

Термодинамика

Фазовые переходы

Испарение — переход молекул вещества из жидкого состояния в газообразное, причём процесс парообразования происходит только со свободной поверхности жидкости. Испарение бывает при любой температуре, так как всегда найдутся достаточно «быстрые» молекулы, способные преодолеть притяжение молекул жидкости. Запомните, что в результате испарения из жидкости вылетают самые быстрые молекулы, поэтому температура жидкости понижается.

Скорость испарения зависит от:

- 1) температуры жидкости (больше или меньше «быстрых» молекул);
- 2) рода жидкости (сильнее или слабее взаимодействие между молекулами);
- 3) наличия воздушных потоков;
- 4) влажности воздуха;
- 5) площади открытой поверхности.

Конденсация — процесс обратный испарению, т.е. молекулы из газообразного состояния переходят в жидкое. В открытом сосуде всегда преобладает испарение, а в герметично закрытом сосуде устанавливается равновесие между этими процессами.

Динамическое равновесие — это состояние, при котором число испарившихся за единицу времени молекул равно числу сконденсированных. Пар, находящийся в состоянии динамического равновесия со своей жидкостью, называют *насыщенным*.

Давление насыщенного пара в изотермическом процессе не зависит от объёма. При уменьшении объёма пара «лишние» молекулы воды конденсируются, а при увеличении объёма недостаток молекул восполняется за счёт испарения. В итоге через некоторое время снова наступает динамическое равновесие.

Испарение и конденсация. Влажность воздуха

A46. В сосуде, содержащем только пар и воду, поршень двигают так, что давление остаётся постоянным. Температура при этом

- 1) не изменяется
- 2) увеличивается
- 3) уменьшается
- 4) может как уменьшаться, так и увеличиваться

A47. При уменьшении объёма насыщенного пара при постоянной температуре его давление

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) для одних паров увеличивается, а для других уменьшается
- 4) не изменяется

Испарение и конденсация. Влажность воздуха

В48. В цилиндре под поршнем находятся вода и насыщенный водяной пар. Поршень медленно изотермически вдвигают в цилиндр. Как меняются при этом давление водяного пара, его масса и масса воды в цилиндре? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) Давление водяного пара в цилиндре
- Б) Масса водяного пара в цилиндре
- В) Масса воды в цилиндре

ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Влажность воздуха

Относительная влажность φ (%)

$$\varphi = \frac{\rho}{\rho_{\text{нас}}(t)} \cdot 100\% = \frac{p}{p_{\text{нас}}(t)} \cdot 100\%,$$

где ρ (кг/м³) — плотность водяного пара, $\rho_{\text{нас.}}(t)$ — плотность насыщенного водяного пара при данной температуре (табличная величина); p (Па) — парциальное давление водяного пара; $p_{\text{нас}}(t)$ — давление насыщенного пара при данной температуре (табличная величина).

Измерительный прибор: *психрометр*.

Помните: влажность воздуха не бывает больше 100 %.

Влажность воздуха

В49. Установите соответствие между физическими величинами и приборами для их измерения.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

ПРИБОР ДЛЯ ЕЁ
ИЗМЕРЕНИЯ

А) Сила

1) калориметр

Б) Относительная влажность воздуха

2) манометр

3) психрометр

4) динамометр

А50. В одном кубическом метре воздуха в комнате при температуре $24\text{ }^{\circ}\text{C}$ находится $1,6 \cdot 10^{-2}$ кг водяных паров. Определите относительную влажность воздуха в комнате, если плотность насыщенных паров при данной температуре равна $2,18 \cdot 10^{-2}$ кг/м³.

1) 100%

2) 73%

3) 67%

4) 53%

Влажность воздуха

A51. Относительная влажность воздуха в цилиндре под поршнем равна 30%. Какой станет относительная влажность воздуха, если объём сосуда при неизменной температуре уменьшить в 2 раза?

1) 100%

2) 60%

3) 30%

4) 15%

A52. Относительная влажность воздуха в сосуде под поршнем равна 60%. Воздух изотермически сжали, уменьшив объём в 2 раза. Чему стала равна относительная влажность воздуха в сосуде?

1) 120%

2) 100%

3) 60%

4) 30%

Влажность воздуха

A53. Укажите правильные утверждения.

Температура воздуха в саду понизилась до точки росы. В этот момент

- А.** Может появиться туман или выпасть роса
- Б.** Относительная влажность воздуха стала равной 100%
- В.** Парциальное давление водяных паров в воздухе стало больше давления насыщенных паров при этой температуре
- Г.** Водяной пар в воздухе стал насыщенным

1) А, Б и В

2) А, Б и Г

3) Б и В

4) только Г

Агрегатные (фазовые) переходы

Плавление — переход вещества из твёрдого состояния в жидкое. Плавление каждого вещества происходит при определённой температуре, которую называют *температурой плавления*. Всё подводимое тепло идёт на разрушение кристаллической решётки, при этом увеличивается потенциальная энергия молекул. Кинетическая энергия остаётся без изменения и температура в процессе плавления не изменяется. Для расчёта количества теплоты, необходимого для процесса плавления, следует применять формулу:

$$Q = \lambda m ,$$

где λ (Дж/кг) — удельная теплота плавления, показывающая, какое количество теплоты необходимо сообщить 1 кг данного вещества, чтобы перевести его из твёрдого состояния в жидкое при условии, что оно уже нагрето до температуры плавления. В процессе отвердевания 1 кг данной жидкости, охлаждённой до температуры отвердевания, выделится такое же количество теплоты.

Отвердевание (кристаллизация) — процесс, обратный плавлению. Осуществляется переход вещества из жидкого состояния в твёрдое. Происходит он при той же температуре, что и плавление. В процессе отвердевания температура также не изменяется. Количество теплоты, выделяемое в процессе отвердевания:

$$Q = -\lambda m .$$

Кипение (парообразование) — переход вещества из жидкого состояния в газообразное. Происходит при определённой температуре, которую называют *температурой кипения*. В отличие от испарения, при кипении процесс парообразования идёт со всего объёма жидкости. Несмотря на то, что к кипящему веществу подводят тепло, температура не изменяется. Все затраты энергии идут на увеличение промежутков между молекулами. Температура кипения зависит от рода вещества и внешнего атмосферного давления. Количество теплоты, необходимое для процесса кипения, вычисляют по формуле:

$$Q = r m ,$$

где r (Дж/кг) — удельная теплота парообразования, показывающая, какое количество теплоты необходимо затратить, чтобы перевести в пар 1 кг жидкости, нагретой до температуры кипения. Такое же коли-

чество теплоты выделится в процессе конденсации 1 кг пара, охлаждённого до температуры конденсации.

Конденсация — процесс, обратный кипению. Происходит при температуре кипения, которая также не изменяется во время всего процесса. Количество теплоты, выделяемое в процессе конденсации:

$$Q = -rm .$$

A11. Температура кристаллического тела при плавлении не изменяется. Внутренняя энергия вещества при плавлении

- 1) увеличивается
- 2) не изменяется
- 3) уменьшается
- 4) может увеличиваться или уменьшаться в зависимости от кристаллической структуры тела

A12. Вода кипит при определённой постоянной температуре. Температуру кипения воды можно понизить, если

- 1) добавить в воду поваренную соль
- 2) уменьшить давление воздуха и водяных паров в сосуде
- 3) размешивать воду
- 4) отлить часть воды из сосуда