

Простая наука для детей

ФИЗИКА БЕЗ ФОРМУЛ

Аванта

УДК 51
ББК 22.1я92
Л47

Серия «Простая наука для детей»
Научно-популярное издание
Танымал ғылыми басылым
Для среднего школьного возраста
орта мектеп жасына арналған

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-034-2014 (КПЕС 2008) — 58.11.1 — книги, брошюры печатные
Книжная продукция — ТР ТС 007/2011

Произведено в Российской Федерации
Подписано в печать 21.05.2024 г. Дата изготовления: июль 2024 г. Формат 60×90/16
Усл. п. л. 14,0. Доп. тираж 2000 экз. Заказ №

Изготовитель: ООО «Издательство АСТ»

129085, Российская Федерация, г. Москва,
Звёздный бульвар, дом 21, строение 1, комната 705, пом. I, 7 этаж.
Наш электронный адрес: ask@ast.ru. Наш сайт: www.ast.ru

Адрес места осуществления деятельности по изготовлению продукции:

123112, Российская Федерация, Москва, Пресненская наб., д. 6, стр. 2,
Деловой комплекс «Империya», 14, 15 этаж

Тауар КО ТР 007/2011 «Балалар мен жасөспірімдерге арналған
өнімдердің қ ауіспсідігі туралы» талаптарына сәйкес келеді.
Ресей Федерациясында өндірілген
Өнім өндіру қызметін жүзеге асыру мекенжайы: 123112, Ресей Федерациясы, Мәскеу, Пресненская
жағ., 6-үй, 2-құр., «Империya» іскерлік кешені, 14, 15-қабат
«АСТ баспасы» ЖШҚ
Өндіріші: «Издательство АСТ» ЖШҚ 129085, Ресей Федерациясы, Мәскеу, Звёздный бульвары,
21-үй, 1-құрылыс, 705-бөлме, I үй-жай, 7-қабат
129085, Мәскеу қ., Звёздный бульвары, 21-үй, 1-құрылыс, 705-бөлме, I жай, 7-қабат.
Біздің электрондық мекенжайымыз: www.ast.ru
E-mail: ask@ast.ru Интернет-магазин: www.book24.kz Интернет-дүкен: www.book24.kz
Импортер в Республику Казахстан и Представитель по приему претензий в Республике
Казахстан — ТОО РДЦ Алматы, г. Алматы.
Қазақстан Республикасына импорттаушы және Қазақстан Республикасында наразылықтарды
қабылдау бойынша өкіл — РДЦ-Алматы» ЖШС. Алматы қ., Домбровский көш., 3-а», Б литері, офис 1.
Тел.: 8(727) 251 59 90, 91, факс: 8 (727) 251 59 92 ішкі 107;
E-mail: RDC-Almaty@eksmo.kz , www.book24.kz
Тауар белгісі: «АСТ». Өндірілген күні: шілде 2024
Өнімнің жарамдылық мерзімі шектелмеген. Сертификаттауға жатады

Л47 **Физика без формул** / Ал. А. Леонович; худ. Ар. А. Леонович — Москва:
Издательство АСТ. — 2024. — 223, [1] с.: ил. — (Простая наука для детей).

ISBN 978-5-17-100193-3.

«Физика без формул» замечательного автора и популяризатора науки Алек-
сандра Анатольевича Леоновича легко и увлекательно расскажет школьникам об
атомах и молекулах, квантах и кварках, о магнитных полях, звуковых волнах и элек-
тричестве. Предупреждаем: будет интересно!

Для среднего школьного возраста.

