. Эволюционная химия, ее особенности.
11. Химия экстремальных состояний.
12. Химическая связь и ее виды.
13. Валентность и реакционная способность.
14. Основы химической кинетики.
15. Классификация химических реакций.
16. Энергия активации.
17. Химико-технологический процесс.
18. Цели химической технологии.
19. Техничко-экономические показатели химико-технологических процессов (ХТП).
20. Закон действующих масс.
21. Химическое равновесие.
22. Направленность химических реакций.
23. Теорема Гесса.
24. Энергия Гиббса.
25. Законы сохранения массы и энергии в химическом процессе.
26. Методика решения задач по химическим процессам.

ГЛАВА 6

ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИЧЕСКОГО УРОВНЯ ОРГАНИЗАЦИИ МАТЕРИИ

6.1. Становление современной биологии

6.1.1. Традиционная биология

Итак, что же такое традиционная, или описательно-натуралистическая биология? Каковы ее задачи и функции в познании живой природы?

Прежде всего, необходимо сказать, что объектом изучения традиционной биологии всегда была и остается живая природа в ее естественном состоянии и нерасчлененной целостности. Мысль эту точно передал Эразм Дарвин (дед великого Ч.Дарвина), определивший Природу термином "Храм природы", вызывающий благоговение у каждого в него входящего, а раскрытие ее тайн – как приобщение к премудрости Творца, создавшего ее в том совершенном виде, в каком предстает она нашему взору.

Традиционная биология имеет ранние истоки своего зарождения. Они восходят к средним векам, а становление ее в самостоятельную науку, получившую наименование "натуралистическая биология" приходится на XVIII-XIX вв. Ее методом стало тщательное наблюдение и описание явлений природы, главной задачей - их классифицирование, а реальной перспективой – установление закономерностей их осуществления, смысла и значения для Природы в целом. Реализации этой перспективы существенно содействовал и практический опыт человеческой жизни. Он оказался мощным источником эмпирического (опытно-практического) знания о живой природе и Природе в целом, хотя и не освещенного теорией, но зато тщательно выверенного на практике, а потому и достоверного. Первый этап истории натуралистической биологии ознаменовался первыми классификациями животных и растений. Гигантский труд по составлению

этих классификаций осуществлялся под воздействием идей великих мыслителей древности. Однако уже в средние века (5-15 вв.) из уст философов и естествоиспытателей средневековья прозвучал призыв отойти от пассивного созерцания природы и перейти к активному (экспериментальному) ее изучению. И все же наиболее значительными достижениями зарождающейся традиционной биологии стали первые классификации живого мира: началась великая "инвентаризация" первых знаний о разнообразии растительного и животного мира. Уже в тот период были заложены основы классификаций растений, предложены принципы их группирования в таксоны различных уровней. Многие из них сохранились и в современных классификациях.

Вершиной искусственной (в отличие от естественной, не преследующей цель воссоздания родственных, т.е. генеалогических связей) стала система, созданная К.Линнеем (1707-1778). Все четыре его труда - "Основания ботаники", «Философия ботаники», "Роды растений" и "Виды растений" - это грандиозная систематизация растительного мира, хотя и проведенная по произвольно выбранным, зачастую единичным признакам, однако четко отражающая закономерности, реально существующие в природе, и позволяющие объединить растения в отдельные группы, т.е. в таксоны. Хорошо известно, что с именем Линнея связано введение бинарной (обозначение рода и вида) номенклатуры, почти в неизменном виде дошедшей до наших дней, а также принцип иерархического соподчинения таксонов и их наименования - классы, отряды, роды, виды, разновидности. Построив искусственную систему (она включала 24 класса), Линней вовсе не отказывался от идеи создания естественной, которая, по его мнению, и была им построена (она состояла из 67 семейств). Однако Линней не дал никаких указаний относительно критериев родства, чем снизил достоинства этой системы.

Более "естественными", или "природными", т.е. отражающими родственные связи, были системы, созданные также ботаниками - А.-

Л.Жюссье (1748-1836), О.-П.Декан্ডолем (1778-1841) и, в особенности, Ж.-Б. Ламарком (1744-1829). Труд Ламарка "Естественная история растений" (1803) был построен на идее развития от простого к сложному, и вопросы о происхождении отдельных групп и родственных связях между ними были центральными в труде Ламарка.

Описываемый период в истории натуралистской биологии отмечен еще одним ярким именем - М.Адансона (1727-1806), также стремившегося к воссозданию естественного порядка в соотношении организмов. Но его подход отличался от всех предыдущих: без учета "веса", т.е. классификационной значимости признаков, Адансон группировал растения по сходству максимального количества признаков, выявить которые позволяло современное ему естествознание. Этот принцип, вошедший в науку под термином "адансоновский принцип", почти в неизменном виде составил основу, сделавшей эпоху так называемой "нумерической", или "числовой" таксономии.

Изначально не претендуя на воссоздание естественного (природного) порядка, числовая таксономия оказалась чрезвычайно эффективной именно благодаря "беспристрастному" суммированию возможно большего числа признаков, что и позволяло на основе максимального между ними сходства объединять организмы в родственные группы. В наши дни, с введением компьютерной техники (ЭВМ), позволившей ускорить обработку информации (в виде выявления признаков), нумерическая (числовая) таксономия стала ведущим направлением в классификации организмов.

Напомним в связи со сказанным об одной из страниц ранней истории натуралистской биологии - о первых классификациях животного мира. Дело в том, что его "первая инвентаризация" велась несколько в ином плане, чем растительного мира: по пути составления фундаментальных описательных сводок энциклопедического характера. Примером тому могут служить труд К.Гесснера (1516-1565) "История животных", Р.Реомюра (1683-1757) "Мемуары по истории насекомых" и особенно 44-томный труд

Ж.Бюффона (1707-1788) и его соавторов "Естественная история". Бесценный вклад в становление традиционной биологии внесли и отечественные натуралисты, содействуя оформлению одного из основных ее направлений - биогеографии - С.П. Крашенинников (1711-1755), П.С. Паллас (1741-1811), И.И. Лепехин (1740-1802), Н.Я. Озерцовский (1780-1827) и др.

Традиционная биология XIX в. ознаменовалась и таким ярким событием как выход в свет трех томов "Жизни животных" (1876-1877) А.Брэма, характер и структура составления которых стали классическими для всех последующих описаний животного мира. Становление традиционной биологии отмечено и первыми классификациями животных. Одна из них была создана К. Линнеем и представлена в его "Системе природы" (1758).

Эволюционный подход к классифицированию царств животных применил затем Ламарк в "Системе беспозвоночных животных" (1801) и "Философии зоологии" (1809). Пересмотр линнеевской классификации с эволюционных позиций осуществил С.-И. Жоффруа (1805-1861Я). А в 1817г., следуя идее четырех типов организации животных, всеобъемлющую систему животного мира представил Ж. Кювье (1769-1832) в труде "Царство животных". Чем же знаменательны первые этапы становления традиционной биологии в плане познания живой природы? И что из того, что дала ранняя традиционная биология, не только не утратило, а приобрело еще большее значение в связи с прочно утвердившимся представлением о том, что, якобы только расчленение целостности живой материи, т.е. редукция, если и не единственный, то наиболее надежный путь к раскрытию тайн живой природы?

Отвечая на эти вопросы, следует помнить о следующем: *становление традиционной биологии - это зарождение комплексного, или как мы говорим сегодня, **системного подхода** к исследованию Природы*, поскольку объектом изучения натуралистов была и остается живая природа в ее

целостном и нерасчлененном виде, во всем многообразии и сложности составляющих ее явлений. Поэтому можно говорить о том, что первым традиционалистам было уже свойственно стихийное, т.е. неосознанное системное мышление. Оно - то и позволяло воспринимать Природу в целом, видеть неискаженные вмешательством человека царящие в ней законы, выявлять те отличия одного явления от другого, которые и создают представление об их разнообразии и, одновременно, сходстве. В дальнейшем только такое видение живой природы, да и Природы в целом позволило и индивидуальность в системе целостного естествознания.

Утратила ли свою роль традиционная биология в наши дни, т.е. в эпоху различного рода "сведений" сложностей органического мира к элементарным физико-химическим реакциям и структурам? Конечно, нет. Подтверждением могут служить не только публикации типа "Жизнь животных" (1962-1973) или "Жизнь растений" (1974-1982) - плод изучения фауны и флоры, фитогеографии и зоогеографии, подтверждающие неиссякаемую жизнеспособность традиционной натуралистской биологии.

Убедительным тому доказательством может служить и обретение экологией чуть ли ни господствующего положения не только среди биологических наук, но и во всем естествознании. А ведь экология (от греч. *oikos* - жилище, пребывание) - наука, исследующая взаимоотношения организмов как между собой (биотический фактор), так и со средой (абиотический), в первую очередь основывается на принципах и методах традиционной биологии. Хорошо известно, что приступая к анализу экологической ситуации в том или ином регионе, исследователь обязан, прежде всего, воссоздать целостную, комплексную ее картину путем наблюдения и описания происходящих в ней явлений, структуры и функций конкретной экологической ниши, роли в ее формировании биотических и абиотических факторов. Это ли не та натуралистская биология, которая зарождалась во времена К. Линнея и Ж. Бюффона!

Кроме того из практики экспериментальной биологии хорошо известно, что любой экспериментатор, стремящийся проанализировать состав, структуру или механизмы функционирования исследуемого им фрагмента живой материи (орган, ткань, клетку, клеточный органоид или даже молекулярную систему), начинает с того, что либо сам пронаблюдает естественное течение жизни, часть которой он собирается исследовать, либо почерпнет необходимые ему сведения из литературы. Иными словами, экспериментатор не начнет своего исследования, не поняв, какое место в общей системе жизненных явлений занимает тот процесс или та структура, которые он намерен изучать. Не уяснив этого, он будет исследовать не явления жизни, имеющие определенный биологический смысл, а элементарные структуры неживой природы, между собой не связанные. Нередко можно встретить утверждение, что создание искусственных классификаций животных и растений - "первородный грех" натуралистской биологии, так и не достигшей вершин в виде систем, отражающих историческое развитие, т.е. филогенез (от греч. *phylon* - род, племя и *генез*) живого мира. Но так ли уж велик этот "грех"? И не следует ли именно создание искусственных классификаций считать великим достоянием традиционной биологии? Чтобы ответить на этот вопрос, подумаем, а что значит и отсутствие какой-либо концепции произвести группирование организмов даже по отдельным, произвольно выбранным признакам и критериям, да так, чтобы выделенные группы не перекрещивались и не повторяли друг друга? Оказывается, что очень многое, и вот почему. Чтобы провести объединение организмов в отдельные группы, или таксоны (от греч. *taxis* - расположение, строй), необходимо выявить закономерности, характеризующие эти группы, установить связи, объединяющие таксоны в единую систему. А построение системы - это уже выведение закона, которому подчиняется многообразие форм, подвергнутых систематизированию. Не случаен, поэтому хорошо известный факт: именно "искусственные" системы оказались более живучими, чем те, которые в

разное время и по разным причинам именовались "естественными". Почему? Дело в том, что создание естественных систем (эволюционных, филогенетических, генеалогических), как правило, осуществляется в соответствии с требованиями какой-либо концепции, диктующей свои принципы изыскания генеалогического родства, установления преемственности происхождения. А концепций таких за всю историю биологии накопилось немало. Безграничным всегда было желание биологов понять и отобразить схематически эволюцию живого мира. Отсюда - и разнообразие концепций, и целый "лес" генеалогических древ, первое из которых сконструировал Э. Геккель еще в 1866г.

Дело все в том, что теория или концепция, претендующая на истинность, должна быть наделена главным свойством – объяснять уже известные и вновь получаемые факты, выстраивать их в такую систему, в которой ни один из этих фактов не окажется "лишним", и может быть не только объяснен, но и предсказан этой теорией.

С учетом сказанного и следует рассматривать роль и место традиционной (натуралистской) биологии в системе биологических наук, да и всего естествознания в целом, особенно сегодня, когда столь мощно проявили себя два других "образа" биологии - физико-химическая и эволюционная. Каждая из них "до самых глубин" потрясли устои не только биологии, но и всего естествознания. Но традиционная биология и на этом фоне сохраняет свои огромные преимущества: она - источник фактов, почерпнутых из наблюдений существующей реальности, ее объект изучения - целостная живая природа, воспринимаемая как единая нерасчлененная система во всем многообразии ее форм и связей. А ведь именно такая природа требует от нас самого бережного и гуманного к себе отношения. Сказанное особенно важно при сравнении натуралистской биологии с физико-химической, мощные познавательные возможности которой нередко служили поводом оценивать ее как чуть ли не главный источник знаний для построения теории жизни.

