

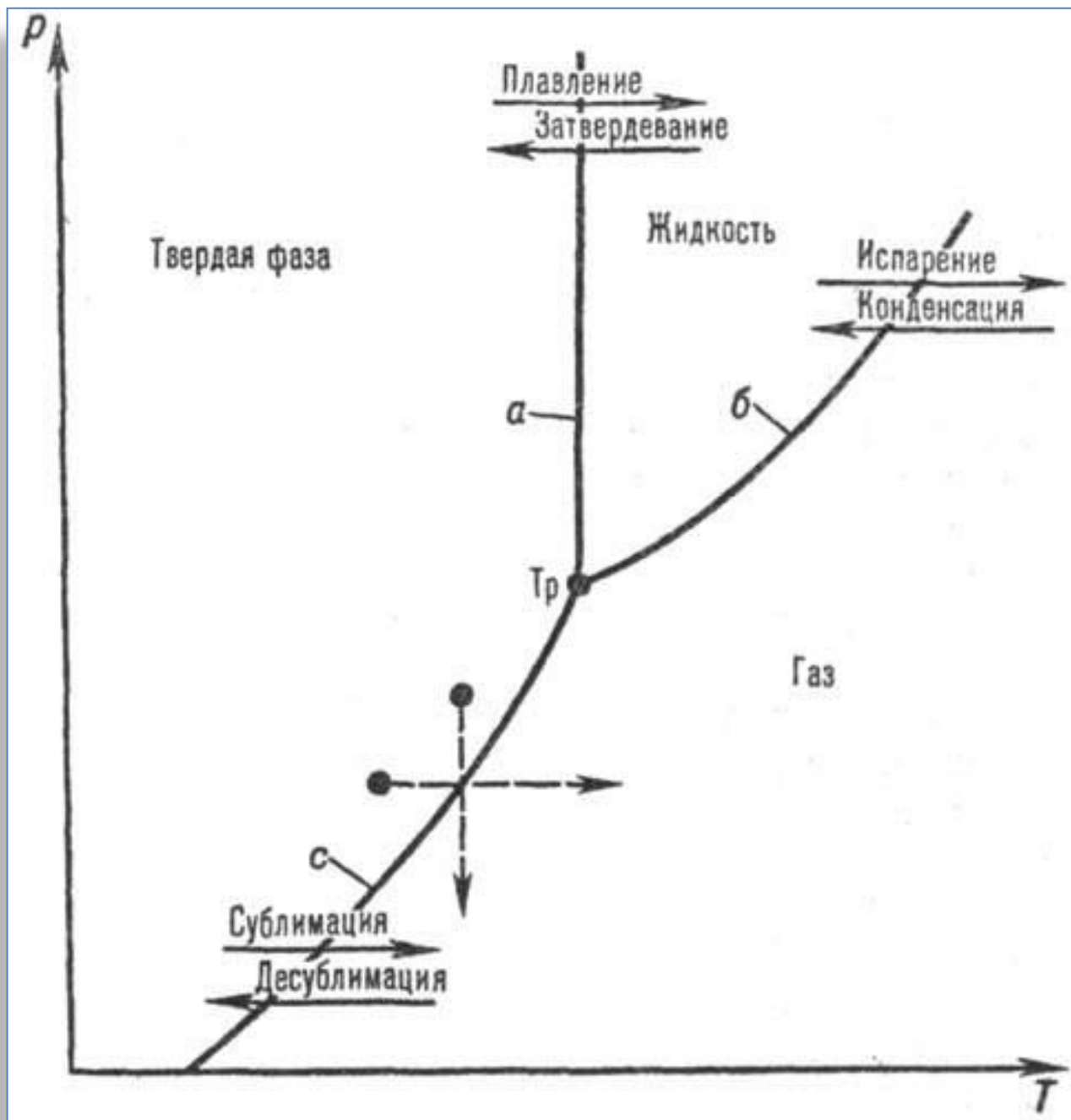
# ПОВЕРХНОСТНОЕ НАТЯЖЕНИЕ

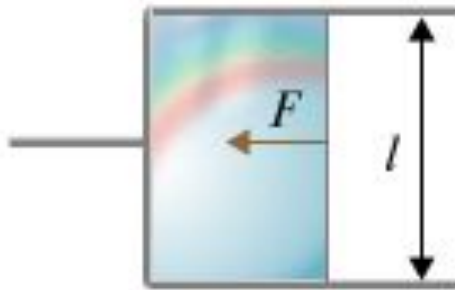




Монета, лежащая на  
воде в силу  
поверхностного  
натяжения

- **Поверхностное натяжение** — термодинамическая характеристика поверхности раздела двух находящихся в равновесии фаз, определяемая работой обратимого изотермокинетического образования единицы площади этой поверхности раздела при условии, что температура, объем системы и химические потенциалы всех компонентов в обеих фазах остаются постоянными.
- Поверхностное натяжение имеет двойной физический смысл — энергетический (термодинамический) и силовой (механический). Энергетическое (термодинамическое) определение: поверхностное натяжение — это удельная работа увеличения поверхности при её растяжении при условии постоянства температуры. Силовое (механическое) определение: поверхностное натяжение — это сила, действующая на единицу длины линии, которая ограничивает поверхность жидкости<sup>1</sup>





