

УДК 372.853

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ЕГЭ 2016 г. ПО ФИЗИКЕ НА ПРИМЕРЕ ДАННЫХ ПО ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

АЛМАЛИЕВ Александр Николаевич,

кандидат физико-математических наук, доцент кафедры теоретической физики физического факультета, председатель предметной комиссии по физике в Воронежской области, Воронежский государственный университет

ДУБОВИЦКАЯ Татьяна Викторовна,

кандидат педагогических наук, ведущий научный сотрудник, заместитель председателя предметной комиссии по физике в Воронежской области, Воронежский институт развития образования

АННОТАЦИЯ. В статье рассматриваются особенности выполнения заданий на едином государственном экзамене по физике в Воронежской области выпускниками 2016 года, приведен анализ содержания одного из вариантов контрольно-измерительных материалов нашего региона. Проводится краткий разбор типичных ошибок при выполнении заданий на экзамене выпускниками Воронежской области.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Единый государственный экзамен, контрольные измерительные материалы, типичные ошибки.

ALMALIEV A.N.,

Cand. Sci. Phys.-Math., Docent of the Department of Theoretical Physics, Chairman of the Subject Commission on Physics in the Voronezh region, Voronezh State University

DUBOVITSKAYA T.V.,

Cand. Pedagog. Sci., Chief Researcher, Deputy Chairman of the Subject Commission on Physics in the Voronezh region, Voronezh Institute for the Development of Education

ANALYSIS OF USE (UNIFIED STATE EXAMINATION) 2016 RESULTS IN PHYSICS ON THE EXAMPLE OF THE DATA ON VORONEZH REGION

ABSTRACT. The article discusses the peculiarities of task fulfillment at the unified state exam in physics by secondary school graduates of the Voronezh region in 2016. The content analysis of one of the variants with regard to region's control measuring materials is provided. The examinees' common mistakes analysis is given.

KEY WORDS: unified state examination, control measuring materials, common mistakes.

К оличественный состав участников ЕГЭ по физике в Воронежской области в 2016 году – 3953 человек, что составляет 35,97 от общего числа участников и показывает замедление роста в процентном отношении за последние годы: 2015 году – 3806 человек (35,10%), 2014 год – 3824 человек (32,70%), 2013 год – 3759 (29,42%).

Так как ЕГЭ по физике является выбираемым экзаменом, то процент участия выпускников значительно варьируется. Так, по городскому округу го-

род Воронеж максимальный процент участников экзамена от общего количества выпускников был зафиксирован в Советском районе – 42,39%, минимальный процент – 21,31% в Центральном районе [1].

Динамика результатов ЕГЭ по физике в Воронежской области за последние 3 года представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Динамика результатов ЕГЭ по физике

	Субъект РФ		
	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Не преодолели минимального балла	520	208	230
Средний балл	54.46	50.73	49.38
Получили от 81 до 100 баллов	76	148	68
Получили 100 баллов	2	0	2

Средний балл ЕГЭ по физике в 2016 году в Воронежской области – 49,38 (50,02 по РФ), 100 бал-

лов получили 2 участника всего в РФ – 143 человека.

Число участников, не перешагнувших минимального порога – 230 человек (5,82%), по РФ процент несколько больше – 6,1%. Пороговое значение по физике в 2016 году было обозначено в 32 тестовых балла.

Участников, получивших больше 81 балла, – 68 человек (1,72%) от общего числа участников по предмету, количество участников с результатом более 81 балла уменьшилось по сравнению с 2015 годом на 80 участников.

В целом показатели сдачи ЕГЭ по физике в Воронежской области с точки зрения соотношения среднего балла за последние три года несколько изменились в сторону уменьшения 54,46 – в 2014 году, 50,71 – в 2015 году, 49,38 – в 2016 году. Незначительное изменение в сторону уменьшения могут быть связаны с существенными изменениями в структуре КИМ.

Средний балл по городскому округу г. Воронеж – 51,27, при этом доля участников, получивших от 81 балла, – 3,01%.

В районах региона максимальный средний балл зафиксирован среди выпускников городского округа г. Нововоронеж – 56,46, Семилукского муниципального района – 50,79 и Новохоперского муниципального района – 50,35 [1].