6.1.2. Физико-химическая биология

Термин "физико-химическая биология" был в 1970 году введен химиком-органиком Ю.А. Овчинниковым - сторонником тесной интеграции естественных наук и внедрения в биологию современных точных физико-химических методов с целью изучения элементарных уровней организации живой материи - молекулярного и надмолекулярного ее уровней. За рубежом этот термин практически не прижился, зато у нас прочно закрепился. С одной стороны это понятие означает, что предметом изучения физико-химической биологии являются объекты живой природы, исследуемые на молекулярном и надмолекулярном уровнях. С другой, сохраняется и первоначальное его значение: использование физико-химических методов для расшифровки структур и функций живой природы на всех уровнях ее организации.

Хотя это различие достаточно условно, незыблемым можно считать следующее:

физико-химическая биология в наибольшей степени содействовала сближению биологии с точными физико-химическими науками, становлению естествознания как единой науки о природе.

Это вовсе не означает, что в результате этого биология утратила свою индивидуальность. Как раз наоборот. Изучение структуры, функций и саморепродукции (от лат. *produco* - создаю, возобновляю) фундаментальных молекулярных структур живой материи, результаты которого получили отражение в виде постулатов (от лат. *postulatum* - требуемое) или аксиом (от греч. *axioma* - принятое положение) не лишило биологию ее особого положения в системе естествознания. Причина этому - особые, т.е. биологические функции этих молекулярных структур.

Указанная двуплановость физико-химической биологии - ее отличительная и неотъемлемая черта. "Выход" изучения живой природы на молекулярный уровень - поистине революционное событие в истории

биологии, да и естествознания в целом, столь же бесспорным остается факт, что и до 1950-х гг., т.е. до окончательного оформления физико-химической биологии в самостоятельное направление, биологи широко использовали различные физико-химические методы. Свидетельство тому - рождение экспериментальной биологии, датируемое второй половиной XIX в., и связанное с научной деятельностью таких великих биологов-экспериментаторов как К. Бернар (1813-1878), Г.Гельмгольц (1821-1894), Л. Пастер (1822-1895), И.М. Сеченов (1829-1905), И.П. Павлов (1849-1936), С.Н. Виноградский (1856-1953), К.А.Тимирязев (1843-1920), И.И. Мечников (1845-1916) и многие другие. Именно они проложили путь к раскрытию сущности процессов жизнедеятельности точными физико-химическими методами, нередко прибегая и к расчленению биологической целостности, т.е. организма с целью проникновения в тайны его функционирования. Каковы же те факторы (причины), которые позволяют говорить о том, что рождение современной физико-химической биологии - революционный сдвиг в истории биологии?

Факторы эти двоякого рода: экспериментально-методические и теоретико-методологические. В первом случае речь идет о методах, которыми вооружилась экспериментальная биология для "прорыва" в особый мир организации живой материи - субмикроскопический, надмолекулярный и молекулярный. Во втором случае речь пойдет о характере тех знаний, которые получают при переходе на эти уровни исследования и которые могли бы рассматриваться как первое и необходимое условие для построения теоретической биологии, и единой теории жизни. Начнем с первого вопроса - о методах экспериментальной физико-химической биологии, в истории которой характер методов, их познавательные возможности всегда играли, чуть ли не решающую роль. Итак, каковы эти методы и как сложилась история их становления?

Пожалуй, ни в какой другой области естествознания, как в биологии, не обнаруживается столь глубокая связь между методами и техникой

эксперимента, с одной стороны, и рождением новых идей, гипотез, концепций, - с другой. При этом взаимосвязь между методами и новыми идеями напоминают цепь многократных обратных (взаимных) связей. К созданию новой техники эксперимента толкают новые идеи, требующие проверки, а результаты этих исследований стимулируют теоретическую мысль и, одновременно, изобретение новых методов и приемов. В ходе этих циклов накапливаются новые факты, обобщение которых ведет к новым теоретическим построениям, которые, в свою очередь, служат предметом анализа новыми методами.

При самом общем рассмотрении истории методов физико-химической биологии можно выделить пять этапов, которые находятся между собой как в исторической, так и в логической последовательности.

Иными словами, нововведения на одном этапе неизменно стимулировали переход к следующему. А это, в свою очередь, обеспечивало одновременное и параллельное использование материальной сущности и механизмов протекания жизненных процессов. Кратко рассмотрим эти методы.

Метод меченых атомов.

Первый этап можно определить как начало широкого применения метода меченых (радиоактивных) атомов ^{16}O и ^8O , ^{14}C и ^{12}C , ^{31}P и ^{32}P , ^{14}N и ^{15}N , ^{35}S , ^{60}Co , ^{127}J и ^{131}J и др., т.е. изотопных (изотопы - атомы одного и того же элемента, различающиеся разной массой) индикаторов. Мечение атомов, вводимых в организм, позволяет точно проследить передвижение и превращение веществ в организме. Это и дало возможность установить динамичность (подвижность) процессов обмена веществ, раскрыть промежуточные и конечные их стадии, выявить роль отдельных структур организма в протекании этих процессов. Кроме того, важным преимуществом метода меченых атомов является то, что он позволяет исследовать течение обменных процессов в живом целостном (интактном) организме, не нанося ему повреждений. Этим метод изотопных

индикаторов выгодно отличается от всех других, также основанных на "мечении" веществ, например, метода, так называемой "прижизненной окраски". При использовании последнего в организм вводятся разные красящие вещества, также позволяющие проследить за их передвижением. Однако, как правило, вещества эти далеко не безвредны для организма, поскольку в большинстве своем они являются ядами. С введением метода меченых атомов сформировалась новая наука - динамическая биохимия, исследующая обменные процессы в организме в их динамике. Принципиально новые возможности открылись и перед общей физиологией, а также медициной. В качестве примеров достаточно напомнить, что именно с помощью метода меченых атомов был установлен (1930-е гг.) важнейший факт - постоянное метаболическое обновление некоторых клеточных компонентов клетки, например, белков и липидов мембран, а также механизм ферментативного биосинтеза белков и нуклеиновых кислот, промежуточный обмен углеводов и жиров и т.д. В настоящее время ни одно физиолого-биохимическое исследование не обходится без применения метода меченых атомов.

Методы рентгеноструктурного анализа и электронной микроскопии.

Второй этап в истории методов физико-химической биологии можно связать с началом использования рентгеноструктурного анализа (рентгеновских лучей) и электронного микроскопирования, позволяющих исследовать крупные молекулярные компоненты и субмикроскопические структуры клетки. Чтобы хотя бы в главном представить себе, сколь эффективным оказалось применение этих методов, достаточно вспомнить, что двухцепочечное (двойная спираль) строение молекулы ДНК и фибриллярная (нитевая) структура белков были раскрыты английскими исследователями во главе с У.Астбюри (1930-1950-е гг.) именно с помощью рентгеноструктурного анализа. Напомним, что в публикациях Астбюри можно встретить первое использование термина "молекулярная биология",

которым он определил науку, изучающую структуру макромолекул, лежащих в основе жизнедеятельности живых организмов. В свою очередь, величайшим достижением использования электронного микроскопа, в отличие от светового (увеличение в 1-2 тыс. раз), увеличивающего объекты в миллионы раз, было подтверждение предполагающегося ранее (1930-е гг.) многослойного строения оболочки нервных волокон из последовательно чередующихся белковых и липоидных слоев. Гипотеза универсального многослойного строения оболочек-мембран была подтверждена вошедшим в историю электронной микроскопии снимком саркоплазматической сети (ретикулума) мышечных волокон, сделанным, Ф. Шестрандом и Б. Андерсоном в начале 1950-х гг.

Визуальное, т.е. с помощью микроскопа подтверждение многослойной структуры мембран повлекло за собой и расшифровку молекулярной организации живой клетки. Оказалось, что вся структурно-функциональная система эукариотной клетки (цитоплазматическая мембрана и клеточные органоиды - хлоропласты, митохондрии, эндоплазматический ретикулум, рибосомы и липосомы) имеют мембранное строение. Эти открытия стимулировали и расшифровку механизма функционирования мембран. Блестящим итогом этих исследований стало создание А.Ходжакином, А.Ф. Хаксли и Дж. Эколсом в начале 1950-х гг. современной мембранной теории, за которую авторы получили Нобелевскую премию в 1963 г. Суть этой теории, имеющей общебиологическое значение, сводится к следующему. По обе стороны (внутренней и наружной) мембраны за счет встречного потока ионов K^+ и Na^+ создается разность электрического потенциала.

Процесс этот сопровождается возбуждением и деполяризацией ранее находящейся в покое поляризованной мембраны и заменой знака ее электрического потенциала. Явление это, т.е. изменение разности потенциалов, получившее наименование "мембранный потенциал действия", едино для всех мембранных систем. Оно обеспечивает их

функции в качестве барьеров и, одновременно, своеобразных насосных механизмов. За счет такого функционирования мембран (сами структуры получили наименование "мембранные помпы") обеспечивается активное проникновение веществ внутрь и за пределы клетки, а также всех структурных элементов организма (органы, ткани, клетки, клеточные органоиды), наделенных бимолекулярными мембранами типа "сэндвич-структур". За счет таких мембран достигается и пространственная изоляция структурных элементов организма. Раскрытие структуры мембранных систем и механизма их функционирования в качестве изолирующих барьеров и, одновременно, "насосов" веществ - важнейшее событие как в истории биологии, так естествознания в целом, ввиду универсальности явления мембранного строения объектов как живой, так и неживой природы. Визуальное, т.е. с помощью электронной микроскопии, обнаружение структурных элементов клетки (органоидов) разной величины и организации стимулировало стремление биологов к получению этих структур в изолированном виде, т.е. за пределами клетки. С этим связан следующий - третий этап в истории методов физико-химической биологии. Его содержание составляет создание новых и усовершенствование уже имевшихся методов фракционного разделения и выделения субчастиц различного размера и отдельных веществ.

Методы фракционирования.

Среди этих методов следует, прежде всего, назвать методы фракционирования различных биополимеров. Еще в конце 1930-х гг. А.Тизелиус разработал метод фракционирования (разделения) белков (смеси аминокислот) с помощью электрофореза на бумаге. Суть метода сводится к тому, что фильтровальную бумагу с каплей исследуемых аминокислот смачивают буферным раствором с определенным pH, а затем погружают в электродные сосуды, создавая при этом высоковольтное электрическое поле. Из-за различий в коэффициентах распределения, создающихся за счет различий в pH компонентов системы, а также

высокого электрического напряжения аминокислоты движутся в разном направлении, чем и достигается их фракционное разделение. За создание этого метода Тизелиус в 1948 г. получил Нобелевскую премию. Были также усовершенствованы методы электрофоретического фракционирования нуклеиновых кислот. Одновременно в практике экспериментальной физико-химической биологии окончательно утвердился и столь эффективный метод фракционирования веществ, каковыми является хроматография, идея и заслуга создания, которого принадлежит отечественному физиологу и биохимику М.С.Цвету (1872-1919).

Суть метода - в разделении смеси веществ в итоге использования различных явлений: разной адсорбируемости (от лат. *ad* - на и *sorber* - поглощать), т.е. поглощения поверхностью твердого тела компонентов разделяемой смеси, ионного обмена, процесса распределения и образования осадков. Явления эти составили основу различных типов хроматографии - адсорбционной, распределительной, осадочной. Эпохальным по своей значимости и последствиям можно считать широкое внедрение метода бумажной распределительной хроматографии. Идеи использования в качестве адсорбента фильтровальной бумаги также принадлежит М.С. Цвету.

