Бюджетное учреждение Орловской области
дополнительного профессионального образования
«Институт развития образования»

АДРЕСНЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
по подготовке обучающихся к государственной итоговой аттестации (единому государственному экзамену) по ФИЗИКЕ в 2023-2024 учебном году

Шевлякова Е.В., Сурков Е.Н.,
отдел физики и математики
БУ ОО ДПО «Институт развития образования»

1. Результаты ЕГЭ по физике в 2022-2023 учебном году

1.1. Краткая характеристика КИМ по физике

В контрольные измерительные материалы ЕГЭ-2023 по физике были включены задания, оценивающие уровень освоения основных предметных результатов и элементов содержания школьного курса физики в соответствии с ФГОС СОО. Группы заданий КИМ проверяли: применение изученных понятий, моделей, величин и законов для описания физических процессов; анализ физических процессов и явлений с использованием изученных физических величин, законов и теоретических положений; методологические умения по снятию показаний приборов и выбору оборудования для проведения опытов; умение решать качественные и расчетные задачи разных уровней сложности по всем разделам курса физики.

КИМ ЕГЭ по физике 2023 г. состоял из двух частей и включал в себя 30 заданий, различающихся формой и уровнем сложности. Часть 1 содержала 23 задания с кратким ответом (в виде числа, на множественный выбор и на соответствие). Часть 2 содержала 7 заданий с развёрнутым ответом, объединённых общим видом деятельности – решение задач. В экзаменационных вариантах были представлены задания разных уровней сложности: 19 заданий базового, 7 заданий повышенного и 4 задания высокого уровня. Задания базового уровня проверяли овладение предметными результатами на наиболее значимых элементах содержания курса физики, входящих в содержание как базового, так и углубленного курсов физики. Все эти задания были включены в часть 1 работы. Задания повышенного уровня сложности были распределены между частями 1 и 2 работы и оценивали умения анализировать различные физические процессы и решать несложные задачи. Задания высокого уровня сложности предлагались в конце части 2 варианта, представляли собой расчётные задачи и проверяли умение конструировать способ решения, комбинируя известные учащемуся способы.

Максимальный балл за выполнение всех заданий базового уровня составляет 48%, а заданий повышенного и высокого уровней – 52% от максимального балла за всю работу.

Каждый экзаменационный вариант включал в себя задания, разработанные на базе элементов содержания из всех разделов (тем) курса физики: «Механика» (кинематика, динамика, статика, законы сохранения в механике, механические колебания и волны); «Молекулярная физика» (молекулярно-кинетическая теория, термодинамика); «Электродинамика» (электростатика, постоянный ток, магнитное поле, электромагнитная индукция, электромагнитные колебания и волны, оптика); «Квантовая физика» (корпускулярно-волновой дуализм, физика атома, физика атомного ядра). В начале варианта были представлены блоки заданий по четырём разделам курса физики: 6 заданий по механике, 5 заданий по молекулярной физике, 6 заданий по электродинамике и 2 задания по квантовой физике.

В начале каждого блока предлагались задания с кратким ответом в виде числа, затем задания на множественный выбор утверждений и задания на соответствие. После тематических блоков были включены 2 задания интегрированного характера: на понимание сведений теоретического характера и на узнавание графиков различных физических законов и формул. В конце части 1 предлагались два задания на проверку методологических умений: определение показаний измерительного прибора, представленного на фотографии, и выбор оборудования для проведения исследования по заданной в условии гипотезе. Максимальный балл за выполнение заданий части 1 работы составлял 63% от максимального балла.

Часть 2 работы включала в себя 7 заданий с развёрнутым ответом, в которых необходимо было представить решение задачи или ответ в виде объяснения с опорой на изученные явления или законы. Здесь были представлены три задачи повышенного уровня сложности: одна качественная задача и две расчётные задачи повышенного уровня, а также четыре задания высокого уровня сложности – расчётные задачи. При решении качественной задачи необходимо было привести рассуждения о физических процессах с указанием используемых в объяснении законов, формул или свойств явлений. Умение решать расчётные задачи оценивалось на основании выполнения комплекса действий: выбор на основании анализа условия задачи физической модели, отвечающей требованиям условия; применение формул, законов, закономерностей и постулатов физических теорий при использовании математических методов решения задач; проведение расчётов на основании имеющихся данных, анализ результатов и корректировка методов решения с учётом полученных результатов. Максимальный балл за решение задач составлял 37% от максимального балла за всю работу.

Умение работать с информацией физического содержания проверяется опосредованно через использование в текстах заданий различных способов представления информации: текста, графиков, схем, рисунков.

Структура и содержания КИМ ЕГЭ-2023 по сравнению с экзаменационной моделью 2022 г. не изменились. Задания интегрированного характера на

проверку теоретических положений и на распознавание графиков зависимостей физических величин были перенесены из начала варианта (позиции 1 и 2) на позиции 20 и 21

Максимальный первичный балл за выполнение всех заданий работы составлял 54. Общее время выполнения работы – 235 мин.

1.2. Анализ результатов единогоо государственного экзамена в 2023 году

В таблице №1 представлена динамика результатов ЕГЭ по физике в регионе за последние 3 года.

Таблица №1.

