



*Образовательные информационные технологии
и робототехника*

*Educational information technologies
and robotics*

**ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
И РОБОТОТЕХНИКА**

**Материалы
Республиканской
научно-практической
интернет-конференции
с международным участием**

27–28 марта 2018 года



**EDUCATIONAL
INFORMATION TECHNOLOGIES
AND A ROBOTICS**

**Proceedings
of the Republican scientific
and practical Internet conference
with the international
participation**

March 27–28, 2018

Ч.М. ФЕДОРКОВ, В.Р. СОБОЛЬ, О.А. БОРДОВИЧ

БГПУ (г. Минск, Республика Беларусь)

КИПЕНИЕ КАК ФАЗОВЫЙ ПЕРЕХОД I РОДА В ФИЗИЧЕСКОМ ДЕМОНСТРАЦИОННОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ

Все, что окружает нас в повседневной жизни, можно представить в виде физических и химических процессов. Мы постоянно производим массу манипуляций, которые выражаются формулами и уравнениями, даже не подозревая об этом. Одним из таких процессов является кипение. Кипение – это процесс интенсивного парообразования, который происходит в жидкости как на свободной её поверхности, так и внутри её структуры. Кипение является фазовым переходом первого рода, и происходит оно более интенсивно, чем испарение с поверхности, из-за присутствия очагов парообразования, обусловленных как более высокой температурой, достигаемой в процессе кипения, так и наличием примесей. На фазовой диаграмме воды кривая, характеризующая фазовый переход из жидкого состояния в газообразное, называется *линией насыщения*. Она ограничена двумя предельными точками: тройной точкой, в которой сходятся линии плавления, кипения и сублимации, и критической точкой, в которой исчезает граница раздела между жидкой и газообразной фазами.

Кипение, при котором пар образуется в виде периодически зарождающихся и растущих пузырей, называется *пузырьковым кипением*. Пузырьки образуются благодаря тому, что в микротрещинах сосуда скапливается воздух, который при нагревании начинает расширяться. По мере нагревания жидкости увеличивается давление насыщенного пара в пузырьках воздуха, и они увеличиваются в раз-

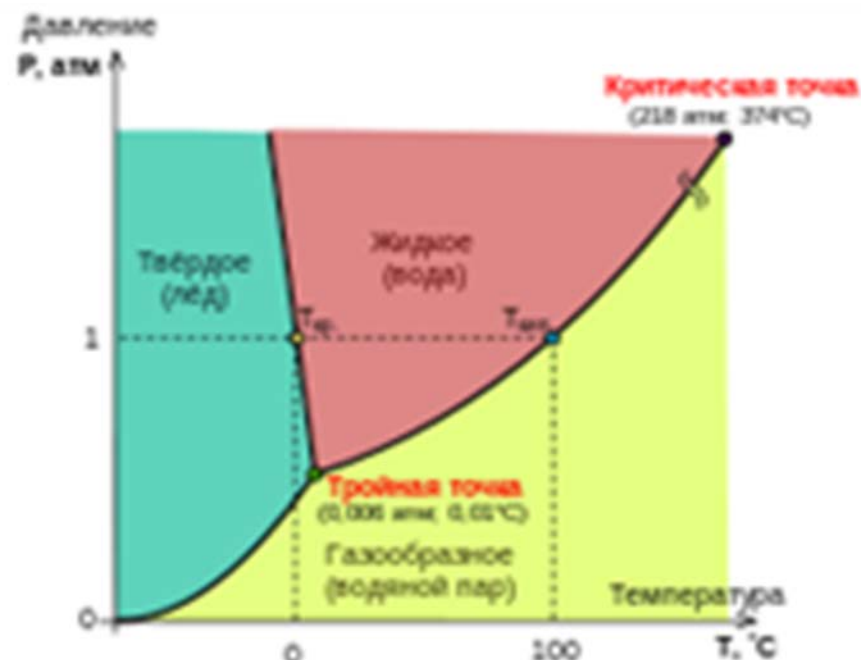


Рисунок 1

мерах. Под действием выталкивающей силы они начинают подниматься вверх. Но если жидкость еще не достигла температуры кипения, то в верхних слоях пузырьки охлаждаются, давление снижается, и они оказываются на дне емкости, где снова нагреваются и поднимаются вверх. Этот процесс знаком каждой хозяйке, вода будто начинает шуметь. Как только температура жидкости в верхних и нижних слоях сравнивается, пузырьки начинают подниматься на поверхность и лопаться с выбросом горячих молекул воды – происходит кипение. Это возможно только тогда, когда давление пара внутри пузырьков становится больше атмосферного давления ($P_{\text{п}} \geq P_{\text{атм}}$).

