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 2025-2026 учебном году

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

1. Результаты ЕГЭ по физике в 2024-2025 учебном году

1.1. Краткая характеристика КИМ по физике

В контрольные измерительные материалы ЕГЭ-2025 по физике было включено 26 заданий, оценивающих уровень освоения основных предметных результатов и элементов содержания школьного курса физики в соответствии со ФГОС СОО. Задания КИМ были направлены на проверку основных групп предметных результатов: владение понятийным аппаратом курса физики; анализ физических процессов и явлений с использованием изученных теоретических положений, законов и физических величин; методологические умения; умение решать качественные и расчетные задачи различных типов.

Каждый вариант экзаменационной работы состоял из двух частей и включал в себя задания, различающиеся формой и уровнем сложности. Часть 1 содержала 20 заданий с кратким ответом (в виде числа, на множественный выбор и на соответствие). Часть 2 содержала 6 заданий с развернутым ответом.

В части 1 работы содержалось 10 заданий, проверяющих владение основным понятийным аппаратом школьного курса физики. Эти задания предполагали применение законов и формул в стандартных учебных ситуациях, интерпретацию физических зависимостей, представленных в виде различных графиков, анализ электрических или оптических схем. Восемь заданий части 1 были направлены на анализ физических процессов и явлений с использованием изученных теоретических положений, законов и физических величин. Владение методологическими умениями (снятие показаний, использование метода рядов и выбор оборудования по предложенной гипотезе опыта) оценивалось двумя заданиями в конце части 1. Часть 2 работы была полностью посвящена решению задач: одно из заданий представляло собой качественную задачу, а остальные – расчетные задачи.

В экзаменационной работе были представлены задания разных уровней сложности: 17 заданий базового, шесть заданий повышенного и три задания высокого уровня. Задания базового уровня проверяли овладение предметными

результатами на наиболее значимых элементах содержания курса физики, входящих в содержание курса физики базового уровня. Все задания базового уровня 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. В части 1 к заданиям повышенного уровня относились задания на комплексный анализ физических процессов в механике, молекулярной физике и электродинамике. Задания высокого уровня сложности предлагались в конце части 2 варианта, представляли собой расчетные задачи и проверяли умение конструировать способ решения, комбинируя известные учащемуся способы.

Экзаменационная работа проверяла элементы 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 части 1 работы были представлены блоки заданий по четырем разделам курса физики: шесть заданий по механике, четыре задания по молекулярной физике, пять заданий по электродинамике и два задания по квантовой физике. В начале каждого блока предлагались задания с кратким ответом в виде числа, затем – задания на множественный выбор утверждений и задание на соответствие. После тематический блоков было включено задание интегрированного характера на понимание сведений теоретического характера. В конце части 1 предлагались два задания на проверку методологических умений: на определение показаний измерительного прибора, представленного на фотографии, и выбор оборудования для проведения исследования по заданной в условии гипотезе. Максимальный балл за выполнение части 1 работы составлял 62 % максимального балла.

Часть 2 работы была посвящена оценке умения решать качественные и расчетные задачи по физике. При решении качественной задачи необходимо было привести рассуждения о физических процессах с указанием используемых в объяснении законов, формул или свойств явлений. Расчетные задачи предлагались как с явно заданной физической моделью, так и более сложные, с неявно заданной моделью. Сформированность предметного результата проверялась в процессе выполнения целого комплекса действий: выбора на основании анализа условия физической модели, отвечающей требованиям задачи; применения формул, законов, закономерностей и постулатов физических теорий при использовании математических методов решения задач; проведения расчетов на основании имеющихся данных; анализа результатов и корректировки методов решения с учетом полученных результатов. В задании 26 дополнительно требовалось представить обоснование выбранной физической модели, т.е. тех физических законов, которые использовались при решении задачи. Максимальный балл за решение задач составлял 38 % максимального балла за всю работу.

В структуру КИМ ЕГЭ по физике в 2025 г. изменения не вносились. При этом был расширен спектр проверяемых элементов содержания в заданиях части1:

линий 2 (включен закон всемирного тяготения), 4 (звуковые волны), 8 (количество теплоты), 16 (закон радиоактивного распада) – и части 2: линий 21 (включены качественные задачи по механике) и 26 (включены расчетные задачи по статике).

Максимальный балл составил 45. Общее время выполнения работы – 235 мин.

1.2. Анализ результатов единого государственного экзамена в 2025 году

Таблица №1

Количество участников ЕГЭ по физике в Орловской области (за 3 года)

2023 г.		**2024 г.**		**2025 г.**	
чел.	% от общего числа участников	чел.	% от общего числа участников	чел.	% от общего числа участников
442	14,93	418	14,22	410	14,23

В 2025 году продолжилась наметившаяся в последние годы тенденция к снижению количества участников, сдающих физику, как в абсолютном, так и в процентном соотношении. Однако количество участников осталось практически таким же, как и в прошлом году.

На диаграммах №№1-2 представлена динамика результатов ЕГЭ по физике в регионе за последние 3 года.

.

