

**ФИЗИКА
ДЛЯ 9 КЛАССА**
УЧЕНИЕ О ТЕПЛОТЕ,
УЧЕНИЕ ОБ ЭЛЕКТРИЧЕСТВЕ,
ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГИЯ

Учебник соответствует государственной учебной программе.

Яан Паавер, Эрkki Темпел

ФИЗИКА ДЛЯ 9 КЛАССА

э-учебник: <http://õpik.füüsika.ee>

Рецензенты Риина Мурулайд, Вирги Рооп

Редактор Кайдо Рейвелт

Оформление Хейси Вяльак

Чертежи Нильс Ауста

Рисунки Урмас Немвальтс

Благодарим:

Дмитрий Хорош, Мадис Кииск, Яаак Кикас, Тайво Йыгиаас, Сири Суурсоо, Айле Тамм, Кристел Уйбоупин, Ээро Уусталу, Тыну Виик, Бруке Йеани.

Издатель: Maurus Kirjastus OÜ 2018

Tartu mnt 74, 10144 Tallinn

www.kirjastusmaurus.ee

e-post: tellimine@kirjastusmaurus.ee

ISBN 978-9949-641-71-0

Авторские права: Eesti Füüsika Selts, Jaan Paaver, Erkki Tempel 2018

Все права на настоящее издание защищены законом. Без письменного разрешения владельца авторских прав ни одну часть этого издания размножить не разрешается (ни механическим, ни любым другим способом).

Яан Паавер, Эрки Темпел

ФИЗИКА ДЛЯ 9 КЛАССА

УЧЕНИЕ О ТЕПЛОТЕ,
УЧЕНИЕ ОБ ЭЛЕКТРИЧЕСТВЕ,
ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГИЯ

Содержание

МОДЕЛЬ СТРОЕНИЯ ВЕЩЕСТВА. ТЕПЛОЕ ДВИЖЕНИЕ	6
Что такое атом?	6
Состояния вещества: твердое, жидкое и газообразное	11
Частицы вещества, температура, внутренняя энергия	17
Тепловое расширение	20
Измерение температуры и температурные шкалы	24
ТЕПЛОПЕРЕДАЧА. НАГРЕВАНИЕ И ОХЛАЖДЕНИЕ ТЕЛ	26
Теплота движется	26
Виды теплопередачи	29
Нагревание и охлаждение тел	35
Теплота в практике	41
ИЗМЕНЕНИЕ СОСТОЯНИЙ ВЕЩЕСТВА	49
Плавление и отвердевание. Теплота плавления	49
Парообразование и конденсация. Теплота парообразования	54
Изменение состояний вещества в практике	59
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ	64
Что такое электричество?	64
Электрический заряд и заряженное тело	66
Электрическое взаимодействие	69
Носители заряда	77
ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК	81
Электрический ток. Сила тока	81
Источники тока. Напряжение	89
Электрические цепи	94
Закон Ома. Сопrotивление	100
ЭНЕРГИЯ	108
Электроэнергия и электрическая сеть	108
Работа электрического тока	114
Безопасность	120
МАГНИТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ	123
Магниты	123
Электромагниты	130
ЯДЕРНЫЕ РЕАКЦИИ. РАДИОАКТИВНОСТЬ	135
Ядро атома	135
Ядерные реакции. Энергия связи ядра	138
Ионизирующее излучение. Естественные и искусственные источники ионизирующего излучения	141
Слияние легких ядер. Солнце	149
Расщепление ядер. Цепная реакция	151
Атомная электростанция	152
ПРИЛОЖЕНИЯ	154
Основные таблицы	154
Предметный указатель	159

Предисловие

Этот учебник писать было очень интересно. Когда о таких необходимых вещах как, например, теплопроводность или электрическая сила уже было написано, в голову часто приходил целый ряд новых, на первый взгляд, простых вопросов. К примеру: как действует клей? Что происходит с куском булки в тостере? Можно ли в космосе пребывать без скафандра или в этом случае сразу же превратишься в ледышку? Соответствует ли истине подчерпнутое в интернете утверждение, что с помощью тепловизионной (инфракрасной камеры) можно выявить в небе дождевые облака? Что измеряет направленный в небо инфракрасный термометр? Можно ли самому построить камеру Вильсона (туманную камеру) и исследовать космическое излучение? Как это все-таки возможно, что электрическое поле, созданное на электростанции, заставляет двигаться электроны, находящиеся в Тартуской электросети? Как работает мотор дрона? Если построить из провода и магнита динамик, то будет ли он работать как микрофон?

Если на эти и на другие вопросы этот учебник и не даст исчерпывающих ответов, то упомянуты будут многие из них. О некоторых будет рассказано дополнительно к основному материалу. А физические темы, рассматриваемые в настоящем учебнике, дадут нам возможность подходить к подобным вопросам с научной точки зрения.

