

И. Исмаилов

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИКТ В ФОРМИРОВАНИИ ПОНЯТИЯ «ЭНТРОПИЯ» В ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОМ ПРОФИЛЬНОМ КЛАССЕ СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ

Изучаемая в школьном курсе физики термодинамика – наука о тепловых явлениях, по своему теоретическому и практическому значению резко отличается от других разделов курса физики. Ее особенностью является возможность объяснения общих тепловых свойств макроскопических тел без изучения их молекулярного строения.

Преподавание этого сложного по логической структуре раздела с обобщениями научно-технического характера и использованием некоторых специфических понятий, создает трудности для его успешного усвоения учащимися и остается актуальной проблемой для преподавателей физики. С этой точки зрения наша попытка решения этой проблемы актуально, как для общеобразовательных школ, так и для среднеспециальных и высших школ.

Длительный школьный опыт показывает, что при изучении учащимися основополагающих понятий термодинамики (особенно специфических), у них возникают определенные трудности в их восприятии. Хотя учащиеся уже частично знакомы с понятиями *внутренней энергии, работы и количеством теплоты* из базового курса, эти понятия в X классе еще более углубляются и усложняются. В связи с конкретными темами перед учителями физики всегда стоит проблема формулирования специфических понятий, таких как *термодинамическая система, термодинамический процесс, термодинамическое равновесие, квазистатический процесс, параметры и функции состояния изолированной системы, обратимые и необратимые процессы, цикл Карно, энтропия*.

Известно, что понятие «энтропия» появилось из второго закона термодинамики при изучении направления протекания термодинамических процессов. До этого учащиеся получили определенную информацию о тепловых двигателях, рабочем теле, нагревателе и холодильнике, КПД теплового двигателя и цикла Карно.

Второй закон термодинамики имеет более широкое применение, чем только в тепловых процессах. При этом более широкий круг процессов охватывается с введением понятия «энтропии».

При решении поставленной проблемы в усвоении и формировании понятия «энтропии» особое внимание уделяется в использовании современной информационной технологии. С этой точки зрения

данное понятие может быть сформировано с нескольких позиций.

Во-первых, рассмотрим энтропию как часть внутренней энергии, которая полностью не преобразовалась в работу. Можно отметить, что понятие «энтропии» впервые введено в 1865 году Р. Клаузиусом. Он определил *изменение энтропии* термодинамической системы при *обратимом процессе* как отношение изменения общего количества тепла ΔQ к величине абсолютной температуры T (то есть изменение количества тепла при постоянной температуре):

$$\Delta S = \frac{\Delta Q}{T}$$

Рудольф Клаузиус дал величине S имя «энтропия», происходящее от греческого слова «изменение» (изменение, превращение, преобразование) Данное равенство относится к изменению энтропии, не определяя полностью саму энтропию. Из других источников [6, с.69] показывается смысл энтропии как функции состояния, которую трудно представить наглядно. В переводе на русский язык «энтропия» означает «непревратимая». Эта функция, оказывается, может служить мерой непревратимости внутренней энергии.

Отмечается, что согласно первому закону термодинамики, в замкнутой системе при любых процессах соблюдается закон сохранения полной энергии. Интересно имеется ли еще сохраняющаяся величина? За ответом на этот вопрос обращаемся к формуле $\frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \leq \frac{T_1 - T_2}{T_1}$ отсюда

$$\text{получается } \frac{Q_1}{T_1} \leq \frac{Q_2}{T_2}.$$

Для обратимых процессов из цикла Карно получается $\frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$ отсюда имеем

$$1 - \frac{Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1} \text{ из этого уравнения можно видеть,}$$

$$\text{что: } \frac{Q_1}{T_1} = \frac{Q_2}{T_2}.$$

Учитывая, что мы условились считать отдаваемую системой теплоту Q_2 - отрицательной,

$$\text{тогда: } \frac{Q_1}{T_1} = -\frac{Q_2}{T_2} \text{ или же } \frac{Q_1}{T_1} + \frac{Q_2}{T_2} = 0.$$

Из этих формул получается что сумма приведенной теплоты в систему, совершающей круговой равновесный процесс, равно нулю, то

есть сохраняется приведенная теплота $\frac{Q}{T}$, которая является новой функцией состояния и называется энтропией S . Итак, в обратимых процессах имеется сохраняющаяся величина «энтропия». В обратимых процессах изменение энтропии, являющейся функцией состояния, не зависит от формы пути процесса, а зависит только от параметров начало и конца этого пути. Эта функция имеет фундаментальное значение в физике, хотя ее наглядное представление затруднительно. По своему физическому смыслу она отражает ту часть внутренней энергии, которая не превращается в работу. Попробуем пояснить это, используя формулы КПД цикла Карно для совершаемой работы:

$$A = Q_1 \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) = Q_1 - \frac{Q_1}{T_1} T_2$$

