

A high-speed photograph of a water droplet falling into a pool of water. The droplet is captured in mid-air, just above the surface, with a clear reflection on the water below. The impact has created several concentric ripples that spread outwards from the point of contact. The background is a soft, out-of-focus blue gradient.

# Поверхностное натяжение

Урок физики в  
10 классе



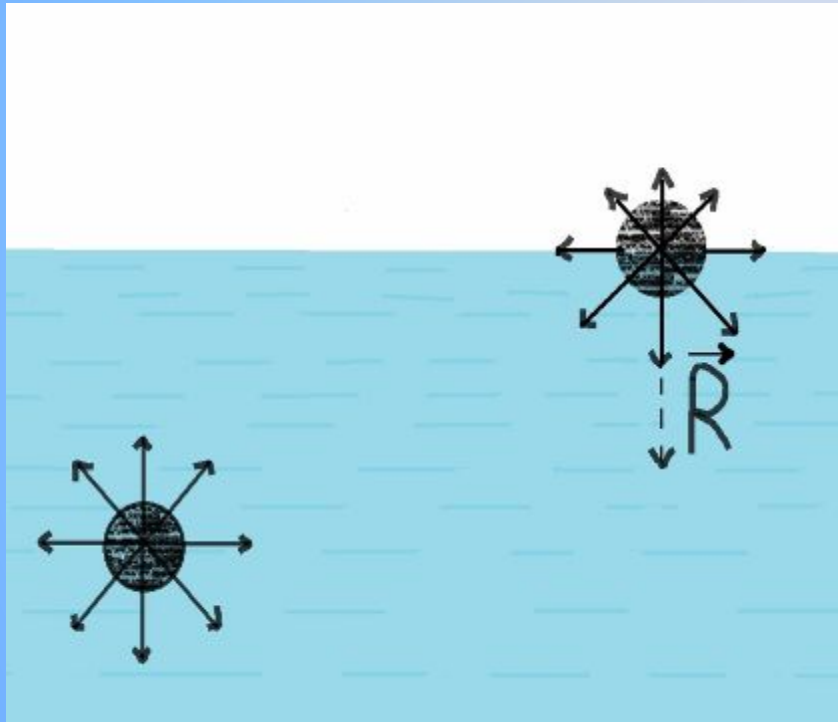
Выдуйте мыльный пузырь и смотрите на него: вы можете заниматься всю жизнь его изучением, не переставая извлекать из него уроки физики.

Уильям Томсон

Мыльный пузырь – самое красивое и самое совершенное, что существует в природе.

Марк Твен

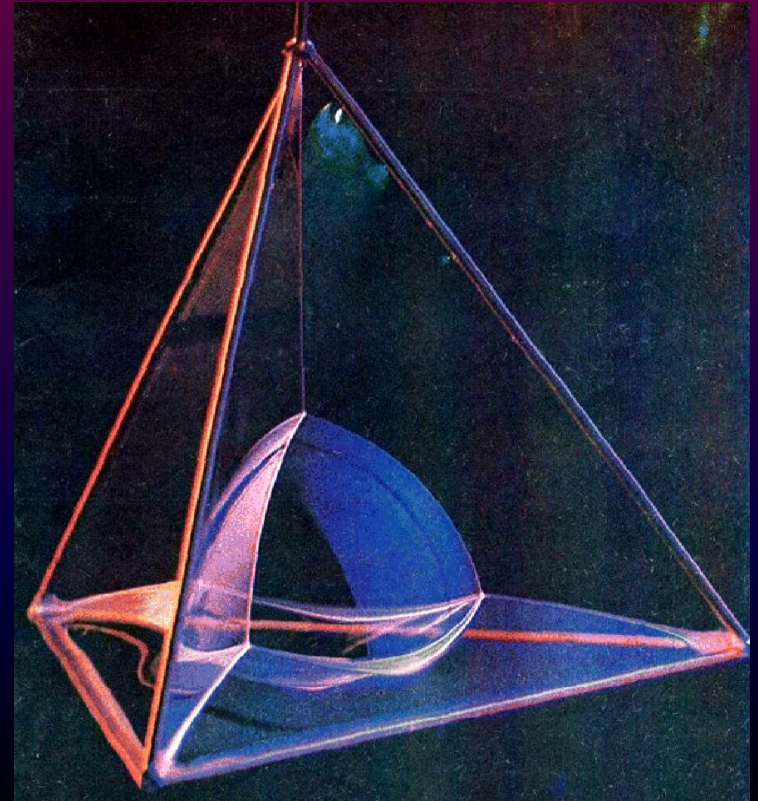
# У жидкости есть свободная поверхность



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

# Формы минимальных поверхностей жидкостей

- Жидкость в свободном состоянии принимает форму шара
- Мыльные пленки на каркасах



