РАЗДЕЛ V. ФИЗИКА

Волкова М.Г.

Задачи военно-технического содержания в курсе механики и молекулярной физики

ФГКВОВУ ВО «Ярославское высшее военное училище противовоздушной обороны» Минобороны России
(Россия, Ярославль)

doi: 10.18411/lj-12-2020-82

idsp: ljjournal-12-2020-82

Аннотация

Рассматриваются примеры и методика рассмотрения военно-технических задач на практических занятиях в военном вузе и обосновывается необходимость анализа и обсуждения результатов решения.

Ключевые слова: задача, анализ результатов, задачи военно-технического содержания.

Abstract

Examples and methods of considering military-technical problems in practical classes at a military University are considered, and the need for analysis and discussion of the results of the solution is justified.

Keywords: task, analysis of results, tasks of military-technical content.

Решение задач является основным и самым важным элементом практического занятия. Именно при решении задач происходит формирование умений и навыков. Под задачами с военно-техническим содержанием будем понимать задачу, сформулированную в области военной техники, истории военной техники, решение которой требует использования физического, математического аппарата.

Задачи военно-технического содержания могут быть следующих видов:

- направленные на усвоение научных фактов;
- направленные на усвоение законов физики;
- на усвоение расчетных формул физических величин;
- направленные на использование исторических фактов и развитие мировоззрения;
- направленные на формирование умений анализировать различные физические ситуации.

Приведем несколько примеров задач, рассматриваемых при изучении дисциплины «физика», и последующим анализом результатов.

При изучении динамики, целесообразно рассмотреть задачу расчета полной кинетической энергии пули массой m , движущейся поступательно со скоростью U и вращающейся в полете с частотой ν вокруг продольной оси? радиус пули R , пулю считать цилиндром. Полная кинетическая энергия включает в себя наряду с кинетической энергией поступательного движения еще и кинетическую энергию вращательного движения. Имеет смысл также рассчитать энергию учитывая только поступательное движение, чтобы сравнить полученные результаты, посмотреть, какую часть энергии мы не учитываем, пренебрегая вращательным движением, и указать на то, что не учет этой части энергии приводит к погрешностям в расчете, например, брони для пули и как следствие повреждения и потерь [1, с. 57].

При изучении вопросов задания положения и ориентации абсолютно твердого тела в пространстве для наглядности, графического представления, результата можно рассмотреть задачи связанные с взаимным расположением цели и радиолокационной станции. Например, определить угол места цели, если она расположена выше огневой позиции на 65м, а дальность до цели равна 2800м. После расчета курсантам предлагается построить расположение объектов в системе координат и проверить результат.

Для курсантов немаловажными к рассмотрению являются вопросы движения тел в жидкостях и газах. Происхождение подъемной силы крыла самолета было объяснено выдающимся русским ученым Н.Е. Жуковским. В деталях теория довольно сложна. Рассмотрим её в упрощенном виде [2, с. 168].

Профиль крыла самолета (рисунок 1) имеет такую форму, что скорость обтекающего потока воздуха относительно крыла внизу меньше, а сверху больше: $v_2 > v_1$. Поэтому давление над крылом меньше, чем под крылом: $P_1 > P_2$. Это приводит к избыточной силе, которую можно разложить на две составляющие: подъемную силу и силу сопротивления

Рисунок 1. Профиль крыла самолета

Таким же образом объясняется происхождение подъемной силы у кораблей на подводных крыльях.

Интересные задачи с рассмотрением результата можно найти и при изучении законов молекулярно-кинетической теории газов.

В окружающем нас воздухе молекулы носятся со скоростями артиллерийских снарядов — сотни метров в секунду (таблица 1). Мы не ощущаем своей кожей отдельных ударов молекул потому, что массы молекул чрезвычайно малы, а дробь их ударов — очень частая. «Барабанная дробь» быстрых ударов крошечных молекул воспринимается как постоянное давление газа. С такими же большими скоростями движутся атомы и молекулы окружающих нас жидких и твердых тел, в том числе и молекулы, из которых состоим мы сами.

Говоря о скоростях молекул, предлагается найти кинетическую энергию одной молекулы кислорода при температуре $t=13^{\circ}\text{C}$, а так же кинетическую энергию всех молекул, содержащихся в 4 г кислорода при этой же температуре.

Расчет кинетической энергии одной молекулы кислорода (молекула двухатомная и имеет пять степеней свободы) дает следующее значение

$$\bar{E}_{k1} = \frac{i}{2} kT \approx 10^{-20} \text{ Дж.}$$

Конечно, значение весьма, мало, это меньше 1 эВ. Но проведем

дальнейшие вычисления энергии всех молекул кислорода в четырех граммах. Значение, которое получим, составит $\bar{E}_k = N \frac{i}{2} kT \approx 750$ Дж.

