

С.И. ДУБКОВА

ИЗ НАНОМИРА
В БОЛЬШОЙ АДРОННЫЙ
КОЛЛАЙДЕР

Белый город

УДК 087.5:53

ББК 22.3

Δ79

Издано при финансовой поддержке Федерального агентства по печати и массовым коммуникациям в рамках Федеральной целевой программы «Культура России (2012–2018 годы)

Дизайн и верстка: И. Белов
Корректор А. Репин

Дубкова Светлана Ивановна

Δ79 Из наномира в Большой адронный коллайдер. –

М. : Белый город. – 256 с. : 840 ил.

ISBN 978-5-770-32217-1

Человек живет между двумя бесконечностями: микромиром и макромиром. В последние десятилетия, благодаря новым техническим средствам и теориям, ученые показали, что эти два мира взаимосвязаны и проникают друг в друга. В настоящей книге рассказано, как это происходит и как можно использовать законы обоих миров.

УДК 087.5:53

ББК 22.3

Δ79

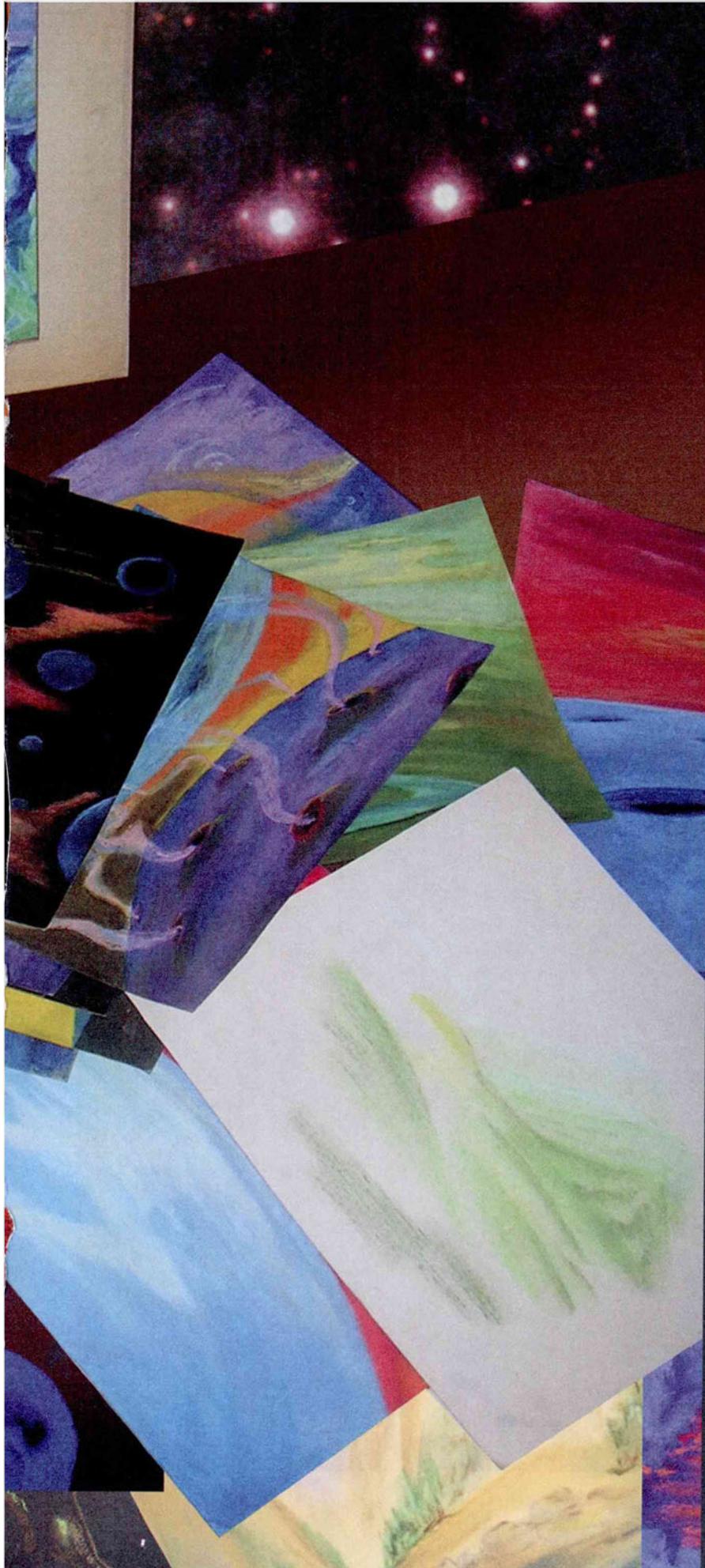
ISBN 978-5-779-32217-1

© Дубкова С.И., текст

© «Белый город»

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|----------|
| Введение | 9 |
| Игры с единицами и ноликами | 11 |
| | |
| <i>Глава I</i> | |
| За гранью невидимого | 21 |
| Мир состоит из пустоты | 23 |
| Устройство микромира | 29 |
| Закономерности молекулярной физики | 34 |
| Периодическая таблица химических элементов Д.И. Менделеева | 38 |
| | |
| <i>Глава II</i> | |
| Путешествие в наномир | 53 |
| Где находится наномир | 55 |
| Физика с приставкойnano- | 61 |
| «Глаза» в невидимое | 66 |
| Загадочные фуллерены и фракталы | 72 |
| Нанотехнологии – взгляд в будущее | 77 |
| | |
| <i>Глава III</i> | |
| В глубинах атома | 93 |
| Его величество атом | 95 |
| Барионы – кирпичики материи | 100 |
| Жизнь в ядре | 105 |
| Вездесущие элементарные частицы | 110 |
| | |
| <i>Глава IV</i> | |
| Мистерии материи и времени | 119 |
| Гравитация – полновластная владычица космоса | 121 |
| Ядерный котел в недрах Солнца | 126 |
| Нейтронные звезды | 133 |
| Где живут черные дыры | 142 |
| Новая космология | 155 |
| Большой взрыв, породивший Вселенную | 165 |
| | |
| <i>Глава V</i> | |
| Мегамир в микромире | 187 |
| От реактора до термоядерной бомбы | 189 |
| Укрощение плазмы | 208 |
| Экскурсия по Большому адронному коллайдеру | 216 |
| | |
| Алфавитный указатель | 245 |



Введение

ИГРЫ С ЕДИНИЦАМИ И НОЛИКАМИ

Всему присуща своя
красота, но не каждому
она видна.

Конфуций





Игры с единицами и ноликами

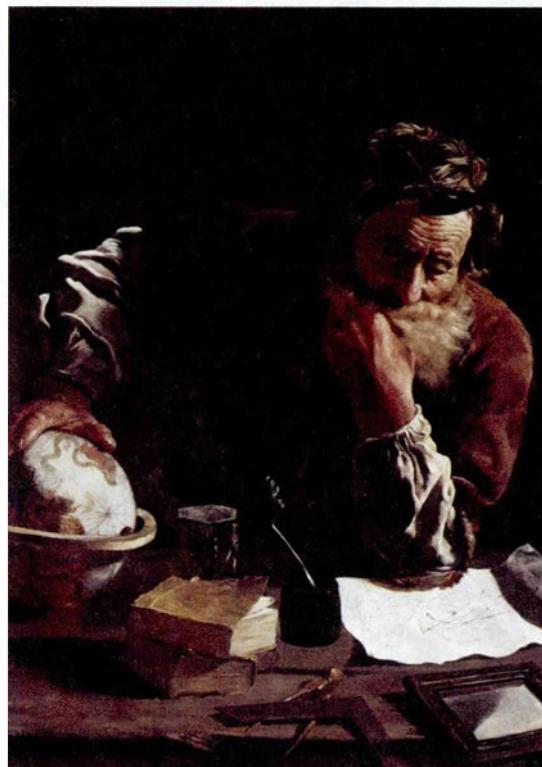
Человек распят между двумя бесконечностями.

Блез Паскаль

В конце XX века физикам стало понятно, что мир Большого космоса и мир материи на уровне атомов и составляющих его частиц взаимосвязаны. На первых стадиях развития Вселенной после Большого взрыва мельчайшие частицы материи участвовали в реакциях синтеза, в результате которых, в сущности, и сформировались химические элементы, прежде всего водород и гелий. Гораздо позже стали возникать известные сейчас космические миры — звезды, туманности, галактики.

Однажды правитель Сиракуз Герон, которому Архимед давал уроки астрономии, сказал ему: «Избавь меня от сухой математики и переходи скорей к рассказам о небе». Но Архимед, не меняя тона, ответил: «Мы будем продолжать говорить о цифрах, ибо в астрономии нет другого пути даже для царей».

