

**Конспект урока:** Агрегатные состояния вещества и фазовые переходы

**Тема урока:** Характеристика жидкого состояния вещества.

**Продолжительность:** 90 минут

**Цели урока:**

- познакомить с особенностями строения и свойствами жидкостей, особенностями поверхностного слоя, смачиванием;
- раскрыть понятия: «внутреннее давление», «поверхностное натяжение», «смачивание»

**Задачи урока:**

**Образовательная:**

- дать понятие об особенностях агрегатного состояния вещества, научить умению сопоставлять общие и отличительные признаки различных агрегатных состояний

**Развивающая:**

- развивать мышление, внимание, умение выделять главное

**Воспитательная:**

- воздействовать на познавательную активность студентов посредством наглядных образов

**Тип урока:** урок овладения новыми знаниями

**Вид урока:** урок - лекция

**Метод проведения урока:** объяснительно-иллюстративный

**Межпредметная связь:** химия, гидравлика

**Учебно-методическое оснащение урока:**

1. В.Ф. Дмитриева «Физика»: учебник - М.: издательский центр «Академия», 2010;
2. Персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран
3. Сосуд с водой, лезвие, проволочное кольцо, мыльный раствор

### План урока

Наименование элемента структуры урока	Используемые методы	Работа преподавателя	Работа студентов	Время
<b>1. Подготовительный этап</b>				
1.1. Оргмомент	-	Приветствует. Проверяет посещаемость. Проверяет готовность к уроку.	Приветствуют. Готовятся к уроку.	5
1.2. Опрос по предыдущей теме	Диалогово-словесный	Опрашивает студентов	Отвечают на вопросы преподавателя	10
1.3. Целевая подготовка	Словесный	Сообщает тему урока	Воспринимают и записывают тему урока	3
1.4. Актуализация опорных знаний и опыта студентов	Диалогово-словесный	Актуализирует знания и опыт по теме, опрашивая студентов	Отвечают на вопросы преподавателя	7
<b>2. Основной этап</b>				
2.1. Объяснение нового материала	Словесно-наглядный	Последовательно излагает новый материал, сопровождая его презентацией и демонстрацией опытов	Воспринимают, ведут записи в конспектах	40

2.2. Закрепление и применение знаний	Практический: решение задач	Организует и руководит деятельностью студентов	Решают задачи	15
2.3. Выдача домашнего задания	Словесный	Комментирует домашнее задание	Обсуждают, записывают	2
2.4. Выдача задания для внеаудиторной самостоятельной работы: «Капиллярные явления и их роль в природе и технике»	Словесный	Выдает вопросы, на которые требуется письменный ответ и перечень используемой литературы	Записывают	5
<b>3. Заключительный этап</b>				
Подведение итогов	Словесный	Подводит итоги занятия, оценивает работу студентов		3

## Ход урока

### 1. Подготовительный этап

**1.2. Опрос по предыдущей теме:** «Кипение. Зависимость температуры кипения от давления».

Студенты отвечают на вопросы преподавателя:

- ✓ Что называется парообразованием?
- ✓ Какие виды парообразования Вы знаете?
- ✓ Чем отличаются испарение и кипение?
- ✓ Объясните физический процесс кипения, проиллюстрировав на доске стадии нагревания жидкости.
- ✓ Запишите и объясните условие кипения жидкости
- ✓ От чего зависит температура кипения жидкости?
- ✓ Почему во время кипения температура жидкости не изменяется?
- ✓ Как определить высоту местности, находясь в горах и не имея барометра?
- ✓ Объясните принцип действия скороварки

### 1.3. Целевая подготовка

Преподаватель сообщает тему урока: «Характеристика жидкого состояния вещества».

