

СОДЕРЖАНИЕ

5	Вступление
7	Атомы и молекулы. Диффузия. Броуновское движение
18	Взаимодействие молекул. Смачивание и несмачивание. Три состояния вещества
30	Опыт Перрена. Масса молекул и молярная масса. Взаимодействие молекул
45	Идеальный газ. Основное уравнение МКТ идеального газа
60	Тепловое равновесие. Температура. Абсолютная температурная шкала
74	Тепловое расширение твердых тел, жидкостей и газов
86	Связь коэффициентов линейного и объемного расширения
92	Средняя кинетическая энергия молекул многоатомного газа
101	Среднеквадратическая скорость молекул. Опыт Штерна
110	Уравнение состояния идеального газа. Квазистатические процессы
120	Изопроцессы и их графики. Частные газовые законы
131	Предмет термодинамики. Внутренняя энергия тела. Количество теплоты
144	Виды теплопередачи: теплопроводность, конвекция, излучение

-
- 160** Вычисление работы в термодинамике
-
- 171** Количество теплоты. Теплоемкость. Первый закон динамики
-
- 182** Применение первого закона термодинамики для различных процессов
-
- 192** Уравнение теплового баланса
-
- 200** Удельная теплота сгорания топлива. КПД нагревателя
-
- 208** Тепловые двигатели и их КПД. Цикл Карно
-
- 223** Паровая машина. Паровая турбина
-
- 231** Двигатель внутреннего сгорания
-
- 248** Испарение и конденсация. Насыщенный пар и его свойства
-
- 263** Температурная зависимость давления пара. Точка росы
-
- 269** Влажность воздуха. Абсолютная и относительная влажность
-
- 277** Кипение жидкости. Критическая температура
-
- 289** Свойства жидкостей. Поверхностная энергия. Коэффициент поверхностного натяжения
-
- 291** Свойства жидкостей. Поверхностная энергия
-
- 299** Смачивание. Капиллярные явления
-
- 311** Свойства твердых тел. Кристаллические и аморфные тела. Деформация твердых тел
-
- 334** Закон Гука. Модуль Юнга. Диаграмма растяжения. Запас прочности
-
- 349** Жидкие кристаллы
-

АТОМЫ И МОЛЕКУЛЫ. ДИФФУЗИЯ. БРОУНОВСКОЕ ДВИЖЕНИЕ



Еще в древности люди задумывались над тем, из чего состоит мир. И считали, что существуют четыре основные составные части всего — земля, вода, воздух и огонь. В IV–V веке до н. э. древнегреческие ученые Левкипп и Демокрит пришли к иному выводу.

Чтобы понять идею их вывода, можно вспомнить старинную притчу. Встречаются учитель и ученик, и учитель говорит ученику: «Видишь эту кадку? Сейчас я трижды наполню ее, ни разу не опустошая». Ученик не поверил учителю. Тогда учитель взял кадку и доверху набросал в нее камней. После, не вынимая камни, он насыпал в кадку песок и наполнил ее во второй раз. В третий раз учитель залил это все водой. Это удалось ему потому, что между камнями оставалось свободное пространство, которое заполнили частички песка. Но и между песчинками оставалось свободное пространство, в которое попала вода. Сама собой напрашивается мысль, что вода тоже состоит из частиц. И возможно, существует еще что-то более мелкое, чем частицы воды, и этим чем-то можно заполнить кадку еще раз, не выливая воду. Древнегреческие философы Левкипп и Демокрит пришли к выводу, что окружающий нас мир действительно

молекул с разных сторон от броуновской частицы все время меняется по случайному закону, частица совершает странное движение — движется хаотично. Это явление называют **броуновским движением** (рис. 3).

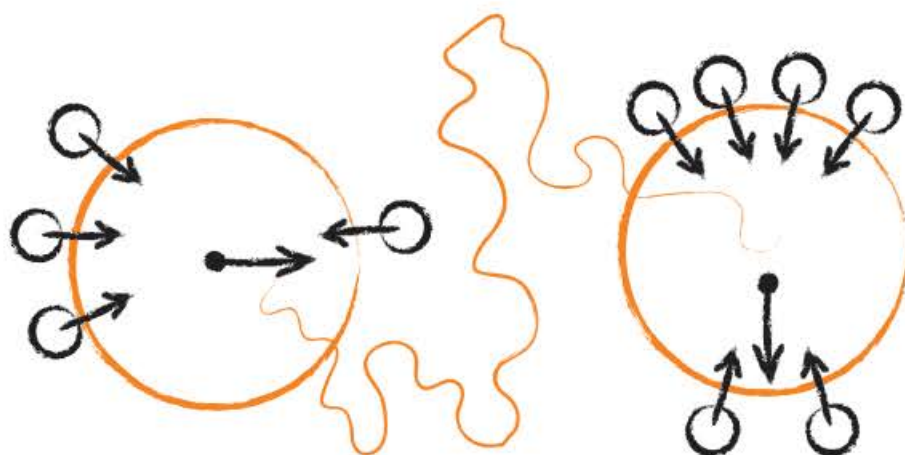


Рис. 3

Казалось бы, поскольку молекулы движутся совершенно хаотично, описать его математически невозможно. Но это под силу такому разделу математики как **теория вероятности**. А раздел физики, который пользуется этой теорией, называется **статистическая физика**. Оказывается, что методами статистической физики можно описать даже случайное движение броуновских частичек. Впервые это сделал Альберт Эйнштейн. Все знают его как автора теории относительности, но кроме этого он построил математически строгую теорию броуновского движения.