Он же успешно применил этот метод (начало 1900-х гг.) в исследованиях растительных пигментов, детально описанных в его фундаментальном труде "Хромофиллы в растительном и животном мире", изданном в Варшаве в 1910. Общеизвестно, что заслуга дальнейшего усовершенствования метода распределительной хроматографии принадлежит А. Мартину и Р. Синджу (начало 1940-х гг.). Эти авторы решили сложную задачу: они добились выделения моноаминокарбоновых кислот из протеинов за счет различий в распределении веществ между двумя несмешивающимися жидкими фазами - подвижной и неподвижной (последняя фиксируется на так называемом "носителе"). Точность и доступность метода были столь высоко оценены, что в 1952 г. Мартин и

Синдж были удостоены Нобелевской премии. А вот начало широкого применения бумажной хроматографии оказалось возможным благодаря замене силикогеля в качестве носителя неподвижной фазы на фильтровальную бумагу. Ее преимущества - меньшая адсорбционная способность, большая стандартность материала и листообразная форма, позволяющая осуществлять двухмерную хроматографию. Использование бумажной хроматографии стало повсеместным во всех случаях, когда необходима не только качественная, но и количественная идентификация (определение) веществ. Кроме того, замена тонких листов хроматографической бумаги на рулоны из нее или картон позволила хроматографировать значительные количества (до нескольких грамм) исследуемых образцов, и выявлять в них компоненты, с трудом, обнаруживаемые обычными аналитическими методами. В итоге сформировался метод так называемой "препаративной хроматографии". Все вышеназванные методы стали поистине универсальными: они используются всеми экспериментальными естественнонаучными дисциплинами. Применение этих методов требует остановки процессов жизнедеятельности объектов. Принимая во внимание сказанное, можно понять, почему биологи-экспериментаторы, полностью осознавая, что исследования с редуцированной (сведенной к частям разной величины) живой материей необходимы для понимания фундаментальных (первичных) характеристик живого, тем не менее, всегда стремились к использованию методов, которые не нарушают прижизненную целостность организмов. Применение таких методов можно обозначить как четвертый этап в истории методов физико-химической (экспериментальной) биологии.

Методы прижизненного анализа.

Выше уже говорилось, что одним из таких методов является метод изотопных индикаторов (меченых атомов), позволяющий прижизненно проследить за передвижением в организме различных соединений. Правда,

если возникает необходимость в определении, с какими именно химическими или структурными компонентами клетки связалось исследуемое соединение, метод изотопных индикаторов дополняется методами фракционного анализа, о которых говорились выше. К настоящему времени определился комплекс методов прижизненного анализа структурных и функциональных характеристик организма. К их числу можно отнести методы микроспектрального и микрофлуорометрического (флуоресценция - испускание ранее поглощенной энергии в виде света) анализов, приема оптического сканирования (глубокое проникновения света). Например, оптическое зондирование объекта позволяет во многих плоскостях ("строках"), не останавливая происходящие процессы, проследить за динамикой составляющих их реакций. Это - так называемая оптическая биохимия, методами которой исследуется наличие и количественное содержание тех или иных соединений. Так были исследованы, например, структура нуклеозидов, нуклеотидов и нуклеиновых кислот. Столь же велики разрешающие (познавательные) возможности и радиоспектроскопии, скоростного рентгеноструктурного анализа, анализа структур с помощью ультразвука (УЗИ). Уже говорилось, что методом прижизненного исследования может служить и электронный микроскоп, когда посредством пункций из организма извлекаются фрагменты тканей или клеток. Все эти методы в настоящее время не только широко используются в практике физико-химической биологии, но и зато взяты на вооружение медициной. Сейчас ни одно клиническое учреждение не обходится без рентгеноскопической и ультразвуковой аппаратуры, дающей возможность без ущерба для исследуемого организма поставить диагноз о структурных, а иногда и функциональных изменениях в организме. Последний - пятый этап в истории методов физико-химической биологии можно представить как широчайшее внедрение электронно-вычислительной техники (ЭВМ) в практику биологического эксперимента.

Использование ЭВМ.

Применение ЭВМ (персональных компьютеров) можно представить по двум направлениям:

- Осуществление расшифровки глубинных и динамичных структур с помощью компьютера (компьютерная томография - послойный анализ любого органа, без повреждений);
- Суммарная обработка лавинообразной информации, поступающей в результате использования всех перечисленных выше методов.

6.1.3. Эволюционная биология

Для живой природы развитие во времени – неотъемлемое и наиболее характерное свойство. В итоге сформировалась самостоятельная область знания – эволюционная биология. Ее облик сложился в результате интеграции двух потоков знаний:

- В итоге развития самого эволюционного учения, приведшего к разнообразию самих теорий эволюции (дарвинизм, СТЭ – синтетическая теория эволюции, нейтралистская теория эволюции и др.;
- Вклад различных биологических дисциплин, естествознания и др. в единый арсенал знаний об эволюции и ее механизмах.

В итоге происходит как бы перманентный (постоянный) эволюционный синтез, который благодаря участию естественнонаучных дисциплин приобрел громкое наименование – «глобальный эволюционный синтез». Он расширяет и укрепляет теоретическую базу самой эволюционной биологии.

Эволюционная биология начиналась с материалистической теории эволюции органического мира Земли, основанной на воззрениях английского естествоиспытателя Чарльза Дарвина: **Эволюция**

осуществляется в результате взаимодействия изменчивости, наследственности и естественного отбора, движущих сил эволюции.

Изменчивость способствует образованию новых признаков и особенностей в строении, функциях организма.

Наследственность закрепляет эти признаки.

Естественный отбор устраняет организмы, не приспособленные к условиям существования.

Организмы в процессе эволюции накапливают все новые приспособительские функции, что ведет к образованию новых видов. Эволюционная теория выросла на благодатной почве традиционной биологии с классическими методами наблюдений и систематизации.

Осознание проведения такого синтеза становится понятным, если представить научные достижения на конец 80гг. этого столетия:

- Методы секвенирования – молекулярно-биологические методы определения последовательностей нуклеотидов ДНК и РНК;
- Гипотеза симбиогенеза – происхождение эукариотной клетки;
- Создание новой макросистемы на уровне макротаксонов – царств и империй;
- «Отдаление» даты возникновения жизни на Земле (4,2млрд.) в итоге выявления остатков древней докембрийской жизни;
- Подтверждение гипотезы редупликации генов матричным способом;
- Открытие различных форм рекомбинаций хромосом, инициирующих видообразование;
- Доказательство роли нестабильности геномов в эволюции организмов.

Сегодня эволюционная биология располагает значительной базой для проведения нового эволюционного синтеза, в осуществлении которого многим биологам видится путь к оформлению новой дисциплины – теоретической биологии.

6.2. Происхождение жизни

Одно из главных событий в истории биологии 20 века - выход экспериментальной физико-химической биологии на изучение молекулярного уровня живой природы. Произошло тесное сближение биологии со смежными ей физикой и химией. Это означает, что проблемы, считавшиеся прежде типично биологическими, стали, по существу, проблемами ВСЕГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ. Проблем этих три, и мы назовем их в той последовательности, которая отражает динамику жизни как особого феномена Природы: происхождение жизни; молекулярно-генетический подход к изучению эволюции; молекулярные основы генетической репродукции и процессов обмена веществ. Для всех трех проблем характерен главный момент: ОНИ ПЕРЕСТАЛИ БЫТЬ ЧИСТО БИОЛОГИЧЕСКИМИ, СТАВ ПРОБЛЕМАМИ ВСЕГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ.

Одним из наиболее трудных и в то же время интересных в современном естествознании является вопрос о происхождении жизни. Он интересен не только сам по себе, но и тесной связью с проблемой отличия живого от неживого, а также связью с проблемой эволюции жизни.

Рассмотрение проблемы происхождения жизни обычно начинают с главного вопроса не только биологии, но и всего естествознания: ЧТО ТАКОЕ ЖИЗНЬ? Это и понятно, поскольку расшифровка этого понятия - центральный вопрос на пути к разработке единой теории жизни.

Физика, начиная с первой половины 20 века, оказалась диктатором в насаждении в естествознании своих методов и идей. В разработке же извечного вопроса естествознания "о сущности жизни" было влияние химии. Уже во второй половине 19- начале 20 века химия демонстрировала свою познавательную мощь, проводя глобальный анализ и искусственный синтез веществ самого различного состава и строения, опираясь на собственные законы и методы анализа и синтеза. Это и дало ей право

вторгнуться в область, мучимую поисками ответа на вопрос, а какому конкретно веществу "обязана" жизнь своим происхождением, где оно "сосредоточено" в живой клетке и нельзя ли уже освоенными химией методами, точно его идентифицировать.

В результате из клеточной протоплазмы был выделен некий совокупный носитель свойств, составляющих "жизнь", названный "протеином", и по некоторым свойствам (свертывание при нагревание) оказавшийся сходным с обычным белком куриного яйца. Так возникла легенда об их полной тождественности, а термин "белок" стал равноправным термину "протеин". В результате вопрос о "сущности жизни", ее фундаментальных характеристиках свелся к вопросу о составе, строении и свойствах белка. Всем памятно определение Ф.Энгельса: "Жизнь - это способ существования белковых тел". Следует напомнить, что Ф.Энгельс отнюдь не придавал своему тезису значение бесспорной истины, он пояснял, что "пока о химическом составе белковых тел известно так немного, что этот термин (белковое тело) как более общий, все же заслуживает предпочтения перед всеми другими". Лидерство химии продолжало сохраняться до тех пор, пока сами химики честно признали: белок состоит из "обычных аминокислот", соединенных "обычными" амидными связями и ничего уникального, что позволяло бы говорить о них как о главной субстанции жизни, в них нет. Резонанс от установления этого факта оказался непредсказуемым: зародилась мысль, что само свойство жизни - проявление не химических, а каких-то физических законов. С этого началось бурное проникновение физики, физического мышления в биологию, пик которого приходится на 70-80-е гг. нашего столетия, но отголоски мы слышим и в наши дни. История воздействия физики на теоретическую мысль биологии чрезвычайно богата. Один из примеров, термодинамическая концепция Э.Бауэра, изложенная в труде "Теоретическая биология", опубликованном в 1935 г. Название это не случайно: труд Бауэра - это первая попытка построить целостную теорию

"сущности жизни", используя для этого некоторые фундаментальные положения теоретической физики. Речь, прежде всего, идет об устоявшихся к тому времени термодинамических понятиях "энергия" и "энтропия", которые, согласно Бауэру, проявляют себя в отношении неживых организмов не так, как в отношении неживых тел: в процессе эволюции живого происходило его усложнение, а не деградация, движение не к равновесию (стационарности), а к неравновесию как неотъемлемому свойству существования биологических систем.

"Теоретическая биология" - лишь пример поиска путей к созданию всеохватывающего теоретического знания в биологии, отражение тенденции к заимствованию у соседних наук принципов и законов, которые "могли бы быть" приложимы к объяснению всех проявлений жизни. Законы неравновесной термодинамики для объяснения происхождения и эволюции живого использовали И.Пригожин (1960-70 гг.), а еще раньше Л.фон Берталанфи (1932 г.), Э.Шредингер (1947 г.), У.Эшби (1966 г.). Напомним, что И.Пригожин за свои разработки в области неравновесной термодинамики получил Нобелевскую премию в 1977 г. Столь же показательны в плане привлечения идей и понятий физики для объяснения биологических явлений и труды немецкого физика Г.Хакена, внедрившего в научный лексикон термин синергетика (от греческого слова synergia - совместное действие). Правда, до него термин этот уже был использован английским физиологом Ч.Шеррингтоном еще в 1846 г.

Термодинамика XX века изучает открытые системы в состояниях, далеких от равновесия. Это направление и получило название синергетики, которая сформировала принцип самодвижения в неживой природе, т.е. создание более сложных систем из простых. Синергетика ввела случайность на макроскопический уровень и подтвердила вывод теории относительности о взаимопревращениях вещества и энергии. Вещество – это застывшая энергия. Энтропия – это форма выражения количества связанной энергии, которую имеет вещество. Энергия – это творец, а

энтропия – мера творчества. В синергетике изучается процесс творчества Природы. Синергетика подтверждает вывод: **Энергия творит более высокие уровни организации.**

Как ни странно, именно такие офизиченные понятия составили в 1970-80 е гг. основу теоретической биологии.

Итак, что такое живое и чем оно отличается от неживого.

Есть несколько фундаментальных отличий в вещественном, структурном и функциональных планах. В вещественном плане в состав живого обязательно входят высокоупорядоченные макромолекулярные органические соединения, называемые биополимерами, - белки и нуклеиновые кислоты (ДНК и РНК). В структурном плане живое отличается от неживого клеточным строением. В функциональном плане для живых тел характерно воспроизводство самих себя. Устойчивость и воспроизведение есть и в неживых системах. Но в живых телах имеет место процесс самовоспроизведения. Не что-то воспроизводит их, а они сами. Это принципиально новый момент. Также живые тела отличаются от неживых наличием обмена веществ, способностью к росту и развитию, активной регуляцией своего состава и функций, способностью к движению, раздражимостью, приспособляемостью к среде и т.д. Неотъемлемым свойством живого является деятельность, активность. Однако строго научное разграничение живого и неживого встречает определенные трудности. Имеются как бы переходные формы от нежизни к жизни. Так, например, вирусы вне клеток другого организма не обладают ни одним из атрибутов жизни. У них есть наследственный аппарат, но отсутствуют основные необходимые для обмена веществ ферменты, и поэтому они могут расти и размножаться, лишь проникая в клетки организма - хозяина и используя его ферментные системы. В зависимости от того, какой признак мы считаем самым важным, мы относим вирусы к живым системам или нет.