#### Слайд 1

### 1.4. Актуализация опорных знаний и опыта студентов

С целью актуализации имеющихся знаний по теме занятия, студенты отвечают на вопросы преподавателя:

- ✓ Какие агрегатные состояния вещества Вы знаете?
- ✓ Назовите вещество, которое часто можно видеть в трех агрегатных состояниях
- ✓ Тело сохраняет свой объем, но меняет форму. В каком агрегатном состоянии находится вещество, из которого состоит тело?
- ✓ Имеет ли жидкость свою форму? Какую форму принимают капли жидкости в невесомости?
- ✓ Каким свойством жидкости пользуются, когда изготавливают посуду из расплавленного стекла?
- ✓ Почему при подаче бензина в бензобак автомобиля (на бензоколонке) скорость перекачивания не должна превышать 3 - 5 м/с?
- ✓ Можно ли сжать жидкость?
- ✓ Почему легкие насекомые - водомерки - могут быстро скользить по поверхности воды, как конькобежцы по льду, а если бы вода была абсолютно чистой, то и мы могли бы кататься на коньках по ее поверхности?
- ✓ Почему водоплавающие птицы держатся на воде и не мерзнут даже в холодной воде? В чем причина их гибели при загрязнении воды нефтью?
- ✓ Почему фундамент кирпичных домов покрывают горячим битумом или рубероидом?

## 2. Основной этап

### 2.1. Объяснение нового материала

#### Слайд 2

Жидкость – это агрегатное состояние вещества, промежуточное между газообразным и твердым.  $E_k \approx E_p$

#### 4.1. Свойства жидкостей

Свойства жидкости ближе к газу или твердому телу в зависимости от температуры и давления.

В газах силы взаимодействия проявляются при низких температурах и высоких давлениях. В жидкостях эти силы играют основную роль.

#### Слайд 3

Жидкость обладает свойством **текучести**, всегда приобретает форму сосуда, в котором находится.

#### Слайд 4

Жидкость обладает **вязкостью**.

#### Слайд 5

Вязкость определяется силами внутреннего трения при сдвиге слоев жидкости относительно друг друга.

#### Слайд 6

Вязкость зависит от температуры и давления: при увеличении температуры вязкость уменьшается, а при увеличении давления – увеличивается.

#### Слайд 7

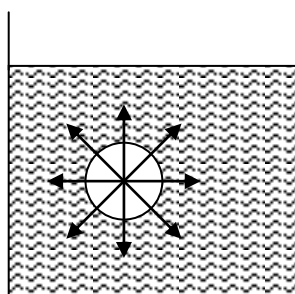
По структуре жидкость ближе к твердым телам, чем к газам. В жидкости между молекулами существует **ближний порядок**, то есть в жидкости можно указать положение молекул, ближайших к выбранной.

Структура жидких тел аналогична структуре твердых тел, только выражена слабее.

Молекула жидкости некоторое время колеблется около своих положений равновесия, как бы находясь в узле кристаллической решетки. Время «оседлой жизни» мало:  $\sim 10^{-10} \div 10^{-12}$  с, после чего молекула жидкости переходит в новое положение равновесия (новый узел). Молекула, находящаяся в узле решетки, совершает тепловые колебания с амплитудой меньшей, чем постоянная решетки. Это позволяет считать, что жидкость имеет **квазикристаллическое** (как бы кристаллическое) строение.

Рассмотрим отдельную молекулу, которая находится внутри большого объема жидкости.

#### Слайд 8

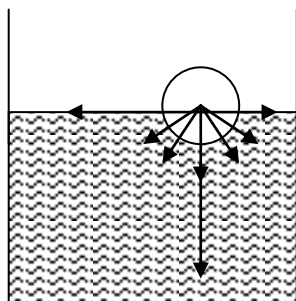


На эту молекулу действуют соседние молекулы, находящиеся на расстоянии  $r_0 \approx 1$  нм (радиус молекулярного взаимодействия).

Так как плотность жидкости одинакова по всему объему, то равнодействующая молекулярных сил, действующих на рассматриваемую молекулу, равна нулю.

## 4.2. Поверхностный слой жидкости

В поверхностном слое, толщиной  $r_0 \cong 1$  нм (радиус молекулярного взаимодействия) вследствие неоднородности окружения на молекулу действует сила  $R$ , не скомпенсированная силами со стороны других молекул жидкости. Составляющие этой силы в горизонтальной и вертикальной плоскостях различны.



Силы в вертикальной плоскости стремятся втянуть молекулу вглубь жидкости. Испытывая одностороннее действие, направленное внутрь жидкости, молекулы поверхностного слоя сжимают жидкость, производят на нее давление, называемое **молекулярным**. Оно очень велико – для воды оно  $\approx 1100$  Мпа, поэтому жидкость практически несжимаема, то есть не реагирует на изменение внешнего давления.

