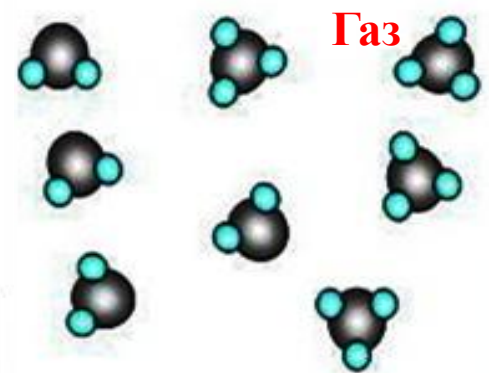
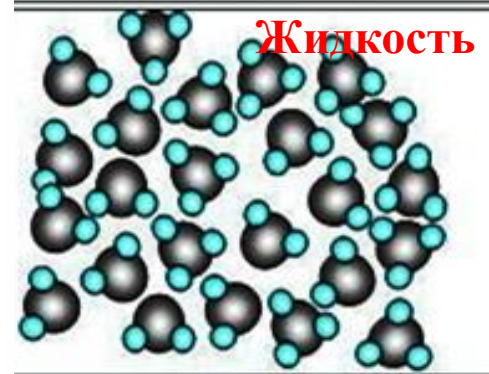
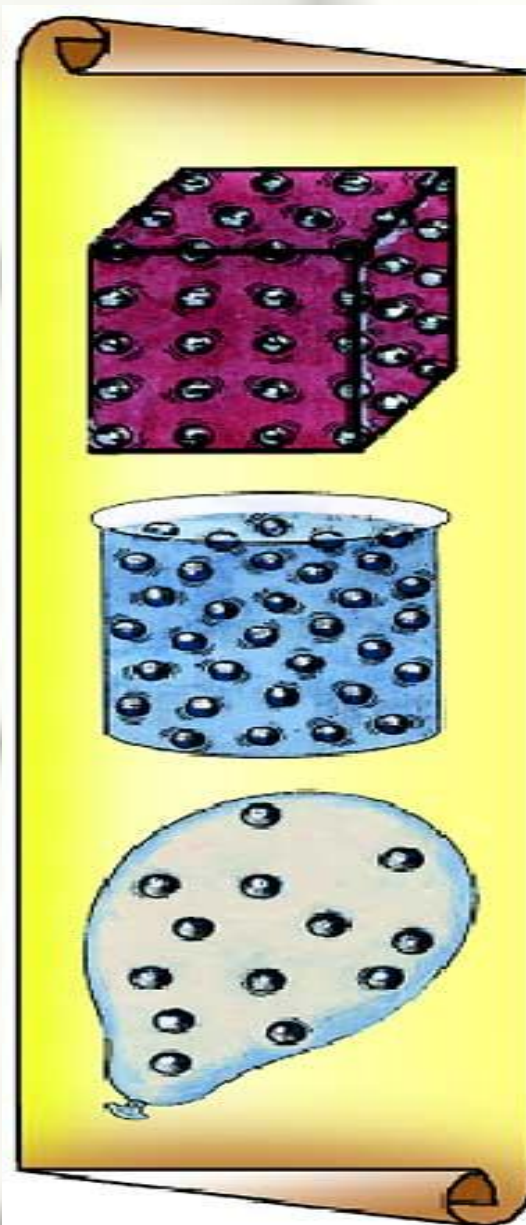


# Испарение и конденсация. Кипение жидкости

# Фазовые переходы

- Любое вещество при определенных условиях может находиться **в различных агрегатных состояниях** — **твердом, жидком и газообразном.**
- Переход из одного состояния в другое называется **фазовым переходом.**



# Парообразование

- **Парообразование** — явление превращения жидкости в газ (пар).



