

# Прикладная физика – 2008

Преподаватель:  
Черданцев Юрий Петрович,

Кафедра общей физики,

комната 303, корпус 3

# Лекция 1

**Материалы курса, задания**

**Цели, задачи ПФ**

**Разделы курса**

**В осеннем семестре 22 лекции.**

**Предстоит защитить и сдать 2 реферата,  
написать 1 контрольную работу.**

**Лекция (посещение)  $20 \times 22 = 440$  баллов**

**Реферат (устная защита)  $150 \times 2 = 300$  баллов**

**Контрольная работа 100 баллов**

**Итого: 840 баллов**

**Допуск к экзамену 500 баллов**

# Литература

1. **Абрамов А.И., Казанский Ю.А., Матусевич Е.С. Основы экспериментальных методов ядерной физики. М. Атомиздат. 1977. *Источники и свойства ядерных излучений. Взаимодействие излучения с веществом. Все типы детекторов излучений. Спектрометрия ядерного излучения.***
2. **Физический энциклопедический словарь. М.: Советская энциклопедия. 1983 (или другие годы). *Спектрометры излучений. Детекторы всех типов. Микроскопы. Ускорители всех типов. Оже-спектроскопия. Рентгеновские установки. Телескопы счетчиков.***

# Литература

3. Аброян И. А., Андронов А. Н., Титов А.И. Физические основы электронной и ионной технологий. М.: Высшая школа. 1984.

*Взаимодействие быстрых частиц с веществом. Торможение, рассеяние, другие процессы. Радиационно-стимулированная диффузия. Дефектообразование.*

4. Черданцев Ю.П. Электрофизические установки. Издательство ТПУ. 202 г.

*Источники излучений. Основные типы детекторов излучений. Спектрометрия ядерного излучения. Ускорители всех типов. Микроскопы. Атомные и ядерные методы исследования.*

5. ИНТЕРНЕТ САЙТЫ.

# Цели и задачи прикладной физики

**Физика изучает наиболее общие закономерности явлений природы, состав, строение и свойства материи.**

**Законы физики лежат в основе современного естествознания.**

**Физика относится к точным наукам, поскольку для описаний законов используется математический аппарат.**

**Физика делится на теоретическую и экспериментальную. Выводы теории должны подтверждаться результатами эксперимента.**

**Физика, кроме того разделяется на разделы по кругу описываемых явлений, относящихся к электричеству, механике, оптике, атомной и ядерной физике и др.**

**По целям и задачам физика делится на фундаментальную и прикладную физику по целям и задачам. Первая ставит целью наиболее полное изучение явлений природы, целью прикладной физики является создание оборудования и приборов, разработка методов контроля в основе которых лежат физические принципы.**

**С развитием науки появляются все более сложные приборы, в основе работы каждого из которых лежат целые группы физических явлений, относящимся к различным разделам физики.**

**Как и фундаментальная физика, прикл. физика делится на разделы:**  
**прикл. ядерная физика,**  
**прикл. физическая оптика,**  
**прикл. электродинамика,**  
**прикл. механика,**  
**прикл. спектроскопия.**

**Наиболее близким разделом к изучаемому в нашем курсе будет раздел: экспериментальная ядерная физика, раздел атомные и ядерные методы контроля вещества.**

# Разделы курса

- 1. Виды излучения. Взаимодействие излучения с веществом.**
- 2. Источники ионизирующего излучения.**
- 3. Ускорители заряженных частиц.**
- 4. Методы исследования, основанные на облучении вещества потоками ионизирующего излучения.**



# **Краткая справка об истории развития методов прикладной физики**

**Появление новых способов или методов работы заставляет человека находить объяснение причин явлений, сопровождающих реализацию этих способов, что приводит к появлению теорий, объясняющих возникающие явления.**

**Открытие нового явления заставляет искать пути его использования во всех сторонах практической деятельности человека.**

Например, появление струнных музыкальных инструментов привело к тому что Пифагор в **6 веке до н.э.** устанавливает математическую связь длины струны и частоты колебаний.

Формулирование правила сложения перемещений, перпендикулярных друг другу. Появление рычажных механизмов приводит к появлению правила равновесия рычага Аристотеля (**4 век до н.э.**). (2400)

Создание евклидовой геометрии (Евклид, **3 век до н.э.**). (2300)

Открытие закона прямолинейного распространения света и закона отражения. Возникновение геометрической оптики (Евклид).

