
A large, highly reflective metallic sphere sits on a green lawn. The sphere's surface is smooth and mirrors the surrounding environment, including trees and a clear blue sky. The text is overlaid on the sphere in a bright yellow font. The background consists of several trees, some with green leaves and others bare, under a clear sky.

**07.12.2017**  
**Предмет:**  
**Естествознание**  
**(физика)**



# Тема урока: Модель жидкости. Поверхностное натяжение и смачивание.

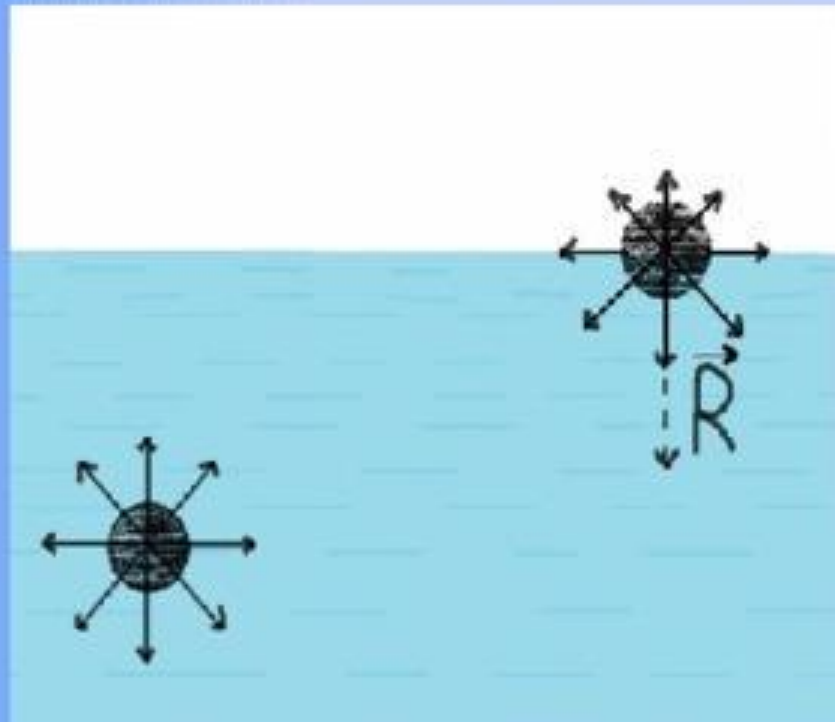
Цель урока: выяснить причину возникновения силы поверхностного натяжения. Повторить явления смачивания. Научиться определять коэффициент поверхностного натяжения методом отрыва каплеи.

# Проблемный вопрос

*Почему вода не проливается из стаканчика и принимает форму шляпки гриба?*



# У жидкости есть свободная поверхность



- Равнодействующая сил, действующая на каждую молекулу на поверхности жидкости, будет направлена вглубь жидкости, перпендикулярно поверхности.
- И поверхностные молекулы втягиваются внутрь жидкости.

# Энергия поверхностного слоя

- Молекулы поверхностного слоя обладают избыточной по сравнению с молекулами внутри жидкости потенциальной энергией, т.е. **поверхностной энергией**:

$$E_{\text{п}} = \sigma S$$

( $\sigma$  - коэффициент поверхностного натяжения)

- Жидкость принимает такую форму при которой эта энергия будет иметь минимальное значение, а ее площадь оказывается минимальной для данного объема жидкости.

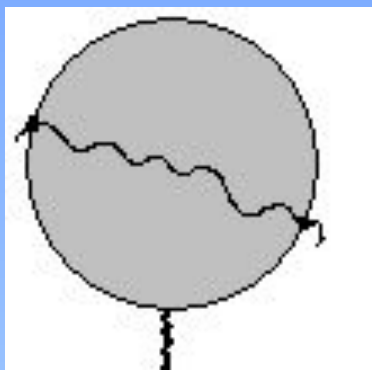
- Способность жидкости сокращать свою поверхность называют **поверхностным натяжением.**



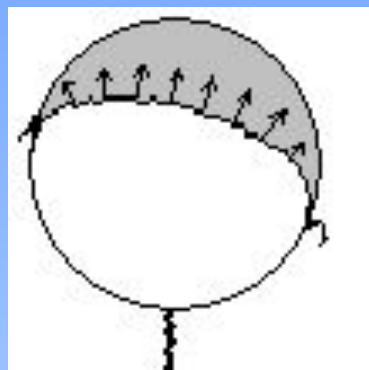
# Жидкость в свободном состоянии принимает форму шара



# Как может сокращаться поверхность?



1. Кольцо затянуто  
мыльной плёнкой,  
нить свободна.



