

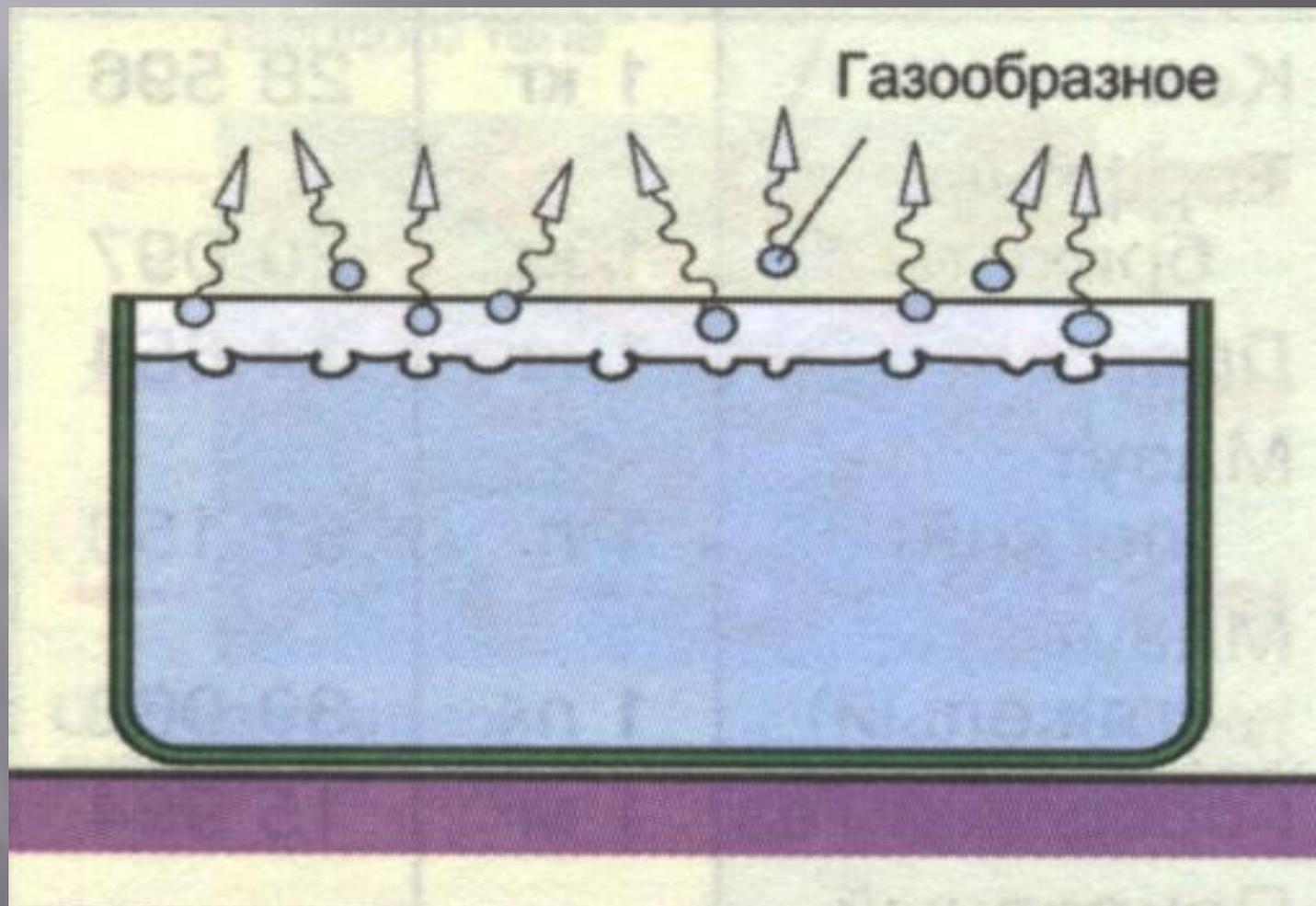
# Насыщенный пар и его свойства



# Парообразование

- 1. Испарение – процесс парообразования с поверхности жидкости.
- 2. Кипение – процесс парообразования, происходящий по всему объёму жидкости.

# Испарение жидкости



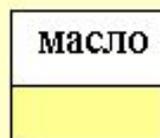
# Испарение жидкости зависит от:

Интенсивность испарения больше:

1.



а



б

2.



а

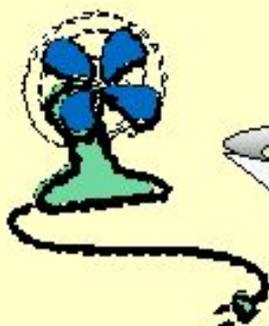


б

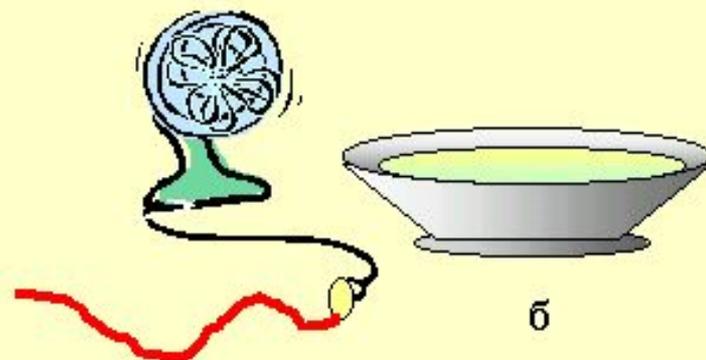


в

3.



а



б

4.