## **II век н.э. (2200)**

**Герон Александрийский дал детальное описание рычага, ворота, клина, винта и блока, установил правило для рычага и блока, согласно которому выигрыш в силе при помощи этих механизмов сопровождается потерей во времени, описал прибор, являющийся прообразом современной паровой турбины.**

## **XI век н.э. (1000)**

**Разложение скорости брошенного тела на две составляющие – параллельную и перпендикулярную плоскости (Альхазен).**

**Повторное открытие арабами свойств ориентации магнитной иглы (стрелки), появление компаса (свойство магнитной иглы ориентироваться в определенном направлении было известно китайцам еще в 2700 гг. до н.э.).**

### **XIII в. (800)**

**Появился первый рукописный трактат по магнетизму «О магнитах» Перегрино (опубликован в 1558 г.), где дано описание методов определения полярности магнита, взаимодействия полюсов, намагничивание прикосновением, явление магнитной индукции, некоторые технические применения магнитов и т.п.**

### **XIII в.**

**Бэкон измеряет фокусное расстояние сферического зеркала и открывает сферическую абберацию, выдвигает идею зрительной трубы, один из первых рассматривает линзы как научные приборы, считает скорость света конечной, основу познания усматривает в опыте. Является предвестником экспериментального метода.**

**Изобретение и распространение очков.**

## **XIV в. (700)**

**Альберт Саксонский ввел деление движений на поступательное и вращательное, равномерное и переменное. Введено понятие равномерно-переменного движения, угловой скорости.**

**Французский математик Орезм впервые дал графическое изображение движения и установил закон равномерно переменного движения, связывающий путь, пройденный телом, со временем.**

## **XV в. (600)**

**Изобретение ряда механизмов для преобразования и передачи движений – конусный шарикоподшипник, цепные и ременные передачи, двойное соединение (теперь названное «кардановым») и др. (Леонардо да Винчи).**

## **XV в.**

**Исследование и описание полета птиц, открытие существования сопротивления среды и подъемной силы, создание проекта первого летательного аппарата, парашюта и геликоптера (Леонардо да Винчи).**

## **XVI в. (500)**

**Итальянский ученый Тарталья в трактатах «Новая наука» и «Проблемы и различные изобретения» (1546 г.) изучает траекторию движения снарядов, доказывает, что траектория их движения криволинейна и наибольшая дальность полета достигается при наклоне ствола пушки под углом  $45^\circ$  к горизонту.**

**1587 г. (420)**

**Г. Галилей установил закон свободного падения**  
 **$h = gt^2/2.$**

**Период становления физики как науки**  
**начало XVII в. – 80-е гг. XVII в.**

**Физика как самостоятельный раздел науки, берет начало от Г. Галилея – одного из основоположников естествознания. Период от Г. Галилея до И. Ньютона представляет начальный этап физики, период ее становления.**

**1643 г. (365)**

**Открытие атмосферного давления, способа получения вакуума и создание первого барометра (Э. Торричелли).**

**Установление Э. Торричелли формулы для скорости истечения жидкости из узкого отверстия в открытом сосуде (формула Торричелли).**

**1650 г.** (358)

**Герике изобрел воздушный насос.**

**1662 г.**

**Бойль открыл зависимость давления газа от объема, независимо от Бойля этот же закон установил Мариотт в 1676 г. Отсюда и современное название – закон Бойля – Мариотта.**

**1665 г.**

**И. Ньютон вывел обратно пропорциональную зависимость силы тяготения квадрату расстояния между притягивающимися телами.**

**1666 г.**

**Открытие И. Ньютоном явления разложения белого света в спектр (дисперсия света) и хроматической аберрации.**



## **Период классической науки конец XVII в – конец XIX в.**

**Классическая физика начинается трудами Ньютона, заложившего основы совокупности законов природы, которая дает возможность понять закономерности большого круга явлений. Первый ощутимый удар по физике Ньютона нанесла теория электромагнитного поля Максвелла.**

**Период классической физики делится на два этапа:**

**первый этап – от И. Ньютона до Дж. Максвелла (конец XVII в. – 60-е гг. XIX в.);**

**второй этап – от Максвелла до 1895 г (60-е гг. XIX в. – 1894 г.).**

**Теория Максвелла получила дальнейшее развитие в трудах Герца и Лоренца, в результате чего была создана электродинамическая картина мира, которой и завершается период классической физики.**

**1742 г. (266)**

**Цельсий предложил стоградусную шкалу термометра, названную его именем (шкала Цельсия).**

**1745 г.**

**Изобретен первый электрический конденсатор – лейденская банка (конденсатор Клейста).**

**1775 г.**

**Лавуазье разработал основные положения кислородной теории, доказал сложный состав воздуха, объяснил горение, показал, что при дыхании поглощается кислород и образуется углекислый газ.**