В 2016 году каждый вариант экзаменационной работы по физике состоял из двух частей и включал в себя 32 задания, различающихся формой и уровнем сложности. Часть содержала 24 задания, из которых 9 заданий с кратким ответом в виде одной цифры, соответствующей номеру верного ответа, и 15 заданий с кратким ответом в виде числа или последовательности цифр. Часть 2 содержала 8 заданий, объединенных общим видом деятельности – решение задач. Из них 3 задания с кратким ответом и 5 заданий, для которых необходимо было привести развернутый ответ.

В экзаменационной работе представлены задания разных уровней сложности: базового, повышенного и высокого. Задания базового уровня включены в часть 1 работы: 19 заданий, из которых 9 заданий с кратким ответом в виде одной цифры, соответствующей номеру верного ответа, и 10 заданий с кратким ответом в виде последовательности цифр. Минимальное количество баллов ЕГЭ, подтверждающее освоение выпускником программы среднего (полного) общего образования по физике, устанавливается, исходя из требований Федерального компонента государственного образовательного стандарта базового уровня.

Задания повышенного уровня распределены между частями 1 и 2 экзаменационной работы: 5 заданий с кратким ответом в части 1, 3 задания с кратким ответом и 1 задание с развернутым ответом в части 2. Эти задания направлены на проверку умения использовать понятия и законы физики для анализа различных процессов и явлений, а также умения решать задачи на применение одного-двух законов (формул) по какой-либо из тем школьного курса физики. 4 задания части 2 являются заданиями высокого уровня сложности и проверяют умение использовать законы физики и физические модели в измененной или новой ситуации.

Структура КИМ ЕГЭ в 2016 г. оставлена без изменений по сравнению с 2015 г.

Для линий заданий 2-5, 8-10 и 11-16 заявлялся в спецификации 2016 г. расширенный спектр контролируемых элементов содержания.

Для задания 2 базового уровня сложности среди проверяемых элементов содержания заявлены:

принцип суперпозиции сил, законы Ньютона, **момент силы, закон сохранения импульса** (выделены добавленные в 2016 году проверяемые элементы содержания). Это задание с кратким ответом в виде одной цифры, соответствующей номеру верного ответа. Представленное задание 2 проверяет добавленный элемент содержания – **момент силы**.

Задание 2

Однородный куб опирается одним ребром на пол, другим на вертикальную стену (см. рис. 1). Плечо силы трения относительно оси, проходящей через точку O_3 перпендикулярно плоскости рисунка, равно:

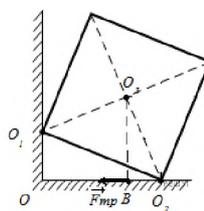


Рис. 1

- 1) 0;
- 2) O_2O_3 ;
- 3) O_3B ;
- 4) O_3O_1 .

Верный ответ: 4.

В данном задании требовалось определить плечо силы через точку, которая не лежит на линии действия силы. Плечом силы относительно некоторой оси называется кратчайшее расстояние от этой оси до линии действия силы. Задание требовало знания и понимания понятия **плечо силы**.

Для задания 3 базового уровня сложности среди проверяемых элементов содержания заявлены: Закон всемирного тяготения, закон Гука, сила трения, **давление, движение по окружности** (выделены добавленные в 2016 году проверяемые элементы содержания). Это задание с кратким ответом в виде последовательности цифр.

Задание 3

Определите силу, под действием которой пружина жесткостью 200 Н/м удлинится на 5 см.

Верный ответ: 10 Н.

В данном задании требовалось знание закона Гука, умение перевести единицы измерения длины в систему СИ (систему интернациональную).

Для задания 4 базового уровня сложности среди проверяемых элементов содержания заявлены: закон сохранения импульса, кинетическая и потенциальная энергии, работа и мощность силы, закон сохранения механической энергии. Это задание с кратким ответом в виде последовательности цифр.

Задание 4

Скорость груза массой 0,2 кг равна 3 м/с. Какова кинетическая энергия груза?

Верный ответ: 0,9 Дж.

В данном задании требовалось знание формулы кинетической энергии поступательно движущегося тела.

Для задания 5 базового уровня сложности среди проверяемых элементов содержания заявлены: условие равновесия твердого тела, **закон Паскаля**, сила Архимеда, математический маятник, механические волны, звук (выделены добавленные в 2016 году проверяемые элементы содержания). Это задание с кратким ответом в виде последовательности цифр.