Сам Броун, изучая движение частичек пылицы, полагал, что эти частички на самом деле имеют животное происхождение и только поэтому движутся. Но как показали дальнейшие опыты, биология здесь совершенно ни при чем, а все дело в движении молекул.

Демонстрацию опыта смотрите здесь:



Подробнее изучить явление смачивания можно на примере еще одного опыта. Для него понадобится чистое и закопченное стекло. Если капнуть воду на чистое стекло, капля воды растечется по поверхности стекла (рис. 3.1). Это свидетельствует о смачивании. Вода старается распространиться по наибольшей площади, потому что молекулы воды сильнее притягиваются к молекулам стекла, чем к друг другу. Если же капнуть воду на закопченное стекло, капля воды сохранит свою округлую форму, не растекаясь по поверхности. В этом случае капля воды стремится контактировать с закопченным стеклом как можно меньшей площадью. Это говорит о том, что молекулы углерода (копоти) взаимодействуют с водой значительно слабее, чем молекулы воды друг с другом (рис. 3.2).

И если в первом случае мы видим явление смачивания, то во втором случае наблюдаем обратное явление, которое называется **несмачиванием**.

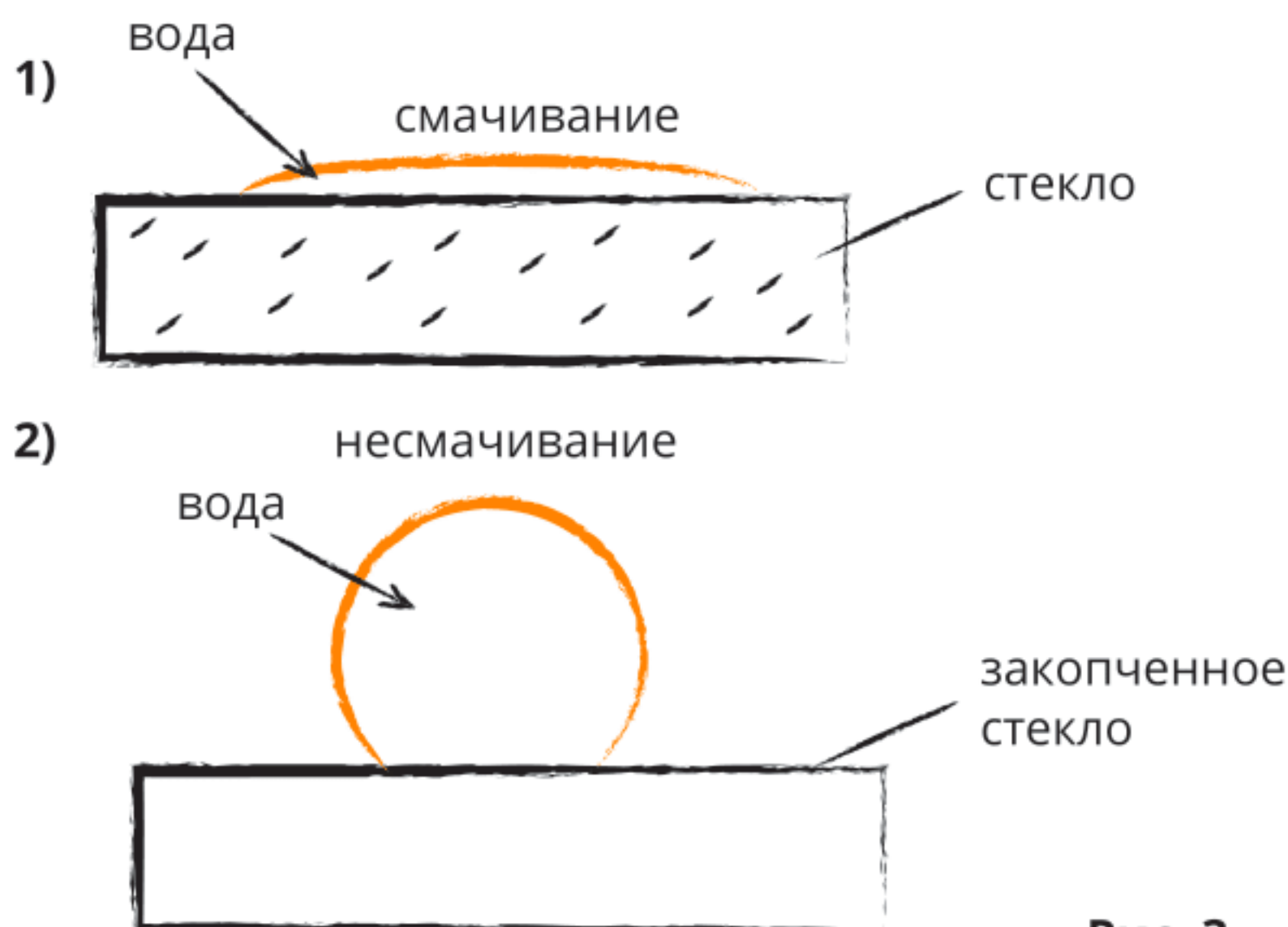


Рис. 3

Демонстрацию опыта смотрите здесь:



Все это говорит о том, что разные пары веществ относятся друг к другу по-разному. Примеры смачивания: вода — стекло; ртуть — металлы; расплавленные металлы (олово, свинец) — твердые металлы (например, медь, железо, цинк). Примеры несмачивания: вода — углерод (сажа); ртуть — стекло; вода — жир.

Явления смачивания и несмачивания находят широкое применение в технике и проявление в природе. Смачивание можно использовать, например, при склеивании разных веществ. Клей — это вещество, которое обладает двумя важными свойствами. Во-первых, он смачивает те поверхности, которые необходимо склеить. Для этого он имеет специальный химический состав. Второе его свойство — он затвердевает через некоторое время. Поэтому, когда мы склеиваем какие-то две поверхности, клей смачивает их обе. А после того, как затвердеет, прочно их соединяет (рис. 4.1).

Поскольку расплавленное олово хорошо смачивает другие твердые металлы, этим тоже можно пользоваться. Технология соединения различных металлов другим расплавленным металлом называется **пайка**. В этом случае используется припой — чаще всего сплав олова и свинца. Припой растекается и хорошо смачивает поверхности твердых металлов, а после охлаждения отвердевает и прочно соединяет между собой спаиваемые поверхности (рис. 4.2).

Две металлические поверхности также можно соединить между собой с помощью расплавленного металла того же химического состава. Но эта технология уже на-

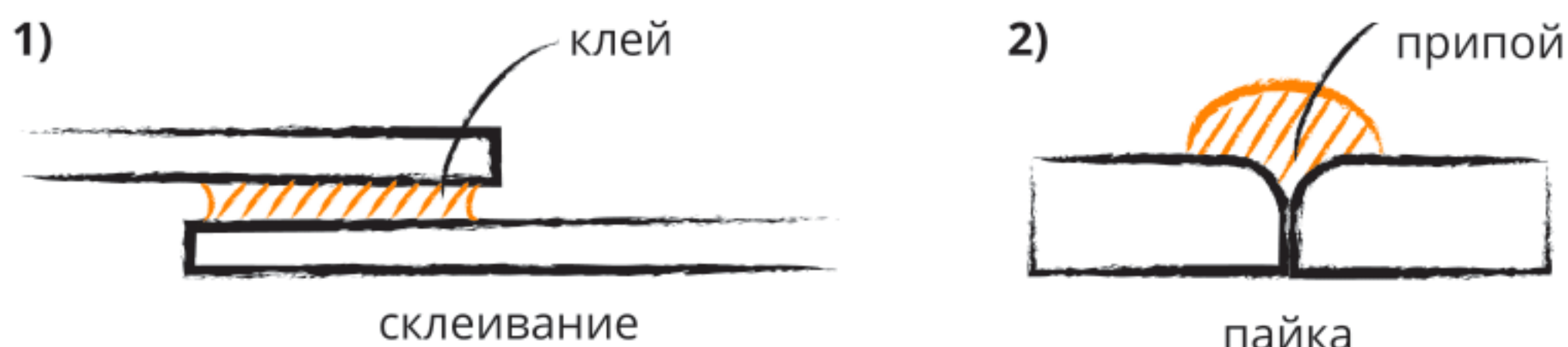


Рис. 4

зывается **сварка**, и отличается она от пайки тем, что при сварке железные детали соединяют расплавленным железом, медные — расплавленной медью.

А вот пример несмачивания. Если покрыть жиром какую-то поверхность, к ней перестанут приставать капли воды. Это даже нашло свое отражение в поговорке «Как с гуся вода». Все дело в том, что свои перья гусь покрывает слоем жира, поэтому даже под дождем он остается совершенно сухим. Еще один пример из природы — насекомое водомерка, которая бежит по поверхности воды, не проваливаясь.

Кроме этого, существует такое понятие, как гидрофобное покрытие — «боящееся воды покрытие». На языке физики это звучит как «покрытие из вещества, которое не смачивается водой». Используется оно для изготовления зонтов, палаток, иногда обуви и одежды.

Итак, к тому, что молекулы существуют и непрерывно движутся, добавился еще один подтвержденный многочисленными опытами факт: молекулы взаимодействуют друг с другом. Эти три факта называются **основными положениями молекулярно-кинетической теории вещества**. Сформулируем их еще раз:

- Все вещества состоят из молекул.
- Молекулы находятся в состоянии непрерывного хаотического движения.
- Молекулы взаимодействуют друг с другом.

Несмотря на простоту этих положений, они позволяют объяснить огромное разнообразие физических явлений