

Федеральное агентство по образованию
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГОУВПО «АмГУ»

УТВЕРЖДАЮ
Зав.кафедрой ФМиЛТ
_____ Е.С. Астапова
«_____» _____ 2007г.

КОНЦЕПЦИИ СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ (ЧАСТЬ 1)

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПО ДИСЦИПЛИНЕ

для специальностей 040201 «Социология»
010101 «Математика»
010501 «Прикладная математика и информатика»

Составители: И.В. Верхотурова, Е.В. Шумейко

Благовещенск 2007 г.

Печатается по решению
редакционно-издательского совета
инженерно-физического факультета
Амурского государственного
университета

И.В. Верхотурова, Е.В. Шумейко

Учебно-методический комплекс по дисциплине «Концепции современного естествознания (Часть 1)» для студентов очной формы обучения специальностей 040201 «Социология», 010101 «Математика», 010501 «Прикладная математика и информатика».- Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2007. – 82 с.

Учебно-методические рекомендации ориентированы на оказание помощи студентам очной формы обучения по специальностям 040201 «Социология», 010101 «Математика», 010501 «Прикладная математика и информатика» для формирования естественнонаучного мировоззрения, расширение кругозора и воспитание естественнонаучной культуры. Важной целью курса является представить естествознание в непрерывном развитии и преодолении неопределенностей и противоречий, создать у студентов заинтересованность в непрерывном углублении своих знаний и в расширении кругозора.

© Амурский государственный университет, 2007

СОДЕРЖАНИЕ

1. Рабочая программа по дисциплине «Концепции современного естествознания» для специальности 040201 «Социология»	4
2. Рабочая программа по дисциплине «Концепции современного естествознания» для специальностей 010101 «Математика», 010501 «Прикладная математика и информатика»	15
3. План конспект лекций	26
4. Указания для подготовки к семинарским занятиям	71
5. Семинарские занятия	72
6. Самостоятельная работа студентов	74
7. Вопросы для самоконтроля	75
8. Темы рефератов	80
9. Вопросы к зачету	81
10. Требования к знаниям студентов, предъявляемые на зачете	82

Федеральное агентство по образованию РФ
Амурский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УНР
Е.С. Астапова

подпись, И.О.Ф

«__» _____ 200__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине *«Концепции современного естествознания» (Часть 1)*

для специальности: 040201 «Социология»

Курс 1

Семестр 1

Лекции 18 (час.)

Экзамен -

Практические (семинарские) занятия 18 (час.) Зачет – 1 семестр

Лабораторные занятия – (час)

Самостоятельная работа (час.)

Всего часов -

Составитель к.ф.-м.н., ст. преподаватель Верхотурова И.В.

Факультет *инженерно - физический*

Кафедра *физического материаловедения и лазерных технологий*

2007 г.

Рабочая программа составлена на основании авторских разработок.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры физического материаловедения и лазерных технологий

«__» _____ 200__ г., протокол № _____

Заведующий кафедрой _____ д.ф.-м.н. Астапова Е.С.

Рабочая программа одобрена на заседании УМСС _____
(наименование специальности)

«__» _____ 200__ г., протокол № _____

Председатель _____
(подпись, И.О.Ф.)

Рабочая программа переутверждена на заседании кафедры от _____
протокол № _____ .

Зав.кафедрой _____
подпись _____ Ф.И.О. _____

СОГЛАСОВАНО
Начальник УМУ

(подпись, И.О.Ф.)

«__» _____ 200__ г.

СОГЛАСОВАНО
Председатель УМС факультета

(подпись, И.О.Ф.)

«__» _____ 200__ г.

СОГЛАСОВАНО
Заведующий выпускающей кафедрой

(подпись, И.О.Ф.)

«__» _____ 200__ г.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ, ЕЕ МЕСТО В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Цели и задачи курса

Основной целью дисциплины является изучение главнейших концепций современного естествознания, традиционных и новых методов и методических подходов наук естественного цикла, теоретических основ и практических навыков методов математического моделирования в естествознании и возможностей их реализации на современных ЭВМ.

В результате изучения дисциплины студенты должны знать и уметь использовать:

- концепции, проблемы и методы современных естественных наук (физики, химии, биологии, экологии и т.д.);
- методы математического моделирования в современном естествознании;
- выбор и обоснование необходимых параметров, граничных и начальных условий при моделировании процессов и явлений;
- современные методы и средства программирования для реализации разработанных моделей на ЭВМ.

Требования к уровню освоения содержания дисциплины

По окончании курса студент должен иметь представление об:

- проблемах и методах современных естественных наук;
- естественнонаучной и гуманитарной культуре, истории естествознания и тенденции ее развития, научном методе;
- порядке и беспорядке в природе, структурных уровнях организации материи, пространстве и времени;
- принципах относительности, симметрии, суперпозиции, неопределенности, дополненности;
- основных характеристиках химических процессов;
- особенностях биологического уровня организации материи, принципах эволюции, воспроизводства и развития живых систем, многообразии живых организмов как основе организации и устойчивости биосферы, генетике и эволюции, биоэтике, биосфере и космических циклах, принципах универсального эволюционизма;

-

СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1 семестр

Федеральный компонент

Естественнонаучная и гуманитарная культуры; научный метод; история естествознания; панорама современного естествознания; тенденции развития; корпускулярная и континуальная концепции описания природы; порядок и беспорядок в природе; хаос; структурные уровни организации материи; микро-, макро- и мегамиры; пространство, время; принципы относительности; принципы симметрии; законы сохранения; взаимодействие; близкодействие, дальноедействие; состояние; принципы суперпозиции, неопределенности, дополненности; динамические и статистические закономерности в природе; законы сохранения энергии в макроскопических процессах; принцип возрастания энтропии.

ЛЕКЦИОННЫЙ КУРС

Семестр 1 (18 часов)

Тема 1. Естествознание и современный мир. История естествознания и тенденции его развития. Естественно-научная картина мира. Научное познание. (3 час.)
Естествознание и современный мир. Цели и задачи естествознания. Естественно - научная и гуманитарная культуры. История естествознания и тенденции его развития. Наука – часть культуры. Структура и методы научного познания: теоретические, эмпирические и универсальные методы. Фундаментальные и прикладные проблемы естествознания. Естественнонаучные картины мира. Современная естественнонаучная картина мира и человек.

Тема 2. Формы естественно-научного познания. Подходы и методы естественно-научного познания. (2 час.)

Естественно-научное познание – процесс постижения истины. Основные формы естественно-научного познания (эмпирические, теоретические и чувственные формы; наблюдение и эксперимент; мышление; описание, объяснение и предвидение). Методы естественно-научных исследований (сравнение, анализ и синтез; абстрагирование, идеализация и обобщение; аналогия и моделирование; индукция и дедукция). Эксперимент – основа естествознания. Современные средства исследований.

Тема 3. Фундаментальные концепции описания природы. (2 час.)

Концепции материи, движения, пространства и времени. Виды материи: вещество, поле, физический вакуум, плазма. Структурные уровни организации материи: микро-, макро- и мега- уровни. Свойства вещества и поля. Взаимные переходы вещества и поля. Пространство и время - всеобщие формы существования материи. Определение времени. Классические и современные представления о пространстве и времени. Пространственно - временной континуум. Типы фундаментальных взаимодействий в физике. Проблема создания единой фундаментальной теории.

Тема 4. Физика - фундаментальная отрасль естествознания. Основные положения классической механики. Концепция относительности пространства и времени. Законы сохранения. (4 час.)

Физика – фундаментальная основа естествознания. Этапы развития физики. Предмет физики, основные задачи, этапы развития. Механика – наука о движении. Задача механики. Классическая механика и квантовая механика объекты их изучения. Движение материальной точки в пространстве (виды движений). Системы отсчета. Динамика. Фундаментальные законы Ньютона. Развитие представлений об энергии.

Принцип относительности Галилея. Инерциальные системы отсчета. Принцип относительности Эйнштейна. Инвариантность, инварианты. Специальная теория относительности (СТО) Эйнштейна. Кинематические следствия СТО.

Свойства пространства, времени и законы сохранения. Закон сохранения массы. Закон сохранения энергии. Закон сохранения импульса. Закон сохранения момента импульса. Принципы симметрии. Законы сохранения как следствие свойств пространства и времени.

Тема 5. Основные положения молекулярной физики и классической термодинамики. (3 час.)

Развитие представлений о природе тепловых явлений. Термодинамические шкалы Цельсия и Кельвина. Понятие абсолютного нуля. Статистическое и термодинамическое описание свойств макросистем. Основные положения молекулярно-кинетических представлений. Термодинамические законы. Четыре начала термодинамики. Обратимые и необратимые термодинамические процессы, примеры. Вечные двигатели первого и второго рода. Идеальная машина и цикл Карно. КПД идеальной и реальной машины. Порядок и беспорядок в природе. Понятие энтропии. Принцип возрастания энтропии. Энтропия и вероятность. Гипотеза “тепловой смерти” Вселенной Клаузиуса и ее развитие. Законы сохранения энергии в макроскопических процессах.

Тема 6. Основные положения физики электромагнитных взаимодействий. Основные положения физики оптических явлений. (2 час.)

Развитие полевой концепции описания свойств материи. Корпускулярная и волновая концепции описания природы. Развитие представлений об электричестве и магнетизме. Концепция близкодействия. Концепция дальнего действия. Дискретность и непрерывность материи. Сущность электромагнитной теории Максвелла. Волновое движение, основные уравнения. Свойство волн. Звуковые волны. Эффект Доплера. Свет как электромагнитная волна. Дисперсия света и спектры. Законы распространения света: закон отражения, закон преломления. Интерференция, дифракция, поляризация, дисперсия света. Корпускулярно-волновые свойства света: волновые и квантовые свойства света.

Тема 7. Основные положения физики микромира. Строение атомных ядер. Ядерные процессы. (2 час.)

Эволюция представлений о строении атомов. Открытие электрона. Модели атома: Томсона, Резерфорда, Бора (их достоинства и недостатки). Корпускулярно-волновые свойства микрочастиц. Формула де Бройля. Соотношение неопределенностей. Вероятностные свойства микрочастиц. Уравнение Шредингера. Электронные оболочки. Определения состояния электрона в атоме и порядок размещения электронов по электронным оболочкам. Представления о строении атомного ядра. Модели ядра: капельная, оболочечная, обобщенная, оптическая, кварковая. Состав и характеристика атомных ядер. Элементарные частицы. Характеристика элементарных частиц: по массе, по времени жизни, по взаимодействию. Антивещество. Истинно и условно элементарные частицы. Виртуальные частицы. Ядерные процессы. Радиоактивность. Ядерное деление и ядерный синтез.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Семестр 1 (18 часов)

№ семинара	Тема	Количество часов
1	2	3
1-2	Естествознания как наука. Физика - основа естествознания	4
3	Классическая механика	2
1	2	3

4	Законы сохранения	2
5-6	Термодинамика и молекулярно-кинетическая теория. Энтропия	3
6-7	Электромагнитная концепция. Колебания и волны. Свет.	3
8	Современные средства естественно-научных исследований	2
9	Итоговый тест	2

ТЕМЫ СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

Семинар № 1-2. Естествознание как наука. Физика - основа естествознания

1. Наука, ее основные черты и отличие от других отраслей культуры. Язык науки, его характерные особенности.
2. Структура и методы научного познания. Теоретический метод познания действительности: абстрагирование, идеализация, формализация, индукция, дедукция, гипотеза.
3. Структура и методы научного познания. Эмпирический метод познания действительности: наблюдение, измерение и эксперимент.
4. Структура и методы научного познания. Универсальные методы познания действительности: аналогия, моделирование, анализ, синтез, классификация.
5. Предмет "естествознание" и его отличие от других наук. Классификация естественных наук.
6. Естественно - научная и гуманитарная культура.
7. Особенности научных революций и история развития естествознания.
8. Научные картины мира. Современная естественно - научная картина мира.

Семинар №3: Классическая механика

1. Сущность классической концепции Ньютона.
2. Классическая механика, ее задачи и пути их решения.
3. Принцип относительности Галилея. Инерциальные системы отсчета.
4. Принцип относительности Эйнштейна. Инвариантность, инварианты.
5. Специальная теория относительности. Постулаты Эйнштейна. Кинематические следствия СТО.

Семинар №4: Законы сохранения

1. Материя и ее виды в классическом представлении.
2. Уровни организации материи и размеры материального мира.
3. Пространство и время – формы существования материи.
4. Принципы симметрии. Законы сохранения как следствие свойств пространства и времени.
5. Закон сохранения массы
6. Кинетическая и потенциальная энергия
7. Закон сохранения импульса
8. Закон сохранения энергии

Семинар № 5-6: Термодинамика и молекулярно-кинетическая теория. Энтропия

1. Развитие представлений о теплоте.

2. Теплота и температура. Температурные шкалы.
3. Термодинамическое и статистическое описание свойств макросистем.
4. Молекулярно – кинетическая теория, основные положения.
5. Первое начало термодинамики. Невозможность создания вечного двигателя первого рода.
6. Цикл Карно.
7. Энтропия.
8. Второе начало термодинамики. Невозможность создания вечного двигателя второго рода.
9. Третье начало термодинамики.
10. Тепловая смерть Вселенной.

Семинар № 7: Электромагнитная концепция. Колебания и волны. Свет.

1. Характеристика основных видов фундаментальных взаимодействий и их роль в повседневной жизни. Универсальность фундаментальных взаимодействий. Принцип тождественности.
2. Концепция дальнего действия. Концепция ближнего действия
3. Дискретность и непрерывность материи.
4. Развитие представлений об электромагнитном поле.
5. Электромагнитная теория Максвелла
6. Колебания и волны.
7. Звуковые волны.
8. Эффект Доплера.
9. Развитие представлений о свете.
10. Законы преломления.
11. Корпускулярно – волновая двойственность свойств света.

Семинар № 8: Современные средства естественно-научных исследований

1. Специфика современных экспериментальных и теоретических исследований.
2. Методы исследования структурных характеристик вещества (рентгеноструктурный анализ)
3. Методы спектроскопии
4. ЯМР, ЭПР анализ.
5. Нейтронография
6. Важнейшие достижения современного естествознания.

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

Самостоятельная работа студентов включает:

1. Изучение теоретического материала.
2. Подготовку к семинарским занятиям.
3. Написание реферата по предложенной в списке теме.

№	Вопросы для самостоятельного изучения
1.	Фундаментальные и прикладные проблемы естествознания
2.	Естественно-научные и религиозные знания.
3.	Научное открытие и доказательство
4.	Лапласовский детерминизм

5.	Основные законы динамики макромира. Фундаментальные силы природы. Силы макромира.
6.	Кинематические следствия специальной теории относительности
7.	Первый закон термодинамики. Второй закон термодинамики. Тепловое загрязнение окружающей среды.
8.	Доказательства невозможности создания вечного двигателя.
9.	Гипотеза "тепловой смерти Вселенной" и ее развитие
10	Экспериментальные подтверждения сложной структуры атомов
11	Ядерное деление и ядерный синтез. Искусственные радиоактивные элементы.
12	Перспективы развития физики микромира

ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РЕФЕРАТА

1. Тема реферативной работы определяется преподавателем или выбирается студентом из предложенного списка таким образом, чтобы внутри одной группы темы не повторялись.
2. Реферативная работа выполняется студентом самостоятельно и предполагает подбор литературы по заданной (выбранной из предложенного списка) теме и анализ данной литературы.
3. В работе должна быть полностью раскрыта выбранная тема.
4. Реферативная работа оформляется на русском языке в соответствии со стандартом и не должна содержать грамматических и стилистических ошибок. Работа может быть представлена к проверке в рукописном (разборчиво и без помарок) или печатном варианте. Объем реферата не должен превышать 20 печатных страниц.
5. Обязательными разделами реферата являются (в порядке расположения в работе):
 - титульный лист;
 - лист замечаний;
 - содержание, соответствующее тексту реферата;
 - введение;
 - основная часть;
 - заключение – собственное мнение автора о реферируемой проблеме.
6. Также обязательными в тексте являются ссылки на реферируемые источники. Ссылки приводятся в соответствие с библиографическим списком.
7. Количество источников, на основании которых написан реферат, должно быть не менее 5, причем в это количество не включаются учебники и учебные пособия по курсу.
8. Выполненная реферативная работа сдается на проверку не позднее, чем за 1 месяц до окончания семестра. Проверенная работа возвращается студенту, и после устранения замечаний (при наличии таковых) защищается. Защита реферата проводится в устной форме и представляет собой собеседование по теме реферата или публичное выступление (на лекции, семинаре или конференции).

9. Оценка за реферат выставляется после защиты и может быть выражена в баллах, либо как “зачет” или “не зачтено”. В последнем случае работа для допуска к зачету выполняется заново по другой теме.

ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ

1. Естествознание и естественнонаучная картина мира.
2. Проблемы и методы современных естественных наук.
3. Универсальность физических законов.
4. Тепловое загрязнение окружающей среды.
5. Радиоактивность. Искусственные радиоактивные элементы.
6. Вклад Аристотеля в естествознание.
7. Гелиоцентризм и механическая картина мира.
8. Тяготение и свойства пространства-времени.
9. Парадоксы теории относительности
10. Системы отсчета и принципы симметрии при описании движения.
11. Самоорганизация как общая закономерность развития мира
12. Принципы симметрии и законы сохранения
13. Корпускулярная и континуальная концепции в описании природы.
14. Порядок и беспорядок в природе
15. Системный метод и современное научное мировоззрение.
16. Наука, ее структура, происхождение и роль в развитии общества.
17. Механистическая картина мира Ньютона.
18. Специфика научных революций. Научные революции XX века.
19. Принцип неисчерпаемости материи.
20. Социальные функции естествознания.
21. Дифференциация и интеграция наук.
22. Вклад естественнонаучной культуры в развитие цивилизации.
23. Вклад гуманитарной культуры в развитие цивилизации.
24. Единство корпускулярных и волновых свойств материальных объектов – одно из фундаментальных противоречий современной физики.
25. Неопределенность в мире. Принцип неопределенности.
26. Роль энтропии как меры хаоса.
27. Симметрия как эстетический критерий
28. Разновидности симметрии и асимметрии в природе – свойства материального мира.
29. Принципы симметрии в космологии, технике, музыке, литературе.
30. Необратимость времени как проявление свойства асимметрии.
31. Философские проблемы пространства и времени.
32. Макроскопическое состояние вещества: газ, жидкость, твердое тело, плазма.
33. Развитие теории теплоты.
34. История физики атома и атомного ядра.
35. Жидкие кристаллы.
36. Проблемы развития ядерной энергетики.

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

1. История естествознания и тенденции его развития.
2. Современная естественнонаучная картина мира и человек.
3. Проблемы и методы современного естествознания.
4. Порядок и беспорядок в природе.
5. Материя. Структурные уровни организации материи.
6. Формы существования материи.
7. Пространство и время.
8. Относительная и абсолютная истина.
9. Познание. Формы и методы познания. Мышление как высшая ступень познания.
10. Физика как фундаментальная отрасль естествознания.
11. Основные положения классической механики Ньютона.
12. Фундаментальные силы природы.
13. Элементы теории относительности.
14. Элементы молекулярной физики. Первый и второй законы термодинамики.
15. Энтропия и вероятность.
16. Основные положения физики электромагнитных взаимодействий.
17. Основные положения физики оптических явлений.
18. Колебания и волны. Основные законы движения и свойства волн.
19. Основные положения физики микромира.

ТРЕБОВАНИЯ К ЗНАНИЯМ СТУДЕНТОВ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ НА ЗАЧЕТЕ

Зачет сдается в конце 1 семестра. Форма сдачи - устная. Необходимым допуском на зачет является сдача всех тестов и реферативной работы, положительные оценки за промежуточные контрольные точки. В предлагаемый билет входят три вопроса: два теоретических (из предложенного списка вопросов) и один вопрос по реферату. Показать полное знание теории по данной части курса, продемонстрировать свободную ориентацию в материале, знание понятий и терминологии, ответить на дополнительные вопросы. Выполнение указанных требований оценивается «зачтено» или «не зачтено».

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Карпенков С.Х. Основные концепции естествознания. М.: Культура и спорт, 1998 и позднее.
2. Дубнищева Т.Я. Концепции современного естествознания. Новосибирск: ЮКЭА, 1997 и позднее.
3. Найдыш В.М. Концепции современного естествознания. М.:Гардарики, 1999.
4. Горелов А.А. Концепции современного естествознания. М.:Центр, 2001.
5. Концепции современного естествознания/ В.Н.Лавриненко, В.П.Ратников, В.Ф.Голубь и др.М.: Культура и спорт, 1997.
6. Хорошавина С.Г. Курс лекций “Концепции современного естествознания”. Ростов-на-Дону: Феникс, 2000.
7. Лозовский В.Н., Лозовский С.В. Концепции современного естествознания: Учебное пособие. – СПб: Лань, 2004.

8. Канке В.А. Концепции современного естествознания. М., 2003.
9. Концепции современного естествознания / Под ред. проф. С.И. Самыгина. Ростов н/Д, 2003.
10. Концепции современного естествознания / Под ред. проф. В.Н. Лавриненко, проф. В.П. Ратникова. М., 2003.

Дополнительная

1. Миронов В.В. Философия. М.: Проспект, 1998.
2. Радугин А.А. Философия. М.: Центр, 1998.
3. Краткий философский словарь/под ред. А.П. Алексеева. М.: Проспект, 1998.
4. Фейнман Р., Вайнберг С. Элементарные частицы и законы физики /пер. с англ. – М.: Мир, 2000.
5. Мигдал А.Б. Квантовая физика для больших и маленьких. – М.: Наука, 1989.
6. Моисеева Н.И. Время в нас и вне нас. – Л.: Лениниздат, 1991.
7. Чернин А.П. Физика времени. – М.: Наука, 1987.
8. Логунов А.А. Рейхенбах, Эйнштейн и современные представления о пространстве и времени. – М.: Прогресс, 1985.
9. Т.И. Трофимова Курс физики. – М.: Академия. 2004.

Федеральное агентство по образованию РФ
Амурский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УНР

Е.С. Астапова

_____ подпись, И.О.Ф

«__» _____ 200__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине **«Концепции современного естествознания» (Часть 1)**

для специальности: **010501 – прикладная математика и информатика**
010101 - математика

Курс 3

Семестр 5

Лекции 18 (час.)

Экзамен-
Зачет – 5 семестр

Практические занятия - 18 (час.) **010501 – прикладная математика и информатика**
(1 семестр) - 18 (час.) **010101 - математика**

Лабораторные занятия – (час)

Самостоятельная работа - 32 (час.) **010101 –математика**
(1 семестр) - 28 (час.) **010501 – прикладная математика и информатика**

Всего часов - 68 (час.) **010101 – математика**
(1 семестр) - 64 (час.) **010501 –прикладная математика и информатика**

Составитель к.ф.-м.н., ст. преподаватель И.В. Верхотурова

Факультет **инженерно - физический**

Кафедра **Физического материаловедения и лазерных технологий**

2007 г.

Рабочая программа составлена на основании авторских разработок.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры физического материаловедения и лазерных технологий

«__» _____ 200__ г., протокол № _____

Заведующий кафедрой _____ д.ф.-м.н. Астапова Е.С.

Рабочая программа одобрена на заседании УМСС _____
(наименование специальности)

«__» _____ 200__ г., протокол № _____

Председатель _____
(подпись, И.О.Ф.)

Рабочая программа переутверждена на заседании кафедры от _____
протокол № _____ .

Зав.кафедрой _____
подпись _____ Ф.И.О. _____

СОГЛАСОВАНО
Начальник УМУ

(подпись, И.О.Ф.)

«__» _____ 200__ г.

СОГЛАСОВАНО
Председатель УМС факультета

(подпись, И.О.Ф.)

«__» _____ 200__ г.

СОГЛАСОВАНО
Заведующий выпускающей кафедрой

(подпись, И.О.Ф.)

«__» _____ 200__ г.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ, ЕЕ МЕСТО В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Цель преподавания учебной дисциплины – вооружить студентов знаниями, соответствующими современному уровню развития естествознания и расширить их представления о направлениях и путях развития в различных сферах деятельности человека, о месте человека в эволюции Земли, об использовании новых подходов к достижению более высокого уровня выживания в современных условиях.

Задачи изучения дисциплины – ознакомление студентов с основными концепциями современного естествознания, общими закономерностями развития природы и общества; сформировать умения и навыки практического использования достижений науки; привить умение не пассивно воспринимать материал, но обосновывать факты появления тех или иных знаний о природе, выражая свою мировоззренческую позицию.

Прослушав курс “Концепции современного естествознания”, студент должен иметь представление:

- об основных этапах развития естествознания;
- об особенностях современного естествознания;
- о концепциях пространства и времени;
- о принципах симметрии и законах сохранения;
- о корпускулярной и континуальной концепциях описания природы;
- о динамических и статистических закономерностях;
- об иерархии структурных уровней материи;
- о понятии состояния, упорядоченности строения физических объектов;
- о самоорганизации в живой и неживой природе;
- об уровнях организации живых систем;
- о принципах эволюции, воспроизводства и развития живых систем;
- о биологических основах психики, социального поведения и здоровья человека;
- о взаимодействии организмов и среды, сообществах организмов, экосистемах;
- о месте человека в эволюции Земли;
- о ноосфере.

Перечень дисциплин, усвоение которых студентами необходимо для изучения данной дисциплины: данная дисциплина преподаётся студентам первого курса, поэтому у них должна быть удовлетворительная база знаний по физике, химии, математике, биологии, географии, истории, обществознанию и экологии после завершения образования в средней школе.

СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Концепции современного естествознания» входит в блок дисциплин федерального компонента для специальности 010501 - «Прикладная математика» и 010101 - «Математика».

Федеральный компонент

Естественнонаучная и гуманитарная культуры; научный метод; история естествознания; панорама современного естествознания; тенденции развития; корпускулярная и континуальная концепции описания природы; порядок и беспорядок в природе; хаос; структурные уровни организации материи; микро-, макро- и мегамиры; пространство, время; принципы относительности; принципы симметрии; законы сохранения;

взаимодействие; близкодействие, далекодействие; состояние; принципы суперпозиции, неопределенности, дополнительности; динамические и статистические закономерности в природе; законы сохранения энергии в макроскопических процессах; принцип возрастания энтропии.

ЛЕКЦИОННЫЙ КУРС

Семестр 1 (18 часов)

Тема 1. Естествознание и современный мир. История естествознания и тенденции его развития. Естественно-научная картина мира. Научное познание. (3 час.) История естествознания, этапы его развития. Две культуры - гуманитарная и естественнонаучная. Влияние эстетических вкусов на создание научных концепций. Наука и общество. Закономерности развития науки. Процесс и критерии естественнонаучного познания. Понятие истины, абсолютная и относительная истина. Теория и практика. Познание, формы и методы познания. Восприятие, наблюдение, эксперимент. Мышление как высшая ступень познания.

Тема 2. Формы естественно-научного познания. Подходы и методы естественно-научного познания. (2 час.) Основные формы познания. Основные формы естественно-научного познания. Современная естественнонаучная картина мира и человек. Подходы естественно-научных исследований. Методы естественно-научных исследований.

Тема 3. Фундаментальные концепции описания природы. (2 час.) Концепции материи. Основные этапы эволюции представлений о материи. Структурные уровни организации материи (вещество и поле). Способы существования материи - взаимодействие, движение и развитие. Основные формы существования материи - пространство и время - от обыденных представлений - к научным. Структура пространства. Конечность и бесконечность пространства и времени. О времени и его измерении.

Тема 4. Физика - фундаментальная отрасль естествознания. Основные положения классической механики. Законы сохранения. (4 час.) Предмет физики, основные задачи, этапы развития. Структурные уровни материи в физике. Универсальность физических законов. Фундаментальные взаимодействия. Принципы современной физики. Классическая механика. Элементы специальной теории относительности. Основные положения классической механики. Характеристики движения. От механики Галилея к механике Ньютона. Основные законы динамики макромира. Специальная теория относительности Эйнштейна. Выводы из положений специальной теории относительности. Теория гравитационного поля Эйнштейна. Общая теория относительности.

Тема 5. Основные положения молекулярной физики. (3 час.) Развитие представлений о природе тепловых явлений. Термодинамическое и статистическое описание свойств макросистем. Основные положения молекулярно-кинетических представлений. Состояние идеального газа. Давление и гидростатика. Распределение энергии по степеням свободы. Распределение Максвелла и Больцмана. Первый закон термодинамики. Второй закон термодинамики. Тепловое загрязнение окружающей среды.

Фазовые переходы. Энтропия и вероятность. Отрицательная абсолютная температура. Броуновское движение. Диффузия и космос.

Тема 6. Основные положения физики электромагнитных взаимодействий. Основные положения физики оптических явлений. (2 час.)

Понятие физического поля, типы полей. Электростатика. Постоянный электрический ток. Магнетизм. Волновая оптика. Гипотеза квантов. Фотоэффект. Корпускулярно-волновой дуализм вещества.

Волновое движение, основные уравнения. Свойство волн. Звуковые волны. Эффект Доплера. Свет как электромагнитная волна. Законы сохранения света. Скорость света. Дисперсия света и спектры.

Тема 7. Основные положения физики микромира. Строение атомных ядер. Ядерные процессы. (2 час.)

Эволюция представлений о строении атомов. Постулаты Бора. Корпускулярно-волновые свойства микрочастиц. Формула де Бройля. Соотношение неопределенностей. Уравнение Шредингера. Состав и характеристика атомных ядер. Модели ядра.

Из истории элементарных частиц. Модель атома Бора. Первые реакции деления. Характеристика элементарных частиц. Истинно элементарные частицы. Антивещество. Виртуальные частицы. Радиоактивность. Ядерное деление и ядерный синтез. Классические элементы частиц. Искусственные радиоактивные элементы.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Семестр 1 (18 часов)

№ семинара	Тема	Количество часов
1	2	3
1-2	Естествознания как наука. Физика - основа естествознания	4
3	Классическая механика	2
4	Законы сохранения	2
5-6	Термодинамика и молекулярно-кинетическая теория. Энтропия	3
6-7	Электромагнитная концепция. Колебания и волны. Свет.	3
1	2	3
8	Современные средства естественно-научных исследований	2
9	Итоговый тест	2

ТЕМЫ СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

Семинар № 1-2. Естествознание как наука. Физика - основа естествознания

1. Наука, ее основные черты и отличие от других отраслей культуры. Язык науки, его характерные особенности.
2. Структура и методы научного познания. Теоретический метод познания действительности: абстрагирование, идеализация, формализация, индукция, дедукция, гипотеза.
3. Структура и методы научного познания. Эмпирический метод познания действительности: наблюдение, измерение и эксперимент.
4. Структура и методы научного познания. Универсальные методы познания действительности: аналогия, моделирование, анализ, синтез, классификация.
5. Предмет "естествознание" и его отличие от других наук. Классификация естественных наук.
6. Естественно - научная и гуманитарная культура.
7. Особенности научных революций и история развития естествознания.
8. Научные картины мира. Современная естественно - научная картина мира.

Семинар №3: Классическая механика

1. Сущность классической концепции Ньютона.
2. Классическая механика, ее задачи и пути их решения.
3. Принцип относительности Галилея. Инерциальные системы отсчета.
4. Принцип относительности Эйнштейна. Инвариантность, инварианты.
5. Специальная теория относительности. Постулаты Эйнштейна. Кинематические следствия СТО.

Семинар №4: Законы сохранения

1. Материя и ее виды в классическом представлении.
2. Уровни организации материи и размеры материального мира.
3. Пространство и время – формы существования материи.
4. Принципы симметрии. Законы сохранения как следствие свойств пространства и времени.
5. Закон сохранения массы
6. Кинетическая и потенциальная энергия
7. Закон сохранения импульса
8. Закон сохранения энергии

Семинар № 5-6: Термодинамика и молекулярно-кинетическая теория. Энтропия

1. Развитие представлений о теплоте.
2. Теплота и температура. Температурные шкалы.
3. Термодинамическое и статистическое описание свойств макросистем.
4. Молекулярно – кинетическая теория, основные положения.
5. Первое начало термодинамики. Невозможность создания вечного двигателя первого рода.
6. Цикл Карно.
7. Энтропия.
8. Второе начало термодинамики. Невозможность создания вечного двигателя второго рода.
9. Третье начало термодинамики.
10. Тепловая смерть Вселенной.

Семинар № 7: Электромагнитная концепция. Колебания и волны. Свет.

1. Характеристика основных видов фундаментальных взаимодействий и их роль в повседневной жизни. Универсальность фундаментальных взаимодействий. Принцип тождественности.
2. Концепция дальнего действия. Концепция ближнего действия
3. Дискретность и непрерывность материи.
4. Развитие представлений об электромагнитном поле.
5. Электромагнитная теория Максвелла
6. Колебания и волны.
7. Звуковые волны.
8. Эффект Доплера.
9. Развитие представлений о свете.
10. Законы преломления.
11. Корпускулярно – волновая двойственность свойств света.

Семинар № 8: Современные средства естественно-научных исследований

1. Специфика современных экспериментальных и теоретических исследований.
2. Методы исследования структурных характеристик вещества (рентгеноструктурный анализ)
3. Методы спектроскопии
4. ЯМР, ЭПР анализ.
5. Нейтронография
6. Важнейшие достижения современного естествознания.

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

Самостоятельная работа студентов включает:

1. Изучение теоретического материала.
2. Подготовку к семинарским занятиям.
3. Написание реферата по предложенной в списке теме.

№	Вопросы для самостоятельного изучения
1	Естественно – научная и гуманитарная культуры
2	Современная естественно – научная картина мира
3	Методология естествознания. Методы (аналогий, абстрагирования, обобщения, моделирования и др.). Функциональные зависимости при моделировании естественных процессов.
4	Вклад ученых в развитие естествознания (в рамках вопросов домашней работы)
5	Основные законы динамики макромира. Фундаментальные силы природы. Силы макромира.
6	Кинематические следствия специальной теории относительности
7	Взгляды на геометрию пространства Лобачевского, Больяи, Римана
8	Первый закон термодинамики. Второй закон термодинамики. Тепловое загрязнение окружающей среды.
9	Гипотеза "тепловой смерти Вселенной" и ее развитие

10	Опыты по установлению строения атома.
11	Состав и характеристика атомных ядер. Радиоактивность. Ядерное деление и ядерный синтез. Искусственные радиоактивные элементы.

ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РЕФЕРАТА

1. Тема реферативной работы определяется преподавателем или выбирается студентом из предложенного списка таким образом, чтобы внутри одной группы темы не повторялись.
2. Реферативная работа выполняется студентом самостоятельно и предполагает подбор литературы по заданной (выбранной из предложенного списка) теме и анализ данной литературы.
3. В работе должна быть полностью раскрыта выбранная тема.
4. Реферативная работа оформляется на русском языке в соответствии со стандартом и не должна содержать грамматических и стилистических ошибок. Работа может быть представлена к проверке в рукописном (разборчиво и без помарок) или печатном варианте.
5. Объем реферата не должен превышать 20 печатных страниц.
6. Обязательными разделами реферата являются (в порядке расположения в работе):
 титульный лист;
 лист замечаний;
 содержание, соответствующее тексту реферата;
 введение;
 основная часть;
 заключение – собственное мнение автора о реферируемой проблеме.
7. Все страницы, за исключением титульного листа, должны быть пронумерованы.
8. Также обязательными в тексте являются ссылки на реферируемые источники. Ссылки приводятся в соответствие с библиографическим списком.
9. Количество источников, на основании которых написан реферат, должно быть не менее 5, причем в это количество не включаются учебники и учебные пособия по курсу. Не рекомендуется использовать в качестве источников газетные материалы.
10. Выполненная реферативная работа сдается на проверку не позднее, чем за 1 месяц до окончания семестра. Проверенная работа возвращается студенту, и после устранения замечаний (при наличии таковых) защищается. Защита реферата проводится в устной форме и представляет собой собеседование по теме реферата или публичное выступление (на лекции, семинаре или конференции).
11. Оценка за реферат выставляется после защиты и может быть выражена в баллах, либо как “зачет” или “не зачтено”. В последнем случае работа для допуска к зачету выполняется заново по другой теме. Если работа представляет из себя результат копирования какого либо одного источника, она аннулируется и тема назначается преподавателем.

ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ

1. Естествознание и естественнонаучная картина мира.
2. Проблемы и методы современных естественных наук.
3. Универсальность физических законов.
4. Тепловое загрязнение окружающей среды.
5. Радиоактивность. Искусственные радиоактивные элементы.
6. Вклад Аристотеля в естествознание.
7. Гелиоцентризм и механическая картина мира.

8. Тяготение и свойства пространства-времени.
9. Парадоксы теории относительности
10. Системы отсчета и принципы симметрии при описании движения.
11. Энтропия, вероятность, информация
12. Самоорганизация как общая закономерность развития мира
13. Принципы симметрии и законы сохранения
14. Корпускулярная и континуальная концепции в описании природы.
15. Порядок и беспорядок в природе
16. Системный метод и современное научное мировоззрение.
17. Наука, ее структура, происхождение и роль в развитии общества.
18. Механистическая картина мира Ньютона.
19. Специфика научных революций. Научные революции XX века.
20. Смелость мышления и жизненный подвиг Дж.Бруно.
21. Принцип неисчерпаемости материи.
22. Социальные функции естествознания.
23. Дифференциация и интеграция наук.
24. Вклад естественнонаучной культуры в развитие цивилизации.
25. Вклад гуманитарной культуры в развитие цивилизации.
26. Единство корпускулярных и волновых свойств материальных объектов – одно из фундаментальных противоречий современной физики.
27. Неопределенность в мире. Принцип неопределенности.
28. Роль энтропии как меры хаоса.
29. Симметрия как эстетический критерий
30. Математизация научного знания – одна из основных тенденций развития идеи симметрии.
31. Разновидности симметрии и асимметрии в природе – свойства материального мира.
32. Принципы симметрии в космологии, технике, музыке, литературе.
33. Необратимость времени как проявление свойства асимметрии.
34. Философские проблемы пространства и времени.
35. Макроскопическое состояние вещества: газ, жидкость, твердое тело, плазма.
36. Развитие теории теплоты.
37. История физики атома и атомного ядра.
38. Жидкие кристаллы.
39. Проблемы развития ядерной энергетики.

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

1. История естествознания и тенденции его развития.
2. Современная естественнонаучная картина мира и человек.
3. Проблемы и методы современного естествознания.
4. Порядок и беспорядок в природе.
5. Материя. Структурные уровни организации материи.
6. Формы существования материи.
7. Пространство и время.
8. Относительная и абсолютная истина.
9. Познание. Формы и методы познания. Мышление как высшая ступень познания.
10. Физика как фундаментальная отрасль естествознания.
11. Основные положения классической механики Ньютона.
12. Фундаментальные силы природы.
13. Элементы теории относительности.

14. Элементы молекулярной физики. Первый и второй законы термодинамики.
15. Энтропия и вероятность.
16. Основные положения физики электромагнитных взаимодействий.
17. Основные положения физики оптических явлений.
18. Колебания и волны. Основные законы движения и свойства волн. 19. Основные положения физики микромира.

ТРЕБОВАНИЯ К ЗНАНИЯМ СТУДЕНТОВ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ НА ЗАЧЕТЕ

Зачет сдается в конце 5 семестра. Форма сдачи - устная. Необходимым допуском на зачет является сдача всех тестов и реферативной работы, положительные оценки за промежуточные контрольные точки. В предлагаемый билет входят три вопроса: два теоретических и один вопрос по реферату. Показать полное знание теории по данной части курса, продемонстрировать свободную ориентацию в материале, знание понятий и терминологии, ответить на дополнительные вопросы. Выполнение указанных требований оценивается оценкой "зачтено".

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Карпенков С.Х. Основные концепции естествознания. М.: Культура и спорт, 1998 и позднее.
2. Карпенков С.Х. Концепции современного естествознания. М.: Культура и спорт, 1997 и позднее.
3. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. М.: Мир, 1977.
4. Дубнищева Т.Я. Концепции современного естествознания. Новосибирск: ЮКЭА, 1997 и позднее.
5. Найдыш В.М. Концепции современного естествознания. М.:Гардарики, 1999.
6. Концепции современного естествознания/ под ред. С.И.Самыгина. Ростов-на-Дону: Феникс, 1997.
7. Горелов А.А. Концепции современного естествознания. М.:Центр, 1998.
8. Концепции современного естествознания/ В.Н.Лавриненко, В.П.Ратников, В.Ф.Голубь и др.М.: Культура и спорт, 1997.
9. Потеев М.И. Концепции современного естествознания. СПб: Питер, 1999.
10. Воронов В.К., Гречнева М.В., Сагдеев Р.З. Основы современного естествознания. М.: Высшая школа, 1999.
11. Хорошавина С.Г. Курс лекций "Концепции современного естествознания". Ростов-на-Дону: Феникс, 2000.
12. Шаталов С.В. Концепции современного естествознания. Практикум: Учеб. пособие для вузов. Ростов-на-Дону: Феникс, 2003.
13. Лозовский В.Н., Лозовский С.В. Концепции современного естествознания: Учебное пособие. – СПб: Лань, 2004.

Дополнительная

1. Миронов В.В. Философия. М.: Проспект, 1998.
2. Радугин А.А. Философия. М.:Центр, 1998.
3. Краткий философский словарь/под ред. А.П. Алексеева. М.: Проспект, 1998.

4. Аршинов В.И. Синергетика как феномен постнеклассической науки. М: Российская Академия Наук. Институт философии, 1999.
5. Хакен Г. Синергетика. Иерархия неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах. М.: Мир, 1985.
6. Хакен Г. Синергетика. М.: Мир, 1980.
7. Николис Г., Пригожин И. Познание сложного. М.: Мир, 1990.
8. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. М.: Прогресс, 1986.
9. Пригожин И., Стенгерс И. Время, хаос, квант. М.: Прогресс, 1994.
10. Фейнман Р., Вайнберг С. Элементарные частицы и законы физики /пер. с англ. – М.: Мир, 2000.

2. ПЛАН КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

Для специальностей 040201 «Социология», 010101 «Математика», 010501 «Прикладная математика и информатика» лекционный курс (часть 1) составляет 18 часов.

ВВЕДЕНИЕ

Цели и задачи дисциплины

Концепция университетского образования предполагает подготовку специалистов, которые наряду с глубокими знаниями в избранной отрасли обладают и широким кругозором во всех областях науки и человеческой деятельности. Поэтому дисциплина «Концепции современного естествознания» является важным звеном в обучении студентов.

Главной целью дисциплины, охватывающей все стороны современного естествознания, является формирование естественнонаучного мировоззрения, расширение кругозора и воспитание естественнонаучной культуры. Особое внимание уделяется пониманию общих принципов научного мышления, методов современного естествознания, истории естествознания, тесной взаимосвязи различных областей естественных наук, роли естествознания в развитии культуры и общества. Важной целью курса является представить естествознание в непрерывном развитии и преодолении неопределенностей и противоречий, создать у студентов заинтересованность в непрерывном углублении своих знаний и в расширении кругозора.

В результате изучения дисциплины студент должен получить представление об основной естественно - научной терминологии, об основных этапах развития естествознания, об общности и особенностях действия основных законов, управляющих мирозданием во всех формах его проявления.

Изучение дисциплины базируется на знаниях, приобретенных студентами в школе, которые закрепляются, углубляются и расширяются с формированием у студентов активного стиля мышления и устойчивой направленности на постоянное самообучение и самовоспитание. Полученные знания и навыки реализуются и получают развитие в процессе дальнейшего обучения и последующей трудовой деятельности.

Овладение курсом создаст надежную базу для дальнейшего самообразования, расширения круга интересов и лучшего понимания того набора естественнонаучной информации, с которым приходится сталкиваться каждому.

Тема 1. ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ И СОВРЕМЕННЫЙ МИР. ИСТОРИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕНДЕНЦИИ ЕГО РАЗВИТИЯ. ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНАЯ КАРТИНА МИРА. НАУЧНОЕ ПОЗНАНИЕ.

План:

1. Естествознание и современный мир. Цели и задачи естествознания.
2. Естественно - научная и гуманитарная культуры.
3. История естествознания и тенденции его развития.
4. Наука – часть культуры. Структура и методы научного познания: теоретические, эмпирические и универсальные методы.
5. Фундаментальные и прикладные проблемы естествознания.

6. Естественнонаучные картины мира.
7. Современная естественнонаучная картина мира и человек.

Естествознание — неотъемлемый компонент культуры, определяющий мировоззрение человека. Научное мировоззрение обеспечивает восприятие достижений науки обществом и устойчивость к манипуляциям общественным сознанием. Рациональный метод, сформировавшийся в рамках естественных наук, проникает и в гуманитарную сферу, и в общественную жизнь. Он существенно дополняет художественный метод познания действительности?

Курс «Концепции современного естествознания» как раз и должен способствовать формированию у студентов подлинно научного мировоззрения и осознанию ими имманентны принципов и закономерностей развития природы — от микромира до Вселенной и Человека. Речь идет об усвоении основных концепций в области физики, химии, биологии и других естественных наук, о получении представлений о важнейших школах и направлениях в развитии современного естествознания.

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

Культура — это все, что создано человеком как бы в добавление к природному миру, хотя и на основе последнего. Мир человеческой культуры существует не рядом с природным, а внутри него. И потому неразрывно с ним связан. Следовательно, всякий предмет культуры в принципе можно разложить как минимум на две составляющие — природную основу и его социальное содержание и оформление.

Естественные и гуманитарные науки. *Наука занимается изучением объективно существующих (т.е. существующих независимо от чьего-либо сознания) явлений природы.* Все научные дисциплины условно разделены на две основные группы: естественно-научные (занимаются изучением объектов и явлений, не являющиеся продуктом деятельности человека или человечества) и гуманитарные (изучают явления и объекты, возникшие как результат деятельности человека).

Любая наука ставит перед собой целью раскрытие механизмов явлений, законов, по которым строится реальность. Это позволяет прогнозировать результаты протекания процессов, использовать их в своих целях. Объектами изучения гуманитарных наук (история, социология, лингвистика, экономика, правоведение и т.п.) является человек и отношения между людьми. Поэтому изучаемые ими законы несут на себе отпечаток субъективности, что часто вызывает массу споров об их справедливости. Предметом изучения естественных наук (физика, астрономия, космология, космогония, химия, биология, география и т.п.) является природа. Формулировки законов природы не допускают субъективности, хотя, как выясняется, полностью избежать этого не удается.

Естествознание и религия. В мышлении человека можно выделить две составляющие: *рассудок и интуицию.* *Наука абсолютизировала рассудочный, то есть формально-логический метод познания мира,* позволяющий успешно вскрывать детали и механизмы явлений, однако упускающий из вида целостность и органичность мира. Поэтому наука тяготеет к тому, чтобы представить мир как саморазвивающийся механизм, в котором господствуют «слепые» законы природы. *Религия последовательно развивала интуитивно-созерцательный метод познания,* позволяющий почувствовать целесообразность мироустройства, наличие в нем разумной составляющей, однако плохо отражающий детали явлений.

Естествознание и философия. Философия (гр. любовь к мудрости) считается матерью всех наук. Естествознание выделилось из философии сначала как натурфилософия (философия природы), которая впоследствии породила целую гроздь конкретных естественно-научных

дисциплин. *Современная философия пытается сформулировать наиболее общие законы природы, лежащие в основе мироздания.* Естественные науки рассматривают более узкий и более конкретный круг вопросов.

Цель философии состоит именно в том, чтобы на основе достижений отдельных наук построить обобщенную картину мира. В этом смысле курс «Концепции современного естествознания» несет в себе философский оттенок. Однако он более конкретен, более приближен к языку естествознания, чем философия, которая разговаривает на более абстрактном языке.

Место математики среди естественных наук. Без математики сегодня не обходится практически ни одна естественная наука. Сама математика не является естественной наукой в полном смысле этого понятия, поскольку не занимается изучением каких-либо объектов или явлений реального мира. В основе математики лежат *аксиомы*, придуманные человеком. Для математики важна лишь *логическая строгость выводов*, делаемых на основе аксиом и предшествующих теорем. В этом главное отличие математики от естествознания, для которого важно, соответствует ли теоретическое построение реальности. При этом в качестве критерия истинности естественно-научных знаний выступает *эксперимент*, в ходе которого осуществляется проверка теоретических выводов.

Таким образом, *математика оказывается одним из общих языков, на котором могут разговаривать представители разных ветвей естествознания.*

Структура естественно-научных знаний. Окружающие нас объекты природы имеют внутреннюю структуру, т.е. в свою очередь сами состоят из других объектов. При этом возникают различные по сложности *уровни организации материи*: космический, планетарный, геологический, биологический, химический, физический. Соответственно возникло деление естественно-научных знаний на отдельные *дисциплины*, примерно соответствующие вышеперечисленным уровням организации материи: астрономию, экологию, геологию, биологию, химию и физику.

Системный подход, получивший широкое распространение в современном научном познании, ориентирует исследователя на целостный охват изучаемых процессов и явлений в их взаимосвязи и взаимодействии с другими явлениями и тем самым предостерегает его от односторонности, неполноты и ограниченности результатов.

Эволюционный взгляд на явления, события и процессы помогает понять их роль в общем процессе развития, а самоорганизация раскрывает некоторые внутренние механизмы эволюции.

История естествознания. В истории естествознания можно выделить ряд этапов.

1. *Естествознание древнего мира.* Деления на дисциплины не существовало, создаваемые концепции носили мировоззренческий характер. Роль решающего критерия истинности эксперименту не отводилась. Верные наблюдения и гениальные догадки сосуществовали с умозрительными и часто ошибочными построениями.

Родоначальник античной натурфилософии Фалес прославился, удачно предсказав солнечное затмение, наблюдавшееся в Греции в 585 г. до н.э. Фалес называют гидроинженером, он известен также своими трудами по географии, астрономии и физиологии. В VI в. до н.э. Пифагор исследовал в арифметике свойства рядов чисел, в геометрии — свойства плоских фигур, ему приписывают открытие теоремы, носящей его имя.

В VI в. до н.э. Эмпедокл прославился не только как философ, но и как врач, физик и физиолог. Он объяснил затмение Солнца прохождением Луны между Солнцем и Землей, догадался о том, что свет распространяется с такой большой скоростью, что мы просто не замечаем длительности его распространения.

Широко известны достижения античности в математике (Евклид, III в. до н.э.), механике (Архимед, III в. до н.э.), астрономии (Птолемей, II в. н.э.) и т.д.

2. *Классический период.* Берет свое начало с экспериментальных работ Галилея (XVIII век) и длится до начала нашего столетия. Характеризуется четким разделением наук. Эксперимент рассматривается не только как критерий истинности, но и как основной инструмент познания. Результаты экспериментов распространяются даже на те области и проблемы, где соответствующей проверки не производилось. При обнаружении расхождений таких концепций с реально наблюдаемыми явлениями возникало недоумение и попытки отрицания возможности познания мира.