В учебнике имеется много ссылок на компьютерное моделирование. При первом знакомстве многое из этого может вызвать недоумение. Но лучше пусть будет недоумение, чем иллюзия, что в природе все так просто и понятно.

Надеемся, что ваше путешествие по страницам этого учебника физики окажется увлекательным.

АВТОРЫ

МОДЕЛЬ СТРОЕНИЯ ВЕЩЕСТВА. ТЕПЛОВОЕ ДВИЖЕНИЕ

Что такое атом?

Современное представление об атоме

В этом курсе мы будем изучать такие явления, с которыми в повседневной жизни мы уже знакомы. Например, всем известно, что если налить в чашку горячий чай, то ручка чашки понемногу будет нагреваться (такие явления рассматривает **учение о теплоте**). Знакомы нам и многочисленные **электрические явления** (электричество доставляет в комнату свет, приводит в действие многие домашние приборы и т.д.)



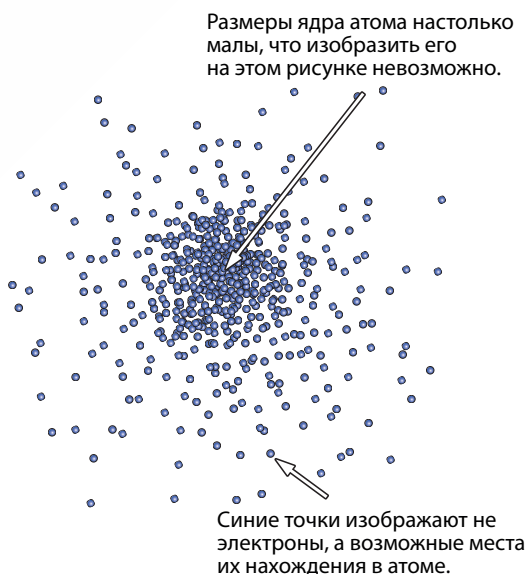
Одно важное свойство Вселенной, которое открыли для себя люди – это то, что все тела состоят из атомов.

Уже в 7 классе вы учили на уроках природоведения, что все тела состоят из атомов и молекул. В 8 классе на уроках химии вы познакомились с химическими реакциями.

В этом курсе физики вы узнаете, как тепловые и электрические свойства тел связаны с их внутренним строением. Но поскольку физики лучше всего знакомы с микромиром, то прежде всего поговорим снова об атомах и молекулах.

Каким является современное представление о строении атома? В настоящее время многие эксперименты доказали, что ядро атома состоит из положительно заряженных **протонов** и нейтральных (не несущих заряда) **нейтронов**. Их общее название – **нуклоны**. Протон и нейтрон обладают практически одинаковой массой, равной массе ядра атома водорода. Протоны и нейтроны составляют большую часть массы атома.

Для изображения на рисунке размеры ядра атома пренебрежимо малы. Однако в нем сосредоточена практически вся масса атома. Электроны являются очень легкими и малыми по размерам частицами. Они располагаются вокруг ядра в определенных областях атома. Однако они могут двигаться как внутри атома, так и между атомами. В то же время законы квантовой механики не позволяют измерить одновременно местоположение электрона и его скорость. Следовательно, у электрона отсутствует траектория. Самое точное, что можно сделать, это определить в какой-то момент времени местоположение электрона, не зная в то же время ничего об его скорости. Так формируется представление об электронном облаке.



Естественно, что в атомах и молекулах имеются и **электроны**. Но это «наличие» электронов нельзя себе представлять как движение по какой-то траектории – будь-то она хоть круговой, хоть любой другой. По представлениям современной физики электрон не может иметь какую-то траекторию. Скорее ее можно представить в виде облака – **электронного облака**.

Электронное облако – это физическая модель. Она иллюстрирует обстоятельство, что невозможно точно знать, где находится электрон. Но мы знаем, что он находится где-то внутри этого облака. Выше вероятность найти электрон в более плотных областях облака. О траектории электрона говорить нельзя, поскольку по законам квантовой механики невозможно измерить одновременно местоположение электрона и его скорость.

Изображение электронного облака можно исследовать, используя компьютерное моделирование. Изображение электронного облака возникает, если много раз измерять местоположение электрона.

Только электронное облако атома водорода может быть шарообразным. Электронные облака атомов с большей массой и электронные облака молекул имеют большие размеры и другие формы. Все же, **физически корректное изображение атомов и молекул** всегда означает обозначение местоположения ядра атома или ядер атомов и изображение электронного облака.



На примере этой модели можно представить, как из многочисленных измерений местоположения электрона (красные точки) создается изображение электронного облака.

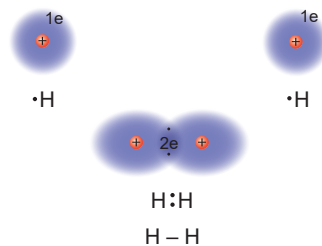


Эволюция моделей атома.
Представление ученых об атомах прошло длительный и поучительный путь.