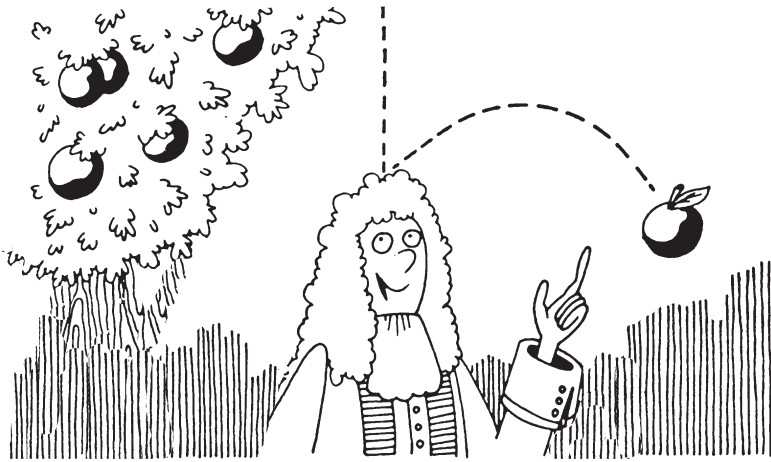
УДК 51
ББК 22.1я92

Мы в социальных сетях. Присоединяйтесь!

vk.com/ast.deti
vk.com/avantabooks
t.me/astdeti
zen.yandex.ru/astdeti



© Ал. А. Леонович, текст, 2024
© Ар. А. Леонович, ил., 2024
© А. М. Кузнецов, ил., 2024
© ООО «Издательство АСТ», 2024



ПРЕДИСЛОВИЕ

С давних-давних пор людьми двигал великая сила — любознательность. И не обидели они ею — многое из того, что окружает нас, создано бы не было. И мы, среди прочего, свойственно стремление узнать, испытать, открыть, изобрести. А кое-кому страстно хочется в полученных знаниях и вести порядок.

Так появляется **наука** — не свалка сведений и фактов, домыслов и фантазий, достоверные и упорядоченные знания. Так роживается **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, о гниении, свете, об электрических лучах и еще о многом-многом другом.

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

МИР ТЕПЛА

Изучить тепловые процессы заставляло человека вечное стремление к теплу. И одежду он шил, и дом строил, чтобы тепло сохранить, удержать. А потом приспособил тепло двигать машины — так до сих пор оно там находится. 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.

Далее-таки мы взглянем на мир теплот с разных, порой неожиданных сторон. Со стороны плавления и замерзания, испарения и конденсации, теплопроводности и излучения. Посмотрим на него с обложки и с крышки, из паровоза и из холодильника. Но прежде всего взглянем 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 известно, что это части чего-то большего, мы не всегда обращаем внимание на то, что они сами из чего-то состоят. Однажды в древности возможность деления веществ на части подтолкнула к идее, что можно дойти до каких-то очень маленьких-



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.

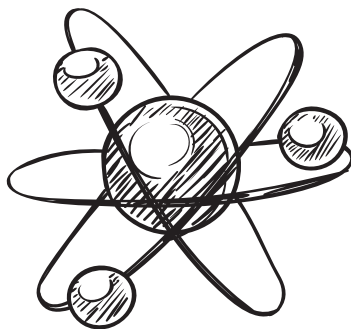


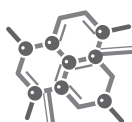
ких его крупинок, делить которые д льше уже некуда .

Это гипотез о дробном строении веществ , одна из с мых ст рых в истории человеческой мысли. Подтвердил сь эт гипотез спустя более чем 2000 лет. У нее все это время было нем ло к к сторонников, т к и яростных противников. И только опыт, к к ч сто быв ло, пост вил все н свои мест .

Конечно, убедиться гл з ми в том, что вещество состоит из к ких-то крохотных ч стиц, невозможно. Сколько бы мы ни дробили, ск жем, кирпич, ни р збрызгив ли н к пельки воду, всегд ок зыв ется, что пылинки и к пельки можно делить д льше. Д нечем!