Разговор о Вселенной всегда начинается со слова «бесконечность». Но что означает оно? Когда в безлунную ночь мы поднимаем глаза к небу, мы видим на его черном пологе бесчисленное множество ярких точек разной величины. Это далекие,



Д. Фетти
Архимед

не поддающиеся счету «братья» и «сестры» нашего Солнца — звезды разной светимости, всевозможных размеров и, главное, удаленные от Земли, точнее от нашей Солнечной системы, на невообразимо большие расстояния и, как правило, объединенные в различные сообщества — туманности, скопления, галактики.



Туманность Ориона – одна из крупнейших областей звездообразования (ИК-диапазон)

Сколько звезд и каковы размеры космоса, можно изобразить только с помощью числа 1, за которым стоят многочисленные нули. По самым приблизительным подсчетам, общее число звезд в космосе не должно превышать 10^{100} .

Сами по себе цифры 1 и 0 ничего не значат, но, написанные определенным образом, они поражают, удивляют и восхищают. Для удобства большие числа записывают с помощью степеней или приставок. Если мы начнем движение от 1 и будем писать за него нули, то полученные таким образом числа частично будут знакомы

нам. Например, 10 мы называем десяткой, 100 – сотней, 1000 – тысячей и так далее.

В нашей повседневной жизни, когда мы говорим «килограмм яблок», «килограмм сахара», «килограмм воды» (литр), зрительно мы представляем количество вещества, соответствующее этим словам. В метафоре «килограмм эмоций» мы чувствуем высокий накал страстей. Примерно так же мы понимаем, какое расстояние подразумевается под словами «метр» или «километр». Всем понятно, что латинская приставка кило- во всех подобных словах означает тысячекратное увеличение.

В математике и физике для представления больших и малых чисел

употребляется целый ряд латинских приставок:

10 — дека-,
100 (10^2) — гекто-,
1 000 (10^3) — кило-,
1 000 000 (10^6) — мега-,
1 000 000 000 (10^9) — гига-,
1 000 000 000 000 (10^{12}) — тера-,
1 000 000 000 000 000 (10^{15}) — пета- и т. д.

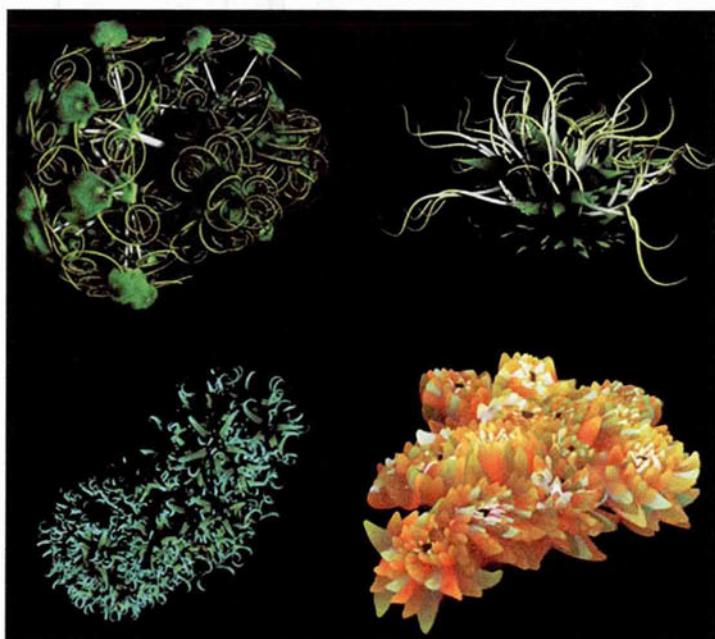
Написанное выше число, равное 10^{100} , получило название *гугол*, которое придумал маленький племянник американского математика Э. Кейнера. Слово «бесконечность», которое часто используется при описании больших расстояний в космосе, то есть в мегамире, трудно изобразить математически.

Любопытно, что идеи счисления больших и малых величин уже занимали умы ученых древности. Так, великий Архимед в своем трактате «О числе песчинок» писал: «Некоторые думают, что число песчинок бесконечно велико в своей множественности. Я имею в виду не только тот песок, который можно найти вокруг Сиракуз и даже вокруг всей Сицилии, но и тот, который находится во всех известных и ненаселенных местах. И опять же есть такие, которые думают, что нельзя найти число, которое было бы достаточно велико, чтобы выразить его множественность».

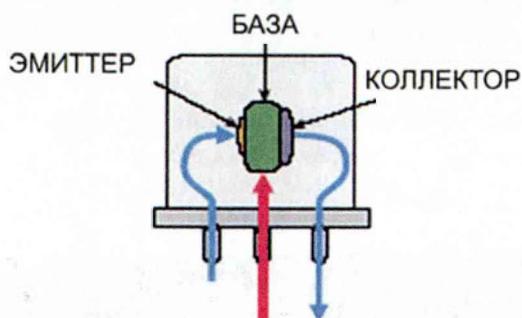
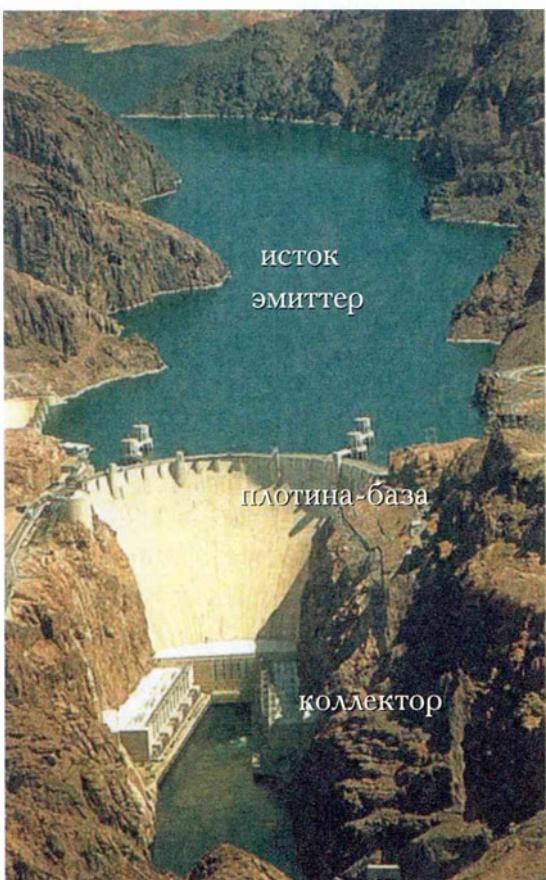
Далее Архимед называет требуемую цифру, и более того, он подсчитывает число песчинок, которые, будучи уложенными одна за другой,

заполнили бы видимую Вселенную. Согласно его расчетам, необходимое число песчинок для этого $10^{63}!$ Удивительным образом это значение немногого отличается от предлагаемой сегодня оценки суммарного числа атомов в наблюдаемой Вселенной — $10^{83}!$ Заметим, что в VI веке до н. э. ученые еще ничего не знали об атомах и их размерах. Слово «атом» для обозначения мельчайшей крупицы вещества придумал Демокрит.

У всех на слуху выражение «каждый предмет состоит из атомов». Разбираясь с ним, мы должны вспомнить еще одну конфигурацию единиц и нулей, которая используется для описания явлений микромира. В прошлом веке физические эксперименты доказали, что, уходя в глубь вещества, мы знакомимся с миром сверхмалых кирпичиков, делимость которых до конца не изучена. Мы попадаем в мир бесконечно малых величин, и их тоже можно записать с помощью 1 и 0.



Изображение разнообразных вирусов.
Масштаб 10^{-8} м



Принципы действия плотины и нанотранзистора одинаковы, хотя размеры последнего в 1000 млрд раз меньше

Выражения с дробнымиолями записываются следующим образом:

- $0.1 (10^{-1})$ — деци-,
- $0.01 (10^{-2})$ — санти-,
- $0.001 (10^{-3})$ — милли-,
- $0.000001 (10^{-6})$ — микро-,
- $0.000\ 000\ 001 (10^{-9})$ —nano-,
- $0.000\ 000\ 000\ 001 (10^{-12})$ — пико-,
- $0.000\ 000\ 000\ 000\ 001 (10^{-15})$ — фемто- и т. д.

Мир, для описания которого нужны столь малые числа, называют *микромиром, наномиром или пикомиром* соответственно. Несмотря на столь малые размеры, микромир и наномир очень перенаселены. Приведем для сравнения два примера.

Скажем, мы хотим познакомиться с наномиром. Его масштаб измеряется числом 10^{-9} м, которое характеризует средний размер конгломератов частиц, интересующих нанофизиков. Однако размеры атома, по крайней мере, в десять раз меньше, и он тоже делим! Например, атом водорода состоит из одного электрона, который вращается вокруг ядра.

