



CONDENSATION

Кипение.

Характеристика

жидкого состояния вещества.

Поверхностное натяжение.

Смачивание. Капиллярные явления.

PRECIPITATION

EVAPORATION

SURFACE WATER

ROCK DEEP PERCOLATION

GROUND WATER

Кипение.

Испарение = парообразование происходит со свободной поверхности жидкости при любой положительной температуре.

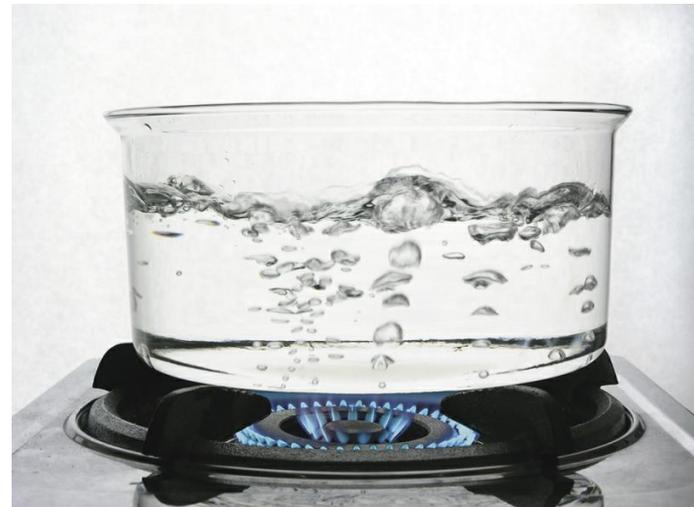


Разница лишь в количестве молекул, которое испаряется со свободной поверхности жидкости