Задание 5

Мужской голос бас занимает частотный интервал от $\nu_1=80$ Гц до $\nu_2=320$ Гц. Чему равно отношение длин звуковых волн $\frac{\lambda_1}{\lambda_2}$, соответствующих границам этого интервала?

Верный ответ: 4.

В данном задании требовалось знание формулы, связывающей частоту и длину звуковой волны.

Для задания 8 базового уровня сложности среди проверяемых элементов содержания заявлены: модели строения газов, жидкостей и твердых тел, диффузия, броуновское движение, модель идеального газа, **изопроцессы, насыщенные и ненасыщенные пары, влажность воздуха**. Изменение агрегатных состояний вещества, тепловое равновесие, теплопередача (объяснение явлений). Это задание с кратким ответом в виде одной цифры, соответствующей номеру верного ответа. Представленное задание 8 проверяет добавленный элемент содержания – **насыщенные и ненасыщенные пары**.

Задание 8

При нагревании воды на большой высоте она кипит при более низкой температуре, чем на земной поверхности. Это происходит потому, что:

- 1) при кипении давление насыщенного пара равно атмосферному давлению, которое убывает с высотой;
- 2) на воду действует меньшая сила тяжести;
- 3) при подъеме воды ее внутренняя энергия становится больше, чем на земной поверхности;
- 4) при меньшем давлении происходит более интенсивное испарение жидкости с ее поверхности.

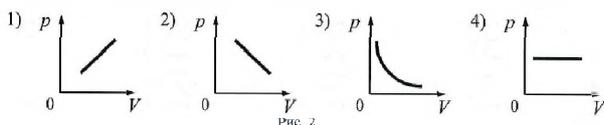
Верный ответ: 1.

В данном задании требовалось знание того факта, что температура кипения зависит от давления, оказываемого на жидкость. При увеличении атмосферного давления кипение начинается при более высокой температуре, при уменьшении давления – наоборот, так как давление насыщенных паров при кипении в пузырьке воздуха также изменяется.

Для задания 9 базового уровня сложности среди проверяемых элементов содержания заявлены: **связь между давлением и средней кинетической энергией, абсолютная температура, связь температуры со средней кинетической энергией, уравнение Менделеева-Клапейрона, изопроцессы** (выделены добавленные в 2016 году проверяемые элементы содержания). Это задание с кратким ответом в виде одной цифры, соответствующей номеру верного ответа.

Задание 9

Зависимость давления p от объема V для фиксированного количества идеального газа при постоянной температуре представлена на графике (см. рис. 2).



Верный ответ: 3.

В данном задании требовалось знание изопроцессов и графиков изопроцессов. Изотермическим называется процесс при постоянной температуре. Согласно закону Бойля-Мариотта, для идеального газа при изотермическом процессе выполняется

равенство $PV = const$ и линия, изображающая этот процесс на диаграмме pV , является гиперболой. Подобным свойством обладает график 3.

Для задания 10 базового уровня сложности среди проверяемых элементов содержания заявлены: относительная влажность воздуха, количество теплоты, **работа в термодинамике, первый закон термодинамики**, КПД тепловой машины (выделены добавленные в 2016 году проверяемые элементы содержания). Это задание с кратким ответом в виде последовательности цифр. Представленное задание 10 проверяет добавленный элемент содержания – **первый закон термодинамики**.

Задание 10

На рисунке 3 показан график изменения состояния постоянной массы одноатомного идеального газа. В этом процессе газ получил количество теплоты, равное 3 кДж. На сколько в результате увеличилась его внутренняя энергия?

Верный ответ: на 3 кДж.

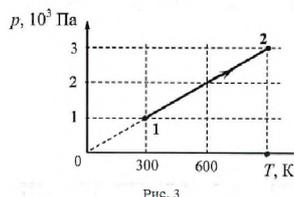


Рис. 3

В данном задании требовалось знание первого начала термодинамики. Из графика видно, что процесс является изохорическим. Поскольку объем газа не изменился – газ не совершал работы. Следовательно, согласно первому началу термодинамики, увеличение внутренней энергии газа равно полученному газом количеству теплоты.