В Средневековье наука находилась в полной зависимости от богословия и схоластики. Для этого времени типичны астрология, алхимия, магия, каббалистика, другие проявления оккультизма, тайного знания. Но тем не менее, медленно и постепенно накапливались новые факты и оттачивалась логика теоретического мышления.

Особую роль в развитии естествознания X-XII вв. сыграли мыслители арабско-мусульманского мира: иранский врач и химик Ибн-Закария аль-Рази, среднеазиатский ученый Аль-Фа-раби, ирано-таджикский философ, ученый-медик и врач Ибн-Сина (Авиценна), ирано-таджикский математик, астроном, поэт и мыслитель Омар Хайям, арабский философ и врач Ибн Рошд (Двврроз), Арабские мыслители в большей мере сохранили связь с античной философией и наукой, в первую очередь с учением Аристотеля.

В XVI - XVII вв. натурфилософское и во многом схоластическое познание природы превратилось в современное естествознание, в систематическое научное познание на базе экспериментов и математического изложения полученных результатов. В это время в механике совершилась настоящая революция, главную роль в которой сыграли Г. Галилей и И. Ньютон.

3. *Современное естествознание.* Характеризуется лавинообразным накоплением нового фактического материала и возникновением множества новых дисциплин на стыках традиционных. Резкое удорожание науки, особенно экспериментальной. Как следствие - возрастание роли теоретических исследований. Роль эксперимента как критерия истинности знания сохраняется, но признается, что само понятие истинности не имеет абсолютного характера: утверждения, истинные при определенных условиях, при выходе за границы, в рамках которых проводился эксперимент, могут оказаться приближенными и даже ложными. Современное естествознание утратило присущую классическим знаниям простоту и наглядность. Это произошло потому, что наука углубилась в области, где обычный "жизетийский" опыт и знания об объектах и происходящих с ними явлениях отсутствуют.

Научный метод исследования явлений природы. В основе научного метода познания лежит эксперимент. *Знание, не подтвержденное в эксперименте, нельзя считать научным.* Природа не всегда удовлетворяет требованиям нашего здравого смысла. Сила науки в ее экспериментальной обоснованности. Следует добавить, что единичный эксперимент еще не свидетельствует о научности полученного знания, важным критерием которого является *повторяемость* во многих экспериментах, проводимых при одинаковых условиях. Эксперименту обычно предшествует *наблюдение* за явлениями природы, являющееся еще одной составляющей научного метода. Современная наука немислима также и без такого важного компонента научного метода, как *измерение*. Наблюдение, эксперимент и измерение составляют опытную, или *эмпирическую*, сферу научного метода, наряду с которой в научном методе важное место занимает *теоретическая* сфера, которая оперирует такими категориями, как *проблема, гипотеза, теория*.

Приближенный характер естественно-научных знаний. Окружающий нас мир оказался очень сложным. *Любое явление природы связано со всеми остальными явлениями Вселенной бесконечным количеством связей.* Исчерпывающее описание такого явления оказывается невозможным. Поэтому на практике исследование явления сознательно упрощается путем замены данного явления *моделью*, учитывающей только самые важные элементы и процессы.

Такое добровольное самоограничение позволяет выявить основные механизмы явлений природы.

Механистический и системный подходы в естествознании. Изначальная ориентация естествознания на раскрытие механизмов явлений природы, успехи, достигнутые на этом пути в классический период развития, породили в естествознании иллюзию того, что весь мир подобен исключительно сложному механизму, состояние которого можно описать однозначно и математически точно. В конце XIX века естествознание перетерпело коренную ломку, в ходе которой оно утратило былую точность и непротиворечивость. Оказалось, что значительный класс явлений может быть описан только методами теории вероятностей. *Природа оказалась противоречивой.* Лишь с середины XX века в науке наметилась тенденция к преодолению кризиса непонимания сути явлений природы, что к настоящему времени оформилось в так называемый *системный подход*, который призван трансформировать научный метод познания под идею признания противоречивости мира.

Понятие «научная программа» сформировалось в методологии науки. Научная программа (НП), включающая в себя систему единых принципов, претендует на всеобщий охват и объяснение всех явлений. В отличие от философской системы она определяет не только характеристику предмета исследования, но и возможность методов проверки заявленных принципов, без чего они не станут теорией.

Научные программы связывают научные картины мира (НКМ) с умонастроениями в обществе, задают идеал научного объяснения и организации знания, положения, которые считают доказанными или достоверными. Связь эволюции науки с материальной и духовной культурой общества отражена в том, что научные революции не вытекали из логики развития науки. Изменение НКМ и НП перестраивают весь стиль научного мышления и вызывают изменения в характере научных теорий.

Научная картина мира (НКМ) — общая система представлений и понятий в процессе формирования естественно-научных теорий.

Механическая картина мира (МКМ) создана трудами Галилея, Кеплера, Гюйгенса, Ньютона. Главной задачей Ньютона был «синтез системы мира». Положенная в основу его труда механика давала научное объяснение природы. Ньютон ориентировался на аксиоматический метод Евклида, только у него вместо аксиом — принципы, управляющие явлениями природы. Ньютон уходил от причин тяготения, от гипотез «о скрытых качествах», заменяя эти натурфилософские размышления результатами эксперимента. И описание движения было сведено к математическому: Знание координат и скоростей тел в начальный момент по уравнениям движения определяло динамику в последующие моменты. Три закона механики Ньютона управляют движениями объектов, заполняющих пространственно-временную сцену.

В рамках МКМ построена космогония Солнечной системы, открыты законы взаимодействия электрических зарядов и взаимодействия точечных магнитных полюсов. П.Лаплас строил небесную механику и «молекулярную» механику, но при построении последней ему пришлось вводить гипотезы, силы притяжения и отталкивания. Такая универсальная механика присутствовала в курсе физики, написанном П.Лапласом и Ж.Б.Био, продолжал ее строить и Ампер. М.В.Ломоносов с помощью кинетической теории объяснял упругие свойства газов. К научному обоснованию теории стоимости Адам Смит пришел под влиянием идей Ньютона. В течение XVIII в. механика Ньютона была приведена в стройную систему, были разработаны методы вычисления (строгие и приближенные) задач движения. Л.Эйлер, Ж. Даламбер, Ж. Л. Лагранж сделали механику аналитической (1788), обладающей строгостью математического анализа. Понятие МКМ существенно расширилось. Закон сохранения и превращения энергии вышел далеко за пределы механики. Лаплас и Лавуазье считали, что теория теплоты должна строиться на принципе сохранения «живых сил».

Электромагнитная картина мира (ЭКМ) основана на идее динамического атомизма, континуальном понимании материи и связанном с ним понятии *близкодействия*, которое внес М.

Фарадей. Уравнения Дж. Максвелла отразили эти идеи и привели к понятию поля без построения механических корпускулярных моделей. Попытку соединить идеи поля и частиц-электронов предпринял Х. А. Лоренц, но возникла проблема увеличения эфира быстро движущимися частицами. Эта проблема была решена только созданием специальной и общей теорий относительности (СТО и ОТО). Ожидали, что всеобщий охват мира природы способна дать электродинамическая картина мира, соединявшая СТО и ОТО с теорией Максвелла и механикой.

Квантово-полевая картина мира (КПКМ) отразила открытия, связанные со строением вещества и взаимосвязью вещества и энергии. Изменились представления о причинности, роли наблюдателя, самой материи, времени и пространстве. Во Вселенной, подчиненной законам квантовой гравитации, кривизна пространства-времени и его структура должны флуктуировать, так как квантовый мир никогда не находится в покое. Поэтому понятия прошлого и будущего, последовательность Событий в таком мире тоже должны быть иными. Пока обнаружены не все изменения, так как квантовые эффекты проявляются в исключительно малых масштабах. Теория квантовой гравитации должна была соединить ОТО и квантовую механику, и хотя такой синтез пока осуществить не удалось, на этом пути было открыто много нового и интересного.

Основная цель картин мира — объяснение и истолкование фактов и теорий, тогда как одной из целей теорий является описание опытных фактов.

Тема 2. ФОРМЫ ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОГО ПОЗНАНИЯ. ПОДХОДЫ И МЕТОДЫ ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОГО ПОЗНАНИЯ.

План:

1. Естественно-научное познание – процесс постижения истины.
2. Основные формы естественно-научного познания (эмпирические, теоретические и чувственные формы; наблюдение и эксперимент; мышление; описание, объяснение и предвидение).
3. Методы естественно-научных исследований (сравнение, анализ и синтез; абстрагирование, идеализация и обобщение; аналогия и моделирование; индукция и дедукция).
4. Эксперимент – основа естествознания. Современные средства исследований.

Наука - это специализированная система идеальной знаково-смысловой и естественно-предметной деятельности людей, направленная на достижение максимально достоверного истинного знания действительности. Наука составляет существенную часть человеческого способа освоения действительности. Научная деятельность включает следующие элементы; субъект, объект, цель (цели), средства, конечный продукт, социальные условия, активность субъекта.

Субъект - носитель сознательной целенаправленной деятельности.

Объект (в общем понимании) — это все состояния бытия, которые становятся сферой приложения активности субъекта.

В связи с усложнением научного познания различают объект науки и предмет научного исследования.

Цель вообще - это предвосхищение в мышлении человека средств, последовательности и результатов осуществления деятельности. Благодаря цели действия людей обретают конкретную последовательность и эффективность. Цели науки многообразны. К непосредственным

относятся: описание, объяснение, предсказание, истолкование тех процессов и явлений, которые стали ее объектами (предметами).

Средства — это способы действия и орудия для осуществления какой-либо деятельности. К средствам науки относят в первую очередь методы мышления — правила, следуя которым можно оптимально достичь положительного результата, а также методы эмпирического исследования — правила наблюдений, экспериментов и тд.

Конечный продукт, результат — это итог, завершение, показатель осуществленной последовательности Действий, Результаты науки также многообразны.

Продуктом науки являются не только знания, но и:

- научный способ рациональности, который выходит за пределы науки и проникает во все сферы бытия людей;
- технические и методические новации, которые могут применяться вне науки, прежде всего в производстве;
- нравственные ценности — образцы честности, объективности, добросовестности, реализуемые в профессиональной деятельности.

Научный метод исследования явлений природы. В основе научного метода познания лежит эксперимент. *Знание, не подтвержденное в эксперименте, нельзя считать научным.* Сила науки в ее экспериментальной обоснованности. Следует добавить, что единичный эксперимент еще не свидетельствует о научности полученного знания, важным критерием которого является *повторяемость* во многих экспериментах, проводимых при одинаковых условиях. Эксперименту обычно предшествует *наблюдение* за явлениями природы, являющееся еще одной составляющей научного метода. Современная наука немыслима также и без такого важного компонента научного метода, как *измерение*. Наблюдение, эксперимент и измерение составляют опытную, или *эмпирическую*, сферу научного метода, наряду с которой в научном методе важное место занимает *теоретическая* сфера, которая оперирует такими категориями, как *проблема, гипотеза, теория*.

Приближенный характер естественно-научных знаний. Окружающий нас мир оказался очень сложным. *Любое явление природы связано со всеми остальными явлениями Вселенной бесконечным количеством связей.* Исчерпывающее описание такого явления оказывается невозможным. Поэтому на практике исследование явления сознательно упрощается путем замены данного явления *моделью*, учитывающей только самые важные элементы и процессы.

В науке выделяют эмпирический и теоретический уровни познания, каждый из которых имеет свои специфические методы исследования.

Эмпирическое познание поставляет науке факты. Важнейшие методы получения эмпирического знания являются наблюдения, эксперимент, измерение.

Сущность **теоретического познания** заключается не только в описании и объяснении фактов и закономерностей, накопленных в процессе эмпирических исследований, но и в стремлении ученых раскрыть гармонию мироздания. Содержание теории определяется основными принципами, положенными в ее основу. Теории не являются прямым обобщением эмпирических фактов. Они возникают в сложном взаимодействии теоретического мышления и эмпирического познания реальности, в результате разрешения внутренних чисто теоретических проблем, в результате взаимодействия науки и культуры в целом.

Средствами научного познания являются:

язык: специфическая лексика, особая стилистика, понятия, термины;

математика: арсенал математики активно входит в саму ткань теоретических построений буквально во всех науках;

приборы и аппаратура, эталоны;

компьютеры, используемые для планирования эксперимента, моделирования, хранения информации и т.п.

Наука по самой своей сути – социальное явление. Сегодня наука представляет собой мощную отрасль по производству знаний с огромной материальной базой, с развитой системой коммуникаций. Наука сегодня – это специальная профессиональная деятельность, дело, которому человек посвящает всю свою жизнь. Научная деятельность сегодня – это совместная работа творческих коллективов.

Современную науку называют «большой наукой». Наука сегодня охватывает огромную область знаний. Она включает около 15 тысяч дисциплин.

Основные его особенности научного знания:

- Научное знание характеризуется систематичностью, а также логической выводимостью одних знаний из других.
- Объектами научного (теоретического) познания выступают не сами ПО себе Предметы и явления реального мира, а их своеобразные аналоги — идеализированные объекты.
- Важным признаком научного познаний является осознанный контроль над самой процедурой получения нового знания, фиксация и предъявление строгих требований к методам познания.
- Научное описание исследуемых объектов требует строгости и однозначности языка, четко фиксирующего смысл и значение понятий.
- Научное знание претендует на общеобязательность и объективность открываемых истин, т.е. их независимость от познающего субъекта, безусловную воспроизводимость.
- Наука изучает только те явления, которые повторяются, и поэтому ее главная задача — искать законы их существования.

Главной и непосредственной функцией науки, определяющей всю ее структуру и организацию, было и остается раскрытие объективной истины. Благодаря этому наука так необходима для практической деятельности людей.

Истина - результат познавательной деятельности человека, субъекта познания; истина существует в сознании человека, будучи *субъективной* в силу способа получения и формы выражения, по своему содержанию является *объективной*. Это следует из определения: истина — это знание, содержание которого не зависит от познающего субъекта, оно обусловлено объектом познания, его свойствами и закономерностями. Более точно меру, степень и границы объективности истины удастся выразить с помощью понятий абсолютной и относительной истины.

Исторически путь естественно-научного познания окружающего мира начинался с живого созерцания — *чувственного восприятия* фактов на основе практики. От живого созерцания человек переходит к абстрактному мышлению, а от него — снова к практике, в которой он реализует свои мысли, выверяет их истинность. Для своего эффективного движения она должна постоянно получать стимулы, факты из окружающей действительности через наблюдения, эксперименты, т. е. посредством *эмпирического познания*.

Эмпирическое и теоретическое познание — это единый процесс, характерный для любого естественно-научного исследования на любой его стадии.

Теоретический уровень – более высокая ступень в научном познании. Результатами теоретического познания становятся гипотезы, теории, законы.

К третьей группе методов научного познания относятся методы, используемые только в рамках исследования какой-то конкретной науки или какого-то конкретного явления. Такие методы именуется **частнонаучными**. В частнонаучных методах могут присутствовать наблюдения, измерения, индуктивные или дедуктивные умозаключения и т.д.

Целостный образ, отражающий непосредственно воздействующие на органы чувств предметы, их свойства и отношения, называется восприятием. Восприятие у человека включает в себя осознание, осмысление предметов, их свойств и отношений, основанное на вовлечении каждый раз вновь получаемого впечатления в систему уже имеющихся знаний.

Способность мозга запечатлевать, сохранять воздействие или сигналы внешней среды и в нужный момент воспроизводить их называется *памятью*.

Представления — это образы тех объектов, которые когда-то воздействовали на органы чувств человека, а потом восстанавливаются по сохранившимся в мозгу следам и при отсутствии этих объектов.

Ощущения и восприятия — начало возникновения сознательного отражения. Память закрепляет и сохраняет полученную информацию. Представление — психическое явление, в котором сознание впервые отрывается от своего непосредственного источника и начинает существовать как субъективное явление.

Необходимое условие естественно-научного исследования состоит в установлении фактов. Эмпирическое познание поставляет науке факты, фиксируя при этом устойчивые связи, закономерности окружающего нас мира. Констатируя тот или иной факт, мы фиксируем существование определенного объекта.

Важнейшими методами естественно-научного исследования являются наблюдение и эксперимент.

Наблюдение — преднамеренное, планомерное восприятие, осуществляемое с целью выявить существенные свойства объекта познания. Наблюдение относится к активной форме деятельности, направленной на определенные объекты и предполагающей формулировку целей и задач.

Эксперимент — метод, или прием, исследования, с помощью которого объект или воспроизводится искусственно, или ставится в заранее определенные условия. Метод изменения условий, в которых находится исследуемый объект, — это основной метод эксперимента.

Мышление — высшая ступень познания. Хотя его источник — ощущения и восприятие, но оно выходит за их границы и позволяет формировать знания о таких объектах, свойствах и явлениях, которые не доступны органам чувств.

Мышление — целенаправленное, опосредованное и обобщенное отражение в мозгу человека существенных свойств, причинных отношений и закономерных связей вещей. Основными формами мышления являются понятия, суждения и умозаключения.

Понятие — это мысль, в которой отражаются общие и существенные свойства объектов и явлений. Понятия не только отражают общее, но и группируют, классифицируют объекты в соответствии с их различиями. Понятие «дерево» отражает не только общее, то, что свойственно всем деревьям, но и отличие любого дерева от всего другого.

Суждение — форма мысли, в которой посредством связи понятий утверждается (или отрицается) что-либо о чем-либо.

К тому или иному суждению человек может прийти путем непосредственного наблюдения какого-либо факта или опосредованным путем — с помощью умозаключения.

Умозаключение представляет собой рассуждение, в ходе которого из одного или нескольких суждений, называемых предпосылками или посылками, выводится новое суждение (заключение или следствие), логически непосредственно вытекающее из посылок.

Одна из важных задач естественно-научного познания — обобщение всего известного об окружающем мире. Эксперимент и наблюдение дают огромное многообразие данных, порой не согласованные между собой и даже противоречивых. Главная задача теоретического мышления — привести полученные данные в стройную систему и создать из них научную картину мира, лишенную логического противоречия.

Важной формой теоретического мышления является *гипотеза* — предположение, исходящее из ряда фактов и допускающее существование объекта, его свойств, определенных отношений. Гипотеза — это вид умозаключения, пытающегося проникнуть в сущность еще недостаточно изученной области действительности.

В современном понимании *методология* — учение о структуре, логической организации, методах и средствах деятельности. В частности, *методология естествознания* — это учение о принципах построения, формах и способах естественно-научного познания.

Метод — это совокупность приемов, или операций, практической или теоретической деятельности.

Еще древние мыслители утверждали: сравнение — мать познания. *Сравнение есть установление сходства и различия объектов.* Сравнение лежит в основе многих естественно-научных измерений, составляющих неотъемлемую часть любых экспериментов.

Сравнивая объекты между собой, человек получает возможность правильно познавать их и тем самым правильно ориентироваться в окружающем мире, целенаправленно воздействовать на него. Сравнение как весьма общий прием познания часто выступает в различных отраслях естествознания как сравнительный метод.

Процесс естественно-научного познания совершается так, что мы сначала наблюдаем общую картину изучаемого объекта, при которой частности остаются в тени. При таком наблюдении нельзя познать внутреннюю структуру объекта. Для ее изучения мы должны расчленить изучаемые объекты. *Анализ представляет собой мысленное или реальное разложение объекта на составляющие его части.* Будучи необходимым приемом познания, анализ — также и один из элементов процесса познания.

Когда путем анализа частности достаточно изучены, наступает следующая стадия познания — *синтез* — объединение в единое целое расчленившихся анализом элементов.

Анализ фиксирует в основном то специфическое, что отличает части друг от друга. Синтез вскрывает то общее, что связывает части в единое целое.

Абстрагирование — мысленное выделение какого-либо предмета, в отвлечении от его связей с другими предметами, какого-либо свойства предмета в отвлечении от других его свойств, какого-либо отношения предметов в отвлечении от самих предметов. Абстрагирование — это движение мысли вглубь предмета, выделение его существенных элементов.

Важным приемом естественно-научного познания мира является идеализация как специфический вид абстрагирования. *Идеализация — это мыслительное образование абстрактных объектов, не существующих и неосуществимых в действительности, но для которых имеются прообразы в реальном мире.* Идеализация — это процесс образования понятий, реальные прототипы которых могут быть указаны лишь с той или иной степенью приближения. Введение в естественно-научный процесс исследования идеализированных объектов позволяет осуществить построение абстрактных схем реальных процессов, необходимых для более глубокого проникновения в закономерности их протекания.

Важной задачей естественно-научного познания является *обобщение* — процесс мысленного перехода от единичного к общему, от менее общего к более общему.

Мысленный переход от более общего к менее общему есть процесс *ограничения*. Процессы обобщения и ограничения неразрывно связаны между собой. Без обобщения нет теории. Теория создается для применения ее на практике к решению конкретных задач.

Под абстрактным понимается одностороннее, неполное отражение объекта в сознании. Конкретное же знание есть отражение реальной взаимосвязи элементов объекта в системе целого, рассмотрение его со всех сторон, в развитии, со всеми свойственными ему противоречиями. Конкретное — результат научного исследования, отражение объективной действительности в системе понятий и категорий, теоретически осмысленное единство многообразного в объекте исследования. Методом теоретического познания объекта как целого является восхождение от абстрактного к конкретному.

В современной науке и технике все большее распространение получает *метод моделирования, сущность которого заключается в воспроизведении свойств объекта познания на специально устроенном его аналоге — модели.*

При этом первый объект, который, собственно, и подвергается исследованию, именуется **моделью**, а другой объект, на который переносится информация, полученная в результате исследования первого образца (модели), называется **оригиналом** (иногда – прототипом, образцом, и т.д.). Таким образом, модель всегда выступает как аналогия, т.е. модель и отображаемый с ее помощью объект (оригинал) находятся в определенном сходстве (подобии).

Под **моделированием** понимается изучение моделируемого объекта (оригинала), базирующееся на взаимоднозначном соответствии определенной части свойств оригинала и замещающего его при исследовании объекта (модели) и включающее в себя построение модели, изучение ее и перенос полученных сведений на моделируемый объект – оригинал.

В зависимости от характера используемых в научном исследовании моделей различают несколько видов моделирования.

1. *Мысленное (идеальное) моделирование.*

2. *Физическое моделирование.* Оно характеризуется физическим подобием между моделью и оригиналом и имеет целью воспроизведение в модели процессов, свойственных оригиналу. В настоящее время физическое моделирование широко используется для разработки и экспериментального изучения различных сооружений (плотин электростанций, оросительных систем и т.п.), машин (аэродинамические качества самолетов, например, исследуются на их моделях, обдуваемых воздушным потоком в аэродинамической трубе), для лучшего понимания каких-то природных явлений и т.д.

3. *Математическое моделирование* – это описание моделируемого явления на языке математики. В естественных науках принято считать, что любое явление природы может быть правильно понято только после того как оно будет изучено количественно, т.е. математически.

4. *Вещественно-математическое моделирование.* Математическое моделирование может применяться в особом сочетании с физическим моделированием. Такое сочетание, именуемое *вещественно-математическим моделированием*, позволяет исследовать какие-то процессы в объекте-оригинале, заменяя их изучением процессов совсем иной природы (которые, однако, описываются теми же математическими соотношениями, что и исходные процессы).

5. *Компьютерное моделирование.* В тех случаях, когда может быть построена математическая модель, дополнительную информацию о явлении можно получить в ходе **вычислительного эксперимента** с математической моделью. Вычислительный эксперимент, выполняемый с помощью компьютера, называется компьютерным моделированием.

Моделирование широко применяется потому, что оно позволяет исследовать процессы, характерные для оригинала, в отсутствие самого оригинала и в условиях, не требующих его наличия.

В качестве метода естественно-научного исследования *индукцию можно определить как процесс выведения общего положения из наблюдения ряда частных единичных фактов.*

Дедукция — это процесс аналитического рассуждения от общего к частному или менее общему. Началом (посылками) дедукции являются аксиомы, постулаты или просто гипотезы, имеющие характер общих утверждений, а концом — следствия. Дедукция — основное средство доказательства. Применение дедукции позволяет вывести из очевидных истин знания, которые уже не могут с непосредственной ясностью постигаться нашим умом, однако представляются в силу самого способа их получения вполне обоснованными и тем самым достоверными. Дедукция, проводящаяся по строгим правилам, не может приводить к заблуждениям.

Открытие — установление новых, ранее неизвестных закономерностей, свойств и явлений материального мира, вносящее коренные изменения в уровень познания. Бытует убеждение, будто открытие — результат случайности, внезапного озарения мысли, вдохновения, таинственной творческой интуиции, подсознательного или даже болезненного состояния психики, способной создавать из обычных впечатлений необычные комбинации, рождать «сумасшедшие» идеи, способные ломать наши обычные представления.

Тема 3. ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ КОНЦЕПЦИИ ОПИСАНИЯ ПРИРОДЫ.

План:

1. Структурные уровни организации материи: микро-, макро- и мега- уровни
2. Концепции материи, движения, пространства и времени.
- 3.. Виды материи: вещество, поле, физический вакуум, плазма.
4. Свойства вещества и поля. Взаимные переходы вещества и поля.
5. Пространство и время - всеобщие формы существования материи. Определение времени.
6. Классические и современные представления о пространстве и времени. Пространственно - временной континуум.
7. Типы фундаментальных взаимодействий в физике. Проблема создания единой фундаментальной теории.