При определенных условиях – может происходить внутри жидкости



начинается кипение

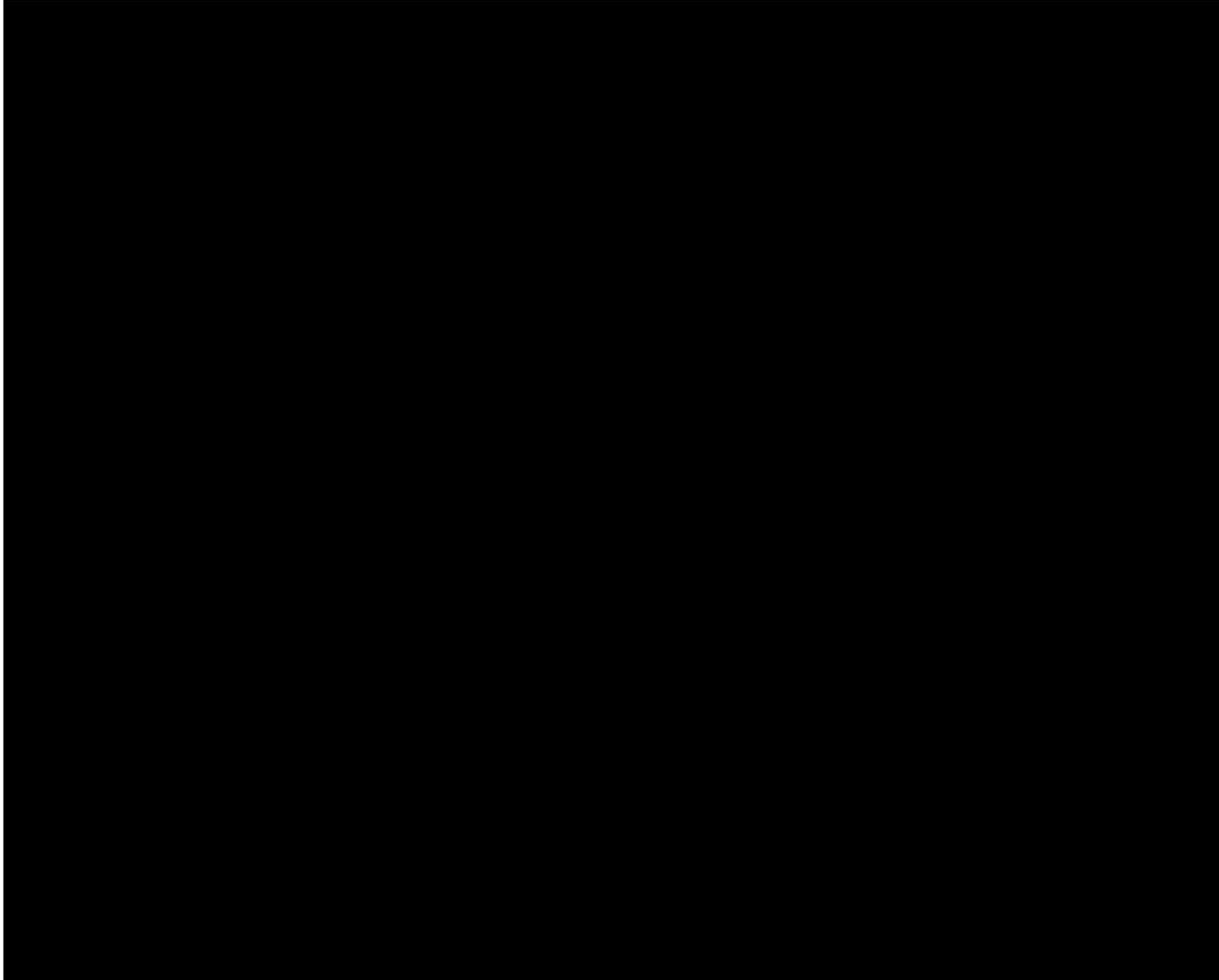


Кипение.

Кипение – это парообразование во всем объеме жидкости, происходящее, при определенной температуре.



Кипение.



Кипение.

Кипение происходит при температуре, которая называется **температурой кипения**. Для каждого вещества она своя. Берется из таблиц.

Процесс:

1. В жидкости всегда есть небольшое количество воздуха в виде пузырьков, невидимых невооруженным глазом.
2. При незначительном нагревании жидкости растет температура пара в пузырьках, возрастает его давление, увеличивается объем пузырька.
3. Под действием силы Архимеда пузырьки начинают подниматься вверх.
4. Попадая в верхние, более холодные слои воды, пузырьки охлаждаются, уменьшаются в объеме и с шумом схлопываются не достигнув поверхности.
5. Последующее увеличение температуры приводит к тому, что внутри пузырьков с их поверхности испаряются молекулы жидкости. В объеме пузырька получается смесь воздуха и насыщенного пара.
6. При увеличении температуры, давление насыщенного пара растет быстрее, чем давление воздуха => можно считать давление внутри пузырька = давлению насыщенного пара.

Кипение.

Процесс:

7. Увеличение объема пузырька: когда давление насыщенного пара внутри превосходит внешнее давление

$$p = p_a + \rho gh.$$

8. Если глубина сосуда 1 м, то $\rho \cdot g \cdot h < p_a$. Значит им можно пренебречь.

9. При увеличении температуры жидкости объем пузырька возрастает. Когда сила Архимеда становится больше силы тяжести и силы сцепления пузырька со стенкой, то пузырек всплывает.