2. Нить натянута,  
приняв форму дуги  
окружности



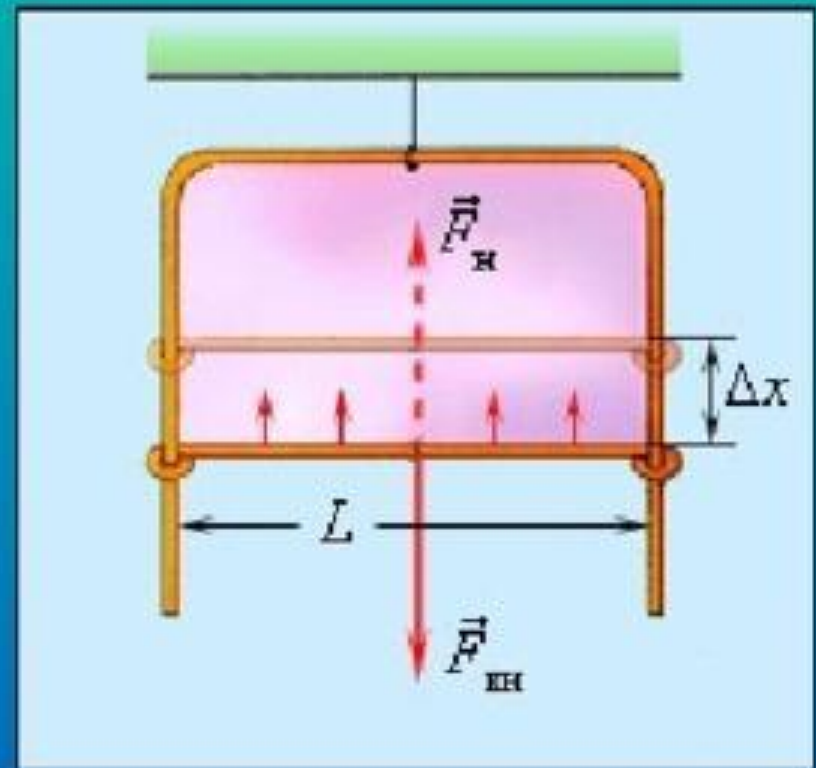
# Как направлены силы поверхностного натяжения?



- Силы, действующие вдоль поверхности жидкости, перпендикулярно к линии, ограничивающей эту поверхность, называют **силами поверхностного натяжения**.

# Механизм возникновения поверхностного натяжения

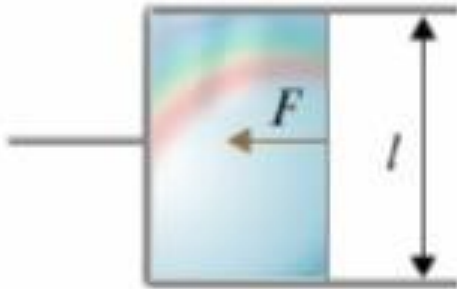
- Если в мыльный раствор опустить проволочную рамку, одна из сторон которой подвижна, то на ней образуется пленка жидкости.
- Силы поверхностного натяжения стремятся сократить поверхность пленки и направлены вверх.



# ТЕНЗИОМЕТР

- Поверхностное натяжение может быть на границе газообразных, жидких и твёрдых тел. Обычно имеется в виду поверхностное натяжение жидких тел на границе «жидкость — газ». В случае жидкой поверхности раздела поверхностное натяжение правомерно также рассматривать как силу, действующую на единицу длины контура поверхности и стремящуюся сократить поверхность до минимума при заданных объёмах фаз.
- В общем случае прибор для измерения поверхностного натяжения называется





$$\sigma = \frac{F}{l}$$

$$[\sigma] = \frac{Н}{м}$$

Измерение силы поверхностного натяжения

$\sigma$  - коэффициент поверхностного натяжения, измеряется в Н/м,  
 $F$  - сила поверхностного натяжения, измеряется в Ньютонах,  
 $l$  - длина свободной поверхности жидкости, измеряется в метрах.

**Коэффициент поверхностного натяжения** - это физическая величина, равная отношению силы, с которой поверхностный слой жидкости действует на ограничивающий его контур к длине этого контура.

