

ЗАДАЧИ-ОЦЕНКИ КАК СРЕДСТВО ФОРМИРОВАНИЯ МЫШЛЕНИЯ НА УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЯХ ПО ФИЗИКЕ

Ключевые слова: задачи-оценки, логическое мышление.

В статье рассматриваются некоторые аспекты совершенствования содержания образования, направленные на формирование логического мышления обучающихся в процессе преподавания физики. Особое внимание уделяется выбору и построению физических моделей явления как наиболее важному этапу решения задач-оценок.

Keywords: problems-marks, logical thinking.

Some aspects of improving the contents of education aimed at forming students' logical thinking during physics teaching are considered in the article. A great attention is paid to the choice and forming physical phenomena models as an important stage of solving problems-marks.

Современному производству нужны не просто исполнители, а люди, деятельность которых является хорошо осознанной, обдуманной, творческой. Поэтому формирование мышления студентов в вузе и усвоение ими знаний следует рассматривать как две стороны единого процесса обучения. При этом в процессе вузовского образования обеспечивается отражение логической структуры усваиваемых знаний, системное отражение студентами логических методов научного познания и формирование их профессиональных навыков. В результате этого происходит постепенный переход к научно-логическому и профессиональному мышлению, охватывающему всю активную жизнь личности. В то же время в некоторых ситуациях, каждому из нас приходится делать оценки, прикидки: успею ли вовремя дойти до определенного пункта назначения, выдержит ли полиэтиленовый пакет груз, положенный в него, сколько часов ноутбук сможет работать без подзарядки и т.п.

Оценки профессионально необходимы в таких видах деятельности будущего инженера, как проектно-конструкторская, эксплуатационная, производственно-технологическая. Известно, что обязательным этапом подготовки и проведения эксперимента, проектирования установки и теоретического исследования является грубая его прикидка и оценка. Они подсказывают направление решения поставленной задачи, позволяют установить границы его применения и понять, какие коррективы потребуются для решения поставленной задачи за пределами ее области применения. На основании анализа проведенных психолого-педагогических исследований в высшей школе и наших диагностических экспериментов было выявлено, что студенты затрудняются в аргументированном выборе мер разрешения проблемной ситуации, слабо владеют способами переноса знаний, а при оценке тех или иных фактов и явлений склонны опираться на житейский опыт, что часто приводит к ошибке [3, с.338].

Умение делать оценки, прикидки является важным основанием для формирования мышления человека, что существенно дополняет вырабатываемые на опыте мыслительные навыки. Физика является не только фундаментом естествознания, но и основой многих разделов техники. Любое механи-

ческое приспособление, начиная от рычага и кончая сложнейшими станками с программным управлением, есть результат сознательного применения физических законов. Поэтому неслучайно, в последние годы задачи-оценки по разным разделам физики стали достаточно часто включаться на ЕГЭ. Например, оцените скорость, с которой должна лететь муха, чтобы после удара о стенку от нее не осталось и «мокрого места» [2, с.80].

Как видим, в формулировке задачи нет числовых значений физических величин. Предполагается, что некоторые необходимые для ее решения данные учащийся задаст самостоятельно, а другие возьмет из справочных материалов. Естественно можно предположить, что муха на 100% состоит из воды. Тогда кинетическая энергия движения мухи при ударе должна перейти во внутреннюю и выделиться в виде теплоты. При этом в момент удара она должна нагреться до 100°C и полностью испариться:

$$mV^2/2 = cm \cdot \Delta t + Lm, \quad (1)$$

Разумно предположить, что начальная температура мухи совпадает с температурой окружающего воздуха и равна 20°C. Постоянные величины соответственно равны: $c = 4200$ Дж/кг·°C – удельная теплоемкость воды, а $L = 2,25 \cdot 10^6$ Дж/кг – удельная теплота парообразования воды. Тогда, подставляя числовые значения параметров в полученное выражение (1), находим скорость мухи:

$$V = 2296 \text{ м/с} \approx 2,3 \text{ км/с.}$$

Заметим, что важным этапом решения задач-оценок физического содержания является выбор и построение физической модели рассматриваемого явления, так как необходимо отобрать существенные параметры для данной задачи и абстрагироваться от несущественных, для данного явления параметров. Мышление на языке моделей позволяет правильно использовать физические законы, закономерности и устанавливать существенные связи между физическими величинами. Следует отметить, что в рамках решения конкретной задачи иногда можно использовать качественную формулировку физических законов. На наш взгляд важно также умение устанавливать связь между физическими величинами и условием задачи, на основе которой осуществляется аналитико-синтетическая деятельность обучающихся. Необходимость этого умения

очевидна для процесса анализа задачи, при выделении существенных для конкретных условий признаков конкретного физического понятия [4, с.385].