Существует пять концепций возникновения жизни:

- **Креационизм** - божественное сотворение живого;
- **концепция многократного самопроизвольного зарождения жизни из неживого вещества** (ее придерживался еще Аристотель, который считал, что живое может возникать и в результате разложения почвы);
- **концепция стационарного состояния**, в соответствии с которой жизнь существовала всегда;
- **концепция панспермии** - внеземного происхождения жизни;
- **концепция происхождения жизни на Земле в историческом прошлом в результате процессов, подчиняющихся физическим и химическим законам.**

Первая концепция является религиозной и науке прямого отношения не имеет. Хотя и здесь могут быть всякие "но". Как установил в 1650г. архиепископ Ашер из Арма (Ирландия), бог сотворил мир в октябре 4004 г. до н.э. и закончил свой труд 23 октября в 9 часов утра, создав человека. Исходя из библейской генеалогии, бог потратил на это 6 дней по 24 часа.

Вторую концепцию опроверг изучавший деятельность бактерий французский микробиолог 19 века - Луи Пастер (знакомый нам по слову пастеризация). Он окончательно и неопровержимо доказал невозможность самозарождения современных нам микроорганизмов, т.е. организмов, прошедших самый длительный из всех существующих на Земле организмов путь эволюции, демонстрируя нам уникальную способность приспосабливаться практически к любым условиям среды. Однако Пастер никогда не отрицал возможности самозарождения живого в недрах неживой материи. Эта концепция зародилась и распространилась в древнем Китае, Вавилоне и Египте. Ван Гельмонт (1577-1645) описал эксперимент по созданию мышей за 3 недели из грязной рубашки и пшеницы в темном шкафу.

Третья из-за своей оригинальности и умозрительности всегда имела немного сторонников.

К началу 20 века в науке господствовали две последние концепции. Концепции панспермии, согласно которой жизнь была занесена на Землю извне, опиралась на обнаружение при изучении метеоритов и комет "предшественников живого" - органических соединений, которые возможно сыграли роль "семян". В.И.Вернадский никогда не был сторонником гипотезы панспермии. Его подход к истолкованию проблемы происхождения живого был глубоко индивидуальным: он разделял идею вечности жизни, но не в плане ее космического "перераспределения" между планетами, а в смысле неразрывности материи и жизни. Иными словами, жизнь и материя, по Вернадскому, взаимосвязаны, между ними нет временной последовательности. У концепции появления жизни на Земле в историческом прошлом два варианта.

Согласно одному, **происхождение жизни - результат случайного образования единичной "живой молекулы", в строении которой был заложен весь план дальнейшего развития живого.** Французский биолог Ж. Моно пишет, что "жизнь не следует из законов физики, но совместима с ними. Жизнь - событие, исключительность которого необходимо сознавать".

Согласно другой точке зрения, **происхождение жизни - результат закономерной эволюции материи.** Целая эпоха в истории изучения проблемы происхождения жизни связана с трудами А.И.Опарина и его школы. Это и обязывает коротко напомнить о них, внося некоторые коррективы в их истолкование. Пик исследований Опарина и его научной школы приходится на 1950-70-е гг., хотя основополагающий его труд "Происхождение жизни" был опубликован еще в 1924 г. В нем уже были изложены все те идеи, которые составили основу гипотезы Опарина. Главная из них следующая: *зарождение жизни на Земле - длительный эволюционный процесс становления живой материи в недрах неживой.* Эта концепция получила наибольшее признание в научной среде. В вещественном плане для становления жизни нужен, прежде всего,

углерод. Жизнь на Земле основана на этом элементе, хотя в принципе можно предположить существование жизни и на кремниевой основе. Возможно, где-то во Вселенной существует и "кремниевая цивилизация", но на Земле основой жизни является углерод. Атомы углерода вырабатываются в недрах больших звезд в необходимом для образования жизни количестве. Углерод способен создавать разнообразные (несколько десятков миллионов), подвижные, низкоэлектропроводные, студенистые, насыщенные водой, длинные скрученные цепеобразные структуры. Соединения углерода с водородом, кислородом, азотом, фосфором, серой, железом обладают замечательными каталитическими, строительными, энергетическими, информационными и иными свойствами. Кислород, водород и азот наряду с углеродом можно отнести к "кирпичикам" живого. Клетка состоит на 70% из кислорода, 17% углерода, 10% водорода, 3% азота. Все кирпичики живого принадлежат к наиболее устойчивым и распространенным во Вселенной химическим элементам. Они легко соединяются между собой, вступают в реакции и обладают малым атомным весом. Их соединения легко растворяются в воде. По радиоастрономическим данным органические вещества возникли не только до появления жизни, но и до формирования нашей планеты.

Следовательно, органические вещества абиогенного происхождения присутствовали на Земле уже при ее образовании. При образовании Земли из космической пыли (частиц железа и силикатов - веществ, в состав которых входит кремний) и газа весьма вероятно, что на внешних участках Солнечной системы газы могли конденсироваться. Органические соединения могли синтезироваться и на поверхности пылинок. Жизнь возможна только при определенных физических условиях (температура, присутствие воды, солей и т.д.). Для возникновения жизни нужны определенные диапазоны температуры, влажности, давления, уровни радиации, определенная направленность развития Вселенной и время.

Наша планета - "золотая середина" в Солнечной системе, которая наиболее подходит для зарождения жизни.

- **Возраст Земли около 5 млрд. лет.**
- **Температура поверхности в начальный период была 4000-8000 °C и 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, т.к. гравитационное поле нашей еще недостаточно плотной планеты не могло их удержать. Первичная атмосфера содержала водород (метан) и азот (аммиак).**

Отсутствие в атмосфере кислорода было вероятно необходимым условием возникновения жизни: лабораторные опыты показывают, что органические вещества гораздо легче создаются в восстановительной среде, чем в атмосфере, богатой кислородом. О том, что атмосфера была именно такой, свидетельствуют самые древние горные породы на Земле.

Существуют разные точки зрения на проблему жизни на Земле:

- По мнению В.И.Вернадского жизнь появилась одновременно с образованием Земли.
- А.И.Опарин считал, что периоду развития жизни предшествовал длительный период химической эволюции Земли, во время которого (3-5 млрд. лет назад) образовались сложные органические вещества и протеины.

Таким образом, центральное положение гипотезы Опарина - идея химической эволюции, приведшей к образованию простейших органических соединений из неорганических под воздействием сильнодействующих физико-химических факторов (температура, ультрафиолетовое и рентгеновское облучение, мощные электрические разряды, атмосферное давление). В лаборатории Опарина были синтезированы не только аминокислоты (в смеси формальдегида и солей аммония под воздействием ультрафиолетового облучения), но даже растительные пигменты, например: порфилин из пиррола и формальдегида.

Экспериментально была подтверждена и идея А.Н. Белозерского (1957г.) о роли неорганических полифосфатов в абиогенном синтезе белковоподобных и нуклеоподобных соединений. Как показал Г.Шрамм (1958г.), такие полифосфаты легко вовлекаются в механизмы сопряжения химических реакций (в безводной среде при температурах +55-60⁰ С), приводящих к синтезу биологически активных полисахаридов, пептидов, нуклеотидов и нуклеозидов, полиаденина и полиурацила. Подобного рода эксперименты были в те же годы широко развернуты во многих лабораториях мира. Например, широко известны опыты И.Эльпинера по синтезу всех 20-ти "живых" аминокислот и пептидов; Д. Оро (1963г.) по абиогенному получению аденина, гуанина, пиримидинов, рибозы и дезоксирибозы; С. Поннамперумы (1963г.) по синтезу нуклеотидов, а также превращению аденина в аденозин, аденозина в аденозинмонофосфат, а последнего - в аденозинтрифосфат (АТФ). Центральным вопросом как исследований А.И. Опарина, так и других его зарубежных коллег, всегда был вопрос о характере той предбиологической системы, которая, как предполагалось, предшествовала появлению "живых систем", т.е. субстанций, наделенных признаками жизни.

При истолковании этого вопроса все существующие гипотезы оказались разделенными на две группы по признаку

И характеру доклеточного предка (анцестора) живой природы. Согласно терминологии немецкого цитолога В. Швеммлера (1979г.), *первую группу составили гипотезы, основанные на идее "генобиоза", т.е. утверждающие первичность молекулярной системы со свойствами первичного генетического кода. Вторую группу составили гипотезы, построенные на идее "голобиоза", т.е. первичности структуры, типа клеточной, наделенной способностью к элементарному обмену веществ при участии ферментного механизма.*

Именно ко второй группе следует отнести гипотезу А.И. Опарина. Потому что она построена на описании характера и механизмов

функционирования той предбиологической морфофункциональной системы, которая и послужила предком всего живого. Дело в том, что благодаря исследованиям голландского биохимика Г. Бунгенберга-де-Ионга был уже известен процесс образования коллоидных гелей (от лат. *gelo* - застывание), образующихся при смешении белков и других высокомолекулярных соединений, который автор определил термином "коацервация".

Согласно идее Опарина, образование таких поверхностно обособленных гелевых структур, названных "коацерватами", и было тем центральным событием, которое предшествовало началу биогенеза, т.е. подлинной биологической эволюции на уровне первичной клеточной структуры. Кроме того, способность коацерватов "поглощать" из внешней среды различные органические вещества, в том числе ферменты, обеспечивало их способностью к первичному обмену веществ со средой, а уже функционировавший "естественный отбор" способствовал "выживанию" наиболее устойчивых коацерватных систем. Иными словами, первичная "клеточная" структура, представлявшая собой открытую химическую микроструктуру, уже была наделена способностью к первичному метаболизму, хотя бы на основе функционирования нуклеиновых кислот.

В последние годы представители научной школы А.И. Опарина (Г.А. Деборин, К.Л. Гладилин), оставаясь в основном на позициях его гипотезы, признают нерешительность главного вопроса всей проблемы - о движущих силах саморазвития химических систем и перехода от химической эволюции к биологической. Иными словами, в рамках гипотезы Опарина не удастся объяснить главную проблему: причину того таинственного скачка от неживой материи к живой, который и знаменует собой начало жизни в том "земном" ее виде в котором она нам известна. Естественно возникает вопрос, а предлагались ли какие-либо иные гипотезы происхождения жизни помимо гипотезы А.И. Опарина? И если да, то чем

они от нее отличаются? Если ограничиться рассмотрением гипотез естественнонаучного, в отличие от креационистского (от лат. creatio - создаю), т.е. сверхъестественного истолкования происхождения жизни, о чем подробнее мы скажем, ниже, то следует признать, что все до недавнего времени существовавшие гипотезы различались между собой не только в определении последовательности и характера отдельных стадий эволюционного процесса - зарождение жизни, но и характеристики структурных и функциональных особенностей протобиологической системы, т.е. доклеточного предка (анcestора). Трудность решения этого вопроса объясняется хорошо известным фактом: для саморепродукции нуклеиновых кислот - основы генетического кода - необходимы ферментные белки, а для синтеза белков - нуклеиновые кислоты.

Отсюда предметом дискуссий издавна служили два взаимосвязанных вопроса:

- Что было первичным - белки или нуклеиновые кислоты, т.е., какой из двух гипотез - "голубиоза" или "генобиоза" - следует отдать предпочтение;
- Если принять, что оба эти класса биополимеров возникли не одновременно в составе какой-либо единой структуры, а последовательно, то, на каком этапе и как произошло их объединение в единую систему, способную к функциям передачи генетической информации и регуляции биосинтеза белка? В различии подходов к решению этих вопросов отразилось и многообразие гипотез, освещающих проблему "образа" доклеточного предка.

Известны 3 способа синтеза природных органических веществ:

- В расплавленных глубинах Земли возникающее вещество при извержении вулканов выбрасывается в мировой океан;
- Органическое вещество могло возникать в океане из более простых соединений при воздействии УФ солнца на огромных пространствах в течение огромного промежутка времени. В океане

постепенно накопилось органическое вещество, и образовался «первичный бульон», где и возникла жизнь;

- Органические соединения могли образоваться и во Вселенной из неорганического космического сырья.