В современной науке в основе представлений о строении материального мира лежит системный подход, согласно которому любой объект материального мира, будь то атом, планета, организм или галактика, может быть рассмотрен как сложное образование, включающее составные части, организованные в целостность. Для обозначения целостности объектов в науке было выработано понятие системы. Система представляет собой совокупность элементов и связей между ними.

Понятие «элемент» означает минимальный, далее уже неделимый компонент в рамках системы. Элемент является таковым лишь по отношению к данной системе, в других же отношениях он сам может представлять сложную систему.

Совокупность связей между элементами образует структуру системы. Устойчивые связи элементов определяют упорядоченность системы. Существуют два типа связей между элементами системы — по «горизонтали» и по «вертикали».

В науке выделяют три уровня строения материи.

Макромир — мир макрообъектов, размерность которых соотносима с масштабами человеческого опыта: пространственные величины выражаются в миллиметрах, сантиметрах и километрах, а время — в секундах, минутах, часах, годах.

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

Мегамир - мир огромных космических масштабов и скоростей, расстояние в котором измеряется световыми годами, а время существования космических объектов — миллионами и миллиардами лет.

В истории изучения природы (макромира) можно выделить два этапа: донаучный и научный.

Донаучный, или натурфилософский охватывает период от античности до становления экспериментального естествознания в XVI—XVII вв. В этот период учения о природе носили чисто натурфилософский характер: наблюдаемые природные явления объяснялись на основе умозрительных философских принципов.

Формирование научных взглядов на строение материи относится к XVI в., когда Г. Галилеем была заложена основа первой в истории науки физической картины мира — механической. Он не просто обосновал гелиоцентрическую систему Н. Коперника и открыл закон инерции, а разработал методологию нового способа описания природы — научно-теоретического.

И. Ньютон, опираясь на труды Галилея, разработал строгую научную теорию механики, описывающую и движение небесных тел, и движение земных объектов одними и теми же законами. Наряду с механической корпускулярной теорией, осуществлялись попытки объяснить оптические явления принципиально иным путем, а именно — на основе волновой теории, сформулированной Х. Гюйгенсом. Волновая теория устанавливала аналогию между распространением света и движением волн на поверхности воды или звуковых волн в воздухе. В ней предполагалось наличие упругой среды, заполняющей все пространство, — светоносного эфира. Явления интерференции и дифракции могли быть объяснены только в рамках волновой теории и не поддавались объяснению на основе механической корпускулярной теории света.

Другой областью физики, где механические модели оказались неадекватными, была область электромагнитных явлений. Эксперименты английского естествоиспытателя М. Фарадея и теоретические работы английского физика Дж. К. Максвелла окончательно разрушили представления ньютоновской физики о дискретном веществе как единственном виде материи и положили начало электромагнитной картине мира.

После экспериментов Г. Герца в физике окончательно утвердилось понятие поля не в качестве вспомогательной математической конструкции, а как объективно существующей физической реальности. Был открыт качественно новый, своеобразный вид материи.

Итак, к концу XIX в. физика пришла к выводу, что материя существует в двух видах: дискретного вещества и непрерывного поля.

- Вещество и поле различаются как корпускулярные и волновые сущности: вещество дискретно и состоит из атомов, а поле непрерывно.
- Вещество и поле различаются по своим физическим характеристикам: частицы вещества обладают массой покоя, а поле — нет.
- Вещество и поле различаются по степени проницаемости: вещество мало проницаемо, а поле, наоборот, полностью проницаемо.
- Скорость распространения поля равна скорости света, а скорость движения частиц вещества меньше ее на много порядков.

В результате же последующих революционных открытий в физике в конце прошлого и начале нынешнего столетий оказались разрушенными представления классической физики о веществе и поле как двух качественно своеобразных видах материи.

Повседневный опыт показывает, что тела действуют друг на друга, порождая всевозможные изменения движения. Взаимодействие тел в макром мире происходит под действием силы тяготения или электромагнитных сил. В классической механике понятие силы считается фундаментальным. Сила — физическая мера взаимодействия тел и причина изменения их механического движения, т. е. их перемещения друг относительно друга.

Источником силы в соответствии с законом всемирного тяготения является масса тел. Таким образом, понятие массы, введенное впервые Ньютоном, более фундаментально, чем понятие силы.

Развитие физики в XIX в. показало, что источником другой разновидности сил, действующих в макром мире, — электрических и магнитных — является электрический заряд, что хорошо подтверждается законом Кулона, формулой для силы Лоренца и уравнениями электромагнитной теории Максвелла. Возвращаясь к концепции массы, отметим, что в отличие от электрического заряда масса не квантуется. Однако, возможно, данное утверждение соответствует только современному представлению о микромире.

Масса выступает не только как мера гравитационного взаимодействия, но и как мера инертности тел, т. е. способности тел сопротивляться воздействию сил, стремящихся изменить состояние их движения, изменить их скорость. В этой связи часто говорят о массе тяжелой как мере гравитационного взаимодействия и о массе инертной как мере инертности.

В физике движение рассматривается в общем виде как изменение состояния физической системы, и для описания состояния вводится набор измеряемых параметров, к которым со времен Декарта относятся пространственно-временные координаты, или точки пространственно-временного континуума, означающего непрерывное множество.

Пространство и время как всеобщие и необходимые формы бытия материи являются фундаментальными категориями в современной физике и других науках.

Дальнейшее развитие представлений о пространстве и времени связано с рационалистической физикой Р. Декарта, который создал первую универсальную физико-космологическую картину мира. В основу ее Декарт положил идею о том, что все явления природы объясняются механическим воздействием элементарных материальных частиц.

Таким образом, развитие представлений о пространстве и времени в доньютоновский период способствовало созданию концептуальной основы изучения физического пространства и времени. Эти представления подготовили математическое и экспериментальное обоснование свойств пространства и времени в рамках классической механики.

Успехи ньютоновской системы (поразительная точность и кажущаяся ясность) привели к тому, что многие критические соображения в ее адрес обходились молчалием. А ньютоновская концепция пространства и времени, на основе которой строилась физическая картина мира, оказалась господствующей вплоть до конца XIX в.

Основные положения этой картины мира, связанные с пространством и временем, заключаются в следующем.

Пространство считалось бесконечным, плоским, «прямолинейным», евклидовым. Его метрические свойства описывались геометрией Евклида. Оно рассматривалось как абсолютное, пустое, однородное и изотропное (нет выделенных точек и направлений) и выступало в качестве «вместилища» материальных тел, как независимая от них инерциальная система.

Время понималось абсолютным, однородным, равномерно текущим. Оно идет сразу и везде во всей Вселенной «единообразно и синхронно» и выступает как независимый от материальных объектов процесс длительности.

Принятие абсолютного времени и постулирование абсолютной и универсальной одновременности во всей Вселенной явилось основой для теории дальнего действия.

До XIX в. физика была в основном физикой вещества, т.е. она рассматривала поведение материальных объектов с конечным числом степеней свободы и обладающих конечной массой покоя. Изучение электромагнитных явлений в XIX в. выявило ряд существенных отличий их свойств по сравнению с механическими свойствами тел.

Итак, в физике XIX в. появляется новое понятие — «поле». Открытие существования поля в пространстве между зарядами и частицами было очень существенно для описания физических свойств пространства и времени.

Пространство и время являются также универсальными, всеобщими формами бытия материи. Нет явлений, событий, предметов, которые существовали бы вне пространства или вне времени. Важным свойством пространства является его трехмерность.

Пространство обладает свойством однородности и изотропности, а время — однородности. Однородность пространства заключается в равноправии всех его точек, а изотропность — в равноправии всех направлений. Во времени все точки равноправны, не существует преимущественной точки отсчета, любую можно принимать за начальную.

Указанные свойства пространства и времени связаны с главными законами физики — законами сохранения.

Тема 4. ФИЗИКА - ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ ОТРАСЛЬ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ КЛАССИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ. КОНЦЕПЦИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ ПРОСТРАНСТВА И ВРЕМЕНИ. ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ.

План:

1. Физика – фундаментальная основа естествознания. Этапы развития физики.
2. Предмет физики, основные задачи, этапы развития. Механика – наука о движении. Задача механики. Классическая механика и квантовая механика объекты их изучения.
3. Движение материальной точки в пространстве (виды движений). Системы отсчета. Динамика. Фундаментальные законы Ньютона. Развитие представлений об энергии.
4. Принцип относительности Галилея. Инерциальные системы отсчета.
5. Принцип относительности Эйнштейна. Инвариантность, инварианты. Специальная теория относительности (СТО) Эйнштейна. Кинематические следствия СТО.
6. Свойства пространства, времени и законы сохранения. Закон сохранения массы. Закон сохранения энергии. Закон сохранения импульса. Закон сохранения момента импульса. Принципы симметрии. Законы сохранения как следствие свойств пространства и времени.

Огромное ветвистое древо естествознания выросло не сразу — оно медленно произрастало из натурфилософии — философии природы, представляющей собой умозрительное истолкование природы, рассматриваемой в ее целостности. Ранняя древнегреческая натурфилософия досократовского периода активно развивалась в ионийской школе и явилась по существу первой исторической формой философии вообще.

Поступательное развитие экспериментального естествознания, и прежде всего физики, привело к постепенному вытеснению натурфилософии естественно-научными знаниями, базирующимися на опытах, на экспериментальных данных. Так в недрах натурфилософии зарождалась физика — наука о природе, изучающая простейшие и вместе с тем наиболее общие свойства материального мира. Вследствие такой общности физика и ее законы лежат в основе всего естествознания.

Одна из задач физики — выявление самого простого и самого общего в природе. В современном представлении самое простое — так называемые первичные элементы: молекулы, атомы, элементарные частицы, поля и т. п. А наиболее общими свойствами материи принято считать движение, пространство и время, массу, энергию и др. Конечно, физика изучает и очень сложные явления и объекты. Однако при изучении сложное сводится к простому, конкретное — к общему.

Основные этапы развития физики. Всю историю физики можно условно разделить на три основных этапа:

древний и средневековый,
классической физики,
современной физики.

Первый этап развития физики иногда называют донаучным. Это самый длительный этап. Он охватывает период от времен Аристотеля до начала XVII в., поэтому и называется древним и средневековым этапом.

Начало второго этапа —этапа классической физики — связывают с одним из основателей точного естествознания — итальянским ученым Галилео Галилеем и основоположником классической физики, английским математиком, механиком, астрономом и физиком Исааком Ньютоном. Второй этап продолжался до конца XIX в.

К началу XX столетия появились экспериментальные результаты, которые трудно было объяснить в рамках классических представлений. В этой связи был предложен совершенно новый подход — квантовый, основанный на дискретной концепции. Квантовый подход впервые ввел в 1900 г. немецкий физик Макс Планк (1858—1947), вошедший в историю развития физики "как один из основоположников квантовой теории. Его трудами открывается третий этап развития физики — этап современной физики, включающий не только квантовые, но и классические представления.

В истории физики наиболее плодотворный и важный для понимания явлений природы была концепция атомизма, согласно которой материя имеет прерывистое, дискретное строение, т. е. состоит из мельчайших частиц — атомов.

Концепция атомизма — концепция дискретного, квантованного строения материи — пронизывает естествознание на протяжении всей его истории — от античной натурфилософии Левкиппа и Демокрита до современных учений физики, химии, биологии и других наук.

Многие ведущие физики и химики даже в конце XIX в. не верили в реальность существования атомов. К тому же многие экспериментальные результаты химии и рассчитанные в соответствии с кинетической теорией газов данные утверждали другое понятие для мельчайших частиц — молекулы.

Реальное существование молекул было окончательно подтверждено в 1906 г. опытами французского физика Жана Перрена (1870—1942) по изучению закономерностей броуновского движения. В современном представлении молекула — наименьшая частица вещества, обладающая его основными химическими свойствами и состоящая из атомов, соединенных между собой химическими связями.

Атом — составная часть молекулы, в переводе с греческого означает «неделимый». Действительно, вплоть до конца XIX в. неделимость атома не вызывала серьезных возражений. Однако физические опыты конца XIX и начала XX столетий не только подвергли сомнению неделимость атома, но и доказали существование его структуры.

Так постепенно, шаг за шагом, современная физика открывала совершенно новый мир физических объектов — микромир или мир микроскопических частиц, для которых характерны преимущественно квантовые свойства. Поведение и свойства физических тел, состоящих из микрочастиц и составляющих макромир, описываются классической физикой.

Каждый фундаментальный физический закон описывает вполне определенные объекты окружающего мира вне зависимости от того, где они находятся. Универсальность физических законов заключается в том, что они применимы к объектам всего мира, доступным нашим наблюдениям с помощью самых совершенных и чувствительных приборов. Атомы везде одинаковы — на Земле и в космосе.

Законы сохранения импульса и энергии применимы для описания не только для движения тел на Земле, но и взаимодействия элементарных частиц, а также движения планет и звезд. Универсальность физических законов подтверждает единство природы и Вселенной в целом

К настоящему времени известны четыре вида основных фундаментальных взаимодействий:

гравитационное,
электромагнитное,
сильное,
слабое.

Гравитационное взаимодействие характерно для всех материальных объектов вне зависимости от их природы. Оно заключается во взаимном притяжении тел и определяется фундаментальным законом всемирного тяготения. Предполагается, что гравитационное

взаимодействие обуславливается некими элементарными частицами — гравитонами, существование которых к настоящему времени экспериментально не подтверждено.

Электромагнитное взаимодействие связано с электрическими и магнитными полями. Электрическое поле возникает при наличии электрических зарядов, а магнитное поле — при их движении. Электромагнитное взаимодействие описывается фундаментальными законами электростатики и электродинамики: законом Кулона, законом Ампера и др. Его наиболее общее описание дает электромагнитная теория Максвелла, основанная на фундаментальных уравнениях, связывающих электрическое и магнитное поля.

Сильное взаимодействие обеспечивает связь нуклонов в ядре и определяет ядерные силы. Предполагается, что ядерные силы возникают при обмене между нуклонами виртуальными частицами — мезонами.

Наконец, слабое взаимодействие описывает некоторые виды ядерных процессов. Оно короткодействующее и характеризует все виды бета-превращений.

Гравитационное взаимодействие в классическом представлении в процессах микромира существенной роли не играет. Однако в макропроцессах ему принадлежит определяющая роль.

Принцип тождественности. Особенности и специфика взаимодействий между компонентами сложных микро- и макросистем, а также внешних взаимодействий между ними приводят к громадному их многообразию. Для микро- и макросистем характерна индивидуальность: каждая система описывается присущей только ей совокупностью всевозможных свойств.

Однако можно говорить о тождественности элементарных частиц. Тождественные частицы обладают одинаковыми физическими свойствами: массой, электрическим зарядом, спином и другими внутренними характеристиками (квантовыми числами).

Принцип тождественности — фундаментальный принцип квантовой механики, согласно которому состояния системы частиц, получающиеся друг из друга перестановкой тождественных частиц местами, нельзя различить ни в каком эксперименте. Такие состояния должны рассматриваться как одно физическое состояние. Этот принцип — одно из основных различий между классической и квантовой механикой. В классической механике всегда можно проследить за движением отдельных частиц по траекториям и таким образом отличить частицы одну от другой. В квантовой механике тождественные частицы полностью лишены индивидуальности.

Состояние частицы в квантовой механике описывается волновой функцией, позволяющей определить лишь вероятность нахождения частицы в данной точке пространства. Если в пространстве волновые функции двух или более тождественных частиц не определяются, то нет смысла говорить о том, какая из них находится в данной точке. В данном случае имеет смысл говорить лишь о вероятности нахождения в этой точке одной из тождественных частиц.

Движением называется любое изменение материи; движение- это основное, неотъемлимое и всеобщее свойство материи; оно так же многообразно, как и явления природы. Характер движения зависит от того, относительно какого тела оно рассматривается. Движущееся тело имеет некоторые размеры в пространстве, но и пространство, в котором происходит движение, обладает протяженностью. Процесс абстрагирования позволяет отвлечься от несущественных для данного движения свойств тел – изменения строения, внутреннего состояния и др.

Механика изучает перемещение материальных точек или тел, т.е. изменение их положения с течением времени. Но движение происходит в микро-, макро- и мегамире по различным законам, изучаемым квантовой, классической и релятивистской механикой соответственно. Механика макроскопических тел, движущихся со скоростями, много меньшими скорости света, называется классической; она состоит из кинематики и кинетики.

В основе механики Ньютона лежат три основополагающих закона:

1) *первый закон Ньютона* утверждает, что инерциальные системы отсчета существуют, то есть в некоторых системах отсчета действительно невозможно никакими опытами однозначно определить движется ли данная система прямолинейно и равномерно или покоится;

2) *второй закон Ньютона* утверждает, что в инерциальных системах ускорение тела пропорционально приложенной силе, являющейся количественной мерой взаимодействия (коэффициент пропорциональности между силой и ускорением называют массой тела): $F = ma$;

3) *третий закон* утверждает, что при взаимодействии оба объекта испытывают действия одинаковых и противоположно направленных сил.

Одним из первых основополагающих событий, знаменующих собой начало классического периода естествознания, явилась формулировка Галилеем *принципа инерции* и *принципа относительности*. Принцип инерции утверждает, что любое тело сохраняет состояние покоя или движется равномерно и прямолинейно до тех пор, пока воздействие других тел не выведет его из этого состояния. Принцип относительности утверждает, что если система движется равномерно и прямолинейно, то, не выходя за ее пределы, никакими приборами невозможно обнаружить факт ее движения или покоя, так как такое движение не влияет на ход процессов, протекающих в данной системе. Какое из тел, движущихся равномерно и прямолинейно, действительно движется, а какое покоится однозначно сказать невозможно.

Отцом научного метода познания мира по праву можно считать Ньютона, который развил идеи Галилея и оформил механику в единую стройную систему, разработав для нее мощный математический аппарат.

Выход из положения нашел Эйнштейн, который в качестве основного постулата своей теории признавал принцип относительности Галилея, из которого, в частности, следует, что *во всех инерциальных системах отсчета законы природы должны описываться одинаковыми по форме законами*. То есть система уравнений Максвелла должна быть симметричной относительно перехода из одной системы отсчета в другую. Это возможно только в том случае, если *скорость света в разных системах отсчета равна одной и той же величине*, независимо оттого, что сами эти системы могут двигаться относительно друг друга с разными скоростями.

Факт постоянства скорости света во всех инерциальных системах отсчета Эйнштейн принял в качестве второго постулата своей теории, которая была названа *специальной теорией относительности*.

Из данной теории, в частности, следовало, что *пространство и время вовсе не являются чем-то абсолютным и независимым от присутствия в нем материальных тел*.

Решение данной проблемы привело Эйнштейна к созданию так называемой *общей теории относительности*, явившейся попыткой построить стройную картину мира, опирающуюся на постулат постоянства скорости света. Здесь Эйнштейн ввел еще один *постулат об эквивалентности гравитационной и инерционной масс*.

Специальная теория относительности базируется на расширенном принципе относительности. Согласно этому принципу во всех инерциальных системах все физические процессы протекают одинаково и для формулировки законов физики можно пользоваться любой из них. Эйнштейн сформулировал **принцип эквивалентности**, утверждающий, что поле тяготения в не большой области пространства и времени (в которой его можно считать однородным и постоянным во времени) по своему проявлению тождественно ускоренной системе отсчета. Т.е., силы инерции в ускоренной системе отсчете эквивалентны гравитационному полю. Этот принцип носит локальный характер и справедлив в бесконечно малых областях пространства-времени. Но для построения общей теории относительности вполне достаточно локальной справедливости принципа эквивалентности, что позволило Эйнштейну сформулировать **общий принцип относительности**, утверждающий неизменность законов природы в любых системах отсчета как инерциальных, так и неинерциальных. Это

потребовало дальнейшее изменение наших представлений о пространстве и времени. На этот раз речь идет о геометрии.

Наиболее полное описание геометрии мира дал Минковский в 1908г. Он показал, что если в качестве четвертой координаты пространства взять время (t), умноженное на скорость света (c) и на мнимую единицу (i), то *мир можно рассматривать как некий единый пространственно-временной четырехмерный континуум*. Причем все основные принципы и соотношения, характерные для традиционной геометрии сохраняются. Правда, величины, которыми оперирует данная геометрия, оказываются комплексными.

В геометрии Минковского все формулы теории относительности вытекают как следствия особой геометрии мира. Например, *гравитация вытекает как следствие искривления пространственно-временного континуума вблизи массивных тел*.

Первым законом сохранения можно считать закон сохранения вещества, сформулированный Ломоносовым. Позднее были сформулированы законы сохранения количества движения (импульса mv) и энергии. Позднее был сформулирован еще ряд законов сохранения (законы сохранения момента импульса, электрического заряда, четности и т.п.). Создается впечатление, что во Вселенной есть нечто, чего нельзя породить или уничтожить. Такой подход к пониманию мира называется *холистским* (от слова холо – целостность), в отличие от *редукционистского* (от слова редукцио – сокращать) подхода, который опирается на знание причинно-следственной механики процесса.

Попытки систематизировать мир элементарных частиц привели физику к признанию того, что *силы можно рассматривать как способ, которым в природе поддерживаются различного рода симметрии*. Понятие симметрии является в настоящее время наиболее фундаментальным.

Первоначальное значение слова симметрия – соразмерность. В применении к законам природы – *это их свойство оставаться неизменными при разного рода перемещениях*. Например, симметрия пространства означает, что оно *однородно* и *изотропно*, то есть любой физический прибор (часы, телевизор и т.п.) должен работать одинаково в разных точках пространства, если физические условия в этих точках одинаковы (однородность), кроме того, я могу поворачивать эти приборы под разными углами, и от этого протекание физических процессов также не должно измениться (изотропность). Важнейшее следствие симметрии состоит в том, что *каждой симметрии, как внутренней, так и пространственной, соответствует свой закон сохранения*. В частности, закон сохранения энергии есть строгое следствие однородности времени, закон сохранения импульса вытекает из однородности пространства, закон сохранения момента импульса – из изотропности пространства и т.д. Дело в том, что, согласно теореме Нетер, *каждому из законов сохранения при условии соблюдения соответствующей симметрии можно поставить в соответствие вариационную формулировку*.

Типичным проявлением принципа оптимальности является, по-видимому, принцип роста энтропии (второй закон термодинамики), который в данном случае можно сформулировать следующим образом: *любая система стремится к состоянию, в котором любые вариации данного состояния не приводят к существенному изменению энтропии, которая в данном состоянии принимает значение, близкое к максимально возможному*.

Чтобы понять, как происходит рождение такой механики, точнее, рождение закона природы, целесообразно рассмотреть поведение сложных систем, таких как биосистемы. Так одним из законов экологии является *принцип соответствия строения организмов требованиям окружающей среды*. Особенно интересен феномен *конвергенции* (сходимости) морфологических признаков различных видов животных, обитающих в одинаковых условиях среды. Например, такие различные по происхождению животные, как рыбы (например акула), птицы (например пингвин) и млекопитающие (например дельфин), обитая в сходных условиях приобретают схожие формы.

Естественный отбор в живом мире приводит к тому, что вид рано или поздно «нащупает» наиболее оптимальный вариант собственной структуры. Как сказал по этому поводу П. Тейяр де Шарден, *жизнь, размножаясь во множестве, заполняет собой все возможные варианты, поэтому рано или поздно оптимальный вариант будет обязательно найден. Таким образом жизнь делает себя неуязвимой от наносимых ей ударов.* Значительную роль при этом имеет право жизни на ошибку. Порождая разного рода мутантов, которые в основной своей массе оказываются нежизнеспособными, жизнь иногда нащупывает то, что является оптимумом. Какими бы ни были стартовые точки процесса поиска оптимума (рыба, птица, млекопитающее и т.п.), результат поиска в принципе оказывается предсказуем, то есть *при данных конкретных условиях количество экстремумов любой целевой функции оказывается ограниченным, наиболее часто экстремум только один.*

Именно нарушение симметрии приводит в конечном итоге к рождению Вселенной. Так в первые мгновения после Большого взрыва количество позитронов почему-то оказалось чуть меньше, чем электронов (разница всего в одну частицу на каждые 100 миллионов пар частица-античастица), антипротонов – чуть меньше чем протонов и т.п. Это нарушение симметрии мира, но именно поэтому мир выглядит так, а не иначе, именно поэтому он вообще существует, а не исчез в полной взаимной аннигиляции. Значит то, что отличает живое от неживого, в примитивном виде присутствует уже на самых нижних этажах мироздания. Значит «законы жизни» справедливы и на субквантовом уровне.

Может быть, в том и состоит суть рождения законов природы, что на всех уровнях природных систем от элементарных частиц до галактик действует механика принципа естественного отбора? Ответ на этот вопрос призвана дать нарождающаяся в настоящее время новая *научная парадигма* (фундамент), в основу которой положен так называемый *системный подход*.

Тема 5. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКИ И КЛАССИЧЕСКОЙ ТЕРМОДИНАМИКИ.

План:

1. Развитие представлений о природе тепловых явлений. Термодинамические шкалы Цельсия и Кельвина. Понятие абсолютного нуля.
2. Статистическое и термодинамическое описание свойств макросистем. Основные положения молекулярно-кинетических представлений.
3. Термодинамические законы. Четыре начала термодинамики. Обратимые и необратимые термодинамические процессы, примеры.
4. Вечные двигатели первого и второго рода. Идеальная машина и цикл Карно. КПД идеальной и реальной машины.
5. Порядок и беспорядок в природе. Понятие энтропии. Принцип возрастания энтропии. Энтропия и вероятность.
6. Гипотеза “тепловой смерти” Вселенной Клаузиуса и ее развитие. Законы сохранения энергии в макроскопических процессах.