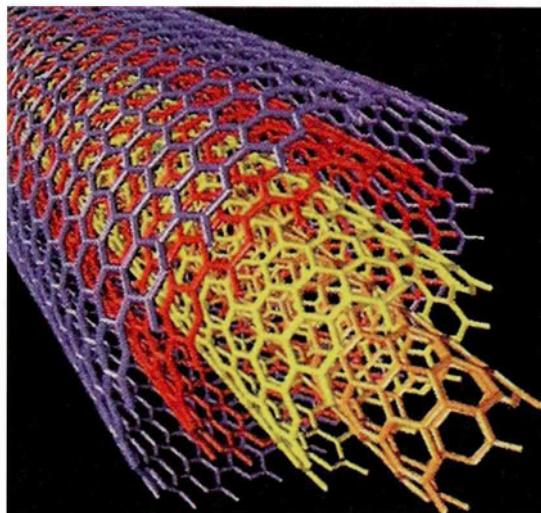
В ядре находятся еще более мелкие частицы — протон и нейтрон, которые совокупно называются *нуклонами*, то есть «частичами ядра», и они являются носителями его массы и положительного заряда. Границы же атома создаются вращающимся электроном, который обладает массой, в 1840 раз меньшей массы протона, и несет на себе единичный отрицательный электрический заряд. Ученые подсчитали, что тело человека среднего роста состоит из 10^{28} атомов, а в наблюдаемой Вселенной число нуклонов записывается цифрой 10^{80} , но, возможно, и гораздо большей!

Как устроен наномир и что в нем происходит — это совсем не простые вопросы, и мы постараемся ответить на них в нашей книге в первую очередь. Но прежде всего надо разобраться с метрикой малого мира, в том числе и наномира, то есть познакомиться с единицами, которыми он измеряется. С некоторыми из них мы прекрасно знакомы.

Трубки из фуллерена – углерода C_{60}

Приставки милли- и микро- уводят нас в мир малых размеров: миллиграмм — это тысячная доля грамма, вкус или цвет вещества которой мы еще можем определить, миллиметр — тысячная доля метра, которую, кстати, глаз еще видит. Микрограмм и микрометр, означающие миллионные доли массы и расстояния, находятся за пределами нашего восприятия.

На помощь пришли оптические приборы, которые расширили возможности зрения. Первый микроскоп был изобретен около четырехсот лет назад и обладал сравнительно небольшим разрешением. Современный туннельный микроскоп позволяет разглядеть конгломераты крупных молекул, прежде всего органических, но предел его разрешения все-таки не



превышает миллионных долей метра. Ни один микроскоп не может сделать видимыми частицы вещества размером в миллионные и меньшие доли метра. Об их существовании ученые судят по косвенным явлениям.

Наночастицы измеряются тысячными долями микрометра, то есть миллионными долями метра, и пока доступны только для наблюдений

Ф. Бронников. *Молитва пифагорейцев восходящему солнцу*



Таблица расстояний «Вселенная — атомное ядро»

| | <i>m</i> |
|--|----------------------|
| Границы Вселенной | 10^{27} |
| Ближайшая галактика (Туманность Андромеды) | 2×10^{22} |
| Размеры Млечного Пути | 10^{21} |
| Проксима Центавра (ближайшая звезда) | $4,2 \times 10^{15}$ |
| Световой год — расстояние, проходимое светом за 365 дней | $9,6 \times 10^{15}$ |
| Размер орбиты Плутона | 10^{14} |
| Расстояние Земля—Солнце | $1,5 \times 10^{11}$ |
| Расстояние Земля—Луна | $3,8 \times 10^8$ |
| Расстояние Москва—Санкт-Петербург | 6×10^5 |
| Высота МГУ | 400 |
| Рост человека | 1,6 |
| 1 м | 1,0 |
| Размер рисового зерна | 2×10^{-3} |
| Размер вируса | 10^{-8} |
| Размер углеродной молекулы | 10^{-9} |
| Размер атома водорода | 10^{-10} |
| Размер ядра | 10^{-15} |

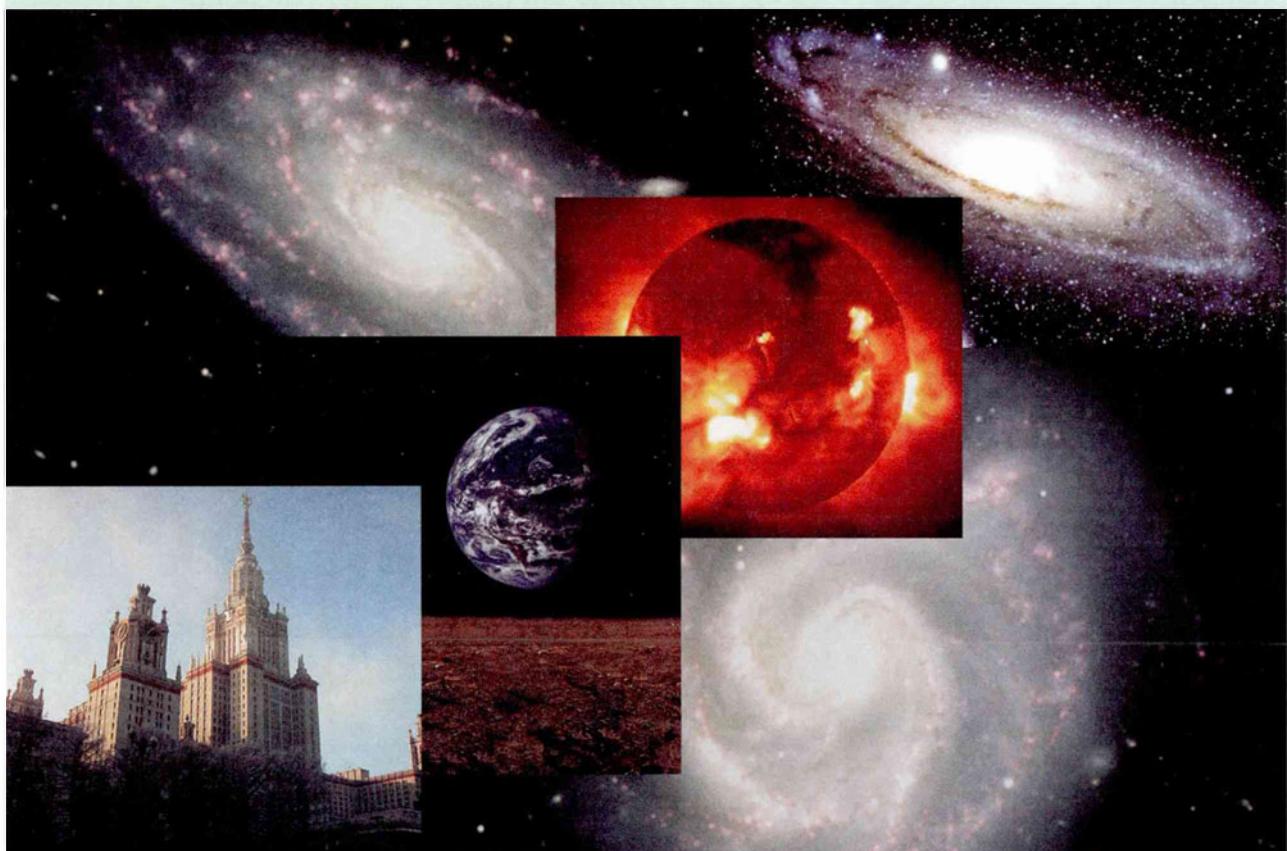
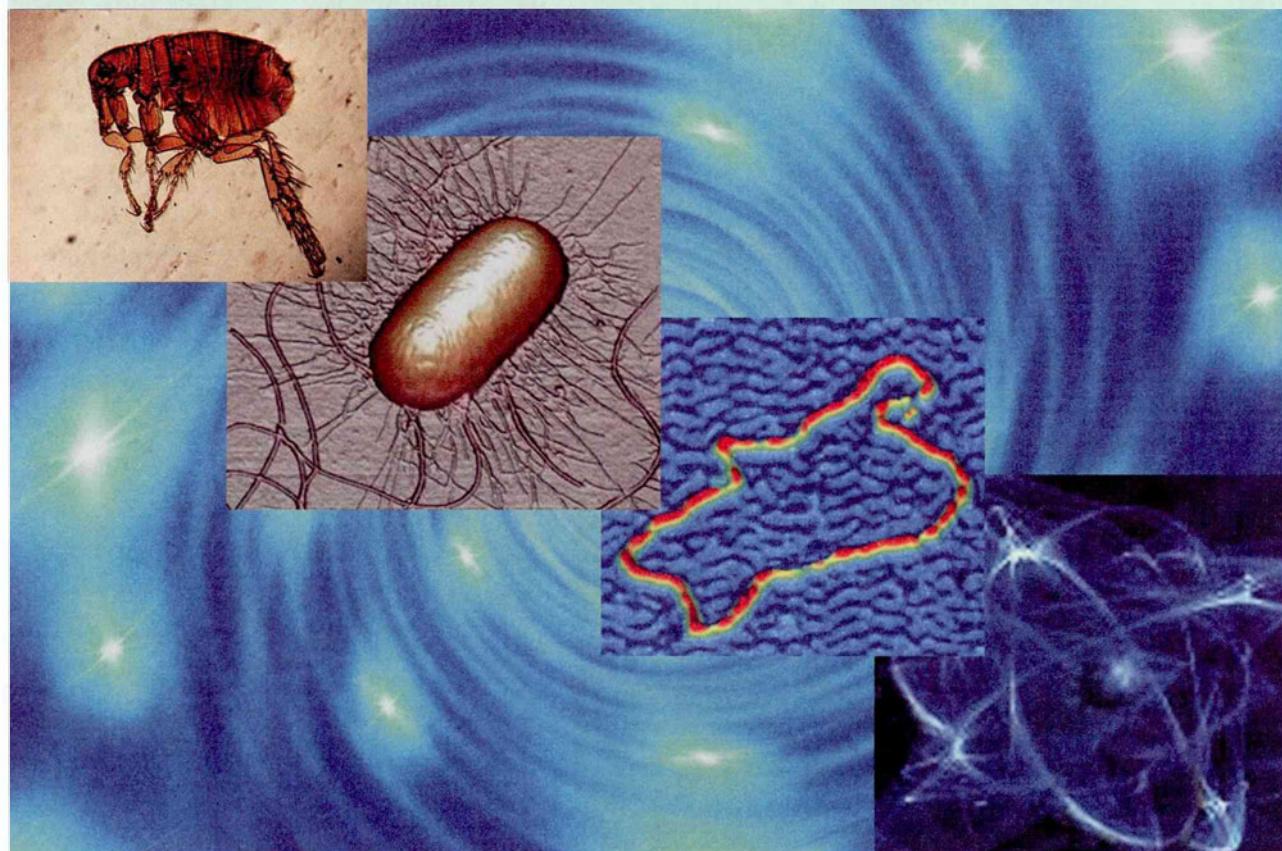