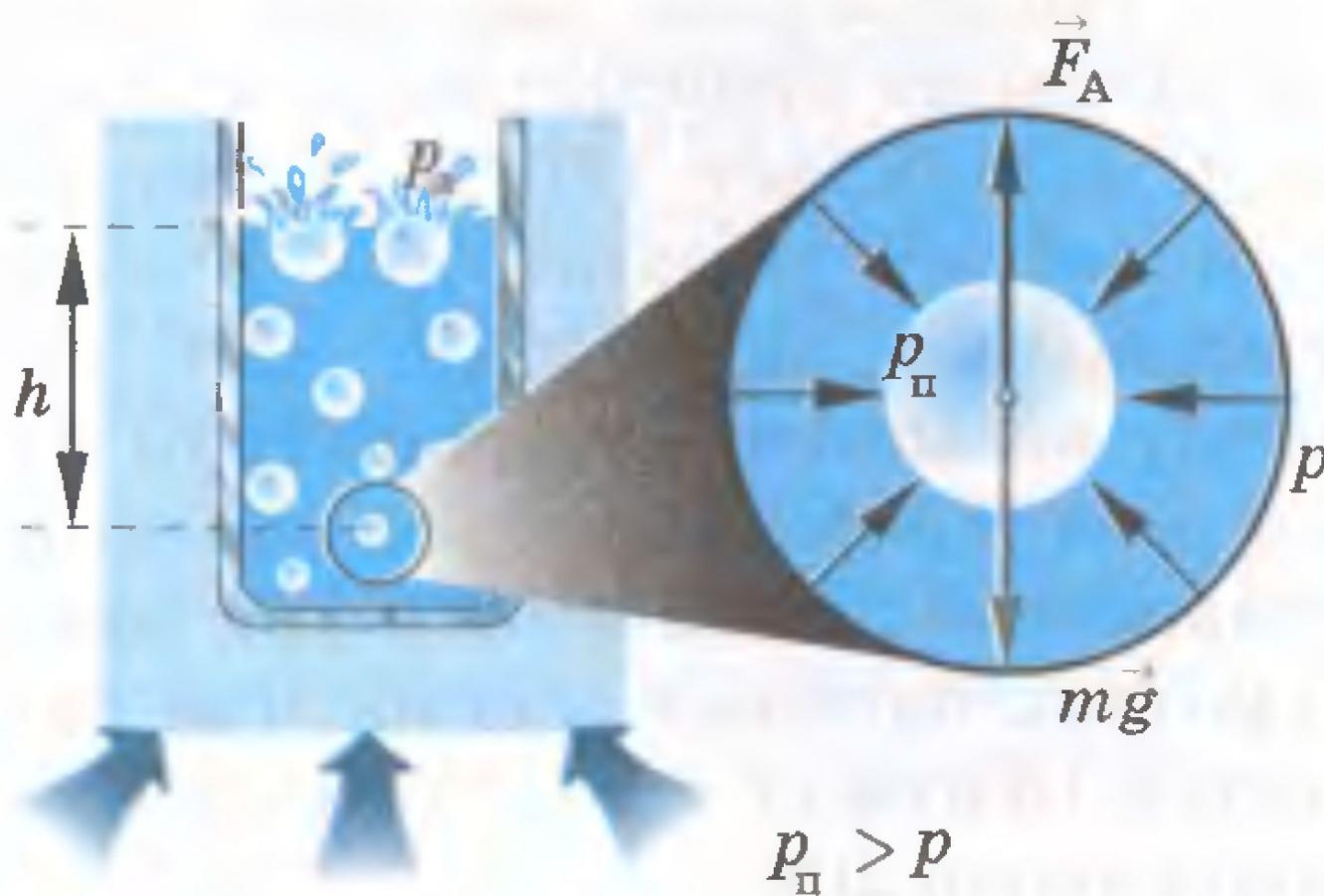
10. Если пузырьки поднимаются в жидкости, имеющей постоянную температуру, то они увеличиваются в объеме в соответствии с законом Бойля-Мариотта, так как давление в верхних слоях жидкости уменьшается.

11. Всплывая, пузырьки переносят содержащийся в них насыщенный пар к свободной поверхности жидкости.

12. Всплывшие пузырьки начинают лопаться, когда давление насыщенного пара внутри будет превосходить внешнее давление.

$$p_{н. п} > p_a.$$

Кипение.



Температура кипения.

Температура
кипения
для некоторых
веществ

Вещество	$t_k, ^\circ\text{C}$
He	-268,9
H ₂	-252,9
N ₂	-195,8
O ₂	-182,9
H ₂ O	100
Hg	356,6
S	444,6
Pb	1620
Ag	1950
Cu	2336
Au	2600

Температура кипения – температура, при которой давление насыщенного пара жидкости начинает превосходить внешнее давление на жидкость.



Температура кипения зависит от внешнего давления на жидкость!!!

На высоте $h = 5$ км над уровнем моря t_k (воды) = 83 °C, так как давление в 2 раза ниже атмосферного.

Эверест - t_k (воды) = 74 °C

Температура кипения.

