

Простая наука для детей

ФИЗИКА БЕЗ ФОРМУЛ

Аванта

УДК 51
ББК 22.1я92
Л47

Серия «Простая наука для детей»
Научно-популярное издание
Для среднего школьного возраста

ФИЗИКА БЕЗ ФОРМУЛ

Автор-составитель Ал. А. Леонович

Художники: Ар. А. Леонович, А. М. Кузнецов

В оформлении книги использованы фотоматериалы,
предоставленные фотобанком Shutterstock

Дизайн обложки *Н. Ворламовой*. Редактор *А. Мещерякова*
Технический редактор *Е. Кудиярова*. Компьютерная верстка *А. Филатовой*

Общероссийский классификатор продукции ОК-005-93, том 2;
953000 — книги, брошюры

Подписано в печать 07.04.2017 г. Формат 60×90/16

Усл. п. л. 14,0. Доп. тираж экз. Заказ №

ООО «Издательство АСТ»

129085, г. Москва, Звёздный бульвар, д. 21, строение 3, комната 5

Наш электронный адрес: malysh@ast.ru. Home page: www.ast.ru

Мы в социальных сетях. Присоединяйтесь!

https://vk.com/AST_planetadetstva, https://www.instagram.com/AST_planetadetstva
<https://www.facebook.com/ASTplanetadetstva>

«Баспа Аста» деген ООО

129085, г. Мәскеу, жұлдызды гүлзар, д. 21, 3 құрылым, 5 бөлме

Біздің электрондық мекенжайымыз: www.ast.ru E-mail: malysh@ast.ru

Қазақстан Республикасында дистрибьютор және өнім бойынша арыз-талаптарды қабылдаушының
өкілі «РДЦ-Алматы» ЖШС, Алматы қ., Домбровский көш., 3«а», литер Б, офис 1.

Тел.: 8 (727) 251-59-89, 90, 91, 92, факс: 8 (727) 251-58-12 вн. 107;

E-mail: RDC-Almaty@eksmo.kz

Өнімнің жарамдылық мерзімі шектелмеген.

Өндірген мемлекет: Ресей. Сертификация қарастырылған

Л47 Физика без формул / Ал. А. Леонович; худ. Ар. А. Леонович — Москва:
Издательство АСТ — 2017. — 223 [1] с.: ил. — (Простая наука для детей)

ISBN 978-5-17-100193-3.

«Физика без формул» замечательного автора и популяризатора науки
Александра Анатольевича Леоновича легко и увлекательно расскажет школь-
никам об атомах и молекулах, квантах и кварках, о магнитных полях, звуковых
волнах и электричестве. Предупреждаем: будет интересно!

Для среднего школьного возраста.



УДК 51
ББК 22.1я92



© ООО «Издательство АСТ», 2017



ПРЕДИСЛОВИЕ

С давних-давних пор людьми двигала великая сила — любознательность. И не обладай они ею — многое из того, что окружает вас, создано бы не было. Нам, среди прочего, свойственно стремление узнать, испытать, открыть, изобрести. А кое-кому страсть как хочется в полученных знаниях навести порядок.

Так появляется **наука** — не свалка сведений и фактов, домыслов и фантазий, а достоверные и упорядоченные знания. Так развивается **техника** — удивительные механизмы и сооружения. Так рождаются ученые и инженеры — те, кто добывает и применяет эти знания.

В этой книге и пойдет речь о поисках (и блужданиях) научной мысли, пытающейся выяснить побольше... о теплоте, магните, свете, об электрических лучах и еще о многом-многом другом.

Иными словами — о физике и технике, о людях, которые ими занимаются.

МИР ТЕПЛА

Изучать тепловые процессы заставило человека вечное стремление к теплу. И одежду он шил, и дома строил, чтобы тепло сохранить, удержать. А потом приспособил тепло двигать машины — так до сих пор оно там на нас и работает. Чтобы машины лучше двигались, пришлось разбираться, из чего тепло «состоит».

Выяснилось — из движения. Как же так? Да, еще древние греки об этом думали. Две тысячи лет понадобилось, чтобы до нас это окончательно дошло. А как дошло, так теперь кажется, что по-другому о тепле и думать-то нельзя.

