

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ УЧИТЕЛЕЙ-ПРЕДМЕТНИКОВ ПО ПРЕПОДАВАНИЮ ФИЗИКИ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА РЕЗУЛЬТАТОВ ГИА – 2019

*Степанова Г.Н., профессор кафедры естественно-научного образования СПб АППО, д.п.н.
Лебедева И.Ю., доцент кафедры естественно-научного образования СПб АППО, к.п.н.
Шурухин В.О., доцент кафедры естественно-научного образования СПб АППО, к.п.н.
Яковлева Т.Г., старший преподаватель кафедры естественно-научного образования СПб АППО*

Введение

Контрольные измерительные материалы (КИМ) ОГЭ и ЕГЭ в 2019 году по объемным и содержательным показателям полностью соответствовали КИМ 2018 года. Поэтому можно утверждать, что и ОГЭ, и ЕГЭ по физике в 2019 году проходили в условиях стабильности и предсказуемости для учителей и выпускников, их результаты в целом свидетельствуют о качественной и системной подготовке к экзамену.

Тем не менее, экзамены за курс основной и старшей школы позволили выявить затруднения, которые можно рассматривать в качестве типичных. Предлагаемые методические рекомендации призваны помочь учителю физики предпринять необходимые шаги по корректировке учебного процесса на всех ступенях обучения предмету на основе объективного анализа статистически достоверных данных.

Типичные ошибки, допущенные при сдаче ОГЭ в 2019 году и рекомендации по их предотвращению

Статистическая обработка результатов ОГЭ позволяет выявить основные пробелы в общеобразовательной подготовке выпускников по физике.

В таблице представлены результаты выполнения экзаменационной работы по физике по Санкт-Петербургу для групп заданий по разным тематическим разделам и для групп заданий, проверяющих сформированность разных видов деятельности.

Результаты ОГЭ участников с разным уровнем подготовки по разным тематическим разделам и видам деятельности

(Под процентом выполнения задания понимается отношение суммы первичных баллов, полученных всеми участниками экзамена за конкретное задание, отнесенное к количеству участников экзамена).

Разделы физики	курс	% выполнения участниками разного уровня подготовки				Виды деятельности	% выполнения участниками разного уровня подготовки			
		2	3	4	5		2	3	4	5
Механические явления		29	56	80	94	Понимание смысла физических величин и законов	27	51	71	87
Тепловые явления		27	52	69	84	Анализ физических явлений и процессов	35	46	70	81
Электромагнитные явления		26	43	62	82	Владение основами знаний	34	63	86	96

					методах научного познания				
Квантовые явления	29	65	87	93	Понимание текстов физического содержания	41	63	81	92

- Независимо от уровня подготовки: а) понятийный аппарат раздела «Электромагнитные явления» освоен участниками экзамена хуже, т.к. процент выполнения заданий по этому разделу ниже по сравнению с процентом выполнения заданий по другим тематическим разделами; б) в большей степени освоен понятийный аппарат раздела «Механические явления»; в) об освоении содержания раздела «Квантовые явления» судить затруднительно, т.к. этот раздел в экзаменационной работе представлен одним заданием.
- Группы участников экзамена с уровнем подготовки «4» и «5» понимают и умеют анализировать неадаптированные тексты, успешно применяют знания о методах научного познания, в меньшей степени они продемонстрировали умения анализировать физические явления и процессы. Показатели выполнения заданий базового уровня сложности значительно превышают 60%.
- Группа участников, получивших отметку 3, хуже справилась с анализом физических процессов и явлений (показатель выполнения 46%). Они показали базовый уровень умений работать с тестами физического содержания и интерпретировать результаты экспериментов.
- У группы участников, получивших отметку 2, показатели освоения содержания тематических разделов и основных видов деятельности в среднем составляют 30%, что в два раза ниже нормального показателя

Исходя из общепринятых норм, содержательный элемент или умение базового уровня считается усвоенным (освоенным), если средний процент выполнения соответствующей им группы заданий с кратким ответом превышает 60%, повышенного уровня сложности – 40%.

*Задания с самостоятельной записью ответа в предложенных единицах измерения
(число, два числа, слово)*

С точки зрения рефлексии учительской общественности проведем содержательный анализ заданий **базового** уровня сложности, для которых процент полностью правильного выполнения ниже 60%, т.е. большинством выпускников не освоены базовые элементы содержания или виды деятельности.

Задание 1. Процент выполнения задания варианта 1909 – 51%. Задания всех вариантов строились на сопоставлении позиций из двух терминологических групп. В варианте 1909 нужно было сопоставить явлению его определение. Для учащихся это оказалось сложным. Вероятно, при обучении не отрабатываются четкие определения физических явлений, поскольку в других вариантах нужно было сопоставить величине ее обозначение, либо единицы измерения. Эти задания для учащихся оказались легче.

Задание 3: Ниже порога выполнено задание только варианта 1909 – 44%.

В задании предлагалось сравнить высоты подъема брошенного вертикально мяча в случае изменения его массы. Учащиеся не увидели возможность применения закона сохранения энергии, а пытались решать задачу «интуитивно», что свидетельствует о недостаточно четком распознавании ситуации, в которой можно применять закон сохранения энергии.

Задание 4: Низкий результат выполнения (41%) показали учащиеся 1910 варианта. В задаче предлагалось определить направление центростремительного ускорения для процесса, изображенного на рисунке. Видимо, учителями не используется визуализация знаний при объяснении свойств ускорения как векторной величины (что тем более необходимо, поскольку учащиеся на изучают вектора на уроках математики в этот период), и значительное внимание уделяется развитию умений применять формулы, т.к. оно более востребовано при решении физических задач.

Задание 5: В этом задании низкий процент выполнения (31%) показали учащиеся 1909 варианта. В задаче предлагалось сравнить силу Архимеда, действующую на парафиновый шарик в нефти и воде. На протяжении трех последних лет участникам экзамена предлагались аналогичные задания на сравнение выталкивающих сил, действующие на одинаковые тела, которые плавали в жидкостях разных по плотности. Результаты неизменно низкие. Можно предположить, что при изучении темы «Гидростатика» учителя не уделяют внимания разбору качественных задач практической направленности, связанных с судоходством и воздухоплаванием, основанным на узнавании условия равновесия тела под действием двух сил.

Задание 8: Низкий процент выполнения показали учащиеся 1907 варианта – 21% и 1909 варианта – 34%. В 1907 варианте предлагалась задача на зависимость скорости теплоотдачи в процессе излучения в зависимости от цвета излучающего тела. Вероятно, учащиеся смогли выделить из описания вид теплопередачи, но не смогли связать скорость теплопередачи с цветом, что темное тело лучше излучает и поглощает энергию при прочих равных условиях. В 1909 варианте была представлена задача на скорость теплообмена при теплопроводности. Удивительно, что традиционный вопрос о «кажущейся нагретости» металлического и деревянного предмета вызвали затруднения у обучающихся.

Задание 9. В задаче предлагалось выбрать к тепловым процессам, представленным либо таблицей, либо графиком два правильных утверждения из пяти. Учащиеся 1907, 1908 вариантов работали с табличными данными, учащиеся 1911 варианта – с графиком. Процент выполнения соответственно – 22%, 44%, 46% свидетельствует о том, что учащиеся с трудом преобразовывают информацию из одного вида в другой, так как физические процессы, описанные во всех вариантах, были равнозначны по сложности, хотя табличный способ представления информации (давший наименьший процент усвоения) и ее обработки должен формироваться при проведении лабораторных работ, в то числе и при изучении тепловых явлений.

Задание 11: Низкий процент выполнения (27%) показали учащиеся 1907 варианта, где была представлена задача о соединении электрометров эбонитовой палочкой. Условие задачи иллюстрировалось рисунком. Этот эксперимент рекомендован к показу на уроке при объяснении электрических свойств веществ. Низкий результат, еще раз подтверждает предположение, что часть учителей пренебрегает демонстрационным экспериментом, либо у учащихся не возникает логических связей реального эксперимента с иллюстрацией.

Задание 12: Низкий процент выполнения показали учащиеся 1908 – 44% и 1911 – 51% вариантов. В задачах нужно было сравнить количества теплоты, которые выделяются проводниками с током при параллельном (1908) и последовательном (1911) соединении. Это типовая задача на выбор применяемой формулы мощности тока для анализа явления. Критерием выбора должен являться методологический принцип установления зависимости одной величины от нескольких других.

Задание 13: Задачи различной типологии на магнитные явления традиционно представляют сложность для учащихся. Низкий процент выполнения продемонстрировали учащиеся 1907 и 1909 вариантов (45% и 27%), где предлагалось определить направление силы Ампера действующий на проводник с током в однородном магнитном поле (1907 вариант) и между проводниками с током (1909 вариант). Опять мы сталкиваемся с трудностями, которые могли быть предотвращены грамотно построенным демонстрационным или лабораторным экспериментом.

Задание 14: В задачах 1910 (процент выполнения 32%) и 1911 вариантов (процент выполнения 47%) были представлены задачи на выбор верного рисунка изображающего прохождение света через трехгранную призму. Рисунки повторяют изображения из учебника и должны иллюстрироваться на фронтальном эксперименте на уроках. Можно предположить: разброс результатов выполнения заданий по геометрической оптике объясняется тем, что материал изучен в ознакомительном плане, более поверхностно, чем это требуют действующие стандарты.

