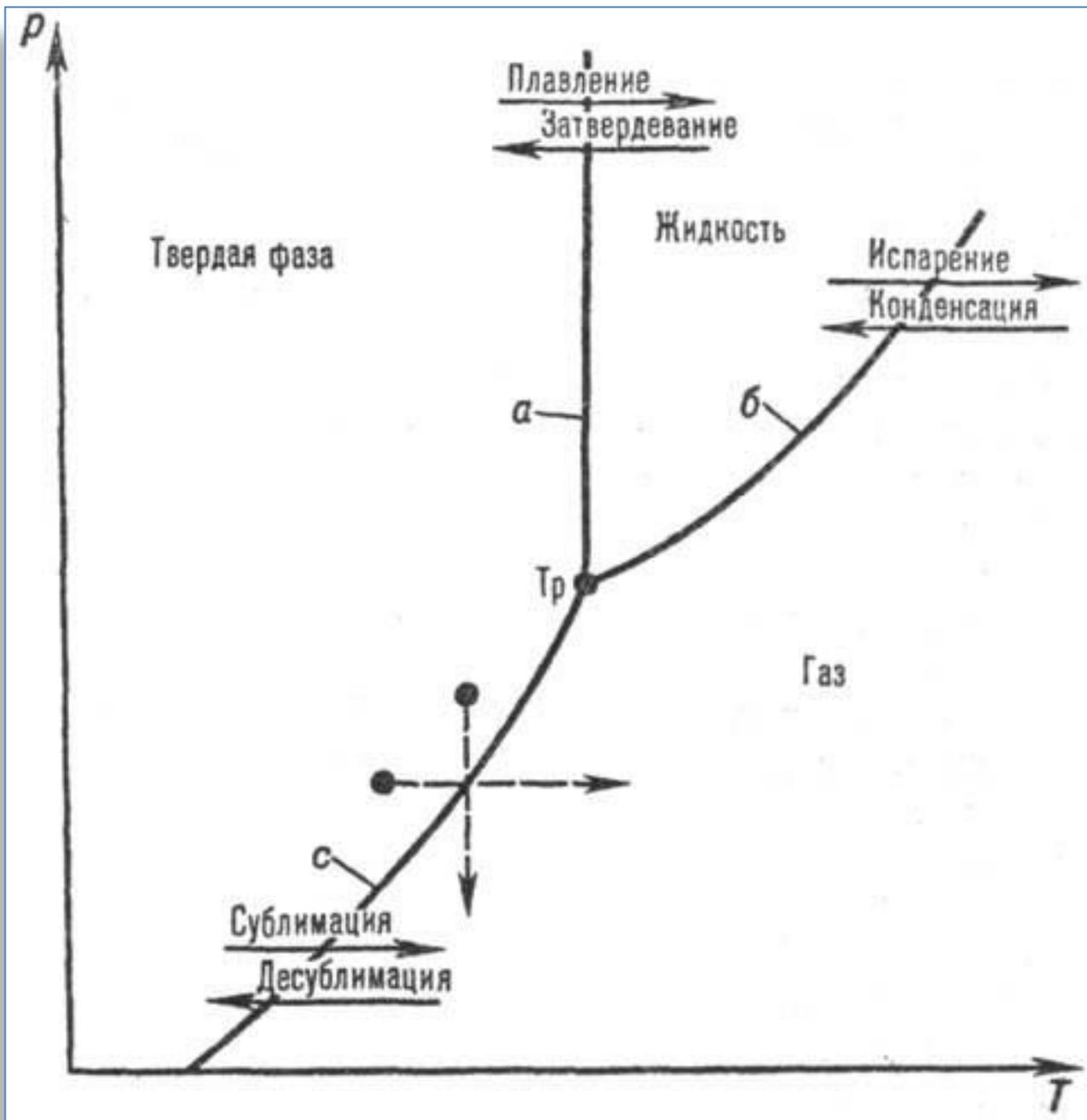


КИПЕНИЕ ЖИДКОСТИ





- **Кипение** — процесс парообразования в жидкости (переход вещества из жидкого в газообразное состояние), с возникновением границ разделения фаз. Температура кипения при атмосферном давлении приводится обычно как одна из основных физико-химических характеристик химически чистого вещества. Кипение является фазовым переходом первого рода. Кипение происходит гораздо более интенсивно, чем испарение с поверхности, из-за образования очагов парообразования, обусловленных как достигнутой температурой кипения, так и наличием примесей



