

МЕТОДИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЙ КИМ ПО ФИЗИКЕ И РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ

Основные статистические характеристики выполнения заданий КИМ в 2026 году

Основные статистические характеристики выполнения заданий в целом представлены в Таб.2-13. Информация о результатах оценивания выполнения заданий, в том числе в разрезе данных о получении того или иного балла по критерию оценивания выполнения каждого задания КИМ представлена в Таб. 2-14.

Таблица 2-1

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации ¹ 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.
1	Равномерное прямолинейное движение;Равноускоренное прямолинейное движение;Сформированность умений распознавать физические явления (процессы) и объяснять их на основе изученных законов ;Владение основополагающими физическими понятиями и величинами, характеризующими физические процессы	Базовый	87,66%	0,00%	70,00%	93,12%	97,13%
2	Второй закон Ньютона: для материальной точки в ИСО ;Закон всемирного тяготения. Сила тяжести. Центр тяжести тела. Зависимость силы тяжести от высоты h над поверхностью планеты радиусом R0;Сила упругости. Закон Гука. Вес тела;Сила трения. Сухое трение. Сила трения скольжения. Сила трения покоя.	Базовый	92,84%	0,00%	78,80%	97,63%	100,00 %

¹ Вычисляется по формуле $p = \frac{N}{nm} \cdot 100\%$, где N – сумма первичных баллов, полученных всеми участниками группы за выполнение задания, n – количество участников в группе, m – максимальный первичный балл за задание.

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации ¹ 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.
	Коэффициент трения;Сформированность умений распознавать физические явления (процессы) и объяснять их на основе изученных законов ;Владение основополагающими физическими понятиями и величинами, характеризующими физические процессы						
3	Импульс материальной точки;Закон изменения и сохранения импульса. Реактивное движение;Работа силы на малом перемещении;Кинетическая энергия материальной точки. Теорема об изменении кинетической энергии системы материальных точек;Потенциальная энергия. Потенциальная энергия материальной точки в однородном поле тяжести. Потенциальная энергия упруго деформированного тела;Закон изменения и сохранения механической энергии;Сформированность умений распознавать физические явления (процессы) и объяснять их на основе изученных законов ;Владение основополагающими физическими понятиями и величинами, характеризующими физические процессы	Базовый	92,43%	0,00%	78,40%	96,99%	100,00 %
4	Момент силы относительно оси вращения;Условия равновесия твёрдого тела в ИСО;Давление в жидкости, покоящейся в ИСО;Закон Архимеда. Условие плавания тел;Период и частота колебаний. Период малых свободных колебаний математического маятника. Период свободных колебаний пружинного маятника;Поперечные и продольные волны. Скорость распространения и длина волны. Интерференция и дифракция волн;Звук. Скорость звука ;Сформированность умений распознавать физические явления (процессы) и объяснять их на основе изученных законов ;Владение основополагающими физическими понятиями и величинами, характеризующими физические процессы	Базовый	95,02%	20,00%	87,20%	97,42%	100,00 %
5	МЕХАНИКА;КИНЕМАТИКА;ДИНАМИКА;СТАТИКА;ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ В МЕХАНИКЕ;МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ;Механическое движение. Относительность механического движения. Система отсчёта;Материальная точка. Её радиус-вектор:	Повышенный	89,42%	10,00%	71,00%	95,27%	98,77%

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации ¹ 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.
	траектория, перемещение, путь. Сложение перемещений;Скорость материальной точки. Сложение скоростей. Вычисление перемещения и пути материальной точки при прямолинейном движении вдоль оси x по графику зависимости $v_x(t)$;Ускорение материальной точки;Равномерное прямолинейное движение;Равноускоренное прямолинейное движение;Свободное падение. Ускорение свободного падения. Движение тела, брошенного под углом α к горизонту;Криволинейное движение. Движение материальной точки по окружности. Угловая и линейная скорость точки: $v = \omega R$. Центростремительное ускорение точки. Полное ускорение материальной точки ;Твёрдое тело. Поступательное и вращательное движение твёрдого тела;Инерциальные системы отсчёта. Первый закон Ньютона. Принцип относительности Галилея;Масса тела. Плотность вещества;Сила. Принцип суперпозиции сил;Второй закон Ньютона: для материальной точки в ИСО ;Третий закон Ньютона для материальных точек;Закон всемирного тяготения. Сила тяжести. Центр тяжести тела. Зависимость силы тяжести от высоты h над поверхностью планеты радиусом R0;Сила упругости. Закон Гука. Вес тела;Сила трения. Сухое трение. Сила трения скольжения. Сила трения покоя. Коэффициент трения;Давление;Момент силы относительно оси вращения;Центр масс тела. Центр масс системы материальных точек;Условия равновесия твёрдого тела в ИСО;Закон Паскаля;Давление в жидкости, покоящейся в ИСО;Закон Архимеда. Условие плавания тел;Импульс материальной точки;Импульс системы тел;Закон изменения и сохранения импульса. Реактивное движение;Работа силы на малом перемещении;Мощность силы;Кинетическая энергия материальной точки. Теорема об изменении кинетической энергии системы материальных точек;Потенциальная энергия. Потенциальная энергия материальной						

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации ¹ 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.
	точки в однородном поле тяжести. Потенциальная энергия упруго деформированного тела; Закон изменения и сохранения механической энергии; Гармонические колебания материальной точки. Амплитуда и фаза колебаний. Кинематическое описание. Динамическое описание. Энергетическое описание (закон сохранения механической энергии). Связь амплитуды колебаний смещения материальной точки с амплитудами колебаний её скорости и ускорения; Период и частота колебаний. Период малых свободных колебаний математического маятника. Период свободных колебаний пружинного маятника; Вынужденные колебания. Резонанс. Резонансная кривая; Поперечные и продольные волны. Скорость распространения и длина волны. Интерференция и дифракция волн; Звук. Скорость звука; Сформированность умений применять законы классической механики, молекулярной физики и термодинамики, электродинамики, квантовой физики для анализа и объяснения явлений микромира, макромира и мегамира, различать условия (границы, области) применимости физических законов, понимать всеобщий характер фундаментальных законов и ограниченность использования частных законов; анализировать физические процессы, используя основные положения, законы и закономерности						
6	МЕХАНИКА; КИНЕМАТИКА; ДИНАМИКА; СТАТИКА; ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ В МЕХАНИКЕ; МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ; Механическое движение. Относительность механического движения. Система отсчёта; Материальная точка. Её радиус-вектор: траектория, перемещение, путь. Сложение перемещений; Скорость материальной точки. Сложение скоростей. Вычисление перемещения и пути материальной точки при прямолинейном движении вдоль оси x по графику зависимости $v_x(t)$; Ускорение материальной точки; Равномерное прямолинейное	Базовый	81,43%	20,00%	53,60%	87,96%	98,77%

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации ¹ 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.
	движение;Равноускоренное прямолинейное движение;Свободное падение. Ускорение свободного падения. Движение тела, брошенного под углом α к горизонту;Криволинейное движение. Движение материальной точки по окружности. Угловая и линейная скорость точки: $v = \omega R$. Центробежное ускорение точки. Полное ускорение материальной точки ;Твёрдое тело. Поступательное и вращательное движение твёрдого тела;Инерциальные системы отсчёта. Первый закон Ньютона. Принцип относительности Галилея;Масса тела. Плотность вещества;Сила. Принцип суперпозиции сил;Второй закон Ньютона: для материальной точки в ИСО ;Третий закон Ньютона для материальных точек;Закон всемирного тяготения. Сила тяжести. Центр тяжести тела. Зависимость силы тяжести от высоты h над поверхностью планеты радиусом R_0;Сила упругости. Закон Гука. Вес тела;Сила трения. Сухое трение. Сила трения скольжения. Сила трения покоя. Коэффициент трения;Давление;Момент силы относительно оси вращения;Центр масс тела. Центр масс системы материальных точек;Условия равновесия твёрдого тела в ИСО;Закон Паскаля;Давление в жидкости, покоящейся в ИСО;Закон Архимеда. Условие плавания тел;Импульс материальной точки;Импульс системы тел;Закон изменения и сохранения импульса. Реактивное движение;Работа силы на малом перемещении;Мощность силы;Кинетическая энергия материальной точки. Теорема об изменении кинетической энергии системы материальных точек;Потенциальная энергия. Потенциальная энергия материальной точки в однородном поле тяжести. Потенциальная энергия упруго деформированного тела;Закон изменения и сохранения механической энергии;Гармонические колебания материальной точки. Амплитуда и фаза колебаний. Кинематическое описание. Динамическое описание. Энергетическое описание (закон						

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации ¹ 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.
	сохранения механической энергии). Связь амплитуды колебаний смещения материальной точки с амплитудами колебаний её скорости и ускорения;Период и частота колебаний. Период малых свободных колебаний математического маятника. Период свободных колебаний пружинного маятника;Вынужденные колебания. Резонанс. Резонансная кривая;Поперечные и продольные волны. Скорость распространения и длина волны. Интерференция и дифракция волн;Звук. Скорость звука ;Сформированность умений применять законы классической механики, молекулярной физики и термодинамики, электродинамики, квантовой физики для анализа и объяснения явлений микромира, макромира и мегамира, различать условия (границы, области) применимости физических законов, понимать всеобщий характер фундаментальных законов и ограниченность использования частных законов; анализировать физические процессы, используя основные положения, законы и закономерности						
7	Связь температуры газа со средней кинетической энергией поступательного теплового движения его молекул;Уравнение $p = nkT$;Модель идеального газа в термодинамике;Изопроцессы в разреженном газе с постоянным числом молекул N (с постоянным количеством вещества ν);Сформированность умений распознавать физические явления (процессы) и объяснять их на основе изученных законов ;Владение основополагающими физическими понятиями и величинами, характеризующими физические процессы	Базовый	94,50%	40,00%	84,00%	97,85%	100,00 %
8	4 Количество теплоты. Удельная теплоёмкость вещества ;Удельная теплота парообразования. Удельная теплота плавления. Удельная теплота сгорания топлива;Элементарная работа в термодинамике: $A = \Delta p \cdot V$. Вычисление работы по графику процесса на pV -диаграмме ;Первый закон термодинамики. Адиабата;Принципы действия тепловых машин. КПД;Максимальное значение КПД. Цикл	Базовый	87,76%	0,00%	66,00%	94,41%	99,18%

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации ¹ 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.
	Карно;Сформированность умений распознавать физические явления (процессы) и объяснять их на основе изученных законов ;Владение основополагающими физическими понятиями и величинами, характеризующими физические процессы						
9	МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА. ТЕРМОДИНАМИКА;МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА;ТЕРМОДИНАМИКА;Модели строения газов, жидкостей и твёрдых тел;Тепловое движение атомов и молекул вещества;Взаимодействие частиц вещества ;Диффузия. Броуновское движение ;Модель идеального газа в МКТ;Связь между давлением и средней кинетической энергией поступательного теплового движения молекул идеального газа (основное уравнение МКТ);Абсолютная температура;Связь температуры газа со средней кинетической энергией поступательного теплового движения его молекул;Уравнение $p = nkT$;Модель идеального газа в термодинамике;Закон Дальтона для давления смеси разреженных газов;Изопроцессы в разреженном газе с постоянным числом молекул N (с постоянным количеством вещества ν);Насыщенные и ненасыщенные пары. Качественная зависимость плотности и давления насыщенного пара от температуры, их независимость от объёма насыщенного пара ;Влажность воздуха. Относительная влажность;Изменение агрегатных состояний вещества: испарение и конденсация, кипение жидкости;Изменение агрегатных состояний вещества: плавление и кристаллизация ;Преобразование энергии в фазовых переходах ;Тепловое равновесие и температура;Внутренняя энергия ;Теплопередача как способ изменения внутренней энергии без совершения работы. Конвекция, теплопроводность, излучение ;4 Количество теплоты. Удельная теплоёмкость вещества ;Удельная теплота парообразования. Удельная теплота плавления. Удельная теплота сгорания топлива;Элементарная работа в термодинамике: А	Повышенный	42,01%	20,00%	25,20%	36,13%	70,90%

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации ¹ 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.
	= $\Delta p \cdot V$. Вычисление работы по графику процесса на pV -диаграмме; Первый закон термодинамики. Адиабата; Второй закон термодинамики. Необратимые процессы; Принципы действия тепловых машин. КПД; Максимальное значение КПД. Цикл Карно; Уравнение теплового баланса; Сформированность умений применять законы классической механики, молекулярной физики и термодинамики, электродинамики, квантовой физики для анализа и объяснения явлений микромира, макромира и мегамира, различать условия (границы, области) применимости физических законов, понимать всеобщий характер фундаментальных законов и ограниченность использования частных законов; анализировать физические процессы, используя основные положения, законы и закономерности						
10	МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА. ТЕРМОДИНАМИКА; МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА; ТЕРМОДИНАМИКА; Модели строения газов, жидкостей и твёрдых тел; Тепловое движение атомов и молекул вещества; Взаимодействие частиц вещества; Диффузия. Броуновское движение; Модель идеального газа в МКТ; Связь между давлением и средней кинетической энергией поступательного теплового движения молекул идеального газа (основное уравнение МКТ); Абсолютная температура; Связь температуры газа со средней кинетической энергией поступательного теплового движения его молекул; Уравнение $p = nkT$; Модель идеального газа в термодинамике; Закон Дальтона для давления смеси разреженных газов; Изопрцессы в разреженном газе с постоянным числом молекул N (с постоянным количеством вещества ν); Насыщенные и ненасыщенные пары. Качественная зависимость плотности и давления насыщенного пара от температуры, их независимость от объёма насыщенного пара; Влажность воздуха. Относительная	Базовый	83,35%	30,00%	55,60%	91,08%	98,16%

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации ¹ 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.
	влажность;Изменение агрегатных состояний вещества: испарение и конденсация, кипение жидкости;Изменение агрегатных состояний вещества: плавление и кристаллизация ;Преобразование энергии в фазовых переходах ;Тепловое равновесие и температура;Внутренняя энергия ;Теплопередача как способ изменения внутренней энергии без совершения работы. Конвекция, теплопроводность, излучение ;4 Количество теплоты. Удельная теплоёмкость вещества ;Удельная теплота парообразования. Удельная теплота плавления. Удельная теплота сгорания топлива;Элементарная работа в термодинамике: $A = \Delta p \cdot V$. Вычисление работы по графику процесса на pV -диаграмме ;Первый закон термодинамики. Адиабата;Второй закон термодинамики. Необратимые процессы ;Принципы действия тепловых машин. КПД;Максимальное значение КПД. Цикл Карно;Уравнение теплового баланса;Сформированность умений применять законы классической механики, молекулярной физики и термодинамики, электродинамики, квантовой физики для анализа и объяснения явлений микромира, макромира и мегамира, различать условия (границы, области) применимости физических законов, понимать всеобщий характер фундаментальных законов и ограниченность использования частных законов; анализировать физические процессы, используя основные положения, законы и закономерности						
11	Взаимодействие зарядов. Точечные заряды. Закон Кулона; Сила тока. Постоянный ток;Закон Ома для участка цепи;Работа электрического тока. Закон Джоуля – Ленца;Мощность электрического тока. Тепловая мощность, выделяемая на резисторе. Мощность источника тока;Сформированность умений распознавать физические явления (процессы) и объяснять их на основе изученных законов ;Владение основополагающими физическими понятиями и величинами, характеризующими физические процессы	Базовый	72,30%	0,00%	41,20%	76,99%	96,72%

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации ¹ 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.
12	Сила Ампера, её направление и величина; Сила Лоренца, её направление и величина. Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле ; Закон электромагнитной индукции Фарадея; Индуктивность. Самоиндукция. ЭДС самоиндукции; Энергия магнитного поля катушки с током; Сформированность умений распознавать физические явления (процессы) и объяснять их на основе изученных законов ; Владение основополагающими физическими понятиями и величинами, характеризующими физические процессы	Базовый	88,07%	0,00%	68,00%	94,19%	98,77%
13	Колебательный контур. Свободные электромагнитные колебания в идеальном колебательном контуре. Формула Томсона. Связь амплитуды заряда конденсатора с амплитудой силы тока при свободных электромагнитных колебаниях в идеальном колебательном контуре; Законы отражения света. $\alpha = \beta$; Построение изображений в плоском зеркале; Формула тонкой линзы. Увеличение, даваемое линзой; Сформированность умений распознавать физические явления (процессы) и объяснять их на основе изученных законов ; Владение основополагающими физическими понятиями и величинами, характеризующими физические процессы	Базовый	81,85%	0,00%	64,00%	84,30%	97,13%
14	ЭЛЕКТРОДИНАМИКА; ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ; ЗАКОНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА; МАГНИТНОЕ ПОЛЕ; ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ; ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ; ОПТИКА; Электризация тел и её проявления. Электрический заряд. Два вида заряда. Элементарный электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда ; Взаимодействие зарядов. Точечные заряды. Закон Кулона; Электрическое поле. Его действие на электрические заряды; Напряжённость электрического поля. Поле точечного заряда. Картины линий напряжённости этих	Повышенный	48,60%	20,00%	29,00%	43,98%	78,07%

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации ¹ 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.
	полей ;Потенциальность электростатического поля. Разность потенциалов и напряжение. Потенциальная энергия заряда в электростатическом поле. Потенциал электростатического поля. Связь напряжённости поля и разности потенциалов для однородного электростатического поля;Принцип суперпозиции электрических полей;Проводники в электростатическом поле. Условие равновесия зарядов;Диэлектрики в электростатическом поле. Диэлектрическая проницаемость вещества ϵ;Конденсатор. Электроёмкость конденсатора. Электроёмкость плоского конденсатора. Электроёмкость плоского воздушного конденсатора;Параллельное соединение конденсаторов. Последовательное соединение конденсаторов;Энергия заряженного конденсатора; Сила тока. Постоянный ток;Условия существования электрического тока. Напряжение U и ЭДС;Закон Ома для участка цепи;Электрическое сопротивление. Зависимость сопротивления однородного проводника от его длины и сечения. Удельное сопротивление вещества; Источники тока. ЭДС источника тока. Внутреннее сопротивление источника тока ;Закон Ома для полной (замкнутой) электрической цепи;Параллельное и последовательное соединение проводников;Работа электрического тока. Закон Джоуля – Ленца;Мощность электрического тока. Тепловая мощность, выделяемая на резисторе. Мощность источника тока;Свободные носители электрических зарядов в проводниках. Механизмы проводимости твёрдых металлов, растворов и расплавов электролитов, газов. Полупроводники. Полупроводниковый диод;Механическое взаимодействие магнитов. Магнитное поле. Вектор магнитной индукции. Принцип суперпозиции магнитных полей. Линии индукции магнитного поля. Картина линий индукции магнитного поля полосового и подковообразного постоянных магнитов ;Опыт Эрстеда. Магнитное поле проводника с током.						

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации ¹ 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.
	Картина линий индукции магнитного поля длинного прямого проводника и замкнутого кольцевого проводника, катушки с током; Сила Ампера, её направление и величина; Сила Лоренца, её направление и величина. Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле ; Поток вектора магнитной индукции; Явление электромагнитной индукции. ЭДС индукции ; Закон электромагнитной индукции Фарадея; ЭДС индукции в прямом проводнике ; Правило Ленца ; Индуктивность. Самоиндукция. ЭДС самоиндукции; Энергия магнитного поля катушки с током; Колебательный контур. Свободные электромагнитные колебания в идеальном колебательном контуре. Формула Томсона. Связь амплитуды заряда конденсатора с амплитудой силы тока при свободных электромагнитных колебаниях в идеальном колебательном контуре; Закон сохранения энергии в идеальном колебательном контуре; Вынужденные электромагнитные колебания. Резонанс ; Переменный ток. Производство, передача и потребление электрической энергии ; Свойства электромагнитных волн. Взаимная ориентация векторов в электромагнитной волне в вакууме; Шкала электромагнитных волн. Применение электромагнитных волн в технике и быту; Прямолинейное распространение света в однородной среде. Точечный источник. Луч света; Законы отражения света. $\alpha = \beta$; Построение изображений в плоском зеркале; Законы преломления света. Преломление света. Абсолютный показатель преломления. Относительный показатель преломления. Ход лучей в призме. Соотношение частот и соотношение длин волн при переходе монохроматического света через границу раздела двух оптических сред; Полное внутреннее отражение. Предельный угол полного внутреннего отражения; Собирающие и рассеивающие линзы. Тонкая линза. Фокусное расстояние и оптическая сила тонкой линзы; Формула						

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации ¹ 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.
	тонкой линзы. Увеличение, даваемое линзой;Ход луча, прошедшего линзу под произвольным углом к её главной оптической оси. Построение изображений точки и отрезка прямой в собирающих и рассеивающих линзах и их системах ;Фотоаппарат как оптический прибор. Глаз как оптическая система ;Интерференция света. Когерентные источники. Условия наблюдения максимумов и минимумов в интерференционной картине от двух синфазных когерентных источников;Дифракция света. Дифракционная решётка. Условие наблюдения главных максимумов при нормальном падении монохроматического света с длиной волны λ на решётку с периодом d ;Дисперсия света ;Сформированность умений применять законы классической механики, молекулярной физики и термодинамики, электродинамики, квантовой физики для анализа и объяснения явлений микромира, макромира и мегамира, различать условия (границы, области) применимости физических законов, понимать всеобщий характер фундаментальных законов и ограниченность использования частных законов; анализировать физические процессы, используя основные положения, законы и закономерности						
15	ЭЛЕКТРОДИНАМИКА;ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ;ЗАКОНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА;МАГНИТНОЕ ПОЛЕ;ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ;ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ;ОПТИКА;Электризация тел и её проявления. Электрический заряд. Два вида заряда. Элементарный электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда ;Взаимодействие зарядов. Точечные заряды. Закон Кулона;Электрическое поле. Его действие на электрические заряды;Напряжённость электрического поля. Поле точечного заряда. Картины линий напряжённости этих полей ;Потенциальность электростатического поля. Разность потенциалов и напряжение. Потенциальная энергия заряда в	Базовый	76,66%	30,00%	53,20%	79,03%	97,13%

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации ¹ 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.
	электростатическом поле. Потенциал электростатического поля. Связь напряжённости поля и разности потенциалов для однородного электростатического поля; Принцип суперпозиции электрических полей; Проводники в электростатическом поле. Условие равновесия зарядов; Диэлектрики в электростатическом поле. Диэлектрическая проницаемость вещества ϵ; Конденсатор. Электроёмкость конденсатора. Электроёмкость плоского конденсатора. Электроёмкость плоского воздушного конденсатора; Параллельное соединение конденсаторов. Последовательное соединение конденсаторов; Энергия заряженного конденсатора; Сила тока. Постоянный ток; Условия существования электрического тока. Напряжение U и ЭДС; Закон Ома для участка цепи; Электрическое сопротивление. Зависимость сопротивления однородного проводника от его длины и сечения. Удельное сопротивление вещества; Источники тока. ЭДС источника тока. Внутреннее сопротивление источника тока; Закон Ома для полной (замкнутой) электрической цепи; Параллельное и последовательное соединение проводников; Работа электрического тока. Закон Джоуля – Ленца; Мощность электрического тока. Тепловая мощность, выделяемая на резисторе. Мощность источника тока; Свободные носители электрических зарядов в проводниках. Механизмы проводимости твёрдых металлов, растворов и расплавов электролитов, газов. Полупроводники. Полупроводниковый диод; Механическое взаимодействие магнитов. Магнитное поле. Вектор магнитной индукции. Принцип суперпозиции магнитных полей. Линии индукции магнитного поля. Картина линий индукции магнитного поля полосового и подковообразного постоянных магнитов; Опыт Эрстеда. Магнитное поле проводника с током. Картина линий индукции магнитного поля длинного прямого проводника и замкнутого кольцевого проводника, катушки с						

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации ¹ 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.
	током;Сила Ампера, её направление и величина;Сила Лоренца, её направление и величина. Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле ;Поток вектора магнитной индукции;Явление электромагнитной индукции. ЭДС индукции ;Закон электромагнитной индукции Фарадея;ЭДС индукции в прямом проводнике ;Правило Ленца ;Индуктивность. Самоиндукция. ЭДС самоиндукции;Энергия магнитного поля катушки с током;Колебательный контур. Свободные электромагнитные колебания в идеальном колебательном контуре. Формула Томсона. Связь амплитуды заряда конденсатора с амплитудой силы тока при свободных электромагнитных колебаниях в идеальном колебательном контуре;Закон сохранения энергии в идеальном колебательном контуре;Вынужденные электромагнитные колебания. Резонанс ;Переменный ток. Производство, передача и потребление электрической энергии ;Свойства электромагнитных волн. Взаимная ориентация векторов в электромагнитной волне в вакууме;Шкала электромагнитных волн. Применение электромагнитных волн в технике и быту;Прямолинейное распространение света в однородной среде. Точечный источник. Луч света;Законы отражения света. $\alpha = \beta$;Построение изображений в плоском зеркале;Законы преломления света. Преломление света. Абсолютный показатель преломления. Относительный показатель преломления. Ход лучей в призме. Соотношение частот и соотношение длин волн при переходе монохроматического света через границу раздела двух оптических сред;Полное внутреннее отражение. Предельный угол полного внутреннего отражения;Собирающие и рассеивающие линзы. Тонкая линза. Фокусное расстояние и оптическая сила тонкой линзы;Формула тонкой линзы. Увеличение, даваемое линзой;Ход луча, прошедшего линзу под произвольным углом к её главной оптической оси.						