Чтобы проиллюстрировать, насколько большая энергия сконцентрирована в 4 граммах кислорода, посчитаем, с какой скоростью должен двигаться человек массой 65 кг (среднее значение массы для курсантов-первокурсников). Рассчитанная скорость $v = 4,8$ м/с. Конечно, значение далеко от мировых рекордов преодоления человеком стометровки, но тоже впечатляет.

Таблица 1.

Средние скорости молекул

газ	водород	кислород	углекислый газ
t, °C	v_{cp} , м/с		
0	1693	425	362
20	1755	440	376
100	1980	496	422
200	2232	556	475

Еще один пример наглядного представления результатов решения: В момент взрыва атомной бомбы развивается температура, равная примерно 10^6 градусов. Считая, что при такой температуре все молекулы полностью диссоциированы на атомы, а атомы ионизированы, найти среднюю квадратичную скорость иона водорода.

При решении данной задачи сначала обращаю внимание на температуру (≈ 1000000 К), при которой происходит взрыв. Для сравнения температура на поверхности Солнца 10^7 К. Ответ данной задачи показывает, что средняя квадратичная скорость иона водорода составляет порядка 125 км/с. Анализируя этот результат, приходим с курсантами к выводу, что при такой скорости волна от взрыва атомной бомбы всего за две секунды может преодолеть расстояние от Ярославля до Москвы.

При рассмотрении закона Клапейрона для изохорного процесса рассмотрим изменение давления в простой лампе накаливания при ее включении. Так температура баллона обычной лампочки накаливания на 220 вольт около 150 градусов, из-за чего давление в ней при включении быстро поднимается в полтора раза. Поэтому давление холодного газа в тонком баллоне подбирается таким, чтобы разница с внешним давлением была минимальна, т. е. в холодном и горячем состоянии отличалась от него примерно на одинаковую величину.

Остановимся на некоторых вопросах термодинамики. Отметим, что только в обратимых процессах теплота используется по назначению, не расходуется зря. Если процесс неравновесный, то будет необратимый переход, т. е. часть энергии уйдет (необратимо).

Максимальным КПД обладают машины, у которых только обратимые процессы. Реальные процессы сопровождаются диссипацией энергии (из-за трения, теплопроводности и т. д.), которая нами не рассматривается. Обратимые процессы – это в какой-то степени идеализация реальных процессов. Их рассмотрение важно по двум причинам:

- многие процессы в природе и технике практически обратимы;
- обратимые процессы являются наиболее экономичными и приводят к максимальному значению термического коэффициента полезного действия тепловых двигателей.

По-разному комбинируя процессы – изотермический, изобарический, адиабатический и другие, можно получить различные циклы, по которым работают современные тепловые двигатели [3, с. 73].

Из двух адиабатических и двух изохорических процессов образуют цикл Отто бензинового двигателя. Цикл назван в честь немецкого инженера Николауса Отто, впервые построившего в 1876 г. четырехтактный двигатель с искровым воспламенением. В 1897 г. немецкий инженер Р. Дизель изобрел двигатель, основанный на цикле «сжатие – самопроизвольное воспламенение». В настоящее время ведущие мировые автомобильные компании совершенствуют двигатель “внешнего сгорания”, основанный на цикле, предложенном в 1816 г. Р. Стирлингом. Двигатель внешнего сгорания имеет ряд преимуществ. Сгорание смеси происходит непрерывно, а не вспышками. Его можно использовать без глушителя. Выбросы продуктов сгорания значительно меньше, чем в других двигателях. Кроме того, двигатель Стирлинга работает не только за счет сжигания топлива, но и от любого источника тепла, например солнечных лучей. Его можно использовать и в космосе, и в авиации. Этот двигатель начинает внедряться только сейчас, благодаря созданию новых конструктивных материалов, выдерживающих длительную работу при высоких температурах.

Продуктивность проведения практических занятий мы видим в необходимости сокращения количества формальных задач, в которых все исходные величины даны в готовом виде и где требуется лишь подобрать соответствующую формулу, чтобы произвести механически соответствующие вычисления. Задачи должны не только по содержанию, но и по форме, возможно ближе подходить к жизненным условиям.

1. Яворский Б.М., Детлаф А.А. Справочник по физике. – 8-е изд., испр. и перераб. – М.: Изд-во «Оникс», 2008 – С. 57.
2. Курс физики с примерами решения задач. Часть I. Механика. Молекулярная физика. Термодинамика: учебное пособие / С.И. Кузнецов; под ред. В.В. Ларионова; Томский политехнический университет. – 3-е изд., перераб. и доп. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 413 с
3. Волкова М.Г. Преимущество использования графических задач при изучении физики // Новые импульсы развития: вопросы научных исследований. Материалы II Международной научно-практической конференции. – «КДУ», «Добросвет». – 2020. – С. 71–76.