Изменение агрегатных состояний

Фазовый переход	Название процесса	Формула	График
Пар - жидкость	Парообразование ↔ конденсация	$Q = r \cdot m$ r – удельная теплота парообразования (конденсации)	
Жидкость - твёрдое тело	Плавление ↔ Кристаллизация	$Q = \lambda \cdot m$ λ – удельная теплота плавления (кристаллизации)	



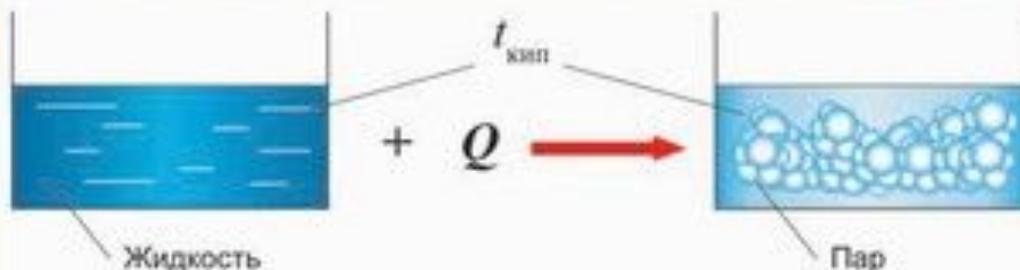
ПАРООБРАЗОВАНИЕ – ЯВЛЕНИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ ЖИДКОСТИ В ПАР

КОНДЕНСАЦИЯ – ЯВЛЕНИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ ПАРА В ЖИДКОСТЬ

КИПЕНИЕ – ЭТО ИНТЕНСИВНЫЙ ПЕРЕХОД ЖИДКОСТИ В ПАР, ПРОИСХОДЯЩИЙ С ОБРАЗОВАНИЕМ ПУЗЫРЬКОВ ПАРА ПО ВСЕМУ ОБЪЕМУ ЖИДКОСТИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ

УДЕЛЬНАЯ ТЕПЛОТА ПАРООБРАЗОВАНИЯ (L) – ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА, ПОКАЗЫВАЮЩАЯ, КАКОЕ КОЛИЧЕСТВО ТЕПЛОТЫ НЕОБХОДИМО, ЧТОБЫ ОБРАТИТЬ ЖИДКОСТЬ МАССОЙ 1 КГ В ПАР БЕЗ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ

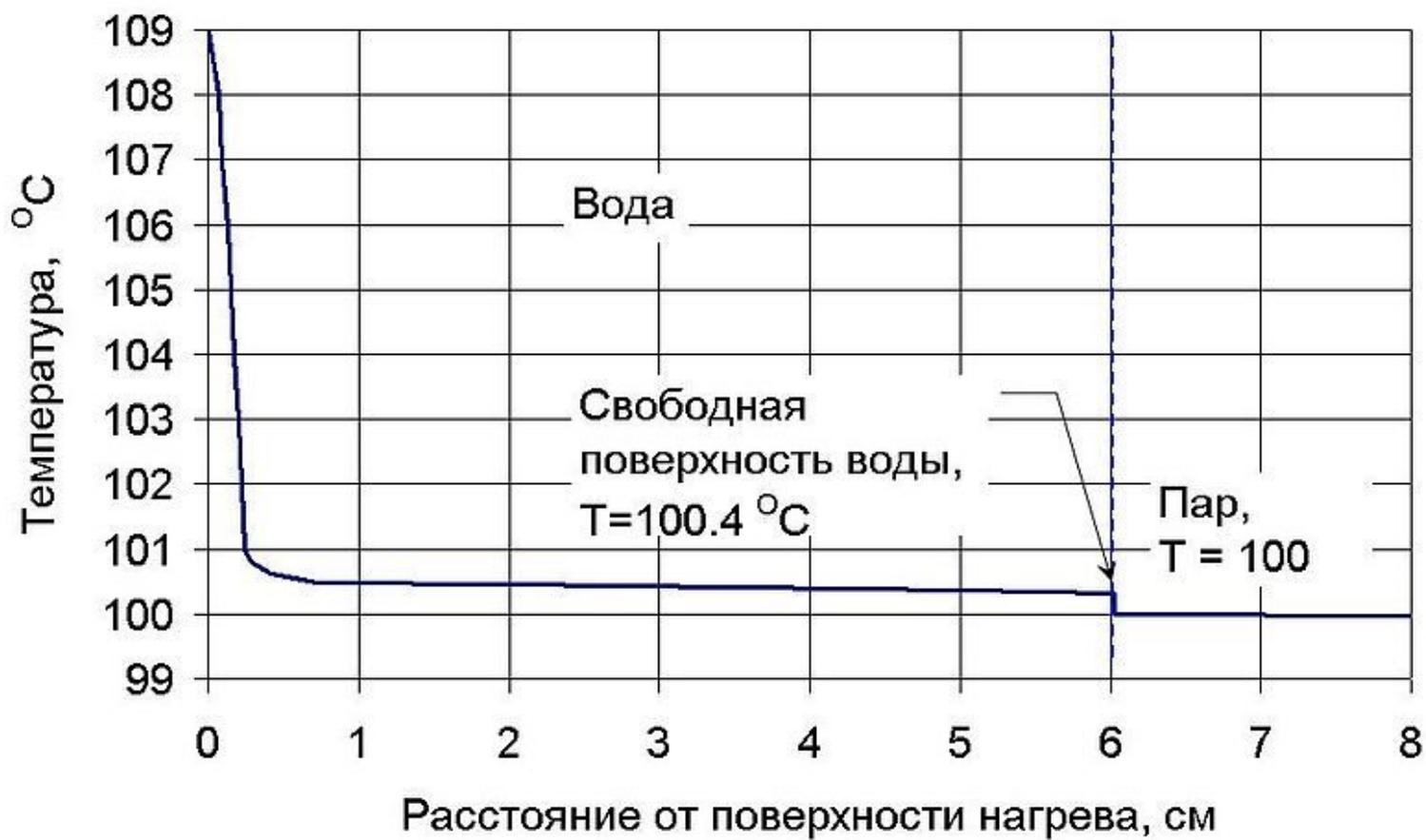
Единица удельной теплоты парообразования $\frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$



$$Q = Lm$$

$$L = \frac{Q}{m}$$

$$m = \frac{Q}{L}$$



ЧТО ЖЕ ПРОИСХОДИТ ВНУТРИ ЖИДКОСТИ ПРИ КИПЕНИИ ?



Кипение представляет собой переход жидкости в пар с непрерывным образованием и ростом в жидкости пузырьков пара, внутри которых происходит испарение жидкости. В начале нагревания вода насыщена воздухом и имеет комнатную температуру. При нагревании воды, растворенный в ней газ выделяется на дне и стенках сосуда, образуя воздушные пузырьки. Они начинают появляться задолго до кипения. В эти пузырьки испаряется вода. Пузырек, наполненный паром, при достаточно высокой температуре начинает раздуваться.

ЧТО ЖЕ ПРОИСХОДИТ ВНУТРИ ЖИДКОСТИ ПРИ КИПЕНИИ ?