Для задания 11 базового, повышенного уровней сложности среди проверяемых элементов содержания заявлены: МКТ, термодинамика (изменение физических величин в процессах). Это задание с кратким ответом в виде одной цифры, соответствующей номеру верного ответа (выбор соответствия).

Задание 11

При исследовании изопроцессов использовался закрытый сосуд переменного объема, заполненный разреженным криптоном и соединенный с манометром. Объем сосуда медленно уменьшают, сохраняя температуру криптона в нем неизменной. Как изменяются при этом давление криптона в сосуде и его внутренняя энергия?

Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения:

- 1) увеличивается;
- 2) уменьшается;
- 3) не изменяется.

Верный ответ:

давление криптона в сосуде – 1; внутренняя энергия – 3.

В данном задании требовались знания закона Бойля-Мариотта и формулы внутренней энергии идеального газа. Изотермическим называется процесс при постоянной температуре. Следовательно, температура газа останется неизменной, а так как масса газа не изменяется, то и внутренняя энергия тоже не изменяется (внутренняя энергия – 3). Поскольку газ сжимают в сосуде, его объем уменьшается. Криптон представлен как разреженный газ, поэтому его можно считать идеальным. При изотермическом процессе, согласно закону Бойля –

Мариотта, величина pV остается постоянной. Таким образом, заключаем, что при изотермическом сжатии криптона в сосуде его давление увеличивается – 1.

Для задания 12 повышенного, базового уровней сложности среди проверяемых элементов содержания заявлены: МКТ, термодинамика (установление соответствия между графиками и физическими величинами; между физическими величинами и формулами). Это задание с кратким ответом в виде одной цифры, соответствующей номеру верного ответа (выбор соответствия).

Задание 12

Аргон помещают в открытый сверху сосуд под легкий подвижный поршень и начинают охлаждать. Давление воздуха, окружающего сосуд, равно 10^5 Па, начальный объем газа 9 литров, начальная температура – 450 К. Масса газа в сосуде остается неизменной. Трением между поршнем и стенками сосуда пренебречь. Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими аргон, и формулами, выражающими их зависимость от абсолютной температуры T газа в условиях данной задачи. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ: ФОРМУЛЫ:

- | | |
|--|--|
| а) объём газа $V(T)$; | 1) $dT, d = 3 \text{ Дж/К}$; |
| б) внутренняя энергия газа $U(T)$. | 2) $b/T, b = 4050 \text{ м}^3 \text{ К}$; |
| 3) $aT, a = 2 \cdot 10^5 \text{ м}^3/\text{К}$; | 4) $cT, c = 20 \text{ Дж/К}$. |

Верный ответ:

- объём газа – 3;
- внутренняя энергия – 1.

В данном задании требовались знания закона Гей-Люссака и формулы внутренней энергии идеального газа, а также умение переводить литры в кубические метры. Изобарным называется процесс при постоянном давлении. Поскольку газ охлаждают в сосуде, его объём уменьшается. При изобарном процессе, согласно закону Гей-Люссака, величина V/T остается постоянной. Таким образом, заключаем, что при изобарном охлаждении аргона в сосуде его объёму соответствует зависимость 3). Следовательно, при уменьшении температуры аргона уменьшается и его объём. И при неизменной массе газа внутренняя энергия тоже уменьшается пропорционально уменьшению объёма газа (внутренняя энергия – 1).

Для задания 13 базового уровня сложности среди проверяемых элементов содержания заявлены: электризация тел, проводники и диэлектрики в электрическом поле, конденсатор, условия существования электрического тока, носители электрических зарядов, опыт Эрстеда, явление электромагнитной индукции, правило Ленца, интерференция света, дифракция и дисперсия света (объяснение явлений) (выделены добавленные в 2016 году проверяемые элементы содержания). Это задание с кратким ответом в виде одной цифры, соответствующей номеру верного ответа.

Задание 13

К двум одинаковым легким металлическим шарикам, подвешенным на изолирующих нитях, подносят снизу отрицательно заряженную широкую пластинку. В результате положение шариков изменяется так, как показано на рисунке 4 (пунктирными линиями указано первоначальное положение нитей). Каковы знаки зарядов шариков?

Варианты ответов.

- 1) оба шарика заряжены отрицательно;
- 2) первый шарик заряжен отрицательно, а второй – положительно;
- 3) первый шарик заряжен положительно, а второй – отрицательно;
- 4) оба шарика заряжены положительно.