В результате действия энергии звезд система переходит в неравновесное состояние, которое и обеспечивают самоорганизацию, усложнение и структуризацию. В этот период в мире властвует случайность и в точках бифуркаций из-за флуктуаций возможно рождение новых качеств (эмергентность).

Переход от сложного органического вещества к простому живому организму пока не ясен.

Ученые выделяют 3 основных этапа перехода от неживого к живому:

1. Этап синтеза исходного органического вещества из неорганических элементов в условиях первичной атмосферы и состояния поверхности ранней Земли;

2. Этап формирования в первичных водоемах Земли из накопившейся массы органики биополимеров, липоидов, углеводов и т.д.;

3. Самоорганизация сложных органических соединений, возникновение на их основе и эволюционное совершенствование процесса обмена веществом и воспроизводство органических структур, завершающееся образованием простейшей клетки.

Сгустки органического вещества требовали мембран для обеспечения стабильности, самовоспроизводства, что могло привести к образованию простейшей клетки. С появлением мембран и получается клетка – «единица жизни», главное структурное отличие живого от неживого. Все процессы, определяющие поведение живого организма протекают в клетках – это тысячи разновидностей химических реакций – питание, обмен веществ, синтез биополимеров, удаление отходов и т.д. Величина клетки изменяется от единиц микрона (10^{-6} метра) до метров (у нервных клеток).

Эволюцию форм жизни можно представить следующим образом:

- **Клетка без ядра**, имеющая нити ДНК (3 млрд. лет назад). Свойства – подвижность, питание, защита от воздействий, размножение, раздражимость, приспособление, рост;
- **Появление ядра в клетке**, т.е. образование второй мембраны (2млрд. лет назад). Одноклеточные организмы с ядром называются простейшими и их различают 25 – 30 тыс. видов. Ядро окружено двухмембранной оболочкой с порами и содержит хромосомы, нуклеоли. Многие простейшие обладают двигательным аппаратом;
- **Многоклеточные организмы** (1 млрд. лет назад). Произошел выбор растительного или животного образа жизни. Важный результат растительной деятельности – фотосинтез – привел к появлению кислорода и росту его содержания. Снижение интенсивности УФ излучения – обратная связь (озон).

К основным свойствам живых систем относят: компактность, способность создания порядка из хаоса, обмен с окружающей средой, обратная связь, структурное разнообразие, наличие прошлого, наследственность, изменчивость, способность к избыточному воспроизводству, самоорганизация (реакции просты, а молекулы сложны).

6.3. Генетика

Генетика – это наука, изучающая закономерности наследственности и изменчивости. **Методы генетики:** *гибридологический, генеалогический, близнецовый, цитогенетический, биохимический, популяционно-статистический* и т.д.

Наследственность – это свойство организмов передавать определенные признаки и свойства. Различают **ядерную** и **цитоплазматическую наследственность**. Носителями ядерной наследственности являются **хромосомы ядра**, а цитоплазматической – **ДНК**

митохондрий и пластид. Материнская наследственность передается от матери потомкам.

Изменчивость – свойство организмов приобретать новые признаки в течение жизни.

Наследственная изменчивость закрепляется в **генотипе** и передается потомкам. К ней относят, прежде всего, **комбинативную** и **мутационную** изменчивости.

Основные генетические понятия

Ген – это участок молекулы ДНК (хромосомы), несущий информацию об определенном признаке или свойстве организма.

Каждый **ген** занимает в хромосоме строго определенное место – **локус**. Так как в соматических клетках большинства эукариотических организмов хромосомы **парные (гомологичные)**, то в каждой из **парных хромосом** находится по **одной копии гена**, отвечающего за определенный признак. Такие гены называют **аллельными**. **Аллельные гены** чаще всего существуют в двух вариантах – **доминантном** и **рецессивном**.

Доминантным называют ген, который проявляется вне зависимости от того, какой ген находится в другой хромосоме, и подавляет развитие признака, кодируемого рецессивным геном.

Рецессивные гены могут проявляться только в том случае, если в обеих парных хромосомах находятся рецессивные гены.

Организм, у которого в обеих гомологичных хромосомах находятся одинаковые гены, называется **гомозиготным** по данному гену или **гомозиготой** (АА, аа, ААВВ, аавв и т.д.), а организм, у которого в обеих гомологичных хромосомах находятся разные варианты гена – **доминантный** и **рецессивный**, – называется **гетерозиготным** по данному гену или **гетерозиготой** (Аа, АаВв и т.д.).

Хромосомная теория наследственности – учение о локализации наследственных факторов в хромосомах, разработанное **Т.Морганом**.

Основные положения теории:

1) **гены** находятся в **хромосомах**. Гены одной хромосомы наследуются сцеплено и называются группой сцепления. Количество групп сцепления у организма равно **гаплоидному (одинарному)** набору хромосом;

2) каждый ген занимает в хромосоме строго определенное место – **локус**;

3) **гены** в хромосомах расположены **линейно**;

4) **нарушение сцепления** происходит только в результате **кроссинговера** (взаимный обмен гомологичными участками гомологичных хромосом в результате разрыва и соединения в новом порядке их хроматид);

5) **независимое наследование** характерно только для **генов**, находящихся в негомологичных хромосомах.

Законы Менделя

Закон чистоты гамет: при **гаметогенезе** гены одной пары разделяются, то есть каждая **гамета** несет только **один вариант гена**.

Цитологической основой закона чистоты гамет является процесс **мейоза** (способ деления клеток; в результате **мейоза** образуются половые клетки), при котором к противоположным полюсам клетки расходятся гомологичные хромосомы несущие **доминантные** или **рецессивные** аллели данного гена.

Первый закон Менделя (закон доминирования, закон единообразия гибридов первого поколения): при скрещивании **гомозиготных** родительских форм, отличающихся по одному признаку, все гибриды первого поколения будут **единообразны** как по **генотипу**, так и по **фенотипу**.

Второй закон Менделя (закон расщепления): при скрещивании **гетерозиготных** гибридов первого поколения в потомстве будет наблюдаться преобладание одного из признаков в соотношении **3:1** по **фенотипу** (**1:2:1** при неполном доминировании).

Третий закон Менделя (закон независимого наследования признаков): при скрещивании *гомозиготных* родительских форм, отличающихся по двум признакам, во втором поколении будет происходить независимое расщепление этих признаков в соотношении **3:1** (9:3:3:1 при дигибридном скрещивании).

Закон сцепления (закон Моргана)

Сцепленные гены, расположенные в одной хромосоме, наследуются совместно (сцеплено).

Буквенная символика по Г.Менделю

P (лат. «парентос» -родители). Родительские организмы, взятые для скрещивания, отличающиеся наследственными признаками.

F (лат. «филии» - дети). Гибридное потомство.

A – доминантный признак желтой окраски семян гороха.

a – рецессивный признак желтой окраски семян гороха.

B - доминантный признак гладкой поверхности семян гороха.

b – рецессивный признак морщинистой поверхности семян гороха.

Aa – аллельные гены окраски.

Bb – аллельные гены характера поверхности.

AA – доминантная гомозигота.

aa – рецессивная гомозигота.

Aa – гетерозигота при моногибридном скрещивании.

AaBb – гетерозигота при дигибридном скрещивании.

Некоторые правила, помогающие при решении генетических задач

Правило первое. Если при скрещивании двух фенотипически одинаковых особей в их потомстве наблюдается расщепление признаков, то эти особи гетерозиготны.

Правило второе. Если в результате скрещивания особей, отличающихся фенотипически по одной паре признаков, получается потомство, у которого наблюдается расщепление по этой же паре

признаков, то одна из родительских особей была гетерозиготна, а другая – гомозиготна по рецессивному признаку.

Правило третье. Если при скрещивании фенотипически одинаковых (по одной паре признаков) особей в первом поколении гибридов происходит расщепление признаков на три фенотипические группы в отношениях 1:2:1, то это свидетельствует о неполном доминировании и о том, что родительские особи гетерозиготны.

Правило четвертое.

Если при скрещивании двух фенотипически одинаковых особей в потомстве происходит расщепление признаков в соотношении 9:3:3:1, то исходные особи были дигетерозиготными.

Правило пятое. Если при скрещивании двух фенотипически одинаковых особей в потомстве происходит расщепление признаков в соотношении 9:3:4, 9:6:1, 9:7, 12:3:1, 13:3, 15:1, то это свидетельствует о явлении взаимодействия генов; при этом расщепление в отношениях 9:3:4, 9:6:1 и 9:7 свидетельствует о комплементарном взаимодействии генов, (Комплементарность – один из видов взаимодействия неаллельных генов, при котором эти гены дополняют действие друг друга, и признак формируется лишь при одновременном действии обоих генов), а расщепление в отношениях **12:3:1, 13:3 и 15:1** – об эпистатическом взаимодействии (**Эпистаз – вид взаимодействия генов, при котором один из генов полностью подавляет действие другого гена.** Эпистаз может быть, как доминантным, так и рецессивным).

Тест

1. Дайте определение биологии как науки:

1. Это совокупность наук о взаимодействии человека и окружающей его среды;

2. Это совокупность наук о живой природе (о многообразии живых существ, их строении и функциях, происхождении, распространении и развитии жизни);

3. Это совокупность наук о влиянии общества на взаимодействие с природой.

2. Назовите особенность традиционной биологии и ее объект:

1. Создание естественных классификаций живой природы и живая природа;

2. Создание искусственных классификаций природы и живая природа;

3. Таксономия природы и живая природа в ее естественном состоянии и целостности.

3. Чьи первые попытки систематизации природы известны человечеству?

1. Гиппократ;

2. Гален;

3. Аристотель;

4. К.Линней;

5. М.Адансон;

6. Ж.Ламарк.

4. Какой вид таксономии природы возник раньше?

1. Искусственная систематизация живого мира;

2. Естественная классификация живых систем;

3. Числовая таксономия Адансона.

5. Естественная таксономия природы основана на:

1. Теории эволюции и исходит из сходства форм, общности происхождения и родства;

2. Описании многочисленных видов животных и растений неизменных в своей эволюции и имеющие только внешнее - сходство признаков.

6. Важнейшая роль нуклеиновых кислот состоит в:

1. Участии в процессе обмена веществ;
2. Хранении и передаче наследственной информации;
3. Участии в процессе фотосинтеза;
4. Переваривании пищи.

7. Что такое органоген?

1. Это основа живых систем;
2. Это соединение определяющее наследственностью;
3. Это вещества, участвующие в обмене веществ организмов.

8. Отметьте элементы - органогены:

1. Углерод, водород, азот;
2. Углерод, водород, азот, натрий, калий, железо;
3. Углерод, водород, кислород, азот, фосфор, сера;
4. Углерод, водород, кислород, кремний, хлор, цинк.

9. Какой химический элемент присутствует во всех органических соединениях?

1. кислород;
2. водород;
3. углерод;
4. азот;
5. фосфор;

6. сера.

10. Какие способы деления клеток существуют?(2)

1. Митоз;
2. Лейкоз;
3. Мейоз;
4. Литоз.

11. Деление клеточного ядра, при котором образуются два дочерних ядра с наборами хромосом, идентичных наборам родительских клеток является:

1. Одним из двух способов деления клетки;
2. Одним единственным способом деления клетки;
3. Одним из трех возможных методов деления клетки;

12. Выберите способ деления половых клеток:

1. Деление клеточного ядра с образованием четырех дочерних ядер, каждое из которых содержит вдвое меньше хромосом, чем исходное ядро (мейоз);

2. Деление клеточного ядра, при котором образуются два дочерних ядра с наборами хромосом, идентичными наборам родительских клеток.

13. Что является материальным носителем наследственной информации?

1. ДНК;
2. РНК;
3. Хромосома.

14. Какие функции выполняют нуклеиновые кислоты?(3)

1. Самовоспроизведение;

2. Транспорт;
3. Хранение;
4. Модернизация;
5. Реализация этой информации в процессе роста новых клеток.

15. Репликация, транскрипция и трансляция - это:

1. Составные части процесса воспроизводства;
2. Составные части процесса хранения;
3. Составные части процесса транспорта;
4. Составные части процесса реализации этой информации.

16. Роль бактерий в природе характеризуется тем, что они(3)

1. играют важную роль в плодородии почвы;
2. принимают участие в биологической очистке воды;
3. позволяют получать многие полезные для человека органические соединения;
4. не вызывают никаких инфекций;
5. существуют изолированно от других организмов.

