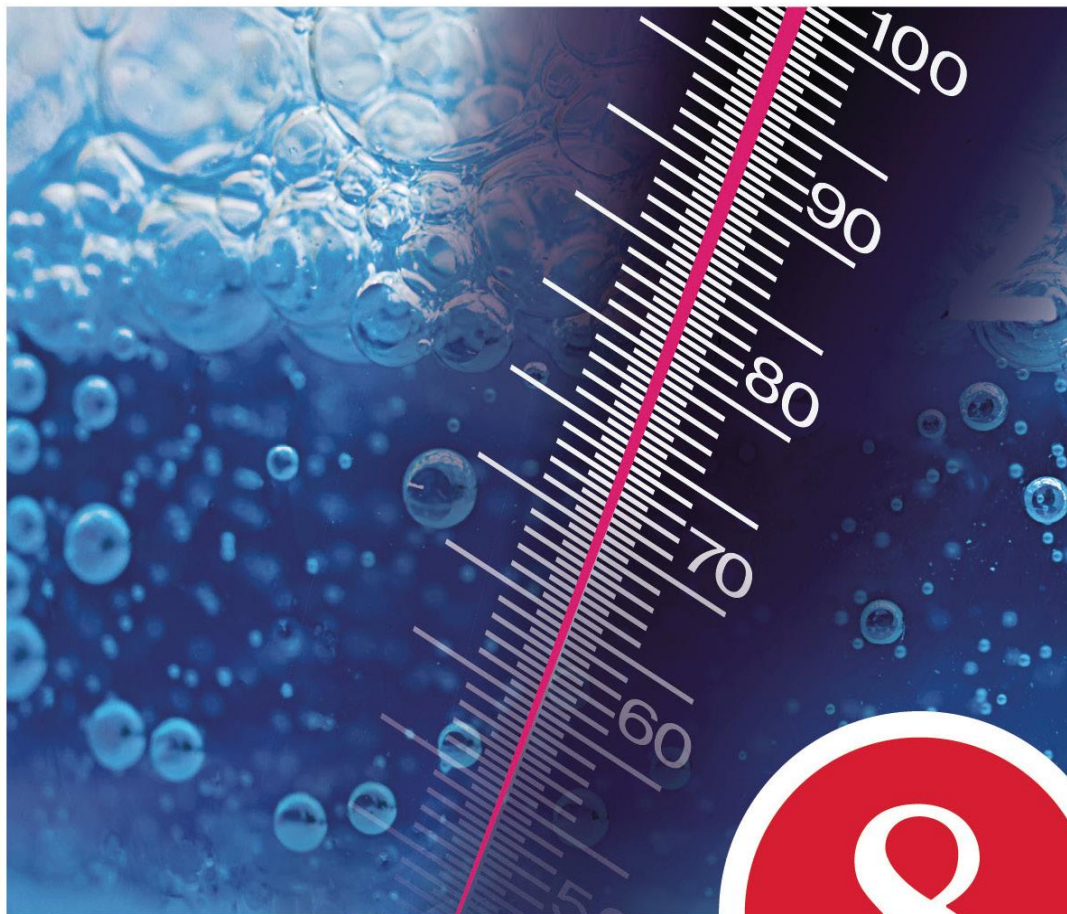


ФИЗИКА



**БАЗОВЫЙ
УРОВЕНЬ**



УДК 373.167.1:53+53(075.3)

ББК 22.3я721

П27

Учебник (4-е издание, стереотипное соответствует 3-му, переработанному) допущен к использованию при реализации имеющих государственную аккредитацию образовательных программ начального общего, основного общего, среднего общего образования организациями, осуществляющими образовательную деятельность, в соответствии с Приказом Министерства просвещения Российской Федерации № 858 от 21.09.2022 г.

Издание выходит в pdf-формате.

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

Ответ на вопросы  ; обсуди с товарищами  ;

реши задачи из  УПРАЖНЕНИЯ ;

примени полученные знания  ЗАДАНИЕ :



— экспериментальное,



— исследовательское,



— проектное,



— графическое;

расширь свой кругозор **Это любопытно...** ;

научись пользоваться приборами

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ



Перышкин, И. М.

П27 Физика : 8-й класс : базовый уровень : учебник : издание в pdf-формате / И. М. Перышкин, А. И. Иванов. — 4-е изд., стер. — Москва : Просвещение, 2024. — 255, [1] с. : ил.

ISBN 978-5-09-116505-0 (электр. изд.). — Текст : электронный.

ISBN 978-5-09-110686-2 (печ. изд.).

Содержание учебника полностью соответствует примерной рабочей программе. Специально созданный авторами аппарат усвоения знаний нацелен не только на достижение предметных и метапредметных результатов, но и на формирование естественно-научной грамотности. Особое внимание уделено использованию физических текстов для развития навыков смыслового чтения.

Разработан в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования, утверждённого Приказом Министерства просвещения РФ № 287 от 31.05.2021 г.

УДК 373.167.1:53+53(075.3)

ББК 22.3я721

ISBN 978-5-09-116505-0 (электр. изд.)

ISBN 978-5-09-110686-2 (печ. изд.)

© АО «Издательство «Просвещение», 2021, 2023

© Художественное оформление.

АО «Издательство «Просвещение», 2021, 2023

Все права защищены

ОГЛАВЛЕНИЕ

ГЛАВА 1 ТЕПЛОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ

§ 1	Основные положения молекулярно-кинетической теории строения вещества	3
§ 2	Агрегатные состояния вещества	6
§ 3	Смачивание и несмачивание. Капиллярные явления	10
§ 4	Температура	14
	ЭТО ЛЮБОПЫТНО...	
	Особенность расширения воды	18
	Причина теплового расширения твёрдых тел	19
§ 5	Внутренняя энергия	20
§ 6	Способы изменения внутренней энергии тела	24
	ЭТО ЛЮБОПЫТНО...	
	Из истории учения о теплоте	27
§ 7	Теплопроводность	28
	ЭТО ЛЮБОПЫТНО...	
	Приспособление животных к различным температурным условиям	31
§ 8	Конвекция	33
§ 9	Излучение	35
	ЭТО ЛЮБОПЫТНО...	
	Городские «острова тепла»	38
§ 10	Количество теплоты. Единицы количества теплоты	39
§ 11	Удельная теплоёмкость	41
§ 12	Расчёт количества теплоты. Уравнение теплового баланса	44
	ЭТО ЛЮБОПЫТНО...	
	Калория — единица количества теплоты	48
§ 13	Энергия топлива. Удельная теплота сгорания	48
	ЭТО ЛЮБОПЫТНО...	
	Виды топлива	51
§ 14	Закон сохранения и превращения энергии в механических и тепловых процессах	52
§ 15	Плавление и отвердевание кристаллических тел	55

