

Кипение, как мы видели, тоже испарение, только сопровождается оно быстрым образованием и ростом пузырьков пара. Очевидно, что во время кипения необходимо подводить к жидкости определённое количество теплоты. Это количество теплоты идёт на образование пара. Причём различные жидкости одной и той же массы требуют разное количество теплоты для обращения их в пар при температуре кипения.

Опытами было установлено, что для испарения воды массой 1 кг при температуре $100\text{ }^\circ\text{C}$ требуется $2,3 \cdot 10^6$ Дж энергии. Для испарения эфира массой 1 кг, взятого при температуре $35\text{ }^\circ\text{C}$, необходимо $0,4 \cdot 10^6$ Дж энергии.

Следовательно, чтобы температура испаряющейся жидкости не изменялась, к жидкости необходимо подводить определённое количество теплоты.

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

Удельную теплоту парообразования обозначают буквой L . Её единица — $1 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$.

Опытами установлено, что удельная теплота парообразования воды при $100\text{ }^\circ\text{C}$ равна $2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$. Иными словами, для превращения воды массой 1 кг в пар при температуре $100\text{ }^\circ\text{C}$ требуется $2,3 \cdot 10^6$ Дж энергии. Следовательно, при температуре кипения внутренняя энергия вещества в парообразном состоянии больше внутренней энергии такой же массы вещества в жидком состоянии.

Таблица 6. Удельная теплота парообразования некоторых веществ (при температуре кипения и нормальном атмосферном давлении)

Вещество	$L, \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$	Вещество	$L, \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
Вода	$2,3 \cdot 10^6$	Эфир	$0,4 \cdot 10^6$
Аммиак (жидкий)	$1,4 \cdot 10^6$	Ртуть	$0,3 \cdot 10^6$
Спирт	$0,9 \cdot 10^6$	Воздух (жидкий)	$0,2 \cdot 10^6$

Соприкасаясь с холодным предметом, водяной пар конденсируется (рис. 25). При этом выделяется энергия, поглощённая при образовании пара. Точные опыты показывают, что, конденсируясь, пар отдаёт то количество энергии, которое пошло на его образование.

Следовательно, при превращении 1 кг водяного пара при температуре 100°C в воду той же температуры выделяется $2,3 \cdot 10^6$ Дж энергии.

Как видно из сравнения с другими веществами (табл. 6), эта энергия довольно велика.

Освобождающаяся при конденсации пара энергия может быть использована. На крупных тепловых электростанциях отработавшим в турбинах паром нагревают воду.

Нагретую таким образом воду используют для отопления зданий, в банях, прачечных и для других бытовых нужд.

Чтобы вычислить количество теплоты Q , необходимое для превращения в пар жидкости любой массы, взятой при температуре кипения, нужно удельную теплоту парообразования L умножить на массу m :

$$Q = Lm.$$

Из этой формулы можно определить, что

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

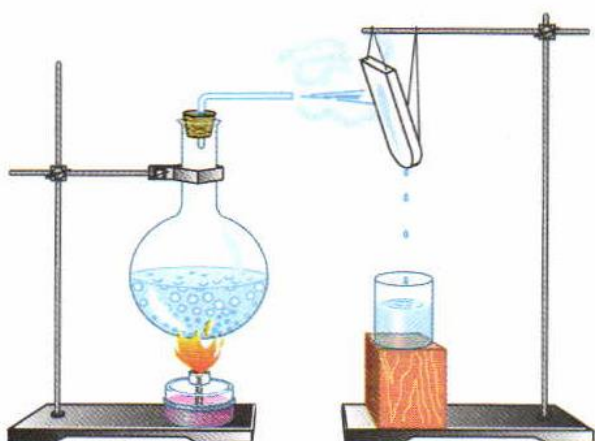


Рис. 25. Конденсация пара

$$Q = Lm$$

Количество теплоты, которое выделяет пар массой m , конденсируясь при температуре кипения, определяется по той же формуле.

Пример. Какое количество энергии требуется для превращения воды массой 2 кг, взятой при температуре 20 °С, в пар?

Запишем условие задачи и решим её.

Дано:

$$m = 2 \text{ кг}$$

$$t_1 = 20 \text{ °С}$$

$$t_2 = 100 \text{ °С}$$

$$c = 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{°С}}$$

$$L = 2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

$$Q = ?$$

Решение:

Общее количество израсходованной энергии:

$$Q = Q_1 + Q_2,$$

где Q_1 — энергия, которая необходима для нагревания воды от 20 до 100 °С:

$$Q_1 = cm(t_2 - t_1),$$

а Q_2 — энергия, которая необходима для превращения воды в пар без изменения её температуры:

$$Q_2 = Lm.$$

$$Q = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{°С}} \cdot 2 \text{ кг} (100 \text{ °С} - 20 \text{ °С}) + 2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 2 \text{ кг} \approx 5,3 \cdot 10^6 \text{ Дж}.$$

$$\text{Ответ: } Q = 5,3 \cdot 10^3 \text{ кДж}.$$



Вопросы

1. На что расходуется энергия, подводимая к жидкости при кипении? **2.** Что показывает удельная теплота парообразования? **3.** Как можно показать на опыте, что при конденсации пара выделяется энергия? **4.** Чему равна энергия, выделяемая водяным паром массой 1 кг при конденсации? **5.** Где в технике используют энергию, выделяемую при конденсации водяного пара?



УПРАЖНЕНИЕ 16

1. Как надо понимать, что удельная теплота парообразования воды равна $2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$?
2. Как надо понимать, что удельная теплота конденсации аммиака равна $1,4 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$?

3. У какого из приведённых в таблице 6 веществ при обращении из жидкого состояния в пар внутренняя энергия увеличивается больше? Ответ обоснуйте.
4. Какое количество энергии требуется для обращения воды массой 150 г в пар при температуре 100 °С?
5. Какое количество энергии нужно затратить, чтобы воду массой 5 кг, взятую при температуре 0 °С, довести до кипения и испарить её?
6. Какое количество энергии выделит вода массой 2 кг при охлаждении от 100 до 0 °С? Какое количество энергии выделится, если вместо воды взять столько же пара при 100 °С?



ЗАДАНИЕ

1. По таблице 6 определите, у какого из веществ при обращении из жидкого состояния в пар внутренняя энергия увеличивается сильнее. Ответ обоснуйте.
2. Подготовьте доклад на одну из тем (по выбору).
 - Как образуется роса, иней, дождь и снег.
 - Круговорот воды в природе.
 - Литьё металлов.