Важно подчеркнуть, что в рамках образовательной структуры технического вуза на практических занятиях по физике необходимо использовать задачи-оценки с разным уровнем сложности, соответствующим учебным возможностям студентов.

Рассмотрим несколько решений сравнительно несложных задач-оценок по разделу «Молекулярная физика и термодинамика», которые помогут студентам не только освоить теоретический материал, но и приобрести определенные навыки в решении задач-оценок. Подбор задач осуществлен с последовательно возрастающей степенью трудности, в соответствии с действующей программой по общей физике. При этом, были использованы некоторые задачи из «Сборника заданий по общей физике» С.М. Новикова [1], а также ряд задач составленных автором. В самих задачах поставлены вопросы, позволяющие студентам глубже проникать в суть физических явлений. Как правило, сущность этих явлений достаточно проста и понятна, и студентам необходимо лишь на основе «здравого смысла» выбрать примерные значения соответствующих физических величин.

Задача 1. *Оцените, сколько молекул содержится в 1 см³?*

Чтобы сделать такую оценку, воспользуемся определением количества вещества:

$$\nu = m/M = N/N_a,$$

где массу воды определим по формуле:

$$m = \rho V,$$

используя известное значение плотности воды при нормальных условиях $\rho_v = 1000 \text{ кг/м}^3$ и ее объем, указанный в условии задачи. После преобразований получим:

$$N = \rho V N_a / M.$$

Поскольку $N_a = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$ – постоянная Авогадро, а молярная масса воды $M = 0,018 \text{ кг/моль}$, то подставляя числовые значения получим $N \approx 3,3 \cdot 10^{22}$.

Задача 2. *Оцените объем одной молекулы воды и ее линейные размеры.*

Первоначально определим, какой объем приходится на долю одной молекулы воды:

$$V_0 = V/N.$$

Учитывая результат предыдущей задачи, что в 1 см³ воды содержится $N \approx 3,3 \cdot 10^{22}$ молекул, произведем вычисления и получим $V_0 \approx 0,3 \cdot 10^{-22} \text{ см}^3 = 3 \cdot 10^{-29} \text{ м}^3$.

Так как вода практически несжимаемая, то ее молекулы достаточно плотно расположены в занимаемом объеме. Поэтому можно предположить, что объем молекулы воды имеет форму куба со стороной r , т.е.

$$V_0 = r^3.$$

Тогда можно определить ее линейный размер $r \approx 3,1 \cdot 10^{-10} \text{ м}$ – полученная оценка достаточно разумна.

Задача 3. *Оцените какая часть воды находящейся в колбе при 0°C испарилась, если откачиванием пара всю воду в колбе заморозили.*

Прежде всего заметим, что в процессе перехода из начального состояния в конечное тепло отдавала лишь та часть воды, которая превратилась в лед $m - \Delta m$, где m – начальная масса воды, Δm – масса воды, превратившейся в пар.

Тогда отданное количество теплоты равно:

$$Q_{\text{отд}} = (m - \Delta m) \cdot \lambda.$$

Очевидно, что масса воды Δm получая тепло, превращалась в пар:

$$Q_{\text{получ}} = \Delta m \cdot L.$$

Будем считать, составляя уравнение теплового баланса, что если нет потерь энергии при передаче тепла, то количество теплоты, отданное кристаллизующимся телом, равно количеству теплоты, получаемому испаряющимся. Тогда получим:

$$\Delta m/m = \lambda / (L + \lambda),$$

где $\lambda = 334 \text{ кДж/кг}$ – удельная теплота плавления льда, а $L = 2,25 \text{ МДж/кг}$ – удельная теплота парообразования воды.

Таким образом, $\Delta m/m \approx 1 / 7$.

Задача 4. *Оцените с какой скоростью должны лететь две одинаковые льдинки с температурой 0°C, чтобы после абсолютно неупругого удара полностью испариться?*

Прежде всего заметим, что каждая льдинка обладает кинетической энергией:

$$E_k = mv^2/2.$$

После неупругого удара вся кинетическая энергия льдинок $2 \cdot E_k = mv^2$ переходит во внутреннюю (тепловую). Следует подчеркнуть, что суммарный импульс двух льдинок равен нулю и, следовательно, после их слипания (удара) импульс каждой из льдинок обратится в нуль (а также и кинетическая энергия).