§ 16	График плавления и отвердевания кристаллических тел	57
	ЭТО ЛЮБОПЫТНО...	
	От чего зависит температура плавления	60
	Как происходит кристаллизация	60
§ 17	Удельная теплота плавления	61
§ 18	Испарение. Конденсация. Насыщенный и ненасыщенный пар	65
§ 19	Поглощение энергии при испарении жидкости. Выделение энергии при конденсации пара	70
	ЭТО ЛЮБОПЫТНО...	
	Водяной пар в атмосфере	72
§ 20	Влажность воздуха. Способы определения влажности воздуха	73
§ 21	Кипение	79
	ЭТО ЛЮБОПЫТНО...	
	Примеры использования кипения	82
§ 22	Удельная теплота парообразования	83
§ 23	Работа газа и пара при расширении	87
§ 24	Двигатель внутреннего сгорания	89
§ 25	Паровая турбина	93
	ЭТО ЛЮБОПЫТНО...	
	Из истории тепловых двигателей	94
§ 26	КПД теплового двигателя	95
	ЭТО ЛЮБОПЫТНО...	
	Загрязнение окружающей среды	97
	Меры по борьбе с загрязнением окружающей среды	98
	ИТОГИ ГЛАВЫ	98

ГЛАВА 2 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

§ 27	Электризация тел при соприкосновении. Взаимодействие заряженных тел	100
	ЭТО ЛЮБОПЫТНО...	
	Легенда об открытии электризации	103
§ 28	Электроскоп. Проводники и непроводники электричества	103
§ 29	Закон Кулона. Электрическое поле	106
§ 30	Делимость электрического заряда. Электрон	111
§ 31	Строение атома	113
	ЭТО ЛЮБОПЫТНО...	
	О размерах атома и его ядра	116
§ 32	Объяснение электрических явлений. Закон сохранения электрического заряда	116
§ 33	Статическое электричество, его учёт и использование в быту и технике	120
§ 34	Электрический ток. Источники электрического тока	123

§ 35	Электрическая цепь и её составные части	128
§ 36	Электрический ток в металлах	130
§ 37	Действия электрического тока	133
	ЭТО ЛЮБОПЫТНО...	
	Аккумуляторы	138
§ 38	Сила тока. Измерение силы тока	138
§ 39	Электрическое напряжение. Измерение напряжения	143
§ 40	Электрическое сопротивление проводника.	
	Закон Ома для участка цепи	147
	ЭТО ЛЮБОПЫТНО...	
	Почему электрический ток опасен для человека?	151
§ 41	Расчёт сопротивления проводника.	
	Удельное сопротивление	152
	ЭТО ЛЮБОПЫТНО...	
	Из истории учения об электричестве	156
§ 42	Примеры на расчёт сопротивления проводника,	
	силы тока и напряжения	156
§ 43	Реостаты	159
§ 44	Последовательное соединение проводников	161
§ 45	Параллельное соединение проводников	165
§ 46	Работа и мощность электрического тока	169
§ 47	Нагревание проводников электрическим током.	
	Закон Джоуля—Ленца	172
§ 48	Лампа освещения. Электрические нагревательные	
	приборы	174
	ЭТО ЛЮБОПЫТНО...	
	Молния	178
§ 49	Короткое замыкание. Предохранители	179
	ИТОГИ ГЛАВЫ	181

ГЛАВА 3 ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

§ 50	Постоянные магниты	183
§ 51	Магнитное поле	186
	ЭТО ЛЮБОПЫТНО...	
	Из истории электромагнетизма	188
§ 52	Магнитное поле проводников с током и постоянных магнитов.	
	Магнитные линии	189
§ 53	Магнитное поле катушки с током.	
	Электромагниты и их применение	192
	ЭТО ЛЮБОПЫТНО...	
	Реле и их применения в технике	196
§ 54	Магнитное поле Земли	197
§ 55	Действие магнитного поля на проводник с током.	
	Правило левой руки	199

§ 56	Индукция магнитного поля	204
§ 57	Электрический двигатель	207
§ 58	Магнитный поток	210
§ 59	Явление электромагнитной индукции	212
	ЭТО ЛЮБОПЫТНО...	
	Открытия Майкла Фарадея	216
§ 60	Направление индукционного тока. Правило Ленца	216
§ 61	Способы получения электрической энергии	219
§ 62	Передача электрической энергии	223
	ЭТО ЛЮБОПЫТНО...	
	Из истории электротехники	226
	ИТОГИ ГЛАВЫ	228
ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ		229
	1. Изучение устройства калориметра	229
	2. Изучение процесса теплообмена	230
	3. Измерение удельной теплоёмкости вещества	231
	4. Измерение относительной влажности воздуха	232
	5. Сборка электрической цепи и измерение силы тока в её различных участках	233
	6. Измерение напряжения на различных участках последовательной электрической цепи	234
	7. Измерение сопротивления проводника. Изучение принципа действия реостата	235
	8. Изучение параллельного соединения проводников	237
	9. Измерение мощности и работы тока в электрической лампе	238
	10. Изучение явления электромагнитной индукции	239
ЗАДАЧИ ДЛЯ ПОВТОРЕНИЯ		241
ОТВЕТЫ		247
ПРЕДМЕТНО-ИМЕННОЙ УКАЗАТЕЛЬ		249

Представление о том, что все тела состоят из мельчайших частиц, зародилось две с половиной тысячи лет назад. Однако лишь во второй половине XIX в. получило развитие и впоследствии было опытным путём доказано современное учение о молекулярном строении вещества. Это учение, называемое *молекулярно-кинетической теорией* (МКТ), позволило объяснить свойства различных веществ и целый класс физических явлений. В основе молекулярно-кинетической теории лежат три известных вам положения.