Как изобразить атомы и молекулы?

В естествознании редко говорят об одиночных атомах. В химии и биологии более важными являются молекулы, состоящие из многих атомов. Что же происходит с электронами в молекулах?

В химии вы уже познакомились со **сложными веществами или химическими соединениями**. Вы знаете, что **ковалентная связь** – это связь, возникшая за счет общих электронных пар. **Ионная же связь** возникает за счет притяжения противоположно заряженных ионов. Естественно, что возникновение химических связей можно объяснить и на языке физики. Тем более, что именно физика является той наукой, которая глубже вторгается в особенности строения вещества, снабжая в числе других и химию своим «оружием» для исследований. В нашем курсе мы только мимоходом коснемся физики микромира, оставляя тем самым в стороне вопросы, связанные с квантовыми компьютерами, телепортацией, возникновением Вселенной и пр. Скажем просто, что



Возникновение ковалентной связи между двумя атомами водорода.

ковалентную связь создает электронное облако внешних электронов, которое захватывает оба участвующих в этой связи атома. Подчеркнем также, что нельзя говорить о движении электронов вокруг обоих атомов – электроны не имеют траектории движения, их можно просто с определенной вероятностью найти в том или ином месте. При первом знакомстве законы микромира могут показаться странными.

Как же тогда изобразить молекулу?

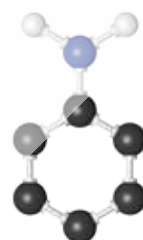
Любое облако, включая и электронное, изобразить сложно – куда поместить границу облака? Ведь облако в различных его частях имеет различную плотность. Часто его плотность в середине больше, чем по краям. Решением является выбор границы облака по какому-то конкретному значению плотности этого облака. Так поступают и с электронным облаком.

Рассмотрим этот процесс на примере электронного облака одной сложной молекулы. И сравним полученное изображение с моделями известных молекул.

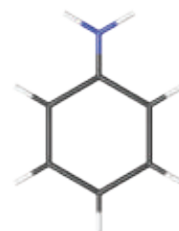
На рисунке изображено электронное облако молекулы циклогексилamina. Рисунок приведен для различных плотностей электронного облака, принимаемых за его границу. На правой стороне рисунка изображены различные модели молекулы. Сравните изображения на левой и правой сторонах.



Электронное облако находится близко к ядрам атомов. Если мы проведем границу облака по довольно большой плотности облака, то получим такую картину. На правой стороне рисунка вы видите знакомую уже модель молекулы. Она довольно схожа с левым изображением.



Граница электронного облака, проведенная по средней плотности облака. На правой стороне рисунка вы видите еще одну знакомую модель молекулы, которая похожа на изображение слева.

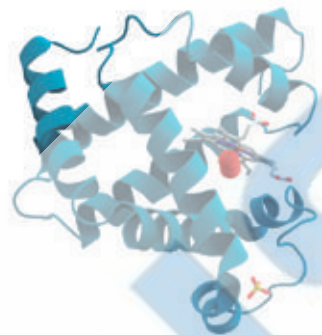


Если мы выберем границей электронного облака области с малой плотностью облака, то получим такую картину. Вероятно, и такие модели молекул вы уже видели.



Биологические молекулы часто очень большие и сложные. При отображении их структур отдельные атомы и их электронные облака не изображаются.

В этом учебнике упор делается на физические свойства вещества. Несмотря на то, что язык физики, химии и биологии иногда отличается друг от друга, стоит помнить, что их объектом исследования является природа. А законы природы универсальны. Попробуем показать это и на последующих примерах.



Современное представление о свете

В восьмом классе изучалось, что свет представляет собой электромагнитную волну, которая излучается источником света. И что распространение света можно описать с помощью закономерностей так называемой лучевой (геометрической) оптики. Мы не исследовали, что происходит, например, тогда, когда свет поглощается в экране или в светофильтре.

По современным представлениям, свет квантован - это означает, что свет состоит из частиц. **Частицы света (кванты) называются фотонами.**

При взаимодействии света с веществом энергия и импульс передаются с помощью фотонов.

Каждый фотон обладает определенной энергией. Если частота фотона f , то энергия фотона E определяется выражением:

$$E = hf,$$

Где h ($= 6,626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$) называется постоянной Планка.

От энергии фотона (следовательно и от длины волны света λ) зависит какие процессы этот фотон может вызвать. Обычно энергию фотона измеряют в электронвольтах (eV). Один электронвольт - это очень маленькая энергия ($1\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$).

Миоглобин – это белок, связывающий кислород (физики говорят – молекула), который находится в мышцах. Спиралевидные образования – это так называемые альфа-спирали, которые состоят из атомов кислорода, азота и углерода. Изображение электронного облака таких молекул является довольно сложной задачей.

РЕЗЮМЕ

Современное представление об атоме

Ядро атома состоит из положительно заряженных протонов и не несущих заряда (нейтральных) нейтронов. Их общее название – нуклоны. Вокруг ядра атома располагаются электроны. Электрон изображается электронным облаком.

