

УДК 001.5+001.894

ББК 72

Ф68

Перевод с немецкого Анны Королёвой

Фишер, Э. П.

Ф68 Великие научные идеи = Grosse Ideen der Wissenschaft / Эрнст Петер Фишер ; пер. с нем. Анны Королёвой. — Минск : Дискурс, 2019. — 160 с.

ISBN 978-985-90493-7-8.

Найдется ли человек, который никогда не слышал слова «энергия», «атом», «ген», «информация»? Вряд ли. Но уверены ли мы, что до конца понимаем, что они означают? Вопрос не риторический. Эрнст Питер Фишер пишет не только о великих идеях, которые на протяжении веков меняли наше представление о мире, но и том, что и сами эти идеи претерпевали изменения. Так или иначе, каждое новое научное открытие неизменно ставит перед человечеством новые интересные и сложные вопросы.

УДК 001.5+001.894

ББК 72

ISBN 978-985-90493-7-8 © Ernst Peter Fischer, 2018

© Verlag Komplet-Media GbmH, München, Germany, 2018
Published with arrangements made by Maria Pinto-Peuckmann, Literary Agency — World Copyright Promotion, Kaufering, Germany

© Перевод на русский язык, издание на русском языке, оформление. ЧУП «Издательство Дискурс», 2019

Содержание

Атом	9
Атомная модель Бора	12
Атомы Цезаря	17
Законы природы — это то, что мы природе предписываем	20
Квант действия	22
Квантовые скачки	24
Волна или частица?	26
Дискретность природы	30
Энергия	33
Первый закон термодинамики: сохранение энергии	37
Однородность времени: инвариантность	41
Энергия — архетип человеческого мышления	43
Второй закон термодинамики	44
Энтропия — стремление к максимуму	45

Энтропия — мера порядка в мире?	48
Беспорядок системы.....	51
Запас случайностей	53
Объективность науки	56
Эволюция	58
Ламарк, Дарвин и Уоллес.....	59
Постоянство видов. Идея Платона.....	60
Ламаркизм.....	62
Борьба за выживание — двигатель эволюции	65
Природа производит слишком много	69
Естественный и половой отбор.....	71
Родительский вклад	74
Креационизм — запрет на размышления.....	77
Величайшая мысль XIX века	79
Генетика	80
Ген — физическая единица.....	83
Двойная спираль.....	85
Удивительные гены.....	89
Знаем ли мы, что делают гены?	91
Что же делают гены?.....	92

Гены — это не причинные факторы	93
Гены не работают по программе	95
«Художники жизни»	97
Элемент постоянства	99
Клетки	100
Клеточное строение жизни	102
Клеточная мембрана	106
Митохондрии	108
Теломеры и фермент бессмертия	112
«Принцип бессмертия»	114
Информация	115
Что такое информация?	117
Двоичные числа	119
Физическая величина	122
Информация — часть физической закономерности	127
Пространство и время = пространство-время	130
Четырехмерное пространство-время	133
Пространство-время и пространство времени	136

Принцип дополнительности	141
Волна или частица?.....	143
Сверху и снизу.....	146
Быть и не быть.....	148
Комплементарность наблюдения	150
Комплементарность в повседневной жизни ...	153
Просвещение и романтизм.....	155
Причинность и форма.....	158

АТОМ

Идея об атоме — одна из древнейших попыток описать окружающий мир. Само слово «атом» впервые появилось в Древней Греции около двух с половиной тысяч лет назад. Философ Демокрит (Δημόκριτος) стремился осмыслить, что произойдет, если взять вещь и делить ее на части снова и снова. Вы можете, например, взять страницу газеты и разорвать ее пополам, а потом еще раз, затем поделить на восемь частей, на шестнадцать, на тридцать две и так далее. Вы будете рвать ее до тех пор, пока в конце концов не останется то, что, очевидно, уже не сможет поделиться.

Речь идет о том, что в финале деления у нас останется какая-то основа — то, из чего состоит газета, да и другие вещи. Эту основу Демокрит назвал «неделимое», по-гречески ἄτομος, или просто атом.

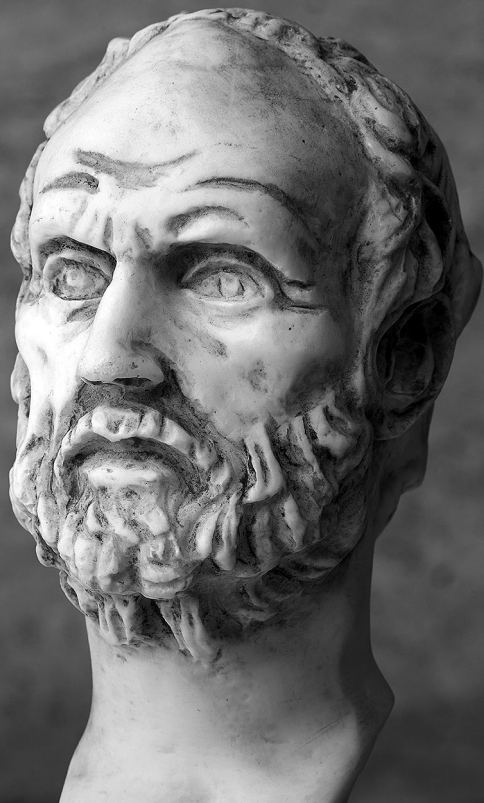
Атом — одно из древнейших слов, которыми мы описываем мир, а кроме того, одно из самых распространенных слов в наши дни. Большинство из нас его знает и использует. Мы понимаем, что имеют в виду социологи, когда говорят об атомизации общества. Нас всех беспокоит атомная энергия. То есть