17. В результате процесса гаметогенеза образуются(2):

1. яйцеклетки;
2. сперматозоиды;
3. клетки печени;
4. эпителиальные клетки;
5. красные кровяные тельца.

18. Основные царства клеточных организмов(3):

1. водоросли;
2. животные;
3. растения;

4. грибы;
5. млекопитающие;
6. археобактерии (археи).

19. Биополимерами в клетке являются(3):

1. нуклеиновые кислоты;
2. белки;
3. полисахариды;
4. АТФ;
5. жиры;
6. аминокислоты и жирные кислоты.

20. Какое строение имеет живая материя?

1. Протеиновое;
2. Углеродное;
3. Клеточное.

21. Основными биологическими макромолекулами являются(2):

1. белки;
2. нуклеиновые кислоты;
3. липиды;
4. углеводы;
5. минеральные соли.

22. Дайте определение физиологии как науки:

1. Это наука о жизнедеятельности здорового человека и функциях его составных частей клеток, тканей, органов и систем;
2. Это наука о изменении физиологических функций работающего в процессе трудовой деятельности;

3. Это наука изучающая психические процессы, которые являются особой высшей формой отражения действительности;

4. Это наука функциональных возможностях человека в процессе деятельности с целью создания эффективных, безопасных и комфортных условий.

23. Кто является основоположником физиологии?

1. Уильям Гарвей;
2. Э.Хаксли;
3. В.А.Энгельгардт.

24. Кто разработал учение об условных рефлексах?

1. И.П.Павлов;
2. И.М.Сеченов;
3. Ч.Шеррингтон.

25. Анаболизм и катаболизм являются:

1. Двумя группами процессов метаболизма;
2. Это процессы биосинтеза органических веществ;
3. Это процессы расщепления сложных молекул до простых веществ с образованием энергии в виде АТФ.

26. Ферментами называют:

1. Биологические катализаторы;
2. некоторые витамины;
3. специальные продукты питания;
4. вещества, синтезируемые живыми организмами.

27. Есть несколько фундаментальных отличий живого от неживого:(3)

1. В вещественном плане;

2. В материальном плане;
3. В структурном плане;
4. В синергетическом плане;
5. В функциональном плане;
6. В целевом плане.

28. В функциональном плане для живого организма характерно:(3)

1. Воспроизводство самих себя;
2. Естественный отбор;
3. Изменчивость;
4. Обмен веществ;
5. Приспособление.

29. Химическую основу жизни составляют:

1. Витамины;
2. Аминокислоты;
3. Жиры и углеводы;
4. Белки и нуклеиновые кислоты.

30. Основные признаки жизни являются:(3)

1. Способность к самоорганизации;
2. Способность к мышлению;
3. Способность к самовоспроизведению;
4. Способность к движению.

31. Функции белков это:(3)

1. Расщепление питательных веществ;
2. Выполнение роли переносчиков;
3. Защитная;
4. Хранение генетической информации;

5. Зарождение следующего поколения.

32. Почему клетку можно считать живым организмом. Потому что она обладает:(3)

1. Способностью к термодинамическим реакциям;
2. Способностью к обмену веществ;
3. Способностью к размножению;
4. Способностью двигаться;
5. Способность к антогонизму.

33. Братья и сестры, родившиеся одновременно, но развившиеся из разных яйцеклеток, являются ... близнецами

1. разнаяйцевыми;
2. гетерозиготными;
3. однайцевыми;
4. монозиготными;
5. полиэмбрионными.

34. Индивидуальное развитие организмов, охватывающее все изменения от зарождения до смерти, называются:

1. изменчивость;
2. онтогенез;
3. эволюция;
4. филогенез.

35. Высший отдел ЦНС, с функциями которого у человека связаны память, мыслительная и речевая деятельность - это:

1. серое вещество мозжечка;
2. продолговатый мозг;
3. кора больших полушарий;

4.серое вещество подкорковых центров.

36. Выберите ряд уровней организации живого от высшего к низшему:

1. биогеоценоз → биоценоз → биосфера;
2. биосфера → биогеоценоз → биоценоз;
3. вид → биоценоз → биогеоценоз.

37. Выберите ряд уровней организации живого от низшего к высшему:

1. биогеоценоз → биоценоз → биосфера;
2. биосфера → биогеоценоз → биоценоз;
3. вид → биоценоз → биогеоценоз.

38. Наивысшей лабильностью среди органоенов обладает:

1. сера;
2. водород;
3. азот;
4. углерод;
5. кислород;
6. фосфор.

39. Как называется нуклеотид, играющий наиважнейшую роль в энергетике клетки?

1. рибонуклеиновая кислота (РНК);
2. дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК);
3. аденозинтрифосфорная кислота (АТФ);
4. фермент.

40. Не имеющие клеточного строения простейшие формы жизни (организмы), состоящие из нуклеиновой кислоты и белковой оболочки, это:

1. вирусы;
2. бактерии
3. грибы;
4. инфузории;
5. протисты;
6. водоросли.

41. Класс животных, у которых поддерживается постоянная температура тела, это:

1. земноводные;
2. млекопитающие;
3. пресмыкающиеся;
4. насекомые;
5. протисты.

42. Фермент, придающий зеленую окраску растениям под действием солнечных лучей, это:

1. белок;
2. нуклеиновая кислота;
3. хлорофилл;
4. дезоксирибоза;
5. рибоза.

43. В химический состав белков живых организмов входит:

1. 12 видов аминокислот;
2. 15 видов аминокислот;
3. 20 видов аминокислот;

4. 27 видов аминокислот;
5. 120 видов аминокислот.

44. Организмы, которым свойственно неклеточное строение, а их жизнедеятельность проявляется в клетках других организмов, относят к группе:

1. бактерий;
2. вирусов;
3. водорослей;
4. простейших;
5. радиолярий.

45. Единицей размножения организмов является:

1. ядро;
2. цитоплазма;
3. клетка;
4. митохондрия;
5. аппарат Гольджи.

46. Признаки жизнедеятельности вне клеток других организмов не проявляются у:

1. простейших;
2. вирусов;
3. микробов;
4. сине-зеленых водорослей.

47. Основным источником энергии в организме являются:

1. витамин С
2. углеводы;
3. витамины В;

4. гормоны.

48. Какой перечень биологических наук соответствует наукам по уровням организации живой материи:

1. анатомия, физиология, бактериология;
2. анатомия, гистология, цитология;
3. эмбриология, генетика, вирусология;
4. гистология, физиология, бактериология.

49. Специфический протеин, играющий роль катализатора в живых организмах, это:

1. фермент;
2. нуклеиновая кислота;
3. хлорофилл;
4. белок;
5. липид.

50. Установите соответствие между характерной чертой живых систем и одним из проявлений этой черты:

1. Поведение и свойства живой системы определяются структурой системы, а не только свойствами ее отдельных частей;
2. Любая живая система состоит из множества элементов (подсистем).
3. Протекание процессов метаболизма в клетке;
4. Любая составная часть организма имеет специальное назначение и выполняет строго определенную функцию.

А) иерархичность;

Б) открытость;

В) целостность.

Ответы:

- 1) 1-А, 2-В, 3-Б;
- 2) 1-В, 2-А, 3-Б;
- 3) 1-Б, 2- В, 4-А.

51. Установите соответствие между особенностями атома углерода и обусловленными ими свойствами органических молекул:

1. Способность атомов углерода связываться друг с другом различными способами;
2. Образование лабильных, относительно непрочных связей с кислородом, азотом, серой, фосфором;
3. Способность образовывать высокомолекулярные соединения.

А) Многообразие органических молекул;

Б) Химическая активность органических молекул;

В) Высокая прочность связей в органических молекулах, приводящая к малой химической активности;

Г) Образование надмолекулярных структур, которые определяют функциональную активность биополимеров.

Ответы:

- 1) 1-А, 2- Б, 3- Г;
- 2) 1- Б, 2- Г, 3- А;
- 3) 1- В, 2- А, 3- Б;
- 4) 1- А, 2- Б, 3- В.

52. Критерии определения (сущности) жизни, это (2):

1. обмен веществ (метаболизм);
2. наличие белков;
3. наличие жидкокристаллической структуры.

53. Назовите физико-химические методы исследования, которые не нарушают прижизненную целостность организмов:(3)

1. Метод меченных атомов;
2. Методы рентгеноструктурного анализа и электронной микроскопии;
3. Методы фракционирования;
4. Методы прижизненного анализа;
5. Компьютерная диагностика.

54. Клеточная теория создана:

1. Шлейденом и Шванном;
2. Ламарком;
3. Линнеем;
4. Лавуазье.

55. Установите соответствие между структурой биополимера и функцией, которая связана с ней:

1. Первичная структура белка;
2. Надмолекулярная структура белка;
3. Комплементарность цепей вторичной структуры белка.

А) носитель конкретной биологической информации;

Б) обеспечивает хранение и передачу наследственной информации;

В) определяет специфические биологические функции белковой молекулы.

Ответы:

- 1) 1- В, 2- А, 3- Б;
- 2) 1- А, 2- В, 3- Б;
- 3) 1- Б, 2- А, 3- В;
- 4) 1- В, 2- Б, 3- А.

56. Дезоксирибонуклеиновая кислота – основа:

1. оптических волокон;
2. ферментации в пищевой промышленности;
3. ядерного синтеза;
4. фотосинтеза;
5. генетического кода.

Контрольные вопросы

1. Биология – как наука и ее структура.
2. Естественная и искусственная таксономии.
3. Основные направления биологических исследований.
4. Основные обобщения биологии.
5. Аксиомы биологии.
6. Традиционная или натуралистическая биология.
7. Физико-химическая или молекулярная биология.
8. Основные методы исследования молекулярной биологии.
9. Основные проблемы биологии.
10. История развития эволюционных идей.
11. Предпосылки возникновения теории Дарвина.
12. Дарвинизм, основные положения и принципы. Виды антидарвинизма.
13. Синтетическая теория эволюции.
14. Основные положения и законы эволюции.
15. Два уровня эволюции (макро- и микро-) и ее принципы.
16. Изменчивость и ее виды.
17. Естественный отбор и его виды.
18. Система живой природы.
19. Сущность живого и неживого.
20. Гипотезы происхождения жизни.

21. Структурные уровни организации живого.
22. Этапы биохимической эволюции.
23. Структура белков и нуклеиновых кислот. Основные свойства – хиральность, комплементарность.
24. Система обмена веществ.
25. Система воспроизводства.
26. Первичная, вторичная, третичная структуры биополимеров.
27. Основные функции биополимеров.
28. Генные механизмы: транскрипция, трансляция и репликация.
29. Будущее генной инженерии.

ГЛАВА 7

ПРИНЦИПЫ ЦЕЛОСТНОСТИ И СИСТЕМНОСТИ В ЕСТЕСТВОЗНАНИИ

Из астрономических наблюдений за удаленными галактиками следует, что наша *Вселенная расширяется*. По *закону Хаббла* скорость удаления галактик прямо пропорциональна расстоянию между ними, т.е. $v = Hr$, где H - постоянная Хаббла ($H = 75 \text{ км} / (\text{с Мпк})$);

$1 \text{ Мпк} = 10^6 \text{ пк}$; $1 \text{ парсек (пк)} = 3.3 \text{ световых года}$; световой год – это расстояние, проходимое светом в вакууме за один земной год и равное примерно 10^{16} м .

Постоянная Хаббла

$$H = 1 / \tau, \quad (1)$$

где τ - время жизни нашей Вселенной, составляющее по современным оценкам *около 15 млрд. лет*.

Определение скорости удаления галактики в астрономических наблюдениях основано на *эффекте Доплера* и измерении красного смещения всех линий в спектре излучения галактики.

Скорость распространения света не зависит от того, в покое или движении находится источник света или наблюдатель. Однако длины волн, которые принимает наблюдатель в случае покоящегося (λ_0) или движущегося (λ) источника, различны, и их разность дает так называемое *доплеровское смещение длины волны*:

$$\Delta \lambda = \lambda - \lambda_0 \quad (2)$$

При скоростях объектов, значительно меньших скорости света, справедливо выражение:

$$(\lambda - \lambda_0) / \lambda_0 = \zeta = v / c, \quad (3)$$

где ζ - относительное смещение спектральных линий; v – скорость объекта, излучающего свет.

Сдвиг линий в красную область спектра (красные смещения) дает $\zeta > 0$ и соответствует удалению объекта.