Диаграмма №1

Динамика результатов ЕГЭ по физике в Орловской области

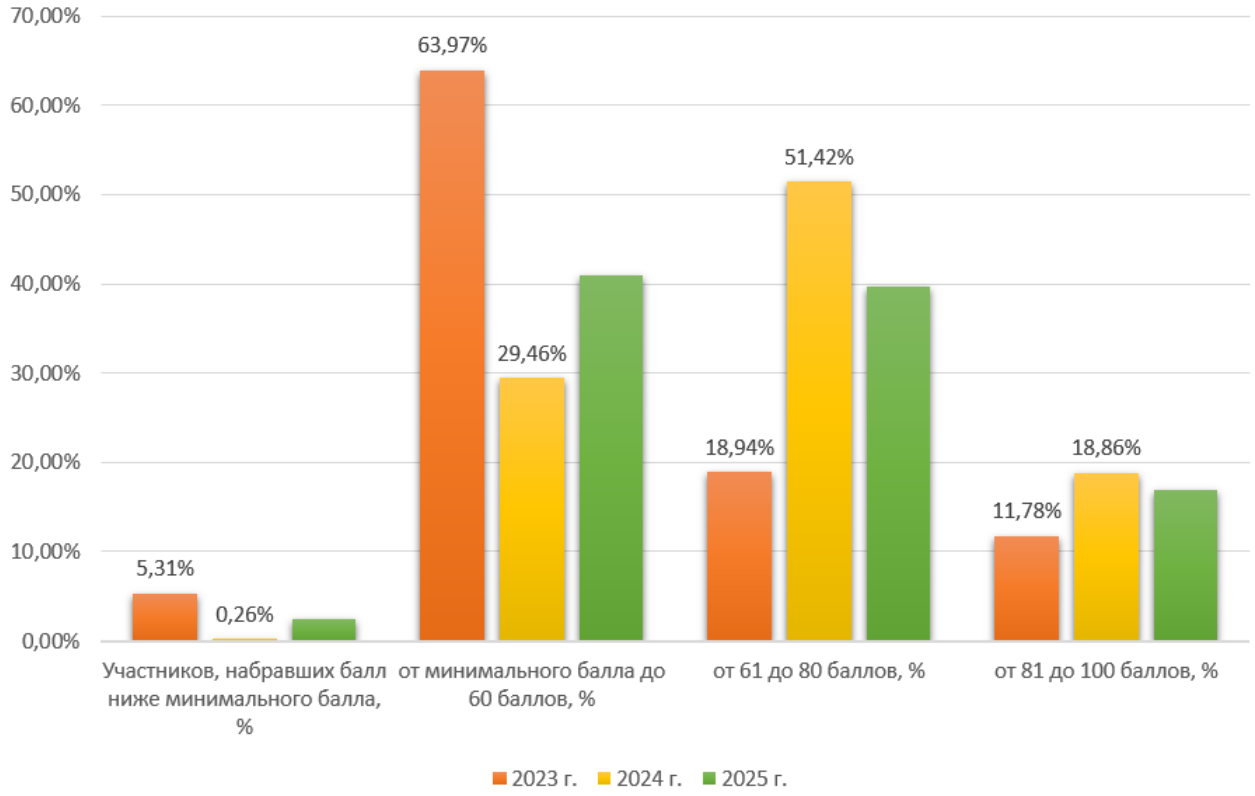
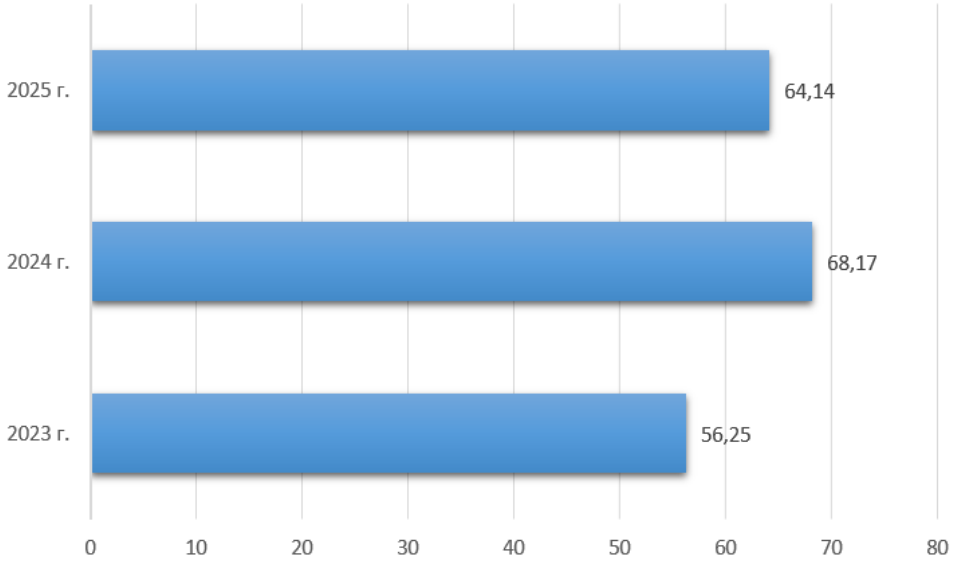


Диаграмма №2
Средний тестовый бал участников ЕГЭ по физике
в Орловской области (за 3 года)



Как свидетельствуют данные диаграмм, после значительного улучшения результатов экзамена по физике в прошлом году, в 2025 году заметно их небольшое снижение. В частности, снизился процент работ с результатами от 61 до 80 баллов (уменьшился более чем на 10 %). Незначительно снизился процент высокобалльных работ (с 18,86 % до 16,83 %). Немного увеличился процент учеников, не набравших минимального балла, до 2,44 %. Средний тестовый балл также немного уменьшился (с 68,17 до 64,14) по сравнению с прошлым годом.

Несмотря на это, результаты превосходят аналогичные показатели 2023 года.

Распределение тестовых баллов участников ЕГЭ представлено на диаграмме 3.

Диаграмма №3
Распределение тестовых баллов участников ЕГЭ по физике в 2025 г.