# Примеры минимальных поверхностей в природе

- барабанная перепонка в нашем ухе
- мембраны, служащие границами живых клеток;
- мембраны в живых организмах, отделяющие один орган от другого
- скелеты радиолярий, микроскопических морских животных.

# Энергия поверхностного слоя

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

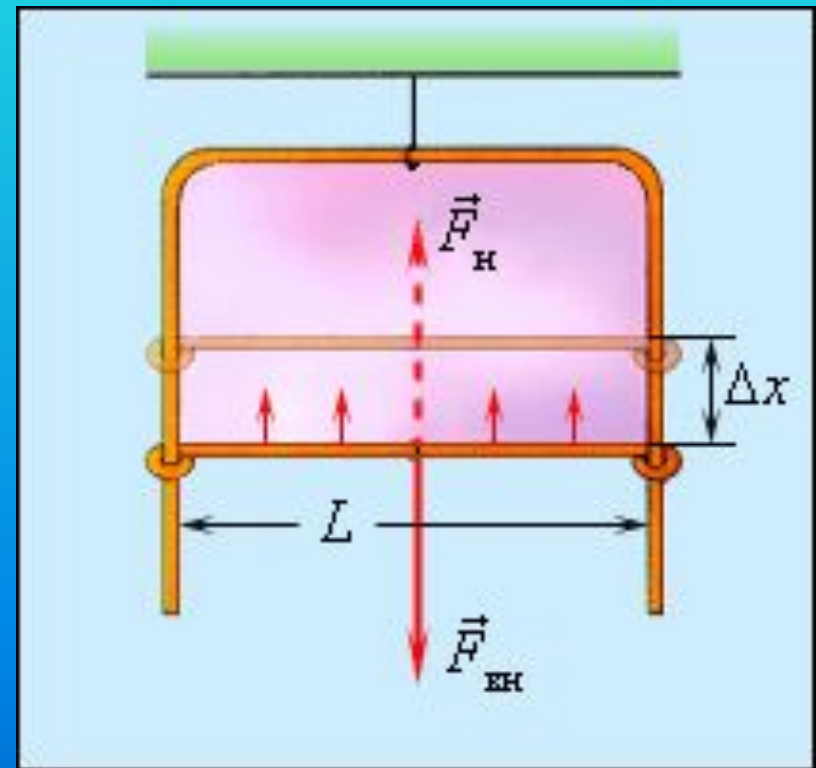
$$E_{\text{п}} = \sigma S$$

( $\sigma$ - коэффициент поверхностного натяжения)

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

# 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.



Условие равновесия подвижной стороны рамки

$$F_{\text{внеш}} = F_{\text{пов}}$$

работа внешней силы при перемещении рамочки на  $\Delta X$  будет равна

$$A_{\text{внеш}} = F_{\text{внеш}} \Delta X = \Delta E_{\text{п}} = \sigma \Delta S.$$

$\Delta S = \Delta X \cdot 2L = \Delta X \cdot l$  –приращение площади поверхности обеих сторон мыльной пленки, где  $l = 2L$  – длина периметра, ограничивающего поверхность жидкости.

$$F \Delta X = \sigma l \Delta X, \text{ тогда } \sigma = F_{\text{пов}} / l$$



# Коэффициент поверхностного натяжения жидкости

- $\sigma = F_{\text{пов}} / l$

Коэффициентом поверхностного натяжения называется отношение модуля силы поверхностного натяжения к длине периметра, ограничивающего поверхность жидкости.