1. Все вещества состоят из частиц (молекул, атомов), между которыми существуют промежутки.

2. Все частицы вещества находятся в непрерывном хаотическом (беспорядочном) движении.

3. Частицы вещества взаимодействуют друг с другом силами притяжения и отталкивания.

Вспомним опытные факты, подтверждающие основные положения МКТ.

Молекулы очень малы. Они не видны не только невооружённым глазом, но и в оптический микроскоп. Поэтому долгое время существование мельчайших частиц вещества учёные могли подтвердить только косвенно. Так, например, в пользу первого положения МКТ

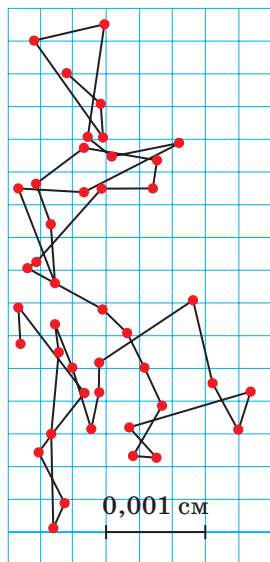


Рис. 1. Положения броуновской частицы, отмеченные через каждые 30 с



ЖАН БАТИСТ ПЕРРЕН

1870—1942

Французский учёный, лауреат Нобелевской премии по физике. Известен трудами в области строения вещества

свидетельствует явление теплового расширения тел.

Экспериментальными подтверждениями движения молекул (второго положения МКТ) являются диффузия и броуновское движение. Действительно, самопроизвольное проникновение веществ друг в друга (диффузия) существует благодаря непрерывному хаотическому движению молекул этих веществ. А движение броуновской частицы (рис. 1) объясняется ударами хаотически движущихся молекул жидкости или газа, в которых она находится.

Диффузия также подтверждает и то, что между молекулами существуют промежутки (первое положение МКТ), поскольку именно их наличие позволяет частицам одного вещества продвигаться вглубь другого.

О справедливости третьего положения МКТ свидетельствуют упругие свойства тел: восстановление формы и размера тела после прекращения внешнего воздействия на него. Возникновение сил упругости при деформации тел объясняется силами межмолекулярного взаимодействия. Между молекулами действуют силы притяжения и отталкивания. При сближении молекул, в частности во время сжатия твёрдого тела, начинают преобладать силы отталкивания. При увеличении расстояний между молекулами (при растяжении тела) — силы притяжения.

Напомним, что молекулы состоят из атомов. Молекулы различных веществ состоят из разного числа различных атомов. Учёные-химики, наблюдая превращения веществ, сумели выяснить, что различные атомы обладают разными массами. Ко второй половине XIX в. они научились узнавать, во сколько раз различаются массы атомов. Однако массу атома им определить не удалось.

Ситуация изменилась в начале XX в., когда французский физик **Жан Перрен** смог вычислить массу самого лёгкого атома — водорода. Она оказалась равна $1,6 \cdot 10^{-27}$ кг. Так как к этому времени уже были известны относительные массы других атомов, открытие Перрена позволило вычислить массы известных атомов, а значит, и массы молекул. Так как массы атомов и молекул ничтожно малы по сравнению с массами окружающих нас тел, то становится понятным, что даже небольшая пылинка состоит из огромного количества молекул.

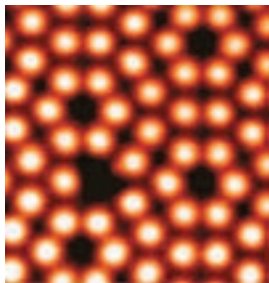


Рис. 2. Изображение атомов кремния, полученное на туннельном микроскопе (увеличение 15 миллионов)¹

В настоящее время существование молекул и атомов не вызывает сомнений. Современные приборы позволяют получать изображения отдельных атомов (рис. 2) и измерять их размеры. Размеры атомов очень малы — порядка 10^{-10} м.

Простые молекулы имеют размеры, сравнимые с размерами атомов. Сложные молекулы, состоящие из большого количества атомов, могут быть существенно больших размеров (например, молекула ДНК человека).



1. Сформулируйте основные положения МКТ. **2.** Какие наблюдения и опыты подтверждают первое положение МКТ? **3.** Приведите экспериментальные доказательства второго положения МКТ. **4.** Какие наблюдения и опыты подтверждают третье положение МКТ? **5.** Что вы можете сказать о размере и массе атомов и молекул?



1. При образовании воды отношение масс прореагировавших газов водорода и кислорода всегда равно 1 : 8. Свидетельствует ли этот факт в пользу существования атомов и молекул? Аргументируйте свою точку зрения.

2. Определите, сколько молекул воды содержится в капле объёмом 50 мм³. Масса атома кислорода в 16 раз больше массы атома водорода.

¹ Изображение предоставлено Б. А. Логиновым (ПРОТОН—МИЭТ, Зеленоград).

Как вы знаете, одно и то же вещество в зависимости от внешних условий может находиться в одном из *агрегатных состояний*: жидком, твёрдом или газообразном.

Как определить, что находится в стакане: вода или прозрачный лёд? Для этого необходимо использовать информацию о свойствах вещества в различных агрегатных состояниях.

Вы же помните, что жидкости сохраняют объём, но не форму — они текучи и приобретают форму того сосуда, в который их переливают. Особенностью твёрдых тел является наличие собственного объёма и формы. Газы не обладают ни собственной формой, ни собственным объёмом. Они занимают весь предоставленный им объём, принимая форму сосуда. Газы легко сжать.

Во всех трёх агрегатных состояниях вещества, например вода, образовано одинаковыми молекулами — молекулами воды. Почему же одно и то же вещество может быть и жидкостью, и твёрдым телом, и газом?

Как вам известно, молекулы вещества взаимодействуют друг с другом, а также совершают непрерывное хаотическое движение. Можно предположить, что существование различных агрегатных состояний связано с особенностями взаимодействия и движения молекул вещества.