Задание 15: Задачи всех вариантов вызвали трудности у учащихся (процент выполнения 21%, 24%, 39%, 39%, 35% соответственно). Качественные задачи проверяли умения участников экзамена анализировать процессы, происходящие в электрических цепях при изменении условий опыта (замыкание и размыкание цепи, смещение движка реостата и т.п.). Задачи, где условие иллюстрировалось схемой, дали более высокий процент выполнения по сравнению с задачами, где условие давалось вербально. Это свидетельствует о том, что учителя предлагают на уроках однотипные задания и мало уделяют внимание отработке умений учащихся осознанно применять закономерности и законы.

Нижний порог выполнения заданий **повышенного** уровня сложности – 40%. Подробный содержательный анализ заданий будет проводиться в том случае, когда результат полностью верного выполнения задания ниже нормативного показателя.

Задание 6: В задании 1907 варианта (процент выполнения 38%) учащимся предлагалось оценить характер изменения физических величин (силы тяжести, силы давления на дно сосуда) при погружении тела в сосуд с водой. Непонимание могла вызвать

формулировка задания, т.к. учащиеся привыкли в задачах такого типа оценивать изменение силы Архимеда или веса тела.

В задании 1910 варианта (процент выполнения 26%) была представлена достаточно сложная задача об определении характера изменения физических величин при переходе спутника на другую орбиту. Как показал опыт прошлого года, подобные задачи с применением закона Всемирного тяготения вызывают трудности у учащихся, поэтому учителям необходимо уделять больше внимания описанию физической ситуации и обучению алгоритма решения таких задач.

Задание 7: Это задание представляет собой расчетную задачу с кратким ответом по механике. Минимальный порог освоения (40%) преодолели только учащиеся 1911 варианта.

В задачах 1907 и 1910 вариантов были представлены задачи о нахождении силы натяжения троса и веса тела при ускоренном движении в вертикальном направлении. С этими задачами учащиеся справились лучше: процент выполнения 35% и 37% соответственно и близок к нижней границе порога освоения.

В задачах 1908 и 1909 вариантов были представлены задачи на движение в горизонтальном направлении в присутствии трения. Процент усвоения – 29% и 33%.

Низкий уровень выполнения этого задания говорит о том, что на уроках уделяется недостаточно внимания отработке методов и алгоритмов решения задач по динамике под действием нескольких сил.

Задание 19: Нижний порог освоения задач повышенного уровня сложности (40%) не преодолели только учащиеся 1910 варианта (35%).

Учащимся нужно было выбрать два верных утверждения из пяти в задаче представленной рисунком, иллюстрирующим демонстрационный эксперимент по электромагнитной индукции. В перечне утверждений предлагались варианты, описывающие эксперименты по изменению направления и величины индукционного тока. Выбор утверждения о зависимости величины индукционного тока от скорости изменения магнитного потока и оказался для выпускников самым трудным. Возможно, повлияло не внимательное изучение подписей к картинкам, именно они должны были натолкнуть учащихся на верный выбор.

Задание 22. Напомним, что качественная задача (задание 22) любого варианта связана с текстом физического содержания и позволяет проверить каким образом участник экзамена использует текст для объяснения ситуации, которая отсутствует в тексте. Решение задачи, зависит не только от содержания текста, но и от уровня читательской грамотности выпускников.

Для полностью верного выполнения задания 22 из варианта 1911 нужно было использовать цитату из текста. Не смогли найти необходимую цитату более 40% участников экзамена, что еще раз подтверждает предположение о недостаточном уровне читательской грамотности выпускников основной школы. Полностью верно справились с заданием 16%.

В основе задания из 1907 варианта лежит явление рассеяния света при прохождении через прозрачное вещество, в частности, зависимость степени рассеяния света от длины волны. Смогли дать правильный ответ и назвать физическое явление 34% участников, но правильно применили закономерность, описанную в тексте, только 16%. Низкий результат

по 1907 варианту можно объяснить недостаточностью умений учащихся применить информацию из текста для объяснения одного и того же физического явления, но протекающего в других условиях.

Задание 24. При выполнении качественных задач 1909 и 1911 вариантов только 5% получили максимальный балл.

Качественная задача 1909 варианта представляла собой описание демонстрации явления электризации электроскопа через влияние. Дали правильный ответ и назвали явление 20% участников. Смогли описать механизм электризации металлического тела только 5%. Можно сделать предположение о поверхностных (формальных) знаниях учащихся, возможные причины: не сформировано умение рассуждать, учителя перестали показывать простые опыты для демонстрации физических явлений.

Ситуация задачи 1911 варианта была самая бытовая и связана с явлением остывания кофе. Для получения максимального балла нужно было дать правильный ответ и обосновать его, опираясь на две закономерности: уменьшение внутренней энергии жидкости при испарении и зависимость процесса испарения от рода жидкости. Однако, определяющим для правильного решения задачи являлось внимательное прочтение текста задачи, чтобы уяснить все условия остывания (многие учащиеся связывали скорость остывания с разностью температур, хотя в условии было обращено внимание, что температуры черного кофе и кофе со сливками одинаковые). Вывод неутешителен: на уроках физики необходимо целенаправленно использовать стратегии смыслового чтения добиваться полного осмысления физических процессов, описываемых в условии задачи.

Задания высокого уровня сложности

Задание 23. Линия заданий 23, как и в прошлом году была представлена двумя типами лабораторных работ: проведение косвенных измерений и исследование взаимосвязи между физическими величинами. В этом году за выполнение экспериментального задания (правильное решение) 3 и 4 балла получили 45% выпускников, что выше на 6% по сравнению с 2018 годом.

Не справились с экспериментальным заданием 17% выпускников, что ниже на 7%, чем в 2018 году. Однако, настораживает тот факт, что на протяжении последних трех лет не меняется доля экзаменуемых, которые не справляются с лабораторной работой. Такие результаты можно интерпретировать только одним – «меловой» физикой, т.е. отсутствием системы фронтального физического эксперимента в преподавании учебного предмета. Соотношение результатов выполнения практических работ разного типа по сравнению с 2018 годом сохранилось: практические работы исследовательского характера выпускники выполняют хуже, чем косвенные измерения.

Задание 25. Линия задач с сюжетом про движение транспортного средства с тепловым двигателем и с заданным коэффициентом полезного действия использовались во всех вариантах этого года. Но правильно решить задачи вариантов 1909 или 1910 смогли только 15%, что значительно ниже нормативного диапазона для заданий высокого уровня сложности. Затруднения вызвало то, что в формулировках задач ранее не использовался термин «средняя сила сопротивления движению», а значение средней силы сопротивления, не выражалось через вес автомобиля. Участники путались, записывая, в дано значение действующей силы тяги, не записывали формулу для определения массы топлива,

пропускали логический шаг: применить равенство численных значений силы тяги и средней силы сопротивления.

Типичные ошибки, допущенные при выполнении КИМ ЕГЭ в 2019 году и рекомендации по их предотвращению

В таблице представлены результаты выполнения экзаменационной работы по физике в целом по Российской Федерации для групп заданий по разным тематическим разделам и для групп заданий, проверяющих сформированность разных видов деятельности.

Результаты ЕГЭ в РФ по разным тематическим разделам и для разных групп заданий

Раздел курса физики	Средний % выполнения по группам заданий	Виды деятельности	Средний % выполнения по группам заданий
Механика	54,0	Применение законов и формул в типовых ситуациях	67,5
МКТ и термодинамика	55,1	Анализ и объяснение явлений и процессов	60,3
Электродинамика	50,2	Методологические умения	61,2
Квантовая физика	49,8	Решение задач	25,8

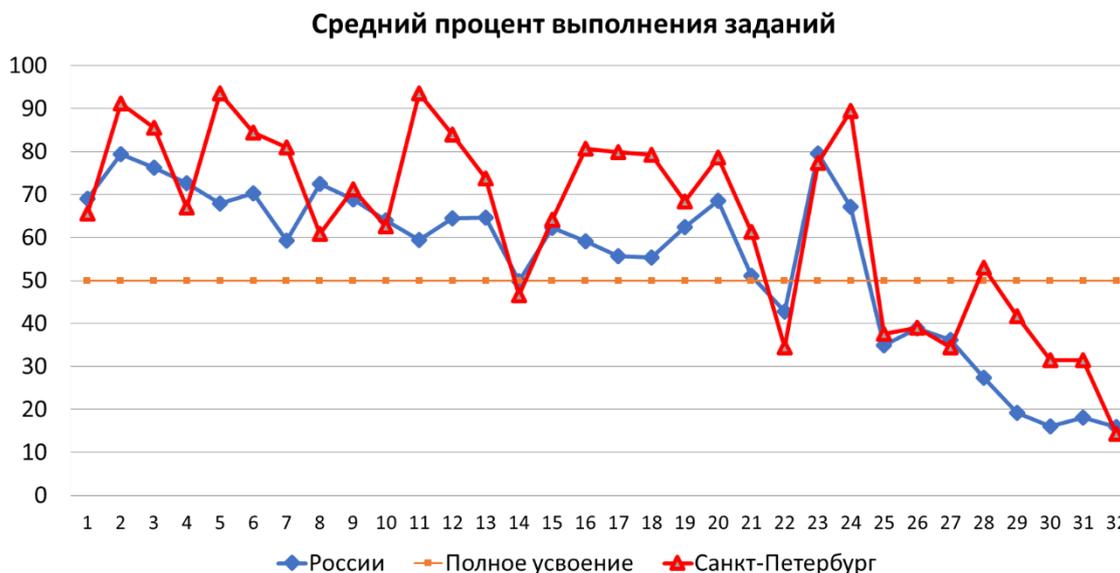
В этом году не наблюдается явного приоритета механики, как это было в течение нескольких прошлых лет. Материал механики и молекулярной физики усвоен примерно на одинаковом уровне. Повысились результаты по электродинамике, особенно за счёт роста средних процентов выполнения заданий базового уровня и расчётных задач на законы постоянного тока. Но так же, как и в прошлые годы, наблюдается отставание в освоении элементов содержания квантовой физики, проценты выполнения даже самых стандартных заданий базового уровня остаются пока ниже ожидаемых результатов. Наблюдается некоторое снижение уровня выполнения заданий на проверку методологических умений, в основном за счёт задания на использование метода рядов. Эта тенденция для методологических заданий базового уровня фиксируется уже в течение трёх лет. Поскольку этот тип заданий проверяет умения, формируемые в ходе выполнения различных лабораторных работ, то можно говорить о недостаточном внимании к практической части курса физики средней школы.

