

УДК 373.167.1:53
ББК 22.3я72
П88

**Одобрено Научно-редакционным советом корпорации
«Российский учебник» под председательством академиков
Российской академии наук В. А. Тишкова и В. А. Черешнева**

Пурышева, Н. С.
П88 **Физика : 8 класс : учебник / Н. С. Пурышева, Н. Е. Вازهевская. — 8-е изд., перераб. — М. : Дрофа, 2020. — 253, [3]с. : ил. — (Российский учебник).**

ISBN 978-5-358-16526-7

Учебник написан по авторской программе и является продолжением курса Н. С. Пурышевой, Н. Е. Вازهевской «Физика. 7 класс».

Методический аппарат учебника составляют вопросы для самопроверки, система заданий, включающих качественные, графические, вычислительные и экспериментальные задачи и лабораторные работы.

В учебнике предусмотрена уровневая дифференциация: материал, который изучается учащимися, проявляющими интерес к физике, помечен звездочкой.

Учебник соответствует Федеральному государственному образовательному стандарту основного общего образования.

**УДК 373.167.1:53
ББК 22.3я72**

ISBN 978-5-358-16526-7

© ООО «ДРОФА», 2013
© ООО «ДРОФА», 2020, с изменениями



Первоначальные сведения о строении вещества

В курсе физики 7 класса вы изучали механические, звуковые и световые явления. Для их объяснения не нужно было использовать знания о строении вещества. Так, изучая движение тела, вы рассматривали изменение его положения как целостного объекта. Световые явления объясняли на основе законов, относящихся к поведению светового пучка на границе раздела двух сред, не анализируя взаимодействия света с веществом.

В то же время существует множество явлений природы, которые можно объяснить и понять, лишь зная строение вещества. Знания о строении вещества необходимы для объяснения процессов нагревания и охлаждения тел, превращения вещества из твёрдого состояния в жидкое и газообразное, для объяснения свойств тел в различных агрегатных состояниях.

§ 1. Развитие взглядов на строение вещества

✓ Что вам известно о строении вещества?

Вопрос о том, какое строение имеют вещества, занимал людей ещё в древности. Так, в V в. до н. э. древнегреческий мыслитель **Демокрит** высказал мысль о том, что вещество состоит из мельчайших частиц, невидимых глазом. Он считал, что существует предел деления вещества. Эту последнюю неделимую частичку, сохраняющую свойства вещества, он назвал **атомом**. Демокрит также полагал, что атомы непрерывно движутся и что вещества разли-

чаются числом атомов, их размерами, формой, порядком расположения.

Другой древнегреческий мыслитель — *Эпикур* — развил идеи Демокрита. Он ввёл представления о том, что атомы движутся беспорядочно и время от времени сталкиваются друг с другом.

Взгляды Демокрита и Эпикура изложены в поэме «О природе вещей», написанной римским философом и поэтом *Лукрецием Каром*. Вот строки из неё:

Выслушай то, что скажу я, и ты, несомненно, признаешь,
Что существуют тела, которых мы видеть не можем...
...Стало быть, ветры — тела, но только незримые нами.
...Далее запахи мы обоняем различного рода,
Хоть и не видим совсем, как в ноздри они проникают...
И наконец, на морском берегу, разбивающем волны,
Платье сыреет всегда, а на солнце вися, оно сохнет;
Видеть, однако, нельзя, как влага на нём оседает,
Как и не видно того, как она исчезает от зноя.
Значит, дробится вода на такие мельчайшие части,
Что недоступны они совершенно для нашего глаза.

И далее:

Нам очевидно, что вещь от стирания становится меньше,
Но отделение тел, от неё каждый миг уходящих,
Нашим глазам усмотреть запретила природа ревниво.

Догадка древних мыслителей не сразу превратилась в научную идею. У неё было много противников: древнегреческий учёный *Аристотель*, в частности, считал, что тело можно делить до бесконечности. Справедливость той или иной гипотезы мог подтвердить только опыт; осуществить же его в то время было невозможно. Поэтому идеи Демокрита и Эпикура были на какое-то время забыты. К ним вернулись в эпоху Возрождения. В XVII—XVIII вв. были изучены свойства газов, а затем в XIX в. построена теория строения вещества, находящегося в газообразном состоянии. Большой вклад в развитие теории строения вещества внёс русский учёный *Михаил Васильевич Ломоносов* (1711—1765), который считал, что вещество состоит из частиц, и, используя эти представления, сумел объяснить такие явления, как испарение, теплопроводность и др.