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации ¹ 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.
	Построение изображений точки и отрезка прямой в собирающих и рассеивающих линзах и их системах ;Фотоаппарат как оптический прибор. Глаз как оптическая система ;Интерференция света. Когерентные источники. Условия наблюдения максимумов и минимумов в интерференционной картине от двух синфазных когерентных источников;Дифракция света. Дифракционная решётка. Условие наблюдения главных максимумов при нормальном падении монохроматического света с длиной волны λ на решётку с периодом d ;Дисперсия света ;Сформированность умений применять законы классической механики, молекулярной физики и термодинамики, электродинамики, квантовой физики для анализа и объяснения явлений микромира, макромира и мегамира, различать условия (границы, области) применимости физических законов, понимать всеобщий характер фундаментальных законов и ограниченность использования частных законов; анализировать физические процессы, используя основные положения, законы и закономерности						
16	ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА;Планетарная модель атома ;Нуклонная модель ядра Гейзенберга – Иваненко. Заряд ядра. Массовое число ядра. Изотопы;Радиоактивность. Альфа-распад. Бета-распад. Электронный β -распад. Позитронный β -распад. Гамма-излучение;Закон радиоактивного распада;Ядерные реакции. Деление и синтез ядер ;Сформированность умений распознавать физические явления (процессы) и объяснять их на основе изученных законов ;Владение основополагающими физическими понятиями и величинами, характеризующими физические процессы	Базовый	82,47%	0,00%	60,40%	87,10%	97,95%
17	КВАНТОВАЯ ФИЗИКА;КОРПУСКУЛЯРНО-ВОЛНОВОЙ ДУАЛИЗМ;ФИЗИКА АТОМА;ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА;Гипотеза М. Планка о квантах. Формула Планка: $E = h\nu$;Фотоны. Энергия фотона. Импульс фотона;Фотоэффект. Опыты А.Г. Столетова. Законы фотоэффекта;Уравнение Эйнштейна для	Базовый	69,61%	30,00%	42,20%	71,72%	94,47%

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации ¹ 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.
	фотоэффекта; Давление света. Давление света на полностью отражающую поверхность и на полностью поглощающую поверхность ; Планетарная модель атома ; Постулаты Бора. Излучение и поглощение фотонов при переходе атома с одного уровня энергии на другой; Линейчатые спектры. Спектр уровней энергии атома водорода; Нуклонная модель ядра Гейзенберга – Иваненко. Заряд ядра. Массовое число ядра. Изотопы; Радиоактивность. Альфа-распад. Бета-распад. Электронный β -распад. Позитронный β -распад. Гамма-излучение; Закон радиоактивного распада; Ядерные реакции. Деление и синтез ядер ; Сформированность умений применять законы классической механики, молекулярной физики и термодинамики, электродинамики, квантовой физики для анализа и объяснения явлений микромира, макромира и мегамира, различать условия (границы, области) применимости физических законов, понимать всеобщий характер фундаментальных законов и ограниченность использования частных законов; анализировать физические процессы, используя основные положения, законы и закономерности						
18	МЕХАНИКА; МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА. ТЕРМОДИНАМИКА; ЭЛЕКТРОДИНАМИКА; КВАНТОВАЯ ФИЗИКА; КИНЕМАТИКА; ДИНАМИКА; СТАТИКА; ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ В МЕХАНИКЕ; МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ; МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА; ТЕРМОДИНАМИКА; ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ; ЗАКОНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА; МАГНИТНОЕ ПОЛЕ; ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ; ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ; ОПТИКА; КОРПУСКУЛЯРНО-ВОЛНОВОЙ ДУАЛИЗМ; ФИЗИКА АТОМА; ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА; Механическое движение. Относительность механического	Базовый	58,09%	20,00%	39,20%	55,81%	82,58%

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации ¹ 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.
	движения. Система отсчёта; Материальная точка. Её радиус-вектор; траектория, перемещение, путь. Сложение перемещений; Скорость материальной точки. Сложение скоростей. Вычисление перемещения и пути материальной точки при прямолинейном движении вдоль оси x по графику зависимости $vx(t)$; Ускорение материальной точки; Равномерное прямолинейное движение; Равноускоренное прямолинейное движение; Свободное падение. Ускорение свободного падения. Движение тела, брошенного под углом α к горизонту; Криволинейное движение. Движение материальной точки по окружности. Угловая и линейная скорость точки: $v = \omega R$. Центростремительное ускорение точки. Полное ускорение материальной точки; Твёрдое тело. Поступательное и вращательное движение твёрдого тела; Инерциальные системы отсчёта. Первый закон Ньютона. Принцип относительности Галилея; Масса тела. Плотность вещества; Сила. Принцип суперпозиции сил; Второй закон Ньютона: для материальной точки в ИСО; Третий закон Ньютона для материальных точек; Закон всемирного тяготения. Сила тяжести. Центр тяжести тела. Зависимость силы тяжести от высоты h над поверхностью планеты радиусом R_0; Сила упругости. Закон Гука. Вес тела; Сила трения. Сухое трение. Сила трения скольжения. Сила трения покоя. Коэффициент трения; Давление; Момент силы относительно оси вращения; Центр масс тела. Центр масс системы материальных точек; Условия равновесия твёрдого тела в ИСО; Закон Паскаля; Давление в жидкости, покоящейся в ИСО; Закон Архимеда. Условие плавания тел; Импульс материальной точки; Импульс системы тел; Закон изменения и сохранения импульса. Реактивное движение; Работа силы на малом перемещении; Мощность силы; Кинетическая энергия материальной точки. Теорема об изменении кинетической энергии системы материальных						

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации ¹ 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.
	точек;Потенциальная энергия. Потенциальная энергия материальной точки в однородном поле тяжести. Потенциальная энергия упруго деформированного тела;Закон изменения и сохранения механической энергии;Гармонические колебания материальной точки. Амплитуда и фаза колебаний. Кинематическое описание. Динамическое описание. Энергетическое описание (закон сохранения механической энергии). Связь амплитуды колебаний смещения материальной точки с амплитудами колебаний её скорости и ускорения;Период и частота колебаний. Период малых свободных колебаний математического маятника. Период свободных колебаний пружинного маятника;Вынужденные колебания. Резонанс. Резонансная кривая;Поперечные и продольные волны. Скорость распространения и длина волны. Интерференция и дифракция волн;Звук. Скорость звука ;Модели строения газов, жидкостей и твёрдых тел;Тепловое движение атомов и молекул вещества;Взаимодействие частиц вещества ;Диффузия. Броуновское движение ;Модель идеального газа в МКТ;Связь между давлением и средней кинетической энергией поступательного теплового движения молекул идеального газа (основное уравнение МКТ);Абсолютная температура;Связь температуры газа со средней кинетической энергией поступательного теплового движения его молекул;Уравнение $p = nkT$;Модель идеального газа в термодинамике;Закон Дальтона для давления смеси разреженных газов;Изопрцессы в разреженном газе с постоянным числом молекул N (с постоянным количеством вещества ν);Насыщенные и ненасыщенные пары. Качественная зависимость плотности и давления насыщенного пара от температуры, их независимость от объёма насыщенного пара ;Влажность воздуха. Относительная влажность;Изменение агрегатных состояний вещества: испарение и конденсация, кипение жидкости;Изменение агрегатных состояний						

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации ¹ 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.
	вещества: плавление и кристаллизация ;Преобразование энергии в фазовых переходах ;Тепловое равновесие и температура;Внутренняя энергия ;Теплопередача как способ изменения внутренней энергии без совершения работы. Конвекция, теплопроводность, излучение ;4 Количество теплоты. Удельная теплоёмкость вещества ;Удельная теплота парообразования. Удельная теплота плавления. Удельная теплота сгорания топлива;Элементарная работа в термодинамике: $A = \Delta p \cdot V$. Вычисление работы по графику процесса на pV-диаграмме ;Первый закон термодинамики. Адиабата;Второй закон термодинамики. Необратимые процессы ;Принципы действия тепловых машин. КПД;Максимальное значение КПД. Цикл Карно;Уравнение теплового баланса;Электризация тел и её проявления. Электрический заряд. Два вида заряда. Элементарный электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда ;Взаимодействие зарядов. Точечные заряды. Закон Кулона;Электрическое поле. Его действие на электрические заряды;Напряжённость электрического поля. Поле точечного заряда. Картины линий напряжённости этих полей ;Потенциальность электростатического поля. Разность потенциалов и напряжение. Потенциальная энергия заряда в электростатическом поле. Потенциал электростатического поля. Связь напряжённости поля и разности потенциалов для однородного электростатического поля;Принцип суперпозиции электрических полей;Проводники в электростатическом поле. Условие равновесия зарядов;Диэлектрики в электростатическом поле. Диэлектрическая проницаемость вещества ϵ;Конденсатор. Электроёмкость конденсатора. Электроёмкость плоского конденсатора. Электроёмкость плоского воздушного конденсатора;Параллельное соединение конденсаторов. Последовательное соединение конденсаторов;Энергия заряженного конденсатора; Сила тока. Постоянный ток;Условия существования						

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации ¹ 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.
	электрического тока. Напряжение U и ЭДС; Закон Ома для участка цепи; Электрическое сопротивление. Зависимость сопротивления однородного проводника от его длины и сечения. Удельное сопротивление вещества; Источники тока. ЭДС источника тока. Внутреннее сопротивление источника тока ; Закон Ома для полной (замкнутой) электрической цепи; Параллельное и последовательное соединение проводников; Работа электрического тока. Закон Джоуля – Ленца; Мощность электрического тока. Тепловая мощность, выделяемая на резисторе. Мощность источника тока; Свободные носители электрических зарядов в проводниках. Механизмы проводимости твёрдых металлов, растворов и расплавов электролитов, газов. Полупроводники. Полупроводниковый диод; Механическое взаимодействие магнитов. Магнитное поле. Вектор магнитной индукции. Принцип суперпозиции магнитных полей. Линии индукции магнитного поля. Картина линий индукции магнитного поля полосового и подковообразного постоянных магнитов ; Опыт Эрстеда. Магнитное поле проводника с током. Картина линий индукции магнитного поля длинного прямого проводника и замкнутого кольцевого проводника, катушки с током; Сила Ампера, её направление и величина; Сила Лоренца, её направление и величина. Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле ; Поток вектора магнитной индукции; Явление электромагнитной индукции. ЭДС индукции ; Закон электромагнитной индукции Фарадея; ЭДС индукции в прямом проводнике ; Правило Ленца ; Индуктивность. Самоиндукция. ЭДС самоиндукции; Энергия магнитного поля катушки с током; Колебательный контур. Свободные электромагнитные колебания в идеальном колебательном контуре. Формула Томсона. Связь амплитуды заряда конденсатора с амплитудой силы тока при свободных электромагнитных колебаниях						

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации ¹ 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.
	в идеальном колебательном контуре; Закон сохранения энергии в идеальном колебательном контуре; Вынужденные электромагнитные колебания. Резонанс ; Переменный ток. Производство, передача и потребление электрической энергии ; Свойства электромагнитных волн. Взаимная ориентация векторов в электромагнитной волне в вакууме; Шкала электромагнитных волн. Применение электромагнитных волн в технике и быту; Прямолинейное распространение света в однородной среде. Точечный источник. Луч света; Законы отражения света. $\alpha = \beta$; Построение изображений в плоском зеркале; Законы преломления света. Преломление света. Абсолютный показатель преломления. Относительный показатель преломления. Ход лучей в призме. Соотношение частот и соотношение длин волн при переходе монохроматического света через границу раздела двух оптических сред; Полное внутреннее отражение. Предельный угол полного внутреннего отражения; Собирающие и рассеивающие линзы. Тонкая линза. Фокусное расстояние и оптическая сила тонкой линзы; Формула тонкой линзы. Увеличение, даваемое линзой; Ход луча, прошедшего линзу под произвольным углом к её главной оптической оси. Построение изображений точки и отрезка прямой в собирающих и рассеивающих линзах и их системах ; Фотоаппарат как оптический прибор. Глаз как оптическая система ; Интерференция света. Когерентные источники. Условия наблюдения максимумов и минимумов в интерференционной картине от двух синфазных когерентных источников; Дифракция света. Дифракционная решётка. Условие наблюдения главных максимумов при нормальном падении монохроматического света с длиной волны λ на решётку с периодом d; Дисперсия света ; Гипотеза М. Планка о квантах. Формула Планка: $E = h\nu$; Фотоны. Энергия фотона. Импульс фотона; Фотоэффект. Опыты А.Г. Столетова. Законы фотоэффекта; Уравнение Эйнштейна						

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации ¹ 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.
	для фотоэффекта; Давление света. Давление света на полностью отражающую поверхность и на полностью поглощающую поверхность ; Планетарная модель атома ; Постулаты Бора. Излучение и поглощение фотонов при переходе атома с одного уровня энергии на другой; Линейчатые спектры. Спектр уровней энергии атома водорода; Нуклонная модель ядра Гейзенберга – Иваненко. Заряд ядра. Массовое число ядра. Изотопы; Радиоактивность. Альфа-распад. Бета-распад. Электронный β -распад. Позитронный β -распад. Гамма-излучение; Закон радиоактивного распада; Ядерные реакции. Деление и синтез ядер ; Владение основополагающими физическими понятиями и величинами, характеризующими физические процессы						
19	МЕХАНИКА; МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА. ТЕРМОДИНАМИКА; ЭЛЕКТРОДИНАМИКА; КИНЕМАТИКА; ДИНАМИКА; СТАТИКА; ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ В МЕХАНИКЕ; МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ; МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА; ТЕРМОДИНАМИКА; ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ; ЗАКОНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА; МАГНИТНОЕ ПОЛЕ; ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ; ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ; ОПТИКА; Механическое движение. Относительность механического движения. Система отсчёта; Материальная точка. Её радиус-вектор: траектория, перемещение, путь. Сложение перемещений; Скорость материальной точки. Сложение скоростей. Вычисление перемещения и пути материальной точки при прямолинейном движении вдоль оси x по графику зависимости $v_x(t)$; Ускорение материальной точки; Равномерное прямолинейное движение; Равноускоренное прямолинейное движение; Свободное падение. Ускорение свободного падения. Движение тела,	Базовый	85,17%	20,00%	68,00%	88,82%	97,13%

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации ¹ 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.
	брошенного под углом α к горизонту;Криволинейное движение. Движение материальной точки по окружности. Угловая и линейная скорость точки: $v = \omega R$. Центробежное ускорение точки. Полное ускорение материальной точки ;Твёрдое тело. Поступательное и вращательное движение твёрдого тела;Инерциальные системы отсчёта. Первый закон Ньютона. Принцип относительности Галилея;Масса тела. Плотность вещества;Сила. Принцип суперпозиции сил;Второй закон Ньютона: для материальной точки в ИСО ;Третий закон Ньютона для материальных точек;Закон всемирного тяготения. Сила тяжести. Центр тяжести тела. Зависимость силы тяжести от высоты h над поверхностью планеты радиусом R_0 ;Сила упругости. Закон Гука. Вес тела;Сила трения. Сухое трение. Сила трения скольжения. Сила трения покоя. Коэффициент трения;Давление;Момент силы относительно оси вращения;Центр масс тела. Центр масс системы материальных точек;Условия равновесия твёрдого тела в ИСО;Закон Паскаля;Давление в жидкости, покоящейся в ИСО;Закон Архимеда. Условие плавания тел;Импульс материальной точки;Импульс системы тел;Закон изменения и сохранения импульса. Реактивное движение;Работа силы на малом перемещении;Мощность силы;Кинетическая энергия материальной точки. Теорема об изменении кинетической энергии системы материальных точек;Потенциальная энергия. Потенциальная энергия материальной точки в однородном поле тяжести. Потенциальная энергия упруго деформированного тела;Закон изменения и сохранения механической энергии;Гармонические колебания материальной точки. Амплитуда и фаза колебаний. Кинематическое описание. Динамическое описание. Энергетическое описание (закон сохранения механической энергии). Связь амплитуды колебаний смещения материальной точки с амплитудами колебаний её						

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации ¹ 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.
	скорости и ускорения;Период и частота колебаний. Период малых свободных колебаний математического маятника. Период свободных колебаний пружинного маятника;Вынужденные колебания. Резонанс. Резонансная кривая;Поперечные и продольные волны. Скорость распространения и длина волны. Интерференция и дифракция волн;Звук. Скорость звука ;Модели строения газов, жидкостей и твёрдых тел;Тепловое движение атомов и молекул вещества;Взаимодействие частиц вещества ;Диффузия. Броуновское движение ;Модель идеального газа в МКТ;Связь между давлением и средней кинетической энергией поступательного теплового движения молекул идеального газа (основное уравнение МКТ);Абсолютная температура;Связь температуры газа со средней кинетической энергией поступательного теплового движения его молекул;Уравнение $p = nkT$;Модель идеального газа в термодинамике;Закон Дальтона для давления смеси разреженных газов;Изопроцессы в разреженном газе с постоянным числом молекул N (с постоянным количеством вещества ν);Насыщенные и ненасыщенные пары. Качественная зависимость плотности и давления насыщенного пара от температуры, их независимость от объёма насыщенного пара ;Влажность воздуха. Относительная влажность;Изменение агрегатных состояний вещества: испарение и конденсация, кипение жидкости;Изменение агрегатных состояний вещества: плавление и кристаллизация ;Преобразование энергии в фазовых переходах ;Тепловое равновесие и температура;Внутренняя энергия ;Теплопередача как способ изменения внутренней энергии без совершения работы. Конвекция, теплопроводность, излучение ;4 Количество теплоты. Удельная теплоёмкость вещества ;Удельная теплота парообразования. Удельная теплота плавления. Удельная теплота сгорания топлива;Элементарная работа в термодинамике: $A = \Delta p V$. Вычисление работы по графику процесса на pV-диаграмме						

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации ¹ 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.
	Первый закон термодинамики. Адиабата;Второй закон термодинамики. Необратимые процессы ;Принципы действия тепловых машин. КПД;Максимальное значение КПД. Цикл Карно;Уравнение теплового баланса;Электризация тел и её проявления. Электрический заряд. Два вида заряда. Элементарный электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда ;Взаимодействие зарядов. Точечные заряды. Закон Кулона;Электрическое поле. Его действие на электрические заряды;Напряжённость электрического поля. Поле точечного заряда. Картины линий напряжённости этих полей ;Потенциальность электростатического поля. Разность потенциалов и напряжение. Потенциальная энергия заряда в электростатическом поле. Потенциал электростатического поля. Связь напряжённости поля и разности потенциалов для однородного электростатического поля;Принцип суперпозиции электрических полей;Проводники в электростатическом поле. Условие равновесия зарядов;Диэлектрики в электростатическом поле. Диэлектрическая проницаемость вещества ϵ;Конденсатор. Электроёмкость конденсатора. Электроёмкость плоского конденсатора. Электроёмкость плоского воздушного конденсатора;Параллельное соединение конденсаторов. Последовательное соединение конденсаторов;Энергия заряженного конденсатора; Сила тока. Постоянный ток;Условия существования электрического тока. Напряжение U и ЭДС;Закон Ома для участка цепи;Электрическое сопротивление. Зависимость сопротивления однородного проводника от его длины и сечения. Удельное сопротивление вещества; Источники тока. ЭДС источника тока. Внутреннее сопротивление источника тока ;Закон Ома для полной (замкнутой) электрической цепи;Параллельное и последовательное соединение проводников;Работа электрического тока. Закон Джоуля – Ленца;Мощность электрического тока. Тепловая мощность,						

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации ¹ 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.
	выделяемая на резисторе. Мощность источника тока;Свободные носители электрических зарядов в проводниках. Механизмы проводимости твёрдых металлов, растворов и расплавов электролитов, газов. Полупроводники. Полупроводниковый диод;Механическое взаимодействие магнитов. Магнитное поле. Вектор магнитной индукции. Принцип суперпозиции магнитных полей. Линии индукции магнитного поля. Картина линий индукции магнитного поля полосового и подковообразного постоянных магнитов ;Опыт Эрстеда. Магнитное поле проводника с током. Картина линий индукции магнитного поля длинного прямого проводника и замкнутого кольцевого проводника, катушки с током;Сила Ампера, её направление и величина;Сила Лоренца, её направление и величина. Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле ;Поток вектора магнитной индукции;Явление электромагнитной индукции. ЭДС индукции ;Закон электромагнитной индукции Фарадея;ЭДС индукции в прямом проводнике ;Правило Ленца ;Индуктивность. Самоиндукция. ЭДС самоиндукции;Энергия магнитного поля катушки с током;Колебательный контур. Свободные электромагнитные колебания в идеальном колебательном контуре. Формула Томсона. Связь амплитуды заряда конденсатора с амплитудой силы тока при свободных электромагнитных колебаниях в идеальном колебательном контуре;Закон сохранения энергии в идеальном колебательном контуре;Вынужденные электромагнитные колебания. Резонанс ;Переменный ток. Производство, передача и потребление электрической энергии ;Свойства электромагнитных волн. Взаимная ориентация векторов в электромагнитной волне в вакууме;Шкала электромагнитных волн. Применение электромагнитных волн в технике и быту;Прямолинейное распространение света в однородной среде. Точечный источник. Луч						

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации ¹ 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.
	света;Законы отражения света. $\alpha = \beta$;Построение изображений в плоском зеркале;Законы преломления света. Преломление света. Абсолютный показатель преломления. Относительный показатель преломления. Ход лучей в призме. Соотношение частот и соотношение длин волн при переходе монохроматического света через границу раздела двух оптических сред;Полное внутреннее отражение. Предельный угол полного внутреннего отражения;Собирающие и рассеивающие линзы. Тонкая линза. Фокусное расстояние и оптическая сила тонкой линзы;Формула тонкой линзы. Увеличение, даваемое линзой;Ход луча, прошедшего линзу под произвольным углом к её главной оптической оси. Построение изображений точки и отрезка прямой в собирающих и рассеивающих линзах и их системах ;Фотоаппарат как оптический прибор. Глаз как оптическая система ;Интерференция света. Когерентные источники. Условия наблюдения максимумов и минимумов в интерференционной картине от двух синфазных когерентных источников;Дифракция света. Дифракционная решётка. Условие наблюдения главных максимумов при нормальном падении монохроматического света с длиной волны λ на решётку с периодом d;Дисперсия света ;Владение основными методами научного познания, используемыми в физике: проводить прямые и косвенные измерения физических величин, выбирая оптимальный способ измерения и используя известные методы оценки погрешностей измерений, проводить исследование зависимостей физических величин с использованием прямых измерений, объяснять полученные результаты, используя физические теории, законы и понятия, и делать выводы; соблюдать правила безопасного труда при проведении исследований в рамках учебного эксперимента и учебно-исследовательской деятельности с использованием цифровых измерительных устройств и лабораторного оборудования						

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации ¹ 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.
20	МЕХАНИКА;МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА. ТЕРМОДИНАМИКА;ЭЛЕКТРОДИНАМИКА;КВАНТОВАЯ ФИЗИКА;КИНЕМАТИКА;ДИНАМИКА;СТАТИКА;ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ В МЕХАНИКЕ;МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ;МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА;ТЕРМОДИНАМИКА;ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ;ЗАКОНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА;МАГНИТНОЕ ПОЛЕ;ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ;ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ;ОПТИКА;КОРПУСКУЛЯРНО-ВОЛНОВОЙ ДУАЛИЗМ;ФИЗИКА АТОМА;ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА;Механическое движение. Относительность механического движения. Система отсчёта;Материальная точка. Её радиус-вектор: траектория, перемещение, путь. Сложение перемещений;Скорость материальной точки. Сложение скоростей. Вычисление перемещения и пути материальной точки при прямолинейном движении вдоль оси x по графику зависимости $v_x(t)$;Ускорение материальной точки;Равномерное прямолинейное движение;Равноускоренное прямолинейное движение;Свободное падение. Ускорение свободного падения. Движение тела, брошенного под углом α к горизонту;Криволинейное движение. Движение материальной точки по окружности. Угловая и линейная скорость точки: $v = \omega R$. Центробежное ускорение точки. Полное ускорение материальной точки ;Твёрдое тело. Поступательное и вращательное движение твёрдого тела;Инерциальные системы отсчёта. Первый закон Ньютона. Принцип относительности Галилея;Масса тела. Плотность вещества;Сила. Принцип суперпозиции сил;Второй закон Ньютона: для материальной точки в ИСО ;Третий закон Ньютона для материальных точек;Закон всемирного тяготения. Сила тяжести.	Базовый	94,61%	40,00%	88,40%	96,34%	98,77%

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации ¹ 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.
	Центр тяжести тела. Зависимость силы тяжести от высоты h над поверхностью планеты радиусом R_0; Сила упругости. Закон Гука. Вес тела; Сила трения. Сухое трение. Сила трения скольжения. Сила трения покоя. Коэффициент трения; Давление; Момент силы относительно оси вращения; Центр масс тела. Центр масс системы материальных точек; Условия равновесия твёрдого тела в ИСО; Закон Паскаля; Давление в жидкости, покоящейся в ИСО; Закон Архимеда. Условие плавания тел; Импульс материальной точки; Импульс системы тел; Закон изменения и сохранения импульса. Реактивное движение; Работа силы на малом перемещении; Мощность силы; Кинетическая энергия материальной точки. Теорема об изменении кинетической энергии системы материальных точек; Потенциальная энергия. Потенциальная энергия материальной точки в однородном поле тяжести. Потенциальная энергия упруго деформированного тела; Закон изменения и сохранения механической энергии; Гармонические колебания материальной точки. Амплитуда и фаза колебаний. Кинематическое описание. Динамическое описание. Энергетическое описание (закон сохранения механической энергии). Связь амплитуды колебаний смещения материальной точки с амплитудами колебаний её скорости и ускорения; Период и частота колебаний. Период малых свободных колебаний математического маятника. Период свободных колебаний пружинного маятника; Вынужденные колебания. Резонанс. Резонансная кривая; Поперечные и продольные волны. Скорость распространения и длина волны. Интерференция и дифракция волн; Звук. Скорость звука; Модели строения газов, жидкостей и твёрдых тел; Тепловое движение атомов и молекул вещества; Взаимодействие частиц вещества; Диффузия. Броуновское движение; Модель идеального газа в МКТ; Связь между давлением и средней кинетической энергией поступательного теплового						

