

## **Свойства жидкостей. Поверхностное натяжение. Смачивание. Капиллярные явления в природе, быту и технике.**

**Цель:** Продолжить развитие представлений о свойствах жидкости. Сформировать у учащихся понятия «поверхностное натяжение», «сила поверхностного натяжения», «смачивание», «капилляр». Объяснить явление поверхностного натяжения, смачивания и капиллярности на основе м-к теории. Показать значимость этих явлений в природе, в технике, строительстве и сельском хозяйстве.

**Вид занятия:** урок изучения нового материала с применением ИКТ.

**Оборудование:** приборы и материалы для демонстрации опытов (мыльный раствор, мениски), мультипроектор, презентация, видеоролик «Поверхностное натяжение», «Смачивание».

### **ХОД УРОКА**

#### **1. Повторение изученного материала. Проверка д/з.**

- Сформулируйте определение процесса испарения.
- При какой температуре кипит жидкость?
- Почему температура остается постоянной в процессе кипения?
- Как температура кипения зависит от давления воздуха над жидкостью?
- Что называется влажностью воздуха?
- Как измерить влажность воздуха?
- Дайте характеристику вещества в жидком состоянии.

#### **Самостоятельная работа**

1 вариант:

1. Что называют испарением? Назовите причины, от которых зависит скорость испарения жидкости.
2. Какой пар называют насыщенным?
3. Какую температуру покажет влажный термометр психрометра, если при относительной влажности 62% сухой термометр показывает 16°C?

2 вариант:

1. Что называют конденсацией? Приведите примеры проявления конденсации в природе.
2. Могут ли испаряться твердые тела?
3. При температуре воздуха 26°C влажный термометр психрометра показывает 22°C. Каково будет его показания при понижении температуры до 16°C, если относительная влажность не изменилась?

#### **2. Мотивация учебной деятельности.**

Мы привыкли думать, что жидкости не имеют никакой собственной формы. Это неверно. Естественная форма жидкости – шар. Обычно сила тяжести мешает жидкости принимать эту форму, и жидкость либо растекается тонким слоем, если сосуда нет, либо же принимает форму сосуда.

#### **3. Изучение нового материала.**

**Эксперимент** – пускание мыльных пузырей

**В/ролик** – образование капли воды, роса, плавание иглы на поверхности воды.

**Вопрос:** Почему игла плавает? Почему вода принимает форму шара?

- Существование и определение силы поверхностного натяжения.
- Проявление сил поверхностного натяжения.
- Явление смачивания и не смачивания. Проявление и учет в природе, быту, технике.
- Капиллярность. Проявление и учет в природе, быту, технике.
- Расчет высоты поднятия жидкости в капилляре.

## Строение и свойства жидкости.

**Жидкость** - агрегатное состояние вещества, занимающее промежуточное положение между его твёрдым и газообразным состояниями.

Самая распространённая жидкость на Земле - вода. Её твёрдое состояние - лёд, а газообразное - пар.

В жидкостях молекулы расположены почти вплотную друг к другу. Они обладают большей свободой, чем молекулы твёрдого вещества, хотя полностью свободно перемещаться не могут. Притяжение между ними хоть и слабее, чем в твёрдых телах, но всё-таки его достаточно, чтобы молекулы удерживались на близком расстоянии друг от друга. Каждая молекула жидкости может колебаться около какого-то центра равновесия. Но под действием внешней силы молекулы могут перескакивать на свободное место в направлении приложенной силы. Этим объясняется *текучесть жидкости*.

### Текучесть

Основное физическое свойство жидкости - *текучесть*. Когда к жидкости прикладывается внешняя сила, в ней возникает поток частиц, направление которого совпадает с направлением этой силы. Наклонив чайник с водой, мы увидим, как вода потечёт из его носика вниз под действием силы тяжести. Точно так же вытекает вода из лейки, когда мы поливаем растения в саду. Подобное явление мы наблюдаем в водопадах.

Вследствие текучести жидкость способна менять форму за малое время под действием даже небольшой силы. Все жидкости могут литься струёй, разбрызгиваться каплями. Их легко перелить из одного сосуда в другой. При этом они *не сохраняют форму*, а принимают форму того сосуда, в котором находятся. Это свойство жидкости используют, например, при литье металлических деталей. Расплавленный жидкий металл разливают в формы определённой конфигурации. Остывая, он превращается в твёрдое тело, сохраняющее эту конфигурацию.