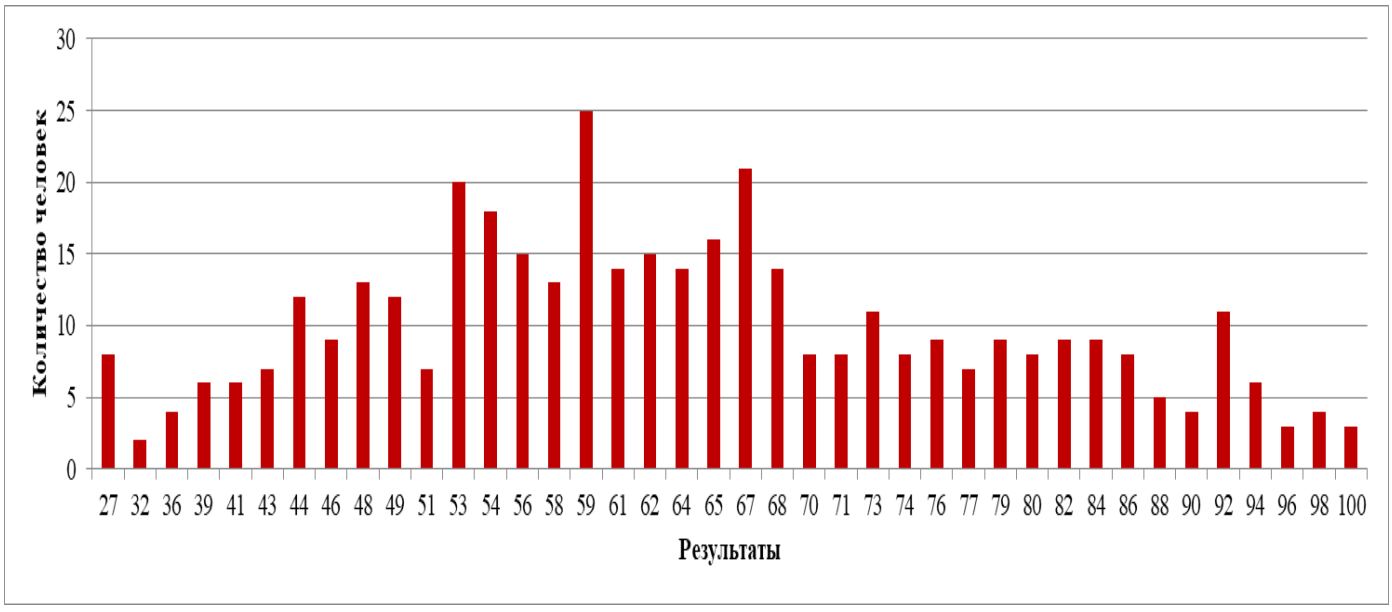


Диаграмма распределения тестовых баллов участников по физике повторяет аналогичную диаграмму прошлого года. Все еще сохраняются большие разрывы между соседними диапазонами, особенно в средней части диаграммы. В некоторой степени это обусловлено небольшим числом участников по физике.

В таблице №2 представлена статистика выполнения заданий группами выпускников с наиболее низким процентом правильных решений в 2025 году.

Таблица №2.
Статистика выполнения наиболее проблемных заданий
КИМ ЕГЭ по физике в 2025 году

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в Орловской области Российской Федерации в группах участников экзамена с разными уровнями подготовки				
			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.
21	Решать качественные задачи, использующие типовые учебные ситуации с явно заданными физическими моделями	П	13,58	0,00	1,79	9,41	54,11
24	Решать расчётные использованием законов и формул из одного–двух разделов курса физики	В	16,91	0,00	1,19	10,84	71,98
25	Решать расчётные одного–двух разделов курса физики	В	18,54	0,00	0,40	14,93	73,91
26	Решать расчётные задачи с использованием законов и формул из одного–двух разделов курса физики, обосновывая выбор физической модели для решения задачи	В	19,02	0,00	1,19	16,56	71,01

Анализируя весь массив результатов можно отметить, что в этом году, как и в прошлом, нет заданий базового уровня с процентом выполнения ниже 50 %. Второй год подряд минимальный процент среди заданий базового уровня наблюдается для заданий № 15 (электродинамика, 53 %) и № 18 (задание на множественный выбор по всем разделам физики, 55 %).

Среди заданий повышенного и высокого уровня только в качественной задаче № 21 процент выполнения оказался меньше 15 % (14 %).

Анализ выполнения заданий, вызвавших наибольшие затруднения по варианту 301.

Из заданий повышенного уровня сложности следует отметить задание **№ 21** (качественная задача на кинематику движения тела по наклонной плоскости и тела, брошенного под углом к горизонту), процент выполнения которого (14 %) оказался даже ниже, чем у расчетных заданий высокого уровня.

Характеристика задания

Два одинаковых тела, находящиеся на поверхности Земли, получают одинаковые скорости, направленные под одним и тем же острым углом к горизонту. Одно тело летит свободно, другое движется вверх по закрепленной гладкой наклонной плоскости, образующей с горизонтом тот же угол. Какое из тел поднимется на большую высоту?

Типичные ошибки

Выпускники, которые приступили к выполнению задания, в большинстве случаев верно описывали физические модели движения тела под углом к горизонту и вверх по наклонной плоскости, получали верные физические формулы, но затруднялись при сравнении значений высоты. При этом необходимо отметить, что достаточно высок процент выпускников, которые либо не приступили к выполнению этого задания, либо ограничились лишь общими рассуждениями, без физических формул.

Анализ типичных затруднений

Анализ затруднений свидетельствует о том, что выпускники недостаточно владеют умением сравнивать значения тригонометрических функций при отсутствии конкретного значения аргумента. Задание было бы выполнено полностью большим количеством участников экзамена, если бы был задан конкретный угол направления начальных скоростей тел. Также отметим, что формат этой качественной задачи был непривычным и фактически соответствовал расчетной задаче, в которой необходимо было получить формулы зависимости высоты подъема от угла направления начальной скорости, что для большого числа выпускников послужило основанием не приступать к выполнению этого задания.

Пути преодоления затруднений

На уроках физики при работе над качественными задачами надо применять задания, где вывод можно сделать на основе формул с использованием типовых физических моделей. В рамках межпредметного взаимодействия с математикой чаще использовать задания на исследование значений выражений на максимум и минимум.

Задания высокого уровня.

Задание 24 представляет собой типичное задание о полете воздушного шара, которое в разных вариациях встречается в сборниках для подготовки к ЕГЭ по физике. Сложность задачи в том, что количество газа внутри шара меняется. Процент выполнения данного задания в варианте - 10 %, во всем массиве – 19,91%.

Характеристика задания

Воздушный шар заполнен гелием. Даны общая масса оболочки шара и

гондолы, а также поднимаемого груза. Часть гелия вытекает из оболочки. Какова минимальная масса груза, который нужно выбросить, чтобы шар перестал опускаться.

Типичные ошибки

Большое количество решений не учитывало две ситуации в данной задаче, отличающиеся количеством гелия в шаре, а соответственно объемом шара и действующей на него выталкивающей силой.

Анализ типичных затруднений

Данная задача неоднократно встречается в сборниках для подготовки к ЕГЭ по физике в различных вариациях. Однако количество газа в подобных задачах предполагалось постоянным. Традиционно задания по МКТ с переменным количеством идеального газа вызывают затруднение при решении, так как уравнения известных газовых законов (для изопроцессов) в данном случае не работают.

Пути преодоления затруднений

На уроках физики при изучении изопроцессов в газах уделить особое внимание постоянству количества вещества газа. Отработать методику решения задач МКТ в случае переменной массы идеального газа.

Задание 25 (процент выполнения в варианте 11 %, по всему массиву - 18,54%) – на движение заряженного тела под действием двух взаимно перпендикулярных сил (силы тяжести и электростатической силы). С заданием высокого уровня сложности выпускники справились немного лучше, чем с остальными. Особенность задания в том, что две силы действуют по двум перпендикулярным друг другу направлениям, поэтому конечная скорость имеет две составляющие.