атом — понятное слово. И мы без труда его употребляем, если нужно. Нам известно, что мир состоит из атомов. Ведь так нам рассказали. И что такое атом, мы, кажется, тоже знаем. Атом — это вещь, из которой состоят все другие вещи.

Вопрос только в том, так ли это на самом деле. Здесь и кроется логическая проблема.

Прежде всего, если все вещи состоят из атомов, то сам атом вещью быть не может, ведь для создания вещи нужен атом. Бессмысленно пытаться объяснить мир, если мы объясняем понятие, отталкиваясь от самого этого понятия. Если мы, например, хотим понять, как возникло рациональное мышление, то не можем считать рациональность предпосылкой — исходной точкой рассуждений. Сперва нужно обозначить иррациональное и потом, через различные комбинации или через увеличение иррациональности, объяснить рациональность мышления.

Нет никакого смысла объяснять рациональность, если мы одновременно считаем ее предпосылкой, и нет смысла объяснять «вещность» мира, объекты, которые в мире есть, если они принимаются за условие.

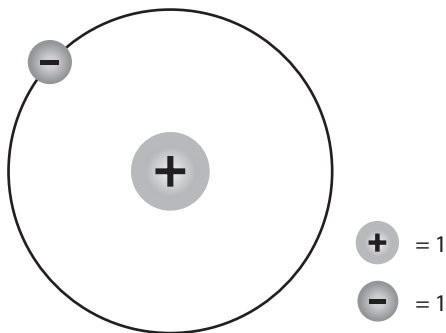


Демокрит считал, что первоначала всего сущего — вечные неделимые атомы и пустота

Атомная модель Бора

Значит, атом не может быть вещью. Что же он такое? С этим затруднением физики впервые столкнулись около ста лет назад. И они до сих пор не могут с уверенностью сказать, что такое атом, хотя создали немало его замечательных моделей.

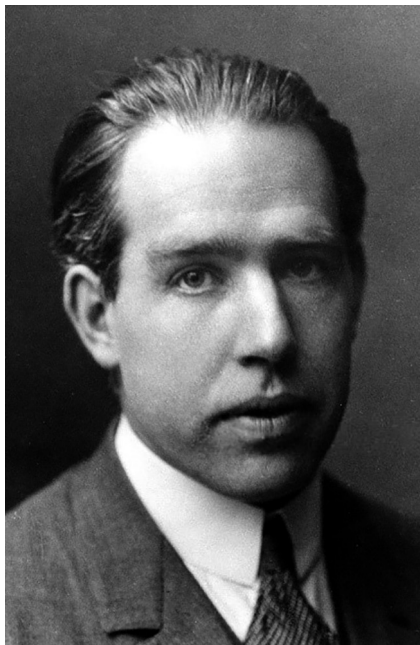
Могу предположить, что вам всем известна модель атома: она изображает объект, конструкцию, которую точно не назовешь неделимой. Как раз наоборот, атом состоит из двух частей: ядра, в котором находятся



Планетарная модель атома: в центре находится положительно заряженное ядро, вокруг которого вращаются электроны

положительно заряженные либо не имеющие заряда частицы (протоны и нейтроны), и движущихся вокруг ядра отрицательно заряженных частиц (электронов).

Классическое представление о ядре атома, вокруг которого по так называемым орбитам вращаются электроны, берет начало в 1911 году. Это планетарная модель атома, впервые предложенная британским физиком Эрнестом Резерфордом и позже доработанная датским физиком Нильсом Бором. Она могла бы



Нильс Бор —
один из
создателей
современной
физики

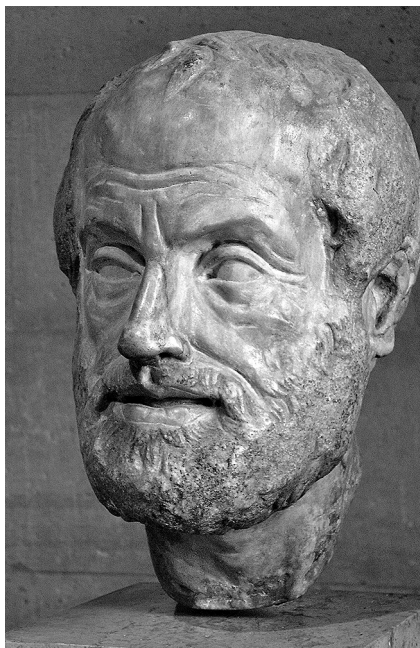
прекрасно объяснить свойства и качества материи, и все бы остались довольны. Вот только с самого начала существовала маленькая логическая проблема. Если планетарная система появляется в атоме — а раз есть ядро, вокруг которого двигаются электроны, это уже миниатюрная планетная система, — опять выходит, что мы считаем предпосылкой то, что пытаемся объяснить. Мы хотим понять атом, а за основу берем систему планет — Солнечную систему.

