

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное агентство по образованию
Ярославский государственный университет им. П. Г. Демидова

Я.П. Докучаев

**Физика атома
и атомных явлений.
Физика атомного ядра
и частиц**

Текст лекций

*Рекомендовано
Научно-методическим советом университета
для студентов специальности и направления Физика*

Ярославль 2006

УДК 539.18
ББК В38я73
Д 63

*Рекомендовано
Редакционно-издательским советом университета
в качестве учебного издания. План 2006 года*

Рецензенты:
кафедра физики Ярославского государственного техниче-
ского университета; доцент В.В. Морозов

Д 63 **Докучаев Я.П.** Физика атома и атомных явлений. Физи-
ка атомного ядра и частиц: текст лекций / Я.П. Докучаев ;
Яросл. гос. ун-т. – Ярославль : ЯрГУ, 2006. – 135 с.
ISBN 5-8397-0477-6

Данное издание представляет собой текст лекций по курсам «Физика атома и атомных явлений» и «Физика атомного ядра и частиц» (блок ЕН) и предназначено для студентов третьего курса очной формы обучения направления 510400 «Физика», а также для студентов очно-заочной формы обучения специальности 010400 «Физика».

Автор выражает благодарность Евгению Олеговичу Неменко за большую работу, проделанную по превращению разрозненных текстов в эту книгу.

Табл. 27. Ил. 12. Библиогр.: 8.

УДК 539.18
ББК В38я73

ISBN 5-8397-0477-6

© Ярославский государственный
университет, 2006
© Я.П. Докучаев, 2006

Лекция 1

Представления древнегреческих философов о строении вещества. Атом неделим

Уже древние философы размышляли о том, какова *первичная материя*, из которой образован реальный окружающий нас мир. В разные времена давались различные ответы на этот вопрос.

1. Древнегреческий философ **Фалес (624 – 547 гг. до н.э.)** считал, что первичной материей является *вода*.

2. **Анаксимандр (610 – 546 гг. до н.э.)**, ученик Фалеса, полагал, что основой всего существующего является какое-то неопределенное вещество *апейрон*.

3. **Анаксимен (588 – 525 гг. до н.э.)**, ученик Анаксимандра, считал, что первичной материей является *воздух*.

4. **Гераклит (544 – 483 гг. до н.э.)** в качестве первичного вещества принимал *огонь*. Из огня произошёл весь мир, отдельные вещи и души. “Этот Космос один и тот же для всего существующего, его не создавал ни Бог, ни человек. Но всегда он был, и есть, и будет вечным огнем, мерами загорающимися и мерами потухающими”. По выражению Ленина, это “очень хорошее изложение начал диалектического материализма”.

5. **Эмпедокл (490 – 430 гг. до н.э.)** считал, что первичными элементами являются четыре субстанции: *вода, воздух, огонь, земля*.

6. **Левкипп (500 – 440 гг. до н.э.)** современник и соратник Демокрита. Совместно с Демокритом является основоположником учения *атомизма*. Он ввел три новых понятия: абсолютная пустота; атомы движутся в пустоте; понятие механической необходимости. Ни одна вещь не возникает беспричинно, но всё возникает на каком-нибудь основании и в силу необходимости.

7. **Демокрит (460 – 370 гг. до н.э.)**, ученик Левкиппа. В создании своей системы взглядов он использовал идею Левкиппа об атомизме. По Марксу, Демокрит – это первый энциклопедический

ум среди греков. Ленин считал Демокрита наиболее ярким выразителем материализма в древности.

Демокрит признавал *два первоначала*: атомы и пустоту.

Атомы – это неделимые частицы материи.

Атомы вечны, неизменны, находятся в постоянном движении и отличаются друг от друга лишь *формой, величиной, положением и порядком*. Атомистическая теория древних философов о неделимости атомов господствовала в течение нескольких столетий.

Лекция 2

Атомистическая идея строения вещества в XIX веке

До конца XIX века атом считался мельчайшей и неделимой частицей вещества.

1. Проут (1785 – 1850). В начале XIX века, в 1815 году, английский врач Проут высказал предположение о том, что все атомы состоят из водорода. Первичным строительным атомом является атом водорода.

В 1815 году за единицу атомных весов принимался вес атома водорода естественного изотопного состава. Тогда еще не было известно о том, что большинство химических элементов являются многоизотопными (в среднем каждый химический элемент имеет три стабильных изотопа). Во времена Проута было известно мало атомных весов, да и те весьма приблизительно. Поэтому Проут ошибочно утверждал, что атомы водорода – это первые и последние строительные камни материи. При дальнейшем уточнении оказалось, что атомные веса химических элементов не являются целыми числами, кратными весу атома водорода (см. табл. 1).

В дальнейшем было показано, что почти все химические элементы состоят из смеси изотопов (многоизотопные) и атомный вес химических элементов является средней взвешенной величиной от суммы атомных весов изотопов.

Атомный вес химических элементов

Проут, 1815 год		Астон, 1913 год	
Элемент	Атомный вес	Элемент	Атомный вес
${}^1_1\text{H}$	1	${}^{12}_{12}\text{Mg}$	24.31
${}^3_3\text{Li}$	6.94	${}^{17}_{17}\text{Cl}$	35.45
${}^4_4\text{Be}$	9.01	${}^{26}_{26}\text{Fe}$	55.85
${}^5_5\text{B}$	10.81	${}^{28}_{28}\text{Ni}$	58.71
${}^6_6\text{C}$	12.01	${}^{29}_{29}\text{Cu}$	63.55
${}^7_7\text{N}$	14.01	${}^{30}_{30}\text{Zn}$	65.37
${}^8_8\text{O}$	16.00	${}^{50}_{50}\text{Sn}$	118.69

В 1913 году **Астон**, пользуясь методом парабол, показал, что газ **неон** представляет собой смесь трех изотопов с атомными массами 20 (90,22%), 21 (0,25%), 22 (8,82%). Средняя атомная масса равна 20,2 (атомный вес).

Магний имеет три изотопа с массами 24 (78,60%), 25 (10,11%), 26 (11,29%).

Средняя атомная масса равна 24.33 (атомный вес).

Масс-спектрографическим методом Астон, Бейбридж и Джордан уточнили, что **неон** имеет три изотопа с массами 20 (90,5%), 21 (0,3%), 22 (9,2%). Средняя атомная масса равна 20,2 (атомный вес).

В настоящее время за единицу атомного веса принимается $\frac{1}{12}$ часть веса атома углерода-12.

Единица атомного веса

$$1 \text{ а.е.м} = \frac{1}{12} * ({}^{12}_6\text{C}_6) = 1,66043 * 10^{-24} \text{ г} = 931,502 \text{ МэВ.}$$

$$1 \text{ Эв} = 1,602 * 10^{-12} \text{ эрг} = 1,602 * 10^{-19} \text{ Дж.}$$

Если сравнивать атомные веса отдельных химических изотопов, а не естественный изотопный состав химических элементов, то атомные веса отдельных изотопов действительно мало отличаются от кратности $\frac{1}{12}$ части атомного веса углерода-12 (${}^{12}_6\text{C}_6$).

В природе существует только 20 одноизотопных химических элементов.