Таблица латинских приставок для единиц измерения микро- и макромиров

| Латинская приставка | Число | Обозначение | Название |
|---------------------|------------|-------------|--------------------|
| Фемто- | 10^{-15} | ϕ | квадрильонная доля |
| Пико- | 10^{-12} | $pк$ | триллионная доля |
| Нано- | 10^{-9} | $н$ | миллиардная доля |
| Микро- | 10^{-6} | $мк$ | миллионная доля |
| Милли- | 10^{-3} | $м$ | тысячная доля |
| Санти- | 10^{-2} | $с$ | сотая доля |
| Деци- | 10^{-1} | $д$ | десятая доля |
| 1 | 1 | | единица |
| Дека- | 10 | $да$ | десять |
| Гекто- | 10^2 | $гк$ | сто |
| Кило- | 10^3 | $к$ | тысяча |
| Мега- | 10^6 | M | миллион |
| Гига- | 10^9 | $Г$ | миллиард |
| Тера- | 10^{12} | T | триллион |
| Пета- | 10^{15} | P | квадрильон |





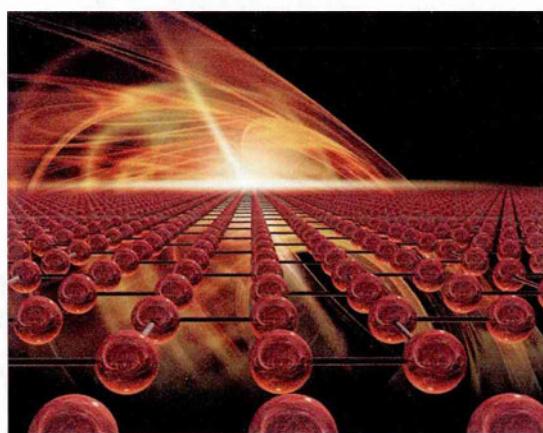
Блез Паскаль

В последние десятилетия физики доказали, что вся материя построена из ограниченного числа химических элементов, а его многообразие и происходящие в нем явления начинаются в мире сверхмалых частиц. И тем удивительнее видеть в поэме древнеримского поэта и философа Лукреция Кар «О природе вещей», строфами которой начинается наша книга, столь точное описание микромира. Он принадлежал к философской школе пифагорейцев. Примерно в 300 году до н. э. Кар дал в своей поэме развернутое представление об атомах. Скорее всего, он был знаком с идеями Демокрита, который за 100 лет до него придумал слово «атом» для обозначения мельчайших частиц. Поэтому метафора с пылинками в солнечном луче очень точная и, главное, наглядная.

Еще раз напомним, что мир, уходящий в небо, называется мегамиром; он управляет силой тяготения. Мы поговорим о нем в четвертой главе книги. Внутреннее строение любого вещества остается невидимым и называется микромиром. Силовое взаимодействие в микромире бывает трех видов: электрическое притяжение и отталкивание, сильное и слабое взаимодействия.

В первых главах книги мы познакомимся с «обитателями» микромира, наномира и продвинемся еще глубже — вплоть до фемтомира, совершив увлекательное путешествие не столько на крыльях фантазии,

с помощью очень дорогих электронных и туннельных силовых микроскопов. Размеры атома, который является главным героем нашей книги, невообразимо малы — 0,1 нм, то есть в 10 раз мельче нанометра. Эту единицу, называемую ангстремом (\AA), для использования в микромире ввел шведский ученый Ангстрем, имя которого ей и присвоено. Наночастицы — это крупные молекулы или конгломераты молекул размером от 1 до 100 нм.



Наномир. Коллаж

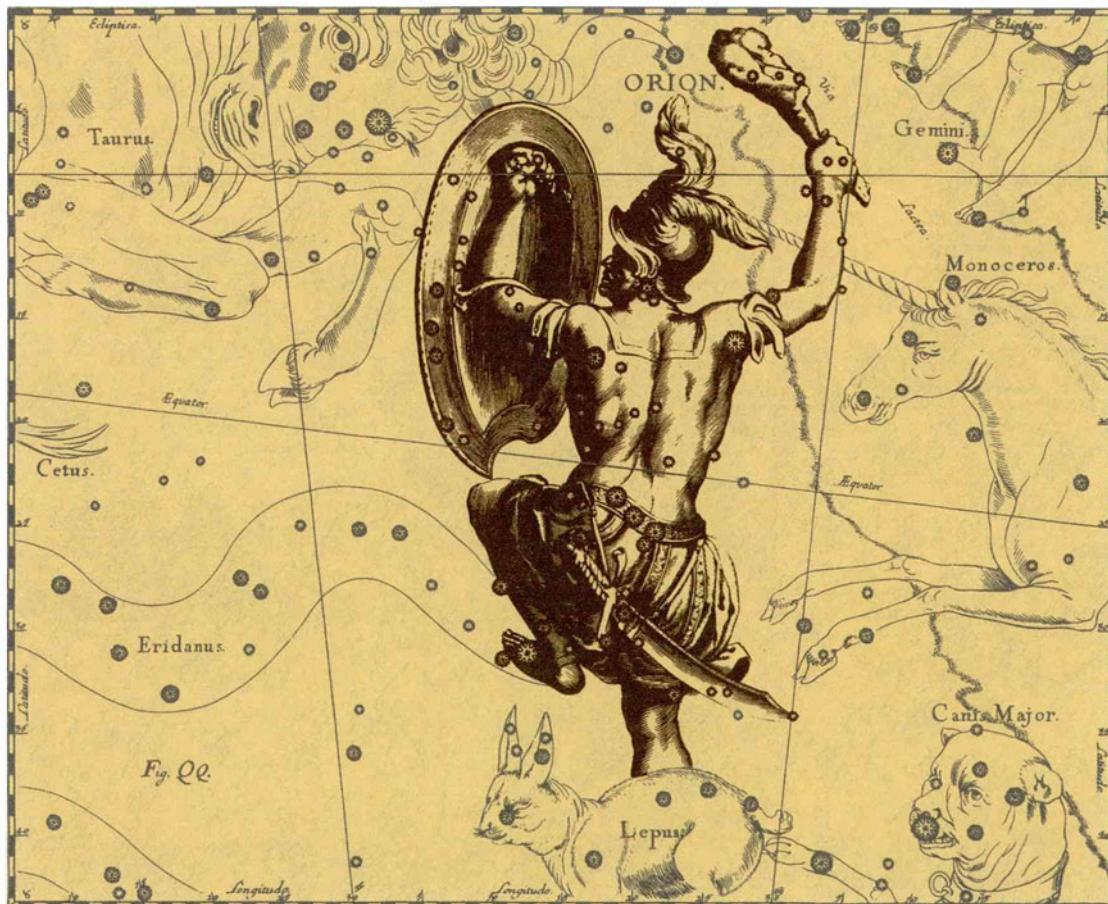
сколько на доводах разума и силе математических и физических законов.