Вещество	Температура °С	Поверхностное натяжение ( $10^{-3}$ Н/м)
Ртуть	20	486,5
Вода	20	72,86
Глицерин	20	59,4
Нефть	20	26
Серная кислота 85 %	20	57,4
Спирт этиловый	20	22,8
Уксусная кислота	20	27,8
Эфир этиловый	20	16,9
Раствор мыла	20	40

**От чего зависит  
коэффициент  
поверхностного натяжения?**

- А) от рода жидкости**
- Б) наличия примесей**
- В) от температуры (при высокой температуре коэффициент поверхностного натяжения стремится к нулю.)**

$\sigma_{\text{чистой воды}} = 73 \text{ мН/м}$

$\sigma_{\text{мыльного раствора}} = 40 \text{ мН/м}$







# Как жидкости ведут себя на различных поверхностях



Вода на:

- парафиновой пластине,
- стеклянной пластине,
- медной пластине.



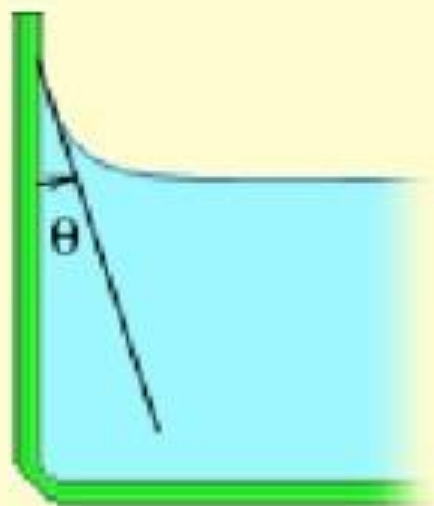
Вода смачивает чистое стекло, а ртуть не смачивает, она собирается в каплю.

Объяснение:

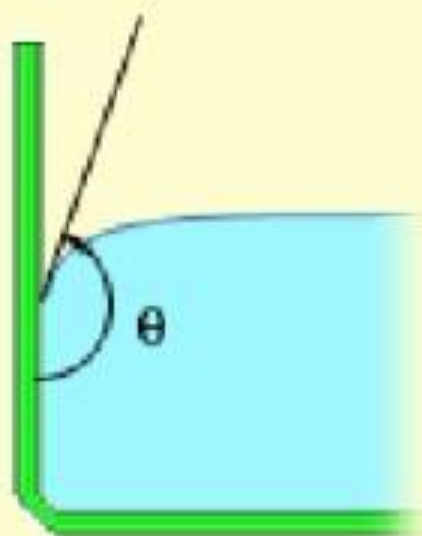
- ✦ если силы притяжения между молекулами жидкости и твёрдого тела больше, чем между молекулами жидкости, то возникает **смачивание**
- ✦ если силы притяжения между молекулами жидкости больше, чем между молекулами жидкости и твёрдого тела, то возникает **несмачивание**



При смачивании **мениск** (от греч. *μηνίσκος*) — искривление свободной поверхности жидкости вследствие её соприкосновения с поверхностью твёрдого тела или (реже) другой жидкости) вогнутый, краевой угол  $\theta$  острый. При несмачивании мениск выпуклый, а краевой угол  $\theta$  тупой.

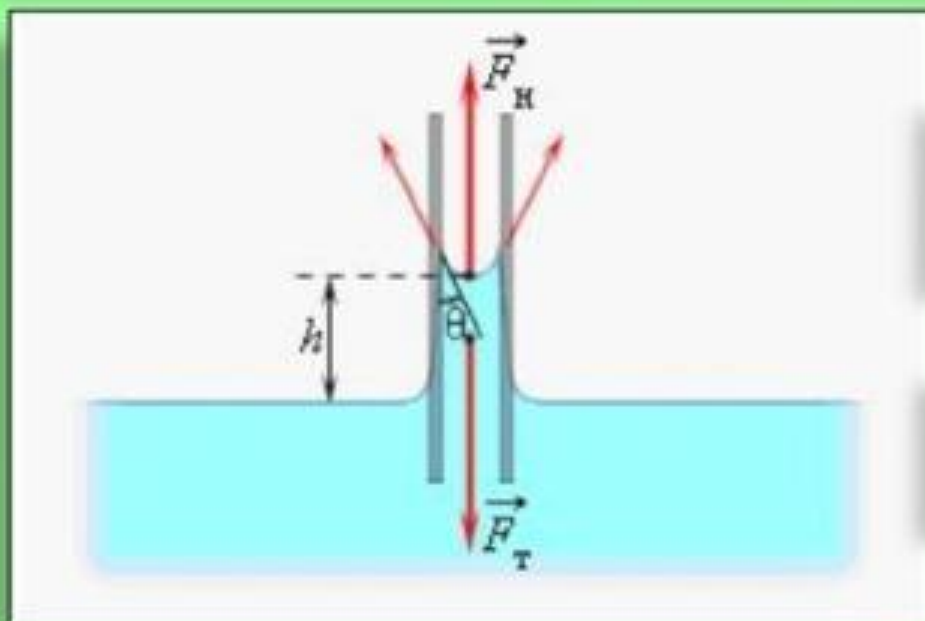


(1)



(2)

# Проявления



Подъем смачивающей  
жидкости в капилляре

$$h = 2 \sigma / \rho g r$$

Высота подъёма жидкости -  $h$  в капилляре.