Для больших скоростей объекта, сравнимых со скоростью света:

$$\zeta = \frac{1 + v/c}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} - 1. \quad (4)$$

Тест

1. Расширение Вселенной на текущем этапе ее развития подтверждается наблюдением:

1. Черных дыр;
2. Изменения рисунка созвездий с течением времени;
3. Движения искусственных космических аппаратов;
4. Красного смещения в спектрах удаленных галактик.

2. Согласно современным теориям существенной причиной высокой светимости звезд является:

1. разогрев за счет падения метеоритов;
2. разогрев звезд и светимость за счет расширения;
3. термоядерные реакции;
4. химические превращения веществ.

3. Выберите трактовку слабого антропного принципа:

1. То, что мы предполагаем наблюдать, должно удовлетворять условиям, необходимым для присутствия человека в качестве наблюдателя;
2. Вселенная должна быть такой, чтобы в ней на некоторой стадии эволюции мог существовать наблюдатель.

4. Насколько возможна "тонкая подстройка Вселенной"?

1. Маловероятна и случайна, но произошла;
2. Только она и возможна в соответствии с Лапласовским детерминизмом;

3. Невозможна.

5. Вывод известного математика прошлого столетия А. Фридмана о развитии Вселенной заключался в том, что:

1. Вселенная должна расширяться;
2. Вселенная должна сжиматься;
3. Вселенная должна либо расширяться, либо сжиматься;
4. Вселенная неизменна.

6. Кто впервые указал возможный путь нуклеосинтеза (процесс нерезонансного захвата нейтрона протоном)?

1. Американский физик Г.А.Гамов;
2. Английский ученый А.А.Пензиас;
3. Английский астрофизик Ф.Хойл;
4. Американский астроном Э.Хаббл.

7. С какими "магическими числами" связан барьер на пути нуклеосинтеза?

1. Три и шесть;
2. Пять и восемь;
3. Три и семь.

8. В какой момент своей эволюции Вселенная стала прозрачной?

1. Когда прекратилось взаимодействие электронов с фотонами и барионным веществом, а далее возникло реликтовое излучение;

2. Когда радиус Вселенной достиг 100 млн.парсек, плотность вещества снизилась до 10^{-19} кг/м³, температура 30000К;

3. Когда электроны соединились с ядрами.

9. Реликтовое излучение обнаружили:

1. Хаббл Э;
2. Пензиас А. и Вильсон Р.;
3. Гамов Г.

10. Гипотеза звездного нуклеосинтеза, предложенная Ф.Хойлом была экспериментально подтверждена в опытах:

1. У.Фаулера;
2. И.Бальмера;
3. Г.Мозли.

11. Как называются туманности неправильной, клочковатой формы?

1. Диффузными;
2. Планетарными;
3. Спиралевидными.

12. Основная идея инфляционной теории состоит в том, что:

1. Расширение Вселенной и ее эволюция рассматриваются из состояния - "физический вакуум";
2. В результате инфляции Вселенная разогрелась до "большого взрыва" и далее через точки бифуркаций в реальный мир эволюционировали реальные частицы материи.

13. Радиус Солнца близок к:

1. 100 млн. км;
2. 10 млн. км;
3. 1 млн. км;
4. 100 тыс. км;

5. 10 тыс. км.

14. Число планет в Солнечной системе - _____

1. 9;
2. 8;
3. 7;
4. 6.

15. Открытое в 70-е годы 20 века реликтовое излучение, то есть микроволновое фоновое излучение, является наблюдательным подтверждением модели:

1. сжимающейся Вселенной;
2. стационарного состояния Вселенной;
3. пульсирующей Вселенной;
4. Большого Взрыва.

16. Общая теория относительности предсказывает существование во Вселенной сверхмассивных объектов, вблизи которых (на расстоянии гравитационного радиуса)(2):

1. пространство и время приобретают относительный характер;
2. время практически останавливается для наблюдателя со стороны;
3. излучение не может их покинуть;
4. время меняет направление.

17. Космология - это наука о (об):

1. Вселенной в целом, ее свойствах и эволюции;
2. происхождении и развитии небесных тел;
3. происхождении жизни и разума во Вселенной;
4. устройства Солнечной системы.

18. По современным научным представлениям, наша Вселенная возникла из:

1. продуктов взрыва предшествующей Вселенной;
2. квантовых флуктуаций физического вакуума;
3. холодной абсолютной пустоты;
4. материи, сотворенной Богом.

19. Теория горячей Вселенной (теория Большого Взрыва) подтверждается обнаружением предсказанного ею:

1. реликтового излучения, заполняющего Вселенную;
2. ускоряющегося расширения Вселенной;
3. разбегания галактик;
4. мирового эфира.

20. Принципы универсального эволюционизма включают следующие положения(2):

1. Знание законов эволюции и самоорганизации позволяет точно предвидеть будущее;
2. Во всех мировых процессах присутствуют фундаментальные и неустранимые факторы случайности неопределённости;
3. Случайность и неопределенность не играют сколько-нибудь существенной роли в эволюции Вселенной и её структур;
4. Прошлое влияет на будущее, но не определяет его.

21. Сингулярность – это:

1. «черная дыра»;
2. сверхплотная материя;
3. начальное состояние Вселенной, характеризующееся бесконечной плотностью массы и бесконечной кривизной;
4. большой взрыв.

22. «Красное смещение»- это:

1. понижение частот электромагнитного излучения, идущего от звезд;
2. излучение красных гигантов;
3. изменение излучения, идущего от ядер галактик;
4. особое излучение самых дальних звезд.

23. Наибольшим объектом в Мегамире является:

1. метагалактика;
2. звездная система;
3. звезда;
4. Вселенная.

24. Согласно модели Большого взрыва, все вещество Вселенной в начальный момент было сосредоточено в крайне небольшом объеме с бесконечно высокой плотностью. Такое состояние называется:

1. сингулярностью;
2. точкой бифуркации;
3. хиральностью;
4. комплементарностью.

25. «Черные дыры» обладают рядом свойств, а именно(2):

1. время на поверхности сферы, ограниченной гравитационным радиусом, останавливается;
2. они недоступны для непосредственного наблюдения;
3. они излучают лишь в инфракрасном диапазоне;
4. вращаясь с высокой скоростью, они испускают пучки электромагнитного излучения.

26. Основателем космологических моделей на основе общей теории относительности стал:

1. Эйнштейн;
2. Гамов;
3. Фридман;
4. Хаббл;
5. Эддингтон;
6. Лемэтр.

27. Законы движения планет были установлены:

1. Джордано Бруно;
2. Иоганном Кеплером;
3. Галилео Галилеем;
4. Тихо Браге;
5. Исааком Ньютоном;
6. Рене Декартом.

28. Без какого фундаментального принципа невозможно обойтись при построении общей теории относительности (теории тяготения Эйнштейна)?

1. релятивистского принципа относительности;
2. принципа, утверждающего соответствие между массой частицы и ее волной;
3. принципа тождественности тяжелой и инертной масс;
4. принципа относительности к средствам наблюдения.

29. Укажите время (столетие) астрономических открытий Коперника и Бруно:

1. XIII век;
2. XVI век;
3. XVII век;
4. XV век.

30. Какой коэффициент (постоянная) связывает частоту и энергию космического излучения:

1. коэффициент Лоренца;
2. постоянная Планка;
3. постоянная Хаббла;
4. постоянная Стефана-Больцмана;
5. постоянная Больцмана.

31. Реликтовое излучение, как физическое явление — это:

1. космическое фоновое излучение, следствие взрыва ранней горячей Вселенной;
2. инфракрасное излучение из центра Галактики;
3. излучение реликтовых звезд;
4. межгалактическое излучение сверхновых звезд;
5. инфракрасное излучение звезд.

32. Под понятием *Метагалактика* в современной космологии понимается:

1. первая сотня ближайших к нам галактик;
2. сосредоточие черных дыр Вселенной;
3. доступные для наблюдения квазары Вселенной;
4. доступная для наблюдения Вселенная.

33. Из всех форм существования вещества самой распространенной формой во Вселенной является:

1. жидкость;
2. газ;
3. плазма;
4. твердое тело;
5. «планковский бульон»;

6. черные дыры.

34. Как космический объект, астрономически наблюдаемая туманность Андромеды — это:

1. ближайшая к нашей Галактике гигантская галактика;
2. межзвездное облако пыли и газа в нашей Галактике;
3. межгалактическое облако из пыли и газа;
4. одна из туманностей Млечного пути;
5. местное скопление галактик;
6. сверхскопление галактик.

35. Чем обусловлена смена времен года на Земле?

1. изменением расстояния от Земли до Солнца в течение года;
2. изменением ориентации земной оси по отношению к Полярной Звезде;
3. движением Земли вокруг Солнца и наклоном оси вращения Земли к плоскости орбиты;
4. вращение Земли вокруг своей оси.

36. Вывод о возможной нестационарности Вселенной в рамках теории тяготения Эйнштейна впервые теоретически установил:

1. Эйнштейн;
2. Хаббл;
3. Фридман;
4. Гамов;
5. Эддингтон;
6. Лемэтр.

37. Метагалактика, как динамическая система, по современным астрономическим наблюдениям:

1. стационарна;
2. пульсирует;
3. сжимается;
4. расширяется.

38. Одна из возможных стадий эволюции звезд приводит к образованию:

1. нейтринных звезд;
2. черных дыр;
3. протонных звезд;
4. позитронных звезд.

39. К какому классу звезд относится наше Солнце?

1. белым карликам;
2. голубым гигантам;
3. желтым карликам;
4. желтым гигантам.

40. Какой интервал возраста Вселенной признается современной наукой наиболее точным?

1. (4-8) млрд лет;
2. (20-30) млрд лет;
3. (13-17) млрд лет;
4. (9-13) млрд лет.

41. Эпоха рекомбинации в истории возникновения химических элементов во вселенной наступила:

1. по окончании первых 3 минут после «большого взрыва»;
2. через миллиардную долю секунды после «большого взрыва»;
3. к окончанию первого миллиона лет после «большого взрыва»;

4. при образовании первых звезд;
5. в момент взрыва звезды как сверхновой;
6. в момент образования первых черных дыр.

42. Эпоха рекомбинации в эволюции химических элементов это время:

1. раздельного существования электронов, протонов и нейтронов микромира;
2. отрыва электронов от ядер атомов водорода и гелия и начало их свободного движения в пространстве в качестве космических лучей;
3. захвата и удержания электронов ядрами атомов водорода и гелия;
4. захвата и удержания фотонов в атомах водорода и гелия;
5. захвата и удержания протонами свободных нейтронов.

43. Какие химические элементы образовались в эпоху рекомбинации?

1. все атомы 1-й группы таблицы элементов;
2. только изотопы водорода;
3. все органогены;
4. водород, литий, бор;
5. водород, гелий;
6. атомы группы железа.

44. Основной чертой (характеристикой) глобального эволюционизма является:

1. разрушение упорядоченности систем и переход к хаосу;
2. направленность развития на структурную упорядоченность;
3. направленность изменений в область странных аттракторов;
4. приобретение системой эмерджентных свойств.

Контрольные вопросы

1. Понятие космологии.
2. Взаимосвязь элементов Вселенной.
3. Структура Вселенной и ее эволюция.
4. Сущность «Тонкой подстройки» Вселенной.
5. Сильный и слабый Антропные принципы.
6. Развитие теорий происхождения и эволюции Вселенной.
7. Математическая теория эволюции Вселенной.
8. Работы Гамова, Фридмана, Пензиаса, Вильсона, Хаббла о эволюции Вселенной.
9. Этапы и стадии эволюции Вселенной по гипотезе «Большого взрыва».
10. Рекомбинация и реликтовое излучение.
11. Расширение и красное смещение.
12. «Черные дыры» Вселенной и их роль.

ГЛОССАРИЙ

А

Аспект - (латинское слово *aspectus*)- вид, взгляд, точка зрения, с которой рассматриваются явления, понятия.

Аннигиляционная энергия – полная энергия системы «вещество-антивещество», освобождающаяся в процессе их соединения и аннигиляции (взаимного уничтожения).

Аморфные тела - это тела, которые не имеют строгой повторяемости во всех направлениях основных структурных ячеек кристаллической решетки.

Б

Барионы - тяжелые частицы, масса которых превышает тысячу масс электрона и в состав которых входят: протоны, нейтроны, гипероны и многие другие.

В

Вакуумная энергия – энергия высвобождения материи при возбуждении вакуума, возникающего при высокой степени сжатия.

Вторичные материальные ресурсы - это отходы производства, отходы потребления и побочные продукты.