И лишь з последние 100 лет н копилось дост точно док з тельств существов - ния т ких «зернышек» веществ . Сегодня специ льные



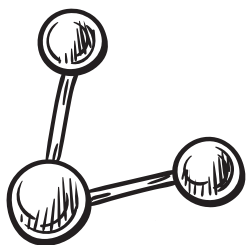


Михаил Васильевич Ломоносов (1711–1765) — российский ученый-энциклопедист. Основатель Московского университета, автор учебников и поэм, создатель школ. Отстаивал учение о прерывистом строении вещества, опередившее науку того времени на столетие. Сформулировал закон сохранения



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, помог ют н м букв льно р зглядеть их. И впр вду, внутри вещество ок з лось устроено очень близко к тому, что о нем дум ли еще древние греки. Вы, н верное, слыш ли о н зв ниях этих ч стиц — **атомы и молекулы**.



Узн ть об их н личии было в жно не только чтобы удовлетворить н ше любопытство. Огромное количество явлений, прежде всего тепловых, уд лось объяснить с помощью предст вления о молекул х. Теория процессов, происходящих в веществе, опир ющ яся н т кое зн ние его строения, н зыв ется **молекулярно-кинетической** теорией.

ЗЕРНЫШКИ-АТОМЫ И ЯГОДКИ-МОЛЕКУЛЫ

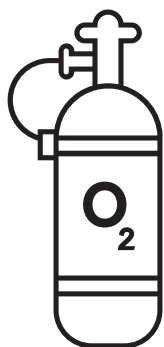
А почему мельчайшие частицы веществ называются то атомами, то молекулами? Может быть, их просто всего два основных сорта, скажем, это черные и белые шарики. Нет, дело обстоит чуть сложнее. Какие-то вещества действительно состоят как бы из собранных вместе мельчайших шариков — («зернышек») одного вида. Это, например, металлы или газы неон, которыми заполняют рекламные трубки. В других веществах эти шарики одного или нескольких сортов группируются, крепко сцепившись, так что получается словно новый, составной шарик («ягодка»). Вот отдельные крохотные шарики называются **атомами**, 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, в котором написано «водород», этот газ представляет собой



«п рочки» сцепившихся с мых м леньких томов в природе — томов водород . В б ллоне же с н дписью «кислород» мы могли бы обн ружить тоже п ры-молекулы, состоящие, в свою очередь, из томов кислород — ш риков, р з в восемь м ссивнее водородных.

Удивительно, что именно из этих г зов может получиться... вод . Соединив водород и кислород в определенной пропорции, в л бор ториях обр зуют воду, к жд я ч стичк - молекул которой состоит уже из трех ш риков: двух томов водород и одного кислород .

Атомов по своему виду в природе всего около 100 сортов. Но их комбин ции-молекулы созд ют то огромное многообр зие веществ, которое окруж ет н с. Причем не только н Земле, но, н верное, и во всей Вселенной вообще. Ничтожно сл бые сигн лы, которые томы и молекулы, ок зыв ется, посыл ют из космических д лей, человек н ловчился регистриров ть н Земле. Т кие сигн лы доносят до н с свидетельств того, что Мир, к ким бы он ни выглядел р зным, построен везде из одних и тех же «зернышек»-томов.

МОЛЕКУЛЫ-НЕПОСЕДЫ

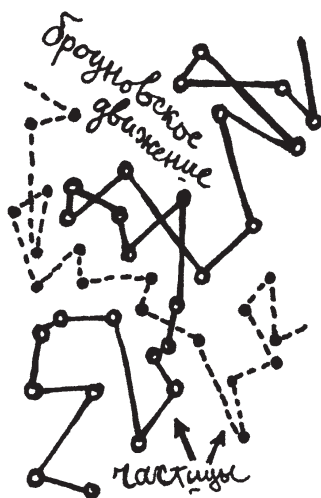
Если вещество устроено из мельч йших ч стиц, то к к они себя ведут? Может быть, они неподвижны друг относительно друг ? Или же к к-то движутся? З метить непосредственно то или иное



мы не можем. Но вот подсказьте нам, что происходит внутри веществ, окзывается, есть чему.