Характеристика задания

В вакууме в однородное горизонтальное поле помещают заряженную каплю известных массы и заряда. Определить скорость капли через определенное время. Напряженность поля известна. Сделать рисунок, на котором нужно указать силы, действующие на каплю.

Типичные ошибки

Выпускники зачастую не учитывали одну из действующих сил – силу тяжести.

Анализ типичных затруднений

Силы, действующие на каплю, взаимно перпендикулярны. Равнодействующая этих сил направлена по диагонали, ее модуль рассчитывается по теореме Пифагора. Как вариант, можно определить отдельно горизонтальную и вертикальную составляющие скорости капли.

Пути преодоления затруднений

На уроках физики уделить внимание задачам, в которых движение тела рассматривается относительно двух взаимно перпендикулярных координатных осей: движение тела по наклонной плоскости; движение тела, брошенного под углом к горизонту; движение частицы в двух взаимно перпендикулярных силовых полях.

Последним было **задание № 26**. Традиционно в данном задании

необходимо было не просто решить задачу, но и указать законы, которые надо использовать в данной ситуации, а также обосновать применимость этих законов к рассматриваемой ситуации. Задача представляет собой случай равновесия цилиндра, находящегося на наклонной плоскости при наличии силы трения и наличия связи в виде нерастяжимой невесомой нити. Задание в варианте выполнено с результатом 9 %, по всему массиву – 19,02%.

Элементы содержания / умения и виды деятельности, усвоение которых всеми школьниками региона в целом, школьниками с разным уровнем подготовки нельзя считать достаточным:

№ 21, умение решать качественные задачи, использующие типовые учебные ситуации с явно заданными физическими моделями – повышенный уровень – 14 %;

№ 24, молекулярная физика и термодинамика, умение решать расчётные задачи с неявно заданной физической моделью с использованием законов и формул из одного-двух разделов курса физики - высокий уровень – 16,91 %;

№ 25, электродинамика, умение решать расчётные задачи с неявно заданной физической моделью с использованием законов и формул из одного-двух разделов курса физики, процент выполнения 18,54 %;

№ 26, механика, умение решать расчётные задачи с неявно заданной физической моделью с использованием законов и формул из одного-двух разделов курса физики, обосновывая выбор физической модели для решения задачи (критерий 1), группа, не преодолевших минимальный балл.

В сравнении с предыдущим годом уменьшился средний процент выполнения заданий по всем разделам физики, кроме электродинамики. При этом задание 15 базового уровня по электродинамике было выполнено с наименьшим процентом среди аналогичных заданий по другим разделам. Уменьшился процент выполнения заданий по разделам «Механика», «Молекулярная физика» и «Термодинамика» (3 – 4 %) в большей степени – заданий по разделу «Квантовая физика» (9 %).

Результаты по разделу «Квантовая физика» понизились, хотя количество самих заданий по данной теме не изменилось.

Как и прошлом году, это всего два задания первой части базового уровня.

В целом, можно констатировать, что результаты выполнения заданий по всем разделам курса физики, кроме раздела

«Электродинамика», в разной степени уменьшились.

В 2025 году практически не изменился результат выполнения заданий на правильную трактовку физического смысла законов, а также заданий на методологические умения.

В остальных категориях заданий наблюдается в той или иной мере понижение результатов относительно прошлого года. Больше всего уменьшился процент выполнение относительно простых заданий на применение законов и формул в типовых учебных ситуациях.

В этом году наблюдается небольшое уменьшение процента решения задач. Причем, самый низкий результат выпускники продемонстрировали при

решении традиционно непростых качественных заданий. Из расчетных задач минимальный процент выполнения в задании 24 по молекулярной физике и термодинамике.

2. О подготовке обучающихся к ЕГЭ в 2025-2026 учебном году

Характеристика КИМ по физике в 2026 году

Структура и содержание контрольно – измерительных материалов ЕГЭ по физике в 2026 году останется без изменений по сравнению с 2025 г.

. При организации образовательной деятельности по подготовке к ГИА необходимо руководствоваться нормативными документами, регулирующими проведение итоговой аттестации по физике, и методическими материалами, которые размещены на сайтах ФИПИ (www.fipi.ru) и Министерства просвещения Российской Федерации (https://edu.gov.ru/).

Рекомендации по совершенствованию преподавания физики

Проведенный анализ выполнения учениками заданий КИМ ЕГЭ показывает, что есть системные проблемы в подготовке учеников, особенно в части решения задач высокого уровня сложности. Это означает, что ряд выпускников не умеют применять знания к ситуациям с измененными условиями или с комбинированным условием, базирующимся на нескольких темах и разделах.

Учителям следует начинать с точного выполнения всех элементов методики преподавания курса физики. Многие задания основаны на стандартных демонстрационных и фронтальных экспериментах. На сайте ФИПИ уже с начала нового учебного года публикуются методические рекомендации для учителей.

Необходимо выстроить системную работу с обучающимися по освоению теоретического материала курса физики, применению основных алгоритмов решения задач по различным разделам физики, оформлению решения задач, графическим способам представления информации, в том числе выполнением рисунков, сопровождающих решение задач, обучению работе с текстовой информацией, так как значительное число заданий в ЕГЭ по физике направлены на понимание, осмысление, интерпретацию информации. При анализе условия задачи необходимо обращать внимание учеников на информацию, данную в неявном виде: «нормальные условия», «гладкая поверхность», «идеальный прибор» и т.д. и разъяснять их смысл.

При решении задач в первую очередь проводить анализ протекания процессов и явлений и моделировать поведение объектов при изменении различных параметров. Включать в учебный процесс решение качественных задач, акцентируя внимание на методике обучения через анализ ключевых слов в условии задачи и представления их решения, как в устной, так и в письменной форме.

При работе над оформлением решения задачи обращать внимание учащихся на то, что нужно полностью провести математические

преобразования, приводящие к правильному ответу. Поэтому для предотвращения этих ошибок на экзамене учителю при оценивании контрольных и самостоятельных работ по физике следует ориентироваться на критерии оценивания заданий с развернутым ответом.

В процессе обучения акцентировать внимание на формировании умений объяснять физические явления, интерпретировать результаты опытов, представлять их в виде таблиц или графиков при выполнении лабораторных работ, проведении демонстраций, решении экспериментальных задач.