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

$$[\sigma] = \frac{H}{M}$$

Измерение силы поверхностного  
натяжения

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

F – сила поверхностного натяжения,  
измеряется в Ньютонах,

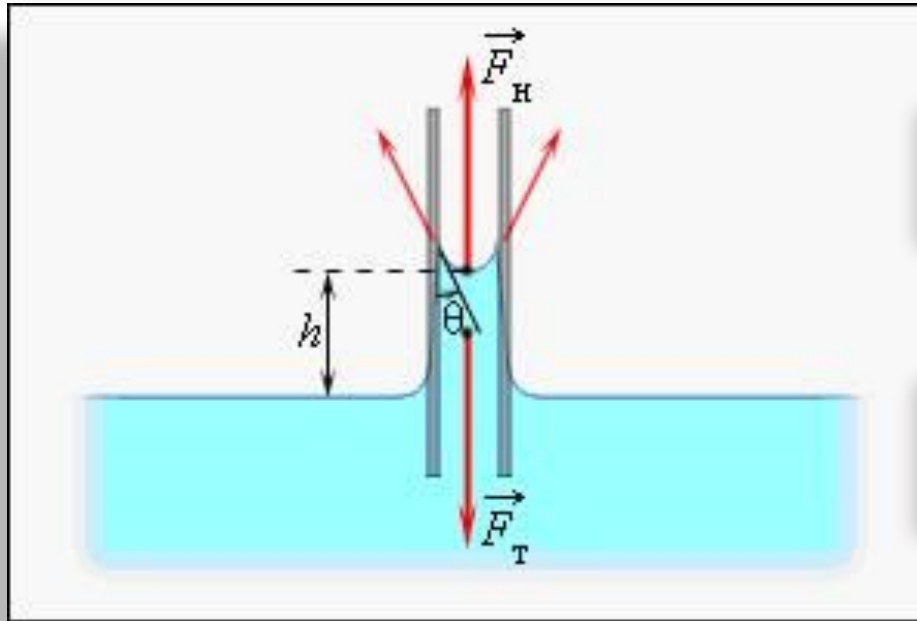
l - длина свободной поверхности жидкости,  
измеряется в метрах.

# 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

# Проявления



Подъем смачивающей  
жидкости в капилляре

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

Высота подъёма жидкости -  $h$  в капилляре.

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

$\rho$  - плотность жидкости, измеряется в кг/м<sup>3</sup>,

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

$r$  – радиус капилляра, измеряется в метрах.