Испарение над кружкой чая

## Виды парообразования

### Испарение

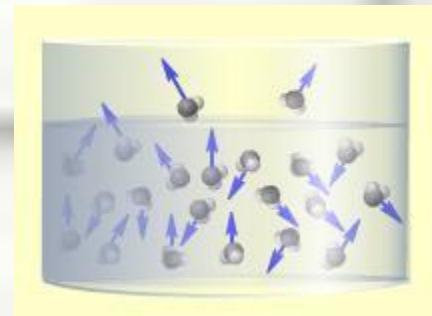
Парообразование, происходящее **с поверхности жидкости**

### Кипение

**Интенсивный** переход жидкости в пар, происходящий **с образованием пузырьков пара** по всему объему жидкости **при определенной температуре**

# Испарение

- - это **парообразование с поверхности жидкости.**
- При испарении жидкость **покидают более быстрые молекулы**, обладающие большей скоростью.
- Испарение **происходит при любой температуре**, т.к. при любой температуре в жидкости находятся такие молекулы, которые обладают достаточной кинетической энергией, чтобы преодолеть силы сцепления между молекулами и совершить работу выхода из жидкости.



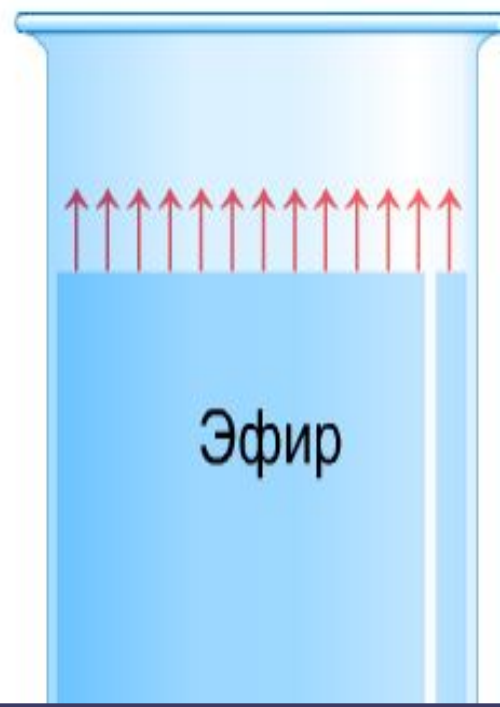
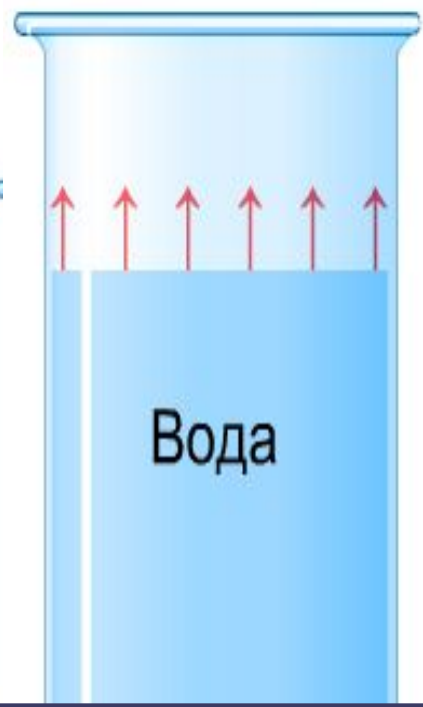
# От чего зависит скорость испарения?

От температуры

От площади поверхности жидкости

От движения воздуха (ветра)