В настоящее время уже ни у кого не вызывает сомнений, что вещество состоит из мельчайших частиц (молекул и атомов), которые непрерывно движутся. Теория строения вещества получила экспе-

риментальное подтверждение. Удалось даже увидеть крупные молекулы с помощью специальных микроскопов.

Рассмотрим положения, лежащие в основе учения о строении вещества, и применим их к объяснению свойств газов, жидкостей и твёрдых тел.

Вопросы для самопроверки

1. Какие представления о строении вещества имели древнегреческие мыслители Демокрит и Эпикур?
2. Какие представления о строении вещества отражены в поэме Лукреция Кара «О природе вещей»?
3. Почему представления древнегреческих учёных о строении вещества долгое время оставались гипотезой и не могли превратиться в теорию?

 В электронной форме учебника к каждому параграфу даны дополнительные материалы и задания. Рекомендуем по мере изучения материала параграфов обращаться к электронной форме учебника.

§ 2. Сплошные ли тела?

- ✓ Что называют физическим телом; веществом?
- ✓ Какова последовательность действий учёного при изучении явлений природы?

1. Посмотрите на окружающие вас тела. Все они кажутся нам сплошными, монолитными. Твёрдые тела имеют определённую форму, жидкость из крана выливается непрерывной струёй.

С другой стороны, твёрдое тело, например ластик, можно сжать, изменив его форму. Жидкость можно перелить из банки в стакан, она тоже изменит форму. Можно сжать воздух в воздушном шаре или в насосе.

Эти и другие наблюдения позволяют сделать два предположения (гипотезы): 1) тела не сплошные, они состоят из маленьких частиц, которые нельзя увидеть невооружённым глазом; 2) между частицами существуют промежутки.

Продедаем опыты, подтверждающие эти предположения.

2. Возьмём кусок мела и ударим по нему молотком. Мы увидим, что кусок раскололся на несколько мелких кусочков. Возьмём один из них и ударим молотком по нему. Он тоже раздробится. Повторяя то же самое несколько раз, мы увидим, что будет уже не ку-

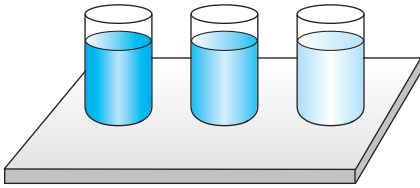


Рис. 1

сок мела, а отдельные крупинки, которые можно разделить на ещё более мелкие частички. Этот очень простой опыт свидетельствует о том, что вещество состоит из частиц. Можно проделать опыт с водой и краской. Растворим каплю краски или чернил в воде, налитой в стакан. Вода окрасится. Возьмём каплю этой окрашенной воды и капнем в другой стакан с чистой водой. Эта вода также окрасится, только цвет будет менее насыщенным. Можно повторить эту операцию ещё несколько раз. В каждом следующем опыте раствор будет окрашен, только слабее, чем в предыдущем (рис. 1). Так как в воде растворили лишь каплю краски и часть её попала в последний сосуд, то это значит, что капля краски состоит из отдельных частиц. Таким образом, описанные опыты подтверждают первое предположение, которое мы сделали: *все вещества состоят из частиц.*

3. Теперь рассмотрим опыты, позволяющие доказать, что между частицами есть промежутки.

Если аккуратно налить в пробирку равные объёмы воды и спирта, например по 20 мл, а затем перемешать, то объём смеси будет меньше 40 мл (рис. 2). Это возможно только в том случае, если между частицами есть промежутки.