Несмотря на существенный рост процента выполнения заданий, содержащих расчётные задачи (почти 5%), решение расчётных и качественных задач по-прежнему является для экзаменуемых наиболее сложным видом деятельности. Прирост процента выполнения заметен для заданий с развёрнутым ответом, к решению которых применимы

типовые алгоритмы. Результаты решения расчётных задач повышенного уровня, оцениваемых по цифровому ответу, остаются невысокими (в среднем около 35%).

Ниже на диаграмме представлены результаты выполнения всех заданий экзаменационной работы 2019 года.

Средний процент выполнения заданий экзаменационной работы в целом по РФ и в Санкт-Петербурге.



Комментарий к диаграмме:

Под процентом выполнения задания понимается отношение суммы первичных баллов, полученных всеми участниками экзамена за конкретное задание, отнесенное к количеству участников экзамена.

Исходя из общепринятых норм, содержательный элемент или умение считается усвоенным (освоенным), если средний процент выполнения соответствующей им группы заданий с кратким или развернутым ответом превышает 50%. Результаты выполнения заданий первой части экзаменационной работы и базового, и повышенного уровней в основном выше уровня усвоения и в среднем по РФ, и в Санкт-Петербурге. Результаты выполнения второй части экзаменационной работы на уровень усвоения в основном не выходят, кроме качественной задачи с развернутым ответом в Санкт-Петербурге. При этом по большинству заданий результаты Санкт-Петербурга несколько выше, чем в среднем по России.

Замечания по первой части экзаменационной работы

Задания с самостоятельной записью ответа в предложенных единицах измерения (число, два числа, слово)

В 2018 году только два задания с самостоятельной записью ответа дали процент выполнения меньше 50 – это задания № 4 (расчет давления твёрдого тела на горизонтальную поверхность) и № 10 (расчет удельных теплот фазового перехода по графику зависимости температуры от переданного телу количества теплоты при агрегатных превращениях). В 2019 году таких заданий тоже два: № 14 (средний процент выполнения

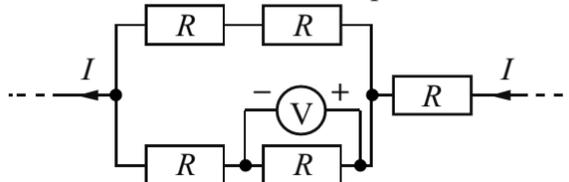
46,45%) и № 22 (средний процент выполнения 34,52%) и они имеют совершенно другую тематику.

Остановимся более подробно на двух заданиях, процент выполнения которых не достиг порога полного усвоения, а также на тех заданиях, у которых средний процент выполнения ниже 70.

В первом из них, задании № 14, требуется рассчитать параметры электрической цепи постоянного тока со смешанным соединением проводников:

Задание № 14 (средний % выполнения равен 46,45)

Пять одинаковых резисторов с сопротивлением 25 Ом каждый соединены в электрическую цепь, через которую течёт ток $I = 4$ А (см. рисунок). Какое напряжение показывает идеальный вольтметр?



Ответ: _____ В.

Задание достаточно стандартное, поэтому вызвало существенные затруднения только у абитуриентов со слабой подготовкой. Экзаменуемые из сильной (более 81 балла) и средней (от 61 до 80 баллов) групп (условно назовём их «отличниками» и «хорошистами») справились с этим заданием с результатами 91,09% и 71,61% соответственно. Очевидно, что для учащегося, освоившего алгоритм решения стандартных задач на расчет участков разветвлённых электрических цепей постоянного тока, эта задача может представлять трудность только с точки зрения возможных ошибок в вычислениях.

Задание № 22 (средний % выполнения равен 34,52)

Школьный реостат состоит из керамического цилиндра, на который плотно, виток к витку, намотана проволока. Для выполнения лабораторной работы по измерению удельного сопротивления материала, из которого изготовлена проволока реостата, необходимо измерить её диаметр. Ученик насчитал 40 витков проволоки, а длина намотки, измеренная линейкой, составила 3 см. Чему равен диаметр проволоки по результатам этих измерений, если погрешность линейки равна ± 1 мм?

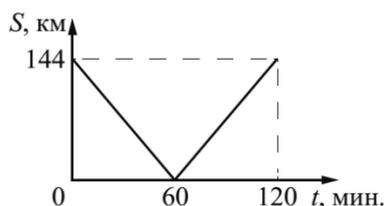
Ответ: (_____ \pm _____) мм.

Отметим, что лабораторная работа по измерению размеров малых тел проводится в начале изучения физики (в 7 классе), потом этот метод упоминается крайне редко, тем более в контексте записи погрешности этих измерений (по сути косвенных, а не прямых). Да и сама запись ответа вызывала затруднения, не связанные с методом рядов, а обусловленные правилами округления погрешности измерений и среднего значения. Важно и то, что задания по методологии на применение метода рядов ранее на экзаменах в Санкт-Петербурге не использовались. Поэтому данное задание ожидаемо оказалось проблемным для всех групп экзаменуемых: даже среди самых сильных процент выполнения равен 66,71; у средних – 48,95, у тех, кто не преодолел порог – 7,43. Можно предположить, что правильные ответы этой последней группы получены преимущественно на интуитивном уровне.

Хочется обратить внимание на задание № 10. Оно тематически и структурно совпадает с заданием № 10 прошлого года: требуется рассчитать по графику зависимости

температуры от количества теплоты удельную теплоту, характеризующую агрегатное превращение. Формулировки этих заданий открытых вариантов представлены ниже:

Из двух городов навстречу друг другу с постоянной скоростью движутся два автомобиля. На графике показано изменение расстояния между автомобилями с течением времени. Какова скорость первого автомобиля в системе отсчёта, связанной со вторым автомобилем?



Ответ: _____ м/с.

<p>Вещество массой 0,5 кг находится в сосуде под поршнем. На рисунке показан график изменения температуры t вещества по мере поглощения им теплоты Q. Первоначально вещество было в жидком состоянии. Какова удельная теплота парообразования вещества?</p> <p>Ответ: _____ кДж/кг.</p>	<p>На рисунке показан график изменения температуры вещества t по мере поглощения им количества теплоты Q. Масса вещества равна 2 кг. Первоначально вещество было в твёрдом состоянии. Какова удельная теплота плавления вещества?</p> <p>Ответ: _____ кДж/кг.</p>
---	---

В прошлом году средний процент выполнения этого задания составлял 43,61%, в текущем году процент выполнения вырос до 62,59%. Можно предположить, что на проблемное задание было обращено внимание в ходе подготовки к экзамену и это дало свои результаты. В качестве предполагаемых затруднений можно отметить следующие:

- ошибки при записи ответа: ответ получается в одних единицах измерения, а записать его нужно в других;
- использование при расчетах не одного участка графика, который относится только к агрегатному превращению, а всего графика или двух первых его участков.

Проанализируем другие задания, имеющие средний процент выполнения меньше 70. Сразу хочется отметить, что все эти задания практически не вызвали затруднений у «хорошистов» и «отличников» (процент выполнения более 80). А вот процент выполнения слабыми участниками экзамена очень мал.

Задание № 1

Средний процент выполнения: 65,50

Возможные причины затруднений экзаменуемых: Задание на прямолинейное равномерное движение сформулировано нестандартно, в системе отсчёта, связанной с движущимся телом. Дополнительная трудность – необходимость представить ответ не в тех единицах измерения, которые указаны на графике. Для сильных и средних групп абитуриентов эти усложняющие задание факторы не явились существенными, а вот слабая группа с заданием справиться не смогла

Задание № 4

Во сколько раз уменьшится период малых свободных колебаний математического маятника, если длину его нити уменьшить в 9 раз?

Ответ: в _____ раз(а).

Средний процент выполнения: 66,99

Возможные причины затруднений экзаменуемых: абсолютно стандартная задача на применение одной формулы – формулы для расчёта периода колебаний математического маятника. Поэтому процент выполнения задания в средней и сильной группах более 90%. У слабой группы ошибки могут быть связаны не только с незнанием формулы, но и с тем, что для получения правильного ответа требуется не забыть извлечь квадратный корень.