Для повышения качества выполнения экзаменационных работ по физике в рамках ЕГЭ можно рекомендовать:

– заблаговременно выявлять обучающихся, изъявивших желание сдавать ЕГЭ по физике, предлагать им индивидуальные задания и составлять индивидуальный план работы по предмету;

– обязательное ознакомление обучающихся со спецификацией экзаменационной работы.

При подготовке к экзамену необходимо ознакомить учащихся с основными документами, опубликованными на сайте ФИПИ: демонстрационной версией КИМ ЕГЭ по физике и критериями оценивания заданий с развернутым ответом, спецификацией и кодификатором (совместная работа учителя и обучающихся с нормативными документами поможет сосредоточиться на главном при подготовке к экзамену, вести целенаправленную, осознанную подготовку, избегая натаскивания по многочисленным изданиям с КИМ);

– обратить особое внимание на умения читать и анализировать текст предлагаемых заданий, выделяя то, что требуется для выполнения задания. Так как выполнение заданий с открытым ответом части 2 оценивается по критериям, следует ориентироваться на написание полного ответа на задания и последующую его проверку по критериям;

– уделять больше внимания систематизации и обобщению знаний в конце каждой темы и разделов, анализу процессов, которые описывают соответствующие зависимости, комплексному анализу физических величин;

– следует использовать в качестве промежуточного и итогового контроля в течение года различные задания в тестовой форме (с коротким ответом, с выбором нескольких правильных ответов, на соответствие, на установление последовательности и др.) и использовать при работе бланки ответов;

– расширять проведение практических, лабораторных работ по изучению зависимостей физических величин, при необходимости использовать оборудование ГИА в урочной и внеурочной деятельности;

– создавать математическую модель физической задачи и связи ее с физическим экспериментом;

– применять математические понятия, формулы, процедуры, уделять особое внимание математическому содержанию, используемому в тексте задач по физике: изменения и зависимости (алгебра), пространство и форма

(геометрия), количество (арифметика), неопределенность и данные (статистика).

Рекомендации по организации дифференцированного обучения школьников с разными уровнями предметной подготовки

Для учащихся с низким уровнем подготовки главной задачей является освоение базового уровня предмета. При этом для такой категории обучающихся характерно недостаточное понимание физических процессов и явлений. В таком случае необходим систематический контроль за освоением теоретического материала, освоение основных алгоритмов решения типовых задач. При подготовке обучающимися с низким уровнем подготовки по предмету, основное внимание уделять заданиям базового уровня сложности, которые содержатся в первой части КИМ ЕГЭ по физике, а также на задания повышенного уровня сложности второй части экзаменационной работы.

При базовом уровне изучения физики рекомендуем:

– использовать педагогические технологии, позволяющие обеспечить дифференцированный подход к обучению;

– акцентировать внимание на усвоение наиболее важных дидактических единиц, которые проверяются в КИМ заданиями базового уровня сложности;

– не пользоваться сокращенным алгоритмом решения, не пропускать запись основных законов, необходимых для решения задачи, не выписывая формулы определений тех или иных физических величин;

– акцентировать внимание на анализе тех процессов, которые описывают соответствующие зависимости, а не заучивать законы и формулы;

– проговаривать предлагаемые способы решения задач с обоснованиями, подтверждающими применимость законов физики;

– повторение уравнения теплового баланса и решение задач с его использованием в 10 классе;

– выполнение большего количества интегрированных заданий на выбор из пяти разделов физики всех верных утверждений.

Чтобы повысить уровень знаний и умений у обучающихся со средним уровнем подготовки по предмету, необходимо усилить математическую подготовку, развивать самоконтроль при оценивании результатов решения задач, уделять внимание заданиям повышенного уровня сложности, которые содержатся в первой и второй частях КИМ ЕГЭ по физике.

Для учащихся с высоким уровнем подготовки по физике целесообразно решение задач повышенного и высокого уровня сложности из второй части КИМ ЕГЭ по физике, включение подобных задач в самостоятельные работы. Также при анализе решения вычислительных и качественных задач необходимо ознакомить учащихся с кодификатором и критериями оценивания заданий с развернутым ответом.

При профильном изучении физики рекомендуем:

– изучить критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом части 2;

– решать задачи в общем виде с обязательным анализом полученной итоговой формулы;

– обращать больше внимания на границы применимости законов, а не решение задач по формулам;

– проговаривать предлагаемые способы решения задач с обоснованиями, подтверждающими применимость законов физики;

– при решении задач обратить внимание на задачи по темам: геометрическая оптика, закон Дальтона для применения к смеси газов, второй закон Ньютона (направление и приложение сил, проекции на оси), статика и условия равновесия твердого тела, электродинамика, разграничение описания насыщенных и ненасыщенных паров.

Всем обучающимся необходимо показать важность правильного оформления решения задач, как количественных, так и качественных, построению логичного ответа, с использованием ключевых слов условия задачи. Включить в тематические контрольные и самостоятельные работы задания, схожие по форме с заданиями ЕГЭ, как на вычисление физических величин, так и на множественный выбор, графические задачи.

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

- документы, определяющие структуру и содержание КИМ ЕГЭ 2026 (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 была использована информация из раздела «Аналитические материалы» за 2024-2025 учебный год, размещенные на сайте КУ ОО «РЦОКО» http://www.orcoko.ru/ege/analiticheskie-materialy/ ; из раздела «Аналитические и методические материалы», размещенные на сайте ФГБНУ «Федеральный институт педагогических измерений» https://fipi.ru/ege/analiticheskie-i-metodicheskie-materialy

Приложение

Как видно из спецификации КИМ ЕГЭ по физике 2026 г., в следующем году на позиции 21 приоритет будет отдаваться качественным задачам по молекулярной физике с использованием различных графиков изопроцессов, на позиции 25 будут представлены задачи высокого уровня сложности по геометрической оптике. Соответственно, на позиции 22 будут преимущественно задачи по механике, а на позиции 23 – по электродинамике. На позиции 26 могут приоритетными будут задачи по динамике, но могут встретиться задания по статике и законам сохранения в механике.

Остановимся на особенностях решения этих задач, на которые необходимо обратить внимание в процессе обучения.