# Проявления

СМАЧИВАНИЕ



КАПИЛЛЯРНОСТЬ



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



# 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.  $d \uparrow h \downarrow$

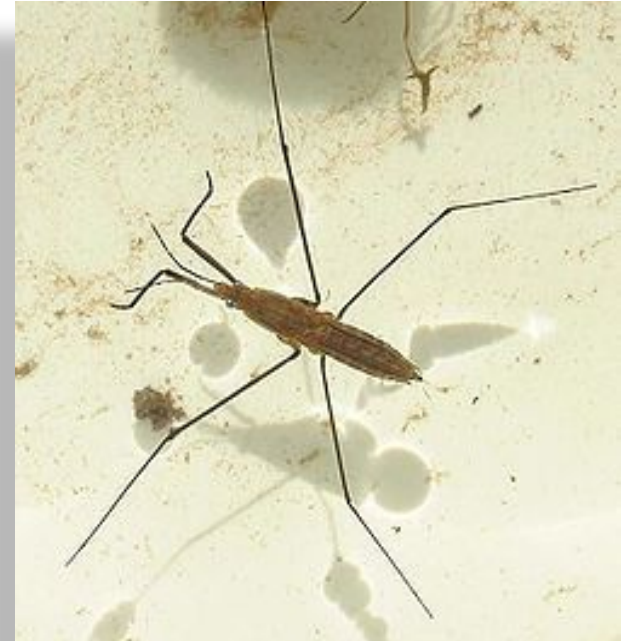
V. Сила поверхностного натяжения зависит от длины свободной поверхности жидкости.  $l \uparrow F \uparrow$

# Проявления



- Так как появление поверхности жидкости требует совершения работы, каждая среда «стремится» уменьшить площадь своей поверхности:

# Проявления



- некоторые насекомые (например, [Водомерки](#)) способны передвигаться по воде, удерживаясь на её поверхности за счёт сил поверхностного натяжения.

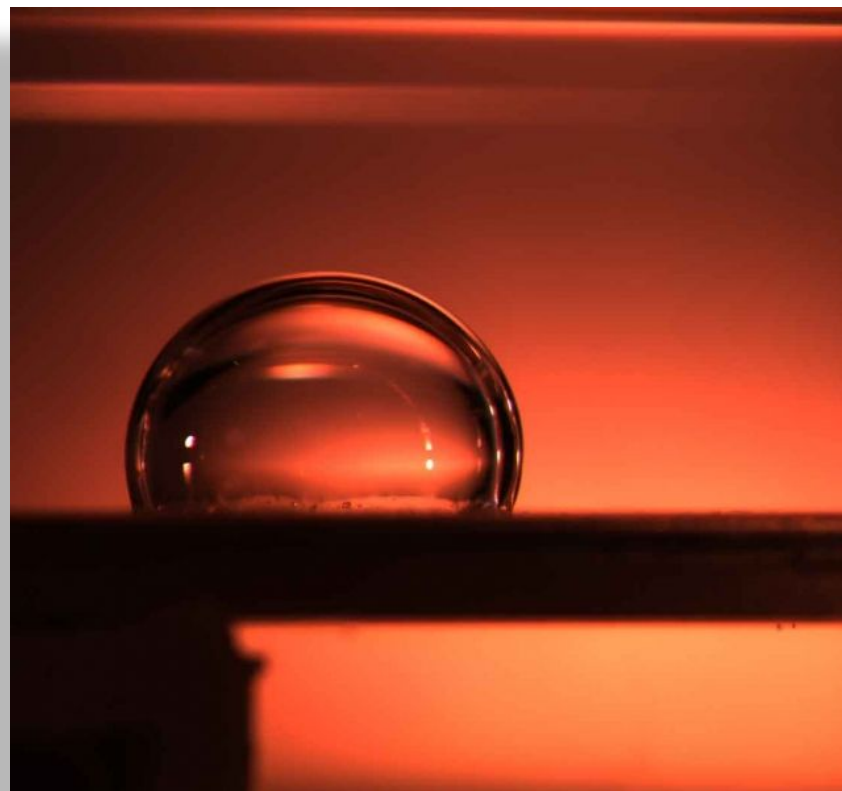


# Проявления



- Так как появление поверхности жидкости требует совершения работы, каждая среда «стремится» уменьшить площадь своей поверхности:
- в невесомости капля принимает сферическую форму (сфера имеет наименьшую площадь поверхности среди всех тел одинакового объёма).