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации ¹ 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.
	движения молекул идеального газа (основное уравнение МКТ); Абсолютная температура; Связь температуры газа со средней кинетической энергией поступательного теплового движения его молекул; Уравнение $p = nkT$; Модель идеального газа в термодинамике; Закон Дальтона для давления смеси разреженных газов; Изопроцессы в разреженном газе с постоянным числом молекул N (с постоянным количеством вещества ν); Насыщенные и ненасыщенные пары. Качественная зависимость плотности и давления насыщенного пара от температуры, их независимость от объёма насыщенного пара; Влажность воздуха. Относительная влажность; Изменение агрегатных состояний вещества: испарение и конденсация, кипение жидкости; Изменение агрегатных состояний вещества: плавление и кристаллизация; Преобразование энергии в фазовых переходах; Тепловое равновесие и температура; Внутренняя энергия; Теплопередача как способ изменения внутренней энергии без совершения работы. Конвекция, теплопроводность, излучение; 4 Количество теплоты. Удельная теплоёмкость вещества; Удельная теплота парообразования. Удельная теплота плавления. Удельная теплота сгорания топлива; Элементарная работа в термодинамике: $A = \Delta p V$. Вычисление работы по графику процесса на pV-диаграмме; Первый закон термодинамики. Адиабата; Второй закон термодинамики. Необратимые процессы; Принципы действия тепловых машин. КПД; Максимальное значение КПД. Цикл Карно; Уравнение теплового баланса; Электризация тел и её проявления. Электрический заряд. Два вида заряда. Элементарный электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда; Взаимодействие зарядов. Точечные заряды. Закон Кулона; Электрическое поле. Его действие на электрические заряды; Напряжённость электрического поля. Поле точечного заряда. Картины линий напряжённости этих полей; Потенциальность						

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации ¹ 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.
	электростатического поля. Разность потенциалов и напряжение. Потенциальная энергия заряда в электростатическом поле. Потенциал электростатического поля. Связь напряжённости поля и разности потенциалов для однородного электростатического поля;Принцип суперпозиции электрических полей;Проводники в электростатическом поле. Условие равновесия зарядов;Диэлектрики в электростатическом поле. Диэлектрическая проницаемость вещества ϵ;Конденсатор. Электроёмкость конденсатора. Электроёмкость плоского конденсатора. Электроёмкость плоского воздушного конденсатора;Параллельное соединение конденсаторов. Последовательное соединение конденсаторов;Энергия заряженного конденсатора; Сила тока. Постоянный ток;Условия существования электрического тока. Напряжение U и ЭДС;Закон Ома для участка цепи;Электрическое сопротивление. Зависимость сопротивления однородного проводника от его длины и сечения. Удельное сопротивление вещества; Источники тока. ЭДС источника тока. Внутреннее сопротивление источника тока ;Закон Ома для полной (замкнутой) электрической цепи;Параллельное и последовательное соединение проводников;Работа электрического тока. Закон Джоуля – Ленца;Мощность электрического тока. Тепловая мощность, выделяемая на резисторе. Мощность источника тока;Свободные носители электрических зарядов в проводниках. Механизмы проводимости твёрдых металлов, растворов и расплавов электролитов, газов. Полупроводники. Полупроводниковый диод;Механическое взаимодействие магнитов. Магнитное поле. Вектор магнитной индукции. Принцип суперпозиции магнитных полей. Линии индукции магнитного поля. Картина линий индукции магнитного поля полосового и подковообразного постоянных магнитов ;Опыт Эрстеда. Магнитное поле проводника с током. Картина линий индукции магнитного поля длинного прямого						

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации ¹ 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.
	проводника и замкнутого кольцевого проводника, катушки с током; Сила Ампера, её направление и величина; Сила Лоренца, её направление и величина. Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле ; Поток вектора магнитной индукции; Явление электромагнитной индукции. ЭДС индукции ; Закон электромагнитной индукции Фарадея; ЭДС индукции в прямом проводнике ; Правило Ленца ; Индуктивность. Самоиндукция. ЭДС самоиндукции; Энергия магнитного поля катушки с током; Колебательный контур. Свободные электромагнитные колебания в идеальном колебательном контуре. Формула Томсона. Связь амплитуды заряда конденсатора с амплитудой силы тока при свободных электромагнитных колебаниях в идеальном колебательном контуре; Закон сохранения энергии в идеальном колебательном контуре; Вынужденные электромагнитные колебания. Резонанс ; Переменный ток. Производство, передача и потребление электрической энергии ; Свойства электромагнитных волн. Взаимная ориентация векторов в электромагнитной волне в вакууме; Шкала электромагнитных волн. Применение электромагнитных волн в технике и быту; Прямолинейное распространение света в однородной среде. Точечный источник. Луч света; Законы отражения света. $\alpha = \beta$; Построение изображений в плоском зеркале; Законы преломления света. Преломление света. Абсолютный показатель преломления. Относительный показатель преломления. Ход лучей в призме. Соотношение частот и соотношение длин волн при переходе монохроматического света через границу раздела двух оптических сред; Полное внутреннее отражение. Предельный угол полного внутреннего отражения; Собирающие и рассеивающие линзы. Тонкая линза. Фокусное расстояние и оптическая сила тонкой линзы; Формула тонкой линзы. Увеличение, даваемое линзой; Ход луча, прошедшего						

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации ¹ 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.
	линзу под произвольным углом к её главной оптической оси. Построение изображений точки и отрезка прямой в собирающих и рассеивающих линзах и их системах ;Фотоаппарат как оптический прибор. Глаз как оптическая система ;Интерференция света. Когерентные источники. Условия наблюдения максимумов и минимумов в интерференционной картине от двух синфазных когерентных источников;Дифракция света. Дифракционная решётка. Условие наблюдения главных максимумов при нормальном падении монохроматического света с длиной волны λ на решётку с периодом d ;Дисперсия света ;Гипотеза М. Планка о квантах. Формула Планка: $E = h\nu$;Фотоны. Энергия фотона. Импульс фотона;Фотоэффект. Опыты А.Г. Столетова. Законы фотоэффекта;Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта;Давление света. Давление света на полностью отражающую поверхность и на полностью поглощающую поверхность ;Планетарная модель атома ;Постулаты Бора. Излучение и поглощение фотонов при переходе атома с одного уровня энергии на другой;Линейчатые спектры. Спектр уровней энергии атома водорода;Нуклонная модель ядра Гейзенберга – Иваненко. Заряд ядра. Массовое число ядра. Изотопы;Радиоактивность. Альфа-распад. Бета-распад. Электронный β -распад. Позитронный β -распад. Гамма-излучение;Закон радиоактивного распада;Ядерные реакции. Деление и синтез ядер ;Владение основными методами научного познания, используемыми в физике: проводить прямые и косвенные измерения физических величин, выбирая оптимальный способ измерения и используя известные методы оценки погрешностей измерений, проводить исследование зависимостей физических величин с использованием прямых измерений, объяснять полученные результаты, используя физические теории, законы и понятия, и делать выводы; соблюдать правила безопасного труда при проведении исследований в рамках						

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации ¹ 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.
	учебного эксперимента и учебно-исследовательской деятельности с использованием цифровых измерительных устройств и лабораторного оборудования						
21 К1	МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА. ТЕРМОДИНАМИКА;ЭЛЕКТРОДИНАМИКА;МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА;ТЕРМОДИНАМИКА;ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ;ЗАКОНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА;МАГНИТНОЕ ПОЛЕ;ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ;ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ;ОПТИКА;Модели строения газов, жидкостей и твёрдых тел;Тепловое движение атомов и молекул вещества;Взаимодействие частиц вещества ;Диффузия. Броуновское движение ;Модель идеального газа в МКТ;Связь между давлением и средней кинетической энергией поступательного теплового движения молекул идеального газа (основное уравнение МКТ);Абсолютная температура;Связь температуры газа со средней кинетической энергией поступательного теплового движения его молекул;Уравнение $p = nkT$;Модель идеального газа в термодинамике;Закон Дальтона для давления смеси разреженных газов;Изопрцессы в разреженном газе с постоянным числом молекул N (с постоянным количеством вещества ν);Насыщенные и ненасыщенные пары. Качественная зависимость плотности и давления насыщенного пара от температуры, их независимость от объёма насыщенного пара ;Влажность воздуха. Относительная влажность;Изменение агрегатных состояний вещества: испарение и конденсация, кипение жидкости;Изменение агрегатных состояний вещества: плавление и кристаллизация ;Преобразование энергии в фазовых переходах ;Тепловое равновесие и температура;Внутренняя энергия ;Теплопередача как способ изменения внутренней энергии без совершения работы. Конвекция, теплопроводность, излучение ;4	Повышенный	55,77%	0,00%	11,87%	62,58%	88,93%

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации ¹ 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.
	Количество теплоты. Удельная теплоёмкость вещества ;Удельная теплота парообразования. Удельная теплота плавления. Удельная теплота сгорания топлива;Элементарная работа в термодинамике: $A = \Delta p \cdot V$. Вычисление работы по графику процесса на pV-диаграмме ;Первый закон термодинамики. Адиабата;Второй закон термодинамики. Необратимые процессы ;Принципы действия тепловых машин. КПД;Максимальное значение КПД. Цикл Карно;Уравнение теплового баланса;Электризация тел и её проявления. Электрический заряд. Два вида заряда. Элементарный электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда ;Взаимодействие зарядов. Точечные заряды. Закон Кулона;Электрическое поле. Его действие на электрические заряды;Напряжённость электрического поля. Поле точечного заряда. Картины линий напряжённости этих полей ;Потенциальность электростатического поля. Разность потенциалов и напряжение. Потенциальная энергия заряда в электростатическом поле. Потенциал электростатического поля. Связь напряжённости поля и разности потенциалов для однородного электростатического поля;Принцип суперпозиции электрических полей;Проводники в электростатическом поле. Условие равновесия зарядов;Диэлектрики в электростатическом поле. Диэлектрическая проницаемость вещества ϵ;Конденсатор. Электроёмкость конденсатора. Электроёмкость плоского конденсатора. Электроёмкость плоского воздушного конденсатора;Параллельное соединение конденсаторов. Последовательное соединение конденсаторов;Энергия заряженного конденсатора; Сила тока. Постоянный ток;Условия существования электрического тока. Напряжение U и ЭДС;Закон Ома для участка цепи;Электрическое сопротивление. Зависимость сопротивления однородного проводника от его длины и сечения. Удельное сопротивление вещества; Источники тока. ЭДС источника тока.						

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации ¹ 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.
	Внутреннее сопротивление источника тока ;Закон Ома для полной (замкнутой) электрической цепи;Параллельное и последовательное соединение проводников;Работа электрического тока. Закон Джоуля – Ленца;Мощность электрического тока. Тепловая мощность, выделяемая на резисторе. Мощность источника тока;Свободные носители электрических зарядов в проводниках. Механизмы проводимости твёрдых металлов, растворов и расплавов электролитов, газов. Полупроводники. Полупроводниковый диод;Механическое взаимодействие магнитов. Магнитное поле. Вектор магнитной индукции. Принцип суперпозиции магнитных полей. Линии индукции магнитного поля. Картина линий индукции магнитного поля полосового и подковообразного постоянных магнитов ;Опыт Эрстеда. Магнитное поле проводника с током. Картина линий индукции магнитного поля длинного прямого проводника и замкнутого кольцевого проводника, катушки с током;Сила Ампера, её направление и величина;Сила Лоренца, её направление и величина. Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле ;Поток вектора магнитной индукции;Явление электромагнитной индукции. ЭДС индукции ;Закон электромагнитной индукции Фарадея;ЭДС индукции в прямом проводнике ;Правило Ленца ;Индуктивность. Самоиндукция. ЭДС самоиндукции;Энергия магнитного поля катушки с током;Колебательный контур. Свободные электромагнитные колебания в идеальном колебательном контуре. Формула Томсона. Связь амплитуды заряда конденсатора с амплитудой силы тока при свободных электромагнитных колебаниях в идеальном колебательном контуре;Закон сохранения энергии в идеальном колебательном контуре;Вынужденные электромагнитные колебания. Резонанс ;Переменный ток. Производство, передача и потребление электрической энергии ;Свойства электромагнитных						

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации ¹ 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.
	волн. Взаимная ориентация векторов в электромагнитной волне в вакууме;Шкала электромагнитных волн. Применение электромагнитных волн в технике и быту;Прямолинейное распространение света в однородной среде. Точечный источник. Луч света;Законы отражения света. $\alpha = \beta$;Построение изображений в плоском зеркале;Законы преломления света. Преломление света. Абсолютный показатель преломления. Относительный показатель преломления. Ход лучей в призме. Соотношение частот и соотношение длин волн при переходе монохроматического света через границу раздела двух оптических сред;Полное внутреннее отражение. Предельный угол полного внутреннего отражения;Собирающие и рассеивающие линзы. Тонкая линза. Фокусное расстояние и оптическая сила тонкой линзы;Формула тонкой линзы. Увеличение, даваемое линзой;Ход луча, прошедшего линзу под произвольным углом к её главной оптической оси. Построение изображений точки и отрезка прямой в собирающих и рассеивающих линзах и их системах ;Фотоаппарат как оптический прибор. Глаз как оптическая система ;Интерференция света. Когерентные источники. Условия наблюдения максимумов и минимумов в интерференционной картине от двух синфазных когерентных источников;Дифракция света. Дифракционная решётка. Условие наблюдения главных максимумов при нормальном падении монохроматического света с длиной волны λ на решётку с периодом d ;Дисперсия света ;Решать качественные задачи, требующие применения знаний из разных разделов школьного курса физики, а также интеграции знаний из других предметов естественнонаучного цикла: выстраивать логическую цепочку рассуждений с опорой на изученные законы, закономерности и физические явления						
22 К1	МЕХАНИКА;КИНЕМАТИКА;ДИНАМИКА;СТАТИКА;ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ В МЕХАНИКЕ;МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ И	Повышенный	57,05%	0,00%	6,20%	63,66%	97,75%

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации ¹ 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.
	ВОЛНЫ;Механическое движение. Относительность механического движения. Система отсчёта;Материальная точка. Её радиус-вектор: траектория, перемещение, путь. Сложение перемещений;Скорость материальной точки. Сложение скоростей. Вычисление перемещения и пути материальной точки при прямолинейном движении вдоль оси x по графику зависимости $v_x(t)$;Ускорение материальной точки;Равномерное прямолинейное движение;Равноускоренное прямолинейное движение;Свободное падение. Ускорение свободного падения. Движение тела, брошенного под углом α к горизонту;Криволинейное движение. Движение материальной точки по окружности. Угловая и линейная скорость точки: $v = \omega R$. Центробежное ускорение точки. Полное ускорение материальной точки ;Твёрдое тело. Поступательное и вращательное движение твёрдого тела;Инерциальные системы отсчёта. Первый закон Ньютона. Принцип относительности Галилея;Масса тела. Плотность вещества;Сила. Принцип суперпозиции сил;Второй закон Ньютона: для материальной точки в ИСО ;Третий закон Ньютона для материальных точек;Закон всемирного тяготения. Сила тяжести. Центр тяжести тела. Зависимость силы тяжести от высоты h над поверхностью планеты радиусом R0;Сила упругости. Закон Гука. Вес тела;Сила трения. Сухое трение. Сила трения скольжения. Сила трения покоя. Коэффициент трения;Давление;Момент силы относительно оси вращения;Центр масс тела. Центр масс системы материальных точек;Условия равновесия твёрдого тела в ИСО;Закон Паскаля;Давление в жидкости, покоящейся в ИСО;Закон Архимеда. Условие плавания тел;Импульс материальной точки;Импульс системы тел;Закон изменения и сохранения импульса. Реактивное движение;Работа силы на малом перемещении;Мощность силы;Кинетическая энергия материальной точки. Теорема об						

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации ¹ 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.
	изменении кинетической энергии системы материальных точек;Потенциальная энергия. Потенциальная энергия материальной точки в однородном поле тяжести. Потенциальная энергия упруго деформированного тела;Закон изменения и сохранения механической энергии;Гармонические колебания материальной точки. Амплитуда и фаза колебаний. Кинематическое описание. Динамическое описание. Энергетическое описание (закон сохранения механической энергии). Связь амплитуды колебаний смещения материальной точки с амплитудами колебаний её скорости и ускорения;Период и частота колебаний. Период малых свободных колебаний математического маятника. Период свободных колебаний пружинного маятника;Вынужденные колебания. Резонанс. Резонансная кривая;Поперечные и продольные волны. Скорость распространения и длина волны. Интерференция и дифракция волн;Звук. Скорость звука ;Сформированность умения решать расчётные задачи с явно заданной и неявно заданной физической моделью: на основании анализа условия выбирать физические модели, отвечающие требованиям задачи, применять формулы, законы, закономерности и постулаты физических теорий при использовании математических методов решения задач, проводить расчёты на основании имеющихся данных, анализировать результаты и корректировать методы решения с учётом полученных результатов						
23 К1	МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА. ТЕРМОДИНАМИКА;ЭЛЕКТРОДИНАМИКА;МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА;ТЕРМОДИНАМИКА;ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ;ЗАКОНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА;МАГНИТНОЕ ПОЛЕ;ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ;ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ;ОПТИКА;Модели строения газов, жидкостей и твёрдых	Повышенный	55,34%	0,00%	7,80%	61,29%	93,85%

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации ¹ 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.
	тел;Тепловое движение атомов и молекул вещества;Взаимодействие частиц вещества ;Диффузия. Броуновское движение ;Модель идеального газа в МКТ;Связь между давлением и средней кинетической энергией поступательного теплового движения молекул идеального газа (основное уравнение МКТ);Абсолютная температура;Связь температуры газа со средней кинетической энергией поступательного теплового движения его молекул;Уравнение $p = nkT$;Модель идеального газа в термодинамике;Закон Дальтона для давления смеси разреженных газов;Изопрцессы в разреженном газе с постоянным числом молекул N (с постоянным количеством вещества ν);Насыщенные и ненасыщенные пары. Качественная зависимость плотности и давления насыщенного пара от температуры, их независимость от объёма насыщенного пара ;Влажность воздуха. Относительная влажность;Изменение агрегатных состояний вещества: испарение и конденсация, кипение жидкости;Изменение агрегатных состояний вещества: плавление и кристаллизация ;Преобразование энергии в фазовых переходах ;Тепловое равновесие и температура;Внутренняя энергия ;Теплопередача как способ изменения внутренней энергии без совершения работы. Конвекция, теплопроводность, излучение ;4 Количество теплоты. Удельная теплоёмкость вещества ;Удельная теплота парообразования. Удельная теплота плавления. Удельная теплота сгорания топлива;Элементарная работа в термодинамике: $A = \Delta p \cdot V$. Вычисление работы по графику процесса на pV -диаграмме ;Первый закон термодинамики. Адиабата;Второй закон термодинамики. Необратимые процессы ;Принципы действия тепловых машин. КПД;Максимальное значение КПД. Цикл Карно;Уравнение теплового баланса;Электризация тел и её проявления. Электрический заряд. Два вида заряда. Элементарный электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда						

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации ¹ 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.
	Взаимодействие зарядов. Точечные заряды. Закон Кулона; Электрическое поле. Его действие на электрические заряды; Напряжённость электрического поля. Поле точечного заряда. Картины линий напряжённости этих полей ; Потенциальность электростатического поля. Разность потенциалов и напряжение. Потенциальная энергия заряда в электростатическом поле. Потенциал электростатического поля. Связь напряжённости поля и разности потенциалов для однородного электростатического поля; Принцип суперпозиции электрических полей; Проводники в электростатическом поле. Условие равновесия зарядов; Диэлектрики в электростатическом поле. Диэлектрическая проницаемость вещества ϵ; Конденсатор. Электроёмкость конденсатора. Электроёмкость плоского конденсатора. Электроёмкость плоского воздушного конденсатора; Параллельное соединение конденсаторов. Последовательное соединение конденсаторов; Энергия заряженного конденсатора; Сила тока. Постоянный ток; Условия существования электрического тока. Напряжение U и ЭДС; Закон Ома для участка цепи; Электрическое сопротивление. Зависимость сопротивления однородного проводника от его длины и сечения. Удельное сопротивление вещества; Источники тока. ЭДС источника тока. Внутреннее сопротивление источника тока ; Закон Ома для полной (замкнутой) электрической цепи; Параллельное и последовательное соединение проводников; Работа электрического тока. Закон Джоуля – Ленца; Мощность электрического тока. Тепловая мощность, выделяемая на резисторе. Мощность источника тока; Свободные носители электрических зарядов в проводниках. Механизмы проводимости твёрдых металлов, растворов и расплавов электролитов, газов. Полупроводники. Полупроводниковый диод; Механическое взаимодействие магнитов. Магнитное поле. Вектор магнитной индукции. Принцип суперпозиции магнитных						

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации ¹ 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.
	полей. Линии индукции магнитного поля. Картина линий индукции магнитного поля полосового и подковообразного постоянных магнитов ;Опыт Эрстеда. Магнитное поле проводника с током. Картина линий индукции магнитного поля длинного прямого проводника и замкнутого кольцевого проводника, катушки с током;Сила Ампера, её направление и величина;Сила Лоренца, её направление и величина. Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле ;Поток вектора магнитной индукции;Явление электромагнитной индукции. ЭДС индукции ;Закон электромагнитной индукции Фарадея;ЭДС индукции в прямом проводнике ;Правило Ленца ;Индуктивность. Самоиндукция. ЭДС самоиндукции;Энергия магнитного поля катушки с током;Колебательный контур. Свободные электромагнитные колебания в идеальном колебательном контуре. Формула Томсона. Связь амплитуды заряда конденсатора с амплитудой силы тока при свободных электромагнитных колебаниях в идеальном колебательном контуре;Закон сохранения энергии в идеальном колебательном контуре;Вынужденные электромагнитные колебания. Резонанс ;Переменный ток. Производство, передача и потребление электрической энергии ;Свойства электромагнитных волн. Взаимная ориентация векторов в электромагнитной волне в вакууме;Шкала электромагнитных волн. Применение электромагнитных волн в технике и быту;Прямолинейное распространение света в однородной среде. Точечный источник. Луч света;Законы отражения света. $\alpha = \beta$;Построение изображений в плоском зеркале;Законы преломления света. Преломление света. Абсолютный показатель преломления. Относительный показатель преломления. Ход лучей в призме. Соотношение частот и соотношение длин волн при переходе монохроматического света через границу раздела двух оптических сред;Полное внутреннее						

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации ¹ 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.
	отражение. Предельный угол полного внутреннего отражения;Собирающие и рассеивающие линзы. Тонкая линза. Фокусное расстояние и оптическая сила тонкой линзы;Формула тонкой линзы. Увеличение, даваемое линзой;Ход луча, прошедшего линзу под произвольным углом к её главной оптической оси. Построение изображений точки и отрезка прямой в собирающих и рассеивающих линзах и их системах ;Фотоаппарат как оптический прибор. Глаз как оптическая система ;Интерференция света. Когерентные источники. Условия наблюдения максимумов и минимумов в интерференционной картине от двух синфазных когерентных источников;Дифракция света. Дифракционная решётка. Условие наблюдения главных максимумов при нормальном падении монохроматического света с длиной волны λ на решётку с периодом d ;Дисперсия света ;Сформированность умения решать расчётные задачи с явно заданной и неявно заданной физической моделью: на основании анализа условия выбирать физические модели, отвечающие требованиям задачи, применять формулы, законы, закономерности и постулаты физических теорий при использовании математических методов решения задач, проводить расчёты на основании имеющихся данных, анализировать результаты и корректировать методы решения с учётом полученных результатов						
24 К1	МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА. ТЕРМОДИНАМИКА;МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА;ТЕРМОДИНАМИКА;Модели строения газов, жидкостей и твёрдых тел;Тепловое движение атомов и молекул вещества;Взаимодействие частиц вещества ;Диффузия. Броуновское движение ;Модель идеального газа в МКТ;Связь между давлением и средней кинетической энергией поступательного теплового движения молекул идеального газа (основное уравнение МКТ);Абсолютная температура;Связь температуры газа со средней	Высокий	31,36%	0,00%	0,27%	21,58%	82,51%

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации ¹ 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.
	кинетической энергией поступательного теплового движения его молекул; Уравнение $p = nkT$; Модель идеального газа в термодинамике; Закон Дальтона для давления смеси разреженных газов; Изопрцессы в разреженном газе с постоянным числом молекул N (с постоянным количеством вещества ν); Насыщенные и ненасыщенные пары. Качественная зависимость плотности и давления насыщенного пара от температуры, их независимость от объёма насыщенного пара ; Влажность воздуха. Относительная влажность; Изменение агрегатных состояний вещества: испарение и конденсация, кипение жидкости; Изменение агрегатных состояний вещества: плавление и кристаллизация ; Преобразование энергии в фазовых переходах ; Тепловое равновесие и температура; Внутренняя энергия ; Теплопередача как способ изменения внутренней энергии без совершения работы. Конвекция, теплопроводность, излучение ; 4 Количество теплоты. Удельная теплоёмкость вещества ; Удельная теплота парообразования. Удельная теплота плавления. Удельная теплота сгорания топлива; Элементарная работа в термодинамике: $A = \Delta p V$. Вычисление работы по графику процесса на pV-диаграмме ; Первый закон термодинамики. Адиабата; Второй закон термодинамики. Необратимые процессы ; Принципы действия тепловых машин. КПД; Максимальное значение КПД. Цикл Карно; Уравнение теплового баланса; Сформированность умения решать расчётные задачи с явно заданной и неявно заданной физической моделью: на основании анализа условия выбирать физические модели, отвечающие требованиям задачи, применять формулы, законы, закономерности и постулаты физических теорий при использовании математических методов решения задач, проводить расчёты на основании имеющихся данных, анализировать результаты и корректировать методы решения с учётом полученных результатов						