Можно проделать другой опыт. Металлический шарик свободно проходит сквозь кольцо (рис. 3, а). Если шар нагреть, то он через

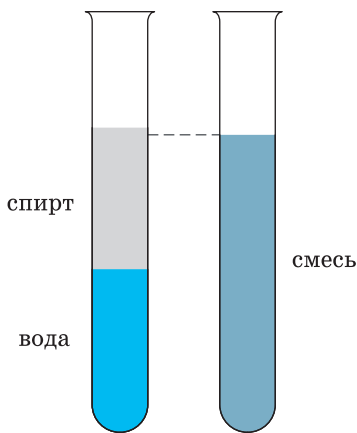


Рис. 2

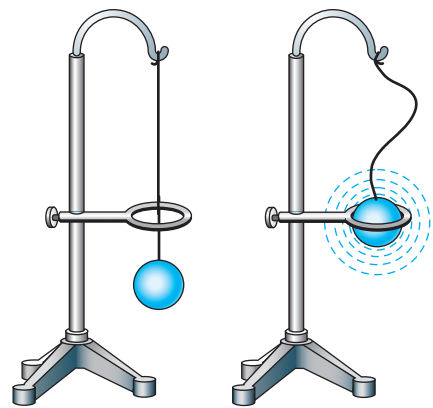


Рис. 3

кольцо не пройдёт (рис. 3, б). Это значит, что его объём увеличился, или, иначе говоря, шар при нагревании расширился. Расширение возможно благодаря тому, что частицы, из которых состоит шар, находятся на некоторых расстояниях друг от друга, т. е. между ними есть промежутки. При нагревании эти промежутки увеличиваются.

Расширяются при нагревании и жидкости. Это тоже можно наблюдать на опыте. Если налить в колбу воду и закрыть её пробкой, в которую вставлена стеклянная трубочка (рис. 4, а), а затем воду в колбе нагреть, то можно заметить повышение уровня воды в трубке (рис. 4, б). Таким образом, мы подтвердили и вторую гипотезу. Итак,

все вещества состоят из частиц, между которыми существуют промежутки.

4. К такому выводу мы пришли, осуществив определённую последовательность действий, которая повторяет действия учёного в процессе научного познания. Так, чтобы сформулировать положение о том, что все вещества состоят из частиц, между которыми есть промежутки, мы сначала рассмотрели некоторые опытные факты (результаты наблюдений), затем выдвинули предположение (гипотезу), которое проверили на опыте. По результатам опыта

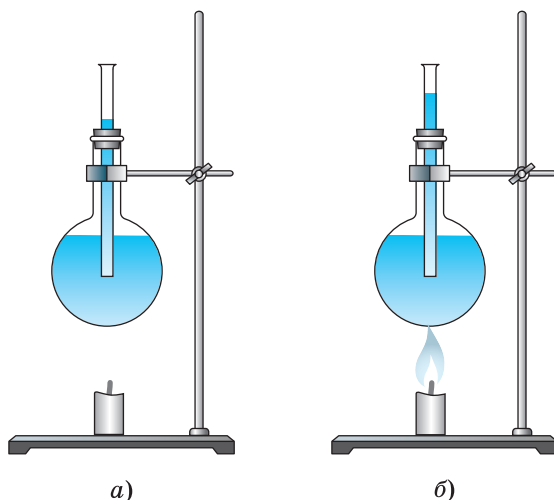


Рис. 4

сформулировали вывод. Таким образом, последовательность изучения строения вещества была следующей:

наблюдение — гипотеза — эксперимент — вывод.

Вопросы для самопроверки

1. Какие явления и опыты, описанные в параграфе, доказывают, что тела состоят из мельчайших частиц? Приведите свои примеры.
2. Какие опыты доказывают, что между частицами, из которых состоят тела, существуют промежутки?

Задание 1

- 1,¹. Прodelайте опыт с водой и краской, описанный в параграфе. Сделайте вывод.
2. Можно проделать опыт: нагреть колбу, горлышко которой погружено в сосуд с водой (рис. 5). При этом из неё выходят пузырьки воздуха и поднимаются вверх. Объясните явление.
3. Возьмите стакан, наполненный до краёв водой, и аккуратно всыпьте в него чайную ложку соли. Будет ли вода выливаться через край? Почему?

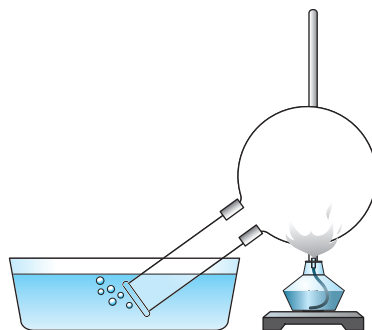


Рис. 5

§ 3. Молекулы

✓ Приведите примеры химических свойств вещества.