Вокруг нас происходят явления, внешне весьма косвенно связанные с механическим движением. Это явления, наблюдаемые при изменении температуры тел, представляющих собой макросистемы, или при переходе их из одного состояния (например, жидкого) в другое (твердое либо газообразное). Такие явления называются *тепловыми*. Они играют огромную

роль в жизни людей, животных и растений. Первые успехи на пути построения научной теории теплоты относятся к началу XVII в., когда был изобретен термометр и появилась возможность количественного исследования тепловых процессов и свойств макросистем.

Наметились две противоположные точки зрения. Согласно одной из них — *вещественной теории тепла* — теплота рассматривалась как особого рода невесомая «жидкость», способная перетекать от одного тела к другому. Эта жидкость была названа теплородом. Чем больше теплорода в теле, тем выше температура тела.

Приверженцы другой точки зрения полагали, что *теплота* — это вид *внутреннего движения частиц* тела. Чем быстрее движутся частицы тела, тем выше его температура.

Таким образом, представление о тепловых явлениях и свойствах связывалось с атомистическим учением древних философов о строении вещества. В рамках подобных представлений теорию тепла первоначально называли *корпускулярной* (от слова «корпускула» — частица). Ее придерживались Ньютон, Гук, Бойль, Бернулли.

И все же, несмотря на многие преимущества корпускулярной теории теплоты, к середине XVIII в. временную победу одержала теория теплорода. Это произошло после того, как экспериментально было доказано сохранение теплоты при теплообмене. Отсюда был сделан вывод о сохранении (неуничтожении) тепловой жидкости — теплорода. В вещественной теории было введено понятие теплоемкости тел и с ее помощью построена количественная теория теплопроводности.

В середине XIX в. была доказана связь между механической работой и количеством теплоты. Подобно работе количество теплоты оказалось мерой изменения энергии. Нагревание тела связано не с увеличением в нем количества особой невесомой «жидкости», а с увеличением его энергии. Принцип теплорода был заменен гораздо более глубоким законом сохранения энергии. Было установлено, что теплота представляет собой форму энергии.

Значительный вклад в развитие теорий тепловых явлений и свойств макросистем внесли немецкий физик Р. Клаузиус (1822—1888), английский физик-теоретик Дж. Максвелл, австрийский физик Л. Больцман (1844—1906) и другие ученые.

Открытие закона сохранения энергии способствовало развитию двух качественно различных, но взаимно дополняющих методов исследования тепловых явлений и свойств макросистем: *термодинамического и статистического (молекулярно-кинетического)*. Первый из них лежит в основе *термодинамики*, второй — *молекулярной физики*.

Термодинамика представляет собой науку о тепловых явлениях, в которой не учитывается молекулярное строение тел. В термодинамике тепловые явления описываются с помощью величин, регистрируемых приборами, не реагирующими на воздействие отдельных молекул (термометр, манометр и др.). Все законы термодинамики относятся к телам, число молекул которых огромно. Такие тела называют макроскопическими. Они образуют *макросистемы*. Газ в баллоне, вода в стакане, песчинка, камень, стальной стержень и т. п. — все это примеры макросистем.

Основа термодинамического метода — определение состояния термодинамической системы, представляющей собой совокупность макроскопических тел, которые взаимодействуют и обмениваются энергией как между собой, так и с другими, телами (внешней средой). Состояние системы заедается термодинамическими параметрами (параметрами системы), характеризующими ее свойства. Обычно в качестве термодинамических параметров состояния выбирают *температуру, давление и удельный объем* (объем единицы массы).

Температура — физическая величина, характеризующая состояние термодинамического равновесия макроскопической системы. В соответствии с решением XI Генеральной конференции по мерам и весам (1960 г.) в настоящее время рекомендовано применять только две температурные шкалы — термодинамическую и Международную практическую, градуированные соответственно в Кельвинах (К) и градусах Цельсия (°С).

К концу XIX в. была создана последовательная теория поведения больших общностей атомов и молекул — *молекулярно-кинетическая теория*, или *статистическая механика*. Многочисленными опытами была доказана справедливость этой теории.

Процессы, изучаемые *молекулярной физикой*, являются результатом совокупного действия огромного числа молекул. Поведение громадного числа молекул анализируется с помощью статистического метода.

После создания молекулярной физики термодинамика не утратила своего значения. Она помогает понять многие явления и с успехом применяется при расчетах многих важных механических устройств. Общие законы термодинамики справедливы для всех веществ независимо от их внутреннего строения. Вместе с тем при расчете различных процессов с помощью термодинамики многие физические параметры, например теплоемкости тел, необходимо определять экспериментально. Статистические же методы позволяют на основе данных о строении вещества определить такие параметры. В настоящее время в науке и технике широко используются как термодинамические, так и статистические методы описания свойств микросистемы.

Молекулярно-кинетическая теория строения вещества основана на следующих основных положениях:

1. Молекулярное строение веществ подтверждено существованием процессов растворения, диффузии, броуновского движения и др.

2. Молекулы находятся на определенных расстояниях друг от друга, что доказывается возможностью сжатия и перечисленными выше процессами. Размеры молекул газа малы по сравнению с расстояниями между ними. При отсутствии внешних сил молекулы газа равномерно заполняют весь предоставленный им объем.

3. Молекулы связаны силами молекулярного взаимодействия -притяжения и отталкивания. Силы отталкивания на малых расстояниях превосходят силы притяжения, но быстро убывают с увеличением расстояния между молекулами, и с некоторого расстояния r_0 , называемого радиусом молекулярного действия, ими можно пренебречь. В отсутствие внешних воздействий молекулы находятся в устойчивом состоянии на расстояниях $2r_0$. Эти силы имеют электромагнитную природу.

4. Молекулы находятся в непрерывном беспорядочном движении, что доказывают те же процессы.

5. Внутреннюю энергию молекулярной системы составляет сумма кинетической энергии движения молекул, потенциальной энергии их взаимодействия и всех прочих энергий этой системы.

6. В любом, даже самом малом объеме газа, к которому применимы выводы этой теории, число молекул велико.

Газовые законы были получены эмпирически для равновесного состояния:

закон Бойля — Мариотта, который выполняется при постоянной температуре T , имеет для 1 моля идеального газа следующий вид: $p_1V_1 = p_2V_2$, т.е. описывается изотермой на pV -диаграмме;

закон Гей-Люссака — изменение объема при температуре T , постоянном давлении (β — коэффициент объемного расширения газа): $V = V_0(1 + \beta \Delta T)$, т.е. описывается изобарой;

закон Шарля — изменение давления и температуры T при постоянном объеме $p = p_0(1 + \alpha \Delta T)$, т.е. изохорный процесс. Здесь α — термический коэффициент давления.

Уравнение состояния, введенное Клайпероном, для заданной массы газа объединяет три газовых закона, связывая между собой параметры газа. Клайперон впервые употребил и графическое изображение обратимых круговых процессов, вычислив работу как соответствующую площадь на графике.

Так как молекул много и они часто ударяются о стенку, их суммарное действие на поверхность можно заменить одной непрерывно действующей силой, которая как бы сглаживает отдельные толчки. Такое описание называется *статистическим* — время и место удара каждой молекулы о поверхность не интересны, важен только общий эффект, т.е. то, что входит в статистический закон.

Средняя кинетическая энергия поступательного движения молекулы газа при тепловом равновесии одинакова для всех молекул газов, находящихся в тепловом контакте. Значит, $E_{к.ср}$ обладает основным свойством температуры и не зависит от внутренней структуры молекул. И ее можно принять за меру температуры газа или тела, находящегося в тепловом контакте с газом: $E_{к.ср} = (3/2) kT$.

Температура газа должна определяться средней кинетической энергией его молекул. В 1730 г. Д. Бернулли наметил *кинетику* газовых сред. В частности, он сумел из атомистических представлений вывести закон Бойля — Мариотта. Этот закон вывел и М. В. Ломоносов — его гипотеза о внутреннем вращательном движении составляющих материю частиц позволила наглядно объяснить механизм нагревания двух трущихся друг о друга поверхностей.

Процесс — это переход системы из одного состояния в другое последовательность промежуточных; состояний. Важной схематизацией, часто используемой в молекулярной физике, является понятие о равновесном процессе.

Равновесным называют состояние, если характеризующие его параметры при отсутствии внешних воздействий постоянны неограниченное время, иначе — состояние неравновесное. Равновесный процесс состоит из непрерывной последовательности равновесных состояний, и чем медленнее протекает процесс, тем он больше похож на равновесный. Только равновесный процесс можно изобразить непрерывной линией на графике.

Кинетическая теория объяснила многие явления — теплопроводность, диффузию, растворение и др., позволила рассчитать сначала относительные и абсолютные значения средних скоростей молекул разных газов, найти средний свободный пробег молекулы — среднее значение длины прямолинейного пути, проходимого молекулой между последовательными соударениями. Его дал Дж. Максвелл в 1866 г. Распределение молекул по скоростям определяет распределение энергий, или энергетический спектр газа, от которого зависят многие свойства газов.

Распределением Максвелла, называется распределение молекул по проекции скорости, определяемое функцией $W(v_x) = (m/2\pi\theta)^{1/2} \exp(-mv_x^2/2\theta)$. Распределение по компонентам скорости является частным случаем нормального закона распределения Гаусса, которому подчиняются случайные ошибки при измерениях.

Распределению Максвелла. удовлетворяют закон сохранения энергии и принцип детального равновесия в отдельных соударениях, когда при хаотическом движений в газе скомпенсированы два противоположно направленных процесса с равными скоростями. Этот принцип справедлив не только для газов, но и для любых систем в состоянии полного хаоса.

Распределение Больцмана — это распределение газа по занимаемому объему, если газ находится во внешнем поле; оно отлично от равномерного. Для газа в поле силы тяготения имеет место барометрическая формула

$p = p_0 \exp(-gh/RT)$, которая может быть Записана и для концентрации на определенных высотах в виде: $n = n_0 \exp(-mgh/kT)$.

Формулу для концентраций, записанную через $\exp(-E/kT)$, где E — потенциальная энергия в любом поле (не обязательно в гравитационном), называют *формулой Больцмана*. Плотность газа убывает с высотой, но температура остается постоянной. Множитель $\exp(-mgh/kT)$ определяет вероятность того, что молекула находится на высоте h над поверхностью Земли, и задает зависимость плотности атмосферы от высоты. Отношение плотностей на

высотах h и 0 равно отношению функций $W(h)/W(0)$. Последняя из них равна единице, так как $\exp(0)=1$. Поэтому и $n(h) = n(0)\exp(-mgh/\theta)$.

Если вывести распределение Больцмана из принципа детального равновесия, то получится та же формула, где E — полная энергия молекулы. Это распределение названо распределением Максвелла —Больцмана, поскольку оба распределения обусловлены столкновениями молекул. Кинетическая энергия частиц, позволяющая им подниматься в силовом поле, вызвана только столкновениями.

Распределение Максвелла —Больцмана соответствует наиболее вероятному распределению числа молекул в состоянии статистического равновесия. Для реальных газов этот закон применим пока можно пренебречь взаимодействием молекул на расстоянии, т.е. для достаточно разреженных газов.

Термодинамика сначала исследовала тепловые явления, а после установления закона сохранения и превращения энергии стала изучать также превращения энергии во всех ее формах. Термодинамика основана трех-четырёх утверждениях, которые включили в себя огромный опыт человечества по превращению энергии и называются началами термодинамики. Исторически первым установлено второе начало, потом — первое и третье, а последним — нулевое.

Нулевое начало термодинамики уточняет понятие температура. Тепловое равновесие существует, если система А приведена в тепловой контакт с системой В, но потоки энергии отсутствуют. Количественно введено понятие температуры: если системы А и В имеют одинаковую температуру, то системы находятся в тепловом равновесии друг с другом.

Первое начало термодинамики — это закон сохранения и превращения энергии в изолированной системе, утверждение существования внутренней энергии, поэтому его называют *принципом энергии*. Энергия утвердилась как основная сохраняющаяся величина (1847), когда договорились о терминах Кельвин и Джоуль. Теплота и работа определяют способы передачи энергии.

Второе начало термодинамики устанавливает направленность всех процессов в изолированных системах. Кельвин и Клаузиус отделили это начало — хотя полное количество энергии сохраняется в любом процессе, распределение энергии изменяется необратимо. Второе начало называют принципом энтропии. Теплота переходит самопроизвольно только от более нагретых тел к менее нагретым. При этом для направления, в котором происходит изменение распределения энергии, оказывается не важно само количество энергии.

Третье начало термодинамики определяет свойства веществ при очень низких температурах, утверждая, что нельзя охладить тела до температуры абсолютного нуля за конечное число процессов. Оно предполагает атомное строение вещества, тогда как остальные являются обобщением опытных данных и не содержат сведений о какой-либо структуре вещества.

Энтропия —мера беспорядка в системах, как и сами понятия порядка и беспорядка, приобретает фундаментальное значение. Более глубокое толкование и понимание смысла энтропии и начал термодинамики было дано с позиций статистической физики. Если каждое макроскопическое состояние газа может быть получено с определенной вероятностью, то вероятность может быть вычислена через вероятности микросостояний.

Термодинамической вероятностью называют число микросостояний, которыми может быть осуществлено данное макроскопическое состояние. Замена одной микрочастицы на другую из-за их неотличимости не меняет макроскопического состояния, хотя с микроскопической точки зрения ситуация изменилась. Свойства термодинамической вероятности похожи на свойства энтропии — обе максимальны в состоянии равновесия, и переход к , равновесию связан с их ростом. Энтропия является аддитивной (от лат. *additivus* —

придаточный) величиной и пропорциональна логарифму термодинамической вероятности: $S = k \ln W$. Это известное выражение определяет *принцип Больцмана*.

Поскольку S увеличивается с ростом W , и все системы стремятся перейти в более вероятное состояние, то и изменение энтропии $S_2 - S_1 = k(\ln W_2 - \ln W_1) = k \ln(W_2/W_1) > 0$. При расширении газа в пустоту W_2/W_1 пропорционально соответствующему изменению объемов в степени N , поэтому для изменения энтропии можно записать $Nk \ln(V_1/V_2)$. Умножая и деля это выражение на T , получим: $S = NkT \ln(V_1/V_2)/T$. Но так как $dS = dQ/T$, то в числителе формулы для изменения энтропии стоит подводимая к системе по обратимому пути теплота.

Рассмотрим два одинаковых по массе m и удельной теплоемкости c тела, которые первоначально имели разные температуры T_1 и T_2 . После установления между ними теплового контакта в результате перехода теплоты dQ их температуры изменились: $T_1 - dT_1$ и $T_2 + dT_2$. Поскольку $dQ = -mcdT_1$ и $dQ = +mcdT_2$ равны, то и $dT_1 = -dT_2 = dT$.

Если $dS = dQ/T$, для каждого процесса можно записать: $dS_1 = -mcdT/T_1$ и $dS_2 = mcdT/T_2$.

Суммарное изменение энтропии равно: $dS = mcdT(1/T_2 - 1/T_1)$, а температуры — $dT = (T_1 T_2 / mc) (dS / (T_1 - T_2))$. Так как $dS > 0$, то и $dT > 0$ или $T_1 - T_2 > 0$.

Это значит, что при $T_1 > T_2$ теплота будет самопроизвольно перетекать от тела с более высокой температурой к менее нагретому телу. И при увеличении энтропии замкнутой системы, содержащей тела с разными температурами, ее рост сопровождается потерями механической работы в количестве, равном величине dS , умноженной на температуру более холодного тела. Можно ли уменьшить энтропию? Второе начало термодинамики применимо только к изолированным системам, при совместном рассмотрении всех частей системы энтропия не уменьшается.

Возрастание энтропии замкнутой системы есть стремление системы к наиболее вероятному состоянию. Оно близко к состоянию с несколько меньшей вероятностью, и всегда будут иметь равновесия, т.е. каждый элемент объема излучает столько энергии, сколько поглощает. Равновесное излучение в полости определяется только абсолютной температурой, его интенсивность не зависит ни от свойств полости, ни от места, ни от направления. Для него выведены законы Вина, Кирхгофа, Стефана — Больцмана. В звездных атмосферах ситуация несколько сложнее, но можно допустить локальность равновесного излучения.

Релятивистская термодинамика лежит в основе современной космологии. На обобщенных термодинамических принципах построены теория процессов в таких экзотических объектах, как «черные дыры», и модель эволюции Вселенной, в которую необходимо включить и открытое Хабблом красное смещение в спектрах галактик как одно из доказательств расширения Вселенной.

Тема 6. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ФИЗИКИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ФИЗИКИ ОПТИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ.

План:

1. Развитие полевой концепции описания свойств материи. Корпускулярная и волновая концепции описания природы.
2. Развитие представлений об электричестве и магнетизме. Концепция близкодействия. Концепция дальнего действия. Дискретность и непрерывность материи.
3. Сущность электромагнитной теории Максвелла. Волновое движение, основные уравнения. Свойство волн.

4. Звуковые волны. Эффект Доплера.
5. Свет как электромагнитная волна. Дисперсия света и спектры. Законы распространения света: закон отражения, закон преломления. Интерференция, дифракция, поляризация, дисперсия света.
6. Корпускулярно-волновые свойства света: волновые и квантовые свойства света.

В классическом представлении, различают два вида материи: *вещество* и *поле*. К первому из них относятся атомы, молекулы и все построенные из них тела, структура и форма которых весьма разнообразны. Поле - особая форма материи (иногда его называют физическим полем). К настоящему времени известно несколько разновидностей полей: электромагнитное и гравитационное поля, поле ядерных сил, а также волновые (квантовые) поля, соответствующие различным элементарным частицам.

Электромагнитное взаимодействие позволяет видеть окружающие нас многообразные предметы и тела, так как свет — одна из форм электромагнитного поля. Если бы на мгновение прекратилось действие электромагнитных сил, то сразу исчезла бы и жизнь. Строение атомной оболочки, сцепление атомов в молекулы (химическая связь) и образование из вещества тел различной формы определяются исключительно электромагнитным взаимодействием.

К созданию электромагнитной теории поля привела длинная цепь случайных открытий и планомерных кропотливых исследований. Лишь после создания Максвеллом электромагнитной теории поля, во второй половине XIX в., началось широкое практическое использование электромагнитных явлений. Изобретение радио русским физиком и электромехаником А.С. Поповым (1859—1906) одно из первых важнейших применений принцип новой, электромагнитной, теории. При развитии электромагнитной теории поля впервые научные исследования предшествовали техническим применениям. Многочисленное практическое применение электромагнитных явлений несомненно способствовало существенному преобразованию сферы деятельности человека и развитию цивилизации.

Долгое время считалось, что взаимодействие между телами может осуществляться непосредственно через пустое пространство, которое не принимает участия в данном процессе. Передача взаимодействия происходит мгновенно. Такое предположение составляет сущность концепции *дальнодействия*. Основоположителем концепции дальнодействия является французский математик, физик и философ Рене Декарт. Многие ученые придерживались этой концепции вплоть до конца XIX в.

Что же такое физическое поле? Можно ли представить его наглядно с помощью простых, доступных нашему пониманию образов? Как оно соотносится с представлениями о частицах вещества?

Самое простое представление о поле дает сплошная среда, например вода, заполняющая некоторую область пространства (или же вообще все пространство). Эта среда может иметь в разных точках, например, различную плотность или температуру, по-разному двигаться. Именно конкретное физическое свойство среды, разное в разных точках и доступное для измерений, физически определяет поле. В связи с этим различают поле температур, поле скоростей, силовое поле и т. д.

В философском плане разделение мира на тела и частицы, с одной стороны, и сплошную среду, поле и пустое пространство — с другой, соответствует выделению двух крайних свойств мира — его дискретности и непрерывности.

Дискретность (или прерывность) означает - «зернистость», конечную делимость пространственно-временного строения и состояния предмета или объекта, его свойств и форм движения (скачки), тогда как *непрерывность* выражает единство, целостность и неделимость объекта, сам факт его устойчивости существования.

В современной квантовой теории это единство противоположностей дискретного и непрерывного нашло более глубокое физико-математическое обоснование в концепции *карпускулярно-волнового дуализма*.

В современной квантовой физике на роль «эфира» может претендовать новый возможный вид материи — *физический вакуум*. Первые представления о нём дал один из создателей квантовой теории поля английский физик П. Дирак (так называемое «море Дирака»). Хотя вакуум мы непосредственно не видим (он прозрачен для электромагнитных излучений и не оказывает никакого сопротивления движению материальных частиц и тел), но все же он может проявляться при взаимодействии с ним тех же частиц, или электромагнитных волн (гамма-квантов), обладающих достаточной энергией.

Согласно Максвеллу, если всякое переменное магнитное поле возбуждает в пространстве вихревое электрическое поле, то должно существовать обратное явление: всякое изменение электрического поля должно вызывать появление в окружающем пространстве вихревого магнитного поля. Для установления количественных соотношений между изменяющимся электрическим полем и вызываемым им магнитным полем Максвелл ввел в рассмотрение так называемый ток *смещения*, обладающий способностью создавать в окружающем пространстве магнитное поле. Ток смещения в вакууме не связан с движением зарядов, а обуславливается только изменением электрического поля во времени и вместе с тем возбуждает магнитное поле — в этом заключается принципиально новое утверждение Максвелла.

Из уравнений Максвелла следует, что источниками электрического поля могут быть либо электрические заряды, либо изменяющиеся во времени магнитные поля, а магнитные поля могут возбуждаться или движущимися электрическими зарядами (электрическими токами), или переменными электрическими полями. Уравнения Максвелла не симметричны относительно электрического и магнитного полей. Это связано с тем, что в природе существуют электрические заряды, но нет зарядов магнитных.

Уравнения Максвелла — наиболее общие уравнения для электрических и магнитных полей в покоящихся средах. В электромагнетизме они играют такую же роль, как законы Ньютона в механике. Из уравнений Максвелла следует, что переменное магнитное поле всегда связано с порождаемым им электрическим полем, а переменное электрическое поле — с порождаемым им магнитным, т. е. электрическое и магнитное поля неразрывно взаимно связаны и образуют единое электромагнитное поле.

Теория Максвелла, являясь обобщением законов электрических и магнитных явлений, не только смогла объяснить уже известные к тому времени экспериментальные факты, что также является важным ее следствием, но и предсказала новые явления. Так, было предсказано существование *электромагнитных волн — переменного электромагнитного поля, распространяющегося в пространстве с конечной скоростью*. Данный вывод и теоретическое исследование свойств электромагнитных волн привели Максвелла к созданию электромагнитной теории света; в соответствии с которой свет представляет собой также электромагнитные волны. Электромагнитные волны были впервые обнаружены немецким физиком Г. Герцем (1857—1894), доказавшим, что законы их возбуждения и распространения полностью описываются уравнениями Максвелла.

Согласно современным представлениям, электромагнитная природа света — это лишь одна разновидность проявления света. Другая разновидность характеризуется его квантовой природой. Такое двойственное представление природы света сложилось в результате длительного развития теорий света.

Согласно электромагнитной теории Максвелла:

$$\frac{c}{v} = \sqrt{\epsilon\mu} = n$$

где c и v — соответственно скорости распространения света в вакууме и в среде с диэлектрической проницаемостью ϵ и магнитной проницаемостью μ , n — показатель преломления среды.

Данное соотношение связывает оптические, электрические и магнитные, характеристики вещества. По Максвеллу, ϵ и μ — величины, не зависящие от длины волны света, поэтому электромагнитная теория не смогла объяснить явление дисперсии (зависимость показателя преломления от длины волны). Эта трудность была преодолена в конце XIX в. Х.Д. Лоренцем (1853—1928), предложившим электронную теорию, согласно которой диэлектрическая проницаемость зависит от длины волны света.

Все окружающее нас пространство пронизано электромагнитным излучением. Солнце, окружающие нас тела; антенны радиостанций и телевизионных передатчиков испускают электромагнитные волны, которые в зависимости от частоты носят разные названия: радиоволны (РВ); инфракрасное излучение (ИК); видимый свет (В); ультрафиолетовое излучение (УФ); рентгеновские лучи (РЛ); гамма-излучение (γ).

В отличие от механических волн, которые распространяются в веществе — газе, жидкости или твердом теле, электромагнитные волны могут распространяться и в вакууме.

Так возникли первые волновые представления о природе света. Основную ценность начальной волновой теории света представляет принцип, первоначально сформулированный Гюйгенсом, а затем развитый Френелем. *Принцип Гюйгенса — Френеля состоит в том, что каждая точка, до которой дошло световое возбуждение, в свою очередь становится центром вторичных волн и передает их во все стороны соседним точкам.* Наиболее наглядно волновые свойства света проявляются в явлениях интерференции и дифракции.

Интерференция света заключается в том, что при взаимном наложении двух волн может происходить усиление или ослабление колебаний. Принцип интерференции был открыт в 1801 г. английским ученым Томасом Юнгом (1773—1829). Явление интерференции широко используется в приборах — интерферометрах, с помощью которых осуществляются различные точные измерения и производится контроль чистоты обработки поверхности деталей, а также многие другие операции контроля.