### Слайд 9

Силы, действующие в горизонтальной плоскости, стягивают поверхность жидкости. Это силы **поверхностного натяжения**. Они заставляют свободную поверхность сокращаться, и жидкость принимает форму, при которой площадь ее поверхности минимальна. Силы молекулярного давления втягивают молекулу внутрь жидкости, а силы поверхностного натяжения уменьшают площадь поверхности, закрывая образовавшиеся «окна».

### Слайд 10

## 4.3. Поверхностное натяжение

Это физическая величина, равная отношению силы  $F$  поверхностного натяжения, приложенной к границе поверхностного слоя жидкости и направленной по касательной к поверхности, к длине  $\ell$  этой границы.

$$\sigma = F / \ell \text{ [Н/м]}$$

**$\sigma$  различно для разных жидкостей и зависит от температуры.**

При увеличении температуры поверхностное натяжение уменьшается.

**Слайды 11,12,13; опытная демонстрация действия сил поверхностного натяжения**

## 4.4. Смачивание

При соприкосновении жидкости с поверхностью твердого тела жидкость либо смачивает его, либо не смачивает. Почему?

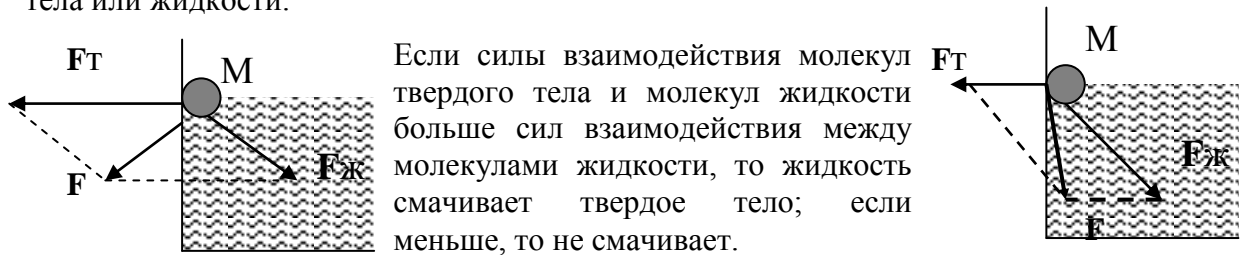
### Слайд 14

Рассмотрим отдельную молекулу, находящуюся на поверхности жидкости и соприкасающуюся с погруженным в жидкость твердым телом.

## Слайд 15

Сила  $F_{ж}$  воздействия всех молекул жидкости, входящих в сферу молекулярного действия, направлена по биссектрисе прямого угла, образованного стенкой и поверхностью жидкости, внутри жидкости. Кроме того, со стороны твердого тела на молекулу  $M$  действуют молекулярные силы  $F_{т}$ , направленные перпендикулярно поверхности твердого тела. Равнодействующую найдем по правилу параллелограмма.

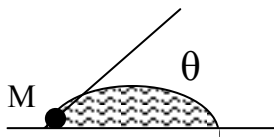
В зависимости от соотношения  $F_{ж}$  и  $F_{т}$  сила  $F$  направлена в сторону твердого тела или жидкости.



Показателем смачивания является краевой угол.

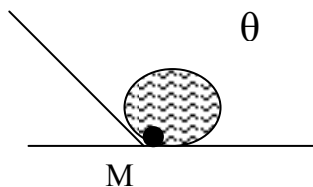
## Слайд 16

$\theta$  – **краевой угол** - это угол между поверхностью твердого тела и касательной к поверхности жидкости в точке  $M$ .



Для смачивающей жидкости краевой угол  $\theta < \pi / 2$  - острый.

Чем лучше смачивание, тем меньше краевой угол.



Для несмачивающих жидкостей угол  $\pi / 2 < \theta < \pi$  - тупой.

Поверхность **смачивающей** жидкости вблизи твердого тела **поднимается**. **Искривленная поверхность** жидкости в узких цилиндрических трубках или около стенок сосуда называется **мениском**. У смачивающих жидкостей мениск - вогнутый, у несмачивающих – выпуклый.