При более высоком давлении и температура кипения выше



В котлах паровых машин, где давление пара порядка 15 атмосфер ($1,5 \cdot 10^6$ Па)

$$t_k (\text{воды}) = 200 \text{ }^\circ\text{C}$$

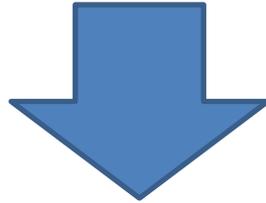
ТЕМПЕРАТУРА КИПЕНИЯ ОСТАЕТСЯ ПОСТОЯННОЙ В ПРОЦЕССЕ КИПЕНИЯ!!!

Температура кипения.



Температура кипения.

Жидкость, не содержащая газ (воздух) и находящаяся в сосуде, со стенок которого удален газ, не кипит.



Такая жидкость, нагретая до температуры, превышающей нормальную температуру кипения, называется перегретой.

Температура кипения.

Перегретая жидкость



Задание!

Почему температура жидкости остается постоянной в процессе кипения?

Поверхностное натяжение.

при уменьшении температуры газа и увеличении
давления



уменьшается скорость движения молекул + сокращается
расстояние между ними



Силы притяжения становятся существенными



$$E_p \approx kT$$

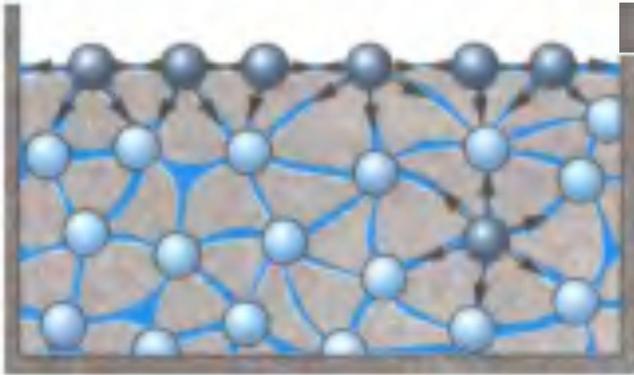


Газ



Жидкость

Поверхностное натяжение.



Молекулярный механизм поверхностного натяжения

Жидкость сохраняет объем

Образует свободную поверхность на границе с газом (паром)

Молекулы на поверхности жидкости находятся в особых условиях по сравнению с молекулами ее внутренних слоев.

Внутри жидкости результирующая сила притяжения, действующая на молекулу со стороны соседних молекул равна нулю.

Поверхностное натяжение.

На поверхности остается такое число молекул, при котором площадь поверхности жидкости оказывается минимальной при данном ее объеме.



жидкость принимает сферическую форму



Капли дождя



Сферическая форма жидкости в космосе

Молекулы поверхностного слоя оказывают молекулярное давление на жидкость, стягивая ее поверхность к минимуму.

Поверхностное натяжение.

Поверхностное натяжение – явление молекулярного давления на жидкость, вызванное притяжением молекул поверхностного слоя к молекулам внутри жидкости.



Это притяжение обуславливает дополнительную потенциальную энергию молекул на поверхности жидкости.



Поверхностная энергия – дополнительная потенциальная энергия молекул поверхностного слоя жидкости.

$$E_{\text{пов}} = \sigma S,$$

где σ — коэффициент пропорциональности, характеризующий энергию молекул на единице площади поверхности жидкости.

Сила поверхностного натяжения.

Сила поверхностного натяжения – сила, направленная по касательной к поверхности жидкости, перпендикулярно участку контура, ограничивающего поверхность, в сторону ее сокращения.



$$F_{\text{пов}} = \sigma \cdot l$$

где σ — поверхностное натяжение, характеризующее силу поверхностного натяжения, действующую на единицу длины границы поверхности.

Единица поверхностного натяжения — *нью-тон на метр* (Н/м).

Сила поверхностного натяжения в отсутствие внешней силы сокращает до минимума площадь поверхности пленки.

Сила поверхностного натяжения.

Благодаря силе поверхностного натяжения по поверхности воды могут плавать легкие предметы и удерживаться водомерки.



Сила поверхностного натяжения.

Чем меньше сила поверхностного натяжения, тем легче жидкость проникает в ткань и смачивает различные тела.