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации ¹ 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.
25 К1	ЭЛЕКТРОДИНАМИКА;ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ;ЗАКОНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА;МАГНИТНОЕ ПОЛЕ;ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ;ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ;ОПТИКА;Электризация тел и её проявления. Электрический заряд. Два вида заряда. Элементарный электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда ;Взаимодействие зарядов. Точечные заряды. Закон Кулона;Электрическое поле. Его действие на электрические заряды;Напряжённость электрического поля. Поле точечного заряда. Картины линий напряжённости этих полей ;Потенциальность электростатического поля. Разность потенциалов и напряжение. Потенциальная энергия заряда в электростатическом поле. Потенциал электростатического поля. Связь напряжённости поля и разности потенциалов для однородного электростатического поля;Принцип суперпозиции электрических полей;Проводники в электростатическом поле. Условие равновесия зарядов;Диэлектрики в электростатическом поле. Диэлектрическая проницаемость вещества ϵ;Конденсатор. Электроёмкость конденсатора. Электроёмкость плоского конденсатора. Электроёмкость плоского воздушного конденсатора;Параллельное соединение конденсаторов. Последовательное соединение конденсаторов;Энергия заряженного конденсатора; Сила тока. Постоянный ток;Условия существования электрического тока. Напряжение U и ЭДС;Закон Ома для участка цепи;Электрическое сопротивление. Зависимость сопротивления однородного проводника от его длины и сечения. Удельное сопротивление вещества; Источники тока. ЭДС источника тока. Внутреннее сопротивление источника тока ;Закон Ома для полной (замкнутой) электрической цепи;Параллельное и последовательное соединение проводников;Работа электрического тока. Закон Джоуля –	Высокий	25,86%	0,00%	0,40%	13,41%	76,23%

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации ¹ 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.
	Ленца;Мощность электрического тока. Тепловая мощность, выделяемая на резисторе. Мощность источника тока;Свободные носители электрических зарядов в проводниках. Механизмы проводимости твёрдых металлов, растворов и расплавов электролитов, газов. Полупроводники. Полупроводниковый диод;Механическое взаимодействие магнитов. Магнитное поле. Вектор магнитной индукции. Принцип суперпозиции магнитных полей. Линии индукции магнитного поля. Картина линий индукции магнитного поля полосового и подковообразного постоянных магнитов ;Опыт Эрстеда. Магнитное поле проводника с током. Картина линий индукции магнитного поля длинного прямого проводника и замкнутого кольцевого проводника, катушки с током;Сила Ампера, её направление и величина;Сила Лоренца, её направление и величина. Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле ;Поток вектора магнитной индукции;Явление электромагнитной индукции. ЭДС индукции ;Закон электромагнитной индукции Фарадея;ЭДС индукции в прямом проводнике ;Правило Ленца ;Индуктивность. Самоиндукция. ЭДС самоиндукции;Энергия магнитного поля катушки с током;Колебательный контур. Свободные электромагнитные колебания в идеальном колебательном контуре. Формула Томсона. Связь амплитуды заряда конденсатора с амплитудой силы тока при свободных электромагнитных колебаниях в идеальном колебательном контуре;Закон сохранения энергии в идеальном колебательном контуре;Вынужденные электромагнитные колебания. Резонанс ;Переменный ток. Производство, передача и потребление электрической энергии ;Свойства электромагнитных волн. Взаимная ориентация векторов в электромагнитной волне в вакууме;Шкала электромагнитных волн. Применение электромагнитных волн в технике и быту;Прямолинейное						

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации ¹ 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.
	распространение света в однородной среде. Точечный источник. Луч света;Законы отражения света. $\alpha = \beta$;Построение изображений в плоском зеркале;Законы преломления света. Преломление света. Абсолютный показатель преломления. Относительный показатель преломления. Ход лучей в призме. Соотношение частот и соотношение длин волн при переходе монохроматического света через границу раздела двух оптических сред;Полное внутреннее отражение. Предельный угол полного внутреннего отражения;Собирающие и рассеивающие линзы. Тонкая линза. Фокусное расстояние и оптическая сила тонкой линзы;Формула тонкой линзы. Увеличение, даваемое линзой;Ход луча, прошедшего линзу под произвольным углом к её главной оптической оси. Построение изображений точки и отрезка прямой в собирающих и рассеивающих линзах и их системах ;Фотоаппарат как оптический прибор. Глаз как оптическая система ;Интерференция света. Когерентные источники. Условия наблюдения максимумов и минимумов в интерференционной картине от двух синфазных когерентных источников;Дифракция света. Дифракционная решётка. Условие наблюдения главных максимумов при нормальном падении монохроматического света с длиной волны λ на решётку с периодом d ;Дисперсия света ;Сформированность умения решать расчётные задачи с явно заданной и неявно заданной физической моделью: на основании анализа условия выбирать физические модели, отвечающие требованиям задачи, применять формулы, законы, закономерности и постулаты физических теорий при использовании математических методов решения задач, проводить расчёты на основании имеющихся данных, анализировать результаты и корректировать методы решения с учётом полученных результатов						
26 К1	Механическое движение. Относительность механического движения. Система отсчёта;Материальная точка. Её радиус-вектор:	Высокий	11,51%	0,00%	0,00%	4,30%	37,30%

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации ¹ 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.
	траектория, перемещение, путь. Сложение перемещений;Скорость материальной точки. Сложение скоростей. Вычисление перемещения и пути материальной точки при прямолинейном движении вдоль оси x по графику зависимости $v_x(t)$;Ускорение материальной точки;Сформированность умения решать расчётные задачи с явно заданной и неявно заданной физической моделью: на основании анализа условия выбирать физические модели, отвечающие требованиям задачи, применять формулы, законы, закономерности и постулаты физических теорий при использовании математических методов решения задач, проводить расчёты на основании имеющихся данных, анализировать результаты и корректировать методы решения с учётом полученных результатов						
26 К2	Механическое движение. Относительность механического движения. Система отсчёта;Материальная точка. Её радиус-вектор: траектория, перемещение, путь. Сложение перемещений;Скорость материальной точки. Сложение скоростей. Вычисление перемещения и пути материальной точки при прямолинейном движении вдоль оси x по графику зависимости $v_x(t)$;Ускорение материальной точки;Сформированность умения решать расчётные задачи с явно заданной и неявно заданной физической моделью: на основании анализа условия выбирать физические модели, отвечающие требованиям задачи, применять формулы, законы, закономерности и постулаты физических теорий при использовании математических методов решения задач, проводить расчёты на основании имеющихся данных, анализировать результаты и корректировать методы решения с учётом полученных результатов	Высокий	25,69%	0,00%	1,20%	13,91%	73,77%

Номер задания / критерия оценивания в КИМ	Количество полученных первичных баллов	Процент участников экзамена в субъекте Российской Федерации, получивших соответствующий первичный балл за выполнения задания в группах участников экзамена с разными уровнями подготовки			
		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., %
1	0	100,00%	30,00%	6,88%	2,87%
1	1	0,00%	70,00%	93,12%	97,13%
2	0	100,00%	21,20%	2,37%	0,00%
2	1	0,00%	78,80%	97,63%	100,00%
3	0	100,00%	21,60%	3,01%	0,00%
3	1	0,00%	78,40%	96,99%	100,00%
4	0	80,00%	12,80%	2,58%	0,00%
4	1	20,00%	87,20%	97,42%	100,00%
5	0	80,00%	5,60%	0,22%	0,00%
5	1	20,00%	46,80%	9,03%	2,46%
5	2	0,00%	47,60%	90,75%	97,54%
6	0	60,00%	22,80%	1,72%	0,00%
6	1	40,00%	47,20%	20,65%	2,46%
6	2	0,00%	30,00%	77,63%	97,54%
7	0	60,00%	16,00%	2,15%	0,00%
7	1	40,00%	84,00%	97,85%	100,00%
8	0	100,00%	34,00%	5,59%	0,82%
8	1	0,00%	66,00%	94,41%	99,18%
9	0	60,00%	55,20%	46,24%	20,90%
9	1	40,00%	39,20%	35,27%	16,39%
9	2	0,00%	5,60%	18,49%	62,70%
10	0	60,00%	23,60%	1,51%	0,00%
10	1	20,00%	41,60%	14,84%	3,69%
10	2	20,00%	34,80%	83,66%	96,31%

Номер задания / критерия оценивания в КИМ	Количество полученных первичных баллов	Процент участников экзамена в субъекте Российской Федерации, получивших соответствующий первичный балл за выполнения задания в группах участников экзамена с разными уровнями подготовки			
		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., %
11	0	100,00%	58,80%	23,01%	3,28%
11	1	0,00%	41,20%	76,99%	96,72%
12	0	100,00%	32,00%	5,81%	1,23%
12	1	0,00%	68,00%	94,19%	98,77%
13	0	100,00%	36,00%	15,70%	2,87%
13	1	0,00%	64,00%	84,30%	97,13%
14	0	60,00%	49,60%	32,26%	9,43%
14	1	40,00%	42,80%	47,53%	25,00%
14	2	0,00%	7,60%	20,22%	65,57%
15	0	40,00%	17,20%	5,16%	0,00%
15	1	60,00%	59,20%	31,61%	5,74%
15	2	0,00%	23,60%	63,23%	94,26%
16	0	100,00%	39,60%	12,90%	2,05%
16	1	0,00%	60,40%	87,10%	97,95%
17	0	40,00%	36,80%	12,47%	1,64%
17	1	60,00%	42,00%	31,61%	7,79%
17	2	0,00%	21,20%	55,91%	90,57%
18	0	60,00%	32,00%	15,91%	0,41%
18	1	40,00%	57,60%	56,56%	34,02%
18	2	0,00%	10,40%	27,53%	65,57%
19	0	80,00%	32,00%	11,18%	2,87%
19	1	20,00%	68,00%	88,82%	97,13%
20	0	60,00%	11,60%	3,66%	1,23%
20	1	40,00%	88,40%	96,34%	98,77%
21 K1	0	100,00%	73,60%	9,68%	0,41%

Номер задания / критерия оценивания в КИМ	Количество полученных первичных баллов	Процент участников экзамена в субъекте Российской Федерации, получивших соответствующий первичный балл за выполнения задания в группах участников экзамена с разными уровнями подготовки			
		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 К1	1	0,00%	18,00%	21,94%	4,51%
21 К1	2	0,00%	7,60%	39,35%	22,95%
21 К1	3	0,00%	0,80%	29,03%	72,13%
22 К1	0	100,00%	91,60%	28,39%	0,41%
22 К1	1	0,00%	4,40%	15,91%	3,69%
22 К1	2	0,00%	4,00%	55,70%	95,90%
23 К1	0	100,00%	90,80%	31,83%	4,10%
23 К1	1	0,00%	2,80%	13,76%	4,10%
23 К1	2	0,00%	6,40%	54,41%	91,80%
24 К1	0	100,00%	99,20%	67,10%	7,79%
24 К1	1	0,00%	0,80%	13,76%	9,43%
24 К1	2	0,00%	0,00%	6,45%	10,25%
24 К1	3	0,00%	0,00%	12,69%	72,54%
25 К1	0	100,00%	98,80%	76,34%	14,34%
25 К1	1	0,00%	1,20%	12,69%	6,15%
25 К1	2	0,00%	0,00%	5,38%	15,98%
25 К1	3	0,00%	0,00%	5,59%	63,52%
26 К1	0	100,00%	100,00%	95,70%	62,70%
26 К1	1	0,00%	0,00%	4,30%	37,30%
26 К2	0	100,00%	97,20%	73,33%	12,70%
26 К2	1	0,00%	2,00%	16,34%	9,43%
26 К2	2	0,00%	0,80%	5,59%	21,72%
26 К2	3	0,00%	0,00%	4,73%	56,15%

Для анализа основных статистических характеристик заданий используется обобщенный план варианта КИМ по предмету (см. Спецификацию КИМ для проведения ЕГЭ по учебному предмету в 2026 году) с указанием средних по региону процентов выполнения заданий каждой линии, каждого критерия оценивания заданий с политомической оценкой (Таб. 2-13, Таб. 2-14).

На основе предоставленной таблицы можно сделать следующие выводы о выполнении заданий ЕГЭ по физике в 2026 году в Ленинградской области.

- **Базовые задания (Б)** выполняются на очень высоком уровне. Средний процент выполнения для большинства базовых задач превышает **85%**, а для некоторых достигает почти **95–97%** среди всех участников и даже среди группы с баллами от 81 до 100 баллов. Это свидетельствует об успешном освоении фундаментальных понятий физики.
- **Повышенные задания (П)** показывают более широкий разброс результатов, но также демонстрируют высокий уровень подготовки: средний процент выполнения колеблется от **42%** до **89%**. Даже в самых сложных заданиях этой категории (**№9**) группа отличников показывает результат выше **70%**.
- **Высокие задания (В)** являются наиболее проблемными. Их выполнение резко падает у групп с низким уровнем подготовки (ниже минимального балла или от минимального до 60). Однако даже здесь группа «отличников» демонстрирует уверенные результаты — от **74%** до **83%**

Выявление для каждой группы участников ЕГЭ заданий, выполняемых с наибольшей и наименьшей успешностью –

Таблица 2-3

	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.
1	2	3	4	5
Наиболее успешно выполненн ые задания базового уровня сложности	6,10,15,17,18	1,2,3,4,6,7,8,10,12,13,15,16,17, 18,19,20	1,2,3,4,6,7,8,10,11,12,13,15,16,17, 18,19,20	1,2,3,4,6,7,8,10,11,12,13,15,16,17, 18,19,20
Наименее успешно выполненн ые задания базового уровня	1,2,3,4,7,8,11,12,13,16, 19,20	11	-	-

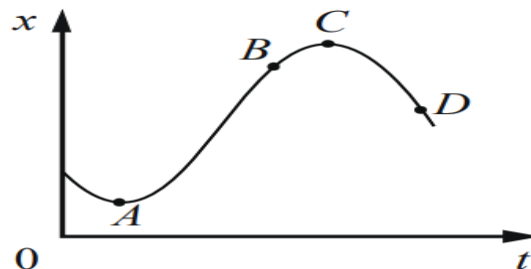
сложности				
Наиболее успешно выполненн ые задания повышенн ого уровня сложности	5,9,14	5,9,14,21,22,23	5,9,14,21,22,23	5,9,14,21,22,23
Наименее успешно выполненн ые задания повышенн ого уровня сложности	21,22,23	-	-	-
Наиболее успешно выполненн ые задания высокого уровня сложности	-	-	24,25,26	24,25,26
Наименее успешно выполненн ые задания высокого уровня сложности	24,25,26	24,25,26	-	-

1.1.1. Прочие результаты статистического анализа (при наличии)

В линии 5 предлагаются задания на комплексный анализ различных механических процессов. Как правило, условия определяются графиками зависимости координат или проекций скоростей от времени, но встречается и табличный способ задания условий (например, для колебательного процесса). Порядок утверждений в этих заданиях может не соответствовать логике рассуждений, поэтому нужно внимательно проанализировать все предложенные утверждения. Для графиков «в числах» потребуется определять значение параметров (например, ускорение, импульс, равнодействующую силу, путь по графику зависимости проекции скорости от времени). Для схематичных графиков нужно определять изменение этих параметров и сравнивать их на разных участках

Пример 1

На рисунке показан график зависимости координаты x тела, движущегося вдоль оси Ox , от времени t . Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения.



- 1) В точке A скорость тела равна нулю.
- 2) В точке B проекция ускорения тела на ось Ox отрицательна.
- 3) Проекция перемещения тела на ось Ox при переходе из точки B в точку C положительна.
- 4) В точке D проекция скорости тела на ось Ox положительна.
- 5) На участке CD модуль скорости тела уменьшается.

Ответ: _____123_____.

Выполняя это задание, нужно иметь в виду, что в точках A и C скорость тела становится равной нулю, а ускорение ненулевое. Вектор ускорения до остановки направлен противоположно вектору скорости, а после остановки эти векторы сонаправлены.

Задания линии 9 повышенного уровня сложности проверяют умение проводить комплексный анализ тепловых процессов, представленных в виде графиков или словесного описания: выделять их основные свойства, определять физические величины, характеризующие процесс. Приведём пример одного из таких заданий.

Пример 2

Сосуд разделён на две равные по объёму части пористой неподвижной перегородкой. В левой части сосуда содержится 8 г разреженного гелия, в правой – 1 моль разреженного аргона. Перегородка может пропускать молекулы гелия и является непроницаемой для молекул аргона. Температура газов одинакова и остаётся постоянной. Выберите все верные утверждения, описывающие состояния газов после установления равновесия в системе. 1) Внутренняя энергия гелия в сосуде больше, чем внутренняя энергия аргона. 2) Концентрация гелия и аргона в правой части сосуда одинакова. 3) В правой части сосуда общее число молекул газов в 2 раза меньше, чем в левой части. 4) Внутренняя энергия гелия в сосуде в конечном состоянии больше, чем в начальном. 5) Давление в обеих частях сосуда одинаково.

Ответ: _____12_____.

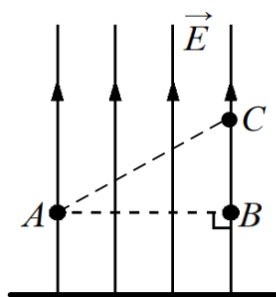
Для выполнения этого задания нужно, используя справочные данные, в частности молярную массу гелия, определить, что в сосуде находится 2 моль гелия. Обратите внимание на то, что все утверждения относятся к состоянию после установления равновесия, т.е. когда в левой части остаётся 1 моль гелия, а в правой – 1 моль гелия и 1 моль аргона. Помните, что внутренняя энергия зависит не только от температуры, но и от массы газа (количества вещества), а сравнение давлений определяется сравнением концентраций.

В заданиях линии 14 повышенного уровня сложности используются преимущественно сюжеты, аналоги которых имеются в открытом банке заданий ЕГЭ. В этих заданиях, как и для предыдущих разделов, первичным является анализ описанной ситуации, т.е. понимание основных свойств процесса. Знание формул не является обязательным элементом выполнения этих заданий

Пример 3

На рисунке изображены линии напряжённости однородного электростатического поля, созданного равномерно заряженной протяжённой горизонтальной пластиной. Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения относительно ситуации, показанной на рисунке.

- 1) Работа электростатического поля по перемещению точечного положительного заряда из точки A в точку B положительна.
- 2) Если в точку B поместить точечный отрицательный заряд, то на него со стороны пластины будет действовать сила, направленная вертикально вверх.
- 3) Напряжённость электростатического поля в точке A меньше, чем в точке C .
- 4) Потенциал электростатического поля в точке B выше, чем в точке C .
- 5) Заряд пластины положительный.



Ответ: _____45_____.

Здесь нужно знать свойства электростатического поля бесконечной заряженной плоскости: направление вектора напряжённости, зависимость напряжённости от расстояния, сравнение потенциалов разных точек и т.д.

На основе предоставленной таблицы можно выделить задания, которые показали самый низкий и самый высокий процент выполнения среди всех групп участников экзамена по физике в Ленинградской области.

Самые низкие показатели выполнения:

Эти задания относятся к **высокому уровню сложности** (задания №24–№26K2), а также к базовым заданиям на молекулярную физику.

- **Задание №24:** *Процент выполнения — всего 31%.* Это задание проверяет умение решать расчетные задачи с явно заданной физической моделью, требующие интегрированного применения знаний из разных разделов физики.
- **Задание №26 К1:** *Процент выполнения — всего 12%.* Это качественное или расчетное задание высокого уровня сложности, где требуется глубокое понимание физических процессов.
- **Задание №9 (Базовый уровень):** *Процент выполнения — всего 42%.* Несмотря на то что это базовое задание, оно связано с молекулярно-кинетической теорией (МКТ) газа ($p=nkT$), абсолютной температурой и уравнением состояния идеального газа. Для основной массы учащихся переход от макроскопических параметров (давление, объем) к микроскопическим характеристикам молекул является самым сложным аспектом курса физики.

Самые высокие показатели выполнения:

Эти задания относятся преимущественно к **базовому уровню сложности**, охватывающему механику и электродинамику.

- **Задание №4:** *Процент выполнения — 95%.* Задание охватывает широкий спектр тем: момент силы, равновесие твердого тела, закон Архимеда, волны и звук. Высокий результат объясняется тем, что эти темы изучаются в школе на протяжении нескольких лет и хорошо отработаны.
- **Задание №7:** *Процент выполнения — 95%.* Проверяется связь температуры со средней кинетической энергией поступательного движения молекул для разреженного газа. Несмотря на то, что это тема МКТ, она проще, чем в задании №9, так как не требует работы с уравнениями состояния.
 - **Задание №8:** *Процент выполнения — 88%.* Тема связана с количеством теплоты, удельной теплоемкостью и первым законом термодинамики. Высокая доля правильных ответов обусловлена простотой типовых задач на теплообмен.

Обобщенный вывод

Самые сложные задания для выпускников связаны либо с **интегрированным применением знаний при решении комплексных задач высокой сложности (№24, №26)**, либо с **переходом от макропараметров к микропараметрам в молекулярной физике (№9)**. В то же время самые простые и успешно выполняемые задания касаются базовых понятий механики, электростатики и простых расчетов количества теплоты.

На основе предоставленной таблицы можно выделить задания, которые вызвали наибольшие трудности у выпускников с низкими баллами (группа не преодолевших минимальный балл и группа от минимального до 60 баллов).

Группа «Непреодоливших минимальный балл»:

Эта группа практически полностью отказалась выполнять или не смогла выполнить следующие задания:

- **Задание №7:** Процент выполнения — **40%**. Это задание проверяет связь температуры газа со средней кинетической энергией его молекул. Сложность связана с необходимостью понимания молекулярно-кинетических моделей.
- **Задание №9:** Процент выполнения — **20%**. Задание на молекулярную физику и термодинамику. Оно требует работы с уравнением состояния идеального газа и понимания изопроцессов.
- **Задания повышенного уровня сложности (№5, №14):** Выполнение составляет всего **10–20%**, что указывает на отсутствие навыков анализа сложных физических процессов.
- **Все задания высокого уровня сложности (№24–№26K2):** Эти задания выполнялись либо крайне редко (**0%**), либо только частично (до **1%**). Выпускники этой группы просто не приступают к таким задачам.

Группа «От минимального балла до 60»:

Для этой группы характерны более высокие показатели по базовым заданиям, но сохраняются значительные проблемы в следующих темах:

- **Молекулярная физика и термодинамика (задание №9):** Выполнение — **25%**. Основная причина — сложность математического аппарата при работе с газовыми законами и недостаточное понимание модели идеального газа.
- **Электродинамика и сложные механические процессы (задание №14):** Выполнение — **29%**. Учащиеся испытывают трудности с анализом электрических цепей и взаимодействием магнитных полей.
- **Механика (задание №6):** Выполнение — **54%**. Несмотря на то, что это базовое задание, оно вызывает затруднения из-за необходимости работать с графиками движения и вычислять перемещение.
- **Высокие задания (№24–№26K2):** Выполнение колеблется от **0%** до **6%**. Эта группа также не справляется с задачами, требующими интегрированного применения знаний из разных разделов физики.

Общие выводы о трудностях:

1. **Низкий уровень базовой подготовки:** Даже базовые темы, такие как механика и тепловые явления, вызывают серьезные затруднения у слабых учащихся. Они часто путают физические величины и не умеют анализировать графики.
2. **Слабое владение математическим аппаратом:** Проблемы возникают там, где требуется работа с формулами газов ($p=nkT$), расчет количества теплоты или построение графиков.
3. **Избегание сложных заданий:** Группы с низким уровнем подготовки практически не выполняют задания повышенного и высокого уровней сложности. Для них эти задачи являются непреодолимым барьером.

Эти данные указывают на необходимость усиления профильной подготовки уже на этапе основной школы и внедрения дополнительных курсов для коррекции базовых дефицитов перед сдачей ЕГЭ.

На основе предоставленной таблицы можно выделить, что для основной массы учащихся (группа от **61 до 80 баллов**) самой сложной темой в ЕГЭ по физике оказались задания на молекулярную физику и термодинамику.

Анализ данных:

- Задание №9, проверяющее знания по молекулярной физике и термодинамике (*Модели строения газов, жидкостей и твёрдых тел; Тепловое движение атомов и молекул вещества; Взаимодействие частиц вещества; Диффузия. Броуновское движение; Модель идеального газа в МКТ...*), имеет самый низкий процент выполнения среди всех базовых заданий — всего **36%**. Это значительно ниже среднего уровня выполнения других базисных тем.

- Для сравнения, другие базовые темы, такие как механика (№5–№7) или электродинамика (№11–№12), выполняются этой группой на уровне **70–94%**.

Почему эта тема оказалась сложной?