В 1818 г. Френель представил обширный доклад по дифракции света на конкурс, проводимый Парижской академии наук. Рассматривая этот доклад, французский математик и физик Пуассон (1781—1840) пришел к выводу, что согласно предлагаемой Френелем теории при определенных условиях в центре дифракционной картины от непрозрачного круглого препятствия на пути света должно быть светлое пятно, а не тень. Это было ошеломляющее заключение. Д.Ф. Араго (1786—1853), французский ученый тут же поставил опыт, и вывод Пуассона подтвердился.

Явление отклонения света от прямолинейного направления распространения называется дифракцией. На явлении дифракции основаны многие оптические приборы. В частности, в кристаллографической аппаратуре используется дифракция рентгеновских лучей.

Волновую природу света и поперечность световых волн доказывает, кроме того, и *явление поляризации.* *Явление поляризации можно объяснить, считая свет поперечной волной.*

Волновую природу света подтверждает и явление дисперсии света. *Зависимость скорости распространения света в среде от длины волны называется дисперсией света.* Дисперсия была открыта И. Ньютоном. Разложение белого света объясняется тем, что он состоит из электромагнитных волн с разной длиной волны и показатель преломления зависит от длины волны. Показатель преломления максимален для света с самой короткой длиной волны — фиолетового и минимален для самого длинноволнового света — красного. Опыты показывают, что в вакууме скорость света одинакова для любой длинной волны.

Изучение явлений дифракции, интерференции, поляризации и дисперсии света привело к окончательному утверждению волновой теории света.

В 1887 г. один из основоположников электродинамики Г. Герц при освещении цинковой пластины, соединенной со стержнем электрометра, обнаружил явление фотоэлектрического эффекта, который заключается в том, что с поверхности металлической пластины под действием света вырываются отрицательно заряженные частицы. Позднее было доказано, что заряженными частицами являются электроны. Испускание электронов веществом под действием электромагнитного излучения называется *фотоэффектом*. Закономерности фотоэффекта были установлены экспериментально в 1888—1889 гг. русским физиком А. Г. Столетовым (1839—1896). Попытка объяснить их в рамках электромагнитной теории света Максвелла не удалась.

Электромагнитная теория Максвелла и электронная теория Лоренца несмотря на огромные успехи были несколько противоречивы и при их применении возникали затруднения. Обе теории основывались на гипотезе об эфире, только «упругий эфир» был заменен «эфиром электромагнитным» (теория Максвелла) или «неподвижным эфиром» (теория Лоренца). Теория Максвелла не смогла объяснить не только фотоэффект, но и процессы испускания и поглощения света, комптоновского рассеяния и т. д. Теория Лоренца в свою очередь оказалось несостоятельной в объяснении многих явлений, связанных с взаимодействием света с веществом, распределение энергии по длинам волн при тепловом излучении абсолютно черного тела и др.

Перечисленные затруднения и противоречия были преодолены благодаря смелой гипотезе, высказанной в 1900 г. немецким физиком М. Планком (1858—1947), согласно которой *излучение света происходит не непрерывно, а дискретно, т. е. определенными порциями (квантами), энергия которых определяется частотой ν* .

$$E = h\nu,$$

где h — постоянная Планка.

Теория Планка не нуждалась в понятии об эфире и она объяснила тепловое излучение абсолютно черного тела.

А. Эйнштейн в 1905 г. обосновал *квантовую природу света*: не только излучение света, но и его распространение происходят в виде *потока световых квантов — фотонов*, энергия которых определяется приведенной выше формулой Планка, а импульс

$$p = mc = \frac{h}{\lambda}$$

где, c — скорость света, λ — длина волны.

Наиболее полно квантовые свойства электромагнитных волн проявляются в *эффекте Комптона*: при рассеянии монохроматического рентгеновского излучения веществом с легкими атомами в составе рассеянного излучения наряду с излучением, характеризующимся первоначальной длиной волны, наблюдается излучение с более длинной волной.

Квантовые представления о свете согласуются с законами излучения и поглощения света, законами взаимодействия излучения с веществом. Такие оптические явления, как интерференция, дифракция и поляризация света, хорошо объясняются в рамках волновых представлений. Все многообразие изученных свойств и законов распространения света, его взаимодействия с веществом показывает, что свет имеет сложную *природу*: он представляет собой *единство противоположных свойств — корпускулярного (квантового) и волнового (электромагнитного)*. Длительный путь развития привел к *современным представлениям о двойственной корпускулярно-волновой природе света*. Приведенные выше выражения связывают корпускулярные характеристики излучения — энергию и импульс кванта — с

волновыми — частотой и длиной волны. Таким образом, *свет представляет собой единство дискретности и непрерывности.*

Современный мир полон волн: волны звука, распространяющиеся в воздухе и других веществах; переменный ток, используемый в быту и технике; волны механических колебаний в струнах; волнение и зыбь в озерах; волны землетрясений, изучаемые сейсмологами; электромагнитные волны, которые образуют свет и передают информацию по теле- и радиоканалам; волны вероятности, используемые в мире квантов для предсказания поведения микрочастиц и более сложных форм вещества.

Механические колебания — это движения, которые повторяются через определенные промежутки времени. Чаще всего они возникают при нарушении устойчивого состояния равновесия системы, при этом равнодействующая сил не равна нулю. Физическая система, совершающая колебания, называется осциллятором.

Гармонический осциллятор, определяемый колебаниями массы, прикрепленной одним концом к пружине, является самым простым примером гармонического движения.

На языке колебаний и волн наиболее ясно предстает единство природы. *Гармонические колебания* описываются функцией, колеблющейся по закону синуса или косинуса: $S(t) = A \sin(\omega t + \varphi_0)$, где A , φ_0 — постоянные величины; A — амплитуда колебаний, $\omega t + \varphi_0$ — фаза; ω — круговая частота ($2\pi/\omega = T$ — период колебаний; $1/T = \nu$ — частота). Если амплитуда со временем убывает, то колебания становятся затухающими; если, они происходят под действием внешней, периодически повторяющейся силы, их называют *вынужденными*, если же за счет внутренних сил системы после выведения ее из состояния равновесия, то это — *свободные колебания*. Колебательные явления могут иметь разную природу, но обладать общими чертами и даже подчиняться общим закономерностям, что позволяет единым образом рассматривать механические, электрические; и другие колебания. Поэтому их классифицируют по способу возбуждения (собственные, вынужденные, параметрические и автоколебания), по зависимости какой-то изменяющейся величины от времени и пр.

Волновые свойства света и микрочастиц лежат в основе современной картины мира. Гармоническое колебание играет значительную роль при изучении любых колебаний (особенно в акустике и оптике).

Волны — это изменение состояния среды, распространяющееся в ней без переноса вещества и несущее с собой энергию и импульс. Энергия, импульс и скорость — важнейшие характеристики волн.

Монохроматической называют волну от гармонического источника. Волновой фронт — геометрическое место точек, колеблющихся в одной фазе. Он отделяет область пространства, вовлеченную в волновой процесс, от той, где колебания еще не возникли. В зависимости от волновой поверхности волны могут быть *плоскими* или *сферическими*.

В поперечных волнах частицы перемещаются перпендикулярно направлению распространения волны. В электромагнитных волнах направления электрического и магнитного полей перпендикулярны направлению распространения волны.

В продольных волнах частицы перемещаются вдоль направления распространения волны, например, распространение звука в воздухе или волн сжатия — растяжения в самой пружине. В звуковых волнах плотность газа, где распространяется звуковая волна, меняется по закону синуса.

В твердых телах распространяются продольные волны, в случае неоднородной плотности могут распространяться и поперечные.

Волны — это не просто участки струны, отклоняющиеся вверх и вниз, и даже не колеблющиеся электроны, а мера вероятности того, что частица находится в данном месте.

Звуковыми называют упругие волны вызывающие у человека ощущение звука. Среди них различают: тоны или музыкальные звуки; шумы; звуковые удары. Гармонический процесс — это чистый или простой тон, а ангармонический — сложный тон. Набор частот с указанием интенсивностей компонент называют *акустическим спектром*. *Шум*- это звук со сложной неповторяющейся временной зависимостью: согласные звуки речи, скрип, шорох, вибрации машин. Звуковой удар — это кратковременное звуковое воздействие: взрыв, хлопок и др.

Самостоятельно найти определения: бегущая волна, стоячая волна, поверхностная волна, ударная волна, солитон.

Зависимость частоты волнового импульса от скорости при движении источника волн относительно наблюдателя называют *эффектом Доплера*. Эффект Доплера имеет место для всех типов волн — звуковых в атмосфере, упругих в твердом теле, волн на воде, световых волн. Период волны, излучаемой неподвижным источником, равен $\tau_0 = \lambda_0 / v$, где λ_0 -- длина волны, излучаемой покоящимся источником, v -- скорость волны в среде. Пусть источник движется со скоростью u в сторону наблюдателя. Тогда длина волны, воспринимаемая неподвижным наблюдателем, равна

$$\lambda = \lambda_0 \pm u\tau_0 = \lambda_0 \pm u \frac{\lambda_0}{v} = \lambda_0 \left(1 \pm \frac{u}{v}\right).$$

Поскольку системы отсчета, связанные с источником и наблюдателем, инерциальны, $v\lambda = v_0\lambda_0 = v$, где v — частота волны в системе отсчета наблюдателя, v_0 — частота волны в системе отсчета источника. Отсюда

$$v = \frac{v_0\lambda_0}{\lambda} = \frac{v_0\lambda_0}{\lambda_0 \left(1 \pm \frac{u}{v}\right)} = \frac{v_0}{1 \pm \frac{u}{v}}$$

Здесь знак «-» соответствует движению источника от наблюдателя, а знак «+» — движению источника к наблюдателю.

Таким образом, частота волны, регистрируемая наблюдателем, отличается от частоты волны, излучаемой, источником, на величину, равную доплеровскому сдвигу частоты:

$$v_D = v - v_0 = \pm v_0 \frac{u}{v}$$

Пусть теперь источник движется со скоростью ω . Тогда относительная длина волны, воспринимаемая наблюдателем, равна

$$\lambda = \lambda_0 \pm (u - \omega)\tau_0,$$

где $u - \omega$ — относительная скорость движения источника и наблюдателя. Отсюда частота волны, воспринимаемая наблюдателем, равна

$$v = v_0 \left(1 \pm \frac{u - \omega}{v}\right).$$

Для доплеровского сдвига частоты получаем

$$v_D = v - v_0 = \pm v_0 \frac{u - \omega}{v}$$

Следовательно, доплеровский сдвиг частоты равен частоте волны в системе отсчета источника, умноженной на коэффициент, равный относительной скорости источника и наблюдателя, деленной на скорость распространения волны в среде.

Тема 7. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ФИЗИКИ МИКРОМИРА. СТРОЕНИЕ АТОМНЫХ ЯДЕР. ЯДЕРНЫЕ ПРОЦЕССЫ.

План:

1. Эволюция представлений о строении атомов. Открытие электрона. Модели атома: Томсона, Резерфорда, Бора (их достоинства и недостатки).
2. Корпускулярно-волновые свойства микрочастиц. Формула де Бройля.
3. Соотношение неопределенностей. Вероятностные свойства микрочастиц.
4. Уравнение Шредингера.
5. Электронные оболочки. Определения состояния электрона в атоме и порядок размещения электронов по электронным оболочкам.
6. Представления о строении атомного ядра. Модели ядра: капельная, оболочечная, обобщенная, оптическая, кварковая. Состав и характеристика атомных ядер.
7. Ядерные процессы. Радиоактивность. Ядерное деление и ядерный синтез.
8. Элементарные частицы. Характеристика элементарных частиц: по массе, по времени жизни, по взаимодействию. Антивещество. Истинно и условно элементарные частицы. Виртуальные частицы.

Открытие сложного строения атома — важнейший этап становления современной физики. В процессе создания количественной теории строения атома, позволившей объяснить атомные системы, были сформированы новые представления о свойствах микрочастиц, которые описываются квантовой механикой.

Представление об атомах как неделимых мельчайших частицах веществ, как уже отмечалось выше, возникло еще в античные времена (Демокрит, Эпикур, Лукреций). В средние века учение об атомах, будучи материалистическим, не получило признания. К началу XVIII в. атомистическая теория приобретает все большую популярность. К этому времени работами французского химика А. Лавуазье (1743—1794), великого русского ученого М.В. Ломоносова и английского химика и физика Д. Дальтона (1766—1844) была доказана реальность существования атомов. Однако в это время вопрос о внутреннем строении атомов даже не возникал, так как атомы считались неделимыми.

Во второй половине XIX в. было экспериментально доказано, что электрон является одной из основных частей любого вещества. Эти выводы, а также многочисленные экспериментальные данные привели к тому, что в начале XX в. серьезно встал вопрос о строении атома.

Однако до конца XIX в. в химии господствовало метафизическое убеждение, что атом есть наименьшая частица простого вещества, последний предел делимости материи. При всех химических превращениях разрушаются и вновь создаются только молекулы, атомы же остаются неизменными и не могут дробиться на более мелкие части.

Лишь в конце XIX в. были сделаны открытия, показавшие сложность строений атома и возможность превращения при определенных условиях одних атомов в другие. На основе этих открытий начало быстро развиваться учение о строении атома.

Первые косвенные подтверждения о сложной структуре атомов были получены при изучении катодных лучей, возникающих при электрическом разряде в сильно разреженных газах. Изучение свойств этих лучей привело к заключению, что они представляют собой поток мельчайших частиц, несущих отрицательный электрический заряд и летящих со скоростью, близкой к скорости света. Эти частицы, получившие название *электронов*, были открыты в 1897 г. английским физиком Дж. Томсоном.

Изучение строения атома практически началось в 1897—1898 гг., после того как была окончательно установлена природа катодных лучей как потока электронов и были определены величина заряда и масса электрона. Томсон предложил *первую модель атома*, представив атом как сгусток материи, обладающий положительным электрическим зарядом, в который вкраплено столько электронов, что превращает его в электрически нейтральное образование. В этой модели предполагалось, что под влиянием внешних воздействий электроны могли совершать колебания, т. е. двигаться ускоренно. Казалось бы, это позволяло ответить на вопросы об излучении света атомами вещества и гамма-лучей атомами радиоактивных веществ.

Положительно заряженных частиц внутри атома модель атома Томсона не предполагала. Но как же тогда объяснить испускание положительно заряженных альфа-частиц радиоактивными веществами? Модель атома Томсона не давала ответа и на некоторые другие вопросы.

В 1911 г. английским физиком Э. Резерфордом при исследовании движения альфа-частиц в газах и других веществах была обнаружена положительно заряженная часть атома. Исходя из этих соображений, Резерфорд предложил следующую схему строения атома.

В центре атома находится положительно заряженное ядро, вокруг которого по разным орбитам вращаются электроны. Возникающая при их вращении центробежная сила уравнивается притяжением между ядром и электронами, вследствие чего они остаются на определенных расстояниях от ядра. Поскольку масса электрона ничтожно мала, то почти вся масса атома сосредоточена в его ядре. На долю ядра и электронов, число которых сравнительно невелико, приходится лишь ничтожная часть всего пространства, занятого атомной системой.

Предложенная Резерфордом схема строения атома или, как обыкновенно говорят, *планетарная модель атома*, легко объясняет явления отклонения альфа-частиц. Действительно, размеры ядра и электронов чрезвычайно малы по сравнению с размерами всего атома, которые определяются орбитами наиболее удаленных от ядра электронов.

Планетарная модель атома позволила объяснить результаты опытов по рассеянию альфа-частиц вещества, однако возникли принципиальные трудности при обосновании устойчивости атомов.

Первая попытка построить качественно новую — квантовую — теорию атома была предпринята в 1913 г. Нильсом Бором. Он поставил цель связать в единое целое эмпирические закономерности линейчатых спектров, ядерную модель атома Резерфорда и квантовый характер излучения и поглощения света. В основу своей теории Бор положил ядерную модель Резерфорда. В основу своей теории атома Бор положил следующие постулаты.

Первый постулат Бора (*постулат стационарных состояний*): *в атоме существуют стационарные (не изменяющиеся со временем) состояния, в которых он не излучает энергии. Стационарным состояниям атома соответствуют стационарные орбиты, по которым движутся электроны. Движение электронов по стационарным орбитам не сопровождается излучением электромагнитных волн.*

Этот постулат находится в противоречии с классической теорией. В стационарном состоянии атома электрон, двигаясь по круговой орбите, должен иметь дискретные квантовые значения момента импульса.

Второй постулат Бора (*правило частот*): *при переходе электрона с одной стационарной орбиты на другую излучается (поглощается) один фотон с энергией*

$$h\nu = E_n - E_m$$

равной разности энергий соответствующих стационарных состояний (E_n и E_m — соответственно энергии стационарных состояний атома до и после излучения/поглощения).

При $E_n > E_m$ происходит излучение фотона (переход атома из состояния с большей энергией в состояние с меньшей энергией, т. е. переход электрона с более удаленной от ядра

орбиты на более близлежащую), при $E_n < E_m$ — его поглощение (переход атома в состояние с большей энергией, т. е. переход электрона на более удаленную от ядра орбиту). Набор возможных дискретных частот квантовых переходов и определяет линейчатый спектр атома.

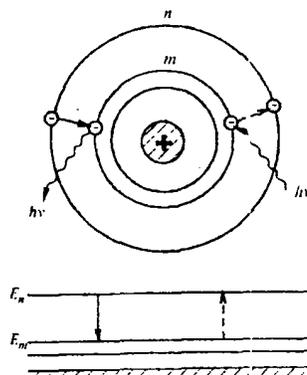


Рис. 7.1. К пояснению постулатов Бора

Теория Бора блестяще объяснила экспериментально наблюдаемый линейчатый спектр водорода.

Самостоятельно изучить опыты немецких физиков Д. Франк и Г. Герц по подтверждению существования стационарных состояний и дискретность значений энергии атомов.

Несмотря на несомненный успех концепции Бора применительно к атому водорода для которого оказалось возможным построить количественную теорию спектра, создать подобную теорию для следующего за водородом атома гелия на основе представлений Бора не удалось. Относительно атома гелия и более сложных атомов теория Бора позволила делать лишь качественные (хотя и очень важные) заключения

Французский ученый Луи де Бройль (1892—1987), осознавая существующую в природе симметрию и развивая представления о двойственной корпускулярно-волновой природе света, выдвинул в 1923 г. гипотезу об *универсальности корпускулярно-волнового дуализма*. Он утверждал, что не только фотоны, но и электроны и любые другие частицы материи наряду с корпускулярными обладают волновыми свойствами.

Согласно де Бройлю с каждым микрообъектом связываются, с одной стороны, корпускулярные характеристики энергия E и импульс p , а с другой, — волновые характеристики — частота ν и длина волны λ . Формулы, связывающие корпускулярные и волновые свойства частиц, такие же, как и для фотонов:

$$E = h\nu; \quad p = h/\lambda.$$

Таким образом, с любой частицей, обладающей импульсом, сопоставляется волновой процесс с длиной волны, определяемой *формулой де Бройля*:

$$\lambda = \frac{h}{p}.$$

Эта формула справедлива для любой частицы с импульсом p .

Вскоре гипотеза де Бройля была подтверждена экспериментально американскими физиками К. Дэвиссоном (1881 — 1958) и Л. Джермером (1896—1971), которые обнаружили, что пучок электронов, рассеивающийся от естественной дифракционной решетки кристалла никеля, дает отчетливую дифракционную картину.

Подтвержденная экспериментально гипотеза де Бройля о корпускулярно-волновом дуализме свойств вещества коренным образом изменила представления о свойствах микрообъектов. *Всем микрообъектам присущи и корпускулярные, и волновые свойства: для них существуют потенциальные возможности проявить себя в зависимости от внешних условий либо в виде волны, либо в виде частицы.*

Согласно двойственной корпускулярно-волновой природе частиц вещества для описания свойств микрочастиц используются либо волновые, либо корпускулярные представления. Приписать им все свойства частиц и все свойства волн нельзя. Возникает необходимость введения некоторых ограничений в применении к объектам микромира понятий классической механики.

В классической механике всякая частица движется по определенной траектории, так что в любой момент времени точно фиксированы ее координата и импульс. Микрочастицы из-за наличия у них волновых свойств существенно отличаются от классических частиц. Одно из основных различий заключается в том, что нельзя говорить о движении микрочастицы по определенной траектории и об одновременных точных значениях ее координаты и импульса. Это следует из корпускулярно-волнового дуализма. Так, понятие «длина волны в данной точке» лишено физического смысла, а поскольку импульс выражается через длину волны, то микрочастица с определенным импульсом имеет полностью неопределенную координату и наоборот.

Немецкий физик В. Гейзенберг, учитывая волновые свойства микрочастиц и связанные с волновыми свойствами ограничения в их поведении, пришел в 1927 г. к выводу:

объект микромира невозможно одновременно с любой наперед заданной точностью характеризовать и координатой, и импульсом. Согласно соотношению неопределенностей Гейзенберга микрочастица (микрообъект) не может иметь одновременно координату x и определенный импульс p , причем неопределенности этих величин удовлетворяют условию

$$\Delta x \Delta p \geq h$$

(h — постоянная Планка), т. е. произведение неопределенностей координаты и импульса не может быть меньше постоянной Планка.

Невозможность одновременно точно определить координату и соответствующую ей составляющую импульса не связана с несовершенством методов измерения или измерительных приборов. Это следствие специфики микрообъектов, отражающей особенности их объективных свойств, их двойственной корпускулярно-волновой природы. Поскольку в классической механике принято, что измерение координаты и импульса может быть произведено с любой точностью, то *соотношение неопределенностей является, таким образом, квантовым ограничением применимости классической механики к микрообъектам.*

Соотношение неопределенностей, отражая специфику физики микрочастиц, позволяет оценить, например, в какой мере можно применять понятия классической механики к микрочастицам, в частности, с какой степенью точности можно говорить о траекториях микрочастиц.

Соотношение неопределенностей не ставит предела познанию микромира, а только указывает, насколько применимы к нему понятия классической механики.

Для специальностей 010101 и 010501 самостоятельно изучить: Парадоксальность формальной логики. Теоремы о неполноте знаний Геделя. Проблема познаваемости мира

Для описания микрообъектов Н. Бор сформулировал в 1927 г. принципиальное положение квантовой механики— *принцип дополнительности, согласно которому получение экспериментальной информации об одних физических величинах, описывающих микрообъект*

(элементарную частицу, атом, молекулу), неизбежно связано с потерей информации о некоторых других величинах, дополнительных к первым.

С физической точки зрения принцип дополнительности часто объясняют (следуя Бору) влиянием измерительного прибора (микроскопического объекта) на состояние микрообъекта. При точном измерении одной из дополнительных величин (например, координаты частицы) с помощью соответствующего прибора другая величина (импульс) в результате взаимодействия частицы с прибором претерпевает полностью неконтролируемое изменение.

Экспериментальное подтверждение идеи де Бройля об универсальности корпускулярно-волнового дуализма, ограниченность применения классической механики к микрообъектам, диктуемая принципами дополнительности и неопределенности, а также противоречие целого ряда экспериментов применяемым в начале XX в. теориям привели к новому этапу развития физических представлений окружающего мира, и в особенности микромира — созданию *квантовой механики*, описывающей свойства микрочастиц с учетом их волновых особенностей. Ее создание и развитие охватывают период с 1900 г. (формулировка Планком квантовой гипотезы) до 20-х годов XX в. и связано прежде всего с работами австрийского физика Э. Шредингера, немецкого физика В. Гейзенберга и английского физика П. Дирака.

В это время возникли новые принципиальные проблемы, в частности проблема, связанная с пониманием физической природы волн де Бройля. Можно ли волны де Бройля истолковывать как волны вероятности, т. е. считать, что вероятность обнаружить микрочастицы в различных точках пространства меняется по волновому закону? Такое толкование волн де Бройля неверно уже хотя бы потому, что тогда вероятность обнаружить частицу в некоторых точках пространства может быть отрицательной, что не имеет смысла.

Чтобы устранить эти трудности, немецкий физик М. Борн (1882—1970) в 1926 г. предположил, что по волновому закону меняется не сама вероятность, а амплитуда вероятности, названная *волновой функцией*. Описание состояния микрообъекта с помощью волновой функции имеет статистический, вероятностный характер: *квадрат модуля волновой функции (квадрат модуля амплитуды волн де Бройля) определяет вероятность нахождения частицы в данный момент времени в определенном ограниченном объеме.*

Итак, в квантовой механике состояние микрочастиц описывается принципиально новому — с помощью волновой функции, которая является основным носителем информации об их корпускулярных и волновых свойствах.

Статистическое толкование волн де Бройля и соотношение неопределенностей Гейзенберга привели к выводу, что уравнением движения в квантовой механике, описывающим движения микрочастиц в различных силовых полях, должно быть уравнение, из которого вытекают бы наблюдаемые на опыте волновые свойства частиц. Основным должно быть уравнение относительно волновой функции, ибо именно она, или, точнее, её квадрат определяет вероятность нахождения частицы в заданный момент времени в заданном определенном объеме. **Волновая функция свободного электрона** может быть представлена следующим образом:

$$\Psi(x, y, z, t) = A \exp(i \cdot (kx - \omega t)) = A[\cos(kx - \omega t) + \sin(kx - \omega t)]$$

Это - комплексная синусоида.

Обратим внимание на волновое число k . Оно по определению связано с длиной волны формулой:

$$k = \frac{2 \cdot \pi}{\lambda}$$

Основное уравнение квантовой механики сформулировано в 1926 г. Э. Шредингером. *Уравнение Шредингера*, как и многие уравнения физики, не выводится, а постулируется. Правильность данного уравнения Шредингера подтверждается согласием с опытом получаемых с его помощью результатов, что в свою очередь придает ему характер закона природы.