От рода жидкости

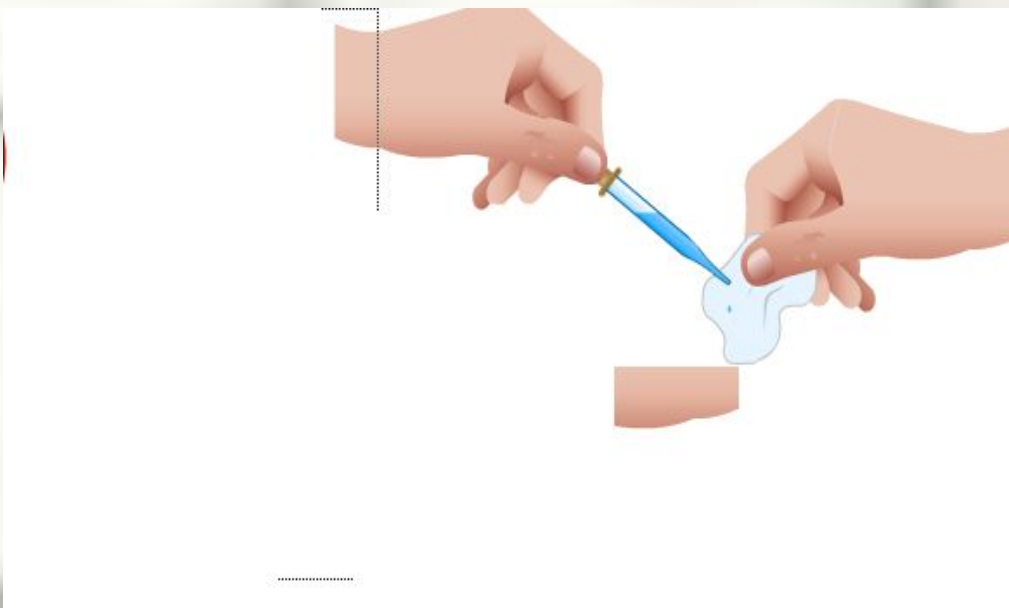
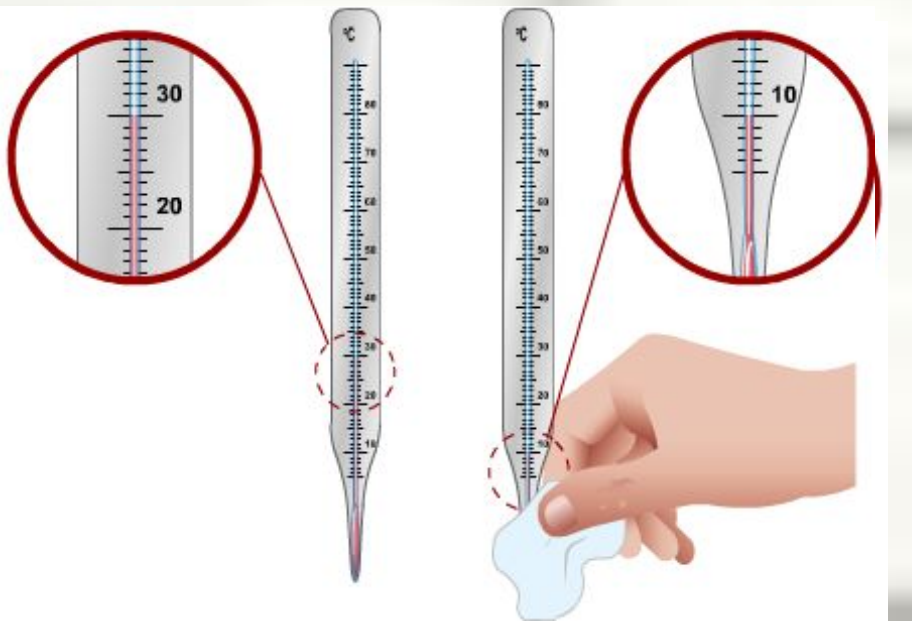


Быстрее испаряется та жидкость, молекулы которой притягиваются друг к другу с меньшей силой



# Уменьшение температуры жидкости при испарении

- При испарении температура жидкости **понижается**, т.к. внутренняя энергия жидкости уменьшается **из-за потери быстрых молекул**
- Но, **если подводить к жидкости тепло**, то ее температура **может не изменяться**.



# Возгонка и сублимация



- Существует ещё один интересный вид парообразования, когда твердое тело, минуя жидкое состояние, превращается в газ - **возгонка**.
- Такой особенностью обладают, например, кристаллы **йода, нафталина**, обычного и "сухого" **льда**.
- Возгонка льда возможна практически **при любой отрицательной температуре** в сухом воздухе, что практически бывает при сильном морозе.
- Обратный процесс превращения газа непосредственно в твердое вещество называется **сублимацией** (иней на деревьях и снег в тучах).
- **Центрами кристаллизации** здесь служат микроскопические пылинки и кристаллики соли, взвешенные в воздухе.