Из последней формулы видно, что выражение $\frac{Q_1}{T_1} T_2$ есть та часть внутренней энергии которая не превращается в работу. Эта часть зависит от

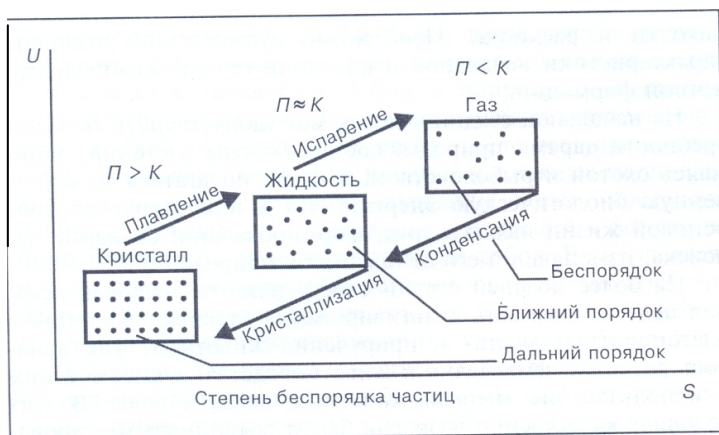


Рис. 1. Схема зависимости внутренней энергии от энтропии.

Доводится до сведения учащихся, что в кристаллическом состоянии атомы по всему кристаллу располагаются закономерно и этот порядок расположения сохраняется вдоль всех направлений. В физике это называется сохранением дальнего порядка. С ростом температуры возрастание внутренней энергии приводит к переходу вещества из твердого кристаллического состояния в жидкое, например, лед превращается в воду. При этом пространственная решетка кристалла разрушается. Вокруг отдельных атомов определенный порядок расположения других атомов частично еще сохраняется и называется ближним порядком. Но в целом в кристалле наступает некоторый беспорядок в расположении атомов, что приводит к росту энтропии. С дальнейшим увеличением

дроби $\frac{Q}{T}$, то есть от энтропии. Тогда можно сказать, что энтропия есть часть внутренней энергии, которая рассеивается в окружающей среде. Это объясняет особенность энтропии как функции состояния.

Происходящие в природе процессы в подавляющем случае являются необратимыми, для которых $\Delta Q > 0$. Тогда для необратимых процессов $\Delta S > 0$. По окончании необратимого процесса наступает равновесное состояние и тепловые процессы прекращаются $\Delta Q = 0$ ($\Delta S = 0$).

В замкнутых термодинамических системах в любом процессе значение энтропии либо остается постоянным, либо возрастает. В процессах, происходящих сами собой, энтропия определяет направление этих процессов. Эти процессы направлены в сторону установления термодинамического равновесия.

Во-вторых надо отметить значение энтропии, как степени беспорядочности в системе. На рисунке 1 показано, как возрастает энтропия при фазовых переходах между различными агрегатными состояниями [3, с. 335].

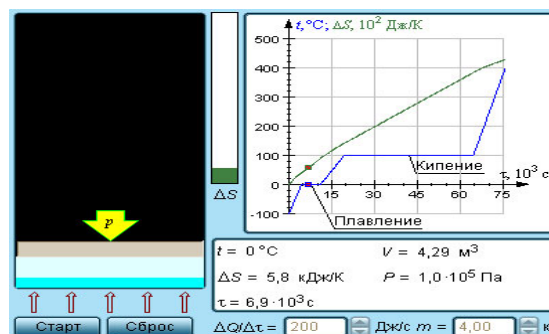


Рис.2. Модель. Энтропия и фазовые переходы

температуры вещество переходит в состояние газа, молекулы которого располагаются и движутся полностью хаотично, в результате чего энтропия принимает свое максимальное значение. Для лучшего усвоения этого процесса и достижения большего эффекта обучения можно привести соответствующую модель [5, рис. 2]. Как видно по модели до температуры $0^{\circ}C$ кристаллическое состояние вещества остается неизменным, то есть упорядоченное построение сохраняется. Однако с увеличением температуры вещество переходит из твердого состояния в жидкое, а затем и в газообразное, то есть увеличивается хаотичность. В это время надо обратить внимание учащихся как меняется энтропия. В демонстрируемой модели ясно видно как меняется энтропия с увеличением температуры воды до кипения и перехода в состояние пара.

По графику изменения энтропии видно, что в обратимых процессах при получении постоянной теплоты система переходя из одного состояния в другое при малых изменения значения температуры T энтропия изменяется быстрее.

