

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 тоже 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 механическое 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: $mV^2/2 = cm \cdot \Delta t + Lm$, (1) Разумно предположить, что начальная температура мухи совпадает с температурой окружающего воздуха и равна 20°C . Постоянные величины соответственно равны: $c = 4200$ Дж/кг $\cdot^{\circ}\text{C}$ – 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: $V = 2296$ м/с $\approx 2,3$ 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 $\rho = 1000$ кг/м³ и ее объем, указанный в условии задачи. После преобразований получим: $N = \rho V N_A / M$. Поскольку $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹ – постоянная Авогадро, а молярная масса воды $M = 0,018$ 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 $V_0 \approx 0,3 \cdot 10^{-22}$ см³ = $3 \cdot 10^{-29}$ м³. 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 $r \approx 3,1 \cdot 10^{-10}$ 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: $Q_{отд} = (m - \Delta m) \cdot \lambda$. Очевидно, что масса воды Δm получая тепло, превращалась в пар: $Q_{получ} = \Delta m \cdot L$. 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 $\lambda = 334$ кДж/кг – удельная теплота плавления льда, а $L = 2,25$ 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: $Q_1 = 2 \cdot m \lambda$. Для нагревания полученной воды до температуры кипения 100°C потребуется теплота: $Q_2 = 2 \cdot m c_v \cdot 100$. На испарение воды следует сообщить количество теплоты: $Q_3 = 2 \cdot m L$. По закону сохранения энергии получим: $mv^2 = 2 \cdot m \lambda + 2 \cdot m c_v \cdot 100 + 2 \cdot m L$, откуда находим скорость льдинки: $v = (2 \cdot (\lambda + c_v \cdot 100 + L))^{1/2}$. В этом случае постоянные величины соответственно равны: $\lambda = 334$ кДж/кг; $c_v = 4,2$ кДж/кг·°C; $L = 2,25$ МДж/кг. Тогда, подставив числовые значения постоянных величин, окончательно получим скорость льдинки $v \approx 2,5 \cdot 10^3$ 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: $dS = \frac{dQ}{T}$. При бесконечно малом изменении температуры dT нагреваемого тела затрачивается теплота: $dQ = m \cdot c \cdot dT$, где масса воды $m = \rho V$, ее плотность $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$, удельная теплоемкость воды $c = 4,2 \text{ кДж/кг} \cdot ^\circ\text{C}$. Таким образом, формула для вычисления энтропии при нагревании воды имеет вид: $\Delta S' = \int_{T_1}^{T_2} \frac{m \cdot c \cdot dT}{T}$. Вынесем за знак интеграла постоянные величины и произведем интегрирование. Тогда после преобразования имеем: $\Delta S' = m \cdot c \cdot \ln \frac{T_2}{T_1}$. В результате вычисления получим: $\Delta S' = 0,01 \cdot 4200 \cdot \ln \frac{373}{300} = 9,7 \text{ Дж/К}$. 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: $\Delta S'' = \frac{Q}{T}$, где Q – теплота, переданная при превращении нагретой воды в пар той же температуры. Учитывая, что $Q = mL$, где $L = 2,25 \text{ МДж/кг}$ – удельная теплота парообразования воды. Очевидно, что: $\Delta S'' = \frac{mL}{T}$. Подставляя числовые значения, получим: $\Delta S'' = \frac{0,01 \cdot 2250000}{373} = 6000 \text{ Дж/К}$. Тогда полное изменение энтропии при нагревании воды и последующем ее превращении в пар равно: $\Delta S = \Delta S' + \Delta S'' = 9,7 + 6000 = 6009,7 \text{ Дж/К}$. Иногда при решении задач-оценок встречается метод размерностей. В этом методе используется предположение о том, что физические параметры задачи входят в результат в виде сомножителей. 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.