Текучесть увеличивается с ростом температуры жидкости и уменьшается при её снижении. Это объясняется тем, что с повышением температуры расстояние между частицами жидкости также увеличивается, и они становятся более подвижными. Зависит текучесть и от структуры молекул. Чем сложнее их форма, тем меньшей текучестью обладает жидкость.

### Вязкость

Различные жидкости имеют разную текучесть. Так, вода из бутылки вытекает быстрее, чем растительное масло. Мёд из стакана выливается медленнее, чем молоко. На эти жидкости действуют одинаковые силы тяжести. Так почему же их текучесть отличаются? Всё дело в том, что они обладают различной *вязкостью*. Чем выше вязкость жидкости, тем меньше её текучесть.

Что же такое вязкость, и какова её природа? Вязкость также называют *внутренним трением*. Это способность жидкости сопротивляться перемещению различных слоёв жидкости относительно друг друга. Молекулы, находящиеся в одном из слоёв и сталкивающиеся между собой во время теплового движения, сталкиваются ещё и с молекулами соседних слоёв. Возникают силы, тормозящие их движение. Они направлены в сторону, противоположную движению рассматриваемого слоя.

Вязкость - важная характеристика жидкостей. Её учитывают в различных технологических процессах, например, когда по трубопроводам необходимо перекачивать жидкость.

Расстояние между молекулами внутри жидкости очень мало. Оно меньше размеров самих молекул. Поэтому жидкость очень трудно сжать механически. *Давление, производимое на жидкость, заключённую в сосуд, передается в любую точку без изменений во всех направлениях*. Так формулируется *закон Паскаля*. На этой особенности жидкостей основана работа тормозных систем, гидравлических прессов и других гидравлических устройств.

Жидкость сохраняет свой объём, если не изменяются внешние условия (давление, температура). Но при нагревании объём жидкости увеличивается, а при охлаждении уменьшается. Впрочем, здесь есть исключение. При нормальном давлении и повышении температуры от 0 до 4° объём воды не увеличивается, а уменьшается.

### **Поверхностное натяжение жидкости**

Явление поверхностного натяжения мы наблюдаем каждый раз, когда вода медленно капает из водопроводного крана. Сначала мы видим тонкую прозрачную плёнку, которая растягивается под тяжестью воды. Но она не рвётся, а охватывает небольшое количество воды и образует капельку, падающую из крана. Её создают силы поверхностного натяжения, которые стягивают воду в маленькое подобие шара.

Как возникают эти силы? В отличие от газа жидкость заполняет только часть объёма сосуда, в котором находится. Её поверхность - это граница раздела между самой жидкостью и газом (воздухом или паром). Со всех сторон молекулу, находящуюся внутри жидкости окружают другие молекулы той же жидкости. На неё действуют силы межмолекулярного взаимодействия. Они взаимно уравновешены. Равнодействующая этих сил равна нулю.

А на молекулы, находящиеся в поверхностном слое жидкости, силы притяжения со стороны молекул этой же жидкости могут действовать только с одной стороны. С другой стороны на них действуют силы притяжения молекул воздуха. Но так как они очень малы, ими пренебрегают.

Равнодействующая всех сил, действующих на молекулу, находящуюся на поверхности, направлена внутрь жидкости. И чтобы не оказаться втянутой в жидкость и остаться на поверхности, молекула совершает работу против этой силы. В результате молекулы верхнего слоя получают дополнительный запас потенциальной энергии. Чем больше поверхность жидкости, тем большее количество молекул находится там, и тем больше потенциальная энергия. Но в природе всё устроено так, что любая система старается свести свою потенциальную энергию до минимума. Следовательно, существует сила, которая будет стремиться сократить свободную поверхность жидкости. Эта сила называется ***силой поверхностного натяжения***.

Силой поверхностного натяжения называют силу, которая действует вдоль поверхности жидкости перпендикулярно к линии, ограничивающей эту поверхность и стремится сократить ее до минимума.

Сила поверхностного натяжения прямо пропорциональна длине поверхностного слоя жидкости.

Отношение модуля силы поверхностного натяжения действует на границу поверхностного слоя к этой длине есть величина постоянная – коэффициент поверхностного натяжения.