Смачивание

Стандартная форма капли - сферическая

После соприкосновения с поверхностью твердого тела не сохраняется

Изменение формы зависит от материала, из которого сделано твердое тело

Зависимость формы капли от материала подложки объясняется различием:



Сил взаимодействия между молекулами жидкости



Сил взаимодействия молекул жидкости с молекулами твердого тела на границе раздела двух сред

сред

Смачивание

Если сила притяжения между молекулами жидкости и твердого тела больше, чем силы притяжения между молекулами жидкости, то жидкость смачивает поверхность.

Смачивание – искривление поверхности жидкости у поверхности твердого тела в результате взаимодействия молекул жидкости с молекулами твердого тела.

Смачивание твердых поверхностей жидкостью характеризуется:



мениском



углом смачивания

Смачивание

Мениск

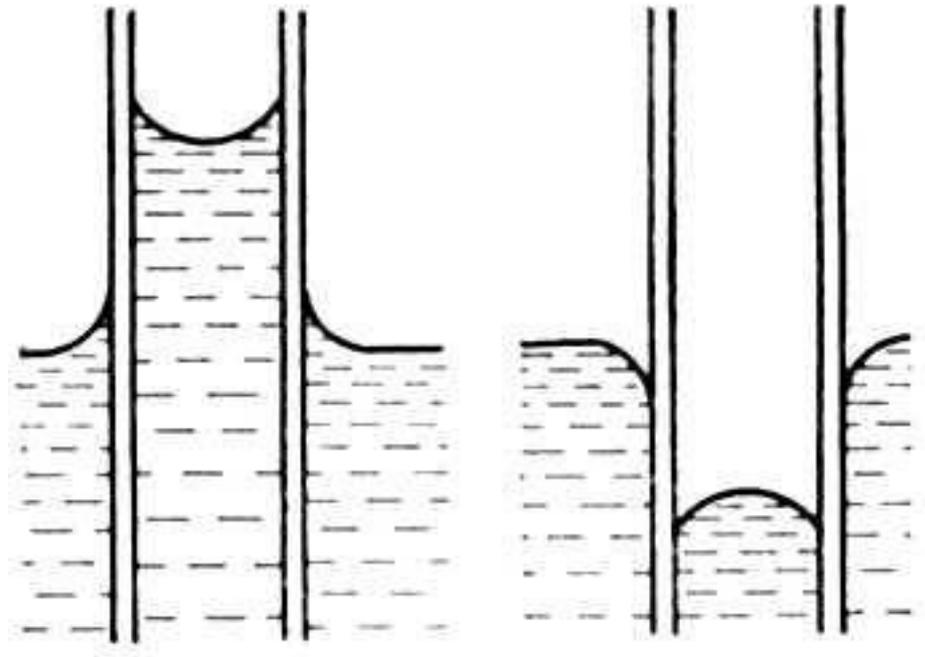


- это форма поверхности жидкости вблизи стенки сосуда

Угол смачивания



- это угол между плоскостью, касательной к поверхности жидкости, и стенкой.



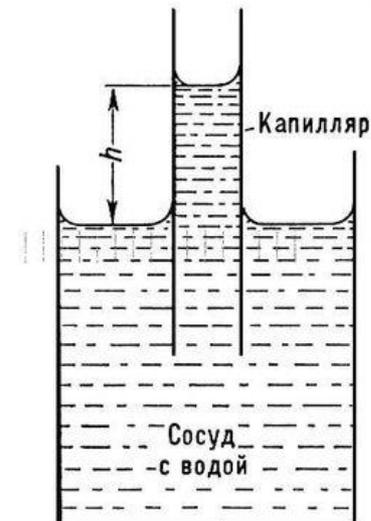
Капиллярность

Капиллярность – явление подъема или опускания жидкости в капиллярах.

К капиллярности приводит различие сил взаимодействия молекул жидкости с молекулами твердого тела и сил взаимодействия между молекулами жидкости

Высота поднятия жидкости в капилляре:

$$h = \frac{2\sigma}{\rho g r}$$



Домашнее задание

Написать, что такое:

**Смачивание (примеры смачивания/несмачивания),
мениск,
угол смачивания,
нарисовать и пояснить, какие бывают углы
смачивания, капиллярность, примеры капиллярности,
формулу для высоты поднятия жидкости в капилляре,
от чего зависит высота подъема жидкости в
капилляре**