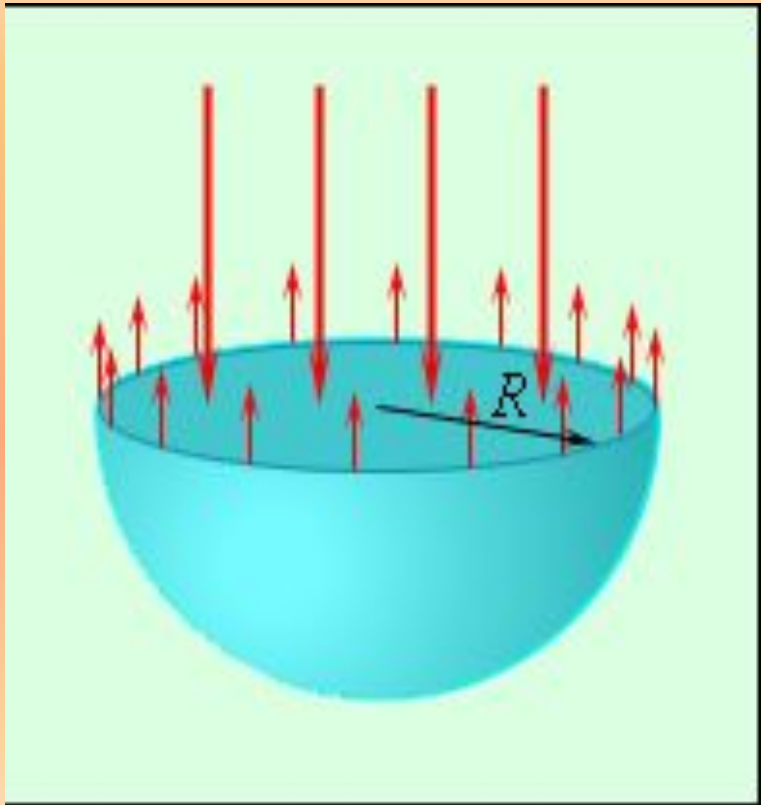
- $\sigma$ - зависит от:

- Рода жидкости
- Наличия примесей
- Температуры

$$\begin{aligned}\sigma_{\text{чистой воды}} &= 73 \text{ мН/м} \\ \sigma_{\text{мыльного раствора}} &= 40 \text{ мН/м}\end{aligned}$$



# Сечение сферической капли ЖИДКОСТИ



Половина капли находится в равновесии под действием сил поверхностного натяжения, приложенных к границе раздела длиной  $2\pi R$  и сил избыточного давления, действующих на площадь сечения  $\pi R^2$

$$\sigma 2\pi R = \Delta p \pi R^2$$

# Формула Лапласа

- Избыточное давление, вызванное одной искривленной поверхностью (внутри капли жидкости)

$$\Delta p = 2\sigma/R$$

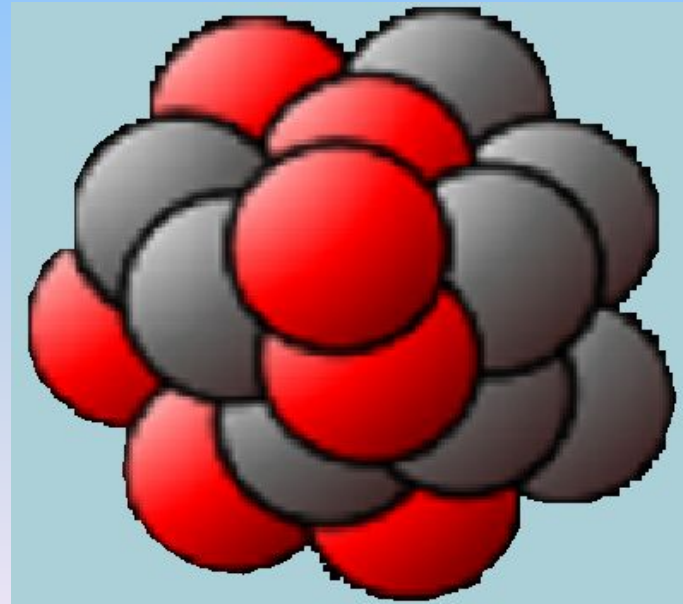
- Избыточное давление внутри мыльного пузыря (он имеет две искривленные поверхности)