Вспомогательные материалы – материалы, которые не входят в состав продукции, но способствуют ее получению.

Г

Гравитационная энергия – потенциальная энергия ультраслабого взаимодействия всех тел, пропорциональная их массам.

Гравитонная энергия – энергия движения гравитонов.

Генетика – это наука, изучающая закономерности наследственности и изменчивости. статистический и т.д.

Ген – это участок молекулы ДНК (хромосомы), несущий информацию об определенном признаке или свойстве организма.

Д

Дым (взвесь) - неоднородная система, состоящая из газовой сплошной фазы и твердой распределенной фазы.

Доминантным называют ***ген***, который проявляется вне зависимости от того, какой ген находится в другой хромосоме, и подавляет развитие признака, кодируемого рецессивным геном.

Е

Естествознание - это наука об естестве, бытие, природе; это система наук о природе; система естественных наук, взятых в их взаимосвязи как целое.

З

Закон всемирного тяготения - Сила взаимного притяжения любых двух тел, размеры которых гораздо меньше расстояния между ними, пропорциональна произведению масс этих тел и обратно пропорциональна квадрату расстояния между этими телами.

Закон Кулона - Сила взаимодействия неподвижных заряженных тел прямо пропорциональна произведению их зарядов и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними.

Закон Ампера - Сила взаимодействия движущихся зарядов пропорциональна произведению этих зарядов, обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними, как и в законе Кулона, но, сверх того, еще зависит от скоростей этих зарядов и направления их движения.

Закон сохранения энергии – фундаментальный закон природы: энергия никогда не исчезает и не появляется вновь, она лишь превращается из одного вида в другой.

Закон сохранения импульса: импульс замкнутой системы сохраняется т.е не изменяется с течением времени.

Закон сохранения момента импульса: момент импульса замкнутой системы сохраняется т.е не изменяется с течением времени.

Закон сохранения массы - масса поступающих на переработку веществ должна быть равна массе веществ, получаемых в результате проведения процесса.

И

Историчность - это рассмотрение явлений, событий, науки в историческом плане.

Измерение – это процесс определения количественных значений тех или иных свойств, сторон изучаемого объекта, явления с помощью специальных технических средств.

Истина – правильное, адекватное отражение предметов и явлений действительности познающим субъектом, воспроизводящее их так, как они существуют вне и независимо от сознания.

Информационная энтропия – это мера неопределенности сообщения.

Изотропность - одинаковость физических свойств по всем направлениям.

Изменчивость – свойство организмов приобретать новые признаки в течение жизни.

Неизменность физических величин или свойств природных объектов при переходе от одной СО к другой носит название **инвариантность**.

К

Катализаторы – это вещества, изменяющие скорость реакции за счет вступления с участниками реакции в промежуточное взаимодействие, но восстанавливающие после каждого цикла промежуточного взаимодействия свой химический состав.

Культура – это совокупность созданных человеком материальных и духовных ценностей, а также сама человеческая способность эти ценности производить и использовать.

Л

Лептоны - легкие частицы (электрон и нейтрино).

М

Материя есть философская категория для обозначения объективности реальности, которая дана человеку в ощущениях его, которая копируется, фотографируется, отображается нашими ощущениями, существует независимо от них.

Масса - мера инерции, гравитационных связей, внутренней собственной энергии, заключенной в материальных объектах.

Мезоны - средние частицы с массой в пределах от одной до тысячи масс электрона.

Момент импульса – величина, характеризующая вращательный эффект силы при действии ее на тело.

Магнитостатическая энергия – потенциальная энергия взаимодействия «магнитных зарядов», или запас энергии, накапливаемый телом, способным преодолевать силы магнитного поля в процессе перемещения против направления действия этих сил.

Механическая энергия – кинетическая энергия свободно движущихся тел и отдельных частиц.

Мезонная энергия – энергия движения мезонов, квантов ядерного поля, путем обмена которыми взаимодействуют нуклоны.

H

Наблюдение есть чувственное отражение предметов и явлений внешнего мира, которое является исходным методом эмпирического познания и дает первичную информацию об окружающем мире.

Нейтриностатическая энергия – потенциальная энергия слабого взаимодействия «нейтринных зарядов» или запас энергии, накапливаемый в процессе преодоления сил β -поля – «нейтринного поля». Вследствие огромной проникающей способности нейтрино накапливать энергию таким способом невозможно.

Нейтринодинамическая энергия - энергия движения нейтрино.

Наследственность – это свойство организмов передавать определенные признаки и свойства.

Наследственная изменчивость закрепляется в генотипе и передается потомкам.

О

Объяснение – это подведение явления, факта или события под некоторый общий закон, теорию или концепцию.

Особенные методы - также применяются в естествознании, но касаются не всего предмета в целом, а лишь одной из его сторон или, же определенного приема исследований.

Общие методы касаются всего естествознания, любого предмета, науки.

Основные материалы – сырье и материалы, подвергшиеся промышленной переработке не на данном предприятии, а поступающие со стороны, с других предприятий.

Отходы производства - это остатки сырья, материалов и полупродуктов, образующиеся в процессе получения продукции, которые частично или полностью утратили свои качества и не соответствуют стандартам.

П

Понимание – это способ, посредством, которого можно интерпретировать или истолковывать явления и события индивидуальной духовной жизни и гуманитарной деятельности.

Психологическое понимание – основано на переживании одним человеком духовного опыта другого, его чувств, настроений, мотиваций.

Предвидение (предсказание) по логической структуре не отличается от объяснения и основывается на выводе высказываний о фактах из общих утверждений (законов, теорий), но сами факты остаются гипотетическими, неизвестными и их предстоит еще открыть.

Плазма - это частично или полностью ионизированный газ, в котором плотности положительных и отрицательных зарядов практически совпадают.

Паром называется реальный газ, находящийся в состояниях, близких к состояниям перехода его в жидкость.

Пластичность – свойство материала изменять свои размеры и форму в результате внешнего воздействия (деформирования) и не возвращаться в исходное состояние после снятия этого воздействия.

Пена - неоднородная система, состоящая из жидкой сплошной фазы и газовой (в виде пузырьков) распределенной фазы.

Полупродукты (полуфабрикаты) – это исходные материалы, сырье, предварительно подвергшиеся промышленной переработке на данном предприятии.

Р

Работа – это то, что мы совершаем, когда нам необходимо тем или иным способом изменить энергию объекта, не используя при этом разность температур, т.е. способ передачи энергии.

Реальным газом называется газ, между молекулами которого существуют заметные силы межмолекулярного взаимодействия.

Рецессивные гены могут проявляться только в том случае, если в обеих парных хромосомах находятся рецессивные гены.

С

Суспензия - неоднородная система, состоящая из жидкой сплошной фазы и твердой распределенной фазы.

Скоростью химической реакции называется число элементарных актов реакции, происходящих в единицу времени (в единице объема) – в

случае гомогенных реакций, или на единице поверхности раздела фаз – в случае гетерогенных реакций.

Сырье – продукты природы, которые не подвергались промышленной переработке.

Световой год – это расстояние, проходимое светом в вакууме за один земной год и равное примерно 10^{16} м.

T

Теоретическое понимание – основывается на интерпретации или истолковании определенных фактов, событий и процессов.

Температура – это, просто уточнение и количественное выражение понятия «степени нагретости».

Теплота – это отнюдь не одна из форм энергии, а название одного из способов передачи энергии.

Тепловая энергия – часть энергии теплового движения частиц тела, которая освобождается при наличии разности температур между данным телом и телами окружающей среды.

Термодинамика – это наука о тепловых явлениях, в которых не учитывается строение вещества.

Туман - неоднородная система, состоящая из газовой сплошной фазы и жидкой (в виде мелких капелек) распределенной фазы. Частицы имеют диаметр, $d < 1$.

У

Упругостная энергия – потенциальная энергия механически упруго измененного тела (сжатая пружина, газ), освобождающаяся при снятии нагрузки чаще всего в виде механической энергии.

Упругость – свойство материала изменять свои размеры и форму в результате приложения нагрузки (деформирования) и возвращаться в исходное состояние после снятия нагрузки.

Ф

Физический вакуум – особое состояние материи, - это система квантовых полей с наинизшим уровнем энергии, причем все состояния с отрицательной энергией заняты виртуальными квантами, частицами.

Х

Химическая (атомная) энергия – энергия системы из двух или более реагирующих между собой веществ. Эта энергия высвобождается в результате перестройки электронных оболочек атомов и молекул при химических реакциях.

Ч

Частные методы - это специальные методы, действующие либо только в пределах отдельной отрасли естествознания, либо за пределами той отрасли естествознания, где они возникли.

Э

Энергия - это качественная мера движения, выражающая способность материальных систем к совершению работы и к внутренним изменениям.

Энергия – это общая скалярная мера различных форм движения материи.

Энтропия – мера рассеяния энергии и увеличения всех форм беспорядка.

Электростатическая энергия – потенциальная энергия взаимодействия электрических зарядов, т.е. запас энергии электрически заряженного тела, накапливаемый в процессе преодоления им сил электрического поля.

Электродинамическая энергия – энергия электрического тока во всех его формах.

Электромагнитная (фотонная) энергия – энергия движения фотонов электромагнитного поля.

Эмульсия - неоднородная система, состоящая из жидкой сплошной фазы и жидкой (в виде капелек) распределенной фазы.

Я

Ядерная энергия – энергия связи нейтронов и протонов в ядре, освобождающаяся в различных видах при делении тяжелых и синтезе легких ядер.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Концепции современного естествознания: Учебное пособие для студентов вузов / В.П. Бондарев. - М.: Альфа-М, 2009. - 464 с.
2. Концепции современного естествознания: Учебное пособие / Н.П. Ващекин, А.Н. Ващекин; Российская академия правосудия. - М.: ИЦ РИОР и др., 2010. - 253 с.
3. Концепции современного естествознания: Учебник / Г.И. Рузавин. - 3-е изд., стер. - М.: ИНФРА-М, 2012. - 271 с.
4. Концепции современного естествознания.: Учебное пособие для студентов вузов / В.П. Романов. - 4-е изд., испр. и доп. - М.: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2011. - 286 с.
5. Концепции современного естествознания: Учебник / В.П. Бондарев. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Альфа-М: ИНФРА-М, 2011. - 512 с.
6. Концепции современного естествознания: социогуманитарная интерпретация специфики современной науки: Учебное пособие / Т.Г. Лешкевич. - : НИЦ Инфра-М, 2013. - 335 с.
7. Концепции современного естествознания: Учебник / В.М. Найдыш. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Альфа-М: ИНФРА-М, 2010. - 704 с.
8. Концепции современного естествознания: Учебник / Г.И. Рузавин. - 3-е изд., стер. - М.: НИЦ Инфра-М, 2013. - 271 с.
9. Тулинов, В. Ф. Концепции современного естествознания [Электронный ресурс]: Учебник / В. Ф. Тулинов, К. В. Тулинов. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2013. - 484 с. - ISBN 978-5-394-01999-9.
10. Гусейханов, М. К. Концепции современного естествознания [Электронный ресурс]: Учебник / М. К. Гусейханов, О. Р. Раджабов. - 7-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2012. - 540 с.

11. Концепции современного естествознания: Учебник / Г.И. Рузавин. - 3-е изд., стереотип. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 271 с.
12. Гранатов, Г. Г. Концепции современного естествознания (система основных понятий) [Электронный ресурс]: учебно-методич. пособие / Г. Г. Гранатов. – 3-е изд., стер. – М.: ФЛИНТА, 2013. – 576 с.
13. Клягин, Н. В. Современная научная картина мира [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н. В. Клягин. - М.: Логос, 2014. - 264 с.
14. Естествознание: учебник / А.Л. Петелин, Т.Н. Гаева, А.Л. Бреннер. - М.: Форум, 2010. - 256 с.
15. Универсальный эволюционизм и глобальные проблемы / Рос. акад. наук, Ин-т философии ; Отв. ред.: В.В. Казютинский, Е.А. Мамчур. - М.: ИФ РАН, 2007. - 255 с.
16. Концепции современного естествознания: Учебник / В.М. Найдыш. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Альфа-М: ИНФРА-М, 2007. - 704 с.
17. Концепции современного естествознания: Практикум / В.П. Романов - 3-е изд., испр. и доп. - М.: Вузовский учебник, 2008. - 128 с.
18. Концепции современного естествознания: Учебное пособие / В.П. Романов. - М.: РИОР, 2008. - 128 с.