Верный ответ: 3

В данном задании требовалось знание взаимодействия разноименных зарядов и принципа суперпозиции полей.

Для задания 14 базового уровня сложности среди проверяемых элементов содержания заявлены: принцип суперпозиции электрических полей, магнитное поле проводника с током, сила Ампера, сила Лоренца, правило Ленца (определение направления). Это задание с кратким ответом в виде одной цифры, соответствующей номеру верного ответа.

Задание 14

Электрическая цепь, состоящая из четырех прямолинейных горизонтальных проводников (1–2, 2–3, 3–4, 4–1) и источника постоянного тока, находится в однородном магнитном поле, вектор маг-

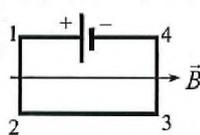


Рис. 5

нитной индукции которого \vec{B} направлен горизонтально вправо (см. рисунок 5, вид сверху). Куда направлена вызванная этим полем сила Ампера, действующая на проводник 3–4?

Варианты ответов:

- 1) от наблюдателя, перпендикулярно плоскости рисунка;
- 2) к наблюдателю, перпендикулярно плоскости рисунка;
- 3) горизонтально вправо;
- 4) горизонтально влево.

Верный ответ: 1.

В данном задании требовались знания правила левой руки, а также необходимо было понимать, как направлен электрический ток в представленной цепи.

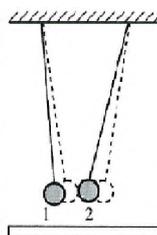


Рис. 4

Для задания 15 базового уровня сложности среди проверяемых элементов содержания заявлены: закон Кулона, закон Ома для участка цепи, последовательное и параллельное соединение проводников, работа и мощность тока, закон Джоуля – Ленца.

Естественные науки с кратким ответом в виде последовательности цифр.

Задание 15

Два неподвижных точечных электрических заряда действуют друг на друга с силами 16 нН. Какими станут силы взаимодействия между ними, если, не меняя расстояния между зарядами, увеличить модуль каждого из них в 4 раза?

Верный ответ: 256 нН.

В данном задании требовалось знание формулы закона Кулона.

Для задания 16 базового уровня сложности среди проверяемых элементов содержания заявлены: **поток вектора магнитной индукции**, закон электромагнитной индукции Фарадея, **индуктивность**, **энергия магнитного поля катушки с током**, колебательный контур, законы отражения и преломления света, ход лучей в линзе. Это задание с кратким ответом в виде последовательности цифр. Представленное задание 16 проверяет добавленный элемент содержания – **энергия магнитного поля катушки с током**.

Задание 16

Определите энергию магнитного поля катушки индуктивностью $2 \cdot 10^{-4}$ Гн при силе тока в ней 3 А.

Верный ответ: 0,9 мДж.

В данном задании требовалось знание формулы энергии магнитного поля катушки с током.

Анализ заданий 2–5, 8–10 и 11–16, в которых заявлялись расширенные контролируемые элементы содержания, показывает, что в КИМ ЕГЭ по физике, использованных в Воронежской области в 2016 г., по сравнению с предыдущим годом в КИМ ЕГЭ 2015 г. по физике, расширенные контролируемые элементы содержания появились всего в 4 заданиях: 2, 8, 10, 16. Все остальные задания представляли контролируемые элементы содержания, аналогичные КИМ 2015 г.

Приведем анализ выполнения отдельных заданий, вызвавших наибольшее затруднение у участников ЕГЭ по физике. Основные проблемы при выполнении ЕГЭ по физике в Воронежской области вызывает реализация умения применять полученные знания для решения физических задач. Это задания 28–29. Анализ проводился на основе открытого ФИПИ варианта КИМ 428.

Задание 28 (Качественная задача)

Качественная задача, это задача, в которой решение представляет собой логически выстроенное объяснение с опорой на физические законы и закономерности. Невысокий процент выполнения задания на 3 балла связан с тем, что в 2016, так же как и в прошлом 2015 году внесены правки в описание ответов на 2 и 1 балла в сторону «строгости» оценивания: решение, оцениваемое 2 баллами, обязательно предполагает **правильный ответ и объяснение**. В объяснении допускается целый ряд недостатков:

- в объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения;
- указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится **один** логический недочёт;
- имеются лишние записи (рассуждения, которые не относятся к решению задачи) и отсутствие указания на одно из используемых явлений или закономерностей.