Тогда движение связанной частицы будет задаваться уравнением следующего вида:

$$i\hbar \frac{\partial \Psi}{\partial t} = -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2} + U\Psi \quad (22.12)$$

Это уравнение является основным уравнением движения частицы в квантовой механике и называется **уравнением Шредингера**.

Из соотношения неопределенностей иногда делают идеалистический вывод о неприменимости принципа причинности к явлениям, происходящим в микромире. При этом основываются на следующих соображениях? В классической механике, согласно *принципу причинности* — принципу классического детерминизма — по известному состоянию системы в некоторый момент времени и силам, приложенным к ней, можно абсолютно точно описать ее состояние в любой последующий момент. Следовательно, классическая физика основывается на следующем понимании причинности: *состояние механической системы в начальный момент времени с известным законом взаимодействия частиц есть причина, а ее состояние в последующий момент — следствие*.

В квантовой механике состояние микрообъекта полностью определяется волновой функцией. Задание волновой функции для данного момента времени определяет ее значение в последующие моменты. Таким образом, *состояние системы микрочастиц, определенное в квантовой механике, однозначно вытекает из предшествующего состояния, как того требует принцип причинности*.

В становлении квантовомеханических представлений важную роль сыграл выдвинутый Н. Бором в 1923 г. *принцип соответствия: всякая новая, более общая теория, являющаяся развитием классической, не отвергает ее полностью, а включает в себя классическую теорию, указывая границы ее применения, причем в определенных предельных случаях новая теория переходит в старую*.

Ядерная физика изучает структуру и свойства атомных ядер. Она исследует также взаимопревращения атомных ядер, происходящие в результате как радиоактивных распадов, так и различных ядерных реакций. К ядерной физике тесно примыкают *физика элементарных частиц, физика и техника ускорителей заряженных частиц, ядерная энергетика*.

Начало теории строения атомного ядра связано с именами Марии Склодовской-Кюри и Пьера Кюри, исследовавшими явление *радиоактивности*, в процессе которого вещество может испускать особые лучи. При этом происходит превращение одних химических элементов в другие. Впоследствии выяснилось (это связано с именем Э. Резерфорда), что радиоактивные лучи состоят из трех составляющих: α -лучи - являются потоком ионизированных (лишенных электронов) атомов гелия, β -лучи – это поток электронов, а γ -лучи являются жестким (коротковолновым) электромагнитным излучением.

С помощью α -частиц в 1911 г. Э. Резерфорд «проникает» внутрь атома и доказывает существование положительно заряженного атомного ядра, в котором сосредоточена практически вся его масса. В 1919 г., облучая α -частицами легкие газы Резерфорд получает ионизированные ядра водорода, которые он назвал *протонами*, предположив, что протоны являются структурной частью всех более тяжелых ядер.

Так как масса α -частицы равна приблизительно четырем массам протона, а заряд равен заряду двух протонов, то Резерфорд предсказывает существование электрически нейтральной частицы, масса которой равна массе протона, получившей название *нейтрона*. В 1932 г. Дж. Чедвик открывает нейтрон в опыте по бомбардировке α -частицами бериллиевой мишени. После этого была предложена модель ядра атома, состоящего из протонов и нейтронов, которые удерживаются особым видом сил – *ядерными силами, или сильными взаимодействиями*. Они

действуют как на протоны, так и на нейтроны, независимо от электрического заряда, но только на малых расстояниях в пределах атомного ядра. Действие этих сил превышает силы электростатического отталкивания между протонами, но на больших расстояниях они значительно ослабевают, уступая электростатическим силам.

Здесь будут рассмотрены две модели: **капельная**, основанная на коллективных степенях свободы, и **оболочечная**, использующая одночастичное описание движения нуклонов.

В основу капельной модели (Вейцеккер, 1935г., Бор, 1936г.) положено сходство в поведение атомного ядра и заряженной капли жидкости.

Атомное ядро представляет сложную многочастичную квантовую систему с сильным взаимодействием, обладающее чрезвычайно большим количеством свойств, порой противоречивых, и с теоретической точки зрения — объект исключительно сложный. Поэтому попытка создания последовательной и единой теории ядра сталкивается с целым рядом трудностей. Из всего сказанного следует, что теория атомного ядра должна с необходимостью идти по пути создания ядерных моделей, предназначенных для описания выбранной совокупности ядерных свойств или явлений сравнительно простыми математическими способами с минимальным количеством определяемых параметров. В результате в ядерной физике приходится прибегать к большому числу моделей, приспособленных для описания ограниченного круга той или иной совокупности явлений, но которые вместе отвечают современному уровню наших знаний о ядре.

Примерно через 20 лет после того, как Резерфорд «разглядел» в недрах атома его ядро, был открыт *нейтрон*. После открытия нейтрона физика микромира двинулась вперед семимильными шагами.

Вскоре после обнаружения нейтрона два физика-теоретика — немецкий Вернер Гейзенберг и советский Дмитрий Иваненко — выдвинули гипотезу о том, что атомное ядро состоит из нейтронов и протонов. На ней базируется современное представление о строении ядра.

Протоны и нейтроны объединяются словом *нуклон*. *Протоны* — это элементарные частицы, которые являются ядрами атомов легчайшего химического элемента — водорода. Число протонов в ядре равно порядковому номеру элемента в таблице Менделеева и обозначается Z (число нейтронов — N). Протон имеет положительный электрический заряд, по абсолютному значению равный элементарному электрическому заряду. Он примерно в 1836 раз тяжелее электрона. Он имеет конечные размеры порядка 10^{-15} м, хотя его нельзя представить как твердый шарик, он скорее напоминает облако с размытой границей, состоящее из рождающихся и аннигилирующих виртуальных частиц.

Электрический заряд *нейтрона* равен 0, масса — его — примерно 940 МэВ. Эта частица устойчива только в составе стабильных атомных ядер, свободный нейтрон распадается на электрон, протон и электронное антинейтрино. В веществе в свободном виде нейтроны существуют еще меньше времени вследствие сильного поглощения их ядрами. Как и протон, нейтрон участвует во всех видах взаимодействий, в том числе в электромагнитном: при общей нейтральности вследствие сложного внутреннего строения в нем существуют электрические токи.

В ядре нуклоны связаны силами особого рода — ядерными. Одна из характерных их особенностей — короткодействие: на расстояниях порядка 10^{-15} м и меньше они превышают любые другие силы, вследствие чего нуклоны не разлетаются под действием электростатического отталкивания одноименно заряженных протонов. При больших расстояниях ядерные силы очень быстро уменьшаются до нуля.

Механизм действия ядерных сил основан на том же принципе, что и электромагнитных — на обмене взаимодействующих объектов виртуальными частицами.

Виртуальные частицы в квантовой теории — это частицы, которые имеют такие же квантовые числа (спин, электрический и барионный заряды и др.), как и соответствующие реальные частицы, но для которых не выполняется обычная связь между энергией, импульсом и массой.

Масса ядра определяется массой входящих в его состав нейтронов и протонов. Поскольку любое ядро состоит из Z протонов и $N = A - Z$ нейтронов, где A — массовое число (число нуклонов в ядре), то, на первый взгляд, масса ядра должна просто равняться сумме масс протонов и нейтронов. Однако, как показывают результаты измерений, реальная масса всегда меньше такой суммы. Их разность получила название *дефекта массы* Δm .

Энергия — одна из важнейших характеристик протекания любых физических процессов. В ядерной физике ее роль особенно велика, поскольку незыблемость закона сохранения энергии позволяет делать достаточно точные расчеты даже в тех случаях, когда многие детали явлений остаются неизвестными.

Разорвать ядро на отдельные нуклоны можно, лишь введя в него извне каким-либо способом энергию не меньше той, что выделилась в процессе его образования. Это и есть полная энергия связи ядра $E_{св.}$. С ней непосредственно связано происхождение дефекта массы Δm . В соответствии с формулой

$$E_{св.} = \Delta mc^2$$

уменьшение энергии системы при образовании ядра на какую-то величину должно неизбежно приводить к уменьшению общей массы.

Если разделить величину «ушедшей» при образовании ядра энергии на полное число нуклонов, то получится средняя энергия связи, приходящаяся на один нуклон в ядре, или удельная энергия связи, равная $E_{св.}/A$. Удельная энергия связи зависит от массового числа. Для большинства ядер значения средней удельной энергии связи оказываются примерно одинаковыми (исключение составляют легкие и тяжелые ядра).

Французский физик А.А. Беккерель (1852—1908) 1 марта 1896 г. обнаружил почернение фотопластинки под действием невидимых лучей сильной проникающей способности, испускаемых солью урана. Вскоре он выяснил, что способностью лучеиспускания обладает сам уран. *Радиоактивность* (такое название получило открытое явление) оказалась привилегией самых тяжелых элементов таблицы Менделеева.

В 1940 г. советские ученые Г.Н. Флеров и К.А. Петржак обнаружили новый вид радиоактивных превращений — *спонтанное деление ядер*. Испускание гамма-лучей не приводит к превращениям элементов и потому не считается видом радиоактивных превращений. Таким образом, число способов радиоактивного распада природных изотопов весьма ограничено.

Тем не менее ныне известны и другие способы. Они были открыты или предсказаны после того, как в 1934 г. французские физики, супруги Ирен (1897—1956) и Фредерик (1900—1958) Жолио-Кюри, наблюдали явление искусственной радиоактивности.

Радиоактивность характеризуется не только видом испускаемых частиц, но и их энергией, которая может в миллионы раз превосходить энергию химических процессов. Для каждого отдельного ядра предсказать заранее момент распада абсолютно невозможно. Время жизни ядра — случайная величина. На скорость радиоактивного распада нельзя повлиять внешними факторами — давлением, температурой и др. Спонтанный характер распада — одна из наиболее важных его особенностей.

Хотя все ядра живут разное время от момента образования до момента распада, для каждого радиоактивного вещества существует вполне определенное среднее время жизни ядер. Скорость распада подчиняется *закону радиоактивного распада*, выраженному формулой

$$N_t = N_0 e^{-\lambda t}$$

где λ — постоянная радиоактивного распада, N_t — число нераспавшихся ядер в момент времени t ; N_0 — начальное число нераспавшихся ядер (в момент $t=0$).

Помимо радиоактивности *ядерные реакции* могут происходить при бомбардировке вещества другими частицами. Особенно удачной оказывается бомбардировка нейтронами, которые электрически нейтральны и поэтому не отталкиваются протонами атомного ядра. Даже медленные нейтроны могут беспрепятственно приблизиться к ядру на расстояние, при котором начинают действовать ядерные силы.

Эта реакция была открыта в 1939 г.: выяснилось, что при попадании в ядро одного нейтрона оно делится на две-три части. Нейтрон придает ядру дополнительную энергию, после чего ядро может стать нестабильным и «развалиться» на более простые составляющие, которые отталкиваются друг от друга кулоновскими (электрическими) силами. При этом осколки ядра приобретают высокую энергию, которая в настоящее время используется как в мирных (атомные электростанции), так и в военных (атомная бомба) целях. Такие ядерные реакции называются *реакциями деления*.

При делении одного ядра освобождается около 200 МэВ энергии. На кинетическую энергию движения осколков уходит около 165 МэВ, остальное уносит гамма-излучение (часть электромагнитного излучения с очень малой длиной волны) — поток фотонов. Можно подсчитать, что при полном делении 1 кг урана выделится 80 000 млрд Дж. Это в несколько миллионов раз больше, чем при сжигании 1 кг угля или нефти.

В 1939 г. было обнаружено, что при делении ядер урана, кроме осколков, вылетают также 2—3 свободных нейтрона. При благоприятных условиях они могут попасть в другие ядра урана и вызвать их деление (рис. 7.3). В результате формируется *цепная реакция*, характеризующаяся лавинообразным расщеплением ядер урана. Для начала цепной реакции необходимо сосредоточить большое количество ядер урана в достаточно компактной области. Минимальная масса урана, при которой начинается цепная реакция деления, называется *критической массой*.

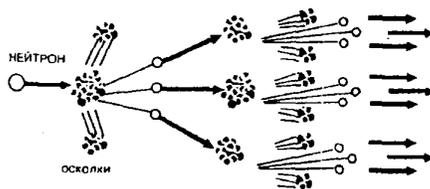


Рис. 7.3. Цепная ядерная реакция

В природе реакции синтеза происходят в очень горячем веществе, например в недрах звезд, где при температуре порядка 14 млн градусов (центр Солнца) энергия теплового движения некоторых частиц достаточна для преодоления отталкивания. Ядерный синтез, происходящий в разогретом веществе, называют *термоядерным*.

Легче всего осуществить синтез между тяжелыми изотопами водорода — дейтерием и тритием (рис. 7.4.). Дейтерий имеется на Земле в огромных количествах в морской воде (1 атом на 6000 атомов водорода); тритий можно получить искусственно, облучая литий нейтронами.

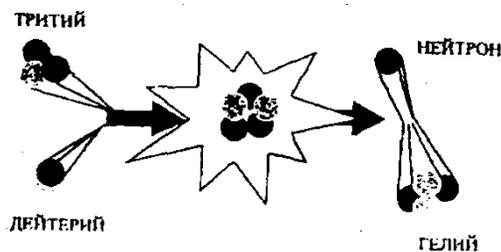


Рис. 7.4. Термоядерный синтез

Удержание плазмы от попадания на теплоизолирующие стенки осуществляется при помощи магнитных полей, направляющих поток частиц по спирали, замкнутой в кольцо. Ввиду того, что плазма состоит из ионов и электронов, магнитное поле имеет на нее прямое влияние.

Во времена Ньютона была известно лишь одна сила, действующая на расстоянии без видимых посредников – гравитация. С развитием теории электричества были открыты кулоновские (электростатические) силы и затем магнитные. С развитием теории атомного ядра к гравитации и электромагнетизму добавилась третья сила, ядерная, получившая название сильного взаимодействия. Затем было открыты еще и так называемые *слабые ядерные силы*.

Открытие слабого взаимодействия связано с явлением распада нейтрона, названного β -распадом. Нейтрон является очень нестабильной в свободном состоянии частицей. Почему-то природе выгодно иметь именно заряженные частицы, время жизни которых оценивается миллиардами лет. Следует отметить, что в составе атомного ядра нейтрон может существовать практически неограниченно долго. *Природа часто соединяет неустойчивые элементы в какую-то устойчивую систему*, в рамках которой данные элементы могут существовать долгое время.

Фундаментальные взаимодействия

Взаимодействия	Интенсивность взаимодействия	Полевой квант – переносчик взаимодействия	Область проявления
Сильные	~ 15 ≤ 1	Пион Глюон	Атомные ядра Фундаментальные частицы
Электромагнитные	$\sim 10^{-3}$	Фотоны	Атомы, электротехника
Слабые	$\sim 10^{-5}$	W^{\pm}, Z^0 – бозоны	Радиоактивные β -распад, распадные процессы
Гравитационные	$\sim 10^{-38}$	Гравитон	Массивные тела и фотон

Наличие в природе всего четырех фундаментальных сил порождает в науке идею объединить все эти силы в рамках одной «суперсилы», из которой в качестве частных проявлений следовали бы все остальные силы. Поиск такой силы был начат еще Эйнштейном, пытавшимся построить единую теорию поля, объединив гравитацию и электромагнетизм на основе общей теории относительности, то есть на основе геометрической модели поля (геометрия Минковского). Эйнштейну это сделать не удалось. Однако уже в 60-х годах XX века было показано, что математически слабое ядерное взаимодействие можно объединить с электромагнетизмом. В 1983 г. данная теория нашла экспериментальное подтверждение. К этому времени теоретики выдвинули более амбициозную теорию, объединяющую с электромагнетизмом и слабым взаимодействием еще и сильное ядерное взаимодействие.

Одновременно были получены результаты в области гравитации, показывающие, каким образом гравитационное взаимодействие можно было бы объединить с другими типами взаимодействий.

В настоящее время имеется уже множество попыток построить *теорию великого объединения* всех типов взаимодействий. Так согласно одной из гипотез мы живем в одиннадцатимерной Вселенной. Невидимые нам восемь дополнительных измерений проявляются как силы. Из этой теории следует, что силовых полей вообще нет, а существует только свернутое определенным образом пустое одиннадцатимерное пространство-время. Мир, возможно, построен из ничего, наделенного структурой, а сила и вещество – лишь проявления пространства и времени.

Что такое ничто? Ответ на этот вопрос из области философии перекочевал в область физики. С некоторым приближением моделью «ничто» является *физический вакуум*, который ассоциируется у нас с абсолютной пустотой. Однако согласно современным представлениям пустота вовсе не так уж и пуста, как это кажется сначала.

Современная квантовая модель вакуума получила образное название «море Дирака». Обобщив уравнение Шредингера на случай частиц со *спином* $1/2$, движущихся со скоростями, близкими к скорости света, П. Дирак получил уравнение, из которого следовало, что наряду с частицами должны существовать и их *античастицы*, отличающиеся от частиц только знаком заряда. На основе своего уравнения П. Дирак предположил, что вакуум на самом деле вовсе не является пустым, а плотно заполнен частицами, обладающими *отрицательными энергиями*, существование которых нами никак не регистрируется, то есть из просто пустоты вакуум превращался в добрую половину (а то и более того) всего сущего. При передаче электрону, находящемуся на «отрицательном уровне», достаточной энергии (например от электромагнитного поля), он может перейти в состояние с положительной энергией и стать наблюдаемым. При этом на его месте в вакууме образуется вакантное место – «дырка», поведение которой сходно с поведением такой же частицы, как электрон, но с положительным зарядом, то есть позитрон. Обратное слияние электрона с позитроном (с дыркой в вакууме) приводит к тому, что электрон покидает наблюдаемый мир, то есть исчезает (гибнет) с высвобождением энергии эквивалентной сумме масс электрона и позитрона в виде фотона. Это явление называется *аннигиляцией*.

В 1932 г. позитроны были обнаружены К. Андерсеном в *космических лучах*, что явилось блестящим подтверждением теории Дирака. Впоследствии выяснилось, что практически все элементарные частицы, даже не имеющие электрического заряда, имеют своих «зеркальных двойников» – античастицы, способные аннигилировать с ними.

В настоящее время считается, что физический вакуум *флуктуирует виртуальными частицами*, которые благодаря соотношению неопределенностей Гейзенберга могут на короткое время рождаться из ничего в паре со своими античастицами. При этом между виртуальным электроном и виртуальным позитроном возникает сильное кулоновское притяжение, которое приводит к полной взаимной аннигиляции только что народившихся частиц. Вакуум буквально кипит виртуальными частицами, которые практически не проявляют себя в реальном мире. Но если с помощью внешнего электромагнитного поля (рис.7.5) «растачить» только что народившуюся пару виртуальных частиц, то в реальном мире мы зафиксируем рождение двух совершенно новых частиц. Именно так, по-видимому, из ничего нарождалось вещество в первые мгновения жизни Вселенной.

Со времен Ньютона физики испытывают явное «отвращение» к «действию сил на расстоянии». Чтобы сила действовала, нужен какой-то посредник, или переносчик. В настоящее время считается, что все дальнедействующие силы возникают в результате обмена частицами-переносчиками между взаимодействующими частицами. Например, взаимное отталкивание двух электронов можно проиллюстрировать на примере двух фигуристов, один из которых бросает другому тяжелый шар и при этом испытывает отдачу. Второй фигурист ловит шар и

также испытывает отдачу. В результате оба фигуриста откатываются друг от друга. Притяжение электрона и позитрона можно проиллюстрировать теми же фигуристами, но они уже обмениваются бумерангами. Бумеранг бросается в противоположную сторону, облетает по кругу и ловится другим фигуристом. Отдача, которую испытывают оба фигуриста, приводит к их сближению.

В случае электромагнитной силы в качестве частиц-переносчиков выступают *фотоны* — *кванты электромагнитного поля*. Ядерные силы передаются множеством частиц, называемых *мезонами*. Радиус действия силы зависит от массы частицы-переносчика, причем, чем массивней частица, тем меньше радиус действия силы. Поэтому, например, фотон, имеющий нулевую массу покоя, может передать взаимодействие на бесконечно большое расстояние. Мезоны обладают значительной массой покоя, поэтому сильное ядерное взаимодействие резко падает на расстояниях, превышающих 10^{-13} см. Слабое взаимодействие передается, как полагают, бозонами, массы которых в 100 раз превышают массу протона, поэтому их радиус действия имеет порядок 10^{-16} см. Переносчиком гравитационного взаимодействия является полумифическая частица — *гравитон*, обнаружить которую до сих пор пока не удается.

Ядерно-физические исследования имеют огромное научное значение, позволяя продвигаться в понимании строения материи, и в то же время чрезвычайно важны в практическом отношении (в энергетике, медицине и т. д.).

Элементарные частицы — первичные, неразложимые частицы, из которых, как предполагается, состоит вся материя. В современной физике этот термин обычно употребляется не в своем точном значении, а в менее строгом — для наименования большой группы мельчайших частиц материи, удовлетворяющих условию, что они не являются атомами или атомными ядрами, за исключением протона. К элементарным частицам относятся протоны, нейтроны, электроны, фотоны, пи-мезоны, мюоны, тяжелые лептоны, нейтрино трех типов, странные частицы (К-мезоны, гипероны), разнообразные резонансы, мезоны со скрытым очарованием, «очарованные» частицы, промежуточные векторные бозоны и т. п. — всего их несколько сотен, в основном нестабильных. Их число продолжает расти по мере расширения наших знаний. Большинство перечисленных частиц не удовлетворяет строгому определению элементарности, поскольку являются составными системами.

Микроскопические массы и размеры элементарных частиц обуславливают квантовую специфику их поведения. Наиболее важное квантовое свойство всех элементарных частиц — способность испускаться и поглощаться при взаимодействии с другими частицами.

В настоящее время с теоретической точки зрения известны следующие истинно элементарные (на данном этапе развития науки считающиеся неразложимыми) частицы: *кварки* и *лептоны* (эти разновидности относятся к частицам вещества), *кванты полей* (фотоны, векторные бозоны, глюоны, гравитино и гравитоны), а также *частицы Хиггса*.

Каждая пара лептонов объединяется с соответствующей парой кварков в четверку, называемую *поколением*. Свойства частиц повторяются из поколения в поколение, отличаются лишь массы: второе тяжелее первого, третье тяжелее второго. Предполагается, что в природе встречаются в основном частицы первого поколения, а остальные можно создать искусственно на ускорителях заряженных частиц или при взаимодействии космических лучей в атмосфере.

К истинно элементарным частицам относятся кванты полей, создаваемых частицами вещества. Массивные W-бозоны являются переносчиками слабых взаимодействий между кварками и лептонами. Глюоны — переносчики сильных взаимодействий между кварками. Как и сами кварки, глюоны не обнаружены в свободном виде, но проявляются на промежуточных стадиях некоторых реакций. Теория кварков и глюонов называется *квантовой хромодинамикой*.

Частица с предполагаемым спином 2 — это гравитон. Его существование предсказано теоретически. Однако обнаружить его будет чрезвычайно трудно, так как он очень слабо взаимодействует с веществом.

Наконец, к истинно элементарным частицам относятся частицы Хиггса, или Н-мезоны, и гравитино. Они не обнаружены на опыте, но их существование предполагается во многих современных теоретических моделях.

У многих частиц существуют двойники в виде античастиц, с теми же массой, временем жизни, спином, но отличающиеся знаками всех зарядов: электрического, барионного, лептонного и т. д. (электрон-позитрон, протон—антипротон и др). Существование античастиц было впервые предсказано в 1928 г. английским физиком-теоретиком П. Дираком. Античастица позитрон была впервые обнаружена в 1932 г. в космических лучах американским физиком К.Андерсоном (р. 1905), лауреатом Нобелевской премии 1936 г.

Характерная особенность поведения частиц и античастиц—их *аннигиляция* при столкновении, т.е. переход в другие частицы с сохранением энергии, импульса, электрического заряда и т. п. В сильных и электромагнитных взаимодействиях имеется полная симметрия между частицами и античастицами — все процессы, протекающие с первыми, возможны и аналогичны для вторых. Подобно протонам и нейтронам их античастицы могут образовывать антиядра. В принципе можно представить себе и антиатомы, и даже большие скопления *антивещества*.

В зависимости от времени жизни частицы делятся на *стабильные* (электрон, протон, фотон и нейтрино), *квазистабильные* (распадающиеся при электромагнитном и слабом взаимодействиях, время их жизни больше 10^{-20} с и *резонансы* (частицы, распадающиеся за счет сильного взаимодействия, характерное время жизни — 10^{-22} – 10^{-24} с).

В соответствии с четырьмя видами фундаментальных взаимодействий различают соответственно четыре вида элементарных частиц: *адроны*, участвующие во всех взаимодействиях; *лептоны*, не участвующие только в сильном взаимодействии (а нейтрино и в электромагнитном); *фотон* — носитель только в электромагнитного взаимодействия, и гипотетический *гравитон* — переносчик гравитационного взаимодействия.

Адроны — общее название для частиц, наиболее активно участвующих в сильных взаимодействиях. Название происходит от греческого слова «сильный, крупный». Все адроны делятся на две большие группы — барионы мезоны.

Барионы — это адроны с полуцелым спином. Самые известные из них — протон и нейтрон. Одним из свойств барионов, отличающим, их от других частиц, можно считать наличие у них сохраняющегося барионного заряда.