Молекулярная физика требует не только запоминания формул (например, уравнение состояния идеального газа $p = nkT$ или связь температуры с кинетической энергией, но и глубокого понимания микроскопических процессов. Учащиеся часто сталкиваются со следующими трудностями:

1. **Переход между макро- и микропараметрами:** Ученики путают давление (P) и среднюю кинетическую энергию ($\langle E_k \rangle$), а также испытывают сложности при переходе от описания системы через температуру к описанию через скорости молекул.
2. **Изопроцессы:** Многие учащиеся забывают условия применимости изохорного, изобарного, изотермического и адиабатного процессов, что приводит к ошибкам в выборе формулы.
3. **Графическая интерпретация:** Часть задач предполагает анализ графиков pV -процессов. Ошибки возникают при вычислении работы по площади под графиком или определении направления процесса.

Таким образом, именно **молекулярная физика и термодинамика** стали самым серьезным барьером для группы «хорошистов», которые уверенно справляются с механикой и электростатикой.

На основе предоставленной таблицы можно выделить конкретные задания по молекулярной физике и термодинамике, которые оказались самыми сложными для выпускников с баллами от **61 до 80**.

Задание №9 (Базовый уровень)

- **Проверяемые элементы:** Модели строения газов, жидкостей и твёрдых тел; тепловое движение атомов и молекул вещества; взаимодействие частиц вещества; диффузия. Броуновское движение; модель идеального газа в МКТ; связь между давлением и

средней кинетической энергией поступательного теплового движения молекул идеального газа ($p=nkT$); абсолютная температура; уравнение $pV=nRT$

- **Процент выполнения:** Всего — **42%**, группа «от 61 до 80» — **36%**. Это самый низкий показатель среди всех базовых заданий.
- **Почему это сложно?**
 - Требуется перехода от макроскопических параметров (давление, объем) к микроскопическим (средняя энергия молекул).
 - Учащиеся часто путают газовую постоянную R и постоянную Больцмана k , а также не понимают разницу между количеством молей n и числом молекул NNN .

Задание №17 (Базовый уровень)

- **Проверяемые элементы:** Связь температуры газа со средней кинетической энергией его молекул и применение основного уравнения МКТ.
- **Процент выполнения:** Всего — **70%**, группа «от 61 до 80» — **72%**.
- **Примечание:** Хотя процент выше, чем у задания №9, именно здесь учащиеся чаще всего совершают ошибки из-за путаницы в формулах. Для группы «от 61 до 80» этот вопрос является пограничным, где потеря одного балла приводит к снижению итогового результата.

Задание №18 (Базовый уровень)

- **Проверяемые элементы:** Количество теплоты, удельная теплоёмкость, парообразование, плавление; первый закон термодинамики; работа на pV -диаграмме.
- **Процент выполнения:** Всего — **58%**, группа «от 61 до 80» — **56%**.
- **Почему это сложно?**
 - Работа с графиками процессов на pV -диаграмме. Самая частая ошибка — неверное вычисление площади под кривой как работы.
 - Смешение понятий "количество теплоты" и "работа", что требует глубокого понимания первого закона термодинамики.
 - Сложности при расчете количества теплоты для фазовых переходов без явного указания массы (например, когда масса выводится через другие данные задачи).

Задания повышенного уровня сложности (№9 и №14)

Хотя они формально относятся к другим разделам (задание №14 проверяет механику), их сложность коренится в необходимости применения знаний из молекулярной физики:

- **Задание №9 (Повышенный):** Процент выполнения группой «от 61 до 80» составляет **36%**. Здесь требуется интегрированное знание законов сохранения импульса/энергии вместе с пониманием того, как меняется внутренняя энергия системы.
- **Задание №14 (Повышенный):** Процент выполнения — **44%**. В этом задании часто требуется анализ изменения состояния газа в динамической системе (например, поршень движется). Ошибка заключается в том, что ученики забывают учитывать изменение давления или объема при движении, применяя статические законы к движущимся объектам.

1.2. Методический анализ выполнения заданий КИМ обучающимися с разными уровнями подготовки и рекомендации для учителей по совершенствованию преподавания учебного предмета

*Методический анализ проводится на основе статистических данных о выполнении заданий КИМ участниками экзамена (п. 3.1). Анализ проводится с учетом полученных результатов статистического анализа всего массива результатов основного дня основного периода экзамена по учебному предмету **вне зависимости от выполненного участником экзамена варианта КИМ.***

Для заданий с кратким ответом типичные ошибки анализируются на основе вееров ответов на соответствующие задания.

*Рекомендации для учителей по совершенствованию преподавания учебного предмета (далее - рекомендации) составляются **на основе проведенного анализа выполнения заданий КИМ и выявленных типичных дефицитов в подготовке школьников.** В рекомендациях должны быть представлены как аспекты предметной подготовки, так и развития метапредметных умений.*

*Рекомендации должны **носить практический характер и давать возможность их использования** в работе образовательных организаций, учителей в целях совершенствования образовательного процесса. Следует избегать формальных и нереализуемых рекомендаций.*

Рекомендации не должны быть ориентированными только на обучающихся, планирующих участие в ЕГЭ по учебному предмету. Также следует избегать описания методик «натаскивания» учеников на выполнение конкретных заданий КИМ по учебному предмету.

Рекомендации, приведенные в этом разделе должны соответствовать следующим основным требованиям:

- рекомендации должны содержать описание конкретных методик / технологий / приемов обучения, организации различных этапов образовательного процесса;*
- рекомендации должны быть направлены на ликвидацию / предотвращение выявленных дефицитов в подготовке обучающихся;*
- рекомендации должны касаться как предметных, так и метапредметных аспектов подготовки обучающихся*

Раздел должен содержать рекомендации по следующему минимальному перечню направлений для каждой группы обучающихся соответствующего уровня подготовки²:

- 1. Методический анализ выполнения заданий обучающимися (описание предметной подготовки участников ЕГЭ, анализ типичных дефицитов в подготовке, реалистичные «зоны роста» в части предметной подготовки)*
- 2. Методический анализ качества освоения метапредметных результатов ФГОС участниками ЕГЭ*
- 3. Рекомендации для учителей по совершенствованию преподавания учебного предмета*

1.2.1. Методический анализ выполнения заданий обучающимися с минимальным уровнем подготовки (не преодолевших минимальный балл), включая методические рекомендации для учителей

² В соответствии с предложенной структурой шаблона

Методический анализ проводится на основе результатов выполнения заданий группой участников ЕГЭ, не преодолевших минимальный балл. Рекомендации для учителей должны быть ориентированы на достижение реалистичных задач коррекции дефицитов в подготовке у школьников, рискующих не преодолеть минимальный балл ЕГЭ по учебному предмету. Целевым ориентиром рекомендаций является преодоление минимального балла ЕГЭ.

1.2.1.1. Описание предметной подготовки участников ЕГЭ с минимальным уровнем подготовки, анализ типичных дефицитов в подготовке

○ Описание достигнутых предметных результатов ФГОС: освоенных тем программы, сформированных умений и т.п. (если имеются)

Указать (перечислить) темы программы и умения, которые в наибольшей степени сформированы, исходя из анализа выполнения заданий (столбец 2 Таблицы 15).

Участники этой группы демонстрируют крайне ограниченные знания и умения. Единственные темы программы, которые в минимальной степени освоены, — это самые базовые понятия механики и электродинамики, проверяемые в первых заданиях экзамена.

• Темы, где зафиксированы минимальные навыки:

- Равномерное прямолинейное движение (*задание №1*, средний процент выполнения среди данной группы — **0%**, но у некоторых есть попытки).
- Второй закон Ньютона для материальной точки (*задание №2*, выполнение — **0%**).
- Импульс тела и законы сохранения импульса (*задание №3*, выполнение — **0%**).
- Давление в жидкости и закон Архимеда (*задание №4*, выполнение — **20%**). Это единственное базовое задание, где наблюдается хоть какой-то результат.

Эти данные свидетельствуют о том, что участники из данной группы практически полностью отсутствуют на экзамене или выполняют задания случайным образом без понимания физического смысла явлений. Они не способны распознать даже простейшие физические явления и объяснить их на основе изученных законов.

○ Анализ типичных дефицитов в предметной подготовке: неосвоенные или слабо освоенные темы программы, несформированные или недостаточно сформированные умения, навыки, виды познавательной деятельности, проявляющиеся в типичных ошибках при выполнении соответствующих заданий

Дефициты носят системный характер и охватывают все разделы физики. Однако наиболее ярко выраженными являются следующие проблемы:

1. **Отсутствие базовых понятий:** Участники не владеют фундаментальными физическими величинами и законами. Например, они не понимают, что такое сила тяжести, ускорение свободного падения или давление.
2. **Неспособность к анализу графиков:** Задания, требующие работы с графиками движения ($v(t)$) вызывают полный ступор (задание №6, выполнение — 20%).
3. **Игнорирование математического аппарата:** Даже простые арифметические действия становятся непреодолимым барьером. Учащиеся не умеют переводить единицы измерения (например, мм ртутного столба в паскали) или работать со степенями десятки.
4. **Полное отсутствие навыков решения задач повышенного уровня сложности:** Ни одно задание повышенной или высокой сложности (№9–№26) не было выполнено ни одним участником из данной группы. Процент выполнения по этим пунктам составляет от 0% до 1%. Это говорит об отсутствии элементарных алгоритмов решения физических задач.

Таким образом, группа «не преодолевших минимальный балл» демонстрирует полное отсутствие предметной подготовки. Достигнутый минимум знаний ограничивается фрагментарными попытками выполнить первые два-три задания базового уровня, а дальнейшее продвижение по КИМ невозможно.

Эта группа практически полностью отказалась выполнять или не смогла выполнить следующие задания:

- **Задание №7:** Процент выполнения — 40%. Это задание проверяет связь температуры газа со средней кинетической энергией его молекул. Сложность связана с необходимостью понимания молекулярно-кинетических моделей.
- **Задание №9:** Процент выполнения — 20%. Задание на молекулярную физику и термодинамику. Оно требует работы с уравнением состояния идеального газа и понимания изопроцессов.
- **Задания повышенного уровня сложности (№5, №14):** Выполнение составляет всего 10–20%, что указывает на отсутствие навыков анализа сложных физических процессов.
- **Все задания высокого уровня сложности (№24–№26K2):** Эти задания выполнялись либо крайне редко (0%), либо только частично (до 1%). Выпускники этой группы просто не приступают к таким задачам.

Указать (перечислить) темы программы и умения, которые в наименьшей степени сформированы, исходя из анализа выполнения заданий (столбец 2 Таблицы 15)

Таблица 2-4

№ п/п	Темы программы и умения	Класс(-ы) изучения в соответствии с ФОП ³
1.	Равномерное прямолинейное движение;	10–11 класс (базовый уровень):

³ Здесь и далее: См. пункт 3 Спецификации КИМ ЕГЭ 2026 года по учебному предмету.

	Равноускоренное прямолинейное движение	Равномерное прямолинейное движение. Равноускоренное прямолинейное движение. Кл. 10, п. 115.6.2 10–11 класс (углубленный уровень): Равномерное прямолинейное движение. Равноускоренное прямолинейное движение. Кл. 10, п. 116.6.2 7–9 класс: Равномерное прямолинейное движение. Равноускоренное прямолинейное движение. Кл. 9, п. 153.5.1
2.	Второй закон Ньютона: для материальной точки в ИСО ;Закон всемирного тяготения. Сила тяжести. Центр тяжести тела. Зависимость силы тяжести от высоты h над поверхностью планеты радиусом R_0 ; Сила упругости. Закон Гука. Вес тела; Сила трения. Сухое трение. Сила трения скольжения. Сила трения покоя. Коэффициент трения	10–11 класс (базовый уровень): Второй закон Ньютона. Закон всемирного тяготения. Закон Гука. Сила трения. Кл. 10, п. 1 10–11 класс (углубленный уровень): Второй закон Ньютона. Закон всемирного тяготения. Закон Гука. Сила трения. Кл. 10, п. 116.6.2 7–9 класс: Второй закон Ньютона. Закон всемирного тяготения. Закон Гука. Сила трения. Кл. 9, п. 153.5.1
3.	Импульс материальной точки; Закон изменения и сохранения импульса. Реактивное движение; Работа силы на малом перемещении; Кинетическая энергия материальной точки. Теорема об изменении кинетической энергии системы материальных точек; Потенциальная энергия. Потенциальная энергия материальной точки в однородном поле тяжести. Потенциальная энергия упруго деформированного тела; Закон изменения и сохранения механической	10–11 класс (базовый уровень): Импульс материальной точки. Закон сохранения импульса. Кинетическая энергия тела. Потенциальная энергия тела в однородном поле тяжести и упруго деформированного тела. Закон изменения и сохранения механической энергии. Кл. 10, п. 115.6.2 10–11 класс (углубленный уровень): Импульс материальной точки. Закон сохранения импульса.

	энергии	Кинетическая энергия тела. Потенциальная энергия тела в однородном поле тяжести и упруго деформированного тела. Закон изменения и сохранения механической энергии. Кл. 10, п. 116.6.2 7–9 класс: Импульс материальной точки. Закон сохранения импульса. Кинетическая энергия тела. Потенциальная энергия тела в однородном поле тяжести и упруго деформированного тела. Закон изменения и сохранения механической энергии. Кл. 9, п. 153.5.1
4.	Момент силы относительно оси вращения; Условия равновесия твёрдого тела в ИСО; Давление в жидкости, покоящейся в ИСО; Закон Архимеда. Условие плавания тел; Период и частота колебаний. Период малых свободных колебаний математического маятника. Период свободных колебаний пружинного маятника; Поперечные и продольные волны. Скорость распространения и длина волны. Интерференция и дифракция волн; Звук. Скорость звука	10–11 класс (базовый уровень): Условие равновесия твёрдого тела. Закон Архимеда. Математический и пружинный маятники. Скорость распространения волн и длина волны. Звук. Скорость звука. Кл. 10, п. 115.6.2, кл. 11, п. 115.7.2 10–11 класс (углубленный уровень): Условие равновесия твёрдого тела. Закон Архимеда. Математический и пружинный маятники. Скорость распространения волн и длина волны. Звук. Скорость звука. Кл. 10, п. 116.6.2, кл. 11, п. 116.7.2 7–9 класс: Условие равновесия твёрдого тела. Закон Архимеда. Математический и пружинный маятники. Скорость распространения волн и длина волны. Звук. Скорость звука. Кл. 7, п. 153.3.4, 153.3.5, кл. 9, п. 153.5.2
5.	Связь температуры газа со средней кинетической энергией поступательного теплового движения его молекул; Уравнение $p = nkT$; Модель идеального газа в термодинамике; Изопроцессы в разреженном газе с постоянным числом молекул N (с постоянным	10–11 класс (базовый уровень): Связь температуры газа со средней кинетической энергией поступательного теплового движения его частиц. Кл. 10, п. 115.6.3

	количеством вещества ν)	10–11 класс (углубленный уровень): Связь температуры газа со средней кинетической энергией поступательного теплового движения его частиц. Кл. 10, п. 116.6.3
6.	4 Количество теплоты. Удельная теплоёмкость вещества ;Удельная теплота парообразования. Удельная теплота плавления. Удельная теплота сгорания топлива;Элементарная работа в термодинамике: $A = \Delta p \cdot V$. Вычисление работы по графику процесса на pV -диаграмме ;Первый закон термодинамики. Адиабата;Принципы действия тепловых машин. КПД;Максимальное значение КПД. Цикл Карно	10–11 класс (базовый уровень): Количество теплоты, изменение агрегатных состояний вещества. Элементарная работа в термодинамике. Первый закон термодинамики. КПД тепловых машин. Кл. 10, п. 115.6.3 10–11 класс (углубленный уровень): Количество теплоты, изменение агрегатных состояний вещества. Элементарная работа в термодинамике. Первый закон термодинамики. КПД тепловых машин. Кл. 10, п. 116.6.3 7–9 класс: Количество теплоты, изменение агрегатных состояний вещества. Кл. 8, п. 153.4.1
7.	Взаимодействие зарядов. Точечные заряды. Закон Кулона; Сила тока. Постоянный ток;Закон Ома для участка цепи;Работа электрического тока. Закон Джоуля – Ленца;Мощность электрического тока. Тепловая мощность, выделяемая на резисторе. Мощность источника тока	10–11 класс (базовый уровень): Закон Кулона. Сила тока. Закон Ома для участка цепи. Работа электрического тока. Закон Джоуля – Ленца. Мощность электрического тока. Кл. 10, п. 115.6.4 10–11 класс (углубленный уровень): Закон Кулона. Сила тока. Закон Ома для участка цепи. Работа электрического тока. Закон Джоуля – Ленца. Мощность электрического тока. Кл. 10, п. 116.6.4 7–9 класс: Закон Кулона. Сила тока. Закон Ома для участка цепи. Работа электрического тока. Закон Джоуля – Ленца. Мощность электрического тока. Кл. 8, п. 153.4.2

8.	Сила Ампера, её направление и величина; Сила Лоренца, её направление и величина. Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле; Закон электромагнитной индукции Фарадея; Индуктивность. Самоиндукция. ЭДС самоиндукции; Энергия магнитного поля катушки с током	10–11 класс (базовый уровень): Сила Ампера. Сила Лоренца. Закон электромагнитной индукции Фарадея, индуктивность, энергия магнитного поля катушки с током. Кл. 11, п. 115.7.1 10–11 класс (углубленный уровень): Сила Ампера. Сила Лоренца. Закон электромагнитной индукции Фарадея, индуктивность, энергия магнитного поля катушки с током. Кл. 11, п. 116.7
9.	Колебательный контур. Свободные электромагнитные колебания в идеальном колебательном контуре. Формула Томсона. Связь амплитуды заряда конденсатора с амплитудой силы тока при свободных электромагнитных колебаниях в идеальном колебательном контуре; Законы отражения света. $\alpha = \beta$; Построение изображений в плоском зеркале; Формула тонкой линзы. Увеличение, даваемое линзой	10–11 класс (базовый уровень): Свободные электромагнитные колебания в идеальном колебательном контуре. Формула Томсона. Законы отражения света. Изображение в плоском зеркале. Собирающая линза, оптическая сила линзы. Построение изображений в собирающей линзе. Кл. 11, п. 115.7.2 10–11 класс (углубленный уровень): Свободные электромагнитные колебания в идеальном колебательном контуре. Формула Томсона. Законы отражения света. Изображение в плоском зеркале. Собирающая линза, оптическая сила линзы. Построение изображений в собирающей линзе. Кл. 11, п. 116.7.2 7–9 класс: Законы отражения света. Изображение в плоском зеркале. Собирающая линза, оптическая сила линзы. Построение изображений в собирающей линзе. Кл. 9, п. 153.5.4
10.	ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА; Планетарная модель атома; Нуклонная модель ядра Гейзенберга – Иваненко. Заряд ядра. Массовое число ядра. Изотопы; Радиоактивность. Альфа-распад. Бета-распад. Электронный β -распад. Позитронный β -распад. Гамма-излучение; Закон радиоактивного распада; Ядерные реакции. Деление и синтез ядер	10–11 класс (базовый уровень): Планетарная модель атома. Нуклонная модель ядра. Альфа-распад, бета-распад. Ядерные реакции. Закон радиоактивного распада. Кл. 11, п. 115.7.4 10–11 класс (углубленный уровень): Планетарная модель атома. Нуклонная модель ядра. Альфа-распад, бета-распад. Ядерные реакции. Закон радиоактивного распада.

		Кл. 11, п. 116.7.4 7–9 класс: Планетарная модель атома. Альфа-распад, бетараспад. Ядерные реакции. Закон радиоактивного распада. Кл. 9, п. 153.5.5
11.	Механика;молекулярная физика. Термодинамика;электродинамика;кинематика;динамик а;статика;законы сохранения в механике;механические колебания и волны;молекулярная физика;термодинамика;электрическое поле;законы постоянного тока;магнитное поле;электромагнитная индукция;электромагнитные колебания и волны;оптика;Механическое движение. Относительность механического движения. Система отсчёта;Материальная точка. Её радиус-вектор: траектория, перемещение, путь. Сложение перемещений;Скорость материальной точки. Сложение скоростей. Вычисление перемещения и пути материальной точки при прямолинейном движении вдоль оси x по графику зависимости $u_x(t)$;Ускорение материальной точки;Равномерное прямолинейное движение;Равноускоренное прямолинейное движение;Свободное падение. Ускорение свободного падения. Движение тела, брошенного под углом α к горизонту;Криволинейное движение. Движение материальной точки по окружности. Угловая и линейная скорость точки: $v = \omega R$. Центростремительное ускорение точки. Полное ускорение материальной точки ;Твёрдое тело. Поступательное и вращательное движение твёрдого тела;Инерциальные системы отсчёта. Первый закон Ньютона. Принцип относительности Галилея;Масса тела. Плотность вещества;Сила. Принцип суперпозиции сил;Второй закон Ньютона: для материальной точки в ИСО ;Третий закон Ньютона для	10–11 класс (базовый уровень): Методы научного познания. Измерительные приборы. Кл. 10, п. 115.6.1 10–11 класс (углубленный уровень): Методы научного познания. Измерительные приборы. Кл. 10, п. 116.6.1 7–9 класс: Методы научного познания. Измерительные приборы. Кл. 7, п. 153.3

материальных точек;Закон всемирного тяготения. Сила тяжести. Центр тяжести тела. Зависимость силы тяжести от высоты h над поверхностью планеты радиусом R_0 ;Сила упругости. Закон Гука. Вес тела;Сила трения. Сухое трение. Сила трения скольжения. Сила трения покоя. Коэффициент трения;Давление;Момент силы относительно оси вращения;Центр масс тела. Центр масс системы материальных точек;Условия равновесия твёрдого тела в ИСО;Закон Паскаля;Давление в жидкости, покоящейся в ИСО;Закон Архимеда. Условие плавания тел;Импульс материальной точки;Импульс системы тел;Закон изменения и сохранения импульса. Реактивное движение;Работа силы на малом перемещении;Мощность силы;Кинетическая энергия материальной точки. Теорема об изменении кинетической энергии системы материальных точек;Потенциальная энергия. Потенциальная энергия материальной точки в однородном поле тяжести. Потенциальная энергия упруго деформированного тела;Закон изменения и сохранения механической энергии;Гармонические колебания материальной точки. Амплитуда и фаза колебаний. Кинематическое описание. Динамическое описание. Энергетическое описание (закон сохранения механической энергии). Связь амплитуды колебаний смещения материальной точки с амплитудами колебаний её скорости и ускорения;Период и частота колебаний. Период малых свободных колебаний математического маятника. Период свободных колебаний пружинного маятника;Вынужденные колебания. Резонанс. Резонансная кривая;Поперечные и продольные волны. Скорость распространения и длина волны. Интерференция и дифракция волн;Звук. Скорость звука ;Модели строения газов, жидкостей и твёрдых тел;Тепловое движение атомов и молекул

вещества; Взаимодействие частиц вещества ; Диффузия. Броуновское движение ; Модель идеального газа в МКТ; Связь между давлением и средней кинетической энергией поступательного теплового движения молекул идеального газа (основное уравнение МКТ); Абсолютная температура; Связь температуры газа со средней кинетической энергией поступательного теплового движения его молекул; Уравнение $p = nkT$; Модель идеального газа в термодинамике; Закон Дальтона для давления смеси разреженных газов; Изопрцессы в разреженном газе с постоянным числом молекул N (с постоянным количеством вещества ν); Насыщенные и ненасыщенные пары. Качественная зависимость плотности и давления насыщенного пара от температуры, их независимость от объёма насыщенного пара ; Влажность воздуха. Относительная влажность; Изменение агрегатных состояний вещества: испарение и конденсация, кипение жидкости; Изменение агрегатных состояний вещества: плавление и кристаллизация ; Преобразование энергии в фазовых переходах ; Тепловое равновесие и температура; Внутренняя энергия ; Теплопередача как способ изменения внутренней энергии без совершения работы. Конвекция, теплопроводность, излучение ; 4 Количество теплоты. Удельная теплоёмкость вещества ; Удельная теплота парообразования. Удельная теплота плавления. Удельная теплота сгорания топлива; Элементарная работа в термодинамике: $A = \Delta p V$. Вычисление работы по графику процесса на pV -диаграмме ; Первый закон термодинамики. Адиабата; Второй закон термодинамики. Необратимые процессы ; Принципы действия тепловых машин. КПД; Максимальное значение КПД. Цикл Карно; Уравнение теплового баланса; Электризация тел и её проявления. Электрический заряд. Два вида

заряда. Элементарный электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда ;Взаимодействие зарядов. Точечные заряды. Закон Кулона;Электрическое поле. Его действие на электрические заряды;Напряжённость электрического поля. Поле точечного заряда. Картины линий напряжённости этих полей ;Потенциальность электростатического поля. Разность потенциалов и напряжение. Потенциальная энергия заряда в электростатическом поле. Потенциал электростатического поля. Связь напряжённости поля и разности потенциалов для однородного электростатического поля;Принцип суперпозиции электрических полей;Проводники в электростатическом поле. Условие равновесия зарядов;Диэлектрики в электростатическом поле. Диэлектрическая проницаемость вещества ϵ ;Конденсатор. Электроёмкость конденсатора. Электроёмкость плоского конденсатора. Электроёмкость плоского воздушного конденсатора;Параллельное соединение конденсаторов. Последовательное соединение конденсаторов;Энергия заряженного конденсатора; Сила тока. Постоянный ток;Условия существования электрического тока. Напряжение U и ЭДС;Закон Ома для участка цепи;Электрическое сопротивление. Зависимость сопротивления однородного проводника от его длины и сечения. Удельное сопротивление вещества; Источники тока. ЭДС источника тока. Внутреннее сопротивление источника тока ;Закон Ома для полной (замкнутой) электрической цепи;Параллельное и последовательное соединение проводников;Работа электрического тока. Закон Джоуля – Ленца;Мощность электрического тока. Тепловая мощность, выделяемая на резисторе. Мощность источника тока;Свободные носители