Задание № 8

В результате охлаждения разреженного одноатомного газа его абсолютная температура уменьшилась в 4 раза. Во сколько раз уменьшилась при этом среднеквадратичная скорость теплового движения молекул газа?

Ответ: в _____ раз(а).

Средний процент выполнения: 60,79

Возможные причины затруднений экзаменуемых: это задание базового уровня вызвало определённые затруднения у всех групп экзаменуемых и связано это может быть, во-первых, с необходимостью применить редко употребляемую формулу связи абсолютной температуры со средней квадратичной скоростью движения молекул идеального газа (или вывести её), а, во-вторых, с квадратичностью используемой зависимости (чисто арифметические трудности).

Задание № 15

Заряженный конденсатор в первый раз подключили к катушке с индуктивностью $4L$, а во второй – к катушке с индуктивностью L . В обоих случаях в контуре возникли свободные незатухающие колебания. Каково отношение $\frac{T_2}{T_1}$ периодов этих колебаний?

Ответ: _____.

Средний процент выполнения: 64,24

Возможные причины затруднений экзаменуемых: Стандартное задание на применение формулы Томсона на расчёт периода колебаний в колебательном контуре. Задание практически полностью выполнено средней и сильной группами экзаменуемых. Как и в задании № 4, затруднения могут быть обусловлены не только незнанием формулы, но и чисто математическими трудностями. Следует отметить, что оба простейшие задания

на расчет периода колебаний (и механических, и электромагнитных) вызвали существенные (и традиционные!) затруднения у слабых экзаменуемых.

Задание № 19

На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д.И. Менделеева. Под названием каждого элемента приведены массовые числа его основных стабильных изотопов. При этом нижний индекс около массового числа указывает (в процентах) распространённость изотопа в природе.

2	II	Li 3 литий 7 ₉₃ 6,7	Be 4 бериллий 9 ₁₀₀	5	B бор 11 ₈₀ 10 ₂₀
3	III	Na 11 натрий 23 ₁₀₀	Mg 12 магний 24 ₇₉ 26 ₁₁ 25 ₁₀	13	Al алюминий 27 ₁₀₀
4	IV	K 19 калий 39 ₉₃ 41 _{6,7}	Ca 20 кальций 40 ₉₇ 44 _{2,1}	21	Sc скандий 45 ₁₀₀
	V	29 Cu медь 63 ₆₉ 65 ₃₁	30 Zn цинк 64 ₄₉ 66 ₂₈ 68 ₁₉	31	Ga галлий 69 ₆₀ 71 ₄₀

Укажите число протонов и число нейтронов в ядре самого распространённого стабильного изотопа лития.

Число протонов	Число нейтронов

Средний процент выполнения: 68,37

Возможные причины затруднений экзаменуемых: традиционное для КИМ ЕГЭ задание на нуклонную модель ядра. Средней и сильной группами выполнено практически без затруднений. Слабые экзаменуемые могли запутаться не только при определении числа протонов и нейтронов, но и при выделении объекта, то есть наиболее (наименее) распространённого изотопа.

Задания на установление соответствия между двумя множествами и множественный выбор

Как и в прошлом году, порог полного усвоения для заданий на установление соответствия между множествами и множественный выбор преодолен для всех заданий этого типа.

При этом большинство заданий на установление соответствия (4 из 6) выполнены несколько лучше, чем в прошлом году. Задания на множественный выбор выполнены несколько хуже.

В целом, все 10 заданий на установление соответствия и множественный выбор, с точки зрения среднего процента выполнены существенно лучше, чем задания с самостоятельной записью краткого ответа (возможно, это следствие способа расчёта среднего процента выполнения). Не прослеживается значимой корреляции между средним процентом выполнения и уровнем сложности: вызвавшие наибольшие затруднения задания в большинстве своём имеют базовый уровень сложности.

Среди заданий на установление соответствия наихудшие результаты (средний процент выполнения менее 80%), как и в прошлом году, показаны по заданиям № 18 и № 21.

Задание № 18 вызвало затруднения только у слабой группы. Если в прошлом году оно было посвящено электромагнитным колебаниям, то в текущем году касалось изменений параметров волны на границе двух сред. Задание № 21 озадачило и часть участников экзамена со средней подготовкой, хотя и выполнено несколько лучше, чем в прошлом году.

Среди заданий на множественный выбор хуже всех выполнено задание № 16.

Задание №18

Пучок монохроматического света переходит из воздуха в воду. Частота световой волны – ν ; длина световой волны в воздухе – λ ; показатель преломления воды относительно воздуха – n .

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) скорость света в воздухе
- Б) скорость света в воде

ФОРМУЛЫ

- 1) $\lambda \cdot \nu$
- 2) $\frac{\lambda \cdot \nu}{n}$
- 3) $\frac{\lambda}{\nu}$
- 4) $\frac{n \cdot \lambda}{\nu}$

Ответ:

А	Б

Средний процент выполнения 79,34.

Возможные причины затруднений экзаменуемых: Задание базовое, но рассматривает «тонкий» вопрос, очевидный для тех, кто понимает процесс распространения волн в среде на смысловом уровне, и проблемный для тех, кто механически оперирует стандартными формулами. Отсюда и затруднения именно у слабой группы экзаменуемых.

Задание №21

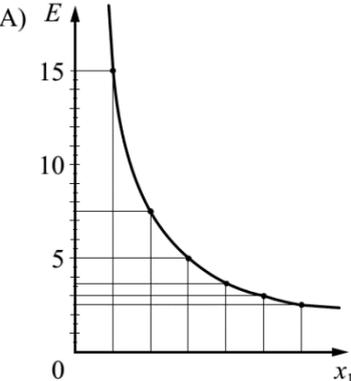
На металлическую пластинку падает пучок монохроматического света. При этом наблюдается явление фотоэффекта.

На графике А представлена зависимость энергии фотонов, падающих на катод, от физической величины x_1 , а на графике Б – зависимость максимальной кинетической энергии фотоэлектронов от физической величины x_2 .

Какая из физических величин отложена на горизонтальной оси на графике А и какая – на графике Б?

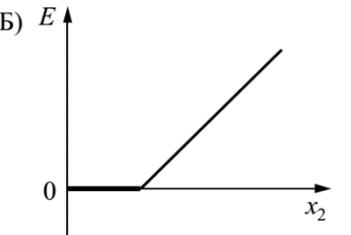
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

А) 

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА x

- 1) длина волны
- 2) массовое число
- 3) заряд ядра
- 4) частота

Б) 

Ответ:

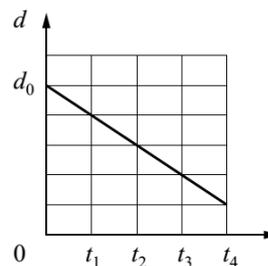
А	Б

Средний процент выполнения 61,31

Возможные причины затруднений экзаменуемых: Графическая интерпретация фотоэффекта традиционно вызывает затруднения. Это может быть связано с тем, что графическому способу описания данного процесса не уделяется должного внимания при изучении физики в школе. В этом задании для сильных экзаменуемых усложняющим фактором может служить то, что первый график не отражает специфику именно фотоэффекта, а отражает зависимость энергии любого фотона от длины волны (обратная пропорциональность).

Задание №16

Плоский воздушный конденсатор ёмкостью C_0 , подключённый к источнику постоянного напряжения, состоит из двух металлических пластин, находящихся на расстоянии d_0 друг от друга. Расстояние между пластинами меняется со временем так, как показано на графике.



Выберите **два** верных утверждения, соответствующих описанию опыта.

- 1) В момент времени t_4 ёмкость конденсатора увеличилась в 5 раз по сравнению с первоначальной (при $t = 0$).
- 2) В интервале времени от t_1 до t_4 заряд конденсатора возрастает.
- 3) В интервале времени от t_1 до t_4 энергия конденсатора равномерно уменьшается.
- 4) В промежутке времени от t_1 до t_4 напряжённость электрического поля между пластинами конденсатора остаётся постоянной.
- 5) В промежутке времени от t_1 до t_4 напряжённость электрического поля между пластинами конденсатора убывает.

Ответ:

Средний процент выполнения 80,56.

Возможные причины затруднений экзаменуемых: Задание на изменение величин, характеризующих плоский воздушный конденсатор в ситуациях, когда он подключён или отключён от источника питания, является традиционным для КИМ ЕГЭ. В данном случае в таком задании присутствует нестандартный фактор: зависимость расстояния между пластинами от времени представлена в виде графика, а не вербально, как обычно.

Расчётные задачи с кратким ответом из второй части экзаменационной работы

Стандартные расчётные задачи с кратким ответом в 2019 году выполнены хуже, чем в 2018, но лучше, чем в 2016 и в 2017 годах. В текущем году нет существенного разброса процента выполнения в зависимости от тематики задач.

В задаче № 25 проверялось умение решать стандартные расчётные задачи на применение закона сохранения импульса при описании разрыва снаряда в случае, когда осколки разлетаются под разными углами.

Пример формулировки:

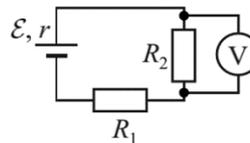
Снаряд, летящий со скоростью 100 м/с, разрывается на два осколка. Первый осколок летит под углом 90° к первоначальному направлению, а второй – под углом 60° . Какова масса снаряда до разрыва, если второй осколок массой 1 кг имеет скорость 400 м/с?