Представим, что молекулы только беспорядочно движутся и при этом не взаимодействуют. Тогда они разлетались бы по всем на-

Агрегатные
состояния ртути:
а — твёрдое;
б — жидкое



а)



б)

правлениям, и вещество занимало бы весь предоставленный объём. Значит, единственным возможным состоянием вещества было бы газообразное состояние.

А к чему приводит наличие взаимодействия между молекулами? Вы знаете, что молекулы взаимодействуют друг с другом силами притяжения и отталкивания, причём проявляется это взаимодействие на малых расстояниях. Так, если молекулы находятся на расстояниях, превышающих их размеры в несколько раз, то силы взаимодействия между ними уже почти не сказываются.

Продemonстрируем взаимодействие молекул на следующей модели. Возьмём две тележки с прикреплёнными к ним пружинами. Установим на каждой по магниту так, чтобы они могли притягиваться. Взаимодействие магнитов будет имитировать притяжение молекул, а взаимодействие пружин — отталкивание. Чем ближе тележки друг к другу, тем сильнее притяжение магнитов (рис. 3, а). В какой-то момент пружины соприкоснутся, начнут сжиматься — возникнет сила упругости, стремящаяся вернуть их в исходное состояние. Таким образом, когда пружины коснутся друг друга, помимо притяжения появится отталкивание, которое также будет возрастать с уменьшением расстояния между тележками. В некотором положении (положение равновесия) силы отталкивания будут равны силам притяжения (рис. 3, б), а при ещё большем сближении тележек начнут превы-

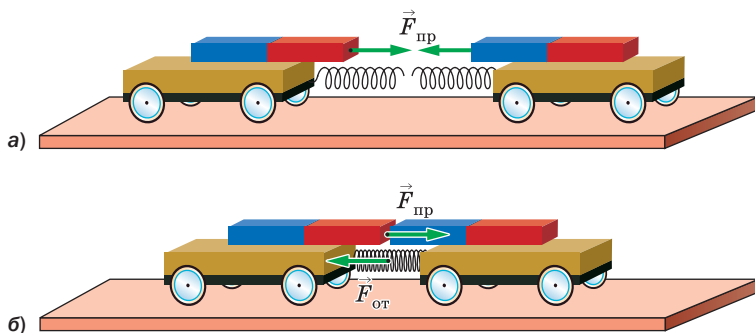


Рис. 3. Взаимодействие тележек с магнитами как модель взаимодействия молекул

шать силы притяжения. Обратим внимание, что наша наглядная модель демонстрирует только качественную картину взаимодействия молекул.

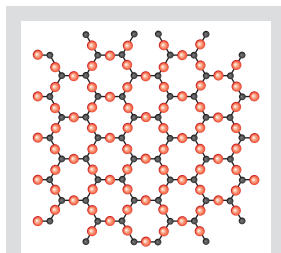
Итак, существует некоторое равновесное расстояние между молекулами данного вещества, на котором силы отталкивания равны силам притяжения. Если расстояние между молекулами больше равновесного, то преобладают силы притяжения, если меньше — силы отталкивания.

Представим, что хаотическое движение молекул отсутствует. Тогда все молекулы располагались бы в положениях равновесия и единственно возможным состоянием вещества было бы твёрдое состояние. Но молекулы взаимодействуют и движутся одновременно. Силы притяжения стремятся сблизить их, а хаотическое движение препятствует этому. Быть ли телу газообразным, жидким или твёрдым, зависит от соотношения этих факторов. В газах молекулы быстро движутся и почти не взаимодействуют, в твёрдых телах, наоборот, взаимодействие молекул велико, а движутся они медленно. Промежуточный случай соответствует жидкости.

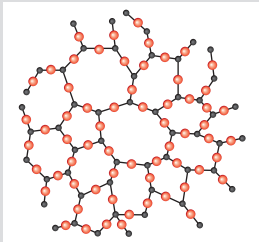
Опишем агрегатные состояния с молекулярной точки зрения более подробно и дадим объяснение их свойствам.

В газах среднее расстояние между молекулами значительно больше их размеров. На таких расстояниях силы взаимодействия молекул почти отсутствуют. Поэтому вещество в газообразном состоянии не сохраняет ни форму, ни объём. Большую часть времени каждая молекула движется прямолинейно, затем меняет направление движения в результате столкновения с другой молекулой.

В отличие от газов в жидкостях молекулы находятся близко друг к другу. Взаимодействие между молекулами достаточно велико для того, чтобы объём жидкости оставался постоянным, но не достаточно велико для сохране-



а)



б)

Структура кварца:
а — кристаллическое
состояние;
б — аморфное
состояние

ния жидкостью формы. Положения молекул жидкости относительно друг друга не фиксированы. Совершив несколько десятков—сотен колебаний около некоторого положения равновесия, молекула скачком меняет его на новое и колеблется рядом с новыми соседями.

В твёрдых телах молекулы находятся друг от друга на расстояниях, близких к размерам молекул, и колеблются около положений равновесия. В случае попытки увеличить или уменьшить расстояние между молекулами возникают значительные силы их притяжения или отталкивания. Этим объясняется, что твёрдые тела сохраняют форму и объём.

Молекулы и атомы большинства веществ в твёрдом состоянии расположены в строго определённом порядке, образующем повторяющуюся структуру — *кристаллическую решётку*. Такое состояние вещества называют **кристаллическим**. Места нахождения атомов называют *узлами кристаллической решётки*. Бывают решётки, «составленные» из кубиков, параллелепипедов и т. п. Кристаллическое строение имеют поваренная соль, лёд, алмаз, железо и т. д.

Существует твёрдое состояние вещества, для которого характерно отсутствие кристаллической решётки и в целом беспорядочное расположение молекул (атомов). Это **аморфное** состояние. У вещества в аморфном состоянии порядок во взаимном расположении атомов наблюдается только в небольшой области вблизи каждого атома и с увеличением расстояния исчезает. В природе в аморфном состоянии могут находиться опал, янтарь, смолы и т. д. Вещества в аморфном состоянии, как и жидкости, текут, только текут они очень медленно.