## Слайд 17

### 4.5. Капиллярные явления

Если в сосуд с жидкостью опустить **капилляр** (тонкую трубку), стенки которого смачиваются жидкостью, то жидкость поднимается по капилляру на некоторую высоту  $h$ . Это объясняется тем, что искривление поверхности жидкости вызывает

дополнительное молекулярное давление. Это давление алгебраически складывается с атмосферным.

Если **мениск выпуклый** – суммарное давление больше атмосферного и **жидкость опускается** по капилляру. Если **мениск вогнутый** – суммарное давление меньше атмосферного, **жидкость поднимается** по капилляру.

## Слайд 18

Капиллярными являются кровеносные сосуды, явление капиллярности наблюдается при проникновении влаги из почвы в листья.



Слайд 1



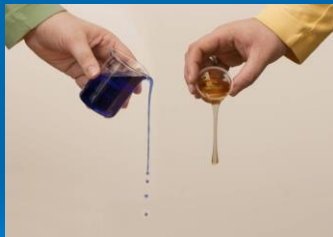
Слайд 2



Слайд 3



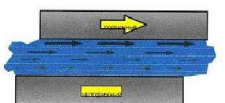
Жидкость обладает вязкостью.



Слайд 4

## Вязкость

ВЯЗКОСТЬ СВЯЗАНА С ВНУТРЕННИМ ТРЕНИЕМ



Вязкость определяется силами внутреннего трения при сдвиге слоев жидкости относительно друг друга.

Слайд 5

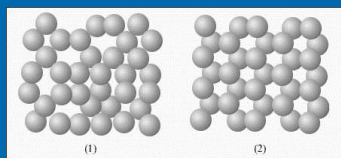
## Вязкость зависит от температуры

С увеличением температуры вязкость уменьшается.

Спортсмены высокой квалификации чувствуют изменение вязкости воды в бассейне даже при незначительных колебаниях температуры.

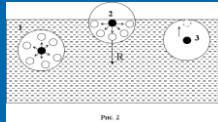
Слайд 6

В жидкости между молекулами существует ближний порядок



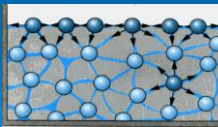
Слайд 7

## Поверхностный слой жидкости



В поверхностном слое, толщиной  $\ell_0 = 1$  нм (радиус молекулярного действия), вследствие неоднородности окружения, на молекулу действует сила  $R$ , не скомпенсированная силами со стороны других молекул жидкости.

Составляющие этой силы в горизонтальной и вертикальной плоскостях различны.



Слайд 8

## Внутреннее (молекулярное) давление

Сила, действующая на молекулу в вертикальной плоскости, стремится втянуть молекулу вглубь жидкости, но пространство внутри жидкости занято другими молекулами.

Испытывая одностороннее действие, направленное внутрь жидкости, молекулы поверхностного слоя сжимают жидкость, производя на нее давление, называемое **внутренним** или **молекулярным**.

Внутреннее или молекулярное давление очень велико, например, для воды составляет  $\approx 1100$  МПа.

Поэтому жидкость практически несжимаема, то есть не реагирует на изменение внешнего давления.

Слайд 9

## Поверхностное натяжение

Силы, действующие на молекулы в горизонтальной плоскости, стремятся сократить площадь поверхности жидкости.

Сила, обусловленная взаимодействием молекул жидкости, вызывающая сокращение площади ее свободной поверхности и направленная по касательной к этой поверхности, называется **силой поверхностного натяжения**.

**Коэффициент поверхностного натяжения** - это физическая величина, равная отношению силы поверхностного натяжения, приложенной к границе поверхностного слоя жидкости, к длине этой границы.

$$\sigma = F / \ell \quad [\text{Н/м}]$$

Слайд 10

## Проявление поверхностного натяжения



- Поверхностный слой жидкости всегда находится в состоянии натяжения и ведет себя как растянутая эластичная пленка.
- Благодаря поверхностному натяжению скрепка не тонет, а легкие насекомые могут быстро скользить по поверхности.
- Однако, сравнивать с пленкой поверхностный слой нельзя: силы поверхностного натяжения, в отличие от упругих сил в пленке, от площади поверхности жидкости не зависят.