а



б



в

Жидкость остывает быстрее:

5. смотреть картинки вопроса 2;

6. смотреть картинки вопроса 3.

# Подумай и ответь

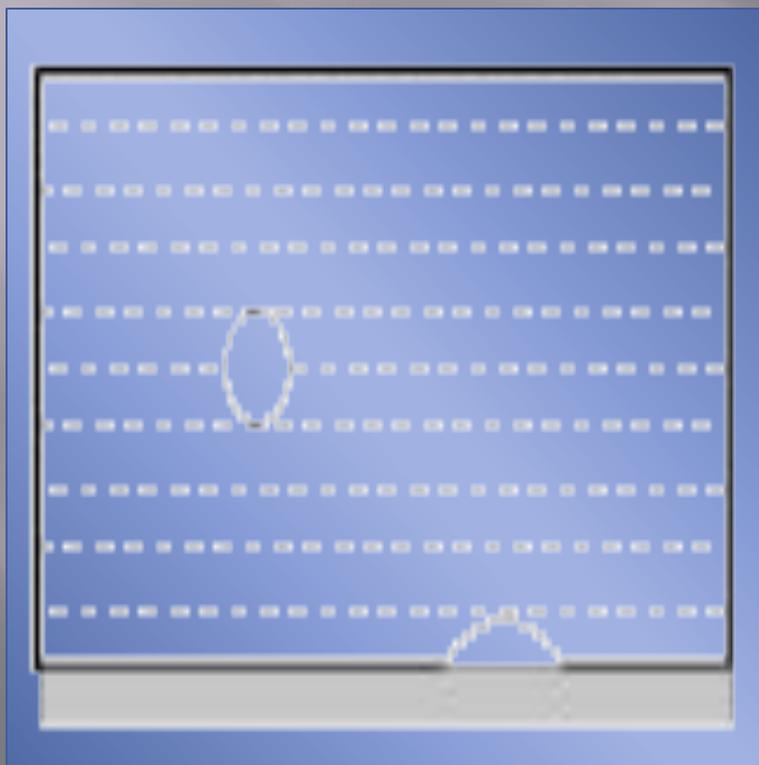
- 1. Как вы думаете, какие молекулы могут находиться на поверхности жидкости?
- 2. Если эти молекулы испаряться, что произойдёт с внутренней энергией этой жидкости?
- 3. Как изменяется внутренняя энергия жидкости при испарении с её поверхности молекул?
- 4. Что происходит с температурой тела при испарении с его поверхности жидкости?

# Кипение жидкости



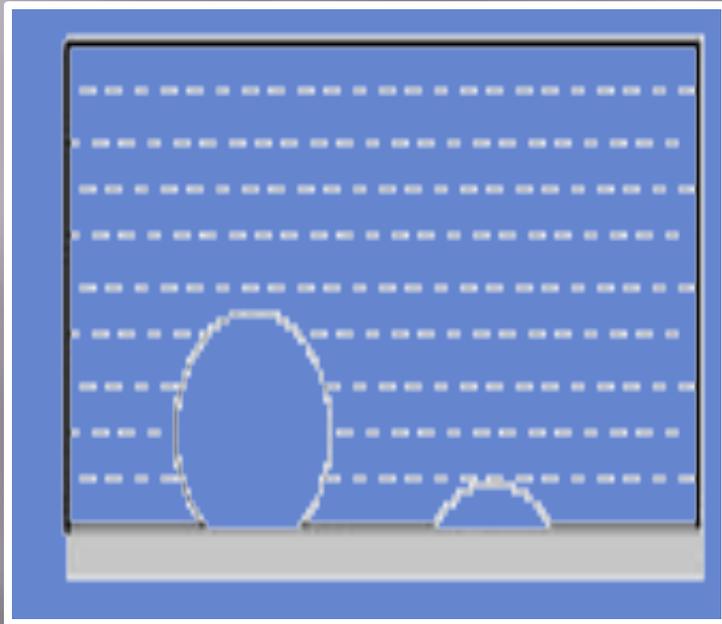
- Кипение представляет собой переход жидкости в пар с непрерывным образованием и ростом в жидкости **пузырьков пара**, внутри которых происходит **испарение** жидкости.

# Объясни, почему раздувается пузырёк газа?



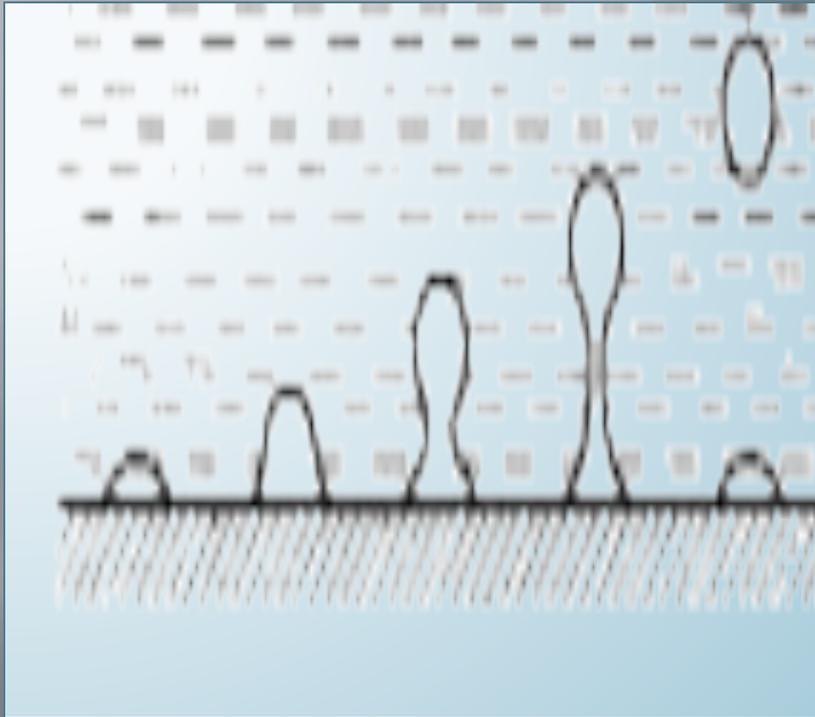
- 1. При нагревании воды, растворенный в ней газ **выделяется** на дне и стенках сосуда, образуя воздушные пузырьки. 2. Они начинают появляться задолго до кипения. **В эти пузырьки испаряется вода.**
- 3. Пузырек, наполненный паром, при достаточно высокой температуре **начинает раздуваться.**