1. Опишите, как меняется взаимодействие между молекулами вещества с изменением расстояния между ними. **2.** Охарактеризуйте движение частиц вещества в различных агрегатных состояниях. **3.** Объясните свойства веществ в различных агрегатных состояниях на основе МКТ.



ЗАДАНИЕ 1



- Налейте в пластиковую бутылку немного холодной воды и поместите её в морозильную камеру на несколько часов, чтобы образовался лёд. Затем, вынув бутылку со льдом, добавьте в неё воды. Внутри будет находиться вода одновременно в трёх состояниях. Какие это состояния? Какие изменения происходят при медленном нагревании сосуда воздухом помещения?

§ 3

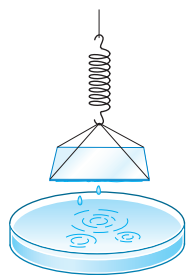
СМАЧИВАНИЕ И НЕСМАЧИВАНИЕ. КАПИЛЛЯРНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

В предыдущем параграфе, говоря об агрегатных состояниях, мы рассматривали взаимодействие молекул одного и того же вещества. Однако взаимодействуют и молекулы разных веществ.

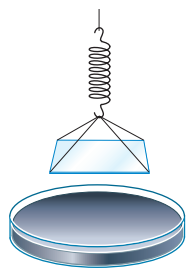
Так, если на поверхность воды положить стеклянную пластину и тянуть за прикреплённую к ней пружину, то оторванная от воды пластина будет покрыта водой (рис. 4, а). Это означает, что разрыв происходит между слоями воды, а не между водой и стеклом. Получается, что *притяжение между молекулами воды меньше, чем притяжение между молекулами воды и молекулами стекла*.

Если бы вместо воды мы взяли ртуть, то стекло осталось бы чистым (рис. 4, б). Это показывает, что *притяжение между молекулами ртути больше, чем притяжение между молекулами ртути и стекла*. Говорят, что вода *смачивает* стекло, а ртуть его *не смачивает*. Ртуть ведёт себя таким образом по отношению почти ко всем твёрдым телам: не смачивает кожу, дерево, пластмассы и др. Тогда как вода смачивает и эти вещества, и многие другие.

Некоторые вещества вода может и не смачивать. Из собственного опыта вам известно, что она не смачивает жирные поверхности. Перья водоплавающих птиц смазаны тонкой плёнкой жира, поэтому птицы выходят из воды сухими.



а)



б)

Рис. 4. Стекло смачивается водой (а), но не смачивается ртутью (б)



Явление
несмачивания
перьев водопла-
вающих птиц

Нефть смачивает перья птиц, и слой пуха, находящийся под ними, намокает. Птицы теряют способность летать, а мокрые перья не могут их согреть. Вот почему для водоплавающих птиц опасны аварии танкеров, перевозящих нефть.

Вода не смачивает поверхности, покрытые воском. Например, воскообразный налёт на листьях некоторых растений не даёт воде заливать так называемые устьица (крошечные отверстия в листьях), в противном случае нарушилось бы дыхание растений.

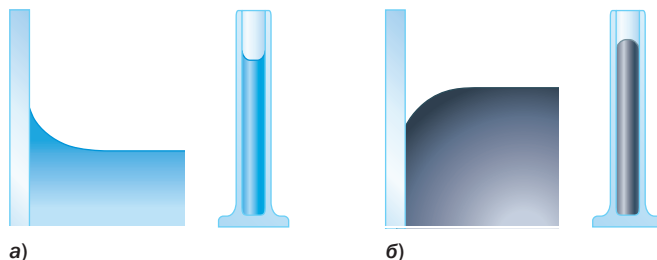
Итак, *если притяжение между молекулами поверхности твёрдого тела и молекулами жидкости, находящейся на этой поверхности, больше, чем притяжение молекул жидкости между собой, то жидкость смачивает поверхность.* Это выражается в растекании жидкости по поверхности твёрдого тела. Такое явление называют **смачиванием**.

Благодаря смачиванию вы можете вытереть руки полотенцем, написать ручкой решение задачи в тетради, постирать одежду и т. д. В технологии красильного производства тоже используют способность жидкостей смачивать ткани.

Если притяжение между молекулами поверхности твёрдого тела и молекулами жидкости, находящейся на этой поверхности, меньше, чем притяжение молекул жидкости между собой, то жидкость не смачивает поверхность. В этом случае жидкость имеет форму немного сплюснутой капли. Вы не раз это могли наблюдать на траве рано утром.

Форма поверхности жидкости вблизи стенок сосуда, в который она налита, зависит от того, смачивает ли жидкость стенки сосуда или нет. Если жидкость смачивает стенки сосуда, то её поверхность у стенок имеет вогнутую форму (рис. 5, а). Это объясняется тем, что в данном случае силы взаимодействия между молекулами жидкости и молекулами стенки больше, чем между молекулами самой жидкости. Жидкость притягивается к стенке, пытаясь растечься по ней. Если же жидкость не смачивает

Рис. 5. Искривление поверхности жидкости вблизи стенок сосуда:
а — смачивание;
б — несмачивание



стенки сосуда, то её поверхность вблизи стенок имеет выпуклую форму (рис. 5, б).

В случае, когда сосуд представляет собой узкую трубку, искривлённой оказывается вся свободная поверхность жидкости. Такую узкую трубку называют **капилляром**.

Искривление поверхности жидкости в капилляре сказывается на поведении всего объёма жидкости. В узких трубках смачивающие жидкости поднимаются выше того уровня, который они занимают в широких трубках (рис. 6, а). Несмачивающие жидкости, наоборот, в узких трубках расположены на более низком уровне, чем в широких (рис. 6, б). Явления подъёма или опускания жидкости в узких трубках называют **капиллярными явлениями**.