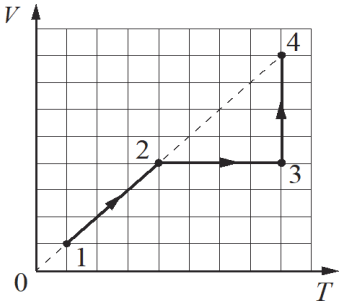
Качественные задачи на изопроцессы с использованием графиков можно разделить на три группы:

1) анализ вида графика и определение изменения параметров газа (давления, объема, абсолютной температуры или внутренней энергии), не отраженных на графике;
2) анализ вида графика и применение к каждому изопроцессу первого закона термодинамики (определение того, получал или отдавал газ количество теплоты в этом процессе, совершал ли работу);
3) перестроение предложенного графика из одних координат в другие (для координат p–V еще и сравнение работ газа на разных участках).

Пример задания первой группы приведен ниже.

Пример 1

На VT-диаграмме показано, как изменялись объём и абсолютная температура некоторого постоянного количества одноатомного разреженного газа при его переходе из начального состояния 1 в состояние 4. Как при этом изменялись давление газа p на каждом из трёх участков: 1–2, 2–3, 3–4 (увеличивались, уменьшались или же оставались постоянными)? Ответ поясните, указав, какие физические явления и законы Вы использовали для объяснения.



Для определения изменения указанного в задании параметра (или параметров) необходимо указать, какому изопроцессу соответствует каждый участок графика, и объяснить, почему можно сделать такой вывод. Следует отметить два момента, которые снижают результативность выполнения этих заданий.

1. Вид графика.

– График может быть представлен в схематичном виде. В этом случае можно говорить просто про изменение величин: уменьшается, увеличивается, не изменяется.
– График может быть представлен с учетом указания координат параметров начала и конце каждого изопроцесса или с учетом сетки на графике, при помощи которой определяется, во сколько раз изменяются величины, соответствующие координатам графика. В этом случае нужно говорить об изменении величин с учетом предложенных значений, т.е. изменяется во сколько-то раз.

2. Способ объяснения.

– Для объяснения можно использовать газовые законы, в этом случае нужно записывать соответствующий закон для каждого участка графика и не ошибаться в названиях законов (если они используются). Можно использовать уравнение Клапейрона–Менделеева; в этом случае достаточно один раз записать соответствующую формулу и обязательно указать, какие параметры не изменяются (как правило, это количество вещества).

– Для изопроцессов, аналогичных 1–2 на графике, в примере обязательно нужно дополнительное обоснование о том, что график процесса лежит на прямой, проходящей через начало координат, поэтому соответствует такому-то изопроцессу по такому-то закону.

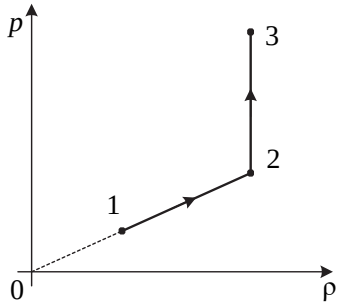
Для задания из примера 1 рассуждения будут выглядеть следующим образом.

1. Из уравнения Клапейрона – Менделеева $pV = \nu RT$ следует, что на участке 1–2 процесс является изобарным, поскольку график процесса 1–2 лежит на прямой, проходящей через начало координат ($V = \frac{\nu R}{p}T, \nu = \text{const}$); следовательно, давление газа остается постоянным.
2. На участке 2–3 процесс является изохорным, $V = \text{const}$, $\nu = \text{const}$. Так как абсолютная температура газа увеличивается, значит, и давление газа увеличивается.
3. На участке 3–4 процесс является изотермическим ($T = \text{const}, \nu = \text{const}$). Объем газа увеличивается, значит, давление газа уменьшается.

Приведем пример задания второй группы.

Пример 2

Постоянное количество одноатомного идеального газа участвует в процессе, график которого изображён на рисунке в координатах p – ρ, где p – давление газа, ρ – плотность газа. Определите, получает газ теплоту или отдаёт в процессах 1–2 и 2–3. Ответ поясните, опираясь на законы молекулярной физики и термодинамики.



Достаточно часто в таких заданиях предлагаются графике не в стандартных координатах давление – объем – температура, а в величинах, связанных с этими параметрами: концентрация молекул или плотность газа вместо объема, внутренняя энергия или средняя кинетическая энергия теплового движения молекул вместо абсолютной температуры. Поэтому первый шаг – это приведение к стандартным величинам с обязательной ссылкой на соответствующую формулу. Для задания из примера 26 необходимо указать: плотность газа $\rho = \frac{m}{V}$, где m – масса газа, V – его объем, тогда в соответствии с уравнением Клапейрона – Менделеева $p = \frac{\rho RT}{\mu}$.

Следующий шаг – это ссылка на первый закон термодинамики и формулу для внутренней энергии идеального одноатомного газа. По первому закону термодинамики

количество теплоты, которое газ получает, равно сумме изменения его внутренней энергии ΔU и работы газа A: $Q = \Delta U + A$. Для идеального одноатомного газа внутренняя энергия $U = \frac{3\,m}{2\,\mu}RT$, где μ – молярная масса газа, $m = \text{const}$.

Далее необходимы рассуждения о каждом участке графика, указание на соответствующий изопроцесс, определение работы газа, изменения внутренней энергии и количества теплоты. Для приведенного выше примера должно быть указано следующее.

1. На участке 1–2 плотность газа увеличивается прямо пропорционально его давлению, значит, согласно уравнению Клапейрона – Менделеева $p = \frac{\rho RT}{\mu}$ происходит изотермическое сжатие газа. Объем уменьшается, газ сжимают, следовательно, работа газа отрицательна: $A < 0$. Внутренняя энергия газа остается неизменной: $\Delta U = 0$. По первому закону термодинамики $Q < 0$. В этом процессе газ отдает некоторое количество теплоты в окружающую среду.
2. Так как на участке 2–3 плотность газа не изменяется, его объем постоянен (изохорный процесс), значит, работа газа $A = 0$. В этом процессе давление газа растет, согласно уравнению Клапейрона – Менделеева температура газа также растет, т.е. его внутренняя энергия увеличивается: $\Delta U > 0$. Значит, $Q > 0$, и газ в этом процессе получает некоторое количество теплоты.

Последний тип заданий – перестроение графиков (см. пример ниже).

Пример 3

На рис. 1 приведена зависимость внутренней энергии U 1 моль идеального одноатомного газа от его объёма V в процессе 1–2–3. Постройте график этого процесса в переменных p–V (p – давление газа). Точка, соответствующая состоянию 1, уже отмечена на рис. 2. Построение объясните, опираясь на законы молекулярной физики.