Каждая жидкость имеет свой температурный режим, при котором начинается процесс закипания. Причем в течение всего процесса температура вещества остается неизменной, вся выделенная энергия затрачивается на парообразование. Температура кипения находится в прямо пропорциональной зависимости от давления, оказываемого на всю жидкость, точнее, на ее поверхность. В школьном курсе физике указано, что вода при нормальном давлении (~ 101 кПа) начинает кипеть при температуре в 100 °С. Если увеличить давление, то кипение жидкости будет происходить при другой температуре. Это физическое свойство используют производители современных бытовых приборов. Примером может послужить скороварка. В подобных устройствах пища готовится гораздо быстрее, чем в обычных кастрюлях. Это связано с давлением, которое образуется в скороварке. Оно в 2 раза превышает норму. Поэтому и кипение воды происходит приблизительно при 120 °С. В горах наблюдается обратный процесс, где понижение давления понижает и температуру кипения воды. К примеру, жители горных районов, обитающие на высоте 3 км, добиваются кипения воды быстрее жителей равнин – все стадии кипения воды происходят быстрее, поскольку для этого необходимо всего 90 °С при давлении 70 кПа. Но сварить, к примеру, куриное яйцо жители гор не могут, поскольку минимальная

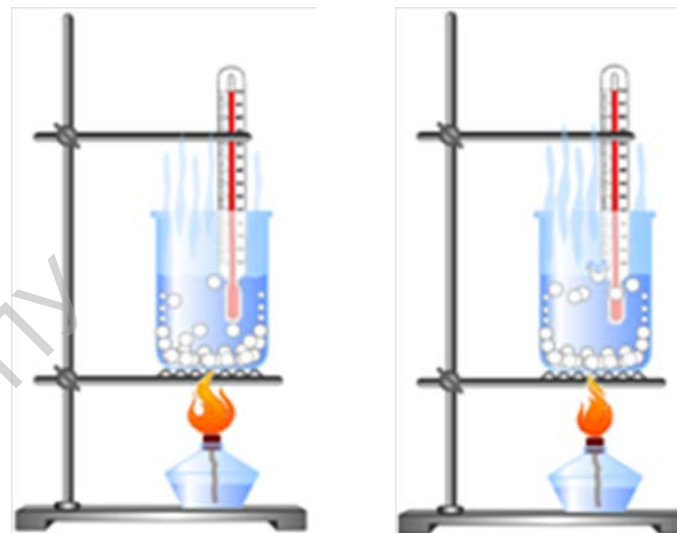


Рисунок 2

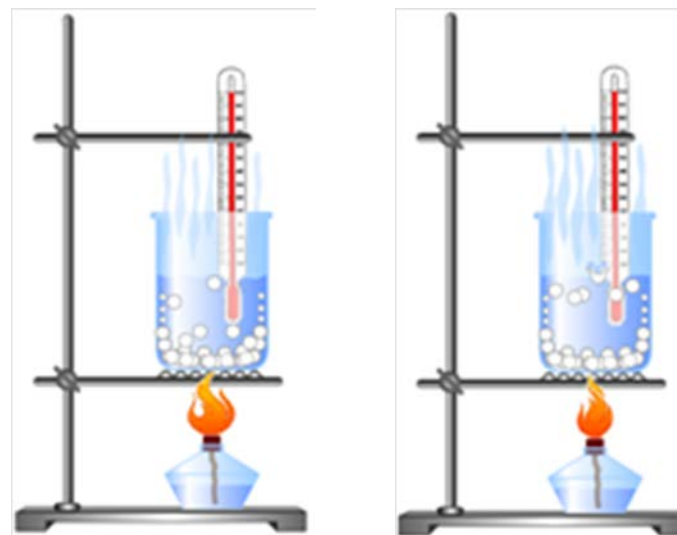


Рисунок 2

температура, при которой белок сворачивается – как раз 100 °С.

Учащиеся средней системы образования изучают явление кипения в 8 классе, студенты педагогического вуза – в разделе «Молекулярная физика» курса «Общей физики». С целью эффективности преподавания и наглядности подачи учебного материала по теме «Кипение» используются компьютерные анимации. Для дидактического обеспечения процесса изучения этой темы нами с помощью программы Adobe Flash CS3 Professional была создана специальная анимация, фрагменты которой представлен на рисунке 2.

Из приведенных рассуждений ясно, что температура кипения жидкости зависит от внешнего давления. Наблюдения подтверждают это. Чем больше внешнее давление, тем выше температура кипения. Кривая зависимости температуры кипения воды от внешнего давления показана на рис. 3. Легко сообразить, что эта кривая является одновременно и кривой, выражающей зависимость давления насыщенного водяного пара от температуры.

Анимацию в действии можно посмотреть по адресу: <http://elib.bspu.by/handle/doc/27831>.

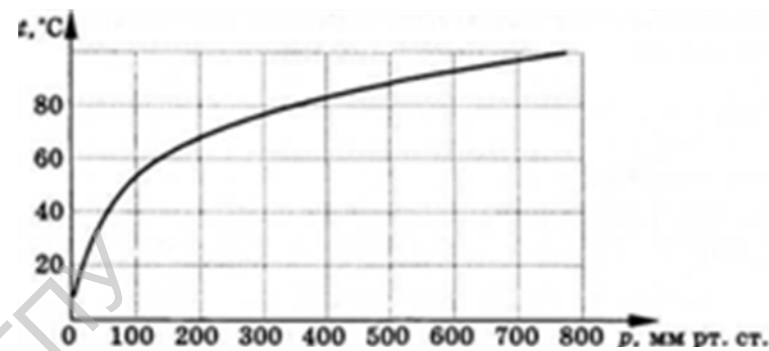


Рисунок 3



Список использованных источников

1. Исаченкова Л.А., Лещинский Ю.Д. Физика: учеб. пособие для 8-го кл. общеобразоват. шк. – Минск: Нар. асвета, 1999.
2. Физика: учеб. пособие / В.А. Бондарь, А.А. Луцевич, О.А. Новицкий; под. общ. ред. В.А. Яковенко. – Минск: БелЭн, 2002. – 512 с.
3. Переверзев, С.И. Анимация в Macromedia Flash MX. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. – 374 с.