К самым распространённым ошибкам при выполнении качественной задачи в соответствии с критериями оценивания мы отнесем следующие моменты:

1. Экзаменуемые не дают непосредственно правильного ответа.

Как правило, всегда задания 28 содержат требование к формулировке ответа — «Как изменится... (показание прибора, физическая величина)»,

«Опишите движение...» или «Постройте график...» и т.п.

Задание 28 варианта 428 по теме «Фотоэффект». Традиционно трудная для выпускников тема на правильное применение трех законов фотоэффекта, что и объясняет очень маленький процент выполнения (1 балл – 16%, 2 балла – 2%, 3 балла – 0,5%).

В опыте по изучению фотоэффекта катод освещается жёлтым светом, в результате чего в цепи возникает ток (рис. 6). Зависимость показаний амперметра I от напряжения U между анодом и катодом приведена на рис. 7. Используя законы фотоэффекта и предполагая, что отношение числа фотоэлектронов к числу поглощённых фотонов не зависит от частоты света, объясните, как изменится представленная зависимость $I(U)$, если освещать катод зелёным светом, оставив мощность поглощённого света неизменной.

Отвечая на вопрос задания: «Как изменились физические величины, характеризующие процесс

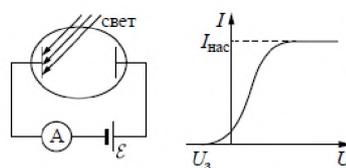


Рис. 6

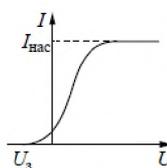


Рис. 7

или показания приборов?», экзаменуемые могут приводить объяснения с опорой на необходимые физические закономерности или явления, а также указывать используемые при объяснении явлений закономерности, но сам ответ на поставленный вопрос не представить.

2. Не выполняются требования к полноте ответа.

Задания 28 содержат требование привести развернутый ответ с обоснованием. «Объясните... указав, какими физическими явлениями и закономерностями оно вызвано» или «...Поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения».

Экзаменуемые могут приводить рассуждения, не назвав одно или несколько физических явлений даже при указании впоследствии правильного ответа.

3. Результаты проверок экспертами показали, что экзаменуемые плохо умеют приводить логически связанный ответ, корректно использовать физические термины и физические законы. У многих экзаменуемых очевидна грамматическая и лексическая безграмотность.

Задания 29–32 (расчетные задачи)

Расчетные задачи высокого уровня сложности предполагают анализ всех этапов решения. Здесь используются измененные ситуации, в которых необходимо оперировать несколько большим, чем в типовых задачах, числом законов и формул, ввести дополнительные обоснования в решение или анализировать совершенно новые ситуации, которые не встречались ранее в учебной литературе и предполагают серьезный анализ. • *Естественные науки* целесообразен и самостоятельный выбор физической модели для решения задачи.

Недавнее введение формул в кодификатор связано в первую очередь с особенностями оценивания расчетных задач с развернутым ответом. Полное правильное решение таких задач предполагает записи всех физических законов и формул, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом.

Задача 29 428 варианта по теме «Статика» считается традиционно трудной для выпускников школ, серьезное изучение данной темы происходит лишь в профильных классах. Отсюда небольшой процент выполнения на 3 балла (1 балл – 11%, 2 балла – 0,9%, 3 балла – 0,7%).

Тонкий однородный стержень АВ шарнирно закреплён в точке А и удерживается горизонтальной нитью ВС (см. рис. 8). Трение в шарнире пренебрежимо мало. Масса стержня $m = 1$ кг, угол его наклона к горизонту $\alpha = 45^\circ$. Найдите модуль силы F , действующей на стержень со стороны шарнира. Сделайте рисунок, на котором укажите все силы, действующие на стержень.

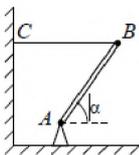


Рис. 8

Большинство участников, приступивших к ее решению, неверно указывали направление силы, действующей на стержень со стороны шарнира, – вдоль стержня.

Задача 30 428 варианта по теме «Внутренняя энергия» показала «традиционный» процент выполнения задач по молекулярной физике и термодинамике. Представлена «классическая» задача на установление равновесного состояния в теплоизолированном сосуде (1 балл – 18%, 2 балла – 2%, 3 балла – 3%).