Динамика результатов ЕГЭ по физике в Орловской области

№ п/п	Участников, набравших балл	Орловская область		
		2021 г.	2022 г.	2023 г.
1.	ниже минимального балла, %	1,61	1,02	5,47
2.	от минимального балла до 60 баллов, %	63,72	68,24	64,24
3.	от 61 до 80 баллов, %	23,76	22,95	18,68
4.	от 81 до 99 баллов, %	10,75	7,58	11,16
5.	100 баллов, чел.	1	1	2
6.	Средний тестовый балл	58,24	56,84	56,1

Анализирую динамику результатов ЕГЭ по физике, можно отметить значительное увеличение количества выпускников, не преодолевших минимального порога, а также небольшое снижение среднего балла по сравнению с 2022 годом. При этом увеличился процент высокобалльных результатов. Он стал максимальным за последние 3 года. В этом году сразу 2 выпускника получили максимальный балл по физике.

В 2023 году по результатам экзамена можно выделить два диаметрально противоположных результата: с одной стороны, значительно увеличился процент участников, не набравших минимального балла (с 1,02 % до 5,47 %); с другой стороны, выросла доля высокобальников (с 7,58 % до 11,16 %), а также количество стобалльных работ (с 1 до 2). Таким образом, в этом году наблюдается большая, чем в прошлом, дифференциация результатов экзамена и прослеживается тенденция снижения среднего тестового балла.

Распределение тестовых баллов участников ЕГЭ представлено на диаграмме.

Диаграмма №1.
Распределение тестовых баллов участников ЕГЭ по физике в 2023 г.

Диаграмма распределения тестовых баллов участников по физике повторяет аналогичную диаграмму прошлого года. Заметны большие разрывы между соседними диапазонами из-за продолжающегося снижения общего числа участников по физике.

В таблице №2 представлена статистика выполнения заданий группами выпускников с наиболее низким процентом правильных решений в 2023 году: менее 50% базового уровня, менее 15% повышенного и высокого.

Таблица №2.
Статистика выполнения наиболее проблемных заданий
КИМ ЕГЭ по физике в 2023 году

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания по региону в группах				
			средний	в группе не преодолевших минимальный балл	в группе от минимального до 60 т.б.	в группе от 61 до 80 т.б.	в группе от 81 до 100 т.б.
12	Электрическое поле, законы постоянного тока / Применять при описании физических	Б	41	25	32	50	100

	процессов и явлений величины и законы						
16	Электродинами ка / Анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики	Б	47	13	44	55	88
24	Механика, молекулярная физика и термодинамика, электродинамик а, СТО, квантовая физика / Решать качественные задачи, использующие типовые учебные ситуации с явно заданными физическими моделями	П	7	0	1	10	50
27	Молекулярная физика и термодинамика / Решать расчётные задачи с неявно заданной физической моделью с использованием законов и формул из одного-двух разделов курса физики	В	9	0	1	13	67
28	Электродинамика / Решать расчётные задачи с неявно заданной физической моделью с использованием законов и формул из одного-двух разделов курса физики	В	12	0	1	13	100
30	Механика / Решать расчётные задачи с неявно заданной физической моделью с использованием законов и формул из одного-двух разделов курса физики, обосновывая выбор	В	10	0	0	30	50

	физической модели для решения задачи (критерий 1)						

В первой части значительные трудности у участников вызвали задания № 12 и № 16 (*Анализ выполнения заданий по варианту 301)*.

В задании № 12 необходимо было вычислить заряд, протекающий через поперечное сечение проводника по графику зависимости тока от напряжения. Эта задача решается довольно просто по формуле, но в случае постоянного тока. Здесь же ток менялся с течением времени.

Типичные ошибки

Большинство ошибок в этом случае связано с тем, что для вычислений берется максимальный ток на участке.

Пути преодоления затруднений

Необходимо познакомить учеников с графическим методом решения этой задачи, который предполагает вычисление площади под графиком. Можно провести аналогию с заданием по кинематике, где по площади можно определить пройденный путь.

В задании № 16 требовалось определить, как будут вести себя параметры плоского конденсатора, если пространство между пластинами заполнить диэлектриком.

Типичные ошибки

Большинство ошибок связано именно с этим обстоятельством. Необходимо при изучении данной темы подробно разобрать обе эти ситуации, чтобы учащиеся ясно представляли себе разницу между ними.

Пути преодоления затруднений

В сборниках встречаются два варианта этого задания – в одном случае конденсатор отключают от источника, в другом он остается подключенным.

Среди заданий повышенного уровня было такое, в котором процент выполнения оказался менее 15 %. Это предсказуемо качественная задача № 24 (7 %).

В задании № 24 необходимо было описать, как изменится вид зависимости фототока от напряжения между катодом и анодом при увеличении частоты падающего света при неизменной мощности поглощенного катодом излучения.

Типичные ошибки

Ошибки в решении связаны с множеством параметров. Это непонимание учениками таких параметров, как ток насыщения, задерживающее напряжение. Более того понятие мощности всегда вызывало затруднения.

Пути преодоления

В данной задаче используется мощность поглощенного излучения, которую необходимо связать с количеством падающих фотонов при изменении частоты последних. Разобраться с этим поможет решение качественных задач на квантовую физику, разбирая которые выпускники должны разобраться в

сути фотоэффекта, а не ограничиваться запоминанием уравнения Эйнштейна.