В начале XIX века английский ботаник **Роберт Броун** был очень удивлен, взглянув в обычный микроскоп на цветочную пыльцу, и сыпавшую в воду. Частицы пыльцы словно плясали в воде. Хотя сами они необычайно малы, их размеры около тысячных долей миллиметра, говорить о них как о совсем мельчайших частицах веществ еще нельзя. Но если предстать, что «пляска» пыльцы вызывается ударами еще более мелких частиц молекул воды, то ее поведение вполне объяснимо.

Может быть, вы видели, как во время концертов со сцены бросают в зал большие и дувные 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 теми же беспорядочными



толкми зрителей. Змените теперь их н молекулы, ш р н ч стичку пыльцы, и вот у в с модель движения молекулы.

Ит к, внутри веществ его мельч йшие крупинки-молекулы непрерывно, хотя и беспорядочно, движутся. Это движение будет тем интенсивнее, чем сильнее н грето вещество, поэтому его н зыв ют **тепловым**.

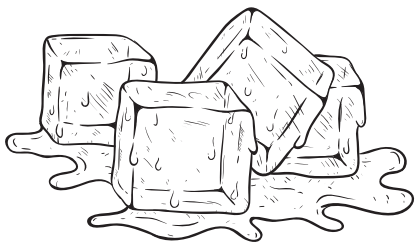
Т к я связь позволил в д льнейшем объяснить, что т кое **температура**.

ТРИ ЦАРСТВА СОСТОЯНИЙ ВЕЩЕСТВА

В к ких состояниях может быть вещество? Ну, тут дост точно его «пощуп ть». Это пусть очень простой, но тоже опыт. К ковы же результ ты? Мы говорим: все тел могут быть в твердом, жидком и г зообр зном состояниях. Их еще н зыв ют **агрегатными**. Интересно, что одно вещество может быв ть в к ждом из этих состояний, причем, случ ется, и одновременно.

Ну, вот вод . Если вы выт щите из морозильник кусочек льд и опустите в ст к н с содой,

то ср зу обн ружите все 3 состояния одного и того же веществ . Лед — это «тверд я», з мерзш я вод . Пл -



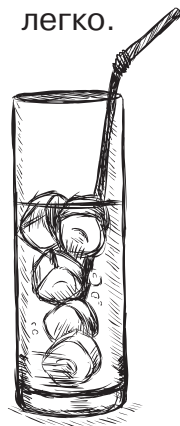
в ет он в воде жидкой. А н д ст к ном вод н ходится в невидимом, г зообр зном состоянии, это ее п ры. Выявить п ры нетрудно: н холодном зерк льце, поднесенном к ст к ну, вы скоро з метите тум нный н лет, состоящий из крохотных к пелек. Это не что иное, к к сгустившиеся, или **сконденсированные** из воздух , водяные п ры.

Чем отлич ются эти состояния веществ друг от друг ? Обр тимся з объяснениями к молекулярно-кинетической теории. Он ск жет н м, что одни и те же «по сорту» молекулы, н пример, воды, просто по-р зному вз имодействуют между собой.

В твердом теле, во льду, они очень плотно «уп ков ны», остро «ощущ ют» присутствие соседей и в своих движениях сильно огр ничены. Поэтому и двиг ться они могут, пр ктически не сходя с мест , то есть колеблются. Вот почему твердое тело хорошо сохр няет свою форму и объем.

В жидкостях молекулы чувствуют себя свободнее. Помимо колеб ний, они еще очень ч сто переск кив ют с мест н место. Уплотнить их пр ктически нельзя, вот перемеш ть легко. Из-з этого жидкости текут и приним ют форму сосуд , в который мы их н льем.

А вот в г з х связи между молекул - ми ст новятся н столько сл быми, что они теперь могут носиться с огромными (сотни метров в секунду) скоростями и н больших р сстояниях друг от друг . Поэтому г зы и з ним ют весь предост вленный им объем, хотя могут быть легко сж ты.



КАК ПРОНИКАЮТ ВЕЩЕСТВА ДРУГ В ДРУГА?

Постыте той эксперимент. В темную комнату, где вы сидите спиной к двери и затакнув уши, попросите войти по очереди двух человек. Пусть это будут ваши приятели, мальчик и девочка. Одно условие: девочка должна быть не душой. Через несколько минут после прихода каждого вы узнаете, кто именно вошел.