$\sigma$  - коэффициент поверхностного натяжения,  
измеряется в  $\text{Н/м}$ ,

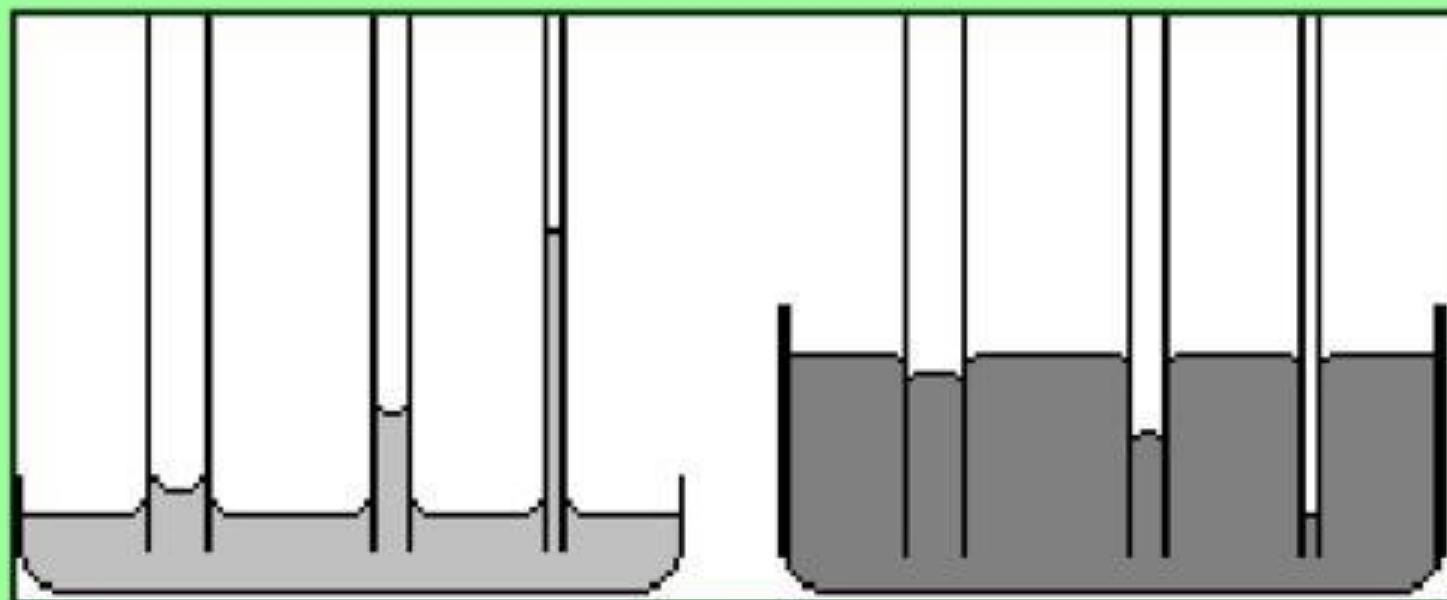
$\rho$  - плотность жидкости, измеряется в  $\text{кг/м}^3$ ,