# Проявления



- На многих поверхностях, именуемых несмачиваемыми, вода (или другая жидкость) собирается в капли.

# Решение задач

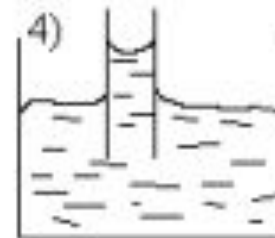
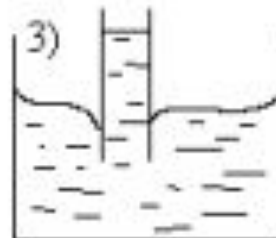
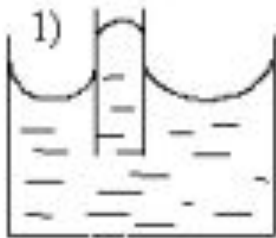
Какой чертёж соответствует следующей ситуации?

1. В стеклянный сосуд с несмачивающей его жидкостью опущена стеклянная трубка?

**Ответ** рисунок №2.

2. В стеклянный сосуд с ртутью опущена стальная трубка?

**Ответ** рисунок №4.



## Решение задач

- Какую массу имеет капля воды, вытекающая из стеклянной трубки диаметром  $10^{-3}$  м, если считать, что диаметр шейки капли равен диаметру трубки.
- Вычислите коэффициент поверхностного натяжения масла, если при пропускании через пипетку  $3,6 \cdot 10^{-3}$  кг масла получено 304 капли. Диаметр шейки пипетки  $1,2 \cdot 10^{-3}$  м.
- С помощью пипетки отмерили 152 капли минерального масла. Их масса оказалась равной 1,82 г. определите диаметр шейки пипетки, если коэффициент поверхностного натяжения минерального масла  $3 \cdot 10^{-2}$  Н/м.
- В спирт опущена трубка. Диаметр её внутреннего канала равен  $5 \cdot 10^{-4}$  м. на какую высоту поднимется спирт в трубке? Плотность спирта  $800 \text{ кг/м}^3$ .
- Керосин поднялся по капиллярной трубке на высоту  $15 \cdot 10^{-3}$  м. определите радиус трубки, если коэффициент поверхностного натяжения керосина  $24 \cdot 10^{-2}$  Н/м, а его плотность  $800 \text{ кг/м}^3$ .

## Решение задач

- В капиллярной трубке радиусом  $0,5 \cdot 10^{-3}$  м жидкость поднялась на  $11 \cdot 10^{-3}$  м. определите плотность данной жидкости, если её коэффициент поверхностного натяжения  $0,022 \text{ Н/м}$ .
- Тонкое металлическое кольцо диаметром 15 см соприкасается с водой. Какую силу нужно приложить к кольцу, чтобы оторвать его от воды? Масса кольца 10 г, коэффициент поверхностного натяжения воды принять равным  $0,07 \text{ Н/м}$ .
- Рамка с подвижной перекладиной длиной 10 см затянута мыльной плёнкой. Какую работу надо совершить против сил поверхностного натяжения, чтобы переместить перекладину на 2 см.
- К проволочке АВ длиной 3 см прикреплена нить, при помощи которой можно перемещать проволочку, растягивая мыльную плёнку. Каково поверхностное натяжение мыльной воды, если при перемещении проволочки на 2 см была совершена работа  $0,5 \cdot 10^{-4} \text{ Дж}$ .



# 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.  $l \uparrow F \uparrow$

# Использованные ресурсы:

- <http://tvsh2004.narod.ru/phis.htm>
- <http://www.ido.rudn.ru/nfpk/fizika/mkt/3.html>
- <http://festival.1september.ru/articles/312926/>



**Сабитова Файруза Рифовна преподаватель физики  
ГАОУ СПО «Сармановский аграрный колледж»**