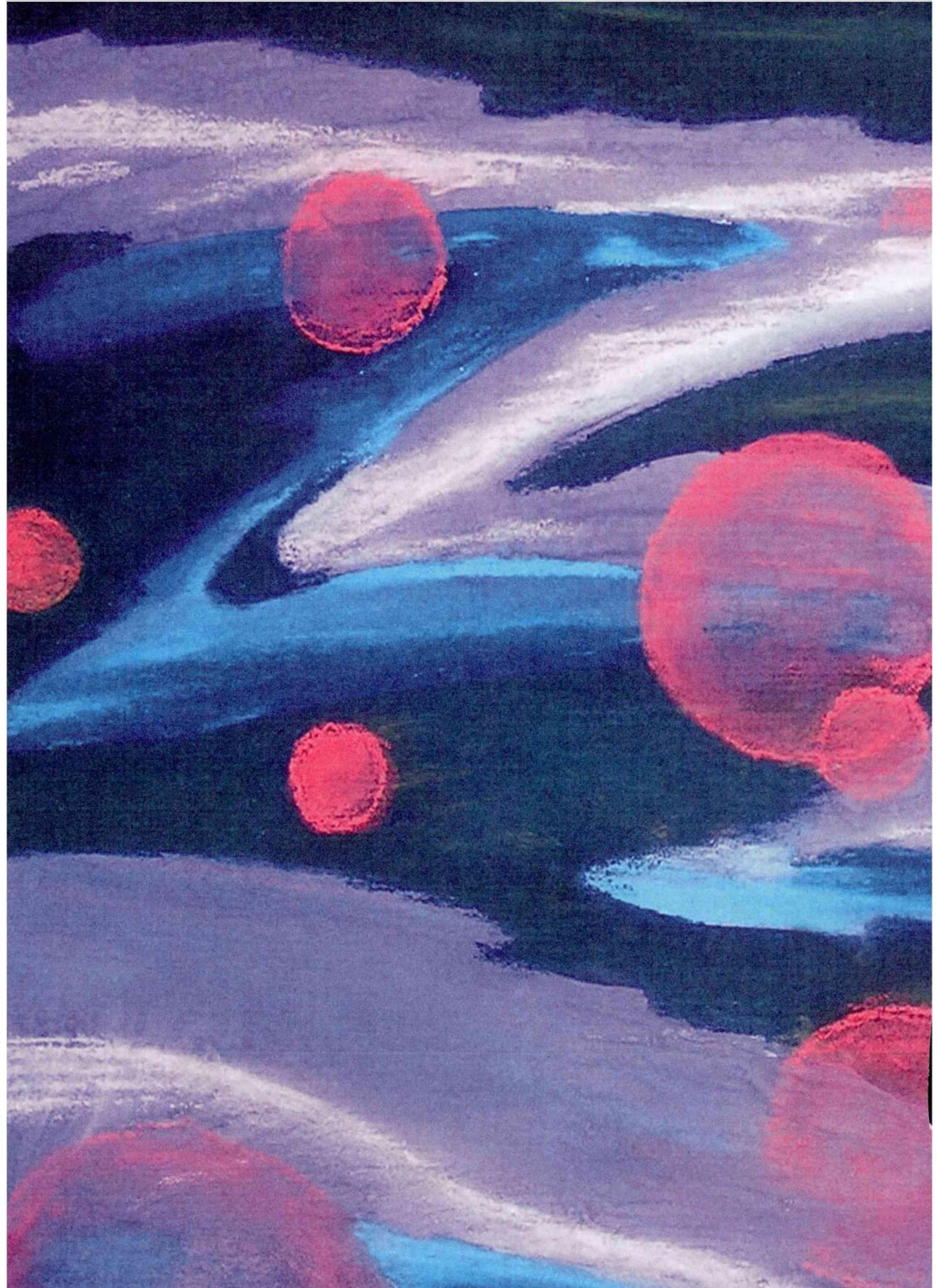
В четвертой главе вы узнаете, как в космосе малые миры в сотрудничестве с гравитацией создают и поддерживают гигантские конгломераты космического вещества, такие, например, как галактики, черные дыры или нейтронные звезды. Микрокосмос ответственен и за рождение Вселенной, и за бесконечное многообразие звездных миров, и за все явления на Земном шаре, и за искусственные источники энергии, такие как атомные электростанции, водородная бомба и термоядерные реакторы.

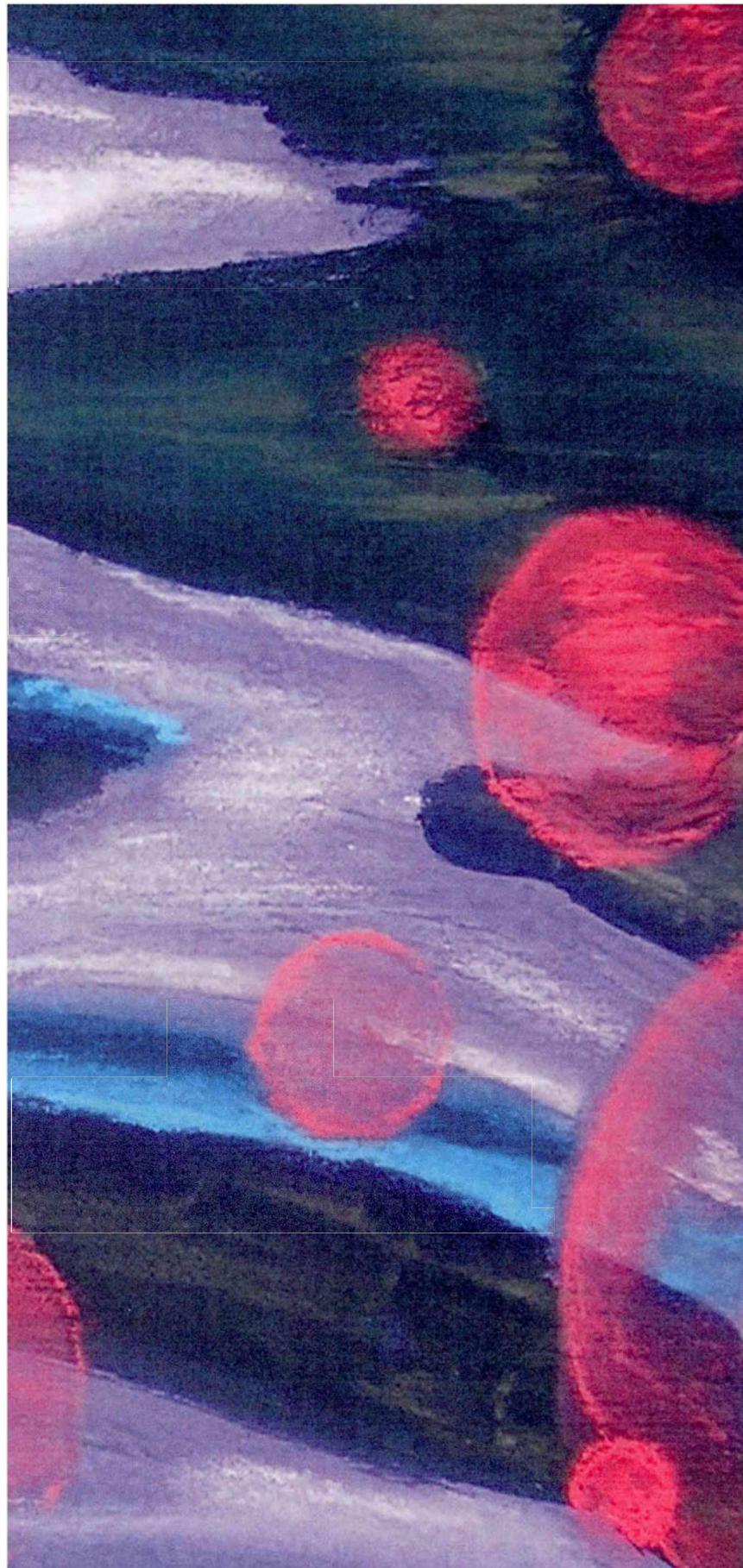
С помощью лазера можно измерять проходимые светом расстояния с точностью до 10^{-9} м, а быстродействующие электронные приборы фиксируют время с точностью до 10^{-9} с. В книге нам понадобятся приведенные в таблицах названия латинских приставок к числу 10 для краткой записи значений параметров любых величин микро- и макромира. Запомните их, ведь с их помощью мы убеждаемся в истине, которую 350 лет назад удачно сформулировал французский физик Блез Паскаль: «Человек распят между двумя бесконечностями».