В ходе решения задачи требовалось продемонстрировать владение методологией работы с векторными уравнениями применительно к стандартным ситуациям. Поэтому у экзаменуемых сильной группы задача затруднений практически не вызвала. Слабые экзаменуемые с ней не справились вообще.

Задача № 26 проверяла умение решать стандартные расчётные задачи на применение закона Ома для полной цепи.

Пример формулировки:

В схеме, изображённой на рисунке, идеальный вольтметр показывает напряжение $U = 2$ В. Внутреннее сопротивление источника тока $r = 1$ Ом, а сопротивления резисторов: $R_1 = 2$ Ом и $R_2 = 2$ Ом. Какова ЭДС источника?



Ответ: _____ В.

Стандартная задача на расчёт простой полной цепи постоянного тока. Хочется отметить, что экзаменуемые самой слабой группы с этой задачей справились несколько лучше, чем с задачами № 25 и № 27.

Задача № 27 является также стандартной задачей на применение формулы тонкой линзы в простейшей ситуации действительного изображения, даваемого собирающей линзой:

Пример формулировки:

Предмет расположен на главной оптической оси тонкой собирающей линзы. Оптическая сила линзы $D = 5$ дптр. Изображение предмета действительное, увеличение (отношение высоты изображения предмета к высоте самого предмета) $k = 2$. Найдите расстояние между предметом и его изображением. Ответ выразите в сантиметрах.

Все предложенные экзаменуемым расчетные задачи действительно являются стандартными и традиционными, широко представлены в классических школьных задачниках.

По всем трём задачам почти одинаковы распределения результатов по группам экзаменуемых: отмечаются определенные затруднения у «отличников» (около 90% выполнения), существенные затруднения у «хорошистов» (около 60% выполнения) и практически не решены задачи «двоечниками» (1-3% выполнения). Поскольку задания, являясь стандартными расчетными задачами, проверяются только по правильному ответу, выявить причины «сбоев» в сильной и средней группах экзаменуемых трудно. Можно предположить, что у «хорошистов» имеются системные методологические проблемы, недостаточное владение стандартными алгоритмами. У «отличников» велика вероятность досадных ошибок, обусловленных невнимательностью.

Задания, подразумевающие развернутый ответ.

Задания, требующие развернутого ответа, являются сложными комплексными задачами, проверяющими усвоение материала сразу нескольких тем. Три из пяти задач с развернутым ответом выполнены существенно лучше, чем в прошлом году, две – существенно хуже. Три из пяти задач с развернутым ответом выполнены существенно лучше, чем в прошлом году, две – чуть хуже.

Анализ типичных ошибок заданий с развернутым ответом

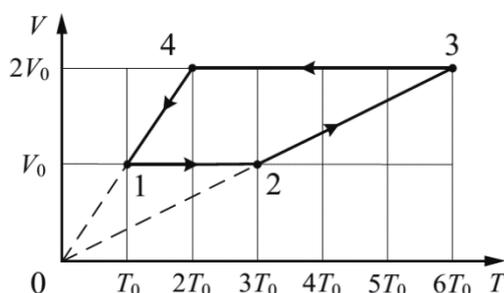
Задание 28 (качественная задача).

Традиционно к качественной задаче приступает большинство экзаменуемых, даже принадлежащих к наиболее слабой группе, однако результаты её решения, как правило, были ниже результатов решений расчётных задач. В текущем году средний процент выполнения качественной задачи впервые выше, чем средний процент выполнения всех

расчётных задач, более того, он превысил значение 50%, что уникально для любых задач с развёрнутым ответом.

Формулировка качественной задачи на основном экзамене, представленная ниже, включает в себя традиционные для школьного курса физики задания. Нетрадиционным является объединение в одном вопросе двух компонентов – молекулярно-кинетического (газовые законы) и термодинамического (работа газа или над газом), а также необходимость учёта при перестроении графиков количественных соотношений:

1 моль разреженного гелия участвует в циклическом процессе 1–2–3–4–1, график которого изображён на рисунке в координатах V – T , где V – объём газа, T – абсолютная температура. Постройте график цикла в координатах p – V , где p – давление газа, V – объём газа. Опираясь на законы молекулярной физики и термодинамики, объясните построение графика. Определите, во сколько раз работа газа в процессе 2–3 больше модуля работы внешних сил в процессе 4–1.



Решение данной задачи включало в себя следующие логические шаги:

- Идентификация каждого из процессов и построение соответствующего ему участка на графике в p - V координатах с учетом количественных соотношений при изменении величин и со ссылкой на соответствующие газовые законы (уравнение Менделеева-Клапейрона);

- Нахождение отношения работ со ссылкой на соотношение площадей под соответствующими участками графика в p - V координатах, либо применение формулы для расчета работы газа для изобарного процесса.

Задание вызвало затруднения только у самой слабой группы экзаменуемых (процент выполнения 0,34). Средняя и сильная группы с заданием практически полностью справились (процент выполнения 90,69 и 99,34 соответственно).

Наиболее часто встречающиеся сущностные ошибки экзаменуемых:

- не учитывают количественные соотношения при перестроении графиков;
- не всегда «видят» возможность расчёта работы газа через площадь под графиком в p - V координатах или, наоборот, пытаются рассчитывать работу через площадь под графиком не только в p - V координатах.

Помимо смысловых ошибок следует отметить наличие многочисленных недочетов оформления решения, что создавало дополнительные трудности в работе экспертов: качественная задача дала 34 % третьей проверки. Это существенно больше, чем в прошлом году (12%), но меньше, чем в предыдущие годы (порядка 50%).

При оформлении даже правильного по сути решения экзаменуемые:

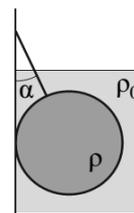
- не ссылались прямо на газовые законы (или уравнение Менделеева-Клапейрона), ограничиваясь фиксированием характера изменения величин;
- количественные соотношения описывали отдельно, не вынося эту информацию на координатные оси графиков;

- не описывали способ нахождения отношения работ, указывали только конечный результат.

Задание 29 (расчетная задача по механике).

В задаче рассматривалось равновесие объёмного однородного шара, прикрепленного нитью к гладкой стенке сосуда и полностью погружённого в жидкость:

Железный шар массой 2,5 кг подвешен на нити и полностью погружён в воду (см. рисунок). Нить образует с вертикалью угол $\alpha = 30^\circ$. Определите силу, с которой шар действует на нить. Трением шара о стенку пренебречь. Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на шар.



Средний процент выполнения задачи по механике намного выше, чем в прошлом году. Даже в группе «хорошистов» с ней справились более 80% экзаменуемых, в сильной группе «отличников» эта цифра приближается к 100% (98,43). То есть для экзаменуемых эта задача оказалась достаточно лёгкой.

Для её решения в соответствии с обобщёнными критериями оценивания требовалось применить следующие уравнения и формулы:

- второй и третий законы Ньютона;
- формула для расчёта силы Архимеда;
- определение плотности.

Наиболее часто встречаемые ошибки экзаменуемых:

- В вариантах, где ставился вопрос по поводу силы, действующей на шар со стороны нити, «не видели» горизонтальную силу реакции со стороны вертикальной стенки.

- Находили «не ту» силу: силу, действующую на шар со стороны нити или стенки (силу натяжения нити, силу реакции вертикальной опоры), а не силу, действующую на нить или стенку, как требовалось в условии. То есть не применяли третий закон Ньютона даже в неявном виде.

- Включали искомую силу, действующую на нить или стенку, в уравнение второго закона Ньютона для шара как дополнительную или вместо силы натяжения нити или реакции опоры, например: $\vec{F}_a + \vec{T} + \vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_{\text{давл}} = 0$.

- Изображая силы на рисунке, не учитывали, что линия действия силы натяжения нити должна проходить через центр шара, так как в условии указано, что вертикальная стенка гладкая.

Небрежность при изображении сил вообще часто встречается в задачах на применение законов динамики: силы приложены в самых экзотических местах, иногда «висят» в воздухе. Как и в предыдущие годы, экзаменуемые при написании второго закона Ньютона в проекциях на координатные оси часто оставляют знак вектора над буквенными обозначениями сил.

Задание 30 (расчетная задача по МКТ и термодинамике).

В задаче по МКТ и термодинамике рассматривается изменение влажности воздуха в закрытом помещении при работе увлажнителя с заданной мощностью при постоянной температуре:

В комнате размерами $6 \text{ м} \times 5 \text{ м} \times 3 \text{ м}$, в которой воздух имеет температуру $20 \text{ }^\circ\text{C}$ и относительную влажность 35% , включили увлажнитель воздуха производительностью $0,36 \text{ кг/ч}$. Сколько времени необходимо работать увлажнителю, чтобы относительная влажность воздуха в комнате стала равна 70% ? Давление насыщенного водяного пара при температуре $20 \text{ }^\circ\text{C}$ равно $2,33 \text{ кПа}$. Комнату считать герметичным сосудом.

Процент её выполнения для задачи по тематике, связанной с насыщенным паром и влажностью воздуха, достаточно высок: по всем экзаменуемым $31,43\%$, в группах «хорошистов» – $62,76\%$, а у «отличников» – $98,17\%$. Такое распределение процента выполнения по группам экзаменуемых характерно для задач №№25-27. Думается, что это не случайно, так как данная задача может рассматриваться как достаточно стандартная. По крайней мере, с точки зрения физической модели процесса.