Задания высокого уровня были решены предсказуемо хуже остальных. Процент выполнения задач по молекулярной физике (9 %), электродинамике (12 %) и механике (10 % по 1 критерию) оказался меньше 15.

Задание № 27 «Молекулярная физика». *Задание.* В цилиндр объемом 0,5м^3 закачивается воздух со скоростью 0,002 кг/с. В верхнем торце цилиндра есть отверстие, закрытое предохранительным клапаном. Клапан удерживается в закрытом состоянии стержнем длиной 0,5 м, который может свободно поворачиваться вокруг оси в точке А к свободному концу стержня подвешен груз массой 2 кг. Определить момент времени, когда клапан закроется, если в начальный момент времени давление воздуха равно атмосферному. Площадь закрытого клапаном отверстия 5 см^2, расстояние АВ равно 0,1 м. Температура воздуха в цилиндре и снаружи не меняется и равна 300 К. Стержень и клапан считать невесомыми.

Типичные затруднения

Выпускники забывали учесть добавочное к атмосферному давление воздуха, закачанного насосом в сосуд. Клапан представлял собой рычаг, к которому необходимо было применить условие равновесия через моменты сил.

Пути преодоления

Необходимо акцентировать внимание учащихся на этой проблеме и четко прописать на уроках последовательность действий при решении задач.

Задание № 30. (раздел «Механика»). Требовалось определить модуль изменения импульса пули в результате попадания в шар, если он, продолжая движение в прежнем направлении, отклоняется на угол 39. Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.

Типичные затруднения

Выпускники использовали формулы законов сохранения импульса и механической энергии, но допускали ошибки в тригонометрических уравнениях. Затруднения в большей степени вызваны необходимостью обоснования законов сохранения и использованных физических моделей. Процент выполнения по этому критерию невысокий, но чуть лучше, чем в прошлом году.

В очередной раз высок процент наличия ошибок в математических преобразованиях и вычислениях при решении заданий с развернутым ответом.

В 2023 году наблюдается снижение результатов выполнения заданий практически по всем пунктам. Это коснулось и введенных в прошлом году заданий на правильную трактовку и использование графической информации. Особенно снизился процент выполнения в заданиях на применение законов и формул в типовых учебных ситуациях.

2. О подготовке обучающихся к ЕГЭ в 2023-2024 учебном году

Характеристика КИМ по физике в 2024 году.

В 2024 г. структура и содержание КИМ ЕГЭ по физике будут существенно изменены, изменятся и документы, регламентирующие разработку КИМ ЕГЭ.

В связи с переходом на обновленную версию ФГОС СОО, утверждённую приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 мая 2012 г. № 413, и новую Федеральную образовательную программу среднего общего образования изменился кодификатор проверяемых требований к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования и элементов содержания для проведения единого государственного экзамена по физике. Кодификатор отражает преемственность проверяемых предметных требований к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования на основе ФГОС 2012 г. и изменённого в 2022 г. ФГОС и состоит из трёх разделов:

– раздел 1 «Перечень проверяемых требований к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования по физике»;

– раздел 2 «Перечень элементов содержания, проверяемых на едином государственном экзамене по физике»;

– раздел 3 «Отражение в содержании контрольных измерительных материалов личностных результатов освоения основной образовательной программы среднего общего образования».

Кроме полностью нового раздела 3, текст которого соответствует требованиям ФГОС СОО к личностным результатам обучения, в раздел 1 вошел перечень метапредметных результатов, которые в соответствии со стандартом формируются в том числе и в рамках преподавания физики.

Полностью обновился перечень проверяемых требований к предметным результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования, которые теперь полностью соответствуют обновлённой версии стандарта. В таблице проверяемых требований указаны метапредметные результаты, которые им соответствуют. В кодификатор не включены указания на метапредметные результаты, достижение которых не может быть проверено в рамках государственной итоговой аттестации (например, часть коммуникативных и регулятивные универсальные учебные действия). Для сохранения преемственности для каждого требования приведены обобщённые формулировки требований к предметным результатам из ФГОС 2012 г., которые в наибольшей степени соответствуют требованиям изменённого стандарта.

Перечень элементов содержания, проверяемых на ЕГЭ по физике, должен соответствовать перечню дидактических единиц, входящих в новую программу по физике для 10–11 классов с углублённым изучением физики. Однако было решено новые дидактические единицы вводить постепенно и в следующем году не расширять спектр проверяемых элементов содержания. Напротив, отдельные элементы содержания были удалены из кодификатора, поскольку они не будут проверяться в следующем году в КИМ. Так, из раздела «Механика» удалены пункты «Первая космическая скорость», «Вторая космическая скорость»;

полностью удалён раздел «Основы СТО»; из раздела «Квантовая физика» удалены пункты «Волновые свойства частиц. Волны де Бройля», «Дифракция электронов на кристаллах», «Лазер», «Энергия связи нуклонов в ядре. Ядерные силы», «Дефект масс ядра».

В 2024 г. будет изменена структура КИМ ЕГЭ по физике: количество заданий сокращено с 30 до 26. При этом, в части 1 работы будут удалены интегрированное задание на распознавание графических зависимостей и два задания на определение соответствия формул и физических величин по механике и электродинамике. Одно из заданий с кратким ответом в виде числа в части 1 работы перенесено из раздела «Молекулярная физика» в раздел «Механика». Обратите внимание на то, что произошло перераспределение и сокращение элементов содержания, проверяемых в линиях заданий базового уровня с ответом в виде числа.