# Объясни, почему «схлопывается» пузырек?»



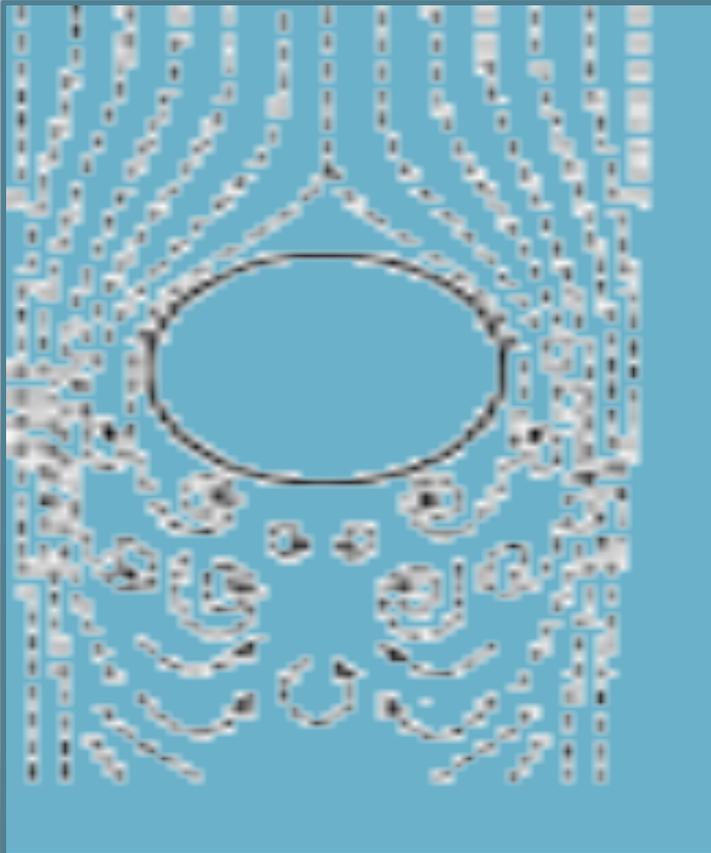
- 1. Если вода прогрета недостаточно, то пузырек пара, поднимаясь в холодные слои, **схлопывается**.
- 2. Возникающие при этом колебания воды приводят к появлению во всем объеме воды огромного количества мелких пузырьков воздуха: так называемый "белый ключ".

# Условие кипения



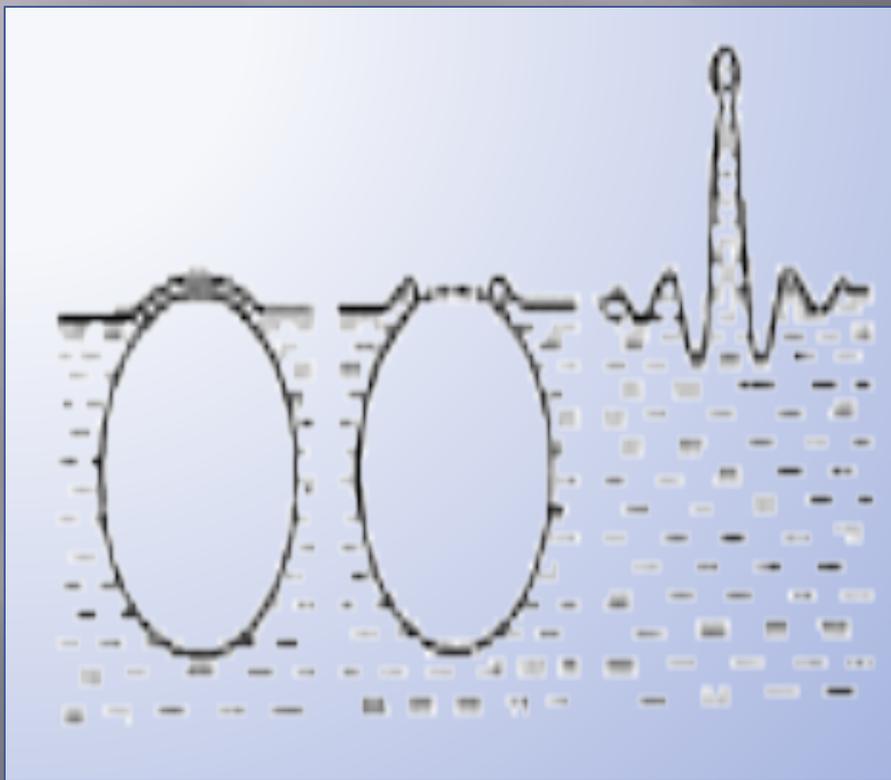
- 1. На пузырёк действуют сверху  $P_{\text{атм}} + P_{\text{жидк}}$
- 2. Внутри пузырька  $P_{\text{нас.пара}}$
- 3. Условие кипения:  
 $P_{\text{атм}} + P_{\text{жидк}} = P_{\text{нас.пара}}$
- 4. Размер пузырька, способного оторваться от дна, зависит от его формы.
- 5. Форма пузырьков на дне определяется смачиваемостью дна сосуда.