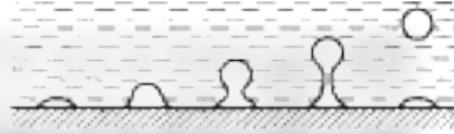


Достигнув определенных размеров он отрывается от дна, поднимается к поверхности воды и лопаается. При этом пар покидает жидкость. Если вода прогрета недостаточно, то пузырек пара, поднимаясь в холодные слои, схлопывается. Возникающие при этом колебания воды приводят к появлению во всем объеме воды огромного количества мелких пузырьков воздуха: так называемый "белый ключ".



На воздушный пузырек объемом на дне сосуда действует подъемная сила:
 $F_{\text{под}} = F_{\text{Архимеда}} - F_{\text{тяжести}}$
Пузырек прижат ко дну, поскольку на нижнюю поверхность силы давления не действуют. При нагреве пузырек увеличивается за счет выделения в него газа и отрывается от дна, когда подъемная сила будет немного больше прижимающей. Размер пузырька, способного оторваться от дна, зависит от его формы. Форма пузырьков на дне определяется смачиваемостью дна

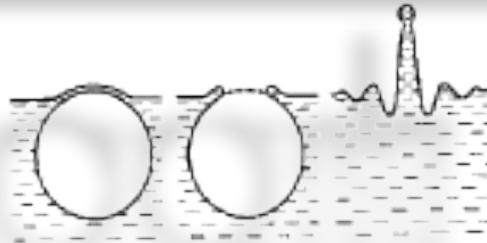
ЧТО ЖЕ ПРОИСХОДИТ ВНУТРИ ЖИДКОСТИ ПРИ КИПЕНИИ ?



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.



Когда пузырек лопается, вся окружающая его жидкость устремляется внутрь, и возникает кольцевая волна. Смыкаясь, она выбрасывает вверх столбик воды.



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" чайник "поет").

ИНТЕРЕСНО

Зачем в крышке чайника делают дырочку?

Для выхода пара. Без дырочки в крышке пар может выплеснуть воду через носик чайника.



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.

Продолжительность варки картофеля, начиная с момента кипения, не зависит от мощности нагревателя.

Продолжительность определяется временем пребывания продукта при температуре кипения.

Мощность нагревателя не влияет на температуру кипения, а влияет только на скорость испарения воды.