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



А может ли он н блюд ться в жидкостях? Почему бы и нет, ведь в них молекулы, хотя р с-положены и плотно, но весьм подвижны. Вот, ск жем, осьминог, пыт ясь удр ть от преследов -теля, выпуск ет в воду обл ко чернильной жидкости. Оно очень быстро р стет, созд в я будто дымовую з весу. А ведь оно к к р з пример диффузии, то есть вз имного проникновения жидкостей друг в друг .

Удивительно, но диффузия может происходить и в твердых тел х. Хотя н много медленнее, чем в жидкостях и г з х. Ее можно, пр вд , убыстрить, повыш я темпер туру.

Именно диффузия обеспечив ет соединение мет ллов при п йке или св рке. Одн ко и при обычной темпер туре тепловое движение молекул приводит к их перемешив нию. Но длительность этого процесс не позволял его обн ружить, и т кую диффузию впервые н блюд ли лишь в конце прошлого век .

ОТЧЕГО «РАЗБУХАЮТ» ТЕЛА?

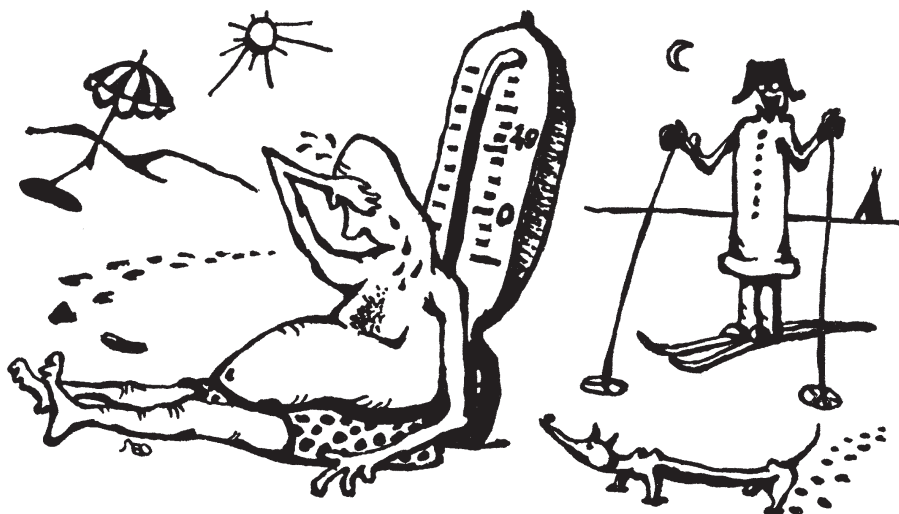
Н верное, в м чуть ли не с детского с д известно, что при н грив нию тел р сширяются, при охл ждении сжим ются. Эту способность тел менять свои р змеры в з висимости от темпер туры люди н учились использо вать или учитыв ть д вно. Н пример, железную шину н с жив ли н колесо телеги, когд он был р ск лен . Шин , остыв я, туго стягив л колесо. Или посмотрите н колею железной дороги. Между отдель-

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

Это явление оказывается очень полезным при измерении температуры. Если к концу металлической пластины приделана стрелка, то она, меняя свое положение при нагреве и охлаждении пластины, указывает на ее температуру. Может быть, в духовках и в ших кухонных плит есть термометр, сделанный из металлических пружин? Если он вынимается, посмотрите, как он устроен.

Более удобными для этой цели оказались жидкости. Скорее всего, в медицинских и комнатных термометрах применяют подкрашенный спирт или **ртуть**. Расширяясь при нагревании, они поднимаются вверх по узким трубочкам, вдоль которых нанесены 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. В состоянии между молекулами происходит, мы это знаем, увеличение общего объема тела.

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

КАК ПЛАВЯТСЯ МЕТАЛЛЫ И ЗАМЕРЗАЕТ ВОДА?

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

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