1. Из опытов, которые были рассмотрены в предыдущем параграфе, следует, что вещество можно разделить на отдельные частицы. Возникает вопрос: до каких пор можно производить это деление? Оказывается, существует определённый предел деления вещества. Иными словами, существует самая маленькая частица, которая сохраняет свойства вещества.

Наименьшую частицу вещества, которая сохраняет его химические свойства, называют молекулой.

Слова «химические свойства» не являются новыми; они известны вам из курсов естествознания и химии. Рассмотрим, что значит

¹ Индексом «э» обозначены задания экспериментального характера, их выполнение предполагает проведение эксперимента и наблюдений.

«сохраняет химические свойства», на примере мела. Мел — это вещество, представляющее собой соединение кальция Са, углерода С и кислорода О (CaCO_3). Это соединение имеет определённые химические свойства, в частности, оно может вступать в реакцию с каким-либо другим веществом. При этом и кусок мела, и молекула этого химического соединения будут вести себя в реакции одинаково. В этом смысле и говорят, что молекула сохраняет химические свойства данного вещества.

Слово «молекула» происходит от латинского слова «молекуле», что значит «маленькая масса».

Таким образом, можно сказать, что вещество состоит из молекул: мел состоит из молекул соединения кальция, сахар — из молекул сахара, вода — из молекул воды и т. д.

2. Многочисленные опыты показали, что молекулы очень малы. Увидеть их невооружённым глазом невозможно. И даже с помощью специального микроскопа можно сфотографировать лишь самые крупные молекулы. На рисунке 6 показана молекула ДНК (деоксирибонуклеиновой кислоты) бактерии. Если эту молекулу растянуть, то её длина будет равна 1,4 мм. Диаметр молекул таких веществ, как азот, водород, кислород и др., равен примерно 10^{-7} мм. То, что некоторые молекулы увидели и сфотографировали, доказывает факт их существования.

Размер молекул можно представить себе по следующим примерам. Если уложить в ряд сто миллионов молекул воды, то получится цепочка длиной всего около 2 см. Молекула водорода во столько раз меньше яблока среднего размера, во сколько раз яблоко меньше земного шара.

Поскольку молекулы такие маленькие, то в теле их содержится очень много. Так, в 1 см^3 воздуха содержится $27 \cdot 10^{18}$ молекул.

Для того чтобы получить представление о числе молекул в единице объёма и соответственно об их размерах, предположим, что имеется стакан воды и молекулы воды, находящейся в нём, определённым образом помечены. Выльем эту воду

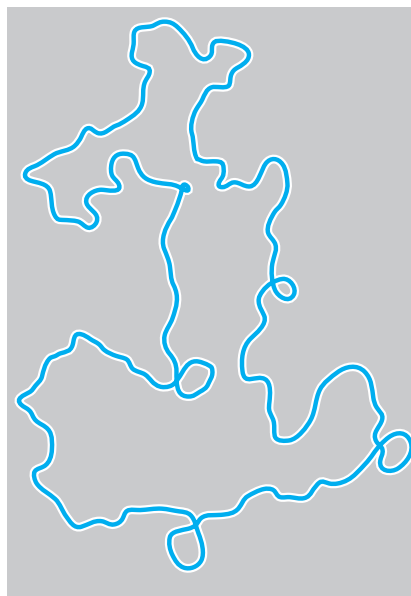


Рис. 6

в Чёрное море. Будем считать также, что вода в море равномерно перемешалась. Зачерпнём из моря в любом месте стакан воды и увидим, что в нём окажутся сотни меченых молекул воды.

3. Масса молекулы, так же как и её размеры, очень мала. Например, масса одной молекулы водорода равна $3,3 \cdot 10^{-24}$ г, или $3,3 \cdot 10^{-27}$ кг, а масса одной молекулы воды — $3 \cdot 10^{-26}$ кг. Масса и размеры молекул одного и того же вещества одинаковы. В настоящее время масса и размеры молекул различных веществ определены достаточно точно.