Два одинаковых теплоизолированных сосуда соединены короткой трубкой с краном. Объём каждого сосуда $V = 1$ м³. В первом сосуде находится $\nu_1 = 1$ моль гелия при температуре $T_1 = 400$ К; во втором – $\nu_2 = 3$ моль аргона при температуре T_2 . Кран открывают. После установления равновесного состояния давление в сосудах $p = 5,4$ кПа. Определите первоначальную температуру аргона T_2 .

Задача 31 428 варианта по теме «Движение частиц в электрических полях» показала, что геометрия приведенного в задаче дугообразного конденсатора привела к очень распространённой ошибке: многие экзаменуемые ошибочно полагали, что в задаче идет речь о силе Лоренца, а не о силе Кулона из-за траектории движения частиц, так как движение происходило по дуге определенного радиуса (1 балл – 3%, 2 балла – 5%, 3 балла – 7%).

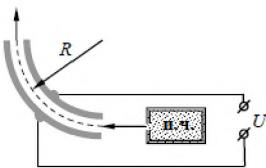


Рис. 9

На рисунке 9 показана схема устройства для предварительного отбора заряженных частиц для последующего детального исследования. Устройство представляет собой конденсатор, пластины которого изогнуты дугой радиусом $R \approx 50$ см. Предположим, что в промежуток между обкладками конденсатора из источника заряженных частиц (и.ч.) влетают ионы, как показано на рисунке. Напряжённость электрического поля в конденсаторе по модулю равна 5 кВ/м. Скорость ионов равна 105 м/с. При каком значении отношения заряда к массе ионы пролетят сквозь конденсатор, не коснувшись его пластин? Считать, что расстояние между обкладками конденсатора мало, напряжённость электрического поля в конденсаторе всюду одинакова по модулю, а вне конденсатора электрическое поле отсутствует. Влиянием силы тяжести пренебречь.

Также встречаются случаи использования одной буквы при обозначении разных величин. Например, все имеющиеся в задаче массы экзаменуемый обозначает одной буквой m .

Задача 32 428 варианта по теме «Колебательный контур» также показала неплохой процент приступивших к задаче, но справиться с задачей полностью смогла только пятая часть от приступивших (1 балл – 10%, 2 балла – 3%, 3 балла – 2%). Данная тема также достаточно подробно изучается только в профильных классах. Наличие источника постоянного тока в колебательном контуре для учащихся представляет определенные затруднения с точки зрения понимания физических процессов, протекающих в такой системе.

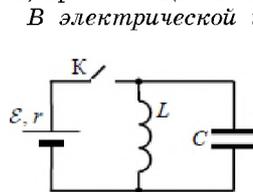


Рис. 10

В электрической цепи, показанной на рисунке 10, ключ K длительное время замкнут, $\epsilon = 6$ В, $r = 2$ Ом, $L = 1$ мГн. В момент $t = 0$ ключ K размыкают. Амплитуда напряжения на конденсаторе в ходе возникших в контуре электромагнитных колебаний равна ЭДС источника. В какой момент времени напряжение на конденсаторе в первый раз достигнет значения $\epsilon/2$ сопротивлением проводов и активным сопротивлением катушки индуктивности пренебречь.

К самым распространённым ошибкам при выполнении расчетных задач в соответствии с критериями оценивания мы отнесем следующие моменты:

1. Не описаны физические величины.

В критериях оценивания расчетных задач указано, что должны быть «описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов)». Таким образом, если участник экзамена записал «Дано» в традиционных обозначениях физических величин, которые указаны в кодификаторе, то других дополнительных пояснений не требуется. Словесные пояснения необходимы только в тех случаях, когда в ходе решения появляется новая физическая величина (например, параметр, не указанный в условии). Чаще всего эксперты сталкиваются с частичным «неописанием» физических величин: имеется грамотно записанное «Дано», но промежуточные вновь вводимые величины не описаны.

Также встречаются случаи использования одной буквы при обозначении разных величин. Например, все имеющиеся в задаче массы экзаменуемый обозначает одной буквой m .

2. Отмеченные на рисунке, схеме, графике и т.п. обозначения не соответствуют решению.