# Движение пузырьков



- ▣ 1. Неоднородность смачивания и слияние пузырьков на дне приводили к увеличению их размеров. При больших размерах пузырька при подъеме сзади него образуются пустоты, разрывы и завихрения.
- ▣ 2. Когда пузырек лопается, вся окружающая его жидкость устремляется **внутри**, и возникает кольцевая волна. Смыкаясь, она выбрасывает **вверх** столбик воды.

# Каким «голосом» поёт чайник ?



- 1. Когда пузырек лопаётся, вся окружающая его жидкость **устремляется внутрь**, и возникает кольцевая волна. Смыкаясь, она выбрасывает **вверх** столбик воды.
- 2. При схлопывании лопающихся пузырьков в жидкости распространяются **ударные волны ультразвуковых частот**, сопровождаемые слышимым шумом. Для начальных стадий кипения характерны самые громкие и высокие звуки (**на стадии "белого ключа"**

# Подумай и ответь....



- Зачем в крышке чайника делают дырочку?
- Почему чайник нагревают снизу?
- Как влияет цвет чайника на вкус напитка?

# Домашнее задание : Объясни устройство кастрюли - скороварки



- При приготовлении пищи давление внутри кастрюли - "скороварки" - около 200 кПа, и суп в такой кастрюле сварится значительно быстрее.
- Почему?

# Применение свойств насыщенного пара



- Объясните работу медицинского автоклава на основе свойств насыщенного пара.



## Это надо знать!

- 1. Продолжительность **варки картофеля**, начиная с момента кипения, **не зависит от мощности** нагревателя. Продолжительность определяется **временем пребывания продукта при температуре кипения**.
- 2. **Мощность нагревателя** не влияет на температуру кипения, а влияет только **на скорость испарения воды**.
- 3. **Кипением** можно заставить **воду замерзнуть**. Для этого надо производить **откачку воздуха** и водяного пара из сосуда, где находится вода, так, чтобы вода все время кипела.

# Переход жидкости в пар



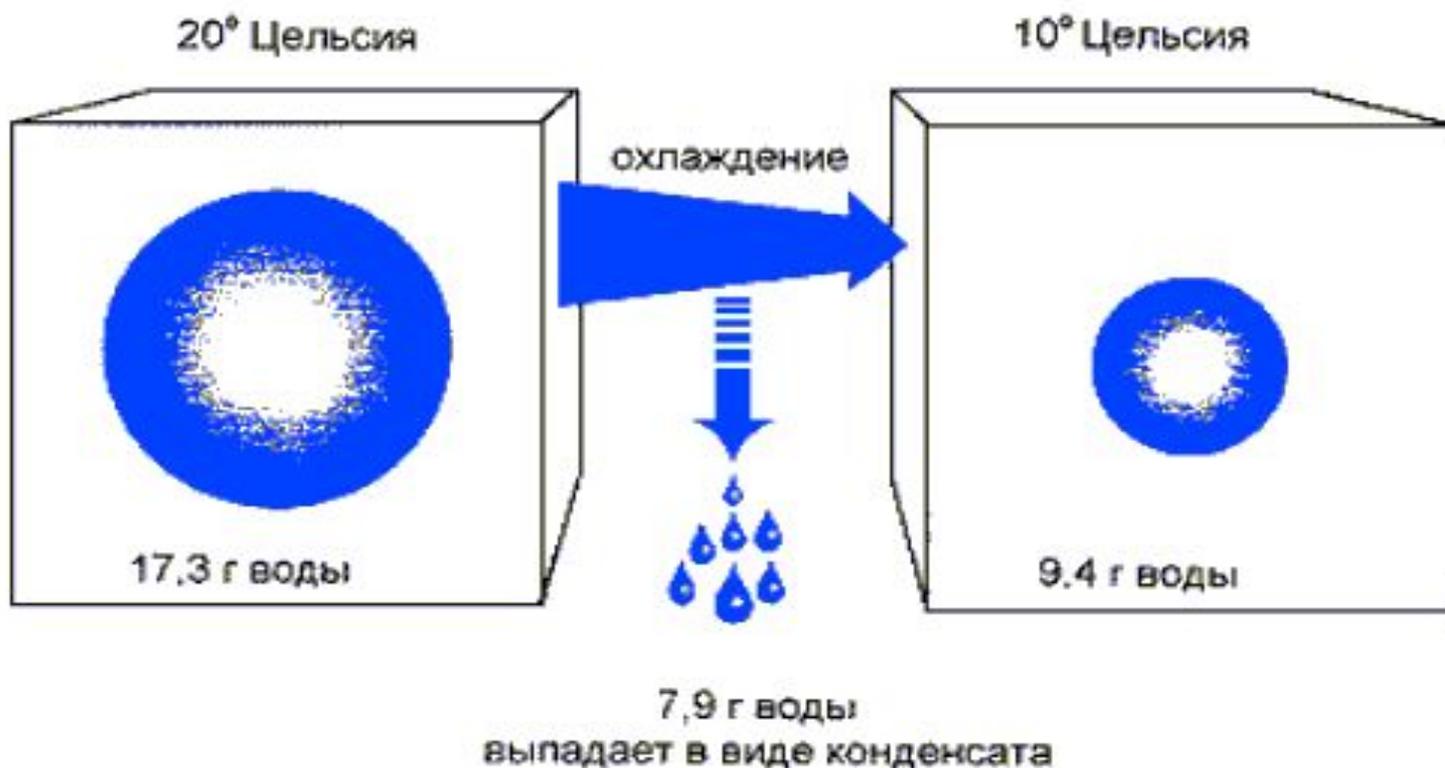
# Конденсация

- 1. Процесс перехода вещества из жидкого состояния в парообразное.