Электронное облако

Электронное облако является физической моделью, на которой иллюстрируется то обстоятельство, что невозможно знать точно, где находится электрон. Однако известно, что он находится где-то в этом облаке. Большая вероятность нахождения электрона там, где находятся области облака с повышенной плотностью. Поскольку по законам квантовой механики одновременно измерить местоположение электрона и его скорость невозможно, то и говорить о траектории электрона нельзя.

Химическая связь

Химическая связь – это устойчивая сила притяжения между атомами, ионами или молекулами. Она делает возможным образование химических соединений.

УПРАЖНЕНИЯ

1. При изображении атомов и молекул электронное облако, как правило, не рисуют. Назовите две причины, почему его не рисуют.
2. Ядерные частицы называют нуклонами. В Женеве находится самый большой в мире ускоритель частиц. Этот ускоритель называется Большой Адронный Коллайдер. В переводе с английского (Large Hadron Collider) это означает Большой Адронный «Сталкиватель» (это ускоритель, работающий на встречных сталкивающихся пучках частиц. Примечание переводчика). Что это за частицы – адроны, и чем они отличаются от нуклонов? Для нахождения ответа используйте интернет.

Состояние вещества: твердое, жидкое и газообразное

Вспоминаем

В учении о теплоте **телами** называются все окружающие нас объекты или предметы.

Мы уже знаем, что **все тела состоят либо из одного вещества, либо представляют собой смесь веществ. Вещество, в свою очередь, состоит из частиц вещества. В зависимости от того, с каким веществом мы имеем дело, этими частицами могут быть как молекулы, ионы, так и атомы.** Вода, например, состоит из молекул. Воздух тоже состоит из молекул, но это уже смесь нескольких веществ. А поваренная соль и питьевая сода состоят из ионов. Самыми известными атомарными веществами являются графит и алмаз.

Вещество может находиться в трех агрегатных состояниях (или просто – состояниях): **твердом, жидком и газообразном.**

Далее познакомимся поближе, как располагаются и как влияют друг на друга частицы вещества, находящегося в различных состояниях.

Твердое тело – вещество в твердом состоянии

В твердом веществе **частицы этого вещества расположены очень близко друг к другу.** В кристаллических веществах частицы вещества располагаются упорядоченно. Например, в кристалле поваренной соли каждый ион натрия (Na^+) окружен шестью ионами хлора (Cl^-), и каждый ион хлора окружен шестью ионами натрия. В то же время в стеклах и полимерах, которые также являются твердыми телами, атомы не располагаются упорядоченно.

Все частицы вещества влияют друг на друга – между ними существуют силы притяжения и силы отталкивания. Можно пояснить это. Представим себе, что частицы вещества скреплены между собой пружинками. Если мы прижмем друг к другу частицы, то в пружинках возникнут силы отталкивания, которые будут отталкивать частицы друг от друга. Если же частицы отождим друг от друга, то упругие силы пружинки будут стремиться притянуть частицы друг к другу.

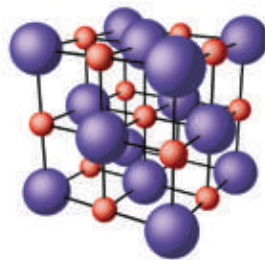


Молекулы, ионы и атомы.

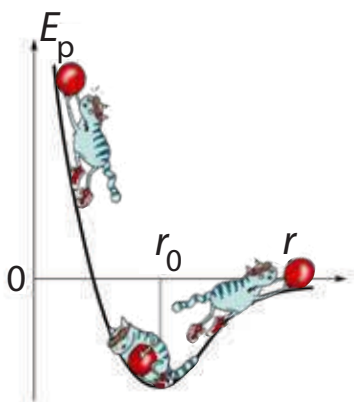


А что такое древесина?

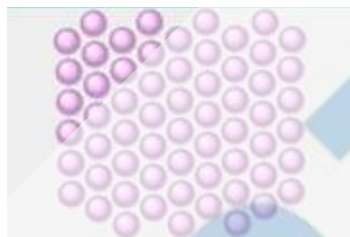
Комбинированием между собой двух или более материалов, которые часто имеют совершенно различные свойства, создаются композитные материалы или просто композиты. Таким образом, в большинстве случаев и создаются новый материал с уникальными свойствами.



Модель кристалла поваренной соли, построенная из шариков. Синим цветом обозначены ионы хлора, а красным – ионы натрия.



Зависимость потенциальной энергии взаимодействия атомов от межатомного расстояния. Длина связи или межатомное расстояние в твердом теле (r_0) определяется минимумом кривой потенциальной энергии (E_p).



В твердом теле каждая частица вещества остается практически на своем месте. Она только колеблется около него.