Таким образом, в начале варианта будет 6 заданий по механике: 4 задания с кратким ответом в виде числа и 2 двухбалльных заданий. В первом задании оценивается освоение умения определять скорость, ускорение и пройденный путь по соответствующим графикам для равномерного и равноускоренного движений. Во второй линии будут предлагаться только задания на понимание второго закона Ньютона, закона Гука и формулы для силы трения. Третья линия проверяет элементы темы «Законы сохранения в механике»: импульс тела, закон сохранения импульса, работа силы, кинетическая и потенциальная энергии, закон сохранения энергии в механике. На четвертой позиции задания будут направлены на оценку понимания формул для момента сил, периодов колебаний маятников, скорости звука, условия равновесия твердого тела и закона Архимеда. Задания 5 на интегрированный анализ процессов могут предлагаться по любой из тем механики. На линии 6 будут предлагаться либо задания на изменение величин также по любой из тем, либо задания на соответствие на узнавание графиков для равноускоренного движения.

Как было отмечено выше, количество заданий по молекулярной физике сокращено, поэтому на позиции 7 будут проверяться элементы МКТ (связь температуры газа со средней кинетической энергией поступательного теплового движения его молекул, уравнение $p = nkT$, уравнение Менделеева – Клапейрона, выражение для внутренней энергии одноатомного идеального газа и изопроцессы), а на позиции 8 – элементы термодинамики (работа в термодинамике, первый закон термодинамики, КПД тепловых машин). Задания линии 9 на интегрированный анализ процессов могут предлагаться по любой из тем по молекулярной физике, на позиции 10 будут задания на анализ изменения величин.

В электродинамике также произошло существенное сокращение проверяемых заданиями 11–13 элементов содержания. Так, на позиции 11 из электростатики будет проверяться только закон Кулона, а из темы «Постоянный ток» – сила тока, закон Ома для участка цепи, работа и мощность тока, закон Джоуля–Ленца. Линия 12 охватывает элементы темы «Магнитное поле» (только сила Ампера и сила Лоренца) и темы «Электромагнитная

индукция» (закон электромагнитной индукции Фарадея, индуктивность и энергия магнитного поля катушки с током). На позиции 13 могут встретиться задания на определение периода и / или частоты свободных электромагнитных колебаний в колебательном контуре, закон отражения света для плоского зеркала или на построение изображения в собирающей линзе. Как и в механике, задания линии 14 на интегрированный анализ процессов могут предлагаться по любой из тем электродинамики, а на линии 15 – либо задания на изменение величин также по любой из тем, либо задания на соответствие на узнавание графиков для процессов в колебательном контуре.

Обратите внимание на то, что в заданиях 5, 9, 14 и 18 на множественный выбор предполагается либо два, либо три верных ответа, но количество верных ответов в задании не указывается.

По квантовой физике, как и прежде, в вариант включено два задания: на позиции 16 будут оцениваться умения определять строение атома и атомного ядра, а также неизвестные параметры в ядерных реакциях; на позиции 17 предлагаются задания на анализ изменения величин при фотоэффекте или задания на соответствие на излучение/поглощение света атомом.

В конце части 1 работы включены интегрированное задание на понимание основных теоретических сведений по всем разделам курса физики и два стандартных задания по методологии: на снятие показаний измерительных приборов и выбор оборудования для опыта.

В части 2 работы удалено одно из заданий высокого уровня сложности (расчётная задача), в этом году не будет расчётных задач по квантовой физике. Обратите внимание на то, что качественная задача (позиция 21) будет базироваться на материале либо молекулярной физики, либо электродинамики. На позиции 22 будут расчётные задачи повышенного уровня сложности по механике, а на позиции 23 – такие же по сложности расчётные задачи по молекулярной физике или электродинамике (в зависимости от тематики качественной задачи). Задания 24 и 25 – традиционные расчётные задачи высокого уровня сложности, которые оцениваются максимально в 3 балла, соответственно, по молекулярной физике и электродинамике.

На позиции 26 будут задачи по механике на 4 балла, в которых необходимо представить обоснование применимости используемых законов и математическое решение задачи. Обоснование для этих задач может быть, как выделено отдельно, так и представлено в ходе решения. В критериях оценивания в демонстрационном варианте обоснование выделено в отдельный раздел только для того, чтобы наглядно показать, сколько элементов необходимо указать в полном верном обосновании. В этом году тематика заданий линии 26 будет ограничена задачами по динамике (преимущественно связанные тела) и задачами на применение законов сохранения импульса для абсолютно неупругого удара и закона сохранения энергии.

Максимальный балл за выполнение всех заданий работы уменьшился с 54 до 45. Время выполнения работы осталось прежним – 3 ч. 55 мин.

Рекомендации по совершенствованию преподавания физики

При подготовке к ЕГЭ по физике необходимо ознакомиться со следующими документами, подготовленными Федеральным институтом педагогических измерений (ФИПИ):
- Спецификацией контрольных измерительных материалов для проведения ЕГЭ по ФИЗИКЕ;
- Кодификатором элементов содержания и требований к уровню подготовки обучающихся для проведения ЕГЭ по ФИЗИКЕ (Кодификатор).