$$\Delta p = 4\sigma/R$$

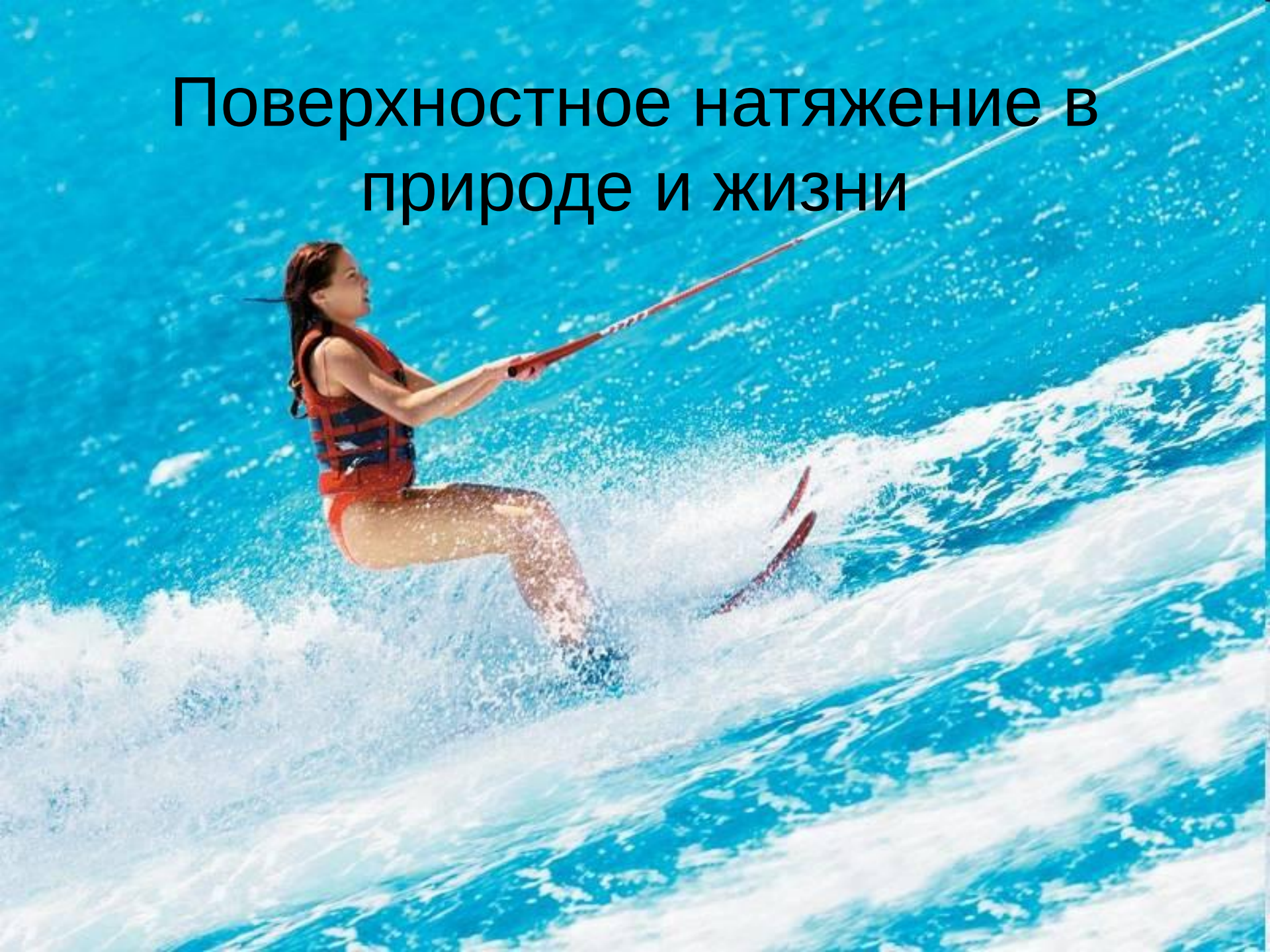
Мыльный пузырь – тонкая многослойная пленка мыльной воды, наполненная воздухом, обычно в виде сферы с переливчатой поверхностью.



Капельная модель ядра состоит из протонов и нейтронов и имеет сферическую форму



# Поверхностное натяжение в природе и жизни



**Водомерки легко скользят по поверхности воды. Лапка водомерки, покрытая воскообразным налётом, не смачивается водой, поверхностный слой воды прогибается под давлением лапки, образуя небольшое углубление.**









Мыльные пузыри – это  
состав из мыла, улыбок,  
радости,  
детского смеха и чувства,  
что ты счастлив.