На снимке приведена граница раздела двух материалов – TiO_2 и $SrTiO_3$. Так ее можно «увидеть» в электронном микроскопе (точнее в просвечивающем электронном микроскопе, а если быть еще более точным, то это изображение HAADF – HRSTEM). Здесь ясно видны отдельные молекулы обоих материалов. Видно также, что граница раздела двух материалов не совсем гладкая и что некоторые молекулы $SrTiO_3$ заходят в слой TiO_2 .

Такое взаимодействие частиц вещества является причиной того, что частицы имеют **потенциальную энергию** – примерно также, как и Земля, которая вследствие гравитационного притяжения сообщает всем телам потенциальную энергию.

Какая же таинственная сила действует между частицами? Ведь в кристалле поваренной соли пружинок нет.

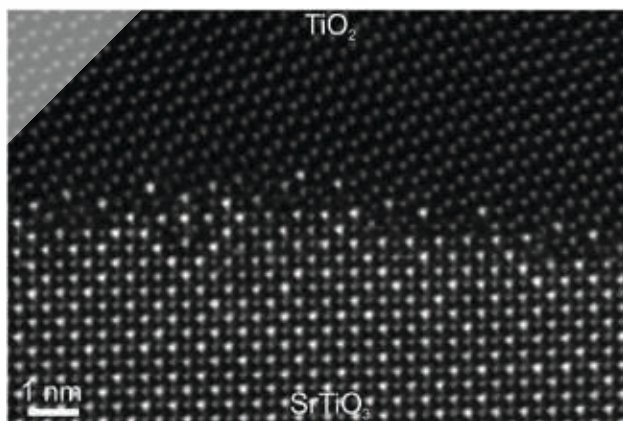
Действующая между ионами натрия и хлора сила притяжения является электрической силой. О ней и о связи, которая в химии называется ионной связью, мы поговорим подробнее во второй части этого учебника.

Причиной возникновения силы отталкивания является принцип запрета – две частицы одного вещества не могут одновременно находиться в одном и том же месте. Таким образом, как только электронные облака атомов начнут соприкасаться, сразу же между атомами возникает сила отталкивания.

В твердом веществе его частицы колеблются около точки равновесия сил притяжения и отталкивания. Движение частиц вещества означает, что помимо **потенциальной энергии**, обусловленной притяжением и отталкиванием, они обладают также **кинетической энергией**. Такие колебания можно исследовать при помощи компьютерного моделирования.

В твердых телах кинетическая энергия частиц вещества гораздо меньше потенциальной энергии сил притяжения, действующих между частицами. Если бы это было наоборот, то частицы твердого тела просто разлетелись бы по сторонам.

В настоящее время ученые могут определять местоположение даже одиночных атомов и молекул.



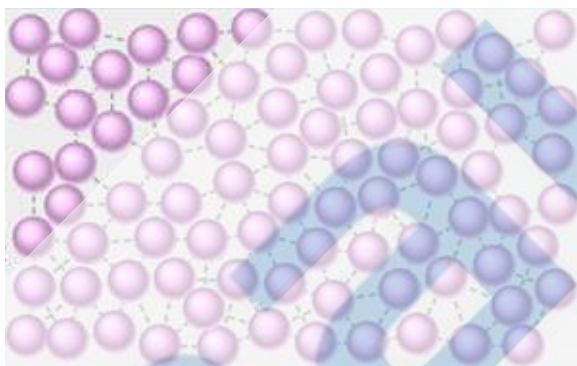
Жидкость

Жидкости мы распознаем по их текучести. Поскольку они не сохраняют свою форму, из них невозможно изготовить предметы. Если налить жидкость в сосуд, то поскольку гравитационная сила притягивает ее к земле, то она принимает форму сосуда.

Если жидкость в сосуде неподвижна, то частицы вещества колеблются в основном каждая на своем месте – также как и в твердом веществе. **Но в отличие от твердого вещества, частицы жидкости способны еще и двигаться** – время от времени они проникают за соседние частицы.

В жидкостях кинетическая энергия частиц вещества по порядку величины такая же, как и потенциальная энергия, обусловленная силами притяжения.

Движение частиц вещества в жидкости можно изучать при помощи компьютерного моделирования.



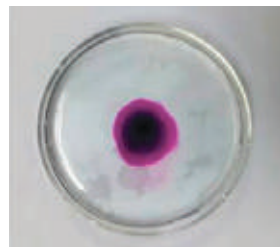
Примерно в таких пределах двигаются атомы и молекулы в жидкостях. Проследив движение одиночного атома, сравните его с поведением атома в твердых телах.

Из движения частиц жидкости в компьютерной модели (также и из повседневной жизни) должно быть ясно, что смешение двух жидкостей без дополнительного размешивания должно занимать определенное время. Все же они смешиваются и тогда, когда они неподвижны. Например, если в воду мы опустим несколько крупинок марганцовокислого калия (растворимое в воде вещество фиолетового цвета), то оно и без размешивания через несколько часов приобретет однородный фиолетовый цвет. **Такое «самосмешение» веществ называется диффузией.** Диффузия жидкостей очень важна для растений, поскольку именно посредством диффузии растения получают нужные питательные вещества.