4. Возникает вопрос: можно ли молекулу разделить на отдельные частицы? Оказывается, можно! Молекула воды, например, состоит из водорода и кислорода. Однако водород и кислород уже другие вещества, и они обладают свойствами, отличными от свойств воды. Разделить молекулу воды на такие вещества можно в процессе химической реакции.

Частицы, из которых состоят молекулы веществ, называют **атомами**.

Атом — наименьшая частица вещества, не делящаяся при химических реакциях.

Так, молекула воды состоит из двух атомов водорода и одного атома кислорода; молекула поваренной соли — из одного атома натрия и одного атома хлора. Молекула сахара, который мы обычно употребляем в пищу, более сложная: она состоит из 12 атомов углерода, 22 атомов водорода и 11 атомов кислорода, а молекула белка состоит из тысячи атомов.

Существуют вещества, молекулы которых содержат однородные атомы. Например, молекула водорода состоит из двух атомов водорода, молекула кислорода — из двух атомов кислорода.

Таким образом, можно сказать, что вещества состоят из молекул и атомов.

5. Определённое вещество, независимо от того, как оно получено, состоит из одних и тех же молекул и атомов. Например, молекула воды содержит два атома водорода и один атом кислорода. И неважно, получена вода при таянии льда, или из сока ягод, или налита из-под крана. Молекула кислорода, извлечённая из атмосферного воздуха или полученная в ходе какой-либо химической реакции, состоит из двух атомов кислорода.

Вопросы для самопроверки

1. Каков предел деления вещества?
2. Что называют молекулой?
3. Каковы размеры молекул?
4. Сколько молекул воздуха содержится в 1 см^3 ?
5. Что такое атом?
6. Из каких атомов состоит вода; поваренная соль?
- 7*. Можно ли разделить атом на более мелкие частицы в ходе химической реакции?

Задание 2

1. До каких пор будет растекаться капля масла, помещённая на поверхность воды в широком сосуде? Ответ обоснуйте.
- 2*. Как, зная объём капли масла, определить примерное значение диаметра молекулы масла? Выполните соответствующий эксперимент.
- 3*. В 1 м^3 любого газа при одинаковых условиях содержится равное число молекул. Почему плотность кислорода почти в 10 раз больше плотности водорода?
4. В 1 см^3 любого газа при $0 \text{ }^\circ\text{C}$ содержится $27 \cdot 10^{18}$ молекул. Какова масса 1 см^3 водорода, если масса одной молекулы водорода равна $3,3 \cdot 10^{-24} \text{ г}$?

§ 4. Движение молекул. Диффузия

- ✓ Что называют молекулой?
- ✓ Какую физическую величину называют скоростью?

1. Вы уже знаете, что все вещества состоят из молекул (атомов), между которыми есть промежутки. Возникает вопрос: покоятся молекулы вещества или они движутся? Чтобы ответить на него, обратимся к явлениям, хорошо вам знакомым.

Если повесить на верёвку мокрое бельё, то оно через некоторое время высохнет. Очевидно, вы знаете, что произойдёт, если смочить ватку духами: очень скоро запах духов будет чувствоваться в другом конце комнаты. Подобные явления заставили древних мыслителей задуматься о строении вещества; это описано Лукрецием Каром в поэме «О природе вещей» (см. § 1).

Если бы молекулы были неподвижны, то бельё не высыхало бы и запахи не распространялись бы по комнате. Остаётся предположить, что молекулы *движутся*. Сложность экспериментальной

проверки этого предположения заключается в том, что молекулы малы и само их движение наблюдать невозможно. Однако можно изучить явления, которые являются следствием движения молекул. Рассмотрим одно из них.

2. В 1827 г. английский ботаник **Роберт Броун** (1773—1858) изучал с помощью микроскопа поведение частичек цветочной пыльцы, взвешенных в воде. Он заметил, что частички совершают беспорядочное движение; они как бы дрожат в воде. Такое движение назвали в его честь — **броуновским**.

На рисунке 7 показана в увеличенном масштабе траектория движения частицы.

Причину движения частиц пыльцы долго не могли объяснить. Броун предположил вначале, что частицы движутся, потому что они живые. Движение частиц пытались объяснить неодинаковым нагреванием разных частей сосуда, происходящими химическими реакциями и т. д.