электрических зарядов в проводниках. Механизмы проводимости твёрдых металлов, растворов и расплавов электролитов, газов. Полупроводники. Полупроводниковый диод; Механическое взаимодействие магнитов. Магнитное поле. Вектор магнитной индукции. Принцип суперпозиции магнитных полей. Линии индукции магнитного поля. Картина линий индукции магнитного поля полосового и подковообразного постоянных магнитов ;Опыт Эрстеда. Магнитное поле проводника с током. Картина линий индукции магнитного поля длинного прямого проводника и замкнутого кольцевого проводника, катушки с током; Сила Ампера, её направление и величина; Сила Лоренца, её направление и величина. Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле ;Поток вектора магнитной индукции; Явление электромагнитной индукции. ЭДС индукции ;Закон электромагнитной индукции Фарадея; ЭДС индукции в прямом проводнике ;Правило Ленца ;Индуктивность. Самоиндукция. ЭДС самоиндукции; Энергия магнитного поля катушки с током; Колебательный контур. Свободные электромагнитные колебания в идеальном колебательном контуре. Формула Томсона. Связь амплитуды заряда конденсатора с амплитудой силы тока при свободных электромагнитных колебаниях в идеальном колебательном контуре; Закон сохранения энергии в идеальном колебательном контуре; Вынужденные электромагнитные колебания. Резонанс ;Переменный ток. Производство, передача и потребление электрической энергии ;Свойства электромагнитных волн. Взаимная ориентация векторов в электромагнитной волне в вакууме; Шкала электромагнитных волн. Применение электромагнитных волн в технике и быту; Прямолинейное распространение света в

	однородной среде. Точечный источник. Луч света;Законы отражения света. $\alpha = \beta$;Построение изображений в плоском зеркале;Законы преломления света. Преломление света. Абсолютный показатель преломления. Относительный показатель преломления. Ход лучей в призме. Соотношение частот и соотношение длин волн при переходе монохроматического света через границу раздела двух оптических сред;Полное внутреннее отражение. Предельный угол полного внутреннего отражения;Собирающие и рассеивающие линзы. Тонкая линза. Фокусное расстояние и оптическая сила тонкой линзы;Формула тонкой линзы. Увеличение, даваемое линзой;Ход луча, прошедшего линзу под произвольным углом к её главной оптической оси. Построение изображений точки и отрезка прямой в собирающих и рассеивающих линзах и их системах ;Фотоаппарат как оптический прибор. Глаз как оптическая система ;Интерференция света. Когерентные источники. Условия наблюдения максимумов и минимумов в интерференционной картине от двух синфазных когерентных источников;Дифракция света. Дифракционная решётка. Условие наблюдения главных максимумов при нормальном падении монохроматического света с длиной волны λ на решётку с периодом d;Дисперсия света	
12.	Механика;молекулярная физика. Термодинамика;электродинамика;квантовая физика;кинематика;динамика;статика;законы сохранения в механике;механические колебания и волны;молекулярная физика;термодинамика;электрическое поле;законы постоянного тока;магнитное поле;электромагнитная индукция;электромагнитные колебания и волны;оптика;корпускулярно-волновой	10–11 класс (базовый уровень): Методы научного познания. Проведение опытов. Кл. 10, п. 115.6.1 10–11 класс (углубленный уровень): Методы научного познания. Проведение опытов. Кл. 10, п. 116.6.1 7–9 класс:

дуализм; физика атома; физика атомного ядра; Механическое движение. Относительность механического движения. Система отсчёта; Материальная точка. Её радиус-вектор: траектория, перемещение, путь. Сложение перемещений; Скорость материальной точки. Сложение скоростей. Вычисление перемещения и пути материальной точки при прямолинейном движении вдоль оси x по графику зависимости $v_x(t)$; Ускорение материальной точки; Равномерное прямолинейное движение; Равноускоренное прямолинейное движение; Свободное падение. Ускорение свободного падения. Движение тела, брошенного под углом α к горизонту; Криволинейное движение. Движение материальной точки по окружности. Угловая и линейная скорость точки: $v = \omega R$. Центростремительное ускорение точки. Полное ускорение материальной точки; Твёрдое тело. Поступательное и вращательное движение твёрдого тела; Инерциальные системы отсчёта. Первый закон Ньютона. Принцип относительности Галилея; Масса тела. Плотность вещества; Сила. Принцип суперпозиции сил; Второй закон Ньютона: для материальной точки в ИСО; Третий закон Ньютона для материальных точек; Закон всемирного тяготения. Сила тяжести. Центр тяжести тела. Зависимость силы тяжести от высоты h над поверхностью планеты радиусом R_0; Сила упругости. Закон Гука. Вес тела; Сила трения. Сухое трение. Сила трения скольжения. Сила трения покоя. Коэффициент трения; Давление; Момент силы относительно оси вращения; Центр масс тела. Центр масс системы материальных точек; Условия равновесия твёрдого тела в ИСО; Закон Паскаля; Давление в жидкости, покоящейся в ИСО; Закон Архимеда. Условие плавления тел; Импульс материальной точки; Импульс системы	Методы научного познания. Проведение опытов. Кл. 7, п. 153.3.1
---	---

тел;Закон изменения и сохранения импульса. Реактивное движение;Работа силы на малом перемещении;Мощность силы;Кинетическая энергия материальной точки. Теорема об изменении кинетической энергии системы материальных точек;Потенциальная энергия. Потенциальная энергия материальной точки в однородном поле тяжести. Потенциальная энергия упруго деформированного тела;Закон изменения и сохранения механической энергии;Гармонические колебания материальной точки. Амплитуда и фаза колебаний. Кинематическое описание. Динамическое описание. Энергетическое описание (закон сохранения механической энергии). Связь амплитуды колебаний смещения материальной точки с амплитудами колебаний её скорости и ускорения;Период и частота колебаний. Период малых свободных колебаний математического маятника. Период свободных колебаний пружинного маятника;Вынужденные колебания. Резонанс. Резонансная кривая;Поперечные и продольные волны. Скорость распространения и длина волны. Интерференция и дифракция волн;Звук. Скорость звука ;Модели строения газов, жидкостей и твёрдых тел;Тепловое движение атомов и молекул вещества;Взаимодействие частиц вещества ;Диффузия. Броуновское движение ;Модель идеального газа в МКТ;Связь между давлением и средней кинетической энергией поступательного теплового движения молекул идеального газа (основное уравнение МКТ);Абсолютная температура;Связь температуры газа со средней кинетической энергией поступательного теплового движения его молекул;Уравнение $p = nkT$;Модель идеального газа в термодинамике;Закон Дальтона для давления смеси разреженных газов;Изопроцессы в разреженном газе с постоянным числом молекул N (с постоянным

количеством вещества ν); Насыщенные и ненасыщенные пары. Качественная зависимость плотности и давления насыщенного пара от температуры, их независимость от объёма насыщенного пара ; Влажность воздуха. Относительная влажность; Изменение агрегатных состояний вещества: испарение и конденсация, кипение жидкости; Изменение агрегатных состояний вещества: плавление и кристаллизация ; Преобразование энергии в фазовых переходах ; Тепловое равновесие и температура; Внутренняя энергия ; Теплопередача как способ изменения внутренней энергии без совершения работы. Конвекция, теплопроводность, излучение ; 4 Количество теплоты. Удельная теплоёмкость вещества ; Удельная теплота парообразования. Удельная теплота плавления. Удельная теплота сгорания топлива; Элементарная работа в термодинамике: $A = \Delta p \cdot V$. Вычисление работы по графику процесса на pV-диаграмме ; Первый закон термодинамики. Адиабата; Второй закон термодинамики. Необратимые процессы ; Принципы действия тепловых машин. КПД; Максимальное значение КПД. Цикл Карно; Уравнение теплового баланса; Электризация тел и её проявления. Электрический заряд. Два вида заряда. Элементарный электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда ; Взаимодействие зарядов. Точечные заряды. Закон Кулона; Электрическое поле. Его действие на электрические заряды; Напряжённость электрического поля. Поле точечного заряда. Картины линий напряжённости этих полей ; Потенциальность электростатического поля. Разность потенциалов и напряжение. Потенциальная энергия заряда в электростатическом поле. Потенциал электростатического поля. Связь напряжённости поля и разности потенциалов для однородного	
---	--

электростатического поля; Принцип суперпозиции электрических полей; Проводники в электростатическом поле. Условие равновесия зарядов; Диэлектрики в электростатическом поле. Диэлектрическая проницаемость вещества ϵ; Конденсатор. Электроёмкость конденсатора. Электроёмкость плоского конденсатора. Электроёмкость плоского воздушного конденсатора; Параллельное соединение конденсаторов. Последовательное соединение конденсаторов; Энергия заряженного конденсатора; Сила тока. Постоянный ток; Условия существования электрического тока. Напряжение U и ЭДС; Закон Ома для участка цепи; Электрическое сопротивление. Зависимость сопротивления однородного проводника от его длины и сечения. Удельное сопротивление вещества; Источники тока. ЭДС источника тока. Внутреннее сопротивление источника тока ; Закон Ома для полной (замкнутой) электрической цепи; Параллельное и последовательное соединение проводников; Работа электрического тока. Закон Джоуля – Ленца; Мощность электрического тока. Тепловая мощность, выделяемая на резисторе. Мощность источника тока; Свободные носители электрических зарядов в проводниках. Механизмы проводимости твёрдых металлов, растворов и расплавов электролитов, газов. Полупроводники. Полупроводниковый диод; Механическое взаимодействие магнитов. Магнитное поле. Вектор магнитной индукции. Принцип суперпозиции магнитных полей. Линии индукции магнитного поля. Картина линий индукции магнитного поля полосового и подковообразного постоянных магнитов ; Опыт Эрстеда. Магнитное поле проводника с током. Картина линий индукции магнитного поля длинного прямого проводника и замкнутого кольцевого проводника,	
---	--

катушки с током; Сила Ампера, её направление и величина; Сила Лоренца, её направление и величина. Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле ; Поток вектора магнитной индукции; Явление электромагнитной индукции. ЭДС индукции ; Закон электромагнитной индукции Фарадея; ЭДС индукции в прямом проводнике ; Правило Ленца ; Индуктивность. Самоиндукция. ЭДС самоиндукции; Энергия магнитного поля катушки с током; Колебательный контур. Свободные электромагнитные колебания в идеальном колебательном контуре. Формула Томсона. Связь амплитуды заряда конденсатора с амплитудой силы тока при свободных электромагнитных колебаниях в идеальном колебательном контуре; Закон сохранения энергии в идеальном колебательном контуре; Вынужденные электромагнитные колебания. Резонанс ; Переменный ток. Производство, передача и потребление электрической энергии ; Свойства электромагнитных волн. Взаимная ориентация векторов в электромагнитной волне в вакууме; Шкала электромагнитных волн. Применение электромагнитных волн в технике и быту; Прямолинейное распространение света в однородной среде. Точечный источник. Луч света; Законы отражения света. $\alpha = \beta$; Построение изображений в плоском зеркале; Законы преломления света. Преломление света. Абсолютный показатель преломления. Относительный показатель преломления. Ход лучей в призме. Соотношение частот и соотношение длин волн при переходе монохроматического света через границу раздела двух оптических сред; Полное внутреннее отражение. Предельный угол полного внутреннего отражения; Собирающие и рассеивающие линзы. Тонкая линза. Фокусное расстояние и оптическая сила

	тонкой линзы;Формула тонкой линзы. Увеличение, даваемое линзой;Ход луча, прошедшего линзу под произвольным углом к её главной оптической оси. Построение изображений точки и отрезка прямой в собирающих и рассеивающих линзах и их системах ;Фотоаппарат как оптический прибор. Глаз как оптическая система ;Интерференция света. Когерентные источники. Условия наблюдения максимумов и минимумов в интерференционной картине от двух синфазных когерентных источников;Дифракция света. Дифракционная решётка. Условие наблюдения главных максимумов при нормальном падении монохроматического света с длиной волны λ на решётку с периодом d;Дисперсия света ;Гипотеза М. Планка о квантах. Формула Планка: $E = h\nu$;Фотоны. Энергия фотона. Импульс фотона;Фотоэффект. Опыты А.Г. Столетова. Законы фотоэффекта;Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта;Давление света. Давление света на полностью отражающую поверхность и на полностью поглощающую поверхность ;Планетарная модель атома ;Постулаты Бора. Излучение и поглощение фотонов при переходе атома с одного уровня энергии на другой;Линейчатые спектры. Спектр уровней энергии атома водорода;Нуклонная модель ядра Гейзенберга – Иваненко. Заряд ядра. Массовое число ядра. Изотопы;Радиоактивность. Альфа-распад. Бета-распад. Электронный β-распад. Позитронный β-распад. Гамма-излучение;Закон радиоактивного распада;Ядерные реакции. Деление и синтез ядер	
13.	Молекулярная физика. Термодинамика;электродинамика;молекулярная физика;термодинамика;электрическое поле;законы постоянного тока;магнитное поле;электромагнитная индукция;электромагнитные колебания и волны;оптика;Модели строения газов, жидкостей и	10–11 класс (базовый уровень): Механика. Молекулярная физика. Термодинамика. Электродинамика. Кл. 10, п. 115.6.2, 115.6.3, 115.6.4, кл. 11, п. 115.7.1, 115.7.2 10–11 класс (углубленный уровень):

твёрдых тел; Тепловое движение атомов и молекул вещества; Взаимодействие частиц вещества ; Диффузия. Броуновское движение ; Модель идеального газа в МКТ; Связь между давлением и средней кинетической энергией поступательного теплового движения молекул идеального газа (основное уравнение МКТ); Абсолютная температура; Связь температуры газа со средней кинетической энергией поступательного теплового движения его молекул; Уравнение $p = nkT$; Модель идеального газа в термодинамике; Закон Дальтона для давления смеси разреженных газов; Изопроцессы в разреженном газе с постоянным числом молекул N (с постоянным количеством вещества ν); Насыщенные и ненасыщенные пары. Качественная зависимость плотности и давления насыщенного пара от температуры, их независимость от объёма насыщенного пара ; Влажность воздуха. Относительная влажность; Изменение агрегатных состояний вещества: испарение и конденсация, кипение жидкости; Изменение агрегатных состояний вещества: плавление и кристаллизация ; Преобразование энергии в фазовых переходах ; Тепловое равновесие и температура; Внутренняя энергия ; Теплопередача как способ изменения внутренней энергии без совершения работы. Конвекция, теплопроводность, излучение ; 4 Количество теплоты. Удельная теплоёмкость вещества ; Удельная теплота парообразования. Удельная теплота плавления. Удельная теплота сгорания топлива; Элементарная работа в термодинамике: $A = \Delta p V$. Вычисление работы по графику процесса на pV-диаграмме ; Первый закон термодинамики. Адиабата; Второй закон термодинамики. Необратимые процессы ; Принципы действия тепловых машин. КПД; Максимальное значение КПД. Цикл Карно; Уравнение теплового баланса; Электризация тел	Механика. Молекулярная физика. Термодинамика. Электродинамика. Кл. 10, п. 116.6.2–116.6.4, кл. 11, п. 116.7.1 7–9 класс: Механические, тепловые, электромагнитные явления. Кл. 7, п. 153.3.2–153.3.4, кл. 8, п. 153.4.1, 153.4.2, кл. 9, п. 153.5.1–153.5.4
--	---

и её проявления. Электрический заряд. Два вида заряда. Элементарный электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда ;Взаимодействие зарядов. Точечные заряды. Закон Кулона;Электрическое поле. Его действие на электрические заряды;Напряжённость электрического поля. Поле точечного заряда. Картины линий напряжённости этих полей ;Потенциальность электростатического поля. Разность потенциалов и напряжение. Потенциальная энергия заряда в электростатическом поле. Потенциал электростатического поля. Связь напряжённости поля и разности потенциалов для однородного электростатического поля;Принцип суперпозиции электрических полей;Проводники в электростатическом поле. Условие равновесия зарядов;Диэлектрики в электростатическом поле. Диэлектрическая проницаемость вещества ϵ ;Конденсатор. Электроёмкость конденсатора. Электроёмкость плоского конденсатора. Электроёмкость плоского воздушного конденсатора;Параллельное соединение конденсаторов. Последовательное соединение конденсаторов;Энергия заряженного конденсатора; Сила тока. Постоянный ток;Условия существования электрического тока. Напряжение U и ЭДС;Закон Ома для участка цепи;Электрическое сопротивление. Зависимость сопротивления однородного проводника от его длины и сечения. Удельное сопротивление вещества; Источники тока. ЭДС источника тока. Внутреннее сопротивление источника тока ;Закон Ома для полной (замкнутой) электрической цепи;Параллельное и последовательное соединение проводников;Работа электрического тока. Закон Джоуля – Ленца;Мощность электрического тока. Тепловая мощность, выделяемая на резисторе.

Мощность источника тока;Свободные носители электрических зарядов в проводниках. Механизмы проводимости твёрдых металлов, растворов и расплавов электролитов, газов. Полупроводники. Полупроводниковый диод;Механическое взаимодействие магнитов. Магнитное поле. Вектор магнитной индукции. Принцип суперпозиции магнитных полей. Линии индукции магнитного поля. Картина линий индукции магнитного поля полосового и подковообразного постоянных магнитов ;Опыт Эрстеда. Магнитное поле проводника с током. Картина линий индукции магнитного поля длинного прямого проводника и замкнутого кольцевого проводника, катушки с током;Сила Ампера, её направление и величина;Сила Лоренца, её направление и величина. Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле ;Поток вектора магнитной индукции;Явление электромагнитной индукции. ЭДС индукции ;Закон электромагнитной индукции Фарадея;ЭДС индукции в прямом проводнике ;Правило Ленца ;Индуктивность. Самоиндукция. ЭДС самоиндукции;Энергия магнитного поля катушки с током;Колебательный контур. Свободные электромагнитные колебания в идеальном колебательном контуре. Формула Томсона. Связь амплитуды заряда конденсатора с амплитудой силы тока при свободных электромагнитных колебаниях в идеальном колебательном контуре;Закон сохранения энергии в идеальном колебательном контуре;Вынужденные электромагнитные колебания. Резонанс ;Переменный ток. Производство, передача и потребление электрической энергии ;Свойства электромагнитных волн. Взаимная ориентация векторов в электромагнитной волне в вакууме;Шкала электромагнитных волн. Применение электромагнитных волн в технике и	
---	--

	быту;Прямолинейное распространение света в однородной среде. Точечный источник. Луч света;Законы отражения света. $\alpha = \beta$;Построение изображений в плоском зеркале;Законы преломления света. Преломление света. Абсолютный показатель преломления. Относительный показатель преломления. Ход лучей в призме. Соотношение частот и соотношение длин волн при переходе монохроматического света через границу раздела двух оптических сред;Полное внутреннее отражение. Предельный угол полного внутреннего отражения;Собирающие и рассеивающие линзы. Тонкая линза. Фокусное расстояние и оптическая сила тонкой линзы;Формула тонкой линзы. Увеличение, даваемое линзой;Ход луча, прошедшего линзу под произвольным углом к её главной оптической оси. Построение изображений точки и отрезка прямой в собирающих и рассеивающих линзах и их системах ;Фотоаппарат как оптический прибор. Глаз как оптическая система ;Интерференция света. Когерентные источники. Условия наблюдения максимумов и минимумов в интерференционной картине от двух синфазных когерентных источников;Дифракция света. Дифракционная решётка. Условие наблюдения главных максимумов при нормальном падении монохроматического света с длиной волны λ на решётку с периодом d;Дисперсия света	
14.	Механика;кинематика;динамика;статика;законы сохранения в механике;механические колебания и волны;Механическое движение. Относительность механического движения. Система отсчёта;Материальная точка. Её радиус-вектор: траектория, перемещение, путь. Сложение перемещений;Скорость материальной точки. Сложение скоростей. Вычисление перемещения и пути	10–11 класс (базовый уровень): Механика. Молекулярная физика. Термодинамика. Кл. 10, п. 115.6.2, 115.6.3 10–11 класс (углубленный уровень): Механика. Молекулярная физика. Термодинамика. Кл. 10, п. 116.6.2, 116.6.3

материальной точки при прямолинейном движении вдоль оси x по графику зависимости $ux(t)$; Ускорение материальной точки; Равномерное прямолинейное движение; Равноускоренное прямолинейное движение; Свободное падение. Ускорение свободного падения. Движение тела, брошенного под углом α к горизонту; Криволинейное движение. Движение материальной точки по окружности. Угловая и линейная скорость точки: $v = \omega R$. Центростремительное ускорение точки. Полное ускорение материальной точки; Твёрдое тело. Поступательное и вращательное движение твёрдого тела; Инерциальные системы отсчёта. Первый закон Ньютона. Принцип относительности Галилея; Масса тела. Плотность вещества; Сила. Принцип суперпозиции сил; Второй закон Ньютона: для материальной точки в ИСО; Третий закон Ньютона для материальных точек; Закон всемирного тяготения. Сила тяжести. Центр тяжести тела. Зависимость силы тяжести от высоты h над поверхностью планеты радиусом R_0; Сила упругости. Закон Гука. Вес тела; Сила трения. Сухое трение. Сила трения скольжения. Сила трения покоя. Коэффициент трения; Давление; Момент силы относительно оси вращения; Центр масс тела. Центр масс системы материальных точек; Условия равновесия твёрдого тела в ИСО; Закон Паскаля; Давление в жидкости, покоящейся в ИСО; Закон Архимеда. Условие плавания тел; Импульс материальной точки; Импульс системы тел; Закон изменения и сохранения импульса. Реактивное движение; Работа силы на малом перемещении; Мощность силы; Кинетическая энергия материальной точки. Теорема об изменении кинетической энергии системы материальных точек; Потенциальная энергия. Потенциальная энергия материальной точки в однородном поле тяжести.	7–9 класс: Механические явления. Кл. 9, п. 153.5.1, 153.5.2 (пропедевтика)
--	---

	Потенциальная энергия упруго деформированного тела;Закон изменения и сохранения механической энергии;Гармонические колебания материальной точки. Амплитуда и фаза колебаний. Кинематическое описание. Динамическое описание. Энергетическое описание (закон сохранения механической энергии). Связь амплитуды колебаний смещения материальной точки с амплитудами колебаний её скорости и ускорения;Период и частота колебаний. Период малых свободных колебаний математического маятника. Период свободных колебаний пружинного маятника;Вынужденные колебания. Резонанс. Резонансная кривая;Поперечные и продольные волны. Скорость распространения и длина волны. Интерференция и дифракция волн;Звук. Скорость звука	
15.	Молекулярная физика. Термодинамика;электродинамика;молекулярная физика;термодинамика;электрическое поле;законы постоянного тока;магнитное поле;электромагнитная индукция;электромагнитные колебания и волны;оптика;Модели строения газов, жидкостей и твёрдых тел;Тепловое движение атомов и молекул вещества;Взаимодействие частиц вещества ;Диффузия. Броуновское движение ;Модель идеального газа в МКТ;Связь между давлением и средней кинетической энергией поступательного теплового движения молекул идеального газа (основное уравнение МКТ);Абсолютная температура;Связь температуры газа со средней кинетической энергией поступательного теплового движения его молекул;Уравнение $p = nkT$;Модель идеального газа в термодинамике;Закон Дальтона для давления смеси разреженных газов;Изопроцессы в разреженном газе с постоянным числом молекул N (с постоянным количеством вещества ν);Насыщенные и	10–11 класс (базовый уровень): Молекулярная физика. Термодинамика. Электродинамика. Кл. 10, п. 115.6.3, 115.6.4, кл. 11, п. 115.7.1, 115.7.2 10–11 класс (углубленный уровень): Молекулярная физика. Термодинамика. Электродинамика. Кл. 10, п. 116.6.3, 116.6.4, кл. 11, п. 116.7.1, 116.7.2 7–9 класс: Тепловые, электромагнитные явления. Кл. 8, п. 153.4.1, 153.4.2, кл. 9, п. 153.5.4

ненасыщенные пары. Качественная зависимость плотности и давления насыщенного пара от температуры, их независимость от объёма насыщенного пара ;Влажность воздуха. Относительная влажность;Изменение агрегатных состояний вещества: испарение и конденсация, кипение жидкости;Изменение агрегатных состояний вещества: плавление и кристаллизация ;Преобразование энергии в фазовых переходах ;Тепловое равновесие и температура;Внутренняя энергия ;Теплопередача как способ изменения внутренней энергии без совершения работы. Конвекция, теплопроводность, излучение ;4 Количество теплоты. Удельная теплоёмкость вещества ;Удельная теплота парообразования. Удельная теплота плавления. Удельная теплота сгорания топлива;Элементарная работа в термодинамике: $A = \Delta p V$. Вычисление работы по графику процесса на pV-диаграмме ;Первый закон термодинамики. Адиабата;Второй закон термодинамики. Необратимые процессы ;Принципы действия тепловых машин. КПД;Максимальное значение КПД. Цикл Карно;Уравнение теплового баланса;Электризация тел и её проявления. Электрический заряд. Два вида заряда. Элементарный электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда ;Взаимодействие зарядов. Точечные заряды. Закон Кулона;Электрическое поле. Его действие на электрические заряды;Напряжённость электрического поля. Поле точечного заряда. Картины линий напряжённости этих полей ;Потенциальность электростатического поля. Разность потенциалов и напряжение. Потенциальная энергия заряда в электростатическом поле. Потенциал электростатического поля. Связь напряжённости поля и разности потенциалов для однородного электростатического поля;Принцип суперпозиции	
--	--