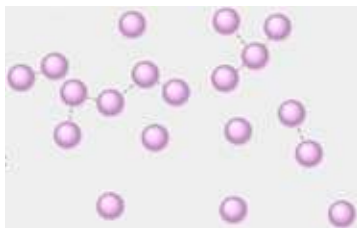


Броуновское движение. Как мы узнаем, что частицы вещества действительно хаотически движутся? Для этого можно исследовать Броуновское движение. Доступный всем эксперимент находится здесь.

Читай дальше



Марганцовокислый калий растворяется, и происходит диффузия.



Так можно себе представить движение частиц вещества в газе.



В начале этого опыта сосуды, заполненные воздухом и парами брома (газ коричневого цвета), соединяют между собой. В процессе опыта видно, как пары брома диффундируют в воздух.



Газ

Газы отличаются от жидкостей и твердых тел тем, что в них частицы вещества отстоят далеко друг от друга. В газе среднее расстояние между двумя частицами вещества в сотни раз больше радиуса этих частиц. Поэтому и силы, действующие между частицами, малы, и сами частицы двигаются свободнее.

В газах частицы двигаются беспорядочно, но прямолинейно. Они изменяют свое направление только тогда, когда сталкиваются с другими частицами.

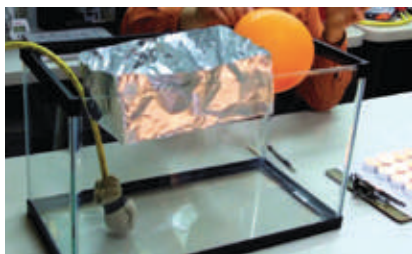
В газах кинетическая энергия частиц намного больше их потенциальной энергии, обусловленной силами притяжения между частицами.

Интересно, что механические свойства газов и жидкостей схожи. Поэтому у них имеется и общее название – по-эстонски «voolised», по-английски «fluids» (на русском языке можно было бы назвать «текучие вещества» – примечание переводчика). Например, диффузия проявляется не только в жидкостях, но и в газах. Причем в последних даже сильнее. Если в одном конце класса открыть бутылку с пахучим веществом, то через некоторое время запах будет ощущаться и в другом конце класса. Если приведенные здесь модели сравнить, то должна быть ясной и причина этого: поскольку в газах длина свободного пробега частиц значительно больше, то и проникают они дальше.

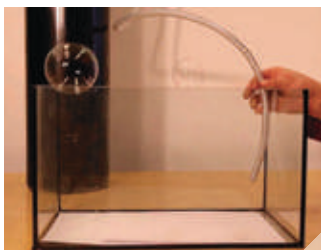


Моделирование показывает, как молекулы двух газов перемешиваются между собой.

Опытным путем можно продемонстрировать, что газы, которые тяжелее, чем воздух (т.е. в среднем с большей молярной массой, чем воздух), заполняют сосуды так же, как и жидкости. В качестве тяжелого газа можно использовать, например, углекислый газ или в качестве особенно тяжелого – гексафторид серы (элегаз).



Лодочка плавает в аквариуме, заполненном тяжелым газом – гексафторидом серы. Если этот газ налить в лодочку, то она утонет.



Мыльные пузыри плавают в аквариуме, наполненном углекислым газом.

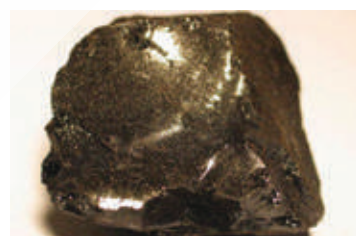
Диффузия мало-помалу уменьшает количество тяжелого газа в открытых сосудах.

Другие вещества

Не все вещества являются только твердыми, жидкими или газообразными.

Например, некоторые вещества хотя и являются текучими, но текут очень медленно. Они называются **аморфными веществами** (в эстонском языке они могут еще называться «tahke vedelik» – твердотельными жидкостями – примечание переводчика). Текучесть аморфных веществ зависит от температуры – при низкой температуре их текучесть очень мала. Аморфным веществом является, например, смола. Если кусок смолы, который выглядит как твердый, оставить на долгое время на столе, то он расплывется там как жидкость.

Имеются еще и более странные вещества. Например, в магазинах игрушек продается так называемый умный пластилин. При медленной деформации он ведет себя как вязкая жидкость, а при быстрой деформации – как упругое твердое вещество. Поэтому мяч из умного пластилина может прыгать. Но из этого же мяча можно и что-то вылепить.



Смола



Умный пластилин



РЕЗЮМЕ

Энергия взаимодействия частиц вещества

Силы притяжения, существующие между частицами вещества, обеспечивают наличие у этих частиц потенциальной энергии взаимодействия.