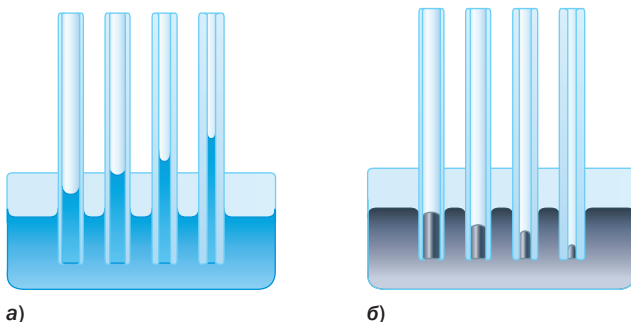
Высота подъёма жидкости в капилляре зависит от рода жидкости и радиуса капилляра.

Капиллярные явления играют очень важную роль в нашей жизни. Благодаря движению жидкости по капиллярам растения получают питание и воду из почвы. Это следует учитывать при обработке почвы. Например, для умень-



Находящаяся в почве вода поднимается по капиллярам и интенсивно испаряется

Рис. 6. Подъём воды (а) и опускание ртути (б) в капиллярах



шения испарения влаги почву необходимо разрыхлять для разрушения капилляров. Материалы, имеющие пористое строение, такие как бумага, дерево, ткани, строительные материалы, могут впитывать влагу. Поэтому для защиты их от влаги используют гидроизоляционные материалы и грунтовки.



1. Что называют смачиванием? **2.** Приведите примеры смачивания и несмачивания водой различных поверхностей. Объясните явления на основе МКТ. **3.** Какие явления называют капиллярными? **4.** От чего зависит высота подъёма жидкости в капилляре?



1. Что нужно сделать, чтобы можно было носить воду в решете?
2. Для того чтобы обувь дольше носилась, рекомендуют обрабатывать её различными специальными кремами и спреями. Объясните, что при этом происходит.



УПРАЖНЕНИЕ 1

- 1.** Перед покраской поверхность металла тщательно обезжиривают. Для чего это делают?
- 2.** Если ткань пропитана маслом, то она перестаёт пропускать воду. С чем это связано?
- 3.** Объясните смысл поговорки «Как с гуся вода». Какое физическое явление лежит в её основе?
- 4.** На сыром грунте следы от шагов намокают. Почему это происходит?



ЗАДАНИЕ 2



- 1.** Возьмите две небольшие прямоугольные стеклянные пластины. Вымойте их и хорошо вытрите. Плотнo прижмите пластины друг к другу. Разъедините их. Теперь проделайте опыт с влажными пластинами. В каком случае разъединить пластины было легче? Почему?



- 2.** Возьмите полоску плотной бумаги шириной 2—3 см. Сделайте на ней подсолнечным маслом простой рисунок, например квадрат, круг, треугольник. Опустите бумагу с рисунком в воду, окрашенную гуашью или акварельной краской. Выньте бумагу из раствора, встряхните её и посмотрите на получившийся рисунок. Можно ли наблюдаемое явление использовать? Для чего?



- 3.** Небольшой участок тыльной стороны кисти руки смажьте вазелином или жирным кремом. С помощью пипетки капните на руку по одной капле воды на смазанную поверхность и на несмазанную. Рассмотрите форму капель и сделайте вывод.

В повседневной жизни *температура* для нас — это величина, характеризующая, *насколько нагреты* те или иные тела. Каждый из вас может отличить тёплое от холодного, горячее от тёплого. Явления, важной характеристикой которых является температура, называют *тепловыми*. К таким явлениям относятся, например, нагревание и охлаждение воды, образование льда, плавление парафина.

Проведём опыт. Опустим одну руку в сосуд с горячей водой, а другую в сосуд с холодной водой и подержим их там в течение некоторого времени. Затем перенесём обе руки в сосуд с тёплой водой. Каковы будут наши ощущения? Одна рука почувствует холод, другая — тепло. Однако через некоторое время обе руки начнут испытывать одинаковые ощущения, соответствующие температуре воды в третьем сосуде.

Перед погружением в третий сосуд руки имели разные температуры, отличающиеся от температуры воды в сосуде. Однако по прошествии времени температуры всех тел стали одинаковыми.

Рассмотренный опыт иллюстрирует важную особенность температуры: *если несколько тел различной температуры привести в соприкосновение друг с другом, то через некоторое время температура всех тел станет одинаковой*. В таком случае говорят, что в системе тел установилось *тепловое равновесие*. На достижении теплового равновесия основана процедура измерения температуры.

Температуру измеряют с помощью термометра. Вспомните, как вы измеряете температуру собственного тела медицинским термометром (в быту его называют градусником) — зажимаете его под мышкой. Вначале термометр холодит тело, затем ощущение холода исчезает. Через 10 мин вы вынимаете термометр и смотрите, какую температуру он показывает.



а)



б)

Примеры тепловых явлений:
а — таяние льда;
б — замерзание воды



Плавление парафина



Максимальный
термометр

Температуру чего показывает термометр? Ответ вам кажется очевидным: температуру вашего тела. Но не торопитесь. Он показывает собственную температуру. Мы помещаем термометр под мышку для того, чтобы привести его в плотное соприкосновение с телом, тогда температура термометра через небольшой промежуток времени станет равной температуре нашего тела. Между телом и термометром устанавливается тепловое равновесие.

Термометр содержит рабочее вещество, свойства которого изменяются при изменении температуры. Так, принцип действия жидкостного термометра основан на расширении жидкостей при нагревании. Приходя в тепловое равновесие с телом, температура которого измеряется, жидкость изменяет свой объём. О температуре тела судят по длине столбика жидкости.

Как только вы достали из-под руки термометр, его температура должна понизиться, приближаясь к температуре окружающего воздуха. Но показания термометра не меняются, потому что в его капилляре сделано специальное сужение, которое разрывает столб ртути, не давая ей опускаться. Таким образом, медицинский термометр фиксирует максимальную температуру, поэтому его называют максимальным. Другие термометры, не имеющие такого сужения, до снятия показаний нельзя вынимать из среды, температуру которой они измеряют.

Чтобы по длине столбика жидкости можно было определять температуру, термометр должен иметь шкалу. Одной из наиболее распространённых в практике температурных шкал является *шкала Цельсия*, названная в честь шведского учёного **Андерса Цельсия** (1701—1744), предложившего её в 1742 г. Шкала Цельсия основана на двух фиксированных значениях температуры — таяния льда и кипения воды при нормальном атмосферном давлении. Температура по шкале Цельсия обозначается буквой t и измеряется в *градусах Цельсия* ($^{\circ}\text{C}$).