# Конденсация



• Процесс превращения пара в жидкость называется **конденсацией**.

• Конденсация пара сопровождается **выделением энергии**;



• **Пары воды** в верхних (холодных) слоях атмосферы **превращаются в облака**

• Летним вечером или под утро, когда становится **холоднее, выпадает роса**



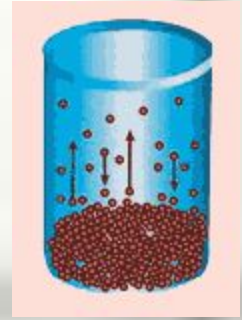
# Кипение жидкости

- **Кипение** - это интенсивное парообразование, которое происходит при нагревании жидкости не только с поверхности, но и внутри неё.
- Кипение возможно лишь при определенной температуре – **температуре кипения;**
- Кипение **начинается** лишь после того, как **давление внутри пузырьков** сравнивается с **давлением в окружающей жидкости;**
- Во время кипения **температура жидкости и пара над ней не меняется.**



# Температура кипения

- Температура, при которой жидкость кипит, называется **температурой кипения**;



## Температура кипения некоторых веществ *при нормальном атмосферном давлении*

<i>Вещество</i>	<i>T, K</i>	<i>Вещество</i>	<i>T, K</i>
Азот	77,15	Гелий	4,15
Аммиак	239,8	Глицерин	563,2
Ацетон	329,7	Графит	4473
Вода тяжелая	374,58	Кислород	90,15
Вода	273,15	Ртуть	630,15
Воздух	81-78	Спирт	351,15

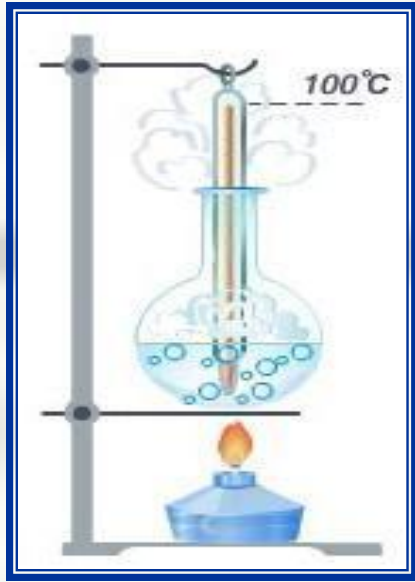
# Процесс кипения

- Кипение происходит с **поглощением теплоты**.



- Большая часть подводимой теплоты расходуется на **разрыв связей между частицами вещества**, остальная часть - на **работу, совершаемую при расширении пара**.
- В результате энергия взаимодействия между частицами пара становится **больше**, чем между частицами жидкости, поэтому
- **внутренняя энергия пара больше, чем внутренняя энергия жидкости** при той же температуре.

# Механизм кипения воды



1. При нагревании **испарение с поверхности воды усиливается.**
2. **Появление** в жидкости многочисленных **мелких пузырьков воздуха**, растворённого в воде. При нагревании излишек воздуха выделяется в виде пузырьков с насыщенным водяным паром - **испарение внутрь жидкости.**
3. Пузырьки становятся **крупнее** и **многочисленнее.**
4. **Архимедова сила, действующая на пузырьки, возрастает и при температуре близкой к кипению** они всплывают.
5. **С приближением к поверхности объём пузырьков резко возрастает**, на поверхности они **лопаются**, находящийся в них насыщенный пар выходит в атмосферу – слышен **характерный шум** – вода кипит.