Давайте-ка и мы взглянем на мир тепла с разных, порой неожиданных сторон. Со стороны плавления и замерзания, испарения и конденсации, теплопроводности и излучения. Посмотрим на него с облаков и с ракеты, из паровоза и из холодильника. Но прежде всего заглянем внутрь... **вещества.**

ЧТО ВНУТРИ ВЕЩЕСТВА?

О каких бы телах мы ни говорили, мы почти всегда считали их сплошными: слиток металла, капля воды, глоток воздуха. Хотя все названное это части чего-то большего, мы не всегда обращаем внимание на то, что они сами из чего-то состоят. Однако с далекой древности возможность деления вещества на части подталкивала к идее, что можно дойти до каких-то очень малень-



Демокрит (ок. 460–370 до н.э.) — древнегреческий ученый и философ. Считал, что все безграничное разнообразие веществ в природе состоит из множества мельчайших неделимых частиц — атомов. Они отличаются по форме и величине, но сами по себе вечны и неизменны. Также полагал, что во Вселенной существует бесчисленное множество миров, возникающих и гибнущих.

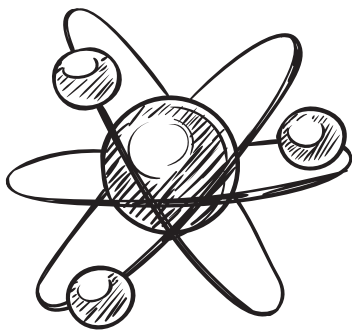


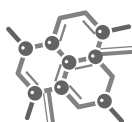
ких его крупинок, делить которые дальше уже некуда.

Это гипотеза о дробном строении вещества, одна из самых старых в истории человеческой мысли. Подтвердилась эта гипотеза спустя более чем 2000 лет. У нее все это время было немало как сторонников, так и яростных противников. И только опыт, как часто бывало, поставил все на свои места.

Конечно, убедиться глазами в том, что вещество состоит из каких-то крохотных частиц, невозможно. Сколько бы мы ни дробили, скажем, кирпич, ни разбрызгивали на капельки воду, всегда оказывается, что пылинки и капельки можно делить дальше. Да нечем!

И лишь за последние 100 лет накопилось достаточно доказательств существования таких «зернышек» вещества. Сегодня специальные



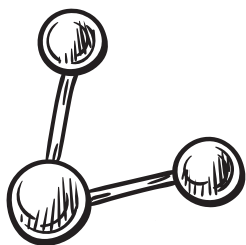


Михаил Васильевич Ломоносов (1711–1765) — российский ученый-энциклопедист. Основатель Московского университета, автор учебников и поэм, создатель школ. Отстаивал учение о прерывистом строении вещества, опередившее науку того времени на столетие. Сформулировал закон сохранения



материи и движения. Занимался исследованиями атмосферного электричества, сконструировал оптические приборы для астрономических наблюдений. Открыл атмосферу на Венере. Строил стекольные заводы, шахты, плавильные печи. Внедрил физические методы в химию.

микроскопы, где вовсе нет стеклышек, помогают нам буквально разглядеть их. И вправду, внутри вещество оказалось устроено очень близко к тому, что о нем думали еще древние греки. Вы, наверное, слышали о названиях этих частиц — **атомы и молекулы**.



Узнать об их наличии было важно не только, чтобы удовлетворить наше любопытство. Огромное количество явлений, прежде всего тепловых, удалось объяснить с помощью представления о молекулах. Теория процессов, происходящих в веществе, опирающаяся на такое знание его строения, называется **молекулярно-кинетической** теорией.

ЗЕРНЫШКИ-АТОМЫ И ЯГОДКИ-МОЛЕКУЛЫ

А почему мельчайшие частички вещества называют то атомами, то молекулами? Может быть, их просто всего два разных сорта, скажем, это черные и белые шарики. Нет, дело обстоит чуть сложнее. Какие-то вещества действительно состоят как бы из собранных вместе мельчайших шариков — («зернышек») одного вида. Это, например, металлы или газ неон, которым заполняют рекламные трубки. В других веществах эти шарики одного или разных сортов группируются, крепко сцепившись, так что получается словно новый, составной шарик («ягодка»). Вот отдельные крохотные шарики называют **атомами**, а их объединения, группы — **молекулами**.