Физический смысл коэффициента поверхностного натяжения: это сила поверхностного натяжения, приходящаяся на единицу длины границы поверхности.

Натяжение поверхности жидкости очень велико. И чтобы его разорвать требуется довольно значительная сила. Ненарушенная поверхность воды может легко удерживать монету, лезвие бритвы или стальную иголку, хотя эти предметы значительно тяжелее воды. Сила тяжести, действующая на них, оказывается меньше силы поверхностного натяжения воды.

Наименьшую поверхность из всех геометрических объёмных тел имеет шар. Поэтому если на жидкость действуют только силы поверхностного натяжения, то она принимает форму

сферы. Такую форму имеют капли воды в невесомости. Мыльные пузыри или пузыри кипящей жидкости также стараются принять сферическую форму. Поэтому капельки росы близки по форме к шару. При свободном падении возникает состояние невесомости, поэтому дождевые капли близки к шарам. В космическом корабле, находящийся в состоянии невесомости, шарообразную форму.

### **Смешиваемость**

Жидкости могут растворяться друг в друге. Эта их способность называется *смешиваемостью*. Если поместить в один сосуд две смешиваемые жидкости, то в результате теплового движения их молекулы постепенно будут переходить через границу раздела. В результате произойдёт смешивание. Но не все жидкости могут смешиваться. Например, вода и растительное масло не смешиваются никогда. А воду и спирт смешать очень легко.

### **Адгезия**

Все мы знаем, что гуси и утки выходят из воды сухими. Почему же их перья не намокают? Оказывается, у них есть специальная железа, которая выделяет жир, которым водоплавающие птицы при помощи клюва смазывают свои перья. И они остаются сухими, потому что вода стекает с них капельками.

Поместим каплю воды на пластинку из полистирола. Она принимает форму сплющенного шарика. Такую же каплю попробуем поместить на стеклянную пластинку. Мы увидим, что на стекле она растекается. Что же происходит с водой? Всё дело в том, что силы притяжения действуют не только между молекулами самой жидкости, но и между молекулами разных веществ в поверхностном слое. Эти силы называются силами *адгезии* (от латинского *adhaesio* - прилипание).

Взаимодействие жидкости с твёрдым телом называют *смачиванием*.

Смачивание – явление, возникающее вследствие взаимодействия молекул жидкости с молекулами твердых тел и приводящее к искривлению поверхности жидкости у поверхности твердого тела.

Но поверхность твёрдого тела смачивается не всегда. Если окажется, что молекулы самой жидкости притягиваются друг к другу сильнее, чем к твёрдой поверхности, то жидкость соберётся в капельку. Именно так ведёт себя вода на пластинке из полистирола. Она *не смачивает* эту пластинку. Точно так же не растекаются капельки утренней росы на листиках растений. И по этой же причине вода стекает с покрытых жиром перьев водоплавающих птиц.

А если притяжение молекул жидкости к твёрдой поверхности сильнее сил притяжения между самими молекулами, то жидкость расплывается на поверхности. Поэтому наша капелька на стекле также растеклась. В этом случае вода *смачивает* поверхность стекла.

Явление адгезии широко используется в различных отраслях промышленности - лакокрасочной, фармацевтической, косметической и др. Смачивание необходимо при склеивании, крашении тканей, нанесении на поверхность красок, лаков. А при строительстве бассейнов их стенки, наоборот, покрывают материалом, который не смачивается водой. Такие же материалы используют для зонтов, плащей, непромокаемой обуви, тентов.

Хорошее смачивание необходимо при крашении, стирке, обработке фотографических материалов. Склеивание деревянных, кожаных, резиновых и других материалов – пример использования смачивания.

### **Капиллярность**

Ещё одна интересная особенность жидкости - *капиллярный эффект*. Так называют её способность изменять свой уровень в трубках, узких сосудах, пористых телах.

Капиллярные явления – подъем и опускание жидкости в узких трубках – капиллярах. Смачиваемая жидкость поднимается по капилляру. При этом, чем меньше радиус трубки, тем на большую высоту она поднимается.

Если опустить узкую стеклянную трубку (капилляр) в воду, то можно увидеть, как поднимается в ней водяной столбик. Чем уже трубка, тем выше столбик воды. Если опустить такую же трубку в жидкую ртуть, то высота столбика ртути окажется ниже уровня жидкости в сосуде.