Лишь значительно позже поняли истинную причину броуновского движения. Эта причина — *движение молекул воды*. Молекулы воды, в которой находится частица пыльцы, движутся и ударяются о неё. При этом с разных сторон о частицу ударяется неодинаковое число молекул, что и приводит к её перемещению.

Пусть в момент времени t_1 под действием ударов молекул воды частица переместилась из точки A в точку B (см. рис. 7). В следующий момент времени большее число молекул ударяется о частицу с другой стороны, и направление её движения изменяется, она перемещается из точки B в точку C . Таким образом, движение частицы пыльцы является следствием движения молекул воды, в которой пыльца находится.

Подобное явление можно наблюдать, если поместить в воду частицы краски или сажи. Броуновское движение частиц можно наблюдать и в газах.

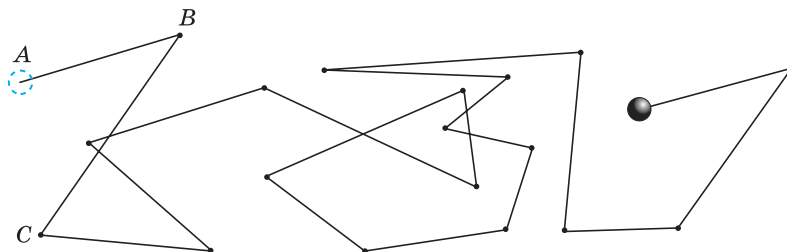


Рис. 7

3. Выясним, каков характер движения молекул.

По траектории движения частицы пылицы (см. рис. 7) видно, что направление её движения всё время меняется. Поскольку движение частицы — следствие движения молекул воды, то можно сделать вывод, что *молекулы движутся беспорядочно (хаотически)*. Иными словами, нельзя выделить какое-то определённое направление, в котором движутся все молекулы.

Движение молекул никогда не прекращается. Можно сказать, что оно *непрерывно*. Итак,

молекулы находятся в непрерывном беспорядочном (хаотическом) движении.

4. Положение тела, совершающего равномерное механическое движение, можно определить, если известны его начальное положение, скорость и время движения. Иначе обстоит дело в случае движения молекул.

Вы уже знаете, что тела состоят из большого числа молекул. Поскольку движение молекул беспорядочно, то нельзя точно сказать, сколько ударов будет испытывать та или иная молекула со стороны других молекул. Поэтому говорят, что положение молекулы и её скорость в каждый момент времени *случайны*. Однако это не означает, что движение молекул не подчиняется никаким законам. В частности, хотя скорости молекул в любой момент времени различны, у большинства из них значения скорости близки к некоторому определённому значению. Обычно, говоря о скорости движения молекул, имеют в виду *среднюю скорость* ($v_{\text{ср}}$).

5*. Скорости движения молекул были определены экспериментально немецким учёным **Отто Штерном** (1888—1969) в 1920 г. Сущность опыта Штерна можно объяснить, используя модель, изображённую на рисунке 8. На подставке 1 установлен диск 2; на нём — полая изогнутая трубка 3. По краю диска укреплены спички 4. Если диск покоится, то шарик, пущенный по трубке, собьёт спичку, расположенную напротив её изогнутого конца (точка A).

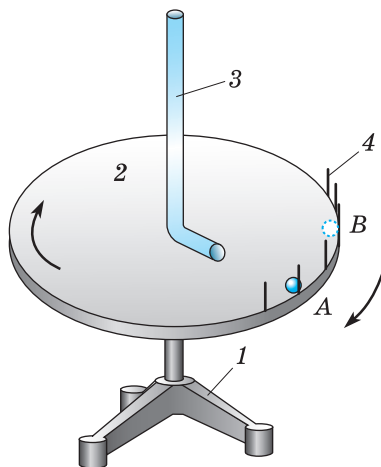


Рис. 8

При вращении диска за время движения шарика точка A повернётся на некоторый угол, и шарик сойдёт спичку, расположенную в точке B . Чем больше скорость шарика, тем ближе к точке A он будет сбивать спички.

Установка в опыте Штерна состояла из двух жёстко связанных цилиндров 1 и 2 , имеющих общую ось (рис. 9). В стенке внутреннего цилиндра была сделана прорезь 3 , а вдоль оси цилиндра натянута платиновая нить 4 , покрытая серебром. Нить нагревали, с неё испарялись атомы серебра, которые пролетали через прорезь и осаждались на внутренней поверхности внешнего цилиндра.