Твердое вещество или твердое тело

Если кинетическая энергия частиц вещества много меньше их потенциальной энергии, существующей за счет сил притяжения между частицами, то вещество находится в твердом состоянии.

Жидкость

Если кинетическая энергия частиц вещества примерно такой же величины, как и их потенциальная энергия, существующая за счет сил притяжения между частицами, то вещество находится в жидком состоянии.

Газ

Если кинетическая энергия частиц вещества гораздо больше, чем их потенциальная энергия, существующая за счет сил притяжения между частицами, то вещество находится в газообразном состоянии.

Диффузия

Диффузия состоит в проникновении молекул одного вещества в промежутки между молекулами другого вещества. Диффузия наблюдается тогда, когда концентрация вещества в отдельных участках объема различна.

УПРАЖНЕНИЯ

1. С каким состоянием вещества можно сравнить класс во время проводимого урока, если учеников представить как частицы этого вещества?
2. Представьте себе, что в одной руке вы держите теннисный мяч, а в другой – бильярдный шар. Что случится с ними, когда вы их сожмете? Почему их изменения будут различными?
3. Ученик поместил на чашку рычажных весов открытый сосуд, заполненный углекислым газом, и уравнивал весы. Почему через некоторое время равновесие весов нарушится? Попробуйте сами провести такой опыт. Углекислый газ сможете получить в результате химической реакции, используя кусок известняка и кислоту. При необходимости попроси помочь учителя химии.
4. Наверняка вы замечали следующее: когда вы весной хотите в первый раз прокатиться на велосипеде, то обнаруживаете, что за зиму шины велосипеда сдулись. Почему целые шины за это время сдулись?
5. Возьмите две стеклянные пластинки (или зеркала) и смочите их водой. Поместите их мокрыми поверхностями друг на друга и затем попробуйте разъединить. Что вы заметите? Попробуйте проделать то же самое с сухими стеклянными пластинками. Почему сухие и мокрые стеклянные пластинки ведут себя по-разному?
6. Можно ли движение учеников, играющих на уроке физкультуры в футбол, сравнить с Броуновским движением? Обоснуйте свой ответ.

Частицы вещества, температура, внутренняя энергия

Частицы вещества и температура

Нальем в один стакан воду, нагретую до 80 градусов, а в другой стакан воду температурой 20 градусов. Положим в оба стакана по паре кристалликов марганцовокислого калия (на русском языке в обиходе называемого просто марганцовкой) и посмотрим на стаканы через несколько минут.

Мы заметим, что в горячей воде растворилось больше вещества и большая часть воды окрасилась в фиолетовый цвет. В стакане с более холодной водой фиолетовый раствор образовался только на дне сосуда вокруг кристалликов.

Рассмотрим теперь снова знакомое нам моделирование смешения газов. На этот раз изменим и температуру. Как скорость диффузии зависит от температуры?



Если поместить по несколько крупинок марганцовокислого калия в горячую и холодную воду, то видно, что в горячей воде крупинки растворяются быстрее. Также и диффузия протекает быстрее.



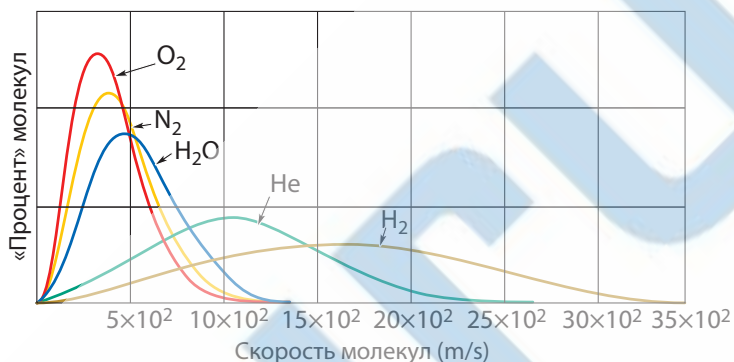
При моделировании можно исследовать, как зависит скорость диффузии от температуры. Двигается ли каждая одиночная молекула всегда с одинаковой скоростью или эта скорость изменяется?

При моделировании мы видим, что **при более высокой температуре частицы вещества двигаются быстрее**. Поэтому беспорядочное движение частиц вещества называют также **тепловым движением**. Косвенным образом беспорядочность этого движения подтверждается опытом с марганцовокислым калием. Как моделирование, так и опыт, показывают, что **при более высокой температуре диффузия происходит быстрее**.

Изучая модель, легко заметить и следующее. **При тепловом движении частицы вещества двигаются с различными скоростями, которые меняются при столкновениях**.



Какие-то частицы в определенные моменты времени могут быть практически неподвижными (когда они сталкиваются с другими частицами). Другие движутся медленно, а третьи движутся совсем быстро. Скорости движения частиц в газах изменяются при комнатной температуре в очень больших пределах. Скорость некоторых частиц может быть в пределах 100 – 1000 м/с, но скорость большинства частиц лежит где-то в пределах 400 – 500 м/с.