# Удельная теплота парообразования

- Физическая величина, показывающая, какое **количество теплоты** необходимо, чтобы **обратить жидкость массой 1 кг в пар** без изменения температуры, называется **удельной теплотой парообразования**.
- Единица удельной теплоты парообразования в системе СИ:

$$\bullet [L] = 1 \text{ Дж/кг}$$

**С ростом давления удельная теплота парообразования уменьшается и наоборот.**





# Удельная теплота парообразования жидкостей и некоторых металлов при температуре кипения и нормальном атмосферном давлении

Вещество	г , кДж/кг	Вещество	г , кДж/кг
Азот жидкий	201	Кислород жидкий	214
Алюминий	9200	Магний	5440
Бензин	230-310	Медь	4800
Висмут	840	Олово	3010
Водород жидкий	450	Ртуть	293
Воздух	197	Свинец	860
Гелий жидкий	23	Спирт этиловый	906
Железо	6300	Эфир	356
Керосин	209-230		

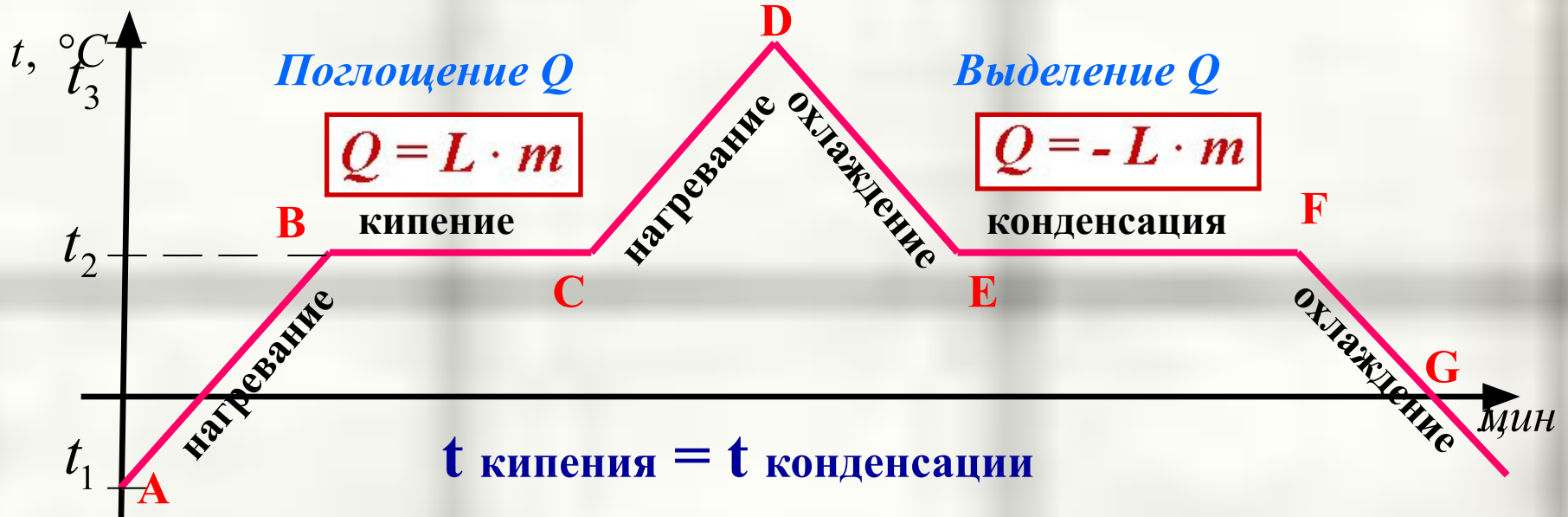
# Количество теплоты,

необходимое для парообразования и  
выделяющееся при конденсации



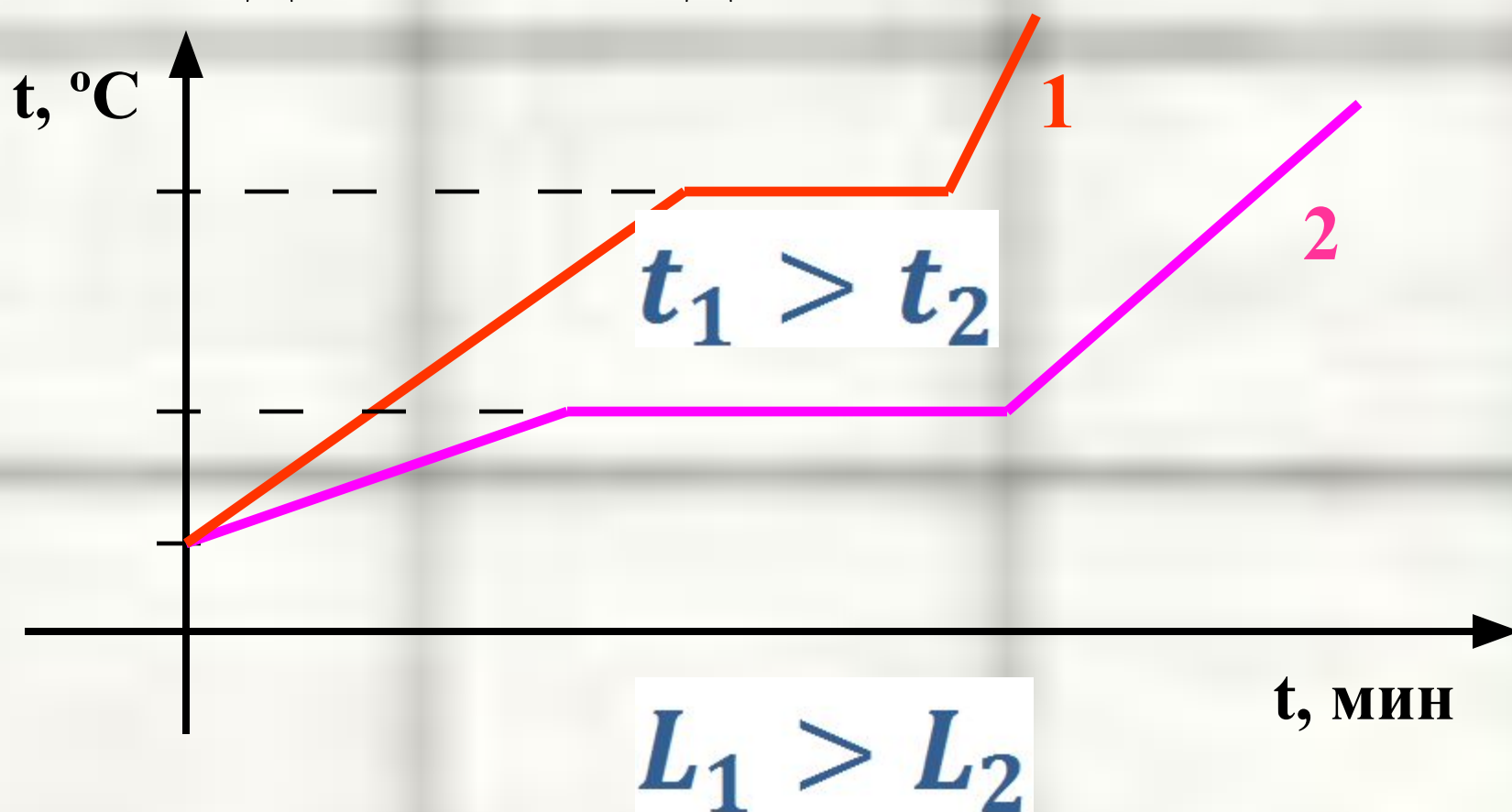
- Конденсируясь, пар отдает то количество энергии, которое пошло на его образование

# График кипения и конденсации



- При нагревании увеличивается температура жидкости.
- Скорость движения частиц возрастает.
- Увеличивается внутренняя энергия жидкости.
- Когда жидкость нагревается до температуры кипения, энергия молекул становится достаточной для того, чтобы преодолеть молекулярное притяжение.
- Температура не изменяется до тех пор, пока вся жидкость не выкипит.