электрических полей; Проводники в электростатическом поле. Условие равновесия зарядов; Диэлектрики в электростатическом поле. Диэлектрическая проницаемость вещества ϵ; Конденсатор. Электроёмкость конденсатора. Электроёмкость плоского конденсатора. Электроёмкость плоского воздушного конденсатора; Параллельное соединение конденсаторов. Последовательное соединение конденсаторов; Энергия заряженного конденсатора; Сила тока. Постоянный ток; Условия существования электрического тока. Напряжение U и ЭДС; Закон Ома для участка цепи; Электрическое сопротивление. Зависимость сопротивления однородного проводника от его длины и сечения. Удельное сопротивление вещества; Источники тока. ЭДС источника тока. Внутреннее сопротивление источника тока; Закон Ома для полной (замкнутой) электрической цепи; Параллельное и последовательное соединение проводников; Работа электрического тока. Закон Джоуля – Ленца; Мощность электрического тока. Тепловая мощность, выделяемая на резисторе. Мощность источника тока; Свободные носители электрических зарядов в проводниках. Механизмы проводимости твёрдых металлов, растворов и расплавов электролитов, газов. Полупроводники. Полупроводниковый диод; Механическое взаимодействие магнитов. Магнитное поле. Вектор магнитной индукции. Принцип суперпозиции магнитных полей. Линии индукции магнитного поля. Картина линий индукции магнитного поля полосового и подковообразного постоянных магнитов; Опыт Эрстеда. Магнитное поле проводника с током. Картина линий индукции магнитного поля длинного прямого проводника и замкнутого кольцевого проводника, катушки с током; Сила Ампера, её направление и	
--	--

величина; Сила Лоренца, её направление и величина. Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле ; Поток вектора магнитной индукции; Явление электромагнитной индукции. ЭДС индукции ; Закон электромагнитной индукции Фарадея; ЭДС индукции в прямом проводнике ; Правило Ленца ; Индуктивность. Самоиндукция. ЭДС самоиндукции; Энергия магнитного поля катушки с током; Колебательный контур. Свободные электромагнитные колебания в идеальном колебательном контуре. Формула Томсона. Связь амплитуды заряда конденсатора с амплитудой силы тока при свободных электромагнитных колебаниях в идеальном колебательном контуре; Закон сохранения энергии в идеальном колебательном контуре; Вынужденные электромагнитные колебания. Резонанс ; Переменный ток. Производство, передача и потребление электрической энергии ; Свойства электромагнитных волн. Взаимная ориентация векторов в электромагнитной волне в вакууме; Шкала электромагнитных волн. Применение электромагнитных волн в технике и быту; Прямолинейное распространение света в однородной среде. Точечный источник. Луч света; Законы отражения света. $\alpha = \beta$; Построение изображений в плоском зеркале; Законы преломления света. Преломление света. Абсолютный показатель преломления. Относительный показатель преломления. Ход лучей в призме. Соотношение частот и соотношение длин волн при переходе монохроматического света через границу раздела двух оптических сред; Полное внутреннее отражение. Предельный угол полного внутреннего отражения; Собирающие и рассеивающие линзы. Тонкая линза. Фокусное расстояние и оптическая сила тонкой линзы; Формула тонкой линзы. Увеличение,

	даваемое линзой;Ход луча, прошедшего линзу под произвольным углом к её главной оптической оси. Построение изображений точки и отрезка прямой в собирающих и рассеивающих линзах и их системах ;Фотоаппарат как оптический прибор. Глаз как оптическая система ;Интерференция света. Когерентные источники. Условия наблюдения максимумов и минимумов в интерференционной картине от двух синфазных когерентных источников;Дифракция света. Дифракционная решётка. Условие наблюдения главных максимумов при нормальном падении монохроматического света с длиной волны λ на решётку с периодом d;Дисперсия света	
16.	Молекулярная физика. Термодинамика;молекулярная физика;термодинамика;Модели строения газов, жидкостей и твёрдых тел;Тепловое движение атомов и молекул вещества;Взаимодействие частиц вещества ;Диффузия. Броуновское движение ;Модель идеального газа в МКТ;Связь между давлением и средней кинетической энергией поступательного теплового движения молекул идеального газа (основное уравнение МКТ);Абсолютная температура;Связь температуры газа со средней кинетической энергией поступательного теплового движения его молекул;Уравнение $p = nkT$;Модель идеального газа в термодинамике;Закон Дальтона для давления смеси разреженных газов;Изопроцессы в разреженном газе с постоянным числом молекул N (с постоянным количеством вещества ν);Насыщенные и ненасыщенные пары. Качественная зависимость плотности и давления насыщенного пара от температуры, их независимость от объёма насыщенного пара ;Влажность воздуха. Относительная влажность;Изменение агрегатных состояний вещества: испарение и конденсация, кипение	10–11 класс (базовый уровень): Молекулярная физика. Термодинамика. Кл. 10, п. 115.6.3 10–11 класс (углубленный уровень): Молекулярная физика. Термодинамика. Кл. 10, п. 115.6.3

жидкости;Изменение агрегатных состояний вещества: плавление и кристаллизация ;Преобразование энергии в фазовых переходах ;Тепловое равновесие и температура;Внутренняя энергия ;Теплопередача как способ изменения внутренней энергии без совершения работы. Конвекция, теплопроводность, излучение ;4 Количество теплоты. Удельная теплоёмкость вещества ;Удельная теплота парообразования. Удельная теплота плавления. Удельная теплота сгорания топлива;Элементарная работа в термодинамике: $A = \Delta p \cdot V$. Вычисление работы по графику процесса на pV-диаграмме ;Первый закон термодинамики. Адиабата;Второй закон термодинамики. Необратимые процессы ;Принципы действия тепловых машин. КПД;Максимальное значение КПД. Цикл Карно;Уравнение теплового баланса	
Электродинамика;электрическое поле;законы постоянного тока;магнитное поле;электромагнитная индукция;электромагнитные колебания и волны;оптика;Электризация тел и её проявления. Электрический заряд. Два вида заряда. Элементарный электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда ;Взаимодействие зарядов. Точечные заряды. Закон Кулона;Электрическое поле. Его действие на электрические заряды;Напряжённость электрического поля. Поле точечного заряда. Картины линий напряжённости этих полей ;Потенциальность электростатического поля. Разность потенциалов и напряжение. Потенциальная энергия заряда в электростатическом поле. Потенциал электростатического поля. Связь напряжённости поля и разности потенциалов для однородного электростатического поля;Принцип суперпозиции электрических полей;Проводники в электростатическом поле. Условие равновесия зарядов;Диэлектрики в электростатическом поле.	10–11 класс (базовый уровень): Электрическое поле. Законы постоянного тока. Магнитное поле. Электромагнитная индукция. Электромагнитные колебания. Кл. 10, п.115.6.4, кл. 11, п. 115.7.1, 115.7.2 10–11 класс (углубленный уровень): Электрическое поле. Законы постоянного тока. Магнитное поле. Электромагнитная индукция. Электромагнитные колебания. Кл. 10, п. 116.6.4, кл. 11, п. 116.7.1, 116.7.2

Диэлектрическая проницаемость вещества ϵ; Конденсатор. Емкость конденсатора. Емкость плоского конденсатора. Емкость плоского воздушного конденсатора; Параллельное соединение конденсаторов. Последовательное соединение конденсаторов; Энергия заряженного конденсатора; Сила тока. Постоянный ток; Условия существования электрического тока. Напряжение U и ЭДС; Закон Ома для участка цепи; Электрическое сопротивление. Зависимость сопротивления однородного проводника от его длины и сечения. Удельное сопротивление вещества; Источники тока. ЭДС источника тока. Внутреннее сопротивление источника тока; Закон Ома для полной (замкнутой) электрической цепи; Параллельное и последовательное соединение проводников; Работа электрического тока. Закон Джоуля – Ленца; Мощность электрического тока. Тепловая мощность, выделяемая на резисторе. Мощность источника тока; Свободные носители электрических зарядов в проводниках. Механизмы проводимости твердых металлов, растворов и расплавов электролитов, газов. Полупроводники. Полупроводниковый диод; Механическое взаимодействие магнитов. Магнитное поле. Вектор магнитной индукции. Принцип суперпозиции магнитных полей. Линии индукции магнитного поля. Картина линий индукции магнитного поля полосового и подковообразного постоянных магнитов; Опыт Эрстеда. Магнитное поле проводника с током. Картина линий индукции магнитного поля длинного прямого проводника и замкнутого кольцевого проводника, катушки с током; Сила Ампера, её направление и величина; Сила Лоренца, её направление и величина. Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле; Поток вектора магнитной	
---	--

индукции; Явление электромагнитной индукции. ЭДС индукции ; Закон электромагнитной индукции Фарадея; ЭДС индукции в прямом проводнике ; Правило Ленца ; Индуктивность. Самоиндукция. ЭДС самоиндукции; Энергия магнитного поля катушки с током; Колебательный контур. Свободные электромагнитные колебания в идеальном колебательном контуре. Формула Томсона. Связь амплитуды заряда конденсатора с амплитудой силы тока при свободных электромагнитных колебаниях в идеальном колебательном контуре; Закон сохранения энергии в идеальном колебательном контуре; Вынужденные электромагнитные колебания. Резонанс ; Переменный ток. Производство, передача и потребление электрической энергии ; Свойства электромагнитных волн. Взаимная ориентация векторов в электромагнитной волне в вакууме; Шкала электромагнитных волн. Применение электромагнитных волн в технике и быту; Прямолинейное распространение света в однородной среде. Точечный источник. Луч света; Законы отражения света. $\alpha = \beta$; Построение изображений в плоском зеркале; Законы преломления света. Преломление света. Абсолютный показатель преломления. Относительный показатель преломления. Ход лучей в призме. Соотношение частот и соотношение длин волн при переходе монохроматического света через границу раздела двух оптических сред; Полное внутреннее отражение. Предельный угол полного внутреннего отражения; Собирающие и рассеивающие линзы. Тонкая линза. Фокусное расстояние и оптическая сила тонкой линзы; Формула тонкой линзы. Увеличение, даваемое линзой; Ход луча, прошедшего линзу под произвольным углом к её главной оптической оси. Построение изображений точки и отрезка прямой в

собирающих и рассеивающих линзах и их системах ;Фотоаппарат как оптический прибор. Глаз как оптическая система ;Интерференция света. Когерентные источники. Условия наблюдения максимумов и минимумов в интерференционной картине от двух синфазных когерентных источников;Дифракция света. Дифракционная решётка. Условие наблюдения главных максимумов при нормальном падении монохроматического света с длиной волны λ на решётку с периодом d;Дисперсия света	
Механическое движение. Относительность механического движения. Система отсчёта;Материальная точка. Её радиус-вектор: траектория, перемещение, путь. Сложение перемещений;Скорость материальной точки. Сложение скоростей. Вычисление перемещения и пути материальной точки при прямолинейном движении вдоль оси x по графику зависимости $v_x(t)$;Ускорение материальной точки	10–11 класс (базовый уровень): Кинематика. Динамика. Законы сохранения в механике. Статика. Кл. 10, п. 115.6.2 10–11 класс (углубленный уровень): Кинематика. Динамика. Законы сохранения в механике. Статика. Кл. 10, п. 116.6.2

- Реалистичные «зоны роста» в части предметной подготовки для уверенного преодоления минимального балла ЕГЭ

Для уверенного преодоления минимального балла ЕГЭ по физике (36 тестовых баллов в 2026 году) необходимо сосредоточиться на базовом уровне подготовки. Анализ таблицы показывает, что даже группа «не преодолевших минимальный балл» демонстрирует **минимальные навыки** в выполнении первых заданий экзамена. Эти рекомендации направлены на то, чтобы ученик смог набрать необходимые первичные баллы для получения аттестата.

1. Механика — равномерное и равноускоренное движение

- *Зона роста:* Освоение базовых понятий скорости (v), ускорения (a) и пути (S).
- *Что делать:* Научиться читать графики зависимости $v(t)$ и $x(t)$. Уметь находить путь из графика скорости или ускорение из графика перемещения.
- *Почему это важно:* Задания №1–№4 проверяют эти темы, а выполнение этих задач составляет основу проходного балла.

2. Второй закон Ньютона и сила тяжести

- *Зона роста:* Понимание того, что сила тяжести всегда направлена вниз и равна mg .

- *Что делать:* Решать простейшие текстовые задачи типа «Найти силу тяжести, действующую на тело массой...».
- *Почему это важно:* Это основа задания №2, которое является одним из самых простых.

3. Давление и закон Архимеда

- *Зона роста:* Формула давления $p = FS$ и условие плавания тел $F_{арх} = mg$.
- *Что делать:* Запомнить единицы измерения (Па, Н/м²). Научить переводить мм ртутного столба в паскали.
- *Почему это важно:* Задание №4 часто вызывает затруднения у слабых учеников именно из-за перевода единиц. Овладение этим навыком позволит получить гарантированный балл.

4. Электростатика и законы постоянного тока

- *Зона роста:* Закон сохранения электрического заряда и формула силы Ампера $F = IBL \sin[\alpha]$.
- *Что делать:* Разобрать типовую задачу с проводником в магнитном поле. Понять, что угол между током и полем влияет на результат.
- *Почему это важно:* Эти темы встречаются в заданиях повышенного уровня (№5), которые становятся доступными после освоения базы.

5. Математические навыки

- *Зона роста:* Работа со степенями десятки и перевод единиц измерения.
- *Что делать:* Тренировать умножение/деление чисел со степенями. Выучить таблицу приставок СИ (кило-, милли-).
- *Почему это важно:* Ошибки в единицах измерения являются самой частой причиной потери баллов среди слабых учащихся.

Стратегия подготовки

- **Фокус на первой части:** Для группы риска достаточно освоить первые 8–10 заданий базового уровня. Они дают от 7 до 9 первичных баллов, которых при правильном переводе хватит для прохождения порога.
- **Минимум теории:** Изучение должно быть направлено не на запоминание всех формул, а на отработку алгоритмов решения конкретных типов задач.
- **Работа над ошибками:** Использовать демоверсию ФИПИ и анализировать каждый неверный шаг. Часто слабые ученики теряют баллы из-за одной арифметической ошибки в правильно выбранном направлении решения.

Реализация этой стратегии позволяет перевести подготовку из состояния хаотичного повторения всего курса физики к целенаправленной работе над конкретным набором навыков, необходимых для успешного выполнения пороговых заданий.

1.2.1.2. Методический анализ качества освоения метапредметных результатов ФГОС участниками ЕГЭ с минимальным уровнем подготовки

В данном пункте рассматриваются метапредметные результаты ФГОС (познавательные, коммуникативные, регулятивные (самоорганизация и самоконтроль)) (далее – метапредметные умения), которые могли повлиять на выполнение заданий КИМ.

Для проведения анализа следует использовать перечень метапредметных результатов ФГОС, приведенный в таблице 1 Кодификатора ЕГЭ по каждому учебному предмету, а также указание связей метапредметных и предметных результатов освоения основной образовательной программы из таблицы 2 Кодификатора ЕГЭ.

Анализ может проводиться по группам/подгруппам УУД, или наиболее значимым для выполнения большинства заданий УУД.

○ Развернутый комментарий на основе заданий / групп заданий, на успешность выполнения которых могла повлиять достаточная или недостаточная сформированность метапредметных умений, с указанием соответствующих метапредметных умений и их проявления в типичных ошибках в ответах участников экзамена на соответствующие задания;

На основе предоставленного файла (Кодификатор ЕГЭ по физике) можно выделить следующие метапредметные умения, которые могли повлиять на выполнение заданий участниками с минимальным уровнем подготовки. В кодификаторе выделены три группы универсальных учебных действий (УУД): познавательные, коммуникативные и регулятивные. Для участников с минимальным уровнем подготовки наиболее значимыми являются **регулятивные** и **познавательные УУД**, так как именно их несформированность приводит к типичным ошибкам в ответах.

1. Регулятивные УУД (самоорганизация и самоконтроль)

- **Проявление:** Эти умения критически важны для выполнения даже базовых задач. Учащиеся данной группы часто не приступают к заданиям повышенного уровня сложности (№9–№23), что свидетельствует о полной дезорганизации деятельности после первых трудностей.

- **Типичные ошибки:** Отсутствие планирования времени; неспособность оценить сложность задачи до начала её решения; отказ от попыток решить задачу при малейшем затруднении; отсутствие пошагового контроля промежуточных вычислений.

- **Связь с результатами:** Низкий процент выполнения у этой группы наблюдается во всех заданиях повышенной и высокой сложности, а также в базовом задании №4 (давление в жидкости/закон Архимеда — 20%), где требуется удерживать несколько условий одновременно.

2. Познавательные УУД (смысловое чтение, анализ информации)

- **Проявление:** Эта группа учащихся демонстрирует системный дефицит в работе с текстовыми задачами и графиками.

- **Типичные ошибки:** Неспособность выделить главное условие из текста задания; попытки применить первый пришедший в голову шаблон без анализа данных; игнорирование избыточной или противоречивой информации; неверное определение искомого параметра.

- *Связь с результатами:* Наиболее ярко это проявляется в заданиях №5 (механика — 10% выполнения среди слабых учеников) и №8 (термодинамика — 0%). В этих задачах требуется перевести словесную формулировку в математическую модель, что является непреодолимым барьером.

3. Коммуникативные УУД (*точность выражения мысли*)

- **Проявление:** Это умение влияет на оформление развернутых ответов (задания высокого уровня).
- *Типичные ошибки:* Даже если ученик понимает суть явления, он не может адекватно кодифицировать свой ответ согласно критериям КИМ. Например, в качественных задачах (№21–№22) ответы пишутся "на своем языке", а не в терминах физики.

Для проведения методического анализа качества освоения метапредметных результатов ФГОС выделили две ключевые группы заданий, на успешность которых повлияла недостаточная сформированность метапредметных умений.

Группа А: Задания, требующие самоорганизации и алгоритмического мышления

- **Задание №4 (Давление в жидкости) (Базовый уровень).**
 - *Метапредметное умение:* Регулятивное (планирование деятельности).
 - *Проблема:* Учащийся видит формулу $p = \rho gh$, но теряется при наличии нескольких параметров (h_1 и h_2). Он совершает ошибку в последовательности действий или забывает учесть атмосферное давление, хотя алгоритм решения одношаговой задачи известен.
 - *Проявление дефицита:* Отсутствует навык удержания в рабочей памяти более одного условия. Наблюдается хаотичное применение формул без логической цепочки.
- **Задание №9 (Молекулярная физика) (Повышенный уровень).**
 - *Метапредметное умение:* Познавательное (анализ информации).
 - *Проблема:* Требуется работа со сложным текстом и графическими зависимостями. Учащийся оперирует только прямым знанием ("это формула давления"), но не способен синтезировать информацию из разных фрагментов условия.
 - *Проявление дефицита:* Слабость аналитико-синтетической деятельности. Невозможность составить математическую модель ситуации.

Группа Б: Задания, требующие функциональной грамотности

- **Задание №17 (Качественная задача) (Базовый уровень).**
 - *Метапредметное умение:* Познавательное (работа со знаковыми системами).
 - *Проблема:* Необходимо прочесть график процесса (например, pV -диаграмму) и интерпретировать его физическую сущность. Учащийся путает значение величины (координата точки) с ее изменением (площадью под кривой или наклоном).
 - *Проявление дефицита:* Недостаток навыков смыслового чтения графиков и нелинейного представления данных.
- **Задание №24 (Гидростатика) (Высокий уровень).**

- *Метапредметное умение:* Регулятивное (контроль и коррекция).
- *Проблема:* Типичная ошибка — расчет гидростатического давления (ρgh) без учета атмосферного давления. Учащийся выполняет первые два шага верно, но теряет баллы из-за отсутствия проверки границ полученного ответа.
- *Проявление дефицита:* Неустойчивость вычислительных навыков и алгебраической техники. Ошибки в действиях с обыкновенными дробями и отрицательными числами перечеркивают верную логику решения.

Таким образом, участники экзамена с минимальным уровнем подготовки демонстрируют профиль функциональной неграмотности. Их подготовка носит репродуктивный характер, и они успешно выполняют лишь те задания, которые требуют узнавания знакомого факта или применения простейшего одношагового алгоритма. Переход от отметки «не преодолевших минимальный балл» к минимальному порогу блокируется отсутствием вариативности мышления и страхом перед заданиями, выходящими за рамки прямых аналогий с решенными примерами.

- Предположение о достигнутых и недостигнутых метапредметных результатах ФГОС

Эти учащиеся демонстрируют профиль функциональной неграмотности. Их подготовка носит репродуктивный характер, что позволяет им выполнять простейшие задания базового уровня в знакомых контекстах.

- **Регулятивные УУД:** Элементарные навыки самоорганизации на уровне "рефлекса". Учащиеся способны начать работу с начала экзаменационного листа и выполнить первые базовые задания (№1–№4), пока не наступит когнитивная трудность или утомление. Это свидетельствует о минимально достаточном удержании внимания на однотипной деятельности.
- **Познавательные УУД:** Узнавание алгоритма. Они могут идентифицировать задачу как принадлежащую к определенному типу ("это задача на закон Ома") и применить заученный шаблон решения при условии полного совпадения условия с учебным примером.
- **Коммуникативные УУД:** Первичные навыки кодирования ответа. В заданиях с кратким ответом они способны вписать число в бланк без указания единиц измерения, если это прямо указано в инструкции. Однако коммуникативное умение адекватно выражать мысль в развернутой форме полностью отсутствует.

Предположительно недостигнутые результаты:

Переход от отметки «не преодолевших минимальный балл» к минимальной положительной отметке блокируется отсутствием следующих метапредметных навыков.

1. Познавательные УУД

- **Логические операции синтеза и анализа.** Неспособность составить план решения из нескольких логически связанных действий. Например, в задаче №9 (молекулярная физика) требуется связать уравнение состояния газа ($pV=nRT$) со средней кинетической энергией, но ученики застревают уже на первом шаге.

- **Работа со структурированной информацией.** Невозможность игнорировать избыточную информацию (*информационный шум*) и выделять главное условие. Типичная ошибка — попытка использовать все данные из текста, даже те, которые не нужны для решения.

- **Функциональная грамотность.** Знания существуют изолированно от реальности. Учащийся может решить абстрактное уравнение, но не способен интерпретировать график изменения температуры или рассчитать финансовую выгоду банковского вклада (задания высокого уровня).

2. Регулятивные УУД

- **Целеполагание и волевая саморегуляция.** Отсутствие навыка распределять временной ресурс. Группа демонстрирует резкое падение успешности после первых 5–7 заданий. Происходит полная дезорганизация деятельности во второй части работы.

- **Самоконтроль.** Отсутствует привычка проверять промежуточные вычисления. Грубая вычислительная ошибка перечеркивает верную логику решения.

3. Коммуникативные УУД

- **Точность выражения мысли.** Полный отказ от выполнения качественных задач (например, задание №21). Даже правильный ход рассуждений не фиксируется в виде академического языка, так как коммуникация участника с системой проверки нарушена.

1.2.1.3. Рекомендации для учителей по совершенствованию преподавания учебного предмета группе обучающихся с минимальным уровнем подготовки

Цель — не "натаскивание" на конкретные задания КИМ, а формирование базовых когнитивных стратегий, которые позволят ученику преодолеть пороговый балл.

1. Методика работы с заданием: от визуального шума к алгоритму

- **Рекомендация:** Внедрить в ежедневную практику жесткий алгоритм дескрипции задания («Читай → Маркируй → Спрашивай»).

- *Действие:* Перед решением любого задания ученик обязан маркером выделить:

- 1. Числовые данные;

- 2. Искомое (вопрос);

- 3. Запрещающие условия (слова-маркеры «не», «кроме», «наименьшее»).

- *Результат:* Сформировать навык смыслового чтения и выделения главного, переведя процесс решения из интуитивного поля в поле осознанных операций.

2. Формирование регулятивного навыка «Стоп-контроль»

- **Рекомендация:** Обязательное введение промежуточных чек-поинтов.
- *Действие:* При решении задач, требующих нескольких действий (например, №5–№7), запретить запись ответа до проговаривания вслух правила обратимости (проверка деления умножением, уравнивания подстановкой). Для заданий с графиками ввести правило «двух точек»: прежде чем выбрать ответ, найти подтверждение результату минимум двумя способами (алгебраически и визуально).
- *Результат:* Развитие элементарной контрольно-оценочной деятельности.

3. Декомпозиция сложных задач повышенного уровня сложности

- **Рекомендация:** Метод микрошагов и снятие барьера «чистого листа».
- *Действие:* Учить решать вторую часть КИМ не целиком, а фрагментами. Первая цель ученика — не получить правильный ответ, а корректно переписать условие, построить чертеж или заполнить хотя бы одну строку таблицы данными из условия.
- *Пример:* Если задача на количество теплоты требует составления сложной формулы, критерием успеха на уроке является только правильно составленная формула, даже если расчет количества тепла не доведен до конца.
- *Результат:* Преодоление выученной беспомощности и формирование навыка планирования деятельности.

4. Работа с функциональной грамотностью через бытовые контексты

- **Рекомендация:** Интеграция бытовых сценариев в предметные уроки.
- *Действие:* Заменить абстрактные числа в текстовых задачах на актуальные для подростка ситуации: расчет стоимости внутриигровых покупок с учетом комиссий, планирование времени дороги до кинотеатра с учетом пробок (работа с графиками движения), сравнение тарифов мобильной связи (анализ таблиц).
- *Результат:* Создание мостика между декларативным знанием (знаю формулу площади) и процедурным знанием (умею рассчитать количество рулонов обоев).