Рекомендуем распечатать Кодификатор и использовать его на уроках и дома как справочник в части обозначения физических величин и записи исходных формул, в случае необходимости дополнять его отдельными формулами (с выводами). Последнее позволит избежать существенного снижения тестового балла при правильном решении физической задачи, так как в решении законы, закономерности, формулы обязательно должны быть записаны в исходном виде (как в Кодификаторе). Отсутствие одной формулы приводит к снижению на 2 первичных тестовых балла в заданиях высокого уровня сложности. Кроме этого, стандартными считаются обозначения физических величин, принятых в Кодификаторе, при введении других буквенных обозначений физических величин требуется их описать. Если описание вновь вводимых буквенных обозначений физических величин не сделано, то участник экзамена теряет 1 первичный балл за задание высокого уровня сложности.

Учителям необходимо систематически знакомиться с демонстрационным вариантом контрольных измерительных материалов ЕГЭ по физике, уделяя особое внимание критериям оценивания выполнения заданий с развернутым ответом. Использование аналогичных критериев для оценки работ обучающихся в изучении физики позволит не только использовать единую систему оценивания, которая будет более объективной, но и позволит избежать участникам экзамена ошибок в оформлении решения задачи. Оформительские ошибки не так существенны, но всё же очень жаль терять баллы из-за не описанных вновь введенных буквенных обозначений физических величин, пропущенных логических шагов, математических преобразований (подстановки численных значений физических величин в формулу, расчеты) или не отделенных от решения лишних записей.

Для достижения планируемых результатов обучения по физике на уровне среднего общего образования всеми обучающимися учителям необходимо при планировании и проведении уроков:

- обратить внимание на применение алгоритмов решения ключевых задач в «базовых» классах: второй закон Ньютона, влажность воздуха, закон Ома для полной цепи, ядерные реакции и т.п.

- особое внимание уделять формированию приоритетного понимания физического смысла и причинно-следственных связей между физическими величинами, условиям протекания различных процессов и явлений и интерпретации изучаемых зависимостей;

- увеличить количество заданий на основе графических зависимостей, на определение по результатам эксперимента значений физических величин

(косвенные измерения), на оценку соответствия полученных выводов имеющимся экспериментальным данным, на объяснение результатов опытов и наблюдений на основе известных физических явлений, законов, теорий.

На уроках организовывать самостоятельную работу по решению достаточного количества однотипных задач по изученным алгоритмам; предусмотреть повторение элементов содержания образования из курса основной школы в рамках обобщающего повторения в курсе средней школы;

- на этапе краткой записи условия задачи сформировать у обучающихся умение формализовать математически литературные выражения через конкретные физические величины, в том числе через ведение словарика «характерных» выражений;

- совершенствовать навыки оформления решения в задачах с развернутым ответом, начиная с этапа анализа текстов самих задач, чтобы в процессе решения исключить синдром «узнаваемости» задачи, приводящий к подмене реальной ситуации;

- формировать у обучающихся навыки самостоятельного подбора условий, выполнение которых позволит использовать предложенные законы и формулы при решении расчетных задач высокого уровня сложности;

- при записи ответа в задаче, требовать от обучающихся обращать внимание на корректность числового ответа с точки зрения физических законов и здравого смысла;

- при решении задач с развернутым ответом требовать от обучающихся реализации таких необходимых шагов как: запись формул, их математические преобразования и подстановка значений величин в конечную формулу. Не допускать действий «в уме»;

- не ограничиваться решением задач вычислительного характера, рассматривать примеры решения задач только «в общем виде», увеличивая их количество в старших классах;

- больше уделять времени работе со справочными материалами, обращая внимание на единицы измерения и множители в таблицах и на осях графиков;

- при разработке оценочных материалов для текущего, тематического и промежуточного контроля учитывать необходимость включения комплексных заданий, предполагающих синтезирование знаний из нескольких разделов курса физики, а также заданий, требующих обоснования решения с опорой на изученный материал, по возможности используя материалы банка заданий ЕГЭ, опубликованные в открытом сегменте ЕГЭ на сайте ФИПИ (http://www.fipi.ru).

Поскольку в требованиях ФГОС СОО по физике сделан серьезный акцент на освоение методологических умений, необходимо усиление методологической составляющей при обучении физике. Для овладения умениями самостоятельного проведения измерений и опытов обязательно выполнение обучающимися всего спектра практических работ. Форма их проведения может быть различна: классические лабораторные работы при изучении темы; проведение серии лабораторных работ в конце изучения темы в виде закрепления материала и т.д. Целесообразно организовывать работы по изучению зависимостей физических величин, заменяя ими традиционные

работы по этим же темам, предполагающие лишь проведение косвенных измерений. При этом немаловажную роль играет формирование умений интерпретировать результаты исследований и делать выводы, адекватные полученным данным.

В рамках углубленного курса физики средней школы необходимо при проведении лабораторных работ обеспечить формирование всего спектра экспериментальных умений: выбор оборудования и измерительных приборов с учетом цели опыта; выбор измерительных приборов с учетом предполагаемых диапазонов измерения величин и достижения максимально возможной точности измерений; планирование хода исследований с учетом минимизации случайных погрешностей; проведение серии измерений с определением средних значений; запись прямых измерений с учетом абсолютной погрешности; построение графиков зависимости исследуемых величин с учетом абсолютных погрешностей измерений; расчет относительной и абсолютной погрешностей косвенных измерений; интерпретация результатов проведенных измерений.