На горизонтальных участках графика ($t, \Delta S \rightarrow \tau$) энтропия растет линейно. На этих участках увеличение энтропии связано с изменением фазы системы. Можно сказать, что использование динамических моделей делает более интенсивным и наглядным воспринимаемый процесс обучения учащихся и восприятие ими основополагающих понятий термодинамики в курсе физики средней школы.

В-третьих, рассмотрим энтропию с позиции информации.

Понятие энтропии в теории информации впервые было введено К. Шенноном, как мера количество информации, вырабатываемой источником, пропускаемой каналом или попадающей к получателю (в пересчете на символ или единицу времени). В более общем плане энтропия является показателем неопределенности, беспорядка, разнообразия, хаоса, равновесия в системе. Количественной мерой информации стала энтропия. Чтобы возник процесс передачи, должны иметь место источник информации и потребитель. Источник выдает сообщение, потребитель, принимая сообщение, принимает при этом информацию о состоянии источника.

Предполагая, что до получения информации имела место некоторая неопределенность, то с получением информации эта неопределенность снимается. Таким образом, статистическая количественная характеристика информации – это мера снимаемой в процессе получения информации неопределенности системы.

К. Шеннон определял ее как передаваемые сообщения, которые уменьшают неопределенность у получателя информации. А. Яглом полагал, что информация – это вероятность выбора Л. Бриллюэн определил ее как отрицание энтропии. Энтропийные и неэнтропийные оценки информации оказались перспективными (7, С. 42).

И так, учащиеся знакомятся с понятием энтропии как характеристики части внутренней энергии тела, не переходящей в работу, как характеристике степени беспорядка частиц тела, как мера количество информации и как критерий обратимого или необратимого течения физического процесса.

1. Аскеров Б.М. Термодинамика и статистическая физика. – Баку, Изд-во. БГУ. – 2005 (на азерб. языке).
2. Бушок Г.Ф., Венгер Е.Ф. Методика преподавания общей физики в высшей школе. – Киев: Освита Украины 2009.
3. Волькенштейн М.В. Энтропия и информация. – М.: Наука, 2006.
4. Открытая физика «Версия 2.6.»//под ред. проф. С.М. Козелла. Физикон. (Электронный диск). – М., 2005.
5. Свитков Л.П. Термодинамика и молекулярная физика. – М.: Просвещение, 2003.
6. Советов Б.Я., Цехановский В.В. Информационные технологии. Издание третье. – М.: Высшая школа 2006.
7. Физика. Учебник для 10 класса с углубленным изучением физики/под ред. А.А. Пинского, О.Ф. Кабардина. – М.: Просвещение, 2005.

Ключевые слова: энтропия, термодинамика, информация, тепловые явления, тепловые свойства, внутренняя энергия, работа, термодинамическая система, термодинамический процесс, термодинамическое равновесие, квазистатический процесс, цикл Карно.

Мақалада автор физика курсының бағдарлама мазмұнына енетін термодинамика тақырыбы бойынша негізгі арнайы ұғымдар туралы ақпарат береді. Мектеп тәжірибесіне сүйене отырып, аталған тақырыпты өту барысындағы туындайтын қиындықтарға тоқталады және оны жоюда АКТ маңызын ашқан. Компьютерлік үлгілеу негізінде жеткілікті деңгейде энтропия әдісін қолдануды көрсетеді.

Abstract. Use of ICT in the formation of the definition of "entropy" in the classes specialized in physics and mathematics. The article summarises the place of thermodynamics within the physics programme and course, a brief information about main and specific definitions included in the topic, several ways used in order to form an understanding of pupil about definition of "entropy" which usually causes the difficulties for pupil according to the experience at school, the static and dynamic samples are presented in different phases based on computer models by using ICT. All this is of particular importance to form the understanding of this definition by pupil.

Keywords: entropy, thermodynamics, information, thermal events, thermal properties, internal energy, work, thermodynamic system, thermodynamic process, thermodynamic equilibrium, quasi-static process, Carnot cycle

С. М. Рахманова

РЕАЛИЗАЦИЯ ЭЛЕМЕНТОВ МУЛЬТИСЕНСОРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ В ОБУЧЕНИИ РУССКОМУ ЯЗЫКУ КАК ИНОСТРАННОМУ

Современная методика преподавания русского языка лицам другой национальности в качестве основной задачи обучения выдвигает развитие языковой компетенции и обучение речевой коммуникации на русском языке. В качестве частных

задач рассматриваются коррекция, формирование и развитие речевых умений и навыков (аудирования, говорения, чтения, письма), т.е. развитие у обучающихся спонтанной, неподготовленной речи (диалогической и монологической) на русском