

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

***Аннотация.** В работе рассматриваются один из типов нестандартных расчетных тестовых заданий по физике – задания с избыточными данными. Такие задания встречаются в различных разделах курса физики. Приведены примеры тестовых заданий по механике, молекулярной физике и термодинамике, электродинамике и оптике из типовых экзаменационных вариантов ЕГЭ по физике.*

Ключевые слова: нестандартные физические задачи; нестандартные тестовые задания; расчетные тестовые задания по физике; тестовые задания с избыточными данными

Одним из типов нестандартных физических задач являются задачи с избыточными данными [1]. В работах [2, 3] рассмотрены примеры физических задач, в условиях которых содержатся избыточные данные, и проведен анализ решаемости таких задач по одному из разделов курса физики.

Среди тестовых заданий ЕГЭ также встречаются задания с избыточными данными. Наличие таких данных в условии тестового задания вызывает определенные трудности у учащихся при их решении. В данной работе рассмотрены расчетные тестовые задания с избыточными данными, взятые из учебного пособия [4]. Такие тестовые задания были установлены по различным разделам курса физики: по механике, по молекулярной физике и термодинамике, по электродинамике и оптике.

Прежде всего, приведем примеры тестовых заданий с избыточными данными по механике.

Рассмотрим тестовые задания, для решения которых требуется применения второго закона Ньютона в импульсной форме: в инерциальной системе отсчета изменение импульса частицы (тела, рассматриваемого как материальная точка) равно импульсу силы (произведения вектора постоянной силы на время ее действия). При решении прямого задания (в данной формулировке закона) по нахождению увеличения модуля импульса тела по известным значениям модуля постоянной силы и временем ее действия (вариант 30, задание 3) избыточным условием является задание массы тела. Аналогичная ситуация имеет место и при решении обратного задания на определение величины силы по заданному значению изменению модуля импульса тела за определенное время (вариант 29, задание 3).

Если кубик покоится на гладком горизонтальном столе, сжатый с боков двумя пружинами, то действующие на него силы упругости равны по модулю и противоположны по направлению. Поэто-

му, зная жесткость одной из них и величину ее сжатия, можно по закону Гука рассчитать модуль силы упругости другой пружины (вариант 5, задание 2). Наоборот, зная модуль силы, действующей на кубик со стороны одной из пружин и жесткость другой пружины, можно определить величину ее сжатия (вариант 6, задание 2). При этом задание массы кубика является избыточным данным.

К пружине динамометра подвешивают груз известной массы, при этом пружина удлиняется на известную величину. Требуется найти удлинение пружины при уменьшении вдвое (варианты 15 и 17, задание 2) или увеличении втрое (варианты 16 и 18, задание 2) массы груза. В этих заданиях численное задание первоначальной массы груза является избыточным данным.

Далее, приведем примеры тестовых заданий с «лишними» данными по молекулярной физике и термодинамике.

Пусть цилиндрический сосуд разделен легким подвижным теплоизолирующим поршнем на две части, в которых находятся разные газы, причем поршень находится в равновесии, что означает равенство давлений газов в обеих частях. При равенстве концентраций молекул газов (вариант 4, задание 7), равны и средние кинетические энергии теплового движения молекул газов, а их отношение равно 1. Конкретизация газов является излишней.

Если продолжение графика зависимости давления идеального газа от абсолютной температуры для заданного количества вещества проходит через начало координат (вариант 11, задание 7), то процесс является изохорным. Тогда, по закону Шарля по известным значениям давления газа в начальном и конечном состояниях, а также по заданной начальной температуре можно определить конечное значение температуры. Аналогично можно определить начальную температуру по конечному значению (вариант 12, задание 7). Указанное число молей газа является избыточным данным.

Если на графике зависимости давления от объема приведена изотерма идеального одноатомного газа заданного количества вещества (вариант 13, задание 9), то изменение внутренней энергии газа равно нулю. Задание количества молей вещества и количества теплоты, отданное газом в окружающую среду, являются избыточными данными. Аналогичным является график зависимости объема от температуры, когда температура остается постоянной при заданном количестве вещества (вариант 5, задание 9). Данные о числе молей вещества и совершенной газом работы являются лишними при определении увеличения внутренней энергии газа, которая равна нулю.

Задачи с избыточными данными присутствуют и по теме «Электродинамика».