Жидкость в капиллярах способна подниматься по узкому каналу (капилляру) только в том случае, если она смачивает его стенки. Так происходит в грунте, песке, стеклянных трубках, по которым легко поднимается влага. По этой же причине пропитывается керосином фитиль в керосиновой лампе, полотенце впитывает влагу от мокрых рук, происходят различные химические процессы. В растениях по капиллярам поступают к листьям питательные вещества и влага. Благодаря капиллярному эффекту возможна жизнедеятельность живых организмов.

#### 4. Закрепление материала.

##### 1) Ответьте на вопросы:

- почему жирные пятна на одежде не удается смыть водой?
- почему место паяния тщательно очищают от жира, грязи?
- чем объясняется явление смачивание? (*смачивание объясняется тем, что притяжение между молекулами жидкости и твердого тела сильнее, чем притяжение между частицами жидкости. Если жидкость не смачивает твердое тело, взаимное притяжение ее молекул больше, чем притяжение их к молекулам твердого тела*).
- как объяснить моющее действие мыла? (Ответ: мыльный раствор лучше смачивает поверхность кожи и за счет сил поверхностного натяжения втягивает в себя частички грязи).

##### 2) Решите задачи:

- На какую высоту поднимается вода в смачиваемой капиллярной трубке радиусом 1,54 мм? (коэффициент поверхностного натяжения воды 0,072 Н/М).
- Найти разность уровней жидкости в двух капиллярных трубках, опущенных в жидкость. Плотность жидкости  $800 \text{ кг/м}^3$ . Внутренний диаметр капилляров 0,04 см и 0,1 см. Коэффициент поверхностного натяжения жидкости 0,022 Н/м.
- Какие размеры должны иметь капилляры, чтобы поднять воду на высоту 30 м – высоту средней сосны? Какую работу при этом совершают силы коэффициент поверхностного натяжения?
- Глицерин поднялся в капиллярной трубке на высоту 20 мм. Определить коэффициент поверхностного натяжения глицерина. Если диаметр канала трубки 1 мм (радиус 0,5 мм). Плотность глицерина  $1200 \text{ кг/м}^3$ .
- В трубке диаметром 1 мм вода поднимается на высоту 30,05 мм. Определить коэффициент поверхностного натяжения воды. Плотность воды  $1000 \text{ кг/м}^3$ .

##### 3) Рассмотреть ситуации:

- В начале V тыс. до н.э. в районе Двуречья керамических сосудов не существовало. Для хранения воды использовались вырытые в земле и обмазанные внутри глиняные ямы. Чтобы глина не пропускала воду. Внутри разводили костер. Позже появилась грубая глиняная посуда. Но развитие керамики связано с появлением гончарного круга и печи для обжига. С этого же

времени керамическую посуду начали расписывать. Для каких целей ямы обжигали изнутри? (ответ: При обжиге разрушаются капилляры).

- Почему человек не выходит сухим из воды? Что нужно сделать, чтобы кожа не намокала в воде? (Ответ: Вода хорошо смачивает кожу. Чтобы вода не скатывалась с нее и не смачивала, необходимо кожу покрыть веществом, которое не смачивается водой).

## Приложения

### *Сообщение «Кровеносные сосуды»*

Все тело пронизывает кровеносные сосуды. По строению они неодинаковы. Артерии – это сосуды, по которым движется кровь от сердца. Они имеют плотные упругие эластичные стенки, в состав которых входят гладкие мышцы. Сокращаясь, сердце выбрасывает в артерию кровь под большим давлением. Благодаря плотности и упругости стенки артерии выдерживают это давление и растягиваются.

Крупные артерии по мере удаления от сердца ветвятся. Самые мелкие артерии распадаются на тончайшие капилляры. Их стенки образованы одним слоем плоских клеток.

Сквозь стенки капилляров вещества, растворенные в плазме крови, проходят в тканевую жидкость, а из нее попадают в клетки. Продукты жизнедеятельности клеток проникают сквозь стенки капилляров из тканевой жидкости в кровь. В организме человека примерно 150 миллиардов капилляров. Если все капилляры вытянуть в одну линию, то ею можно опоясать земной шар по экватору два с половиной раза. Кровь из капилляров собирается в вены – сосуды, по которым кровь движется к сердцу. Давление в венах невелико, стенки их тоньше стенок артерий.