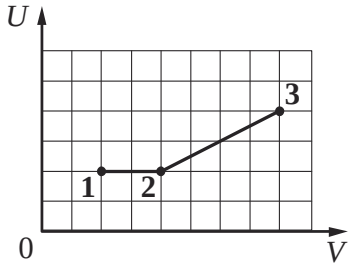


Рис. 1

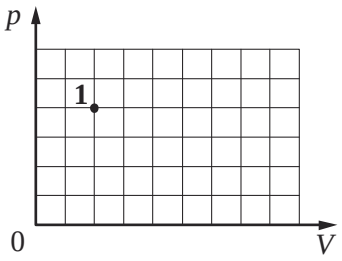


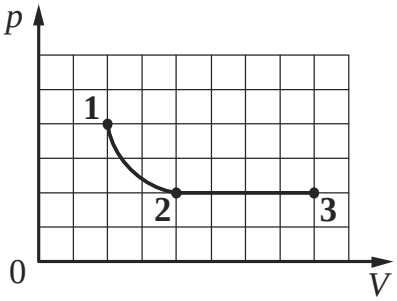
Рис. 2

В задачах такого типа всегда используются графики с учетом указания координат параметров в явном виде или при помощи сетки на графике. К ним применимы все те рекомендации, которые были даны выше. Дополнением могут служить следующие рекомендации.

– В процессе рассуждений необходимо описывать, во сколько раз меняются искомые параметры, а не ограничиваться только указанием этого на графике в ответе.
– Целесообразно в случае гиперболы указывать в рассуждениях вид графика. К сожалению, не всегда в графике, который является ответом, можно четко прорисовать такую кривую.

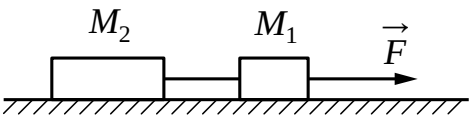
Для задания из примера 3 решение может быть следующим.

1. Внутренняя энергия идеального одноатомного газа пропорциональна его абсолютной температуре: $U = \frac{3}{2}\nu RT$.
2. На участке 1–2 температура газа не меняется, происходит изотермическое расширение, давление в этом процессе в соответствии с законом Бойля – Мариотта $(p_1V_1 = p_2V_2)$ уменьшается в 2 раза. В координатах *p–V* график является гиперболой.
3. На участке 2–3 внутренняя энергия, а также температура пропорциональны объему, процесс при постоянном количестве вещества согласно уравнению Клапейрона – Менделеева $(pV = \nu RT)$ является изобарным расширением, давление в нем не меняется, а объем в соответствии с графиком на рис. 1 увеличивается в 2 раза. В координатах *p–V* график является отрезком горизонтальной прямой.
4. Ответ:

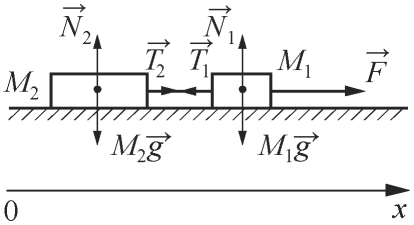


Приведем несколько рекомендаций по решению задач по механике повышенного уровня сложности, которые включены в КИМ ЕГЭ на позиции 22. Как правило, это достаточно простые расчетные задачи, в решении которых используется один–три закона или формулы. В отличие от задач высокого уровня сложности на позиции 26, здесь не требуются в обязательном порядке рисунки с указанием сил или обоснование используемых законов. Однако в задачах по динамике и статике без рисунков не обойтись. В этих случаях рисунки играют роль описания всех величин, которые используются при решении задачи. Если не приведен рисунок, то по требованиям к полному верному ответу должны быть словесные описания для всех сил, входящих во второй закон Ньютона или в условия равновесия для ситуации конкретной задачи.

Например, для стандартной ситуации движения тел, связанных невесомой и нерастяжимой нитью, целесообразно указать, что поскольку нить нерастяжима и невесома, то оба груза движутся с одинаковым ускорением, и модули натяжения нити, действующих на грузы, также одинаковы, т.е. $|\vec{a}_1|=|\vec{a}_2|=a$, $|\vec{T}_1|=|\vec{T}_2|=T$. Запись одинакового ускорения для обоих тел во втором законе Ньютона без этого условия некорректна.



На рисунке, как это и требуется по стандартному алгоритму решения таких задач, необходимо указание на выбор системы отсчета:



Только после этого можно записывать второй закон Ньютона в проекциях на выбранную ось.

Приведем пример задачи на закон сохранения импульса.

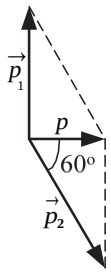
Пример 4

Снаряд массой 2 кг, летящий со скоростью 100 м/с, разрывается на два осколка. Один из осколков летит под углом 90° к первоначальному направлению. Под каким углом к этому направлению полетит второй осколок, если его масса 1 кг, а скорость 400 м/с?

Задания такого типа решаются исходя из геометрических соображений, но нельзя забывать о том, что сначала должен быть записан закон сохранения импульса в векторном виде, который в данном случае играет роль исходного уравнения. При его отсутствии даже при верном ответе нельзя получить за решение задачи даже минимальный балл.

Поэтому решение должно содержать:

1) закон сохранения импульса: $\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$;
2) рисунок, приведенный справа: векторы импульсов снаряда до взрыва и осколков после взрыва образуют прямоугольный треугольник;
3) указание, что из геометрических соображений $p = p_2 \cdot \cos\alpha$; следовательно, $M\upsilon = m_2\upsilon_2 \cdot \cos\alpha$;
4) преобразования и ответ.