ИНТЕРЕСНО

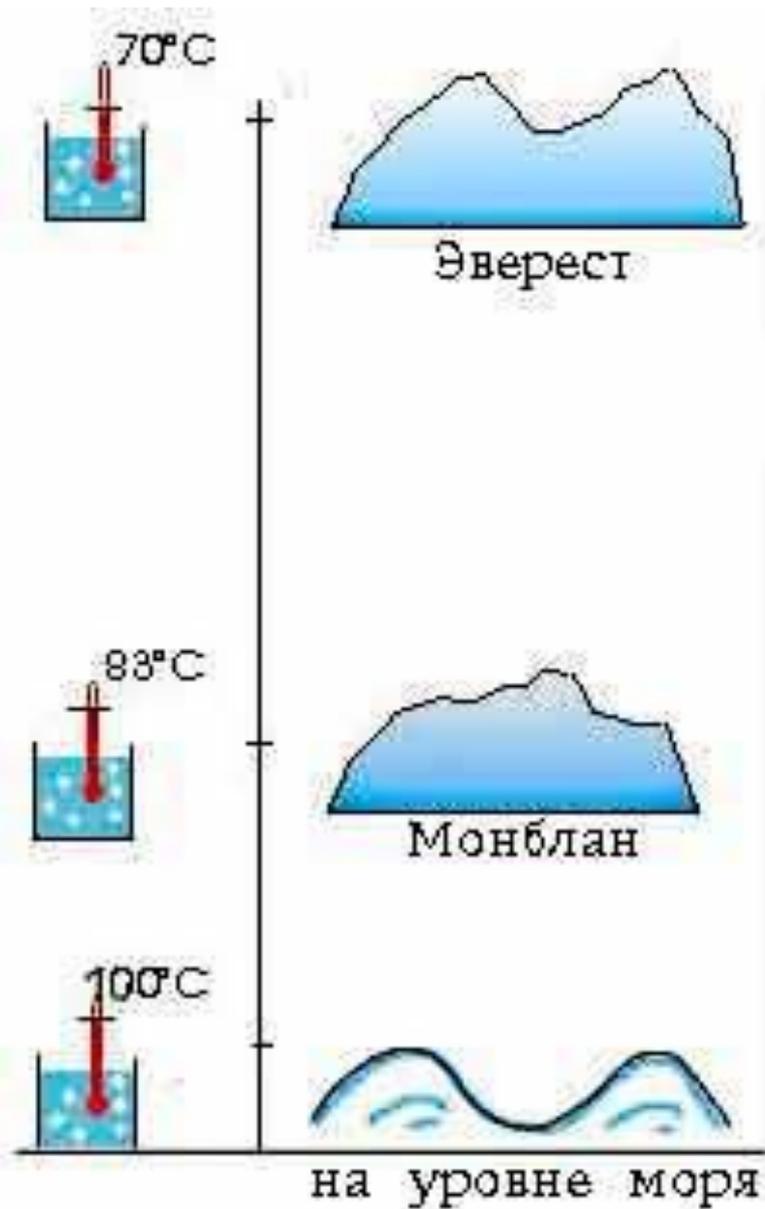
«Горшки легко закипают через край – к ненастью!»

Очень горячий кипяток можно получить на дне глубоких шахт, где давление воздуха значительно больше, чем на поверхности Земли. На глубине 300 м вода закипит при 1010С. При 14 атмосферах вода закипает при 2000С.

Падение атмосферного давления, сопровождающее ухудшение погоды, является причиной того, что молоко быстрее «убегает».

Под колоколом воздушного насоса можно получить «кипяток» при 200С. На Марсе мы пили бы «кипяток» при 450С.

Соленая вода кипит при температуре выше 1000С.



В горных районах на значительной высоте при пониженном атмосферном давлении вода кипит при температурах ниже, чем 100 градусов Цельсия.

В частности, при нормальном атмосферном давлении вода кипит при температуре 100°C . Это значит, что при такой температуре давление насыщенных паров воды равно 1 атм. При подъеме в горы атмосферное давление уменьшается, и поэтому температура кипения воды понижается (приблизительно на 1°C на каждые 300 метров высоты). На высоте 7 км давление составляет примерно $0,4$ атм, и температура кипения понижается до 70°C .