Отмеченные на рисунке, схеме, графике и т.п. обозначения не соответствуют тем «Естественные науки» зуются в формулах или в решении. В ходе решения появляются строчные буквы, в противовес обозначенных на рисунке заглавных (например, длины нитей или высоты), исчезают или напротив появляются новые индексы у физических величин. Данную ошибку можно отнести к небрежности при решении задач, часто она не позволяет поставить полный балл при оценивании работы экзаменуемого.

3. Ошибочные записи законов и физических формул.

Ошибочная запись закона сохранения энергии, импульса и т.п. Достаточно распространена ошибка

в написании проекций физических величин при записи законов в проекции на оси координат. Пропуск числового коэффициента в формуле.

4. Формула ошибочно записывается как исходная.

Экзаменуемые неверно определяют физическое явление или процесс, или неверно определяют физическую модель в решаемой задаче, что приводит к неправильным записям физических закономерностей.

5. Неправильно выполнены математические преобразования.

При выполнении заданий с развернутым ответом даже при правильной записи всех физических закономерностей учащиеся не могут выразить необходимую физическую величину, или происходит необоснованное «переобозначение» величин в ходе решения задачи. Это может быть связано:

- а) со слабой математической базой и подготовкой;
- б) недостаточно развитыми навыками решения расчетных задач.

Многие ошибки выпускников связаны с математическими «неумениями»: преобразование математических выражений, действия со степенями, чтение графиков и др.

6. Запись ответа без указания единиц измерения физических величин.

Анализ выполнения заданий позволяет сделать ряд рекомендаций по изучению курса физики.

При изучении механики необходимо обратить внимание на класс задач по теме «Статика». Затруднения при выполнении экзаменационной работы возникают при решении всех задач такого типа. Необходимо при обучении сначала в целом разобрать физическую ситуацию в задаче в самом общем случае, обсудив все условия равновесия твердого тела. А лишь затем разбирать частные случаи таких задач. Подобные задачи, несомненно, должны предварять подготовку в решении разнообразных задач по динамике, особенно на наклонную плоскость и блоки, а также движение связанных тел.

При решении задач по молекулярной физике акцент необходимо делать на применение первого закона термодинамики к изопроцессам.

В электродинамике следует уделить больше внимания решению задач на правило Ленца, правило левой руки.

Для обучающихся со средним уровнем подготовки (большинство сдающих экзамен по физике в Воронежской области) неудачи при решении задач по-прежнему связаны с низким уровнем математической подготовки. В процессе подготовки к экзаменам таким учащимся, несомненно, будет полезным сделать акцент на решении задач в «общем виде».

Решение любых задач, от базового до повышенного уровня сложности, стоит начинать с анализа условия, письменной записи условия задачи, обоснования выбора законов и формул и требовать от учащихся доведение задачи до числового ответа.

В целях совершенствования организации и методики преподавания физики в Воронежской области мы рекомендуем:

1. Использовать учителям физики в текущей работе те подходы к оцениванию расчетных задач, которые применяются экспертами при проверке заданий с развернутым ответом. Решение задач 29–32 оценивается по единым обобщенным критериям, опубликованным к началу каждого учебного года. Эксперты часто сталкиваются с работами, где присутствует «Дано», но нет хода решения. Экзаменуемые не записывают частично верное решение, потому что в школьной практике учитель оценивает только полностью решенные задачи. На наш взгляд, важным этапом подготовки ученика к экзамену может стать знакомство как учителей, так и учащихся с критериями оценивания предстоящего экзамена.

2. Применять в работе с учащимися не только традиционные задачки, рекомендованные к использованию в учебном процессе в школе, но и пособия с для подготовки к ЕГЭ за последние три года.

3. Совершенствовать математическую подготовку учащихся и на уроках физики.

4. Предложить образовательным организациям, учащиеся которых будут сдавать ЕГЭ по физике, проводить промежуточный мониторинг готовности выпускников 2–3 раза в год с целью выявления проблемных тем и умений для конкретных учащихся.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Статистико-аналитический отчет о результатах ЕГЭ в Воронежской области (Физика). Сборник статистических и аналитических материалов [Текст] / под общ. ред. О.Н. Мосолова, С.Е. Ландсберга. – Воронеж : Департамент образования, науки и молодежной политики Воронежской области, 2016 – 48 с.