Рекомендации по организации дифференцированного обучения школьников с разными уровнями предметной подготовки

Исходя из результатов ЕГЭ по физике обучающихся можно условно разделить на три группы: группа с низким уровнем усвоения (предполагаемые результаты экзамена – ниже минимального балла); группа со средним уровнем усвоения (предполагаемые результаты ЕГЭ – от минимального до 60 тестовых баллов); группа с высокими результатами (предполагаемые результаты от 61 до 100 тестовых баллов). На основе этого можно проводить дифференциацию при выборе физических задач и приемов обучения.

В работе со школьниками с уровнем подготовки ниже среднего, возможно использование технологии уровневой дифференциации, в которой реализуется принцип коррекции знаний, что дает возможность обучающимся усваивать не только базовый минимум стандарта образования, но и продвигаться на более высокий уровень. Известно, что индивидуальная работа школьников на уроках физики может осуществляться на всех этапах урочной деятельности. Таким образом, в работе с обучающимися с минимальным начальным уровнем подготовки необходима многоступенчатость, как в изучении нового материала, так и в повторении. При подаче материала целесообразно применять индуктивный метод: сначала сообщать основное, легко принимаемое к пониманию, затем добавлять более сложные, но необходимые знания. Уже на этом этапе ученик должен видеть четкие ориентиры в виде учебных заданий, которые нужно научиться выполнять. Осознание ключевых задач, понимание школьником, на какой ступени он находится в процессе обучения и как он может улучшить свои результаты, позволяет ему выстроить индивидуальную траекторию развития. Для первой группы предлагать задачи, для решения которой требуется 1-2 формулы одного раздела.

Для второй многочисленной группы учащихся со средним уровнем подготовки важнейшим элементом является освоение теоретического материала курса физики без пробелов и изъянов в понимании всех основных процессов и явлений. Эта группа учащихся нуждается в дополнительной работе с теоретическим материалом, выполнении большого количества различных заданий, предполагающих преобразование и интерпретацию информации. Приоритетной технологией здесь может стать совместное обучение – технология сотрудничества. Для данной группы рекомендуется использовать задачи качественные и расчетные, относящиеся к повышенному уровню сложности (2-3 формулы одного раздела).

Приоритетом в выборе методов обучения для третьей группы обучающихся с высоким уровнем подготовки может стать технология «перевернутого» обучения. В процессе обучения эти школьники проявляют мотивацию к изучению физики и, как правило, обладают достаточными математическими знаниями для серьезной самостоятельной работы. Данной группе необходимо подбирать качественные и расчетные задачи, в условиях которых для описания и объяснения объектов одной природы (например, электродинамической, квантовой и т. д.) необходимо использовать законы другого раздела физики (чаще всего механики). Предлагаемые задачи не обязательно должны быть сложными, они могут быть в одну-две формулы из разных разделов, но это позволит сформировать у обучающихся умение применять знания в новой ситуации и формировать представления о фундаментальности физических законов. При решении физических задач и их оценке рекомендуется использовать критерии оценивания выполнения заданий ЕГЭ по физике – это обязательный минимум требований к полному верному решению. Критерии можно расширять, но нельзя сокращать. Рекомендуется использовать эти критерии при решении задач любого уровня сложности для формирования навыка оформления решения физических задач, запоминания буквенных обозначений физических величин и исходной записи формул, закономерностей.

Методическую помощь учителям и обучающимся при подготовке к ЕГЭ могут оказать:

- документы, определяющие структуру и содержание КИМ ЕГЭ 2024 (https://fipi.ru/ege/demoversii-specifikacii-kodifikatory#!/tab/151883967-3);
- открытый банк заданий (https://fipi.ru/ege/otkrytyy-bank-zadaniy-ege);
  - материалы сайта «Решу ЕГЭ» (https://phys-oge.sdamgia.ru/);
  - журнал «Педагогические измерения» (https://fipi.ru/zhurnal-fipi)
  - методические рекомендации на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ прошлых лет;
  - учебно-методические материалы для председателей и членов региональных предметных комиссий по проверке заданий с развернутым ответом;

- видео-консультации руководителей федеральной и региональной предметных комиссий и др.
- опыт лучших практик образовательных организаций Орловской области и России, имеющих стабильный положительный результат сдачи ЕГЭ;
- занятия по индивидуальным маршрутам обучения на курсах ПК в БУ ОО ДПО «Институт развития образования».

При подготовке данных рекомендаций использовались:

- материалы отчета председателя предметной комиссии о результатах проведения единого государственного экзамена по физике в 2023 году в Орловской области;

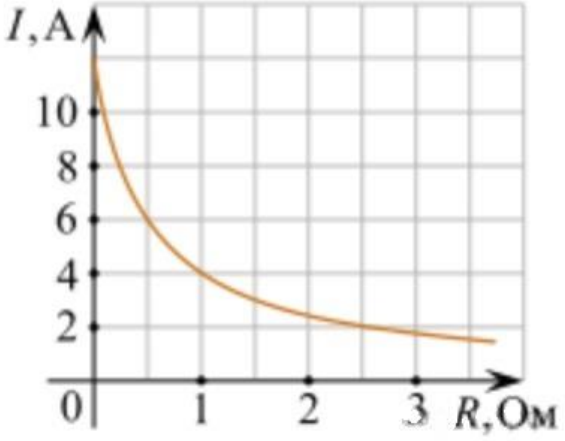
- материалы журнала «Педагогические измерения» № 3/ 2023.