Амедео Авогадро (1776–1856) — итальянский физик и химик. Высказал гипотезу о строении молекул газов из одного или нескольких атомов. Получил один из основных газовых законов, на базе которого в дальнейшем развивалось атомно-молекулярное учение. Разработал метод определения молекулярного и атомного весов.



Возьмем, к примеру, два газа — **водород** и **кислород**. Возможно, вы видели прочные металлические баллоны для перевозки этих газов в сжатом состоянии. Внутри того, на котором написано «водород», этот газ представляет собой



«парочки» сцепившихся самых маленьких атомов в природе — атомов водорода. В баллоне же с надписью «кислород» мы могли бы обнаружить тоже пары-молекулы, состоящие, в свою очередь, из атомов кислорода — шариков, раз в восемь массивнее водородных.

Удивительно, что именно из этих газов может получиться... вода. Соединив водород и кислород в определенной пропорции, в лабораториях образуют воду, каждая частичка-молекула которой состоит уже из трех шариков: двух атомов водорода и одного кислорода.

Атомов по своему виду в природе всего около 100 сортов. Но их комбинации-молекулы создают то огромное многообразие веществ, которое окружает нас. Причем не только на Земле, но, наверное, и во всей Вселенной вообще. Ничтожно слабые сигналы, которые атомы и молекулы, оказывается, посылают из космических далей, человек наловчился регистрировать на Земле. Такие сигналы доносят до нас свидетельства того, что Мир, каким бы он ни выглядел разным, построен везде из одних и тех же «зернышек»-атомов.

МОЛЕКУЛЫ-НЕПОСЕДЫ

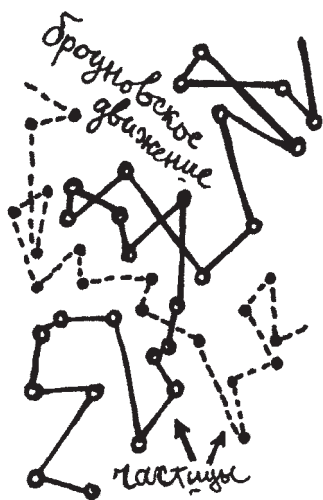
Если вещество устроено из мельчайших частиц, то как они себя ведут? Может быть, они неподвижны друг относительно друга? Или же как-то движутся? Заметить непосредственно то или иное



мы не можем. Но вот подсказать нам, что происходит внутри вещества, оказывается, есть чему.

В начале прошлого века английский ботаник **Роберт Броун** был очень удивлен, взглянул в обычный микроскоп на цветочную пыльцу, насыпанную в воду. Частички пыльцы словно плясали в воде. Хотя сами они необычайно малы, их размеры около тысячных долей миллиметра, говорить о них как о самых мельчайших частицах вещества еще нельзя. Но если представить, что «пляска» пыльцы вызывается ударами еще более малых частиц молекул воды, то ее поведение вполне объяснимо.

Может быть, вы видели, как во время концертов со сцены бросают в зал большие надувные шары. Зрители стремятся ударить по шару, но никто не может предсказать, куда в каждый момент он направится. В результате мы наблюдаем его беспорядочное, или, как еще говорят, хаотическое движение по всему залу. Понятно, что оно определяется такими же беспорядочными



толчками зрителей. Замените теперь их на молекулы, а шар на частичку пыли, и вот у вас модель движения молекулы.

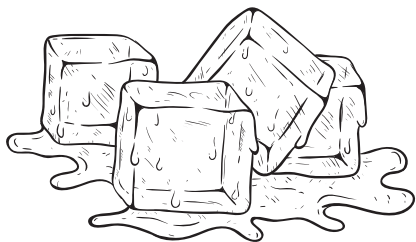
Итак, внутри вещества его мельчайшие крупинки-молекулы непрерывно, хотя и беспорядочно, движутся. Это движение будет тем интенсивнее, чем сильнее нагрето вещество, поэтому его называют **тепловым**.

Такая связь позволила в дальнейшем объяснить, что такое **температура**.