Созвездие Ориона

Мы видим созвездия, звезды которых проектируются на небесную сферу. На самом деле звезды расположены на гигантских расстояниях друг от друга. Самые яркие из них ближе всего к Солнечной системе





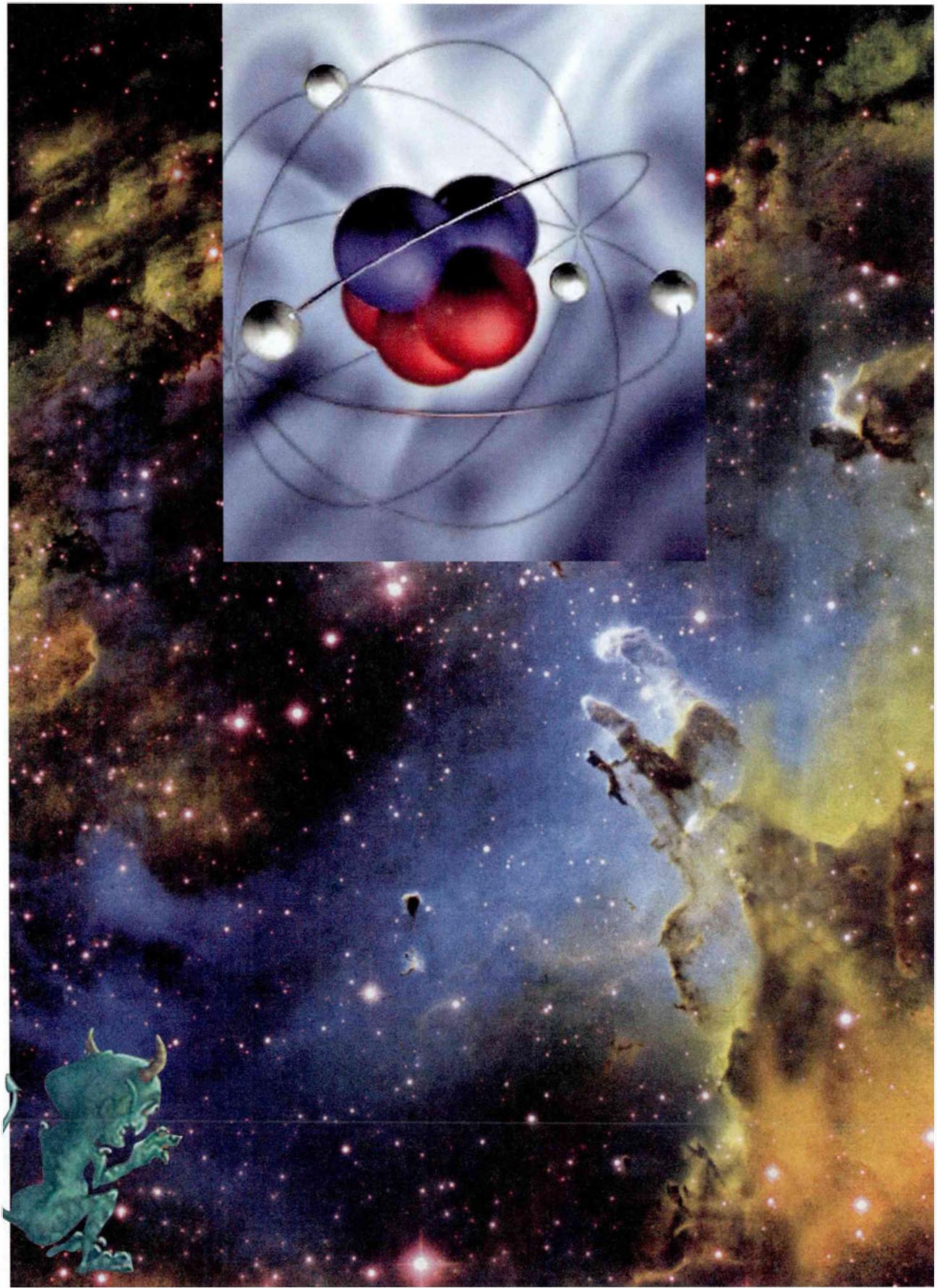


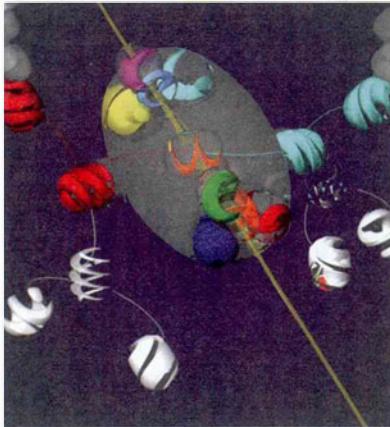
Глава I

ЗА ГРАНЬЮ НЕВИДИМОГО

Глубокие идеи похожи на чистые воды, прозрачность которых затемнена их же глубиной.

Гельвеци





Мир состоит из пустоты

Мы, наконец, увидели, что внизу – внутри вещества – существует поразительно сложный мир малых форм и малых размеров, и в нем тоже очень много пустого места.

Ричард Фейнман

Вспомните, когда вы в первый раз задумались о мире, в котором мы живем. Возможно, в детстве вы дружили с кошечкой, жившей в квартире, и заметили, что ее глаза в темноте светились, а когда вы ее гладили, по ее шерстке пробегали искры.

В доме всегда было много любопытного. Например, чай был невкусным, пока в него не добавляли сахар. Зато, когда сахар растворялся в теплой воде, он становился сладким. Если же в чай клали ложку малинового варенья, он даже приобретал цвет и вкус малины. А уж когда бабушка пекла сдобные булочки, запах чувствовался во всем подъезде.

Первым большим потрясением в детстве после зоопарка, конечно, всегда бывает ночное небо. Усеянное большими и малыми огоньками, чуть цветными и переливающимися, как светлячки в траве летним вечером, оно завораживает. Правда, тогда мама рассказала, что огоньки называются звездами. Они являются братьями и сестрами нашего Солнца и кажутся маленькими, потому что

находятся на очень больших расстояниях от нас. С годами мир становился шире, богаче и загадочнее. Вопросов всегда бывало больше, чем ответов.

В школе рассказывали, что небом и звездами занимаются астрономы. Они доказали, что во Вселенной существует бесконечное число миров. Ни один из них не будет в точности такой, как Земля или Солнечная система, но все состоят из одних и тех же химических элементов. Изучением этих кирпичиков вещества и их превращениями занимаются химики, а все происходящее в окружающем мире описывают законы физики.



Фантасмагория света

Наука последних лет широко раздвинула границы наших знаний. Астрофизики разгадали, из чего состоят звезды и где находится «край» Вселенной. С помощью телескопов они оценили расстояния между звездами, которые оказались невероятно большими, так что внешний мир очень слабо заселен.

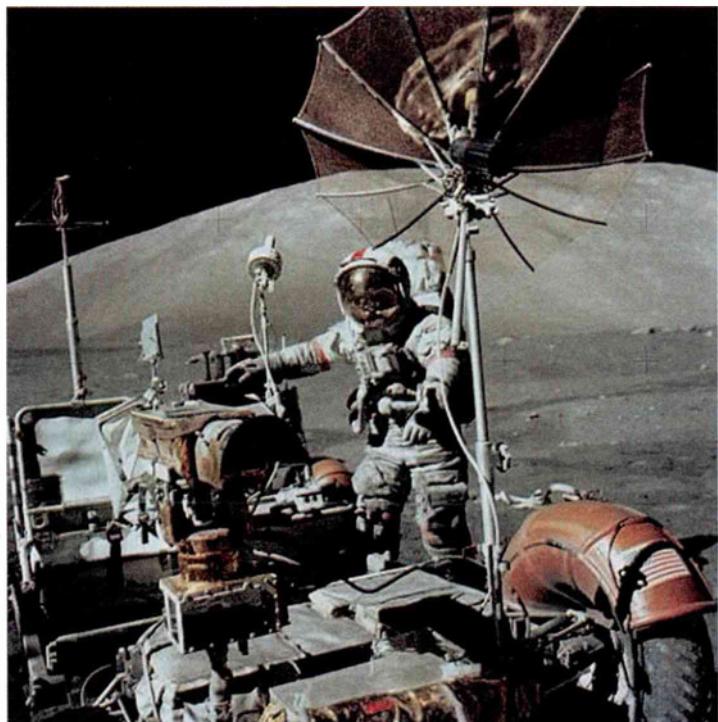
Мегамир, то есть пространство, окружающее нас и уходящее ввысь, называют Большим космосом, или Вселенной. Для оценки расстояний в нем трудно использовать знакомое нам слово «метр».

