

Санкт-Петербургский государственный морской технический университет,
г. Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. В работе рассматриваются учебные физические задачи по термодинамике, Обсуждаются этапы решения таких задач. Рассмотрены особенности первого этапа решения задачи – ознакомления с ее условиями. На этом этапе определяются заданные и искомая физические величины. Происходит перевод вербально заданных условий задачи на «физическую терминологию» условий протекания физических процессов. Осуществляется перевод заданных величин и физических констант в систему СИ.

Ключевые слова: учебная физическая задача; этапы решения учебной физической задачи; этап ознакомления с условиями физической задачи; «перевод» вербально заданных условий задачи на физическую терминологию условий протекания физических процессов

В работе рассматриваются учебные физические расчетные задачи по разделу «Термодинамика» школьного курса физики, в которых требуется определить только одну неизвестную физическую величину. Задачи распределены по следующим темам [1]: количество теплоты; уравнение теплового баланса; работа газа и внутренняя энергия идеального газа; первый закон термодинамики; превращение механической энергии в тепловую; превращение электрической энергии в тепловую; тепловые машины.

В каждой теме задачи расположены в порядке возрастания их трудности. Трудность каждой задачи определялась по коэффициенту решаемости, равному отношению числа правильно решенных задач к числу предъявлений этой задачи учащимся [1]. По уровню трудности задачи разделены на три категории. Простые (уровень А), коэффициент решаемости которых больше 67%; средние (уровень В), коэффициент решаемости которых расположен в диапазоне от 33 до 67%; сложные (уровень С), коэффициент решаемости которых меньше 33%.

В данной работе рассматриваются три этапа решения каждой из рассмотренных физических задач. Первый этап – этап ознакомления с условиями физической задачи. На этом этапе определяются заданные (известные) физические величины, а также физическая величина, которую требуется определить. Второй этап решения задачи – физический этап, на котором строится модель физических явлений и обосновывается применимость физических законов, «управляющих» этими процессами. В результате физического этапа решения задачи получается система уравнений (математически выражающая физические законы). Третий этап решения физической задачи – математический, на котором происходит решение полученной системы уравнений относительно искомой физической величины. На этом этапе также производится численный расчет значения искомой величины путем подстановки «в общую формулу» известных из условия задачи значений физических величин, а также констант.

В данной работе подробно рассматривается первый этап решения физической задачи. На этом этапе, прежде всего, *записываются заданные физические величины, а также определяется искомая величина с заданными единицами их измерения.*

Далее, на первом этапе выявляются неявно заданные условия протекания физических процессов и происходит их «перевод» на физическую терминологию. Так, изобарный процесс означает, что давление газа в ходе этого процесса остается постоянным. При изохорном процессе постоянным является объем сосуда, в котором находится газ (работа газа, как и работа внешних сил при этом равна нулю). Иногда этот процесс описывается словами «поршень в термодинамическом процессе не перемещался». Изотермический процесс означает постоянство температуры. Если при этом не меняется масса газа (или его количество вещества), то остается постоянной внутренняя энергия газа, а ее изменение равно нулю. При адиабатном процессе термодинамическая система не обменивается теплотой с окружающими телами или внешней средой. Следует учитывать, что быстро протекающие термодинамические процессы считаются адиабатными.

Наличие в условии задачи слов «потерями тепла пренебречь» означает применимость уравнения теплового баланса. В частности, пренебрегают потерями тепла в калориметре. Однако, чаще при формулировке условий задачи отсутствие тепловых потерь неявно подразумевается, означая применимость уравнения теплового баланса. При прочтении условий задачи следует учитывать, что расширение газа означает увеличение его объема (работа газа при этом положительна). Наоборот, его сжатие происходит за счет действия внешних сил, что приводит к уменьшению объема газа (в этом случае работа внешних сил положительна, а работа газа отрицательна). Если в задаче происходит нагревание тела (или вещества), то его температура увеличивается, При охлаждении происходит уменьшение температуры тела или вещества. При этом количество теплоты, выделенной при охлаждении, является положительным.