Чтобы получить шкалу термометра, опустим его в тающий лёд и, дождавшись, когда столбик жидкости прекратит движение, обозначим его положение отметкой $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Затем погрузим термометр в кипящую воду и сделаем отметку $100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Разделив промежуток между этими двумя отметками на 100 одинаковых частей, получим термометр, проградуированный по шкале Цельсия. Перемещение столбика жидкости на одно деление соответствует изменению температуры на $1\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Прообраз термометра (термоскоп) был изобретён уже к началу XVII в. К середине XVIII в. термоскопы стали термометрами — они были снабжены шкалами, и учёные получили возможность определять числовое значение температуры. Но что же характеризует температура? Правильный ответ на этот вопрос появился только в середине XIX в.

Как вы знаете, с ростом температуры жидкости броуновские частицы начинают двигаться быстрее. Значит, при повышении температуры быстрее движутся молекулы жидкости, толкающие броуновские частицы. Именно поэтому беспорядочное движение молекул называют **тепловым**.

Отличие механического движения от теплового заключается в том, что механическое движение совершает отдельная частица и для любого момента времени можно определить её положение и скорость. В тепловом же движении участвует огромное число молекул, и зафиксировать информацию о положении и скорости каждой из них просто невозможно. Изучая тепловое движение, вводят характеристики, относящиеся не к отдельным частицам, а к совокупностям большого числа частиц.

В процессе установления теплового равновесия горячие тела остывают, холодные нагреваются и в результате их температуры выравниваются. А что это означает с молекулярной точки зрения? Молекулы тел при столкновениях обмениваются между собой энергией. За счёт бесчисленных столкновений средние кинетиче-

ские энергии молекул соприкасающихся тел выравниваются. Итак, когда тела приходят в тепловое равновесие и принимают одинаковую температуру, средние кинетические энергии их молекул становятся одинаковыми.

Таким образом, *температура характеризует среднюю кинетическую энергию теплового движения молекул.*

Подчеркнём, что температура характеризует тело в целом, среднюю кинетическую энергию огромного числа молекул¹, а не отдельную молекулу. Молекулы тела совершают беспорядочное движение, их скорости и кинетические энергии изменяются. Средняя же кинетическая энергия молекул при данной температуре остаётся неизменной.

Увеличение средней кинетической энергии молекул воспринимается нами как повышение температуры тела, а уменьшение — как её понижение. Если бы молекулы перестали двигаться, то кинетическая энергия каждой молекулы, а значит, и средняя кинетическая энергия молекул были бы равны нулю. Температуру, при которой в теле прекратилось бы тепловое движение, называют *абсолютным нулём*. Мень-

шей температуры в природе не существует. По шкале Цельсия абсолютный нуль равен $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Абсолютный нуль служит началом отсчёта температурной шкалы Кельвина (рис. 7), названной по имени британского физика **Томсона Уильяма Кельвина** (1824—1907). Эту шкалу используют в научных исследованиях. Температура по шкале Кельвина обозначается буквой *T*. Единицей температуры по этой шкале является *кельвин* (К). Для разности температур один кельвин равен одному градусу Цельсия: $1\text{ К} = 1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Поскольку по шкале



Рис. 7. Соответствие температур по разным шкалам

¹ Эта величина получится, если сумму кинетических энергий молекул разделить на их общее число.

Цельсия абсолютному нулю соответствует температура $-273,15^{\circ}\text{C}$ (при вычислениях округляют до -273°C), то связь температур по шкале Кельвина и по шкале Цельсия выражается соотношением:

$$T = t + 273.$$



- 1.** Приведите примеры тепловых явлений. **2.** Что такое тепловое равновесие? **3.** Почему обычный термометр, в отличие от максимального, нельзя вынимать из среды, температуру которой измеряют? **4.** Чем отличается тепловое движение от механического? **5.** Что характеризует температура? Каковы её единицы? **6.** Как связана температура тела со скоростью теплового движения его молекул? Какие явления это доказывают? **7.** Что такое абсолютный нуль температуры? **8.** Каким соотношением выражается связь температур по шкале Кельвина и шкале Цельсия?



УПРАЖНЕНИЕ 2

1. Температура тела изменилась от 25 до 27°C . На сколько градусов оно нагрелось: а) по шкале Цельсия; б) по шкале Кельвина?
2. Переведите значения температуры: а) в градусы Цельсия: 300 K , 220 K , 273 K , 673 K ; б) в кельвины: 127°C , -27°C , $36,6^{\circ}\text{C}$.
3. Расположите значения температуры в каждом случае в порядке возрастания: а) 273 K , 10°C ; б) 27°C , 290 K ; в) 0°C , 0 K .



ЗАДАНИЕ 3



- 1.** Измерьте температуру воздуха в тени на улице. Внесите термометр в комнату. Как меняется его показание? В какой момент вы можете сказать, чему равна температура воздуха в комнате?



Постройте график зависимости показаний термометра t от времени τ . Интервал времени возьмите равным 30 с .



- 2.** Найдите информацию о температурной шкале Фаренгейта. Представьте её одноклассникам в виде презентации.

- 3.** Перед вами стоит задача выяснить, как зависит давление газа от его объёма и температуры. Придумайте, как это можно сделать, используя воздушный шарик и резиновый мячик.

Это любопытно...

Особенность расширения воды

Как правило, твёрдые тела, жидкости и газы при нагревании расширяются, а при охлаждении сжимаются.

Вода обладает особым свойством, отличающим её от большинства веществ, — при нагревании от 0 до 4°C её объём не увеличивается, а умень-

шается. Только начиная с $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ объём воды начинает при нагревании возрастать. Это означает, что при температуре $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ плотность воды максимальна.

Отмеченное особое свойство воды приводит к тому, что в глубоких водоёмах даже при очень низкой температуре воздуха вода имеет температуру около $4\text{ }^{\circ}\text{C}$. При охлаждении воды плотность её верхних слоёв увеличивается, и они опускаются вниз. После достижения воздухом температуры $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ дальнейшее охлаждение уменьшает плотность воды, в результате чего холодные слои остаются на поверхности.