Если вектор индукции магнитного поля параллелен плоскости контура (вариант 10, задание 13), то магнитный поток, пронизывающий контур, равен нулю, а модуль индукции магнитного поля и данные о площади контура являются избыточными.

По заданному гармоническому закону, по которому изменяется напряжение между обкладками конденсатора в колебательном контуре, можно определить амплитудное значение напряжения и циклическую частоту колебаний. Тогда по известным формулам можно определить период колебаний заряда конденсатора или силы тока в контуре (варианты 15 и 26, задание 14), а также частоту колебаний силы тока в контуре (варианты 16 и 25, задание 14). При этом амплитудное значение напряжения является избыточным данным.

Конденсатор, заряженный до известной разности потенциалов, подключается последовательно к катушкам с различными значениями их индуктивности. Требуется найти отношение периодов колебаний энергии конденсатора (вариант 27, задание 13) или отношение периодов колебаний энергии катушки (вариант 28, задание 13). Сначала по формуле Томсона рассчитывается отношение периодов колебаний напряжения на конденсаторе (или силы тока в контуре). Далее, следует учесть, что, несмотря на то, что периоды колебаний энергии конденсатора и катушки в два раза меньше периодов колебаний напряжения на конденсаторе и силы тока в контуре, отношение периодов колебания энергий равно отношению периодов колебаний, рассчитанных по формуле Томсона. В рассмотренных тестовых заданиях избыточным является величина напряжения на конденсаторе. Также «избыточным» можно считать задание о нахождение отношения энергий.

В колебательном контуре, состоящем из конденсатора и катушки индуктивности, возникают незатухающие электромагнитные колебания (вариант 3, задание 14). В контуре изменяют индуктивность катушек, а напряжение на конденсаторе остается неизменным. Тогда максимальные значения энергии магнитного поля катушки, которые равны максимальным значениям электрического поля конденсатора, не меняются при изменении индуктивности катушки, а их отношении равно 1. Данные о соотношении индуктивностей катушек являются избыточными в этом тестовом задании.

В заключение приведем примеры тестовых заданий с избыточными данными по оптике.

Предмет расположен перпендикулярно плоскому зеркалу на известном расстоянии. Затем его параллельным переносом помещают на другое заданное расстояние от зеркала, приближая предмет к зеркалу (вариант 13, задание 14) или удаляя его от зеркала (вариант 14, задание 14). Требуется найти изменение расстояния между предметом и его изображением. Поскольку в плоском зеркале мнимое изображение получается за зеркалом на расстоянии равном расстоянию от предмета до зеркала, то искомая величина равна удвоенному значению модуля разности расстояний от предмета до зеркала в двух положениях. При этом заданная в тестовых заданиях высота самого предмета является избыточным данным.

Таким образом, существует определенный тип расчетных тестовых заданий по физике, с избыточными данными.

Список литературы:

1. Бабаев В.С., Клюев Л.Ю. Нестандартные задачи по физике и их классификация // Физическое образование в школе и ВУЗе. Материалы научно-практической межвузовской конференции. СПб, изд-во «Образование», 1997. – С. 109–110.
2. Бабаев В.С. Нестандартные физические задачи с избыточными данными. Физика в системе современного образования (ФССО 2019). Сборник научных трудов XV Международной конференции. СПб., Т. 2. – С. 106–110.
3. В.С. Бабаев, И.Ф. Сегаль. Решаемость задач с избыточными данными по теме «Электростатика». XXV Международная научно-методическая конференция «Современное образование: содержание, технологии, качество». СПб., Изд. СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2020. – С. 390–391.
4. ЕГЭ. Физика: типовые экзаменационные варианты: 30 вариантов / под. редакцией М.Ю. Демидовой. – Москва: Изд. «Национальное образование», 2023. – 400 с.

V. S. Babaev

Redundant conditions in the calculated test tasks of the Unified State Exam in physics

State Marine Technical University of St.Petersburg, Russia

Abstract. The paper considers one of the types of non-standard computational test tasks in physics – tasks with redundant data. Such tasks are found in various sections of the physics course. Examples of test tasks in mechanics, molecular physics and thermodynamics, electrodynamics and optics from typical exam variants of the Unified State Exam in physics are given.

Keywords: non-standard physical tasks; non-standard test tasks; calculated physics test tasks; test tasks with redundant data