В некоторых задачах надо определить количество теплоты для плавления вещества, причем тело имеет температуру плавления. В этих случаях не требуется нагревание тела до температуры плавления в отличие от случаев, когда температура тела меньше температуры плавления этого вещества. Аналогичная ситуация имеет место при расчете количества теплоты, необходимого для превращения жидкости в пар, когда температура жидкости равна температуре ее кипения. Рассмотрим задачу, в которой смесь льда и воды при температуре плавления льда нагревается до заданной температуры, меньшей температуры кипения воды, путем пропускания пара при температуре 100 градусов Цельсия и требуется определить требуемую массу пара. При написании уравнения теплового баланса следует учесть количество теплоты, затраченной на плавления льда, и нагревание суммар-

ной массы этого льда и воды от нуля градусов Цельсия до заданной температуры. Эти процессы происходят за счет количества теплоты, выделившейся при превращении пара в воду (при температуре кипения воды), а также теплоты, полученной при охлаждении этой воды от 100 градусов Цельсия до заданной температуры. При решении этой задачи часто не учитывается последняя составляющая в уравнении теплового баланса.

При решении задач следует различать два процесса парообразования: кипение и испарение жидкостей. Кипение происходит при определенной температуре – температуре кипения и со всего объема жидкости, в то время как испарение имеет место при любой температуре и с поверхности жидкости. Первый и второй процесс происходят за счет сообщения жидкости некоторого количества теплоты, определяемой массой тела и удельной теплотой парообразования его вещества, измеряемой в Дж/кг. Если жидкость имеет температуру плавления, то возможен процесс отвердевания части жидкости; при этом выделяется некоторое количество теплоты, которое затрачивается на испарения другой части жидкости.

На этапе ознакомления с условиями задачи также записываются *неявно заданные физические константы*, которые будут использованы при решении задачи. Несмотря на то, что необходимость применения той или иной константы обычно выявляется на физическом этапе решения задачи, отнесем запись этих величин в условия задачи на первый этап ее решения. Такими константами могут быть: универсальная газовая постоянная, постоянная Больцмана, число Авогадро, молярные массы вещества, величина ускорения свободного падения. Иногда эти физические константы задаются неявным образом. Считается, что температура плавления льда (отвердевания жидкости) равна нулю градусов Цельсия, а температура кипения воды (конденсации водяного пара) равна 100 градусов по шкале Цельсия при нормальном атмосферном давлении. Последнее условие, как правило, явно не оговаривается, а подразумевается в условии физической задачи.

На первом этапе решения задачи, кроме записи заданных и искомой физических величин и констант с их наименованиями, как правило, осуществляется *перевод заданных единиц измерения физических величин в систему СИ*.

Таким образом, на первом этапе решения учебной расчетной физической задачи – этапе ознакомления с условиями задачи выполняются следующие операции:

- записываются искомая и заданные физические величины с единицами их измерения;
- неявно заданные условия протекания физических процессов «переводятся» на физическую терминологию:
- в условия задачи записываются физические константы, необходимые для решения данной задачи;
- осуществляется перевод заданных единиц измерения физических величин в систему СИ.

Список литературы:

1 Бабаев В.С. Сборник разноуровневых задач по физике ЕГЭ. Учебное пособие для СПО. Санкт-Петербург.: Изд. «Лань», 2023. – 252 с.

J. A. Abdullina, V. S. Babaev

Features of the introductory stage of solving educational physical problems in thermodynamics

State Marine Technical University of St.Petersburg, Russia

Abstract. *The paper discusses educational physical problems in thermodynamics, discusses the stages of solving such problems. The features of the first stage of solving the problem – familiarization with its conditions are considered. At this stage, the specified and desired physical quantity are determined. The verbally defined conditions of the task are translated into the "physical terminology" of the conditions of the course of physical processes. The set values and physical constants are translated into the SI system.*

Keywords: *An educational physical task; the stages of solving an educational physical task; the stage of familiarization with the conditions of a physical task; the "translation" of verbally set task conditions into the physical terminology of the conditions of physical processes*