Из параграфа вы узнали, что на расширении жидкостей при нагревании основан принцип действия жидкостного термометра. Жидкостью, залитой в термометр, обычно является спирт или ртуть. А что будет, если использовать воду?

Причина теплового расширения твёрдых тел

Тепловое расширение твёрдых тел было продемонстрировано в 7 классе на опыте с металлическим шаром и кольцом. В ненагретом состоянии шар легко проходил сквозь кольцо, а после нагревания застревал в нём. Можете ли вы объяснить это на основе молекулярно-кинетической теории? Сделать это не так просто, как кажется на первый взгляд. Попробуем разобраться.

С увеличением температуры увеличиваются скорости молекул и в результате увеличивается размах их колебаний около положений равновесия. Рассмотрим две соседние молекулы. Предположим для простоты, что молекула 1 неподвижна, а молекула 2 колеблется около точки O

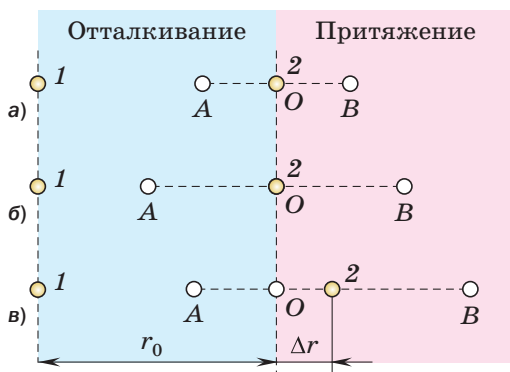


Рис. 8. Объяснение теплового расширения твёрдых тел на основе МКТ

(рис. 8, а). Чем выше температура тела, тем больше размах AB колебаний молекулы 2 (рис. 8, б). Однако среднее расстояние между молекулами 1 и 2 при этом не меняется. Значит, и размер тела должен оставаться неизменным. Как же тогда объяснить тепловое расширение?

В нашем рассуждении мы предполагали, что максимальные отклонения молекулы 2 влево и вправо одинаковы ($AO = OB$). Оказывается, это не так. Дело в том, что сила отталкивания, действующая

щая на молекулу 2 при её движении от положения равновесия влево, возрастает с расстоянием быстрее, чем сила притяжения, действующая при движении вправо. Это приводит к тому, что максимальное отклонение молекулы 2 влево оказывается меньше максимального отклонения вправо: $AO < OB$. В результате среднее положение молекулы 2 не совпадает с положением равновесия, а смещено вправо на расстояние $\Delta r = \frac{OB - AO}{2}$

(рис. 8, в).

Чем больше энергия молекулы 2, тем больше смещение Δr её среднего положения и тем больше среднее расстояние между молекулами 1 и 2. Таким образом, нагревание приводит к тому, что среднее расстояние между молекулами увеличивается.

§ 5

ВНУТРЕННЯЯ ЭНЕРГИЯ

Вам известны два вида механической энергии: **потенциальная** и **кинетическая**. Потенциальная энергия — это энергия взаимодействия тел или частей одного тела, кинетическая — это энергия движущихся тел.

В любом веществе, независимо от его агрегатного состояния (твёрдого, жидкого, газообразного), молекулы находятся в тепловом движении. Следовательно, даже если само тело покоится, его молекулы обладают кинетической энергией. Молекулы тела взаимодействуют между собой, поэтому обладают потенциальной энергией.

Сумму кинетической энергии теплового движения всех молекул тела и потенциальной энергии их взаимодействия между собой называют внутренней энергией тела.

Внутреннюю энергию обозначают буквой U и измеряют в *джоулях* (Дж).

Кинетическая и потенциальная энергия одной молекулы — очень маленькая величина. Но суммарная энергия всех молекул, которые содержатся в теле, велика.



а)



б)

Тела, обладающие потенциальной энергией:

а — деформированная пружина;

б — камень, поднятый над землёй



а)



б)

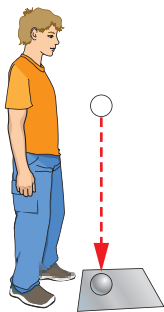
Движущиеся тела обладают кинетической энергией:

а — парящая птица;

б — движущийся поезд



а)



б)

Рис. 9. Механическая энергия свинцового шара после удара перешла во внутреннюю энергию шара и плиты

В различных процессах, происходящих с телами, их механическая энергия (кинетическая и потенциальная энергия) и внутренняя энергия могут переходить друг в друга.

Чтобы убедиться в том, что механическая энергия может перейти во внутреннюю, проведём следующий опыт. Возьмём свинцовый шар, поднимем его над свинцовой плитой (рис. 9, а) и отпустим. При падении высота шара над плитой уменьшается, а его скорость увеличивается (рис. 9, б). Поэтому потенциальная энергия шара уменьшается, а кинетическая — возрастает. После падения на плиту он остановится. И кинетическая, и потенциальная энергия шара станут равными нулю. Но это не значит, что энергия исчезла.

Внимательно осмотрев шар, обнаружим, что он деформировался. Значит, расстояния между его молекулами изменились, а поэтому изменилась и потенциальная энергия их взаимодействия. Если же измерить температуру шара сразу после удара, обнаружится, что он нагрелся. Значит, увеличилась средняя кинетическая энергия его молекул, а поэтому и суммарная кинетическая энергия молекул.

Итак, внутренняя энергия шара изменилась. Плита в результате взаимодействия с шаром тоже деформировалась и нагрелась. Таким образом, механическая энергия шара перешла во внутреннюю энергию шара и плиты.

Приведём другие примеры перехода механической энергии тела в его внутреннюю энергию. При движении тела в присутствии трения нагревание соприкасающихся поверхностей может быть очень сильным. Так, при торможении поезда тормозные колодки значительно нагреваются. Следовательно, увеличивается внутренняя энергия тормозных колодок (части поезда), а кинетическая энергия поезда уменьшается.

Трение увеличивает и внутреннюю энергию возвращающегося с орбиты космического аппарата перед посадкой на Землю. Поэтому на