Приложение

Примеры решения наиболее сложных заданий

Пример 1

К источнику тока с ЭДС = 6 В подключили реостат. На рисунке показан график изменения силы тока в реостате в зависимости от его сопротивления. Чему равно внутреннее сопротивление источника тока? (Ответ дайте в омах.)



Решение. Согласно закону Ома для полной цепи, сила тока через реостат равна $I = \frac{\mathscr{E}}{r+R}$, где $\mathscr{E}$ — ЭДС, а r — внутреннее сопротивление. Возьмём любую точку на графике и составим уравнение для нахождения внутреннего сопротивления: $4\ \text{А} = \frac{6\ \text{В}}{r + 1\ \text{Ом}}$. Решая это уравнение, получаем, что внутреннее сопротивление источника равно $r = 0{,}5\ \text{Ом}$.

Ответ: 0,5.

Пример 2

Частица массой m, несущая заряд q, движется в однородном магнитном поле с индукцией B по окружности радиусом R со скоростью υ.Как изменится радиус траектории, период обращения и кинетическая энергия частицы при уменьшении скорости ее движения?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится;
2) уменьшится;
3) не изменится.

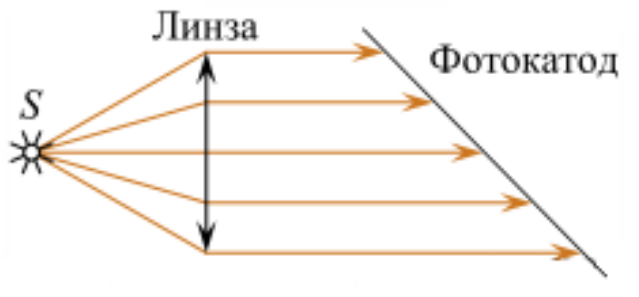
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Радиус траектории	Период обращения	Кинетическая энергия

Решение. На заряженную частицу со стороны магнитного поля действует сила Лоренца, которая сообщает ей центростремительное ускорение. Второй закон Ньютона приобретает вид: $q\upsilon B = ma_{ц} = m\frac{\upsilon^2}{R} \Leftrightarrow qB = \frac{m\upsilon}{R}$. Отсюда следует, что при уменьшении скорости движения частицы радиус траектории уменьшается. Период обращения связан со скоростью движения и радиусом траектории соотношением $T = \frac{2\pi R}{\upsilon}$. В силу того, что $\frac{R}{\upsilon} = \frac{m}{qB} = const$, при уменьшении скорости период обращения не изменяется. Кинетическая энергия равна $\frac{m\upsilon^2}{2}$. Следовательно, при уменьшении скорости кинетическая энергия также уменьшается.

Ответ: 232.

Пример 3



В установке по наблюдению фотоэффекта свет от точечного источника S, пройдя через собирающую линзу, падает на фотокатод параллельным пучком. В схему внесли изменение: на место первоначальной линзы поставили другую того же диаметра, но с большим фокусным расстоянием. Источник света переместили вдоль главной оптической оси линзы так, что на фотокатод свет снова стал падать параллельным пучком. Как изменился при этом (уменьшился или увеличился) фототок насыщения? Объясните, почему изменяется фототок насыщения, и укажите, какие физические закономерности Вы использовали для объяснения.

Решение. По первому закону Столетова фототок насыщения зависит от интенсивности падающего света, то есть от количества фотонов, падающих на фотокатод в единицу времени. При использовании линзы такого же диаметра, но с большим фокусным расстоянием, телесный угол, под которым из источника видно линзу, уменьшается. Фотоны летят от источника во все стороны равномерно, поэтому результирующий поток фотонов, попадающих на фотокатод в результате замены линзы, уменьшается. А значит, уменьшается и ток насыщения.

Пример 4

В высоком вертикальном цилиндрическом сосуде под тяжелым поршнем, способным перемещаться вдоль стенок сосуда практически без трения,

находится некоторое количество воздуха под давлением $p = 1{,}5$ атм. Поршень находится в равновесии на высоте $H_1 = 20$ см над дном сосуда. Определите, на какое расстояние ΔH сместится поршень, если сосуд перевернуть открытым концом вниз и дождаться установления равновесия. Считать температуру воздуха и атмосферное давление $p_0 = 1$ атм постоянными. Массой воздуха в сосуде по сравнению с массой поршня можно пренебречь.

Решение. Обозначим массу и площадь поршня через M и S, соответственно. В исходном состоянии на поршень действуют направленные вниз сила тяжести Mg и сила атмосферного давления p_0S, а вверх — сила давления воздуха под поршнем p_1S. При этом поршень находится в равновесии, то есть в соответствии со вторым законом Ньютона $p_1S = p_0S + Mg$. После переворачивания сосуда и установления равновесия давление воздуха в сосуде становится равным p_2, а расстояние от дна сосуда до поршня — H_2. На поршень при этом действуют направленные вниз сила тяжести Mg и сила давления воздуха над поршнем p_2S, а вверх — сила атмосферного давления p_0S. Таким образом, $p_0S = p_2S + Mg$. Кроме того, при изотермическом процессе, согласно закону Бойля — Мариотта, должно выполняться соотношение $p_1H_1S = p_2H_2S$.