Это неправильный подход. Атомы не должны быть похожи на знакомые нам вещи. Их нельзя раздвинуть, как можно раздвинуть стол. У них не может быть цвета и не может быть орбит, как у планет вокруг Солнца. Атомы — объекты совершенно иные, необыкновенные. Главный вопрос: что же такое атомы?

А вот другой вопрос, который сразу возникает в разговоре об атомах. Предположим, передо мной есть атом. А что возле него? Что находится рядом с атомом? Греки нашли простой ответ. Они сказали: рядом с атомом — пустое пространство. Весь мир состоит из атомов и пустого пространства.

Однако не все греки соглашались с этим мнением. Великий философ Аристотель считал, что это невозможно. Он не понимал, что означает «пустое пространство». Сейчас мы можем вообразить комнату, из которой вышли люди, из-за чего она опустела. Но ведь там есть воздух, там стоят стулья. Аристотель никак

По мнению
Аристотеля,
природа
не терпит пустоты



не мог представить, что же такое пустота, ничто. А поскольку он не мог представить ничто, то отвергал также идею атома.

Аристотель говорил: нет ни атомов, ни пустого пространства. Что же тогда есть? Сегодня мы уверены, что в какой-то форме атомы все же существуют. Доказательство этому нашлось в XX веке, и связано оно с именем Альберта Эйнштейна. Суть этого

доказательства в том, что атомы можно сосчитать. Не буду приводить здесь расчеты, однако ясно, что можно математически вычислить количество атомов. И когда мы начинаем их считать, оказывается, что они невероятно малы, или, другими словами, что их невероятно много.

Атомы Цезаря

Разумеется, сложно представить цифры с большими степенями, какими орудуют математики и физики, вроде 10^{20} , 10^{23} , 10^{30} — столько атомов воды, например, содержится в стакане. Однако для наглядности приведем следующие примеры. Скажем, у вас есть стакан воды, и вы проливаете эту воду в Мюнхене, Гамбурге или Лос-Анджелесе и ждете, пока вода распределится по всему миру — в облаках, морях и реках, во всех ваннах комнатах и всех стаканах, а затем набираете воду из-под крана где-нибудь в Москве. Вы спросите: сколько атомов или молекул, которые изначально были в стакане, сейчас находится здесь? Вы наверняка подумаете: нисколько. Ответ: тысячи. Тысячи этих молекул сейчас в стакане. Вот это настоящая неожиданность!

Еще один наглядный пример. Говорят, перед смертью Цезарь произнес знаменитое «И ты, мой сын Брут». Когда он сказал «Брут», он выдохнул немного воздуха. Если взять атомы из последнего выдоха Цезаря, пометить и пронумеровать, а затем спросить, сколько из них сейчас находится в этой комнате, вы

скажете: нисколько. Правильный ответ: много, около сотни. Получается, мы окружены сотней «атомов Цезаря», атомов из его выдоха.

Таким образом, атомы невероятно малы и столь же многочисленны. Но что же они такое на самом деле? Можно ли их осмыслить? Можно ли наблюдать за атомом?

Известно — и было известно уже сто лет назад, — что атомы можно расщепить. Они состоят из ядра,



Вернер
Гейзенберг:
у электронов
не существует
орбит

о котором я уже упоминал и в котором содержится основная масса атома, и электронов. Я могу удалить электроны из атома и доказать, что они существуют по отдельности. Зададимся вопросом: что же все-таки делают электроны вокруг ядра?

Долго считалось, что физика позволяет вычислять орбиты электронов. Пока однажды не стало понятно, что сюда закралась существенная ошибка.

Понимание атома пришло к физикам благодаря решающему озарению молодого ученого Вернера Гейзенберга. Свое открытие он совершил в 24 года. А совершил потому, что посмотрел на строение атома с неожиданной стороны. Не существует никакой орбиты электронов, ведь иметь орбиту электрону вообще не свойственно.

Я уже говорил, что не стоит объяснять вещи, считая их за предпосылку. Так к Гейзенбергу пришла идея, что атом можно понять только в динамике изменений его состояния и что орбита электрона существует лишь тогда, когда мы обнаруживаем ее, наблюдая за атомом.

Законы природы — это то, что мы природе предписываем

Другими словами, атом в рамках современной атомной физики становится формой, через которую мы понимаем природу. Атом — изобретение человека, поэтому орбита электрона — не конкретный путь с остановками, а перемена состояний, в которых может находиться атом. Трудно поверить, но современная ядерная физика подтвердила то, что в XVIII веке предположил философ Иммануил Кант: законы природы не присущи ей, эти законы мы природе предписываем.

Так что атомы — штука удивительная. И чтобы понять их, нужно мыслить иначе, не так, как мы привыкли.

Приведу другой простой пример. Мы знаем, что электроны заряжены отрицательно, а ядро — положительно. Значит, можете подумать вы, внутри атома