# Конденсация при охлаждении пара

Образование конденсата в результате охлаждения воздуха



# Кондесат

КОНДЕНСАТ НА ОКОННОМ  
СТЕКЛЕ

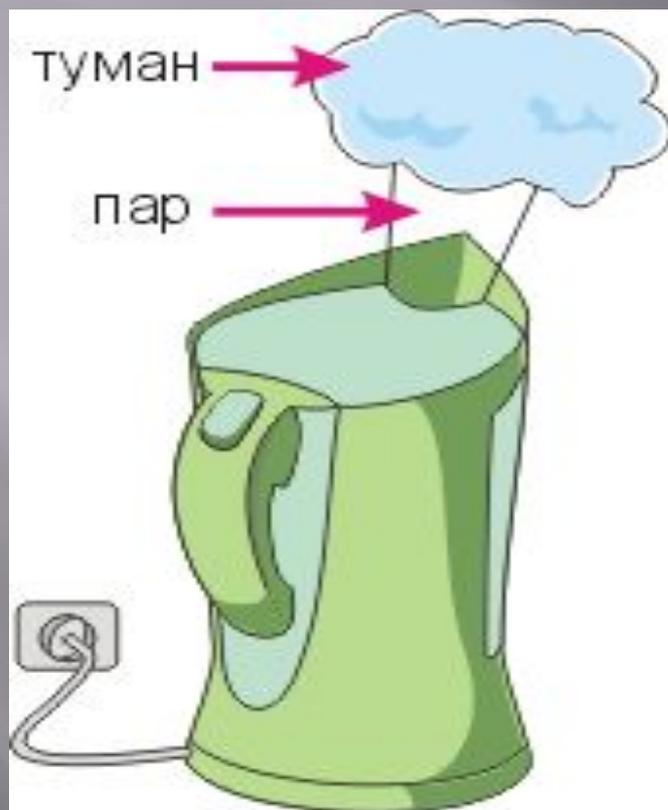


ИНЕЙ - КОНДЕНСАТ ПРИ  
ОТРИЦАТЕЛЬНОЙ  
ТЕМПЕРАТУРЕ



Pawel Grebenkin

# Объясни появление конденсата в обоих случаях



**На нашей планете процесс испарения –  
конденсации  
происходит непрерывно. Почему?**



ТЕМПЕРАТУРА ВЕЩЕСТВА В ПРОЦЕССЕ  
КОНДЕНСАЦИИ НЕ ИЗМЕНЯЕТСЯ.  
ТЕМПЕРАТУРА КОНДЕНСАЦИИ ПАРОВ  
ВЕЩЕСТВА РАВНА ТЕМПЕРАТУРЕ КИПЕНИЯ  
ЭТОГО ВЕЩЕСТВА.



# Температуры кипения некоторых веществ

**Таблица 2.17. Температуры кипения при 1013 мбар**

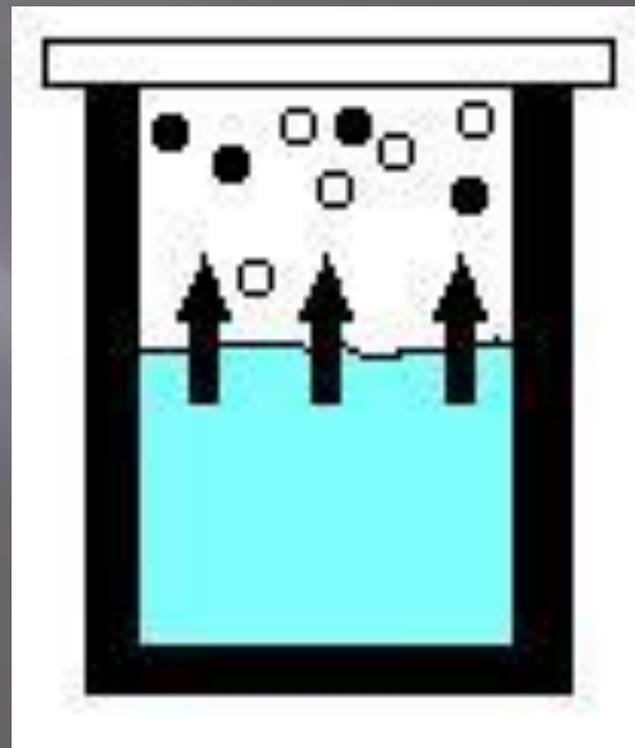
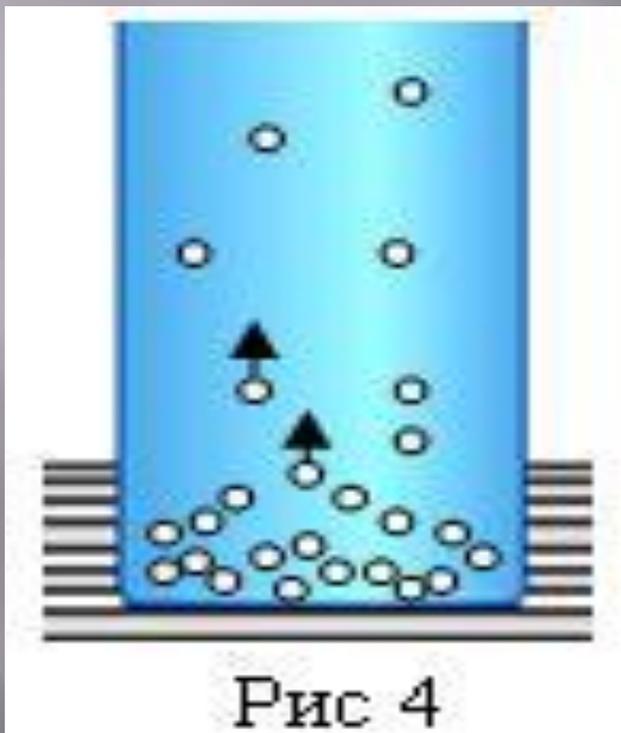
Материалы	°C
Водород	-253
Кислород	-196
Азот	-183
Спирт	78,4
Ацетон	57
Вода	100
Ртуть	357
Свинец	1526

# Определение динамического равновесия

№ молек испарив	№ молек конденсир	1 секунда
100	20	1 секунда
100	35	1 секунда
100	40	1 секунда
100	100	1 секунда

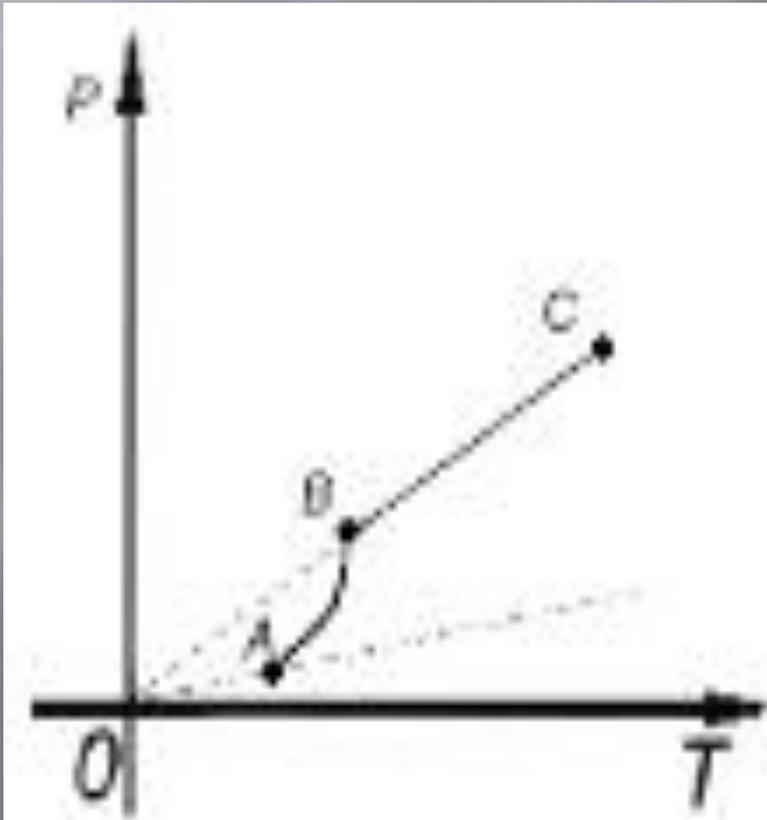
- В какой из строк записано условие динамического равновесия пар со своей жидкостью ?

В каком сосуде пар будет насыщенным?.....

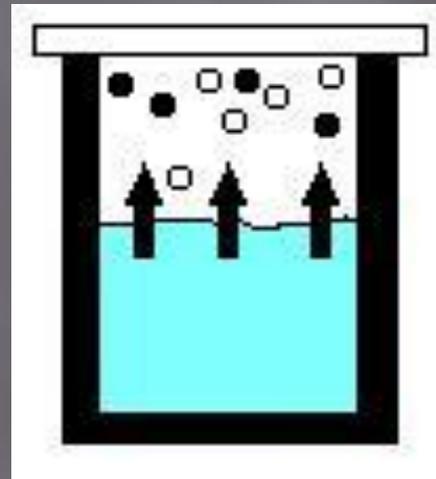


# Зависимость давления насыщенного пара $P$ от температуры $T$

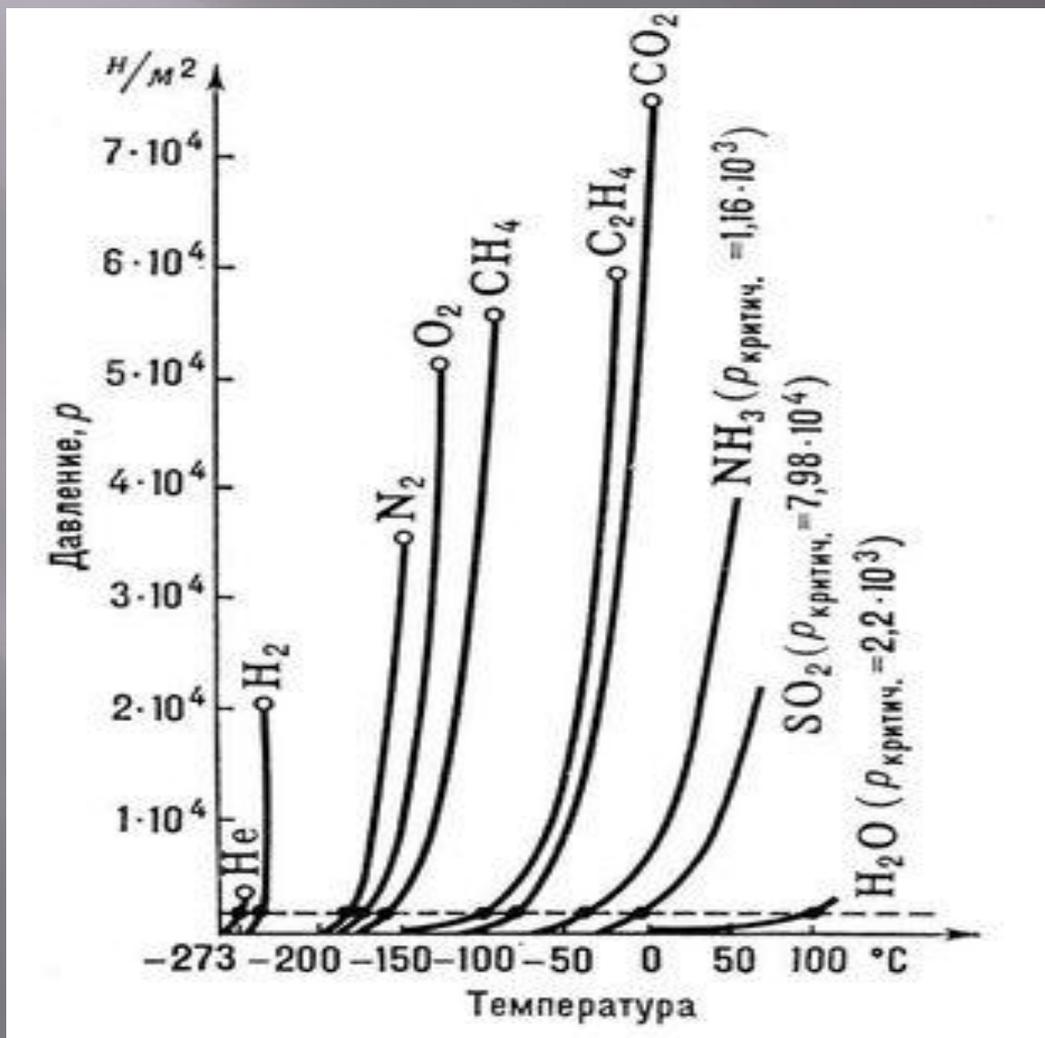
▣  $P = nkT$



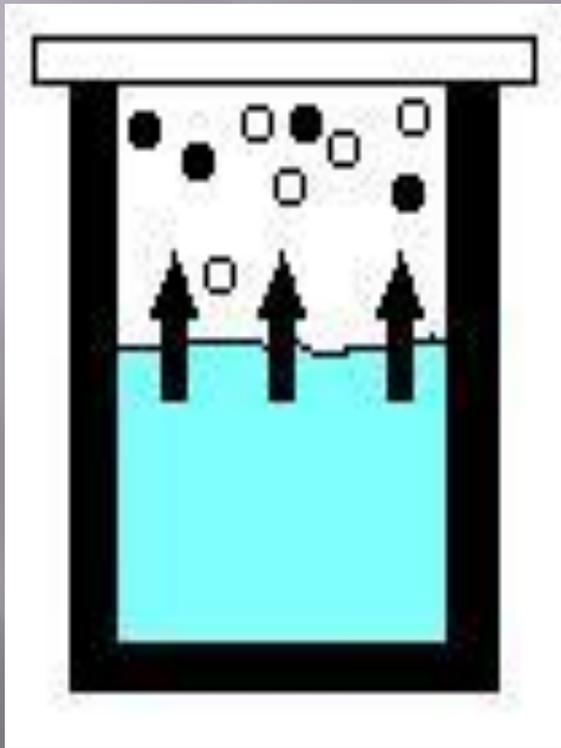
- ▣ 1.  $A - B$
- ▣ Изменяется концентрация и температура. Закон Шарля не выполняется.
- ▣ 2.  $B - C$
- ▣ Весь пар испарился, выполняется закон Шарля



# Зависимость давления насыщенного пара от температуры для различных веществ

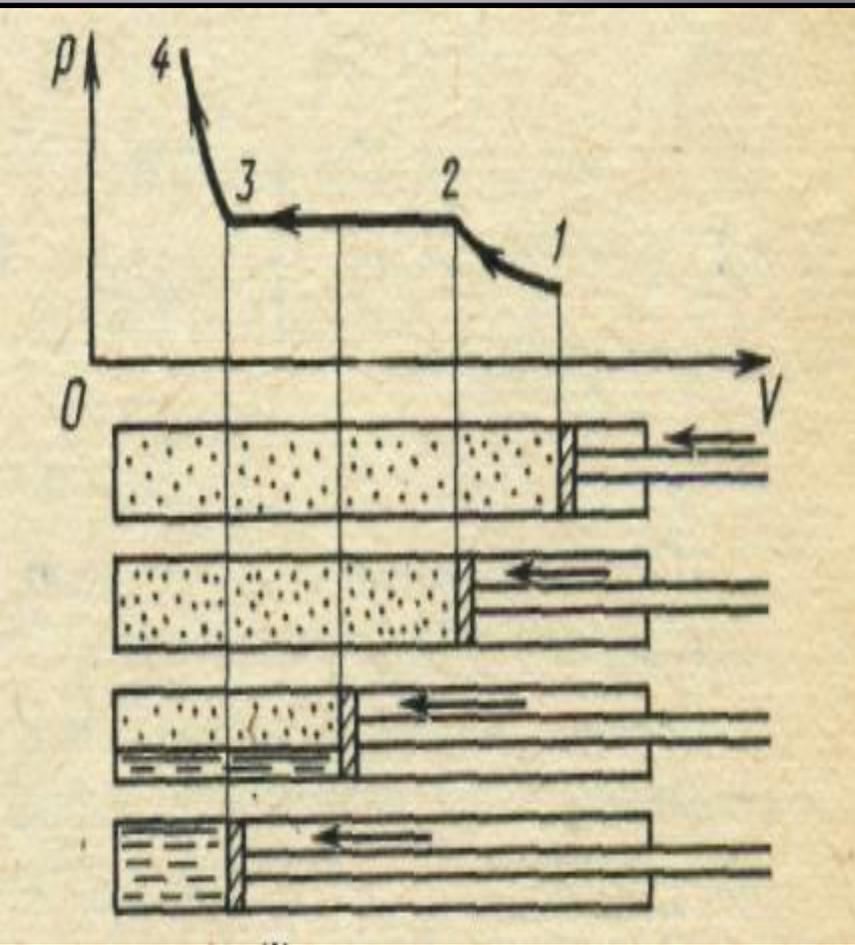


# Зависимость давления насыщенного пара $P$ от объёма $V$



- ▣ 1. Так как  $P = nkT$
- ▣  $n = N/V$ ,
- ▣ При уменьшении  $V$  в 2 раза,  $N$  уменьшится в 2 раза вследствие конденсации пара, а отношение  $N/V = \text{const}$
- ▣ Давление насыщенного пара не зависит от объёма !

# Объясни диаграмму



- 1 -2 ненасыщенный пар
- 2 -3 насыщенный пар
- 3 -4 жидкость - пар

# Как изменить вид пара?

- ▣ 1. Предложи способы перевода пара из ненасыщенного в насыщенный ?
- ▣ 2. Предложи способы перевода пара из насыщенного в ненасыщенный.

# Влажность....

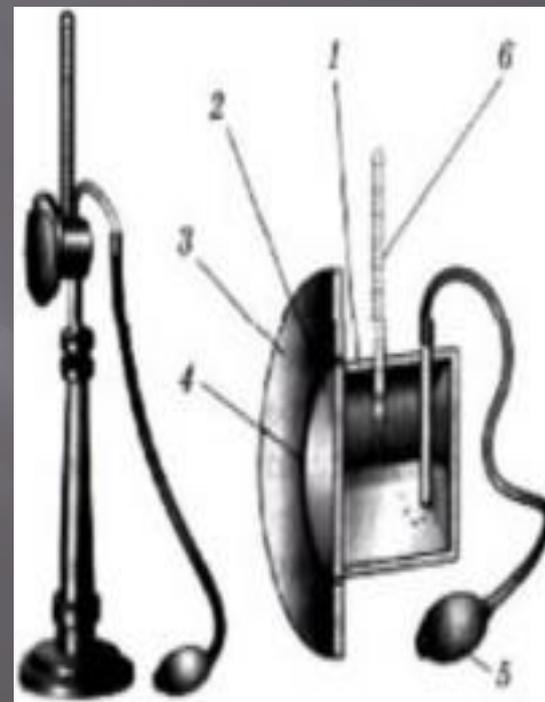
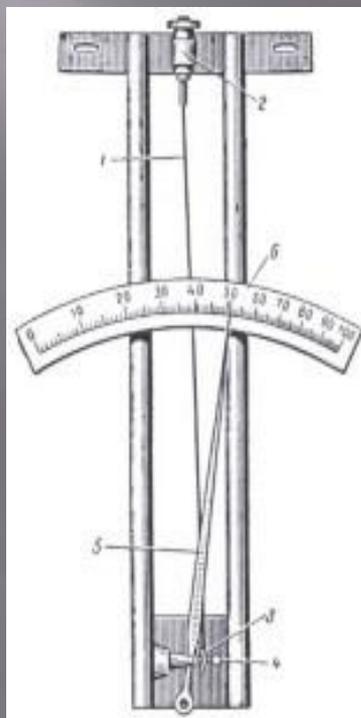
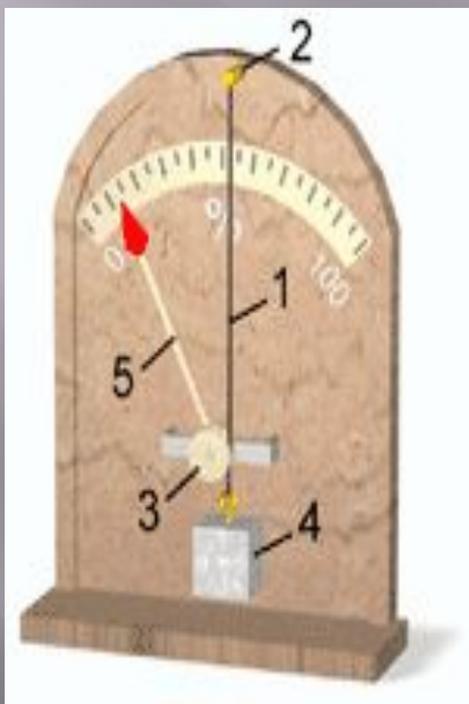


## Влажностью называется ....

$$\varphi = \frac{P}{P_0} \cdot 100\%$$

- ▣  $P = nKT$
- ▣  $P V = m/M RT$

# Определяем влажность приборами







# Какова влажность ?



© Andrej Okonetschnikow, 2003