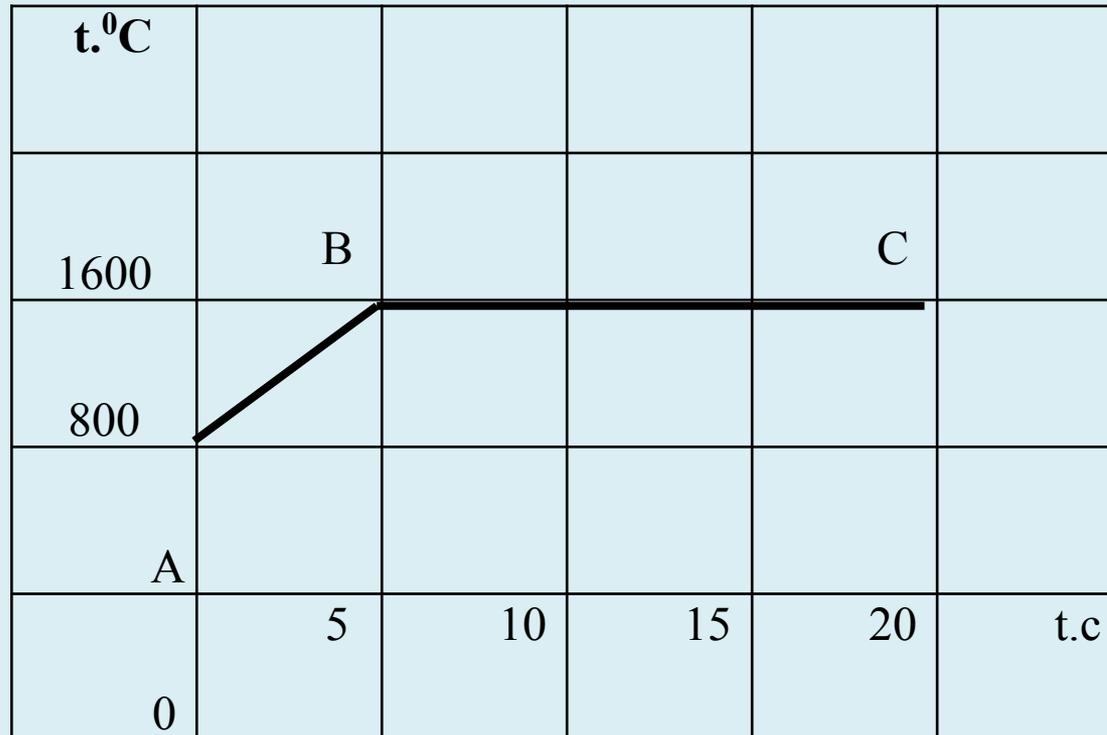
Решение задач

1. Кипение- это процесс парообразования происходящий при...
 - А. любой температуре
 - Б. определенной температуре для данного вещества
 - В. только при температуре 100°C
2. Сравните внутренние энергии 1 кг стоградусного водяного пара и 1 кг воды при той же температуре.
 - А. Внутренние энергии равны.
 - Б. Внутренняя энергия водяного пара больше.
 - В. Внутренняя энергия воды больше.
3. Если внешнее давление увеличить, то температура кипения...
 - А. увеличится;
 - Б. уменьшится;
 - В. не измениться

Решение задач

4. На рисунке представлен график кипения свинца. Какому процессу соответствует участок графика ВС?

А. нагревание свинца; **Б.** конденсация ; **В.** кипение свинца.