Определим количество теплоты, необходимое для испарения двух льдинок имеющих начальную температуру 0°C. Чтобы растопить льдинки при 0°C необходимо количество теплоты:

$$Q_1 = 2 \cdot mL.$$

Для нагревания полученной воды до температуры кипения 100°C потребуется теплота:

$$Q_2 = 2 \cdot mc_v \cdot 100.$$

На испарение воды следует сообщить количество теплоты:

$$Q_3 = 2 \cdot mL.$$

По закону сохранения энергии получим:

$$mv^2 = 2 \cdot mL + 2 \cdot mc_v \cdot 100 + 2 \cdot mL,$$

откуда находим скорость льдинки:

$$v = (2 \cdot (\lambda + c_v \cdot 100 + L))^{1/2}.$$

В этом случае постоянные величины соответственно равны: $\lambda = 334 \text{ кДж/кг}$; $c_v = 4,2 \text{ кДж/кг} \cdot \text{°C}$; $L = 2,25 \text{ МДж/кг}$.

Тогда, подставив числовые значения постоянных величин, окончательно получим скорость льдинки $v \approx 2,5 \cdot 10^3 \text{ м/с}$.

Задача 5. *Оцените изменение энтропии при нагревании 100 см³ воды от 0°C до 100°C и последующем ее превращении в пар той же температуры.*

Найдем сначала отдельно изменение энтропии $\Delta S'$ при нагревании воды и изменение энтропии $\Delta S''$ при превращении воды в пар. Очевидно, что

полное изменение энтропии выразится суммой $\Delta S'$ и $\Delta S''$.

Как известно, изменение энтропии выражается общей формулой:

$$\Delta S = S_1 - S_2 = \int_1^2 \frac{dQ}{T}.$$

При бесконечно малом изменении температуры dT нагреваемого тела затрачивается теплота:

$$dQ = mc dT,$$

где масса воды $m = \rho V$, ее плотность $\rho = 1000$ кг/м³, удельная теплоемкость воды $c = 4,2$ кДж/кг·°С.

Таким образом, формула для вычисления энтропии при нагревании воды имеет вид:

$$\Delta S' = \int_1^2 \frac{dQ}{T} = \int_{T_1}^{T_2} \frac{mc dT}{T}.$$

Вынесем за знак интеграла постоянные величины и произведем интегрирование. Тогда после преобразования имеем:

$$\Delta S' = mc \ln \frac{T_2}{T_1}.$$

В результате вычисления получим:

$$\Delta S' = 0.1 \times 4.2 \times 10^3 \ln \frac{373}{273} = 132 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}.$$

Поскольку при вычислении изменения энтропии во время превращения воды в пар той же температуры постоянная температура может быть вынесена за знак интеграла, то в результате получим:

$$\Delta S'' = \frac{1}{T} \int_1^2 dQ = \frac{Q}{T},$$

где Q – теплота, переданная при превращении нагретой воды в пар той же температуры. Учитывая, что $Q = mL$, где $L = 2,25$ МДж/кг – удельная теплота парообразования воды. Очевидно, что:

$$\Delta S'' = \frac{Lm}{T}.$$

Подставляя числовые значения, получим:

$$\Delta S'' = \frac{2.25 \times 10^6 \times 0.1}{373} = 605 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}.$$

Тогда полное изменение энтропии при нагревании воды и последующем ее превращении в пар равно:

$$\Delta S = \Delta S' + \Delta S'' = 132 + 605 = 737 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

Иногда при решении задач-оценок встречается метод размерностей. В этом методе используется предположение о том, что физические параметры задачи входят в результат в виде множителей. Однако, получить числовые коэффициенты только через размерности нельзя. Чаще всего эти коэффициенты считают равными единице или их определяют из какого-нибудь частного случая. Такое решение может быть допустимо только в этом случае, если оценка делается лишь по порядку искомой физической величины.

В заключение статьи следует подчеркнуть, что эффективность использования задач-оценок при формировании мышления студентов в процессе обучения физике во многом будет зависеть от того насколько преподаватель сам осознает необходимость постановки таких целей на практических занятиях и насколько последовательно и планомерно он будет стремиться к их осуществлению в ходе занятия на каждом его этапе.

Литература

- Новиков, С.М. Сборник заданий по общей физике: Учеб. пособие для студентов вузов/ С.М. Новиков. – М.: ООО «Издательство Оникс»: ООО «Издательство «Мир и Образование», 2006. – 512 с.
- Физика. Подготовка к ЕГЭ – 2010: учебно-методическое пособие / Под ред. Л.М. Монастырского. – Ростов-на-Дону: Легион-М, 2009. – 304с.
- Яковлева, Е.В. Формирование логической культуры студентов // Вестник Казанского государственного технологического университета. – Казань, 2009. - № 4. – С.338-342.
- Яковлева, Е.В., Макусева, Т.Г. Разработка и применение специальных заданий и задач, направленных на формирование универсальных учебных действий // Вестник Казанского государственного технологического университета. – Казань, 2010. - № 12. – С.383-388.

© Е. В. Яковлева – доктор пед. наук, доц., профессор кафедры физики НХТИ ФГБОУ ВПО «КНИТУ», YakovlevaEV@inbox.ru.