ТРИ ЦАРСТВА СОСТОЯНИЙ ВЕЩЕСТВА

В каких состояниях может быть вещество? Ну, тут достаточно его «пощупать». Это пусть очень простой, но тоже опыт. Каковы же результаты? Мы говорим: все тела могут быть в твердом, жидком и газообразном состояниях. Их еще называют **агрегатными**. Интересно, что одно вещество может бывать в каждом из этих состояний, причем, случается, и одновременно.

Ну, вот вода. Если вы вытащите из морозильника кусочек льда и опустите в стакан с содой, то сразу обнаружите все 3 состояния одного и того же вещества. Лед — это «твердая», замерзшая вода. Пла-



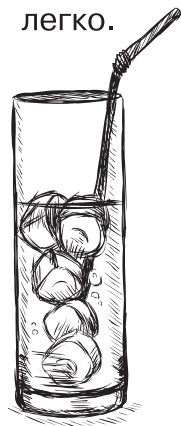
вает он в воде жидкой. А над стаканом вода находится в невидимом, газообразном состоянии, это ее пары. Выявить пары нетрудно: на холодном зеркальце, поднесенном к стакану, вы скоро заметите туманный налет, состоящий из крохотных капелек. Это не что иное, как сгустившиеся, или **сконденсированные** из воздуха водяные пары.

Чем отличаются эти состояния вещества друг от друга? Обратимся за объяснениями к молекулярно-кинетической теории. Она скажет нам, что одни и те же «по сорту» молекулы, например, воды, просто по-разному взаимодействуют между собой.

В твердом теле, во льду, они очень плотно «упакованы», остро «ощущают» присутствие соседей и в своих движениях сильно ограничены. Поэтому и двигаться они могут, практически не сходя с места, то есть колеблются. Вот почему твердое тело хорошо сохраняет свою форму и объем.

В жидкостях молекулы чувствуют себя свободнее. Помимо колебаний, они еще очень часто перескакивают с места на место. Уплотнить их практически нельзя, а вот перемешать легко. Из-за этого жидкости текут и принимают форму сосуда, в который мы их нальем.

А вот в газах связи между молекулами становятся настолько слабыми, что они теперь могут носиться с огромными (сотни метров в секунду) скоростями и на больших расстояниях друг от друга. Поэтому газы и занимают весь предоставленный им объем, хотя могут быть легко сжаты.



КАК ПРОНИКАЮТ ВЕЩЕСТВА ДРУГ В ДРУГА?

Поставьте такой эксперимент. В темную комнату, где вы сидите спиной к двери и заткнув уши, попросите войти по очереди двух человек. Пусть это будут ваши приятели мальчик и девочка. Одно условие: девочка должна быть надушена. Через несколько минут после прихода каждого вы угадаете, кто именно вошел.

Ну, и что же тут особенного, спросите вы? Конечно, девочку «выдали» духи. Но вот вопрос: как они добрались до вашего носа? Пожалуй, зная о молекулярном строении вещества, и тут ответить нетрудно. Молекулы духов, вылетая в воздух, умудряются очень быстро проскочить между его молекулами и распространиться по всей комнате. Разреженность газов и большие скорости молекул обеспечивают это явление, называемое **диффузией**.



А может ли она наблюдаться в жидкостях? Почему бы и нет, ведь в них молекулы, хотя расположены и плотно, но весьма подвижны. Вот, скажем, осьминог, пытаясь удрать от преследователя, выпускает в воду облако чернильной жидкости. Оно очень быстро растет, создавая будто дымовую завесу. А ведь оно как раз пример диффузии, то есть взаимного проникновения жидкостей друг в друга.

Удивительно, но диффузия может происходить и в твердых телах. Хотя намного медленнее, чем в жидкостях и газах. Ее можно, правда, убыстрить, повышая температуру.

Именно диффузия обеспечивает соединение металлов при пайке или сварке. Однако и при обычной температуре тепловое движение молекул приводит к их перемешиванию. Но длительность этого процесса не позволяла его обнаружить, и такую диффузию впервые наблюдали лишь в конце прошлого века.

ОТЧЕГО «РАЗБУХАЮТ» ТЕЛА?