Слайд 11

## Проявление поверхностного натяжения



В своем стремлении сократится поверхностный слой придавал бы жидкости сферическую форму при отсутствии силы тяжести.

Чем меньше капля, тем большую роль играют силы поверхностного натяжения. Поэтому маленькие капельки росы близки по форме к шару.

Слайд 12

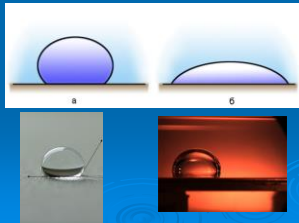
## Жидкость в невесомости



Слайд 13

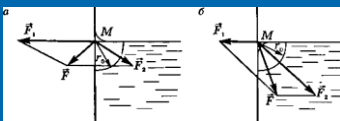
## Смачивание

При соприкосновении жидкости с поверхностью твердого тела жидкость либо смачивает его, либо не смачивает.



Слайд 14

## Причина смачивания

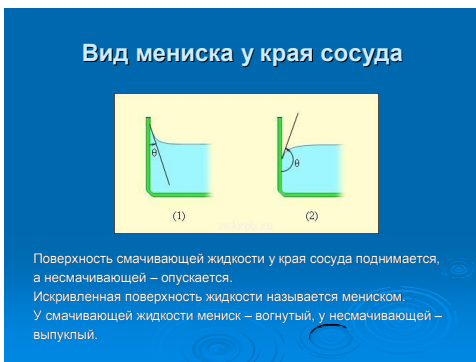


Причина смачивания – соотношение сил взаимодействия между молекулами жидкости и между молекулами жидкости и твердого тела

Слайд 15



Слайд 16



Слайд 17



Слайд 17

## 2.2. Закрепление и применение знаний

С целью закрепления знаний и подготовки к предстоящей лабораторной работе студенты решают следующие задачи:

### Задача 1

Определите минимальную силу, приложенную к петле, при которой может произойти разрыв водяной пленки, если при подъеме из воды проволочной петли образуется пленка шириной 3 см. Коэффициент поверхностного натяжения воды равен  $7 \cdot 10^{-2}$  Н/м

### Задача 2

Какова масса капли воды, вытекающей из пипетки в момент отрыва, если диаметр отверстия пипетки равен 1,2 мм? Считать, что диаметр шейки капли равен диаметру отверстия пипетки.

### Задача 3

Для определения коэффициента поверхностного натяжения воды была использована пипетка с диаметром выходного отверстия 2 мм. Масса 40 капель оказалась равной 1,9 г. Каким по этим данным получится значение коэффициента поверхностного натяжения воды?

### Задача 4

Из капельницы накапали равные массы сначала холодной воды, а затем горячей воды. Как и во сколько раз изменился коэффициент поверхностного натяжения воды, если в первом случае образовалось 40, а во втором 48 капель? Плотность воды считать неизменной.

## 2.3. Выдача домашнего задания

В.Ф. Дмитриева «Физика» § 4.1 - 4.3.; задача № 6. 12

## 2.4. Выдача задания для внеаудиторной самостоятельной работы: «Капиллярные явления и их роль в природе и технике»

Используя текст учебника (§ 4.3), письменно ответьте на следующие вопросы:

- а) Какие трубки называют капиллярами?
- б) Какие явления называются капиллярными? Где, кроме трубок, они наблюдаются?
- в) Чем объясняются капиллярные явления?
- г) Приведите примеры капиллярных явлений в природе
- д) Приведите примеры использования капиллярных явлений в технике и в быту.

По желанию: подготовьте презентацию по теме «Капиллярные явления и их роль в природе и технике» (работа со средствами Microsoft Power Point , Microsoft Word) .

## Список литературы

1. В.Ф. Дмитриева «Физика»: Учебник - М.: издательский центр «Академия», 2010;
2. А. А. Пинский, Г. Ю. Граковский «Физика»: Учебник- М: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2006
3. В.Ф. Дмитриева «Физика»: Контрольные материалы- М.: издательский центр «Академия», 2012;
4. А.П. Рымкевич «Физика. Задачник 10-11 класс» - М.: «Дрофа», 2013