# Графики зависимости изменения температуры от времени двух жидкостей одинаковой массы.



# Зависимость температуры кипения от давления

При повышении атмосферного давления температура кипения повышается

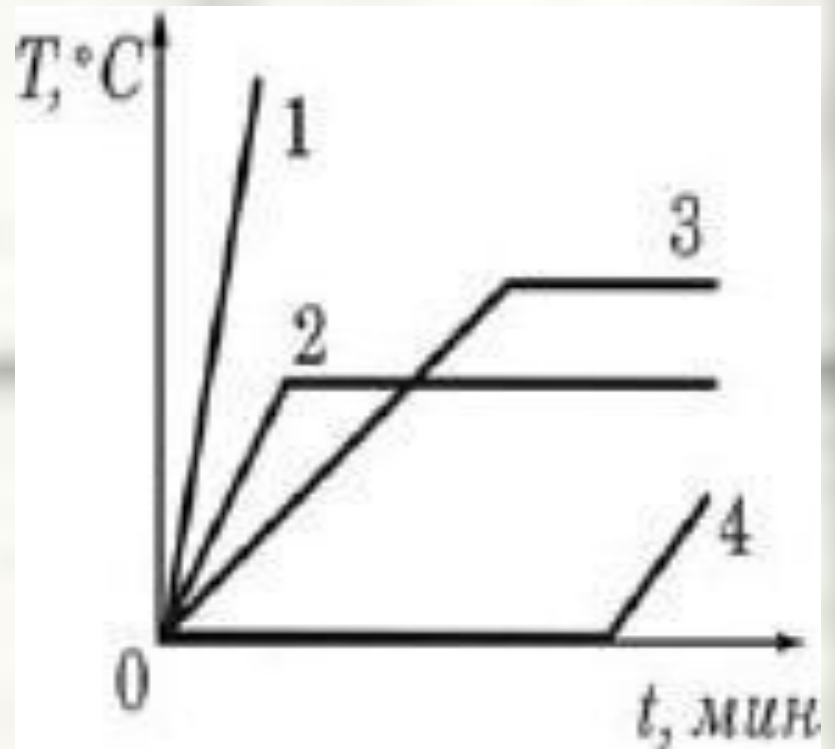
$P, \text{МПа}$	$t, ^\circ\text{C}$	$p, \text{МПа}$	$t, ^\circ\text{C}$	$P, \text{МПа}$	$t, ^\circ\text{C}$	$P, \text{МПа}$	$t, ^\circ\text{C}$
0,1	99,7	1,2	187,8	3,5	244	8,5	301
0,2	120,3	1,3	191,5	4,0	252	9,0	305
0,3	133,4	1,4	195,0	4,5	259	9,5	309
0,4	143,5	1,5	198,2	5,0	266	10,0	313
0,5	151,7	1,6	201,3	5,5	272	11,0	320
0,6	158,7	1,7	204,2	6,0	277	12,0	327
0,7	164,8	1,8	207,0	6,5	283	13,0	333
0,8	170,8	1,9	210,2	7,0	288	14,0	339
0,9	175,2	2,0	212,3	7,5	293	15,0	344
1.0	179,7	2,5	224	8,0	297	16,0	350



Рассмотрим задачи:

**A.** На одинаковых спиртовках нагревают одинаковые массы воды, спирта, льда и меди. Какой из графиков соответствует нагреванию воды?