Решение задачи предполагает использование трёх необходимых уравнений и формул:

- формула для расчета относительной влажности воздуха в начале процесса;
- формула для расчета относительной влажности воздуха в конце процесса;
- уравнение Менделеева-Клапейрона;
- формула для расчета производительности увлажнителя.

Если говорить о часто встречающихся смысловых ошибках, то можно отметить следующие:

- непонимание разницы между давлением влажного воздуха и парциальным давлением водяного пара: в определение влажности воздуха вставлялось не парциальное давление водяного пара, а суммарное давление пара и воздуха;

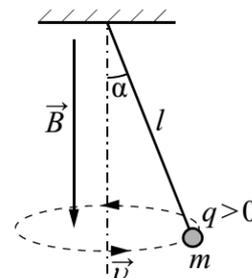
- изменение давления пара в процессе работы увлажнителя описывалось через сумму давлений, например: $p_2 = p_1 + p_{\text{добавленного пара}}$, но называлась эта формула законом Дальтона;

- использование молярной массы воздуха вместо молярной массы водяного пара в уравнении Менделеева-Клапейрона (редко – случайно, чаще из-за непонимания).

Задание 31 (Расчетная задача по электродинамике)

Задача по электродинамике также является достаточно стандартной, представлена и в открытом банке ЕГЭ и в пособиях по подготовке к экзамену. В ней рассматривается вращение заряженного шарика в постоянном однородном магнитном поле (конический маятник в магнитном поле):

В однородном магнитном поле с индукцией \vec{B} , направленной вертикально вниз, равномерно вращается по окружности в горизонтальной плоскости против часовой стрелки положительно заряженный шарик, подвешенный на нити длиной l (конический маятник) (см. рисунок). Угол отклонения нити от вертикали равен α , скорость вращения шарика равна v . Найдите отношение заряда шарика к его массе $\frac{q}{m}$ (удельный заряд). Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на шарик.



В целом результаты её выполнения такие же, как и для расчётной задачи по МКТ и термодинамике: 31% выполнения. При этом с ней справились 64% «хорошистов» и практически все (98%) «отличники».

Правильное решение подразумевало запись следующих уравнений и формул:

- второй закон Ньютона в проекциях на координатные оси,
- формула для расчета силы Лоренца,
- формула для расчета центростремительного ускорения.

Правильное применение правила левой руки учитывалось через правильную запись второго закона Ньютона в проекциях на координатные оси.

Серьёзных системных смысловых ошибок при решении этой достаточно стандартной задачи не выявлено. Наиболее часто встречающиеся ошибки связаны с тем, что экзаменуемые:

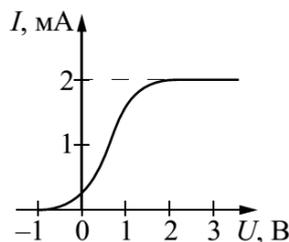
- неверно определяют направление силы Лоренца;
- во втором законе Ньютона вообще учитывали только силу Лоренца, упуская силу тяжести и силу натяжения нити;
- считали, что угол в формуле для расчёта силы Лоренца равен углу отклонения нити от вертикали;
- неверно пытались записать формулу для расчёта силы Лоренца в векторном виде (хотя этого от них никто не требовал).

Третья проверка по этой задаче минимальна (10 %) и в большинстве случаев касалась недостаточно четко описанных альтернативных решений в неинерциальной системе отсчета с использованием сил инерции.

Задание 32 (Расчетная задача по квантовой физике)

В данной задаче рассматривался процесс фотоэффекта на основе вольтамперной характеристики фототока при известной мощности излучения и соотношения между количеством поглощенных фотонов и количеством фотоэлектронов:

В опыте по изучению фотоэффекта монохроматическое излучение мощностью $P = 0,21$ Вт падает на поверхность катода, в результате чего в цепи возникает ток. График зависимости силы тока I от напряжения U между анодом и катодом приведён на рисунке. Какова частота ν падающего света, если в среднем один из 30 фотонов, падающих на катод, выбивает электрон?



На экзамене 2019 года эта задача является самой нестандартной из расчётных задач высокого уровня сложности и, соответственно, имеет наименьший процент выполнения: 14% в целом, 70% среди «отличников» и 20% среди «хорошистов».

Основные формулы, необходимые для решения:

- определение силы тока,
- формула связи тока насыщения с количеством падающих фотонов,
- формула для расчета энергии фотонов,
- определение мощности излучения.

Отметим следующие типичные ошибки:

- непонимание физического смысла тока насыщения;
- попытки использования формулы для расчёта мощности постоянного тока (произведение тока насыщения на задерживающее напряжение!);
- попытки строить решение на основе уравнения Эйнштейна;
- ошибки в учете соотношения количества поглощённых фотонов и выбитых фотоэлектронов.

Трудности оценивания этой задачи (12% третьей проверки) связаны, прежде всего, с культурой оформления решения, а именно с отсутствием внятного описания используемых нестандартных обозначений. Эксперты отмечали, что для таких нестандартных задач остро чувствуется недостаток словесных комментариев, разбираться в решении, часто числовом, без формул, иногда приходилось через размерности величин.

Методические рекомендации по результатам выполнения диагностической контрольной работы по физике в 10 классах Санкт-Петербурга, 2018 – 19 учебный год

В диагностической работе по физике в 10 классах приняли участие 10369 учащихся из всех районов города, из них (см. диаграмму 1):

7384 учащихся, изучающих физику на базовом уровне;

2985 учащихся, изучающих физику на углубленном уровне.

Содержание контрольной работы разрабатывалось на основе требований Федерального компонента государственного стандарта среднего (полного) общего образования, профильный и базовый уровни (приказ Минобрнауки России от 05.03.2004 № 1089).

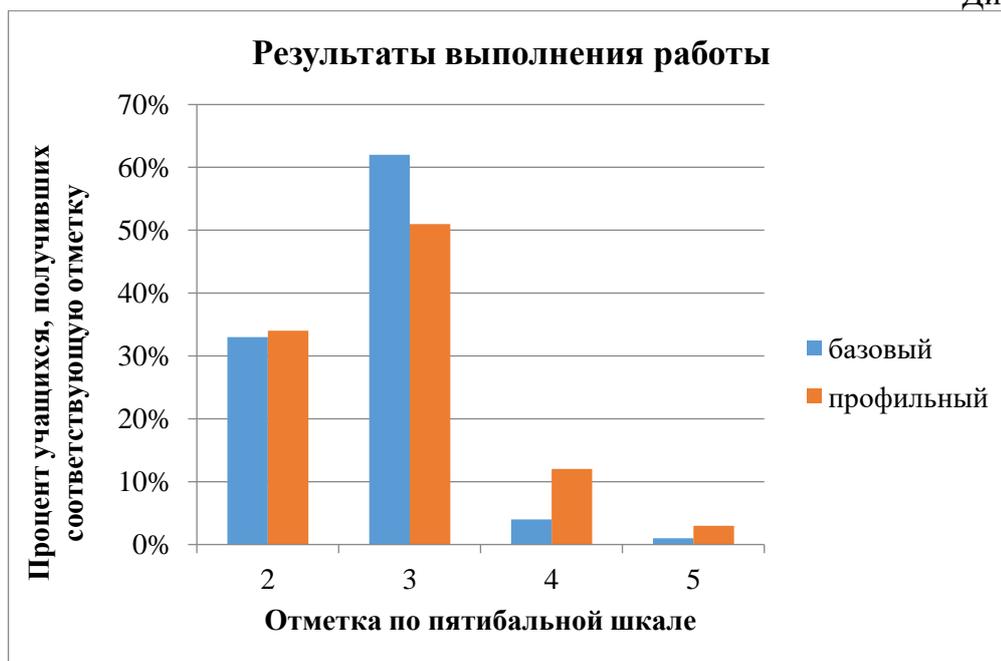
Содержание работы полностью соответствует Федеральному государственному образовательному стандарту среднего (полного) общего образования (приказ Минобрнауки РФ 17.05.2012 № 413).