Расстояния между городами измеряется в тысячах метров, то есть в километрах. Радиус земного шара равен 6360 км. Советский космонавт Юрий Гагарин, который первым в мире совершил его облет на космическом корабле «Восток», разглядывал родную планету с высоты 110 километров. В космиче-

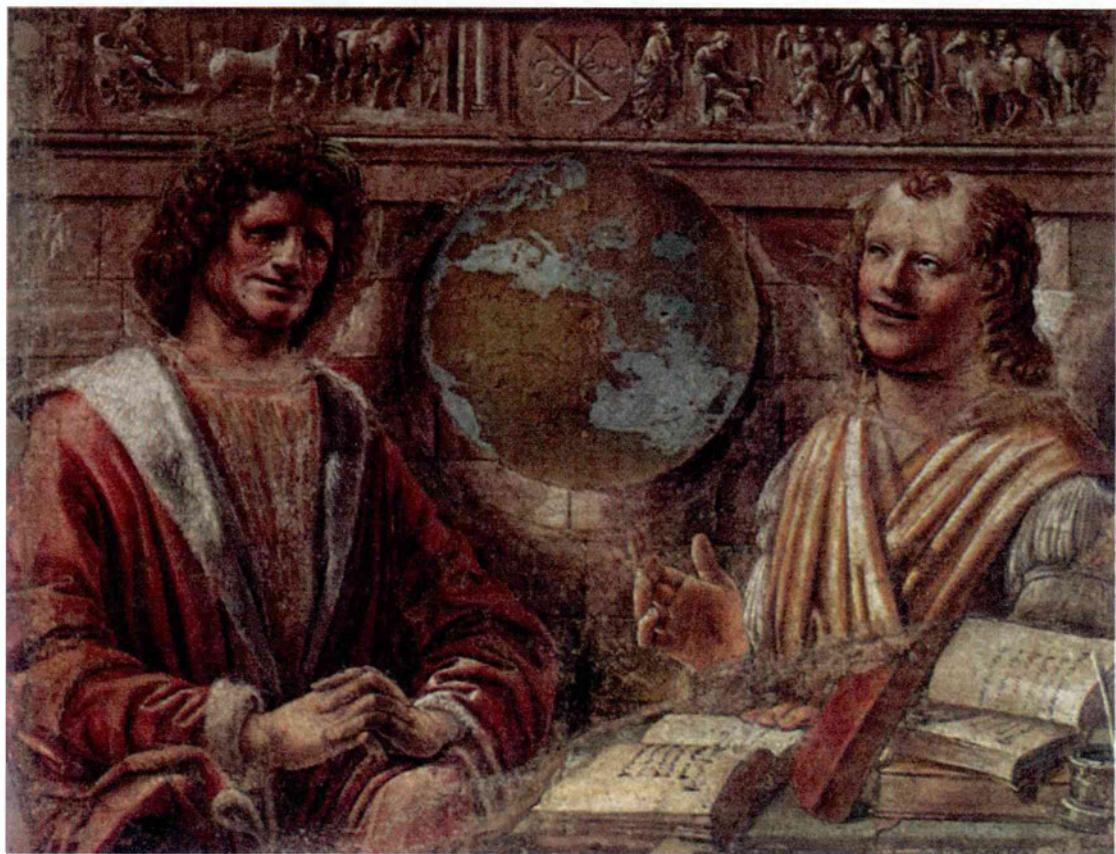
ском аппарате он преодолел путь, равный длине земного экватора, — около 20 000 км.

Американские астронавты Нейл Армстронг, Баз Олдрин и Майкл Коллинз долетели до Луны за двое с половиной суток, проделав путь длиной в 360 тыс. км. Расстояние до Солнца почти в 5 раз больше и равно 1,5 млн км. Самая близкая к нам звезда, которая называется Проксима (это латинское слово переводится как «ближайшая»), находится в созвездии Центавра. Она удалена от Солнца на 4×10^{12} км; свет от нее идет 4,2 земных года. Время же полета к ней на космических скоростях составило бы 40 тыс. земных лет, а до центра Млечного Пути — 40 млн земных лет. Что касается центра Вселенной, то есть того места, где произошел Большой взрыв, то, по современным оценкам, он располагается на таком расстоянии, что его можно записать только цифрой 10^{23} км. Так что барионное вещество, то есть материя, состоящая из атомов, во Вселенной сосредоточено в бесконечно малых объемах космического пространства, которое само есть не что иное, как необозримая пустота. Правда, его пронизывают всевозможные излучения разных частот, и, как утверждают современные космологи, в нем много темной материи. Мы поговорим об этом позже.

Однако вещество вглубь тоже делимо, и комочки массы вкраплены



Юджин Сернан готовит ровер для поездки к близлежащим вершинам массива Тавр-Литтров (седьмая экспедиция «Аполлона»)



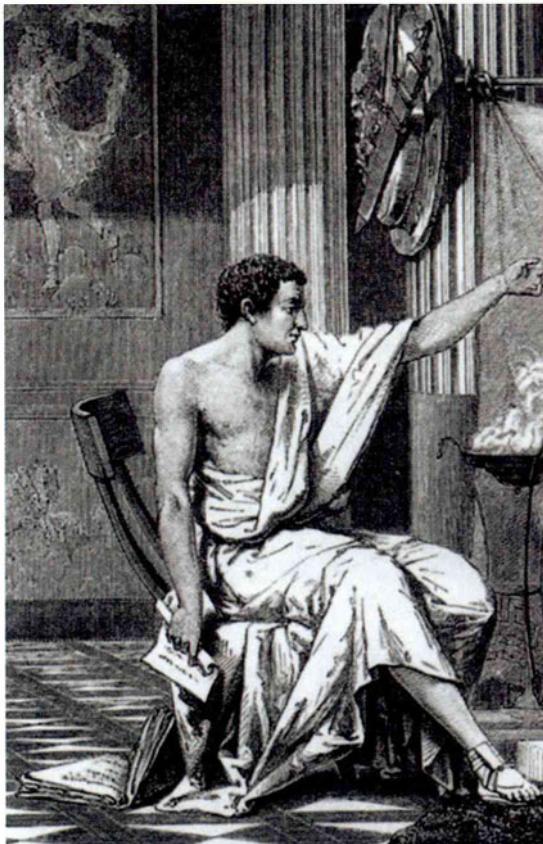
Демокрит и его друг Гераклит, который однажды сказал: «Все течет, все изменяется». Эта фраза на все времена стала девизом для диалектиков разных эпох

в пустое пространство, причем ученые еще не дошли до той мельчайшей частицы, которую можно было бы наградить званием «кирпичик материи».

Усовершенствованные микроскопы обнаружили очень сложную глубинную структуру вещества. Рассказывая о микромире, мы попытаемся «заглянуть» в бесконечно малые объемы пространства, насколько позволяет современная техника. Правда, до атомов нам не добраться. Только косвенными опытами, о которых мы расскажем позже, ученые смогли понять, как они ведут себя в разных ситуациях. Но, главное, ученые обнаружили, что пространство атома тоже пусто. Если бы удалось увидеть в сверхмощный микроскоп атом, то его ядро вну-

три пространства, ограниченного врачающимися электронами, не удалось бы разглядеть.

Считается, что слово «атом» придумал Демокрит для названия самого мелкого кирпичика вещества. Этот древнегреческий ученый жил около двух с половиной тысяч лет назад. Пытаясь пополнить свои знания о мире, он подолгу жил в Месопотамии. Так называли страну на юго-западе Азии, города которой располагались на берегах рек Тигр и Евфрат (нынешняя территория Сирии). Эти земли известны также как Междуречье. В те далекие времена ученые мужи Междуречья славились своими познаниями в науках. Их звали халдеями.



Аристотель

Наиболее знаменитой была школа халдейских жрецов и астрологов. В их обязанности входило составление гороскопов правителям страны, то есть предсказание их судеб. Для этого требовалось неукоснительно следить за перемещениями пяти известных в те времена ярких движущихся по небу звезд. Их называли «планетами», то есть «блуждающими звездами».

Демокрит несколько лет провел среди халдеев, чтобы овладеть их мудростью — разными знаниями и умением размышлять над проблемами мироздания. Говорят, однажды, разрезая яблоко на все более мелкие части, учёный задумался, каким малым должен быть кусочек, чтобы он уже потерял вкус яблока. Он назвал эту кроху

атомом, что в переводе с греческого языка означало «неделимый».

Между прочим, Демокрит был твердо убежден, что весь мир построен из атомов. Но спустя 30 лет после его смерти, в 383 году до н. э. родился Аристотель, ставший главным авторитетом в изучении законов природы. Он ввел термин *элемент* и определил его как носителя определенных качеств мельчайших частиц вещества. А про атом забыли вплоть до XIX века.