Пока цилиндры были неподвижны, атомы осаждались напротив прорези. Осадок имел форму полоски (рис. 10, a). Когда цилиндры приводили во вращение, атомы серебра осаждались не напротив прорези, а на некотором расстоянии от полоски атомов, образовавшейся в случае неподвижных цилиндров. При этом в зависимости от скорости движения атомов они оседали на разных расстояниях от полоски. Поэтому полоска не имела чётких границ, как бы размывалась. При этом центральная её часть была толще, чем края (рис. 10, b). Это означает, что скорость большей части атомов близка к некоторому определённому значению.

Если известны путь, пройденный молекулой (атомом), и время, за которое он пройден, то можно определить скорость молекулы. Из опыта Штерна было найдено, что скорости большинства атомов серебра при температуре $1200\text{ }^{\circ}\text{C}$ лежат в интервале от 500 до $625\frac{\text{м}}{\text{с}}$.

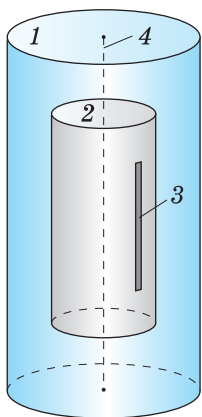


Рис. 9

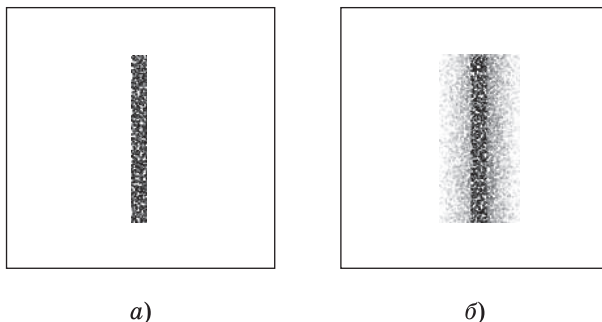


Рис. 10

6. Как вам известно, запах духов распространяется благодаря движению молекул. Молекулы духов так же, как и молекулы воздуха, движутся. Молекулы духов проникают в промежутки между молекулами воздуха, а молекулы воздуха — в промежутки между молекулами духов.

Явление взаимного проникновения соприкасающихся веществ друг в друга называют диффузией.

Диффузия происходит вследствие хаотического движения молекул.

7. Распространение запаха — пример диффузии в газах. Диффузия происходит и в жидкостях. Например, если капнуть в воду каплю чернил или туши, то мы увидим, как она начнёт расплываться. Это происходит потому, что молекулы краски проникают в промежутки между молекулами воды.

Нальём в мензурку раствор медного купороса, а сверху — воду так, чтобы между этими жидкостями была резкая граница (рис. 11, *а*). Через два-три дня заметим, что граница уже не будет такой резкой (рис. 11, *б*); через неделю она совсем размоется (рис. 11, *в*). Спустя месяц жидкость станет однородной и во всём сосуде будет окрашена одинаково (рис. 11, *г*). В этом опыте молекулы медного купороса проникают в промежутки между молекулами воды, а молекулы воды — в промежутки между молекулами медного купороса.

Опыты показывают, что диффузия в газах происходит быстрее, чем в жидкостях. Это объясняется тем, что газы имеют меньшую плотность, чем жидкости, т. е. молекулы газов расположены на больших расстояниях друг от друга.

8. Диффузия происходит и в твёрдых телах. Однако молекулы твёрдых тел находятся ещё ближе друг к другу, чем молекулы жидкостей, поэтому диффузия в твёрдых телах протекает очень

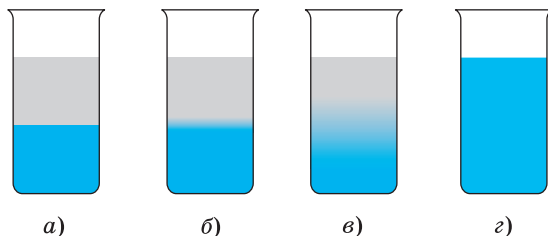


Рис. 11