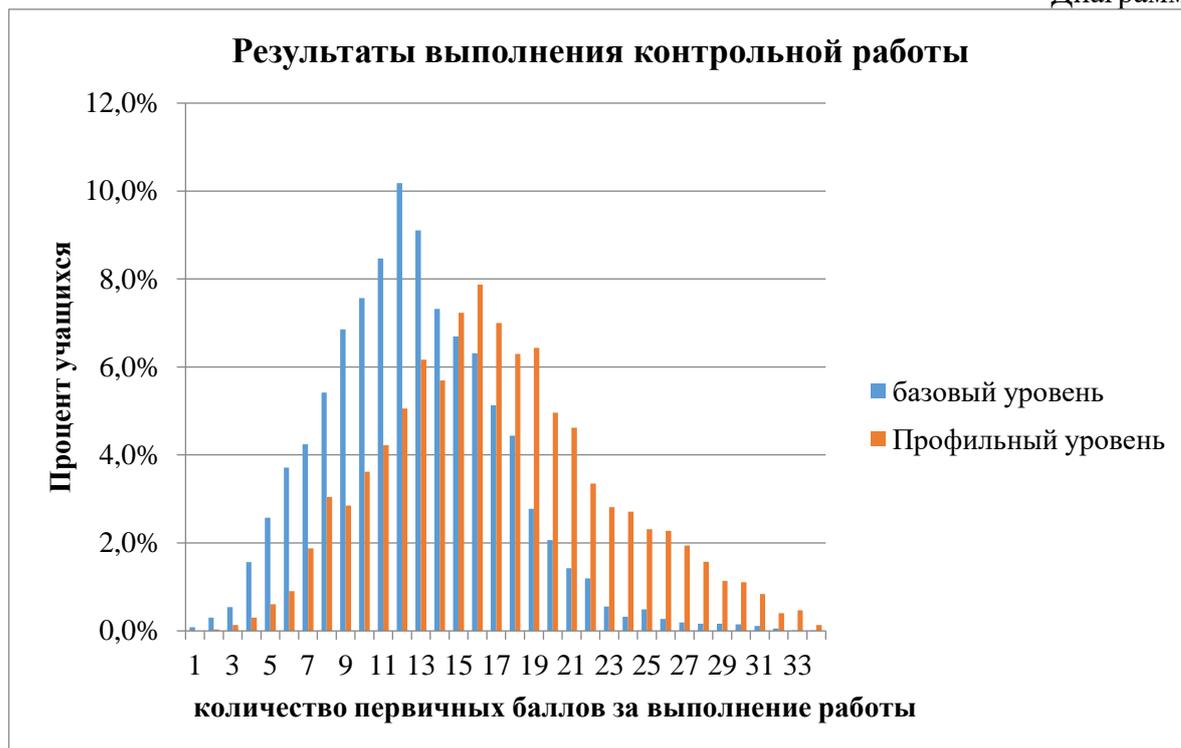
Контрольные измерительные материалы (далее КИМ) предназначались для оценки уровня общеобразовательной подготовки по физике учащихся 10 класса (общий уровень). КИМ предназначены для контроля достижения планируемых предметных и метапредметных результатов по итогам изучения раздела курса физики «Механика».

Каждый вариант контрольной работы (общий уровень) включает в себя контролируемые элементы содержания из раздела школьного курса физики «Механика» целиком изученного в первом полугодии 10 класса, при этом предлагаются задания трех таксономических уровней: базового, повышенного и высокого.

Ниже приводится общая статистика результатов выполнения ДКР.

Диаграмма 1





**Методический анализ затруднений обучающихся,
выявленных при проверке**

Часть 1. Компетентностное задание

Компетентностное задание включало текст с описанием ситуации движения двух тел в инерциальной системе отсчета. В нем приведена информация о характере движения, заданная уравнением движения для одного тела и графиком зависимости координаты от времени для другого тела; о массах тел; об особенностях поверхности, по которой происходило движение тел; о промежутке времени, в течение которого проводились наблюдения за движением тел.

Для описанной ситуации были сформулированы 8 заданий, для выполнения которых следовало выбрать из текста информацию, необходимую для выполнения каждого конкретного задания. Дополненное этой информацией задание превращалось в стандартное, типовое задание, которое в практике преподавания физики тщательно отбатывается.

Интересно, что подобное задание предлагалось в ДКР в 2016 году. В методическом анализе результатов ДКР приводился подробный разбор ошибок учащихся, однако ситуация не изменилась в лучшую сторону: снова приходится констатировать тот факт, что учителями отбатываются стандартные ситуации на репродуктивном уровне, не требующем понимания и поиска дополнительной информации, необходимой для выполнения задания компетентностного типа.

Ниже перечислены возможные ошибки учащихся при выполнении заданий:

затрудняется в определении вида движения по уравнению зависимости координаты от времени;

не понимает физического смысла коэффициентов, входящих в это уравнение;

ошибки в определении модуля ускорения в уравнении равноускоренного движения (коэффициент перед квадратом времени в уравнении равен половине модуля ускорения);

затруднения, связанные с недостаточно сформированными математическими умениями решать систему двух уравнений, одно из которых – квадратное;

затруднения, связанные с отсутствием четкого представления о картине равноускоренного движения с изменением направления движения;

ошибки, связанные со стереотипом: равномерное движение не требует действия силы и непонимание ситуации движения в присутствии силы трения.

Часть 2. Избранные вопросы механики

Во второй части диагностической работы были рассмотрены

- вопросы о криволинейном движении тела и движении тела по окружности (кинематические и динамические аспекты);
- о гидростатическом давлении;
- о движении тела под действием силы трения;
- две стандартные задачи с кратким ответом на применение закона сохранения и превращения энергии при движении тела в поле тяготения Земли.

Оба задания, в которых рассматривались вопросы криволинейного движения (первое – с выбором двух правильных утверждений; второе – на определение характера изменения физических величин) сопровождалось рисунками, из которых необходимо было либо выбрать дополнительную информацию, либо использовать в качестве визуализации ситуации, описанной в задании.

Возможные затруднения учащихся при выполнении первого (из этой части) задания связаны с тем, что учащиеся «додумывают» ситуацию, подгоняя ее под одно из утверждений. Это означает, что рисунок и текст задания не воспринимаются как единое целое. В частности, многие полагали, что участок БВ траектории – отрезок прямой (хотя в тексте задания указано, что траектория – криволинейная).

Задания по теме «Давление жидкостей и газов» традиционно выполняются слабо. Главные затруднения связаны, вероятно, с тем, что данная тема изучается в 7 классе, и при последующем изучении вопросов механики не повторяется вовсе или повторяется фрагментарно.

Задание 12 (о работе силы трения) еще раз подтвердило, что значительная часть учащихся формально (фактически на бытовом уровне) оперирует понятиями «сила трения», «работа силы трения» и затрудняется в применении закона сохранения и превращения энергии в конкретной ситуации, предполагающей учет силы трения и знание особенностей работы этой силы.

Часть 3, задания с развернутым ответом

В этой части были представлены качественная (повышенный уровень сложности) и расчетная (высокий уровень сложности) задачи.

Выполнение заданий проверялось учителями по критериям, которые, по существу, позволяли провести поэлементную проверку выполнения задания. Важно, что учителям приходилось при проверке устанавливать соответствие записей решения задачи учениками (представленных вербально, в виде утверждений или в виде формул и математических выражений) предложенным критериям.

При перепроверке работ учащихся было установлено, что в подавляющем большинстве случаев учителя в основном успешно справились с проверкой расчетной задачи. Что касается проверки решения качественных задач, то снова, как и прошлые годы, можно утверждать, что и ученики не умеют решать (не понимают ситуацию) или не умеют

грамотно изложить факты и грамотно сформулировать выводы, и сами учителя испытывают серьезные затруднения при установлении соответствия записей учащихся критериям правильного утверждения.

В результате перепроверки работ учащихся следует отметить также, что в работах имеют место многочисленные замены цифр и кодов ответов (от 8 до 10 замен в работе) на правильные у значительной части учащихся (например, в одной из школ обнаружены многочисленные замены в 35 работах из 42). Это позволяет высказать предположение, что в процедуре проведения диагностической работы имели место серьезные нарушения.

Рекомендации руководителям ОУ

- провести сравнительный анализ результатов диагностической контрольной работы своей образовательной организации;
- установить степень достоверности представленных в город результатов; выявить причины неудач;
- определять уровень изучения предмета в зависимости
- от квалификации учителя физики и материальной базы кабинета физики;
- от уровня подготовки обучающихся на ступени основной школы;
- выделять на изучение предмета на базовом уровне не более 3-х часов в неделю, а на профильном – не менее 5 часов в неделю в соответствии с базовым учебным планом;
- обеспечивать условия для своевременного полноценного повышения квалификации учителями физики;
- в дальнейшем обеспечить безусловное выполнение процедуры проведения диагностических исследований с целью получения адекватных сведений о состоянии преподавания физики в их учреждениях.

Рекомендации руководителям методической службы районов и ОУ:

- провести сравнительный анализ результатов диагностической контрольной работы ОО района;
- довести до сведения учителей района результаты диагностической контрольной работы на уровне города и района;
- выявить и обсудить на заседании МО типовые затруднения учителей в области содержания учебного предмета и его специфики для двух уровней изучения;
- выявить общие затруднения учителей при проведении проверки работ учащихся;
- познакомить учителей с критериальным оцениванием устных и письменных работ учащихся; использовать критериальное оценивание в практике работы школ;
- оказать учителям методическую помощь в освоении современных технологий обучения, направленных на реализацию системно-деятельностного обучения;
- организовать семинары по обучению решению качественных задач;
- способствовать своевременному и целевому повышению квалификации учителей района.

Рекомендации учителям физики:

- провести «работу над ошибками», снова обратившись к работам своих учащихся;
- осмыслить результаты ДКР и сравнить их с полугодовыми отметками;
- выявить недостатки в собственной работе и, в случае необходимости, пройти целевые курсы повышения квалификации.

Методические рекомендации по организации учебного процесса по физике с учетом выявленных проблем и затруднений

Необходимым и достаточным условием успешной сдачи ГИА является системное и полноценное физическое образование, предполагающее выполнение в полном объеме требований ФГОС. Без этого практика специального предэкзаменационного натаскивания обречена на весьма ограниченный успех.