К четырем элементам древнегреческих мыслителей Фалеса Милетского (630—550 гг. до н. э.) и Эмпедокла (490—430 гг. до н. э.) Аристотель добавил пятый — духовный — *quinta essentia*. В переводе на русский язык слово *квинтэссенция* означает некое основополагающее и нематериальное качество материи или мысли. Аристотель утверждал, что сколько бы яблоко ни резали, даже самая крохотная его доля будет иметь яблочный вкус. Уже при жизни Аристотель был признан светилом науки, и его авторитет ученого более полутора тысяч лет оставался непрекаемым.

«Хрустальные небесные сферы» Аристотеля, как их называли поэтически настроенные наблюдатели неба, в одночасье разбил гениальный польский астроном Николай Коперник в середине XVI века, доказавший, что в центре Вселенной находится Солнце, а не Земля, которая является всего лишь одной из вращающихся вокруг него планет.

В описании внутреннего строения вещества Аристотель тоже ошибался.

Аристотель

Аристотель окончил школу великого математика Древнего мира Платона. Став ученым и философом, он превзошел своего учителя. Круг его интересов был широк: он оставил рассуждения и доказательства относительно разных вещей и явлений в природе. Так, Аристотелю первому пришла мысль о шарообразности Земли. В качестве аргумента он приводил наглядный пример: когда корабль появляется на горизонте, то сначала заметны только верхушки мачт. По мере его приближения становятся видны реи и паруса, затем появляется палуба и корпус корабля.

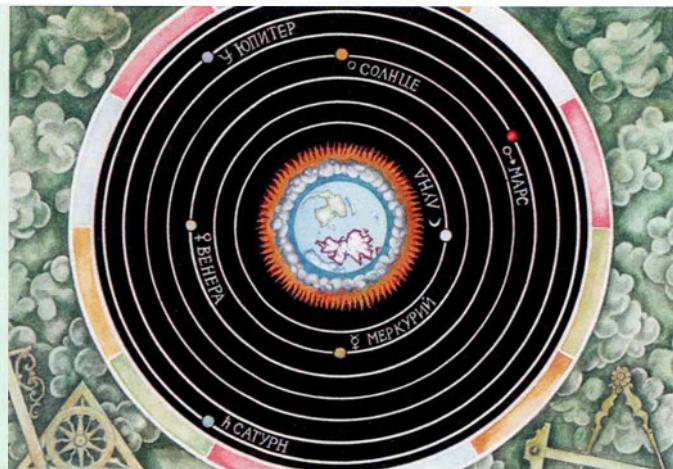
Еще более веским доводом были лунные фазы, то есть лунные серпы.

Они меняют форму по мере покрытия диска Луны тенью Земли, причем в любом положении светил край тени остается дугообразным. Это и подтверждало шарообразность Земли.

Самым главным наследием Аристотеля оказалась геоцентрическая система мироустройства. Согласно его учению, Земля есть центр мироздания. Вокруг нее по строго заданным сферам врачаются Солнце, Луна и все планеты. Во времена ученого были известны пять планет: Меркурий, Венера, Марс, Юпитер и Сатурн. На последней сфере располагаются все видимые звезды. Аристотель аккуратно рассчитал радиусы сфер и скорости движения указанных небесных светил. Это позволяло определять время их появления на небосводе, что лежало в основе гороскопической трактовки судьбы человека и, главное, монарха.

Рафаэль

Платон и Аристотель. Фрагмент фрески «Афинская школа» (Ватикан)



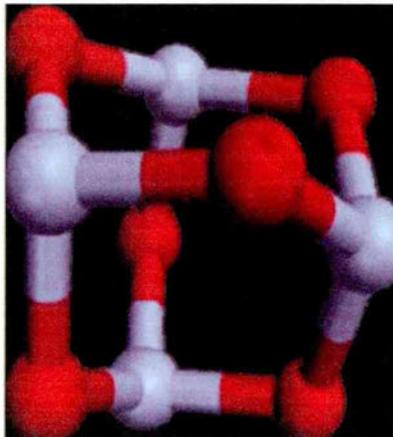
Яблоко можно резать до бесконечно малых долей, но до атома так добраться нельзя. Спор Аристотеля с Демокритом был разрешен много позже в пользу термина «атом», которому придали новый смысл. Однако термин Аристотеля «элемент» тоже сохранился, но наполнился новым содержанием.

В нашем увлекательном путешествии по микрокосму отправным пунктом станет упомянутая выше чашка чая, а первой станцией назначения окажется микромир, который трудно увидеть или описать известными

формулами и в котором ученые работают, используя косвенные умозаключения и уравнения очень сложной науки — квантовой физики. Заметим также, что жизнь человека и тем более время протекания большинства реакций и явлений на Земле очень коротки: они измеряются десятилетиями, сутками, секундами и даже микросекундами. Жизнь же Солнца и других звезд в миллионы раз продолжительнее, а время существования Вселенной, по современным оценкам, составляет около 13,7 млрд лет.

Пожар в библиотеке Мусейона в 465 году, когда Александрию захватили арабы. Сгорели старинные папирусы и рукописи авторов Древнего мира. Чудом уцелела книга «Альмагест» величайшего ученого II века н. э. Клавдия Птолемея





Устройство микромира

Выслушай то, что скажу, и ты сам, несомненно,
признаешь,
Что существуют тела, которых мы видеть не можем...
Зреньем своим никогда ведь и звук увидать
невозможно.

Но это все обладает, однако, телесной природой.

Тит Лукреций Кар

До каких пор мы видим или чувствуем микромир? По капле чая во рту мы можем сказать, что в него добавили сахар и малиновое варенье. На зеркальце микроскопа в капле чая заметны мелкие клочки малины, но сахаринок не удалось бы рассмотреть, потому что их частицы гораздо меньше разрешения микроскопа. Они остаются невидимыми, находясь в пространстве между молекулами воды, как и в случае ощущения запахов и тепла. В поэме Лукреция Кара читаем:

Запахи мы обоняем различного рода,
Хоть и не видим совсем, как
нам в ноздри они попадают.
Также жары или холода нам
не приметить.

В капле крови отчетливо видны красные кровяные шарики — эритроциты и белые — лейкоциты. Они резво бегают по почти прозрачной жидкости — плазме крови и сталки-

ваются со множеством других мелких частиц, которыми богата кровь. Каждая из частиц выполняет строго определенную функцию, причем состояние здоровья человека зависит от количества разных частиц и их сочетаний. Например, при температуре

| ELEMENTS | | | |
|--------------|----|-------------|-----|
| • Hydrogen | 1 | ○ Strontian | 46 |
| ○ Azote | 5 | ○ Barytes | 68 |
| ● Carbon | 5 | ● Iron | 50 |
| ○ Oxygen | 7 | ○ Zinc | 56 |
| ○ Phosphorus | 9 | ○ Copper | 56 |
| ⊕ Sulphur | 13 | ○ Lead | 90 |
| ⊖ Magnesia | 20 | ○ Silver | 190 |
| ○ Lime | 24 | ○ Gold | 190 |
| ○ Soda | 28 | ○ Platina | 190 |
| ○ Potash | 42 | ○ Mercury | 167 |

Средневековая таблица химических элементов



Дж.-У. Уотерхауз
Кирка предлагает чашу Одиссею

Кирка (Цирцея), дочь Гелиоса, принимает Одиссея, который во время своих странствий оказался на ее острове Эеи. Она владеет секретами волшебных зелий и уже успела превратить часть его гребцов в свиней. Кирка протягивает Одиссею чашу с колдовским напитком, но он отказывается от нее

единственным главным элементом воду, на которой покоится Земля, согласно его космогонической гипотезе. Эмпедокл (490–430 гг. до н. э.) добавил к воде еще три элемента: землю, огонь и воздух.

В индийской философии под элементами понимали вещества, которые действуют на наши органы чувств: эфир — слух, ветер — осязание, огонь — зрение, вода — вкус и земля — обоняние.

В Средние века в лабораториях алхимики старались путем различных комбинаций растворов или сплавов найти способы получения золота из доступных им материалов. Обаятельные светские плуты и мошенники, вроде Калиостро и графа Сен-Жермена, уверяли, что знают рецепты бессмертия и могут получить благородный металл из обычной меди или свинца. Даже гениальный Ньютона потратил много лет на подобные бесполезные поиски. Но надо сказать, что в результате этих сомнительных опытов были открыты новые элементы — ртуть, фосфор, сера и сурьма.

В лабораториях биохимиков сейчас установлены микроскопы, с помощью которых они видят, как ведут себя ча-

в крови появится избыток лейкоцитов. Организм стремится понизить температуру, и в кровь будет впрыснута доля бактериофагов, которые начнут поглощать вредные лейкоциты. Это очень похоже на игру в солдатики, когда сталкиваются два войска и надо решить, какое из них победит.

На заре развития наук считалось, что все в природе состоит из четырех субстанций — воды, воздуха, земли и огня. Фалес Милетский (680–550 гг. до н. э.) признавал