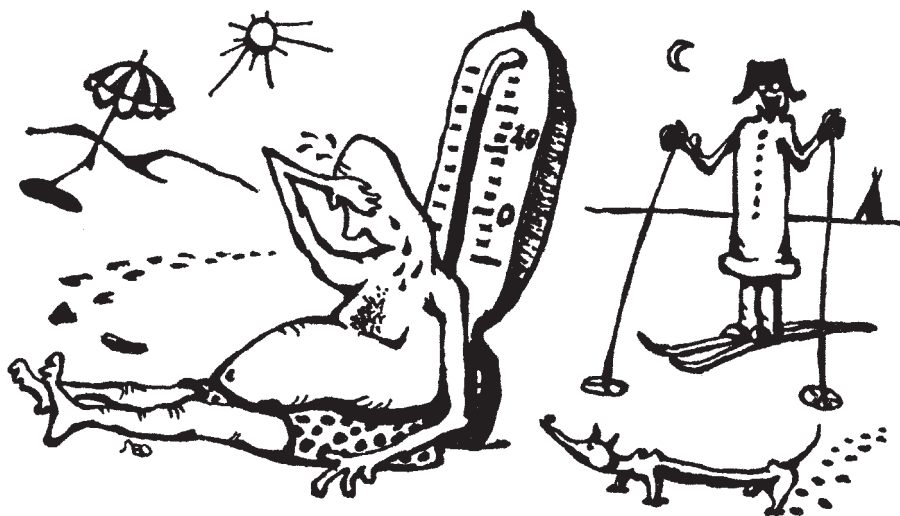
Наверное, вам чуть ли не с детского сада известно, что при нагревании тела расширяются, а при охлаждении сжимаются. Эту способность тел менять свои размеры в зависимости от температуры люди научились использовать или учитывать давно. Например, железную шину насаживали на колесо телеги, когда она была раскалена. Шина, остывая, туго стягивала колесо. Или посмотрите на колею железной дороги. Между отдель-

ными отрезками рельсов оставляют промежутки для их возможного **теплового расширения**.

Это явление оказалось очень полезным при измерении температуры. Если к концу металлической пластинки приделать стрелку, то она, меняя свое положение при нагреве и охлаждении пластинки, укажет, какова ее температура. Может быть, в духовках ваших кухонных плит есть термометр, сделанный из металлических пружин? Если он вынимается, рассмотрите, как он устроен.

Более удобными для этой цели оказались жидкости. Скажем, в медицинских и комнатных термометрах применяют подкрашенный спирт или **ртуть**. Расширяясь при нагревании, они поднимаются вверх по узким трубочкам, вдоль которых наносят деления температурной шкалы.

Есть и газовые термометры, использующие тот же эффект. Но во всех случаях расширения тел мы можем обратиться за помощью к молекулярной теории, чтобы разобраться с этим явлением.



И здесь мы получим почти очевидный ответ. С ростом температуры молекулы становятся более подвижными, и им требуется больше места. Расстояние между молекулами растет, а мы это замечаем как увеличение общего объема тела.

Представьте себе танцевальный зал. Сколько в нем может уместиться человек? Если запускать их в зал по одному и плотно приставлять друг к другу, то туда набьется людей, как «сельдей в бочке». Но если вы попросите их потанцевать, в такой тесноте вряд ли что-нибудь выйдет. Чем зажигательнее танец, тем меньше народу останется в зале — остальным придется покинуть помещение. Произошло как бы «тепловое расширение» танцующей публики, и часть ее вытеснилась наружу.

КАК ПЛАВЯТСЯ МЕТАЛЛЫ И ЗАМЕРЗАЕТ ВОДА?

Что происходит, когда плавится металл? Первое, о чем мы можем сказать, очень наглядно. Был твердый кусочек, а превратился в жидкость. Но ведь это — одно и то же вещество, скажем, олово. Его, кстати, очень легко «растопить», нагревая в железной ложке или паяльником. Что же все-таки привело к такой внешней перемене в металле?

Если обратиться к идее о «зернистой» структуре вещества, то можно будет ответить так. Плотно пригнанные друг к другу мельчайшие частички — атомы олова — при нагревании все