К сожалению, приходится констатировать, что школьное физическое образование зачастую носит репродуктивный характер. Это приводит к формальному применению учащимися ряда выученных законов и формул без их осмысления и понимания. Анализ выполнения экзаменационных работ в прошедшие годы подтверждает этот факт. Выявленные типичные ошибки и недочеты, как правило, обусловлены недостатками в организации учебного процесса. Перечислим некоторые из них:

- использование при обучении традиционных, преимущественно репродуктивных форм и методов обучения;
- неумение целенаправленно использовать средства учебного предмета для развития обучающихся;
- неумение эффективно управлять учебной деятельностью обучающихся;
- подмена методологического подхода в преподавании физики «меловой физикой» с формализованной опорой на теоретические знания;
- отсутствие или недостаточное внимание к формированию опыта применения теоретических знаний и предметных умений;
- вымывание демонстрационного эксперимента, фронтальных опытов и лабораторных работ из учебной практики, замена натурального эксперимента виртуальными компьютерными анимациями;
- устаревшие подходы к контролю результатов обучения, отсутствие необходимых знаний и опыта применения критериального оценивания различных результатов деятельности обучающихся.

Устранение этих недостатков невозможно без постоянной рефлексивной деятельности учителя, направленной на бескомпромиссный анализ собственной педагогической деятельности. Пока учитель не осознает, что учебный процесс, отвечающий ключевым идеям образовательного стандарта, требует от него самого создания условий для эффективной организации самостоятельной познавательной деятельности учащихся, направленной на достижение планируемых результатов обучения, – качество образования не изменится.

В любом случае требования образовательного стандарта являются для учителя главным ориентиром по отбору педагогических технологий, позволяющих эффективно осуществлять учебную работу в классе и создающих предпосылки для успешной подготовки к экзамену. И это, прежде всего, педагогические технологии, позволяющие полноценно организовывать самостоятельную познавательную и исследовательскую деятельность учащихся.

Первая предпосылка эффективности учебного процесса – его грамотное планирование. На этом этапе рекомендуется:

- внимательно проанализировать учебно-тематические планы с целью сбалансировать время, отводимое на изучение разных тем. Как показывают результаты ЕГЭ, практически по всем видам деятельности существует тенденция более высоких результатов выполнения заданий по механике, чем заданий по последующим темам при одинаковом уровне их сложности. Возможно, существующий перекоп обусловлен не столько ошибками планирования, сколько несоблюдением намеченных при планировании сроков изучения тем;

- на разных этапах обучения предусмотреть время для проведения промежуточного, итогового и обобщающего повторения. При его планировании целесообразно обратить внимание на вопросы, которые изучаются точно, не востребованы при освоении последующих тем. При выполнении экзаменационной работы учащимся очень важно выдерживать временной регламент, быстро переключаться с одной темы на другую. Это еще один нюанс, который следует иметь в виду при организации системного повторения.

При подготовке учащихся к выполнению заданий экзаменационной работы важно обращать внимание на необходимость включения в текущую работу с учащимися заданий разных типологических групп, классифицированных

- по структуре;
- по уровню сложности;
- по разделам курса физики;
- по проверяемым умениям;
- по способам представления информации;

Рекомендуется дополнить предлагаемые учащимся дидактические материалы подборками несложных качественных заданий, позволяющих проверить понимание особенностей процессов и явлений. Полезно также составление системы упражнений, направленных на тренировку выполнения отдельных шагов стандартных алгоритмов: например, для механики - определение взаимодействующих тел, расстановка сил, сложение нескольких векторов, вычисление моментов сил, написание закона сохранения импульса и энергии; для молекулярной физики и термодинамики – определение давления газа, написание уравнения Менделеева-Клапейрона, первого начала термодинамики и т.п. При формировании такой системы упражнений целесообразно опираться на перечисленные выше типичные ошибки и затруднения при выполнении заданий по разным темам и разного уровня сложности.

Важным этапом подготовки ученика к экзамену должно стать использование учителем в текущей работе тех подходов к оцениванию расчётных задач, которые применяются экспертами при проверке заданий с развёрнутым ответом.

Критериальное оценивание решения задачи с развернутым ответом позволяет ученику получить 1 или 2 балла даже в случае, когда решение не доведено до конца. Необходимо поощрять школьников записывать решение задачи, даже когда оно не закончено, не проведен числовой расчет или результат вызывает сомнение.

Обобщенные критерии оценивания расчетных задач требуют введения обозначений используемых в решении величин и четкую запись ответа с единицами измерения физической величины. Эти требования необходимо в повседневной работе соблюдать неукоснительно, доводя до автоматизма.

Одним из важнейших условий обучения является умение грамотно выражать свои мысли, то есть владение устной речью. Устное прочтение задачи, перечисление опорных фактов, выделение ключевых слов, выявление «главного» явления, формулирование

гипотез, догадок, умозаключений с обоснованием – все это должно прозвучать в устной речи, прежде чем быть записанным. Учащиеся «не любят писать», поэтому записывать нужно только то, что нужно и важно записать в данном конкретном случае: лаконично, точно и четко. Пространное и невнятное первоначальное рассуждение или обоснование только после уточнения и коррекции приобретает черты научного изложения проблемы. Поэтому подготовка к государственной итоговой аттестации в качестве обязательного элемента должна включать в себя формирование грамотной устной речи.

Особое внимание следует обратить на обучение решению качественной задачи и его записи. Решение качественной задачи подразумевает не только формулировку правильного ответа, но и выстраивание строгой и четкой логики его обоснования. На уроках при решении качественных задач следует обязательно требовать от учеников проведения анализа условия задачи, выделения ключевых слов, выявления физических явлений, их закономерностей и законов, грамотного использования физических терминов. Полезно применять структурно-логические схемы, графики, рисунки и другие элементы наглядности для предварительной записи цепочки рассуждений при подготовке к устному или письменному ответу на вопрос задачи. Важно постоянно помогать учащимся после устного обсуждения задачи составлять лаконичную, но полную и обоснованную запись ее решения.

Как правило, в любой качественной задаче рассматривается один или несколько процессов. Решение такой задачи представляет собой доказательство, в котором присутствует несколько логических шагов. По сути, каждый логический шаг – это описание изменений физических величин (или других характеристик), происходящих в данном процессе, и обоснование этих изменений. Обязательным является указание на законы, формулы или известные свойства явлений, на основании которых были сделаны заключения о тех или иных изменениях величин или характеристик.

Анализ работ участников ГИА по решению качественных задач показывает, что наиболее распространенные ошибки при записи решения связаны либо с пропуском части логических шагов, либо отсутствием обоснований этих шагов, то есть ссылок на законы, формулы, свойства

Общий план решения качественных задач состоит из следующих этапов:

1. Работа с текстом задачи (внимательное чтение текста, определение значения всех терминов, встречающихся в условии, краткая запись условия и выделение вопроса)
2. Анализ условия задачи (выделение описанных явлений, процессов, свойств тел и т.п., установление взаимосвязей между ними, уточнение существующих ограничений (чем можно пренебречь)).
3. Выделение логических шагов в решении задачи.
4. Осуществление решения:
 - Построение объяснения для каждого логического шага.
 - Выбор и указание законов, формул и т.п. для обоснования объяснения для каждого логического шага.
5. Формулировка ответа и его проверка (по возможности).

В процессе обучения решению качественных задач целесообразно использовать «Вопросный метод». При этом для каждого логического шага (доказательства) в самом общем случае можно задавать следующие вопросы:

- Что происходит?
- Почему это происходит?

- Чем это можно подтвердить (на основании какого закона, формулы, свойства сделан этот вывод)?

Необходимо подчеркнуть также важность соблюдения единого орфографического режима. Часто при записи решения физических задач учащиеся делают большое количество лексических и орфографических ошибок, затрудняющих понимание написанного.

Для подготовки учащихся к выполнению заданий, проверяющих сформированность методологических умений, рекомендуется сделать акценты на вопросы, которые приучают школьников:

- оценивать соответствие выводов имеющимся экспериментальным данным;
- определять, достаточно ли экспериментальных данных для формулировки вывода;
- интерпретировать результаты опытов и наблюдений на основе известных физических явлений, законов и теорий;
- устанавливать условия применимости физических моделей в предложенных ситуациях.

Повышение результатов при выполнении заданий такого типа возможно только при условии расширения спектра фронтального эксперимента с предпочтением лабораторных работ исследовательского характера. Формирование умений проводить измерения и опыты, интерпретировать их результаты и делать соответствующие выводы возможно только в ходе эксперимента на реальном физическом оборудовании. При этом в процессе обучения важно проводить обсуждение полученных результатов на всех этапах проведения школьного натурального физического эксперимента.

Теоретическое натаскивание учащихся на задания по методологии, не подкрепленное систематической исследовательской работой с реальным физическим оборудованием, никогда не приведет к устойчивому положительному результату.

Источники информации:

1. Результаты единого государственного экзамена по физике: Аналитический отчет предметной комиссии. - СПб.: ГБОУ ДПО «Санкт-Петербургский центр оценки качества образования и информационных технологий», 2019.
2. Результаты основного государственного экзамена по физике: Аналитический отчет предметной комиссии. - СПб.: ГБОУ ДПО «Санкт-Петербургский центр оценки качества образования и информационных технологий», 2019.
3. Демидова М.Ю. Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2018 года по физике. – М.:ФГБНУ «Федеральный институт педагогических измерений», 2018.