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4



## **Б.** Жидкости могут испаряться

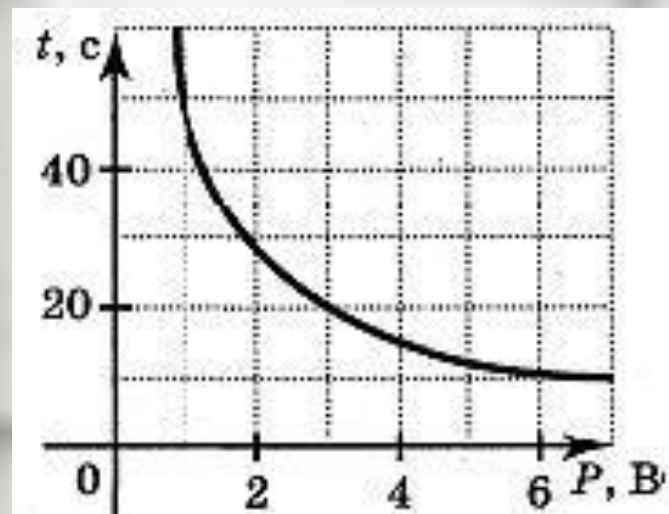
- 1) только при температуре кипения
- 2) только при температуре выше ее температуры кипения
- 3) только при температуре, близкой к ее температуре кипения
- 4) при любой температуре

**В.** Часть воды частично испарилась из чашки при отсутствии теплообмена с окружающей средой. Температура воды, оставшейся в чашке

- 1) повысилась
- 2) понизилась
- 3) не изменилась
- 4) повысилась или понизилась, в зависимости от скорости испарения

**Г.** Экспериментально исследовалась зависимость времени закипания воды от мощности кипятильника. По результатам измерений построен график, приведенный на рисунке. Какой вывод можно сделать по результатам эксперимента?

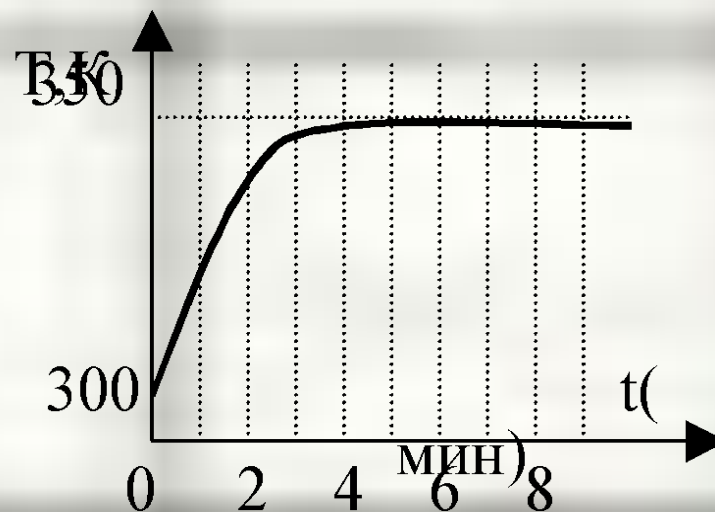
- 1) Время нагревания прямо пропорционально мощности нагревателя.
- 2) С ростом мощности нагревателя вода нагревается быстрее.
- 3) Мощность нагревателя с течением времени уменьшается.
- 4) С ростом мощности нагревателя вода нагревается медленнее.





**Д.** Какое количество теплоты потребуется, чтобы испарить 200 г воды, взятой при температуре кипения?

**Е.** Кастрюлю с водой поставили на газовую плиту. Газ горит постоянно. Зависимость температуры воды от времени представлена на графике. График позволяет сделать вывод, что



1. теплоемкость воды увеличивается со временем
2. через 5 минут вся вода испарилась
3. при температуре 350 К вода отдает воздуху столько тепла, сколько получает от газа
4. через 5 минут вода начинает кипеть

**Ж.** Испарение жидкости происходит потому, что . . .

1. разрушается кристаллическая решетка.
2. самые быстрые частицы покидают жидкость.
3. самые медленные частицы покидают жидкость.
4. самые крупные частицы покидают жидкость.

**3.** При испарении жидкость остывает. Молекулярно-кинетическая теория объясняет это тем, что чаще всего жидкость покидают молекулы, кинетическая энергия которых

1. равна средней кинетической энергии молекул жидкости
2. превышает среднюю кинетическую энергию молекул жидкости
3. меньше средней кинетической энергии молекул жидкости
4. равна суммарной кинетической энергии молекул жидкости

**И.** Температура кипения воды зависит от

1. мощности нагревателя
2. вещества сосуда, в котором нагревается вода
3. атмосферного давления
4. начальной температуры воды