Из первых двух уравнений находим, что $p_2 = 2p_0 - p_1$, и, подставляя это выражение в третье уравнение, получаем

$$H_2 = \frac{p_1}{2p_0 - p_1}H_1.$$

Таким образом, поршень сместится на расстояние

$$\Delta H = H_2 - H_1 = \frac{2(p_1 - p_0)}{2p_0 - p_1}H_1.$$

Подставляя числовые данные и проверяя размерность, получаем: $\Delta H = 2H_1 = 40$ см.

Ответ: поршень сместится на расстояние $\Delta H = \frac{2(p_1 - p_0)}{2p_0 - p_1}H_1 = 2H_1 = 40$ см.

Пример 5

При коротком замыкании клемм аккумулятора сила тока в электрической цепи равна 24 А. При подключении к клеммам аккумулятора электрической лампы с электрическим сопротивлением нити 23 Ом сила тока в электрической цепи равна 1 А. По этим результатам измерений определите ЭДС и внутреннее сопротивление аккумулятора.

Решение. По закону Ома для полной цепи $I = \frac{\mathscr{E}}{R + r}$. При коротком замыкании цепи *R=0*. Ток короткого замыкания $I_0 = \frac{\mathscr{E}}{r}$, откуда найдем ЭДС источника тока $\mathscr{E} = I_0 \cdot r$.

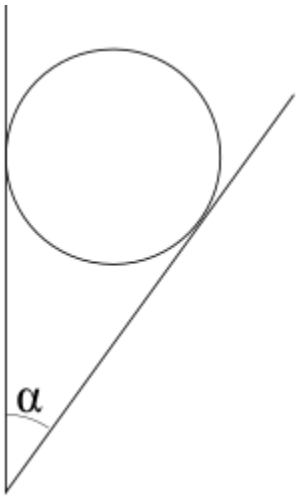
Объединяя формулы, находим внутреннее сопротивление источника тока:

$$r = \frac{IR}{I_0 - I} = \frac{1\ \text{А} \cdot 23\ \text{Ом}}{24\ \text{А} - 1\ \text{А}} = 1\ \text{Ом};\quad \mathscr{E} = 24\ \text{А} \cdot 1\ \text{Ом} = 24\ \text{В}.$$

Ответ: 1 Ом; 24 В.

Пример 6

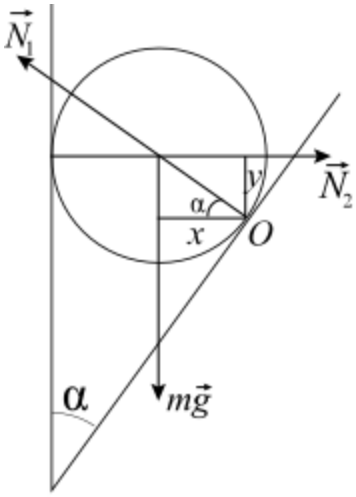
Гладкий цилиндр лежит между двумя плоскостями, одна из которых вертикальна, а линия их пересечения горизонтальна (см. рис.). Сила давления цилиндра на вертикальную стенку равна 10 Н и в n = 3 раза меньше, чем сила давления на цилиндр со стороны другой плоскости. Определите массу цилиндра. Сделайте рисунок, на котором укажите силы, действующие на цилиндр.
Какие законы Вы используете для описания равновесия тела? Обоснуйте их применение к данному случаю.



Решение. Обоснование. Систему отсчета, связанную с Землей, будем считать инерциальной. Цилиндр будем считать абсолютно твердым телом (формы и размеры теля неизменны, расстояние между двумя его точками остается неизменным). Расставим силы, действующие на цилиндр. При отсутствии трения на него действуют сила тяжести, силы реакции опоры со стороны стенок. Для покоящегося тела в ИСО применим I условие равновесия для поступательного движения (векторная сумма всех сил, действующих на тело, равна нулю).

Перейдем к решению.
Укажем все силы, действующие на цилиндр (см. рис.). Причем, по третьему закону Ньютона модули сил давления цилиндра на стенки равны модулям сил реакции опоры каждой стенки. Запишем второй закон Ньютона в векторной форме:
$m\vec{g} + \vec{N}_1 + \vec{N}_2 = 0.$
Запишем проекции этого уравнения на горизонтальную и вертикальную оси:

$$\begin{cases} mg = N_1 \sin\alpha, \\ N_2 = N_1 \cos\alpha. \end{cases}$$



Найдём из второго уравнения $\cos\alpha$: $\cos\alpha = \dfrac{N_2}{N_1} = \dfrac{1}{n} = \dfrac{1}{3}.$

Найдём массу цилиндра:

$$m = \frac{N_1 \sin\alpha}{g} = \frac{N_1\sqrt{1-\cos^2\alpha}}{g} = \frac{30\cdot\sqrt{1-\left(\frac{1}{3}\right)^2}}{10} \approx 2{,}8 \text{ кг.}$$

Ответ: 2,8 кг.