**1785 г. (223)**

**Установление Ш. Кулоном основного закона электрического взаимодействия (закон Кулона).**

**1800 г. (208)**

**Открытие явления электролиза.**

**Гершель открыл инфракрасные лучи.**

**Открытие Юнгом явления интерференции звука.**

**1808 г. (200)**

**Открытие поляризации света при отражении и закона Малюса.**

**1827 г.**

**Ом открыл закон, названный его именем (закон Ома), и ввел понятие электродвижущей силы, электропроводности и силы тока.**

**1841 г.**

**Дж. Джоуль установил закон теплового действия тока - закон Джоуля – Ленца.**

**1842 г.**

**Доплер теоретически открыл явление, названное его именем (эффект Доплера).**

## **Период революционных изменений в физике 1895...1904 гг.**

**Открытие Рентгеном излучения, названного его именем (рентгеновские лучи). (100)**

**Экспериментально доказано, что катодные лучи являются потоком отрицательно заряженных частиц (Перрен).**

**Беккерель открыл естественную радиоактивность урана.**

**Склодовская-Кюри высказала предположение о том, что излучение урана является свойством его атомов. Э. Резерфорд доказал наличие в излучении урана двух компонентов – альфа- и бета-лучей.**

**Томсон и Вихерт открыли электрон.**

**Браун сконструировал катодную трубку, в которой движением электронов управляло магнитное поле (электроннолучевая трубка).**

## Период современной физики с 1905 г.

В периоде современной физики целесообразно выделить три этапа:

**первый этап** (1905...1931 гг.), который характеризуется широким использованием идей релятивизма и квантов и завершается созданием и становлением квантовой механики;

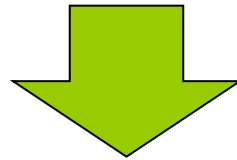
**второй этап** – (1932...1954 гг.), когда физики проникли на новый уровень материи, в мир атомного ядра

**третий этап** – за начало отсчета условно можно взять 1955 г., когда физики проникли в мир нуклона, в мир элементарной частицы. В СССР построены первые установки «Токамак». Открыто реликтовое излучение.

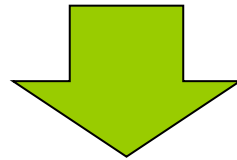
**Методы исследования**



**изучение структуры, состава, иных физико-механических свойств вещества**



**атомные и ядерные методы**



**разрушающие и неразрушающие**

# Атомные методы исследования

1. **Дилатометрия (изучение размеров) и веса объектов.**
2. **Микроскопия (электронная, оптическая, лазерная).**
3. **Измерение электрических свойств (электросопротивление, вихревые токи, термо-ЭДС, эффект Холла).**
4. **Измерение магнитных свойств вещества (эффект Баркгаузена, коэрцитивная сила, магнитная проницаемость).**
5. **Акустические методы анализа (акустическая эмиссия, потери энергии волны, скорость волн, внутреннее трение).**
6. **Механические свойства вещества (микротвердость, предел прочности, износостойкость).**
7. **Теплоемкость.**
8. **Спектральные методы исследования.**

# **Воздействие на материал и ответная реакция**

**Исследование объектов проводится путем анализа результата взаимодействия объекта с магнитными или электрическими полями, потоками корпускулярного или электромагнитного излучения, химическими реактивами.**

**Методы анализа можно разделить, по типу воздействия на исследуемый объект, как методы использующие:**

- ионизирующее излучение;**
- электромагнитное излучение (в световом диапазоне);**
- механическое воздействие;**
- термическое воздействие;**
- электрические и магнитные поля;**
- электрохимическое воздействие;**
- высокочастотное электромагнитное или акустическое воздействие.**



# **Пучковые методы анализа материалов**

**Под пучковыми методами анализа материалов будем понимать методы, использующие для исследований пучки ионизирующего излучения.**