Остановимся на особенностях представления решений задач по геометрической оптике, в которых основным элементом является верный рисунок с указанием хода лучей в оптической системе. Здесь, как правило, используется два основных типа заданий:

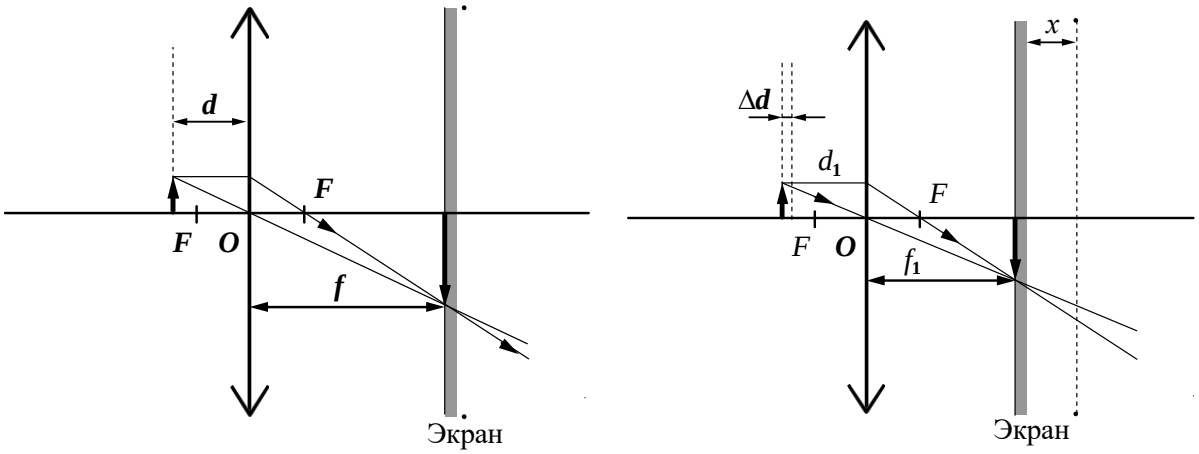
– рассматривается стандартный точечный источник или «плоский» источник, перпендикулярный главной оптической оси линзы, и какие-либо изменения (передвинули источник, раздвинули линзу, повернули линзу и т.п.) положения изображения;
– рассматривается предмет, имеющий размеры вдоль главной оптической оси, для изображения которого нужно найти какие-либо параметры (например, площадь изображения).

Приведем пример задания первого типа.

Пример 5

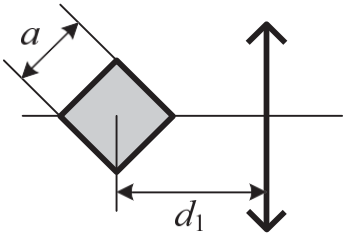
Линза, фокусное расстояние которой 30 см, даёт на экране резкое изображение предмета с пятикратным увеличением. Экран пододвинули к линзе вдоль её главной оптической оси. Затем при неизменном положении линзы передвинули предмет на 3 см так, чтобы изображение снова стало резким. На какое расстояние сдвинули экран относительно его первоначального положения? Сделайте рисунок построения изображений в линзе с указанием хода лучей.

В таких задачах необходимо представить два рисунка: для начального и конечного положений предмета. Рисунки должны соответствовать ситуации задачи. Это не означает, что для задачи из примера нужно обязательно построить изображение предмета с пятикратным увеличением, но на рисунке должно быть четко видно, что для действительного увеличенного изображения предмет должен находиться между фокусом и двойным фокусом. На втором рисунке эксперт должен увидеть понимание того факта, что при приближении экрана предмет нужно отодвинуть от линзы. На рисунках должны быть обозначены все расстояния, которые затем используются в формуле линзы или геометрических соотношениях.



Пример 6

Квадрат со стороной a = 10 см лежит в плоскости главной оптической оси тонкой собирающей линзы с оптической силой D = 2 дптр так, что одна из его диагоналей перпендикулярна главной оптической оси линзы (см. рисунок). Расстояние от центра квадрата до плоскости линзы d_1 = 1 м. Определите площадь изображения квадрата в линзе. Сделайте рисунок, на котором постройте изображение квадрата в линзе, указав ход всех необходимых для построения лучей.



В задачах второго типа крайне сложным для участников экзамена является построение изображения. К сожалению, значимая часть приступающих к решению не понимает, что существуют продольные искажения, и пытаются построить изображение квадрата в виде квадрата.

Требований к выбору лучей, при помощи которых строится изображение, нет.
Однако стоит придерживаться данных ниже рекомендаций.

– Можно не строить лучи для предметов, находящихся на двойном фокусном расстоянии, сразу указывая их изображение на том же расстоянии от линзы, но необходимо словесное указание на факт равенства этих расстояний при этом условии.

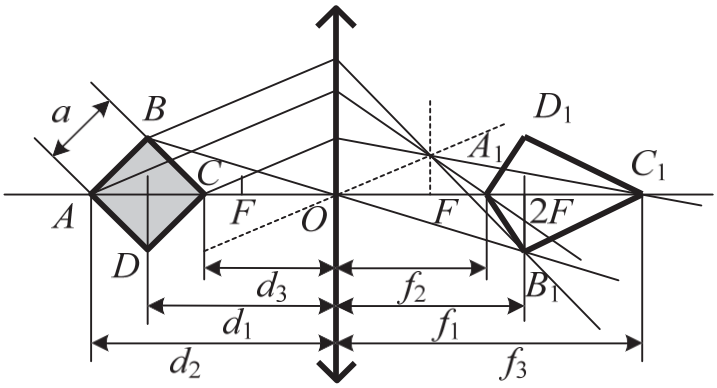
– Для точек, находящихся на главной оптической оси (или в других случаях, когда это необходимо), нужно пользовать построением изображения точки при помощи побочной оптической оси.

– Желательно оптимизировать количество лучей, при помощи которых можно получить изображение предмета, не загромождать построение лишними лучами.

Для задачи из примера 30 изображение строится следующим образом.

1. Проведем три параллельных луча через вершины *A*, *B* и *C* квадрата, а также параллельную им побочную оптическую ось. Проведенные лучи после преломления линзой пересекаются в одной точке, лежащей в фокальной плоскости. Точки пересечения с главной оптической осью линзы двух преломленных лучей дадут изображения A_1 и C_1 точек *A* и *C* квадрата.

2. Для получения изображения точки *B* необходимо построить еще одну побочную ось, которая пересекает третий преломленный луч и дает изображение B_1. В силу симметрии предмета относительно главной оптической оси его изображение также будет симметричным. (Поскольку точки *B* и *D* находятся на двойном фокусном расстоянии, то это построение можно не проводить, сделать соответствующее словесное указание.)



Напомним, что задачи на изображения в линзах могут решаться через формулы из кодификатора (формулу линзы и формулу для увеличения линзы), а могут – из геометрических соображений. Для последнего способа очень важно четкое указание на рисунке всех используемых расстояний, описания подобных треугольников и т.п.