5. Управление временем и профилактика утомления

- **Рекомендация:** Тренировка тайм-менеджмента в условиях дефицита времени.
- *Действие:* На диагностических работах использовать жесткие временные лимиты на блок (например, 10 заданий за 15 минут). Ввести тактику «Пропускай — Возвращайся»: научить ученика ставить визуальную галочку «?» рядом со сложным заданием и немедленно переходить к следующему, чтобы сохранить ресурс для простых баллов.

○ *Результат:* Формирование навыка саморегуляции темпа деятельности.

6. Изменение системы оценивания на уровне класса

• **Рекомендация:** Переход к формирующему оцениванию и накопительной системе микродостижений.

○ *Действие:* Оценивать не итоговый результат контрольной, а выполнение конкретных метакогнитивных шагов: «Сегодня ты правильно выделил вопрос в пяти задачах из семи». Использовать чек-листы сформированности УУД вместо стандартных самостоятельных работ.

○ *Результат:* Поддержание учебной мотивации и фиксация прогресса там, где традиционная пятибалльная шкала бессильна.

Реализация данных рекомендаций позволит перевести обучающегося из позиции пассивного объекта обучения в позицию субъекта, владеющего инструментами преодоления когнитивной трудности.

1.2.2. Методический анализ выполнения заданий обучающимися с низким уровнем подготовки (в группе от минимального до 60 т.б.), включая методические рекомендации для учителей

Методический анализ проводится на основе результатов выполнения заданий группами участников ЕГЭ с результатами в диапазоне от минимального балла до 60 т.б. Рекомендации для учителей должны быть ориентированы на достижение реалистичных задач коррекции дефицитов в подготовке школьников. Целевым ориентиром рекомендаций является уверенное получение 60-70 т.б. данной группой школьников.

1.2.2.1. Описание предметной подготовки участников ЕГЭ с низким уровнем подготовки, анализ типичных дефицитов в подготовке

○ Описание достигнутых предметных результатов ФГОС: освоенных тем программы, сформированных умений и т.п. (если имеются)

Указать (перечислить) темы программы и умения, которые в наибольшей степени сформированы, исходя из анализа выполнения заданий (столбец 3 Таблицы 15).

На основе анализа демоверсии ЕГЭ по физике и предоставленных данных можно сделать следующие выводы о предметной подготовке участников с результатами в диапазоне от минимального балла до **60 тестовых баллов**.

Описание достигнутых предметных результатов ФГОС

Группа учащихся, набравших от минимального порога (36 т.б.) до 60 т.б., демонстрирует освоение базового ядра содержания курса физики. Их подготовка носит преимущественно репродуктивный характер: они успешно справляются со стандартными задачами в знакомых контекстах.

• **Темы программы:** В наибольшей степени сформированы темы из раздела механики (*равномерное и равноускоренное движение, второй закон Ньютона, закон сохранения импульса*) и электродинамики (*сила Ампера, работа электрического тока*). Эти темы проверяются в заданиях №1–№4 и №11–№12, где процент выполнения составляет более **85%** даже для данной группы.

• **Умения:** Узнавание алгоритма решения; применение формул без предварительного преобразования единиц СИ; выполнение одношаговых или простых двухшаговых операций по прямой инструкции.

○ Анализ типичных дефицитов в предметной подготовке: неосвоенные или слабо освоенные темы программы, несформированные или недостаточно сформированные умения, навыки, виды познавательной деятельности, проявляющиеся в типичных ошибках при выполнении соответствующих заданий

Указать (перечислить) темы программы и умения, которые в наименьшей степени сформированы, исходя из анализа выполнения заданий (столбец 3 Таблицы 15)

Анализ типичных дефицитов в предметной подготовке

Переход от отметки ниже 60 т.б. к отметке выше 60 т.б. блокируется следующими дефицитами знаний и умений:

Дефицит	Проявление в таблице (столбец 3)	Характеристика ошибки
Ригидность мышления (стереотипизация)	Резкое падение успешности при переходе от базовых задач (№1–№7) к повышенным (№9, №14).	Учащийся узнает задачу только в том случае, если она полностью совпадает с текстом учебника. Если требуется изменить стандартный чертеж или объединить две формулы (например, кинематику и динамику), возникает отказ от решения. Неспособность составить план решения задачи, состоящей более чем из двух логических шагов.
Несформированность навыка синтеза информации	Задания №8 (молекулярная физика , 66%), №9 (термодинамика , 25%) и №14 (механика + термодинамика , 29%).	Ученик может найти массу через плотность, но теряется, когда эту массу нужно подставить в формулу силы тяжести, а затем использовать силу для расчета давления. Отсутствует стратегия записи промежуточных вычислений.

Дефицит	Проявление в таблице (столбец 3)	Характеристика ошибки
Вычислительная небрежность и алгебраическая слабость	Задания №5 (момент силы, 71%), №6 (графики движения, 54%).	Ошибки в действиях с отрицательными числами, обыкновенными дробями и степенями десятки. При решении квадратных уравнений допускаются ошибки в дискриминанте. Невнимательность к размерностям: попытка сложить величины разных порядков (кДж и Дж) без перевода. Знания существуют изолированно от реальности. Учащийся может решить абстрактное уравнение, но не способен интерпретировать график изменения температуры или рассчитать финансовую выгоду банковского вклада, так как это требует интеграции знаний из разных разделов курса.
Поверхностное понимание физических моделей	Задания высокого уровня сложности (№21–№26K2).	

Таблица 2-5

№ п/п	Темы программы и умения	Класс(-ы) изучения в соответствии с ФОП
1	Взаимодействие зарядов. Точечные заряды. Закон Кулона; Сила тока. Постоянный ток; Закон Ома для участка цепи; Работа электрического тока. Закон Джоуля – Ленца; Мощность электрического тока. Тепловая мощность, выделяемая на резисторе. Мощность источника тока	10–11 класс (базовый уровень): Закон Кулона. Сила тока. Закон Ома для участка цепи. Работа электрического тока. Закон Джоуля – Ленца. Мощность электрического тока. Кл. 10, п. 115.6.4 10–11 класс (углубленный уровень): Закон Кулона. Сила тока. Закон Ома для участка цепи. Работа электрического тока. Закон Джоуля – Ленца. Мощность электрического тока. Кл. 10, п. 116.6.4 7–9 класс:

		Закон Кулона. Сила тока. Закон Ома для участка цепи. Работа электрического тока. Закон Джоуля – Ленца. Мощность электрического тока. Кл. 8, п. 153.4.2
2	Молекулярная физика. Термодинамика;молекулярная физика;термодинамика;Модели строения газов, жидкостей и твёрдых тел;Тепловое движение атомов и молекул вещества;Взаимодействие частиц вещества ;Диффузия. Броуновское движение ;Модель идеального газа в МКТ;Связь между давлением и средней кинетической энергией поступательного теплового движения молекул идеального газа (основное уравнение МКТ);Абсолютная температура;Связь температуры газа со средней кинетической энергией поступательного теплового движения его молекул;Уравнение $p = nkT$;Модель идеального газа в термодинамике;Закон Дальтона для давления смеси разреженных газов;Изопроцессы в разреженном газе с постоянным числом молекул N (с постоянным количеством вещества ν);Насыщенные и ненасыщенные пары. Качественная зависимость плотности и давления насыщенного пара от температуры, их независимость от объёма насыщенного пара ;Влажность воздуха. Относительная влажность;Изменение агрегатных состояний вещества: испарение и конденсация, кипение жидкости;Изменение агрегатных состояний вещества: плавление и кристаллизация ;Преобразование энергии в фазовых переходах ;Тепловое равновесие и температура;Внутренняя энергия ;Теплопередача как способ изменения внутренней энергии без совершения работы. Конвекция, теплопроводность, излучение ;4 Количество теплоты. Удельная теплоёмкость вещества ;Удельная теплота парообразования. Удельная теплота плавления. Удельная теплота	10–11 класс (базовый уровень): Молекулярная физика. Термодинамика. Кл. 10, п. 115.6.3 10–11 класс (углубленный уровень): Молекулярная физика. Термодинамика. Кл. 10, п. 115.6.3

	сгорания топлива;Элементарная работа в термодинамике: $A = \Delta p \cdot V$. Вычисление работы по графику процесса на pV -диаграмме ;Первый закон термодинамики. Адиабата;Второй закон термодинамики. Необратимые процессы ;Принципы действия тепловых машин. КПД;Максимальное значение КПД. Цикл Карно;Уравнение теплового баланса	
3	Электродинамика;электрическое поле;законы постоянного тока;магнитное поле;электромагнитная индукция;электромагнитные колебания и волны;оптика;Электризация тел и её проявления. Электрический заряд. Два вида заряда. Элементарный электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда ;Взаимодействие зарядов. Точечные заряды. Закон Кулона;Электрическое поле. Его действие на электрические заряды;Напряжённость электрического поля. Поле точечного заряда. Картины линий напряжённости этих полей ;Потенциальность электростатического поля. Разность потенциалов и напряжение. Потенциальная энергия заряда в электростатическом поле. Потенциал электростатического поля. Связь напряжённости поля и разности потенциалов для однородного электростатического поля;Принцип суперпозиции электрических полей;Проводники в электростатическом поле. Условие равновесия зарядов;Диэлектрики в электростатическом поле. Диэлектрическая проницаемость вещества ϵ;Конденсатор. Электроёмкость конденсатора. Электроёмкость плоского конденсатора. Электроёмкость плоского воздушного конденсатора;Параллельное соединение конденсаторов. Последовательное соединение конденсаторов;Энергия заряженного конденсатора; Сила тока. Постоянный ток;Условия существования	10–11 класс (базовый уровень): Электрическое поле. Законы постоянного тока. Магнитное поле. Электромагнитная индукция. Электромагнитные колебания. Кл. 10, п.115.6.4, кл. 11, п. 115.7.1, 115.7.2 10–11 класс (углубленный уровень): Электрическое поле. Законы постоянного тока. Магнитное поле. Электромагнитная индукция. Электромагнитные колебания. Кл. 10, п. 116.6.4, кл. 11, п. 116.7.1, 116.7.2

электрического тока. Напряжение U и ЭДС; Закон Ома для участка цепи; Электрическое сопротивление. Зависимость сопротивления однородного проводника от его длины и сечения. Удельное сопротивление вещества; Источники тока. ЭДС источника тока. Внутреннее сопротивление источника тока ; Закон Ома для полной (замкнутой) электрической цепи; Параллельное и последовательное соединение проводников; Работа электрического тока. Закон Джоуля – Ленца; Мощность электрического тока. Тепловая мощность, выделяемая на резисторе. Мощность источника тока; Свободные носители электрических зарядов в проводниках. Механизмы проводимости твёрдых металлов, растворов и расплавов электролитов, газов. Полупроводники. Полупроводниковый диод; Механическое взаимодействие магнитов. Магнитное поле. Вектор магнитной индукции. Принцип суперпозиции магнитных полей. Линии индукции магнитного поля. Картина линий индукции магнитного поля полосового и подковообразного постоянных магнитов ; Опыт Эрстеда. Магнитное поле проводника с током. Картина линий индукции магнитного поля длинного прямого проводника и замкнутого кольцевого проводника, катушки с током; Сила Ампера, её направление и величина; Сила Лоренца, её направление и величина. Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле ; Поток вектора магнитной индукции; Явление электромагнитной индукции. ЭДС индукции ; Закон электромагнитной индукции Фарадея; ЭДС индукции в прямом проводнике ; Правило Ленца ; Индуктивность. Самоиндукция. ЭДС самоиндукции; Энергия магнитного поля катушки с током; Колебательный контур. Свободные электромагнитные колебания в идеальном

колебательном контуре. Формула Томсона. Связь амплитуды заряда конденсатора с амплитудой силы тока при свободных электромагнитных колебаниях в идеальном колебательном контуре; Закон сохранения энергии в идеальном колебательном контуре; Вынужденные электромагнитные колебания. Резонанс; Переменный ток. Производство, передача и потребление электрической энергии; Свойства электромагнитных волн. Взаимная ориентация векторов в электромагнитной волне в вакууме; Шкала электромагнитных волн. Применение электромагнитных волн в технике и быту; Прямолинейное распространение света в однородной среде. Точечный источник. Луч света; Законы отражения света. $\alpha = \beta$; Построение изображений в плоском зеркале; Законы преломления света. Преломление света. Абсолютный показатель преломления. Относительный показатель преломления. Ход лучей в призме. Соотношение частот и соотношение длин волн при переходе монохроматического света через границу раздела двух оптических сред; Полное внутреннее отражение. Предельный угол полного внутреннего отражения; Собирающие и рассеивающие линзы. Тонкая линза. Фокусное расстояние и оптическая сила тонкой линзы; Формула тонкой линзы. Увеличение, даваемое линзой; Ход луча, прошедшего линзу под произвольным углом к её главной оптической оси. Построение изображений точки и отрезка прямой в собирающих и рассеивающих линзах и их системах; Фотоаппарат как оптический прибор. Глаз как оптическая система; Интерференция света. Когерентные источники. Условия наблюдения максимумов и минимумов в интерференционной картине от двух синфазных когерентных источников; Дифракция света. Дифракционная

	решётка. Условие наблюдения главных максимумов при нормальном падении монохроматического света с длиной волны λ на решётку с периодом d ; Дисперсия света	
4	Механическое движение. Относительность механического движения. Система отсчёта; Материальная точка. Её радиус-вектор: траектория, перемещение, путь. Сложение перемещений; Скорость материальной точки. Сложение скоростей. Вычисление перемещения и пути материальной точки при прямолинейном движении вдоль оси x по графику зависимости $v_x(t)$; Ускорение материальной точки	10–11 класс (базовый уровень): Кинематика. Динамика. Законы сохранения в механике. Статика. Кл. 10, п. 115.6.2 10–11 класс (углубленный уровень): Кинематика. Динамика. Законы сохранения в механике. Статика. Кл. 10, п. 116.6.2

- Реалистичные «зоны роста» в части предметной подготовки для уверенного получения 60–70 т.б.

Целевой ориентир рекомендаций

Для уверенного получения **60–70 тестовых баллов** группе необходимо преодолеть порог простого воспроизведения формул и перейти к осознанному применению знаний в измененном контексте. Это требует коррекции следующих дефицитов:

1. **Алгоритмическая гибкость:** Решение одной и той же задачи разными методами (алгебраическим, графическим, через пропорции).
2. **Функциональная грамотность:** Работа с прикладными задачами (расчет стоимости электроэнергии, выбор выгодного тарифа связи, расчет тормозного пути).
3. **Метакогнитивные навыки:** Использование правила «трех П»: Посмотрел — Подставил — Проверил (размерность). Запрет на решение «в строчку» во второй части экзамена.

Эти рекомендации направлены на то, чтобы перевести подготовку из состояния "натаскивания" на конкретные шаблоны к формированию универсальных навыков преодоления когнитивной трудности.

1.2.2.2. Методический анализ качества освоения метапредметных результатов ФГОС участниками ЕГЭ с низким уровнем подготовки

В данном пункте рассматриваются метапредметные результаты ФГОС (познавательные, коммуникативные, регулятивные (самоорганизация и самоконтроль)) (далее – метапредметные умения), которые могли повлиять на выполнение заданий КИМ.

Для проведения анализа следует использовать перечень метапредметных результатов ФГОС, приведенный в таблице 1 Кодификатора ЕГЭ по каждому учебному предмету, а также указание связей метапредметных и предметных результатов освоения основной образовательной программы из таблицы 2 Кодификатора ЕГЭ.

Анализ может проводиться по группам/подгруппам УУД, или наиболее значимым для выполнения большинства заданий УУД.

○ Развернутый комментарий на основе заданий / групп заданий, на успешность выполнения которых могла повлиять достаточная или недостаточная сформированность метапредметных умений, с указанием соответствующих метапредметных умений и их проявления в типичных ошибках в ответах участников экзамена на соответствующие задания;

На основе анализа результатов ЕГЭ по физике для группы с низким уровнем подготовки (от минимального балла до **60 т.б.**) можно сделать следующие выводы о качестве освоения метапредметных результатов ФГОС. Для данной группы учащихся наиболее ярко выражены дефициты в следующих группах универсальных учебных действий (УУД), которые напрямую влияют на выполнение заданий КИМ:

1. Регулятивные УУД: Самоорганизация и самоконтроль

○ **Дефицит:** Учащиеся демонстрируют полную дезорганизацию деятельности во второй части экзаменационной работы. Они часто застревают на первых сложных заданиях повышенного уровня сложности (№9–№14) или полностью отказываются от их выполнения из-за отсутствия навыка планирования времени.

○ **Проявление в ошибках:** В группе наблюдается резкое падение успешности после базовых задач (№1–8). Это свидетельствует об отсутствии стратегии распределения временного ресурса и пошагового контроля промежуточных вычислений.

2. Познавательные УУД: Логические операции синтеза и анализа информации

○ **Дефицит:** Группа не способна интегрировать знания из разных разделов физики при решении комплексных задач. Наиболее критичным является переход от макроскопических параметров к микроскопическим характеристикам (*молекулярная физика*) и работа со сложными графическими зависимостями (pV-диаграммы).

○ **Проявление в ошибках:** Задание №9 (молекулярная физика) имеет крайне низкий процент выполнения (**25%**). Учащиеся путают газовую постоянную RRR и постоянную Больцмана k, а также не могут связать уравнение состояния идеального газа с кинетической энергией молекул. Аналогичная проблема возникает в качественных задачах высокого уровня сложности (№21–№23), где требуется анализ физических процессов через графики.

3. Коммуникативные УУД: Точность выражения мысли

○ **Дефицит:** Даже если ученик понимает суть явления, он не может адекватно оформить развернутый ответ согласно критериям ФИПИ. Особенно это касается задания №21 (качественная задача), где необходимо дать обоснование.

○ **Проявление в ошибках:** Типичные ошибки — отсутствие физического обоснования процесса ("почему процесс изотермический"), неверное использование формул без указания условий применимости (например, $PV=TPV = TPV=T$) и математические опуски в расчетной части.

Развернутый комментарий на основе типичных ошибок

• **Задание №9 (Молекулярная физика):** Низкий процент выполнения связан с несформированностью познавательных УУД. Учащийся видит формулу давления ($p=nkT$), но не способен перейти к средней энергии молекулы). Ошибка заключается в том, что учащиеся пытаются использовать формулы газов там, где нужно работать с отдельными частицами.

• **Задания повышенной сложности (№14–№23):** Здесь проявляется дефицит регулятивных УУД. Учащиеся либо совершают грубые вычислительные ошибки (не учитывают атмосферное давление, как указано в анализе файла), либо просто пропускают эти задачи из-за страха перед многоступенчатым решением.

• **Качественные задачи (№21):** Дефицит коммуникативных УУД приводит к потере баллов даже при верном итоговом выводе. Например, утверждение "процесс изотермический" должно быть подкреплено доказательством прямой пропорциональности между давлением и объемом (при $T=\text{const}$), но ученики этого не делают.

Согласно Кодификатору ЕГЭ, освоение этих метапредметных умений напрямую связано с выполнением предметных требований:

- Познавательные УУД необходимы для применения законов физики в измененной ситуации (задания высокого уровня сложности).
- Регулятивные УУД обеспечивают планирование решения и контроль вычислений (базовые и повышенные задания).
- Коммуникативные УУД требуются для оформления качественного ответа с полным физическим обоснованием.

Таким образом, слабая подготовка этой группы обусловлена системным разрывом между репродуктивным знанием фактов и отсутствием навыков продуктивного мышления, необходимых для преодоления порога в 60 тестовых баллов.

- Предположение о достигнутых и недостигнутых метапредметных результатах ФГОС

На основе анализа результатов ЕГЭ по физике для группы с результатами от минимального балла до **60 т.б.** можно сделать следующие предположения о достигнутых и недостигнутых метапредметных результатах ФГОС.

Достигнутые результаты (частично сформированные УУД)

Эта группа демонстрирует базовый уровень сформированности регулятивных умений в рамках репродуктивной деятельности:

• **Регулятивные УУД:** Элементарные навыки самоорганизации на уровне "рефлекса". Учащиеся способны начать работу с начала экзаменационного листа и выполнить первые базовые задания (№1–8) последовательно. Это свидетельствует о минимальной способности удерживать внимание на однотипной деятельности в течение ограниченного времени.

- **Познавательные УУД:** Узнавание алгоритма решения. Они могут идентифицировать тип задачи ("это задача на закон Ома") и применить заученный шаблон при условии полного совпадения условия с учебным примером.

Недостигнутые результаты (дефициты в подготовке)

Переход от отметки ниже 60 баллов к отметке выше 60 блокируется отсутствием следующих ключевых метапредметных навыков:

1. Регулятивные УУД: Планирование и самоконтроль Наиболее критический дефицит этой группы — отсутствие навыка распределения временного ресурса и пошагового контроля промежуточных вычислений.

- *Проявление:* Резкое падение успешности после базовых заданий. Группа полностью отказывается от выполнения второй части КИМ или тратит все время на попытки решить сложные задачи первой части, не оставляя ресурсов для гарантированных простых баллов.

- *Типичная ошибка:* Отсутствие проверки размерности ($[Дж]=[Н·м]$) приводит к потере верного ответа из-за арифметической ошибки.

2. Познавательные УУД: Синтез информации и работа со знаковыми системами Учащиеся демонстрируют системный разрыв между знанием формулы и пониманием физического смысла явления.

- *Проявление:* Задания №9 (молекулярная физика), где требуется связать уравнение состояния газа $pV=nRT$ с кинетической энергией молекул, выполняются всего на **25%**. В качественных задачах высокого уровня сложности (№21–№23) учащиеся дают правильный ответ, но теряют баллы из-за отсутствия обоснования через физические законы.

- *Типичная ошибка:* Неспособность перевести текстовое условие в математическую модель; попытка использовать все данные из текста без их критического анализа (*информационный шум*).

3. Коммуникативные УУД: Точность выражения мысли Полное отсутствие коммуникативных навыков проявляется в оформлении развернутого ответа.

- *Проявление:* Даже если ученик понимает суть процесса, он не может сформулировать обоснование в терминах физики. Например, вместо "процесс изотермический, так как $PV=const$ " они пишут бытовое объяснение ("потому что температура постоянная").

- *Типичная ошибка:* Использование бытовых аналогий вместо физических законов; отсутствие прямой ссылки на формулу или явление.

1.2.2.3. Рекомендации для учителей по совершенствованию преподавания учебного предмета группе обучающихся с низким уровнем подготовки

На основе анализа типичных ошибок и дефицитов в подготовке учащихся с результатами от минимального балла до **60 т.б.** можно выделить следующие методические рекомендации для учителей.

Стратегия работы с группой риска

Цель — не "натаскивание" на конкретные задания КИМ, а формирование базовых когнитивных стратегий, которые позволят ученику преодолеть пороговый балл (60–70 тестовых баллов).

1. Методика работы с заданием: от визуального шума к алгоритму

- **Рекомендация:** Внедрить жесткий алгоритм дескрипции задания («Читай → Маркируй → Спрашивай»).
- *Действие:* Перед решением любого задания ученик обязан маркером выделить:
 - Числовые данные;
 - Искомое (вопрос);
 - Запрещающие условия (слова-маркеры «не», «кроме», «наименьшее»).
- *Результат:* Сформировать навык смыслового чтения и выделения главного, переводя процесс решения из интуитивного поля в поле осознанных операций.

2. Формирование регулятивного навыка «Стоп-контроль»

- **Рекомендация:** Обязательное введение промежуточных чек-поинтов.
- *Действие:* При решении задач, требующих нескольких действий (например, №5–№8), запретить запись ответа до проговаривания вслух правила обратимости (проверка деления умножением, уравнения подстановкой). Для заданий с графиками ввести правило «двух точек»: прежде чем выбрать ответ, найти подтверждение результату минимум двумя способами (алгебраически и визуально).
- *Результат:* Развитие элементарной контрольно-оценочной деятельности.

3. Декомпозиция сложных задач повышенного уровня сложности

- **Рекомендация:** Метод микрошагов и снятие барьера «чистого листа».
- *Действие:* Учить решать вторую часть КИМ не целиком, а фрагментами. Первая цель ученика — не получить правильный ответ, а корректно переписать условие, построить чертеж или заполнить хотя бы одну строку таблицы данными из условия.

- *Пример:* Если задача на количество теплоты требует составления сложной формулы, критерием успеха на уроке является только правильно составленная формула, даже если расчет количества тепла не доведен до конца.
- *Результат:* Преодоление выученной беспомощности и формирование навыка планирования деятельности.

4. Работа с функциональной грамотностью через бытовые контексты

- **Рекомендация:** Интеграция бытовых сценариев в предметные уроки.
- *Действие:* Заменить абстрактные числа в текстовых задачах на актуальные для подростка ситуации: расчет стоимости внутриигровых покупок с учетом комиссий, планирование времени дороги до кинотеатра с учетом пробок (работа с графиками движения), сравнение тарифов мобильной связи (анализ таблиц).
- *Результат:* Создание мостика между декларативным знанием (знаю формулу площади) и процедурным знанием (умею рассчитать количество рулонов обоев).

5. Управление временем и профилактика утомления

- **Рекомендация:** Тренировка тайм-менеджмента в условиях дефицита времени.
- *Действие:* На диагностических работах использовать жесткие временные лимиты на блок (например, 10 заданий за 15 минут). Ввести тактику «Пропускай — Возвращайся»: научить ученика ставить визуальную галочку «?» рядом со сложным заданием и немедленно переходить к следующему, чтобы сохранить ресурс