Распределение скоростей молекул (кислорода и азота) при 25°C. Графики нужно понимать так: чем больше значение функции при какой-то конкретной скорости, тем большая часть молекул движется с этой скоростью.



Температура и внутренняя энергия

Из механики мы знаем, что чем больше скорость тела, тем больше его энергия движения (кинетическая энергия). Только что мы узнали, что чем больше скорость движения частиц, тем больше температура этого тела. Таким образом, можно сказать, что **чем больше температура тела, тем больше кинетическая энергия частиц вещества.**

Сумму кинетической и потенциальной энергии частиц вещества называют внутренней энергией тела. Если состояние вещества не изменяется, то с увеличением температуры увеличивается внутренняя энергия тела, то есть изменяется кинетическая энергия частиц вещества. Если изменяется состояние вещества, то изменяется как кинетическая энергия, так и потенциальная энергия частиц.

Изменение теплового движения при повышении температуры можно исследовать, применяя компьютерное моделирование.



Как изменяется тепловое движение частиц твердого вещества, если температуру вещества поднять?

В этой компьютерной модели можно изменять температуру вещества, а также величину и характер силы притяжения между частицами вещества. Измените эти параметры и посмотрите, что произойдет. Обратите внимание, что в модели отсутствует гравитация, и поэтому жидкость не падает вниз, а образует каплю.



РЕЗЮМЕ

Тепловое движение

Беспорядочное движение частиц вещества называется тепловым движением.

Частицы вещества и температура

Чем горячее тело, тем больше кинетическая энергия частиц вещества.

Внутренняя энергия тела

Сумму кинетической и потенциальной энергии частиц вещества называют внутренней энергией тела.

Температура и внутренняя энергия

Чем горячее тело, тем больше его внутренняя энергия.

УПРАЖНЕНИЯ

1. Если добавить в чай сахар, то он растворится там гораздо быстрее, чем, например, при приготовлении холодного морса. Почему?
2. При покупке из кофейного автомата стаканчика какао часто выясняется, что он слишком горяч для того, чтобы его сразу начать пить. Как можно охладить какао? Почему такое действие будет его охлаждать?
3. Вы выучили, что частицы вещества находятся в непрерывном движении. Предложите опыт, который докажет, что частицы вещества находятся в таком движении.
4. Кусковой сахар растворяется в чае гораздо медленнее, чем рассыпной сахар. Почему?
5. В большой заполненный водой сосуд, воду в котором интенсивно размешивают, опустили два сахарных шарика. Масса одного из них в два раза больше другого. Их массы много меньше всей массы воды. Шарик меньшей массы растворился за половину минуты. Как долго растворялся больший по массе шарик?

Тепловое расширение



Если мы в теплой комнате надуем воздушный шарик и зимой выйдем с ним на улицу, то заметим, что он станет меньше. При возвращении в комнату воздушный шарик опять станет больше. Почему?

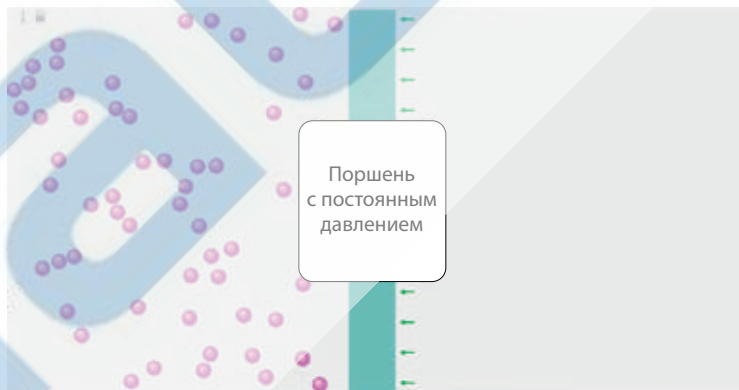
Мы уже знаем, что при повышении температуры скорость теплового движения атомов и молекул увеличивается. Чем больше скорость, тем сильнее удар нанесет атом или молекула при столкновении с оболочкой, окружающей газ. Так и получается, что надуть воздушный шарик можно как вдвывая в него воздух (то есть добавляя частицы вещества), так и повышая температуру.

Явление, при котором величина тел изменяется с изменением температуры, называется в физике тепловым расширением. Тепловое расширение газов всегда происходит по определенному закону – **изменение объема газа пропорционально изменению температуры.**

Причины теплового расширения также можно исследовать с помощью компьютерного моделирования.



В этом моделировании можно изменять температуру находящегося в сосуде газа. Сила, действующая на поршень извне, не изменяется. Как движется поршень? Почему?



В этом моделировании имеются два сосуда с движущейся стенкой. В обоих сосудах возможно изменять число находящихся там частиц, а также их температуру. Исследуйте, как изменяется при этом объем каждого сосуда.