$g = 9,8 \text{ м/с}^2$  - ускорение свободного падения,

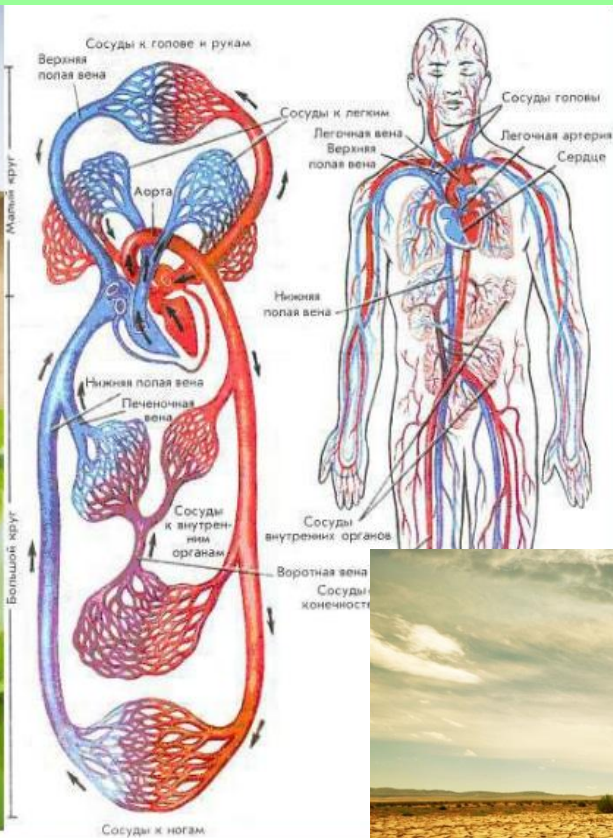
$r$  - радиус капилляра, измеряется в метрах.

Если жидкость **смачивает** капилляр, то благодаря действию сил поверхностного натяжения **жидкость поднимается** на высоту  $h$  относительно уровня жидкости в широком сосуде.

В случае **несмачивания** она **опускается** на высоту  $h$ .  
Явления поднятия или опускания жидкости в капиллярах под действием сил поверхностного натяжения называются **капиллярными явлениями**



# Проявление поверхностного натяжения



## ВЫВОДЫ

$$\sigma = F/l$$

$$h = 2 \sigma / \rho g r$$

I. Жидкость может смачивать и не смачивать твёрдое тело.

II. Коэффициент поверхностного натяжения зависит от рода жидкости.

III. Коэффициент поверхностного натяжения зависит от температуры.  $T \uparrow \sigma \downarrow$

IV. Высота подъёма жидкости в капилляре зависит от его диаметра.  $d \uparrow h \downarrow$

V. Сила поверхностного натяжения зависит от длины свободной поверхности жидкости.  $l \uparrow F \uparrow$

# Лабораторная работа

## ИЗМЕРЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ ЖИДКОСТИ

- **Цель:** определить коэффициент поверхностного натяжения воды методом отрыва капель.
- **Оборудование:** сосуд с водой, шприц, сосуд для сбора капель.

№ опыта	Масса капль <b>m</b> , кг	Число капль <b>n</b>	Диаметр канала шприца <b>d</b> , м	Поверхностное натяжение $\sigma$ , Н/м	Среднее значение поверхностного натяжения $\sigma_{\text{ср}}$ , Н/м	Табличное значение поверхностного натяжения $\sigma_{\text{таб}}$ , Н/м
<b>1</b>	<b><math>1 \cdot 10^{-3}</math></b>		<b><math>2,5 \cdot 10^{-3}</math></b>			<b>0,072</b>
<b>2</b>	<b><math>2 \cdot 10^{-3}</math></b>		<b><math>2,5 \cdot 10^{-3}</math></b>			
<b>3</b>	<b><math>3 \cdot 10^{-3}</math></b>		<b><math>2,5 \cdot 10^{-3}</math></b>			

$$\sigma = \frac{mg}{n\pi 0,9d}$$



# Тест по теме «Поверхностное натяжение, смачивание»

1. Способность жидкости сокращать свою поверхность называют:
  - а) смачиванием, б) поверхностным натяжением, в) капиллярными явлениями.
2. Поверхностное натяжение зависит:
  - а) от рода жидкости, б) от объема сосуда, в) от давления.
3. Чему равен краевой угол при полном смачивании:
  - а)  $\theta = 0^\circ$ , б)  $\theta = 90^\circ$ , в)  $\theta = 180^\circ$ .
4. Как направлены силы поверхностного натяжения относительно поверхности жидкости:
  - а) параллельно, б) перпендикулярно, в) вдоль.
5. Подъем или опускание жидкости в трубках малого диаметра называется:
  - а) капиллярными явлениями, б) смачиванием, в) диффузией.

# Домашняя задание

- Мякишев 10, § 72,73,
- исследовательская работа.
- Сочинить познавательные задачи о свойствах поверхности жидкости, оформить их на картонных карточках с решением или в электронном виде, указав Интернет-ссылки, если материал к задаче был найден в Интернет (по желанию).

# Рефлексия

- Что нового вы узнали на уроке?
- Как полученная информация пригодится вам в профессиональной деятельности?
- Что бы вы еще хотели узнать по данной теме?