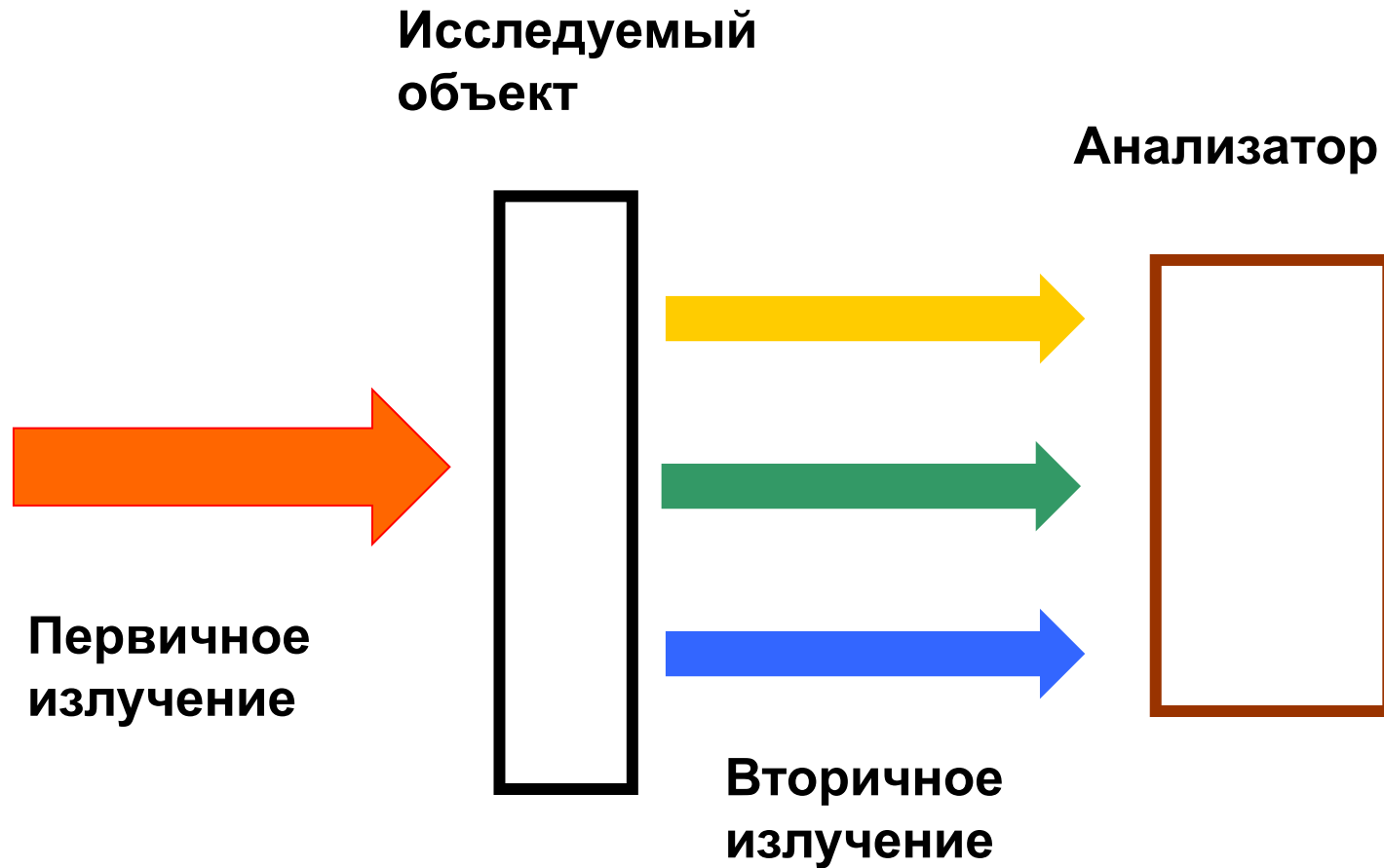
**Исследуемое вещество может находиться в любом агрегатном состоянии, но мы будем рассматривать только анализ твердых объектов (твердого тела).**

**Методами пучкового анализа изучают элементный состав и структуру материала.**

**Во всех методах производится облучение исследуемого объекта пучками ионизирующего излучения с дальнейшей регистрацией вторичного излучения. Вторичное излучение всегда содержит информацию об исследуемом объекте.**

**Пучковые методы исследования (кроме активационного анализа) называют мгновенными, потому, что информацию получают в процессе анализа.**

# Схема измерений



## Классификация “пучковых” методов анализа материалов

Методы пучкового анализа по виду взаимодействия между первичным излучением и атомами исследуемого образца (мишени) делятся на атомные и ядерные (ядерно-физические).

При атомном взаимодействии **не происходит** образования новых элементов (ядерных превращений) и нет выхода жесткого гамма-излучения.

Возможен выход рентгеновского излучения, электронов и рассеянных частиц.

Ядерно-физические методы	Атомные методы
<p>Метод ядер отдачи, метод Резерфордского обратного рассеяния, метод ядерных реакций, каналирование, активационный анализ</p>	<p>Метод характеристического рентгеновского излучения, электронная микроскопия, рентгеноструктурный анализ, рентгеновская томография</p>
<p><b>Регистрируемые частицы:</b></p> <p>продукты ядерных реакций, жесткие гамма кванты, новые элементы, высокоэнергетические рассеянные ионы.</p>	<p>электроны, рентгеновское излучение, рассеянные ионы, электромагнитное излучение.</p>
<p><b>Первичный поток частиц:</b></p> <p>высокоэнергетические ионы, нейтроны, гамма –кванты.</p>	<p>рентгеновские кванты, электроны, низкоэнергетические ионы, синхротронное излучение.</p>