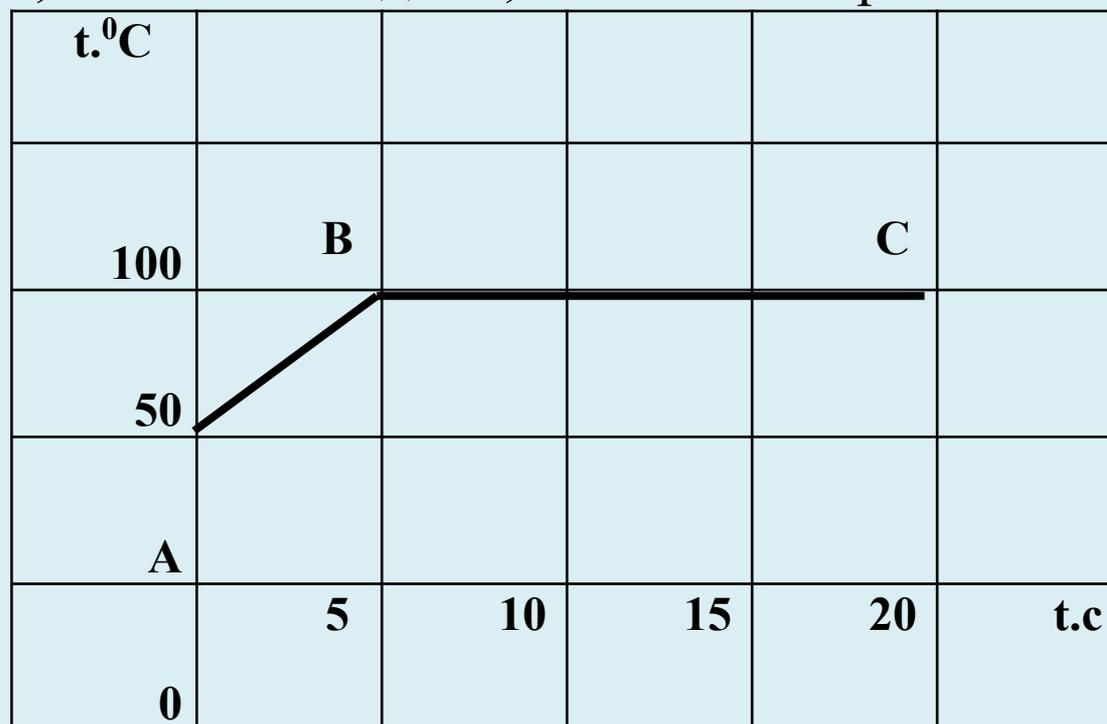
Решение задач

5. На рисунке представлен график кипения воды. Какому процессу соответствует участок графика ВС?

А. нагревание воды; **Б.** конденсация ; **В.** кипение.

6. В каком состоянии находится вода на участке АВ?

А. твердом; **Б.** жидком; **В.** газообразном.



Решение задач

551 (607).

В процессе кипения воды в трубке над поверхностью воды будет образовываться водяной пар, давление которого p_1 . Вода в сосуде также кипит, давление насыщенного водяного пара p_2 . Так как вода в трубке и сосуде кипит при одной температуре, то $p_1 = p_2$ и уровень воды в трубке опустится до уровня воды в сосуде ($p_1 = p_2 = p_{\text{нм}}$).

Решение задач

553 (605).

Дано:

$$t_{\text{кип}} = 19 \text{ }^\circ\text{C}$$

H_2O

Найти: $p_{\text{кип}}$.

Из уравнения Менделеева-Клапейрона $pV = \frac{m}{M}RT$;

$$\left. \begin{aligned} p &= \frac{m}{V} \cdot \frac{RT}{M} \\ \rho &= \frac{m}{V} \end{aligned} \right\} \Rightarrow p = \rho \frac{RT}{M}.$$

Вода будет кипеть, когда давление насыщенного пара будет равно внешнему давлению. Следовательно, $p_{\text{вм}} = p_{\text{н.п.}} = \rho_{\text{н.п.}} \frac{RT}{M}$, значение $\rho_{\text{н.п.}}$ берется из таблиц.

$$p_{\text{вм}} = 16,3 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot \frac{8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 292 \text{ К}}{18 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}} = 2,2 \cdot 10^3 \text{ Па.}$$

Ответ: 2,2 кПа.

Решение задач

554.

Вода кипит при такой температуре, при которой давление насыщенного пара равно внешнему давлению. Так как внешнее давление в кастрюле-скороварке превышает атмосферное примерно в 2 раза, то и температура кипения воды будет больше $100\text{ }^{\circ}\text{C}$.

ВОПРОСЫ

- 1. Что называется кипением?
- 2. Каковы этапы закипания жидкости?
- 3. Можно ли считать шум признаком кипения?
- 4. Каковы признаки кипения?
- 5. При каком условии жидкость кипит?
- 6. Какую температуру называют температурой кипения?
- 7. Как зависит температура кипения от внешнего давления?
- 8. Что общего и в чем различие между испарением и кипением?
- 9. На чем основан принцип действия кастрюли скороварки?
- 10. Для стерилизации медицинских инструментов кипячением используют металлические коробки с плотно подогнанной крышкой. Почему? И почему открывать их нужно очень осторожно?
- 11. Могут ли туристы сварить яйцо вкрутую, находясь высоко в горах?

Использованные ресурсы:

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



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