Мезоны — адроны с целым спином. Их барионный заряд равен *нулю*. Большинство из них крайне нестабильны и распадаются за время порядка 10^{-23} . Столь короткоживущие частицы не могут оставить следов в детекторах. Обычно их рождение обнаруживают по косвенным признакам. Такие короткоживущие частицы называются резонансами. Большинство барионов и мезонов — резонансы.

Адроны не являются истинно элементарными частицами Они имеют конечные размеры и сложную структуру. Барион состоит из трех кварков, мезоны построены из кварка и антикварка, кварки удерживаются внутри адронов глюонным полем. В принципе теория допускает существование других адронов, построенных из большего числа или из одного глюонного поля.

Первоначально кварковая модель была предложена для систематики слишком многочисленного семейства адронов. Такая модель включала кварки трех типов или ароматов (в дальнейшем оказалось, что их больше). С помощью кварков удалось разделить адроны на группы, называемые мультиплетами. Частицы одного мультиплета имеют малоотличающиеся массы.

Гипотезу кварков предложил в 1967 г. американский физик-теоретик М. Гелл-Ман (р. 1929). *Кварк* — частица со спином $1/2$ и дробным электрическим зарядом, составной элемент адронов. Помимо спина, кварки имеют еще две внутренние степени свободы — «аромат» и «цвет» (степень свободы — независимое возможное изменение состояния физической системы,

обусловленное вариациями ее параметров). Каждый кварк может находиться в одном из трех цветовых состояний, которые условно называют красным, синим и желтым (только для удобства — никакого отношения к оптическим свойствам это не имеет). В наблюдаемых адронах кварки скомбинированы таким образом, что возникающие состояния не несут цвета — являются «бесцветными». Ароматов известно пять и предполагается наличие шестого. Свойства кварков разных ароматов различны.

Обычное вещество состоит из легких *u*- и *d*-кварков, входящих в состав нуклонов ядер. Более тяжелые кварки создаются искусственно или наблюдаются в космических лучах. Здесь слова «создаются» и «наблюдаются» нельзя понимать буквально — ни один кварк не был зарегистрирован в свободном виде, их можно наблюдать только внутри адронов. При попытке выбить кварк из адрона происходит следующее: вылетающий кварк рождает на своем пути из вакуума пары кварк — антикварк, расположенные в порядке убывания скоростей. Один из медленных кварков занимает место исходного, а тот вместе с остальными рожденными кварками и антикварками образует адроны.

Элементарные частицы подчиняются законам сохранения макромира, кроме того, в микромире сравнительно недавно были открыты свои законы сохранения: закон сохранения электрического заряда, закон сохранения барионного и лептонного зарядов и ряд других законов.

Закон сохранения электрического заряда в микромире. При всех превращениях элементарных частиц разность между числом положительно и отрицательно заряженных частиц остается постоянной. Если возникает заряженная частица, то обязательно наблюдается рождение частицы, имеющей заряд противоположного знака. При распаде любой частицы алгебраическая сумма зарядов остается неизменной. Закон сохранения электрического заряда в микросистеме позволяет понять, почему электроны являются стабильными частицами. Электрон — самая легкая из заряженных частиц и поэтому он не может распадаться. Распад электрона привел бы к нарушению закона сохранения.

Закон сохранения барионного заряда. Разность числа барионов и антибарионов в любой системе остается неизменной. При распаде любого бариона в продуктах распада обязательно присутствует более легкий барион. Закон сохранения барионного заряда объясняет стабильность протона. Протон не распадается потому, что он является самым легким барионом.

Закон сохранения лептонного заряда. Разность между числом лептонов и антилептонов сохраняется при любых превращениях элементарных частиц.

4. УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К СЕМИНАРСКИМ ЗАНЯТИЯМ

На занятиях рассматриваются вопросы по определенным темам (см. ниже), к которым студенты готовятся самостоятельно и выступают с устным докладом. После каждой темы проводится тест на усвоение пройденного материала.

При подготовке к семинарским занятиям необходимо:

- ознакомиться с содержанием темы занятия, используя предлагаемый список основной и дополнительной литературы и подбирая материал к каждому вопросу темы;
- составить краткий конспект изученного материала, который может быть использован при подготовке к ответу на семинаре (зачете).

В рамках курса "Концепции современного естествознания" студенты специальностей 040201 «Социология», 010101 «Математика», 010501 «Прикладная математика и информатика», выполняют реферат в соответствии с приведенными темами. Оформленный реферат предоставляется для проверки на кафедру не позднее, чем за 2 недели до начала зачетной недели. Проверенный реферат возвращается студенту не позднее, чем через неделю после ее регистрации, и защищается студентом при сдаче зачета по курсу.

ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РЕФЕРАТА

1. Тема реферативной работы определяется преподавателем или выбирается студентом из предложенного списка таким образом, чтобы внутри одной группы темы не повторялись.

2. Реферативная работа выполняется студентом самостоятельно и предполагает подбор литературы по заданной (выбранной из предложенного списка) теме и анализ данной литературы.

3. В работе должна быть полностью раскрыта выбранная тема.

4. Реферативная работа оформляется в соответствии со стандартом и не должна содержать грамматических и стилистических ошибок. Работа может быть представлена к проверке в рукописном (разборчиво и без помарок) или печатном варианте. Объем реферата не должен превышать 20 печатных страниц.

5. Обязательными разделами реферата являются (в порядке расположения в работе):
титальный лист;
содержание, соответствующее тексту реферата;
введение;
основная часть;
заключение – собственное мнение автора о реферируемой проблеме.

6. Также обязательными в тексте являются ссылки на реферируемые источники. Ссылки приводятся в соответствие с библиографическим списком.

7. Количество источников, на основании которых написан реферат, должно быть не менее 5, причем в это количество не включаются учебники и учебные пособия по курсу.

8. Выполненная реферативная работа сдается на проверку не позднее, чем за 2 недели до начала зачетной недели. Проверенная работа возвращается студенту, и после устранения замечаний (при наличии таковых) защищается.

9. Защита реферата проводится в устной форме и представляет собой собеседование по теме реферата или публичное выступление (на лекции, семинаре или конференции). Оценка за реферат выставляется после защиты и может быть выражена в баллах, либо как “зачет” или “не зачтено”. В последнем случае работа для допуска к зачету выполняется заново по другой теме.

5. СЕМИНАРСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Количество часов, отводимых на семинарские занятия для специальностей для специальностей 040201 «Социология», 010101 «Математика», 010501 «Прикладная математика и информатика» составляет 18 часов.

Семестр 1

№ семинара	Тема	Количество часов
1-2	Естествознания как наука. Физика - основа естествознания	4
3	Классическая механика	2
4	Законы сохранения	2
5-6	Термодинамика и молекулярно-кинетическая теория. Энтропия	3
6-7	Электромагнитная концепция. Колебания и волны. Свет.	3
8	Современные средства естественно-научных исследований	2
9	Итоговый тест	2

ТЕМЫ СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

Семинар № 1-2. Естествознания как наука. Физика - основа естествознания

9. Наука, ее основные черты и отличие от других отраслей культуры. Язык науки, его характерные особенности.
10. Структура и методы научного познания. Теоретический метод познания действительности: абстрагирование, идеализация, формализация, индукция, дедукция, гипотеза.
11. Структура и методы научного познания. Эмпирический метод познания действительности: наблюдение, измерение и эксперимент.
12. Структура и методы научного познания. Универсальные методы познания действительности: аналогия, моделирование, анализ, синтез, классификация.
13. Предмет "естествознание" и его отличие от других наук. Классификация естественных наук.
14. Естественно - научная и гуманитарная культура.
15. Особенности научных революций и история развития естествознания.
16. Научные картины мира. Современная естественно - научная картина мира.

Семинар №3: Классическая механика

6. Сущность классической концепции Ньютона.
7. Классическая механика, ее задачи и пути их решения.
8. Принцип относительности Галилея. Инерциальные системы отсчета.
9. Принцип относительности Эйнштейна. Инвариантность, инварианты.
10. Специальная теория относительности. Постулаты Эйнштейна. Кинематические следствия СТО.

Семинар №4: Законы сохранения

9. Материя и ее виды в классическом представлении.
10. Уровни организации материи и размеры материального мира.
11. Пространство и время – формы существования материи.
12. Принципы симметрии. Законы сохранения как следствие свойств пространства и времени.
13. Закон сохранения массы
14. Кинетическая и потенциальная энергия
15. Закон сохранения импульса
16. Закон сохранения энергии

Семинар № 5-6: Термодинамика и молекулярно-кинетическая теория. Энтропия

11. Развитие представлений о теплоте.
12. Теплота и температура. Температурные шкалы.
13. Термодинамическое и статистическое описание свойств макросистем.
14. Молекулярно – кинетическая теория, основные положения.
15. Первое начало термодинамики. Невозможность создания вечного двигателя первого рода.
16. Цикл Карно.
17. Энтропия.
18. Второе начало термодинамики. Невозможность создания вечного двигателя второго рода.
19. Третье начало термодинамики.
20. Тепловая смерть Вселенной.

Семинар № 7: Электромагнитная концепция. Колебания и волны. Свет.

12. Характеристика основных видов фундаментальных взаимодействий и их роль в повседневной жизни. Универсальность фундаментальных взаимодействий. Принцип тождественности.
13. Концепция дальнего действия. Концепция ближнего действия
14. Дискретность и непрерывность материи.
15. Развитие представлений об электромагнитном поле.
16. Электромагнитная теория Максвелла
17. Колебания и волны.
18. Звуковые волны.
19. Эффект Доплера.
20. Развитие представлений о свете.
21. Законы преломления.
22. Корпускулярно – волновая двойственность свойств света.

Семинар № 8: Современные средства естественно-научных исследований

1. Специфика современных экспериментальных и теоретических исследований.
2. Методы исследования структурных характеристик вещества (рентгеноструктурный анализ)
3. Методы спектроскопии
4. ЯМР, ЭПР анализ.
5. Нейтронография
6. Важнейшие достижения современного естествознания.

Семинар № 9: Итоговой тест – включает в себя 20 вопросов по всем пройденным темам

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

Самостоятельная работа студентов включает:

1. Изучение теоретического материала.
2. Подготовку к семинарским занятиям.
3. Написание реферата по предложенной в списке теме.
4. Подготовка к тестовым заданиям по теме семинара.
5. Подготовка к итоговому тестированию.
6. Подготовка к зачету

№	Вопросы для самостоятельного изучения
13.	Фундаментальные и прикладные проблемы естествознания
14.	Естественно-научные и религиозные знания.
15.	Научное открытие и доказательство
16.	Лапласовский детерменизм
17.	Основные законы динамики макромира. Фундаментальные силы природы. Силы макромира.
18.	Кинематические следствия специальной теории относительности
19.	Первый закон термодинамики. Второй закон термодинамики. Тепловое загрязнение окружающей среды.
20.	Доказательства невозможности создания вечного двигателя.
21.	Гипотеза "тепловой смерти Вселенной" и ее развитие
22.	Экспериментальные подтверждения сложной структуры атомов
23.	Ядерное деление и ядерный синтез. Искусственные радиоактивные элементы.
24.	Перспективы развития физики микромира

7. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

НАУЧНОЕ ЗНАНИЕ КАК СИСТЕМА

Вопросы:

- 1 Какие определения термина «наука» существовали и существуют на протяжении ее истории?
- 2 Охарактеризуйте особенности научного знания.
- 3 Каковы закономерности развития науки?
- 4 Какие функции выполняет наука в современном обществе?
- 5 Какое место занимает наука в духовной культуре общества?

НАУКА КАК ПРОЦЕСС ПОЗНАНИЯ

Вопросы:

- 1 Охарактеризуйте основные формы познания.
- 2 Дайте определения основным формам научного познания.
- 3 Каковы этапы научного познания?
- 4 Какие критерии истинности знания выделялись на протяжении периода существования науки?
- 5 Какие точки зрения сформировались по вопросу о познаваемости и непознаваемости мира?

МЕТОДЫ НАУЧНОГО ПОЗНАНИЯ

Вопросы:

- 1 Что такое метод и какие классификации методов познания существуют?
- 2 Охарактеризуйте теоретический и эмпирический уровни научного познания?
- 3 Дайте характеристику методов эмпирического исследования.
- 4 Дайте характеристику методов теоретического познания.
- 5 Дайте характеристику общелогических методов и приемов исследования.

ДИСЦИПЛИНАРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ НАУКИ

Вопросы:

- 1 Почему необходима классификация наук?
- 2 Какие классификации наук существуют?
- 3 Охарактеризуйте общественные науки.
- 4 Охарактеризуйте технические науки.
- 5 Охарактеризуйте естественные науки.

СТРУКТУРА СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

Вопросы:

- 1 Каковы принципы построения и организации современного естественно-научного знания?
- 2 Какие естественные науки относят к отраслевым и почему?
- 3 Какие естественные науки относят к системным и почему?
- 4 Какая из наук о человеке объединяет отраслевые естественные науки и почему?
- 5 Покажите взаимосвязь системных и отраслевых естественных наук.
- 6 Какая наука и почему объединяет системные и отраслевые естественные науки?

СОВРЕМЕННАЯ ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНАЯ КАРТИНА МИРА

Вопросы:

- 1 Раскройте определение понятия «картина мира».
- 2 Какие общие тенденции развития картины мира можно выделить?
- 3 Какова структура современной естественно-научной картины мира?
- 4 Каковы особенности современной естественно-научной картины мира?

ИСТОРИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

Вопросы:

- 1 Какие точки зрения существуют относительно даты и места рождения науки?
- 2 Каковы причины и предпосылки возникновения науки?
- 3 Кратко охарактеризуйте этапы развития естествознания.
- 4 Каковы общее направление эволюции понимания человеком окружающей среды и особенности перехода от одного этапа к другому?

МИФОЛОГИЯ КАК ЭТАП В РАЗВИТИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

Вопросы:

- 1 Каковы хронологические рамки и особенности мифологического этапа в развитии естествознания?
- 2 Какие проблемы решал человек на мифологическом этапе?
- 3 Подтвердите конкретными примерами наличие выделенных проблем?
- 4 Каково значение мифологического этапа для развития естествознания?

НАТУРФИЛОСОФСКИЙ ЭТАП В РАЗВИТИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

Вопросы:

- 1 Каковы хронологические рамки и особенности натурфилософского этапа в развитии естествознания?
- 2 Какие известнейшие ученые творили в это время? Дайте их краткие биографические сведения.
- 3 Какие крупнейшие открытия были сделаны в этот период?
- 4 Каково их значение для развития естествознания?
- 5 Какую роль сыграл натурфилософский этап в развитии естествознания?

РЕЛИГИОЗНЫЙ ЭТАП В РАЗВИТИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

Вопросы:

- 1 Каковы хронологические рамки и особенности религиозного этапа в развитии естествознания?
- 2 Какие известнейшие ученые творили в это время? Дайте их краткие биографические сведения.
- 3 Какие крупнейшие открытия были сделаны в этот период?
- 4 Каково их значение для развития естествознания?
- 5 Какую роль сыграл религиозный этап в развитии естествознания?

МЕХАНИСТИЧЕСКОЕ ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ

Вопросы:

- 1 Каковы хронологические рамки и особенности механического этапа в развитии естествознания?
- 2 Какие известнейшие ученые творили в это время? Дайте их краткие биографические сведения.
- 3 Какие крупнейшие открытия были сделаны в этот период?
- 4 Каково их значение для развития естествознания?
- 5 Какую роль сыграл механический этап в развитии естествознания?

КРУШЕНИЕ МЕХАНИСТИЧЕСКОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

Вопросы:

- 1 Каковы хронологические рамки и особенности этапа крушения механистического естествознания?
- 2 Какие известнейшие ученые творили в это время? Дайте их краткие биографические сведения.
- 3 Какие крупнейшие открытия были сделаны в этот период?

4 Каково их значение для развития естествознания?

5 Какую роль сыграл этап крушения механистического естествознания в развитии естественных наук?

СОВРЕМЕННОЕ РАЗВИТИЕ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

Вопросы:

1 Каковы хронологические рамки и особенности современного этапа в развитии естествознания?

2 Какие известнейшие ученые творили в это время? Дайте их краткие биографические сведения.

3 Какие крупнейшие открытия были сделаны в этот период?

4 Каково их значение для развития естествознания?

5 Какую роль сыграл современный этап в развитии естественных наук?

НАУЧНЫЕ РЕВОЛЮЦИИ В РАЗВИТИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

Вопросы:

1 Дайте определение термина «научная революция». Какова природа научной революции?

2 Опишите проявления первой научной революции (XVI в.).

3 Опишите проявления второй научной революции (XVII – первая половина XVIII вв.).

4 Опишите проявления третьей научной революции (вторая половина XVIII – XIX вв.).

5 Опишите проявления четвертой научной революции (конец XIX – XX вв.).

6 Опишите проявления научно-технической революции (вторая половина XX в.).

СОВРЕМЕННАЯ ФИЗИЧЕСКАЯ КАРТИНА МИРА

Вопросы:

1 Каковы условия и тенденции изменения физической картины мира на протяжении истории?

2 Охарактеризуйте микромир как уровень строения материи.

3 Охарактеризуйте макромир как уровень строения материи.

4 Охарактеризуйте мегамир как уровень строения материи.

5 Каковы основные концепции фундаментальной теоретической физики относительно соотношения материальной системы и ее идеальной структуры?

МАТЕРИЯ. ПРОСТРАНСТВО И ВРЕМЯ

Вопросы:

1. Материя и ее виды в классическом представлении. Взаимные переходы материи.

2. Структурные уровни организации материи. Примеры.

3. Фундаментальные взаимодействия: гравитационное, электромагнитное, сильное, слабое. Универсальность фундаментальных взаимодействий.

4. Принцип тождественности.

ПРОСТРАНСТВО И ВРЕМЯ КАК ЭЛЕМЕНТЫ СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКИ

Вопросы:

1 Какова была трактовка пространства и времени в доньютоновский период?

2 Как понимались пространство и время в классической механике И. Ньютона?

3 Каково развитие представлений о пространстве и времени в неклассической физике?

4 Охарактеризуйте свойства пространства и времени.

ПРИНЦИП ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ КАК ЭЛЕМЕНТ СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКИ

Вопросы:

1 В чем заключался принцип относительности Г. Галилея?

2 В чем смысл принципа наименьшего действия?

- 3 Охарактеризуйте основные постулаты специальной теории относительности А. Эйнштейна.
- 4 Каковы элементы общей теории относительности А. Эйнштейна?
- 5 Каково значение специальной и общей теорий относительности для развития современной физики?

МЕХАНИКА. КЛАССИЧЕСКАЯ КОНЦЕПЦИЯ НЬЮТОНА

Вопросы:

1. Задачи и объекты изучения классической механики. Математические модели в механике.
2. Сущность классической концепции Ньютона.
3. Кинематика, основные понятия. Динамика, основные понятия.
4. Фундаментальные величины в классической механике
5. Закон сохранения массы
6. Кинетическая и потенциальная энергия
7. Закон сохранения импульса
8. Закон сохранения момента импульса
9. Закон сохранения энергии
10. Условия выполнения законов сохранения
11. Законы сохранения как следствие свойств пространства и времени. Теорема Нетер.

ОСНОВЫ ТЕРМОДИНАМИКИ

Вопросы:

- 1 Дайте определение термодинамики. Охарактеризуйте ее основные задачи и понятия.
- 2 Проследите основные вехи жизненного пути ученых, внесших значительный вклад в развитие теории тепловых явлений.
- 3 Охарактеризуйте первое начало термодинамики.
- 4 Дайте характеристику второго начала термодинамики.
- 5 В чем смысл третьего начала термодинамики?
- 6 Каково значение термодинамики для развития современной науки?

ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ КОНЦЕПЦИЯ

Вопросы:

1. Роль фундаментальных взаимодействий в повседневной жизни.
2. Проблемы “эфира”.
3. Концепция дальнего действия. Концепция ближнего действия
4. Дискретность и непрерывность материи.
5. Развитие представлений об электромагнитном поле.
6. Электромагнитная теория Максвелла

КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ. РАЗВИТИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О СВЕТЕ. КОРПУСКУЛЯРНО-ВОЛНОВЫЕ СВОЙСТВА СВЕТА

Вопросы:

1. Волновое движение. Закон простого гармонического колебания.
2. Продольные и поперечные волны. Стоячие волны. Свойства волны.
3. Звуковые волны.
4. Эффект Доплера.
5. Развитие представлений о свете. Теории света.
6. Законы распространения света.
7. Корпускулярно – волновая двойственность свойств света.

СТРОЕНИЕ АТОМА

Вопросы:

1. Развитие представлений о строении атома.
2. Модель атома Томсона, ее достоинства и недостатки.
3. Модель атома Резерфорда. Достоинства и недостатки модели атома Резерфорда.
4. Модель атома Бора. Ее противоречия.
5. Корпускулярно–волновой дуализм микрообъектов.
6. Соотношение неопределенностей Гейзенберга.
7. Принцип дополнительности Бора. Применение принципа дополнительности к нефизическим областям знания.
8. Волновая функция Шредингера.
9. Современные представления о строении атома. Квантовые числа.
10. Определения состояния электрона в атоме и порядок размещения электронов.

ТИПЫ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ В ПРИРОДЕ

Вопросы:

1. Дайте характеристику сильного взаимодействия в природе.
2. В чем сущность электромагнитного взаимодействия в природе?
3. Охарактеризуйте слабое взаимодействие в природе.
4. Как проявляется гравитационное взаимодействие в природе?

КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА

Вопросы:

1. Какие открытия привели к появлению квантовой механики?
2. Дайте краткие биографические сведения об ученых, сделавших крупнейшие открытия в области квантовой механики.
3. Охарактеризуйте элементы квантовой механики.
4. Каковы перспективы развития квантовой механики?
5. Какое место занимает квантовая механика в современной теоретической физике?

ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ ЧАСТИЦЫ

Вопросы:

1. Какие частицы относят к лептонам и почему?
2. Какие частицы относят к мезонам и почему?
3. Какие частицы относят к барионам и почему?
4. Охарактеризуйте кванты полей.

8. ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ

1. Естествознание и естественнонаучная картина мира.
2. Проблемы и методы современных естественных наук.
3. Универсальность физических законов.
4. Тепловое загрязнение окружающей среды.
5. Радиоактивность. Искусственные радиоактивные элементы.
6. Вклад Аристотеля в естествознание.
7. Гелиоцентризм и механическая картина мира.
8. Тяготение и свойства пространства-времени.
9. Парадоксы теории относительности
10. Системы отсчета и принципы симметрии при описании движения.
11. Самоорганизация как общая закономерность развития мира
12. Принципы симметрии и законы сохранения
13. Корпускулярная и континуальная концепции в описании природы.
14. Порядок и беспорядок в природе
15. Системный метод и современное научное мировоззрение.
16. Наука, ее структура, происхождение и роль в развитии общества.
17. Механистическая картина мира Ньютона.
18. Специфика научных революций. Научные революции XX века.
19. Принцип неисчерпаемости материи.
20. Социальные функции естествознания.
21. Дифференциация и интеграция наук.
22. Вклад естественнонаучной культуры в развитие цивилизации.
23. Вклад гуманитарной культуры в развитие цивилизации.
24. Единство корпускулярных и волновых свойств материальных объектов – одно из фундаментальных противоречий современной физики.
25. Неопределенность в мире. Принцип неопределенности.
26. Роль энтропии как меры хаоса.
27. Симметрия как эстетический критерий
28. Разновидности симметрии и асимметрии в природе – свойства материального мира.
29. Принципы симметрии в космологии, технике, музыке, литературе.
30. Необратимость времени как проявление свойства асимметрии.
31. Философские проблемы пространства и времени.
32. Макроскопическое состояние вещества: газ, жидкость, твердое тело, плазма.
33. Развитие теории теплоты.
34. История физики атома и атомного ядра.
35. Жидкие кристаллы.
36. Проблемы развития ядерной энергетики.

9. ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

1. История естествознания и тенденции его развития.
2. Современная естественнонаучная картина мира и человек.
3. Проблемы и методы современного естествознания.
4. Порядок и беспорядок в природе.
5. Материя. Структурные уровни организации материи.
6. Формы существования материи.
7. Пространство и время.
8. Относительная и абсолютная истина.
9. Познание. Формы и методы познания. Мышление как высшая ступень познания.
10. Физика как фундаментальная отрасль естествознания.
11. Основные положения классической механики Ньютона.
12. Фундаментальные силы природы.
13. Элементы теории относительности.
14. Элементы молекулярной физики. Первый и второй законы термодинамики.
15. Энтропия и вероятность.
16. Основные положения физики электромагнитных взаимодействий.
17. Основные положения физики оптических явлений.
18. Колебания и волны. Основные законы движения и свойства волн.
19. Основные положения физики микромира.

10. ТРЕБОВАНИЯ К ЗНАНИЯМ СТУДЕНТОВ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ НА ЗАЧЕТЕ

Зачет сдается в конце 1 семестра. Форма сдачи - устная. Необходимым допуском на зачет является сдача всех тестов и реферативной работы, положительные оценки за промежуточные контрольные точки. В предлагаемый билет входят три вопроса: два теоретических (из предложенного списка вопросов) и один вопрос по реферату. Показать полное знание теории по данной части курса, продемонстрировать свободную ориентацию в материале, знание понятий и терминологии, ответить на дополнительные вопросы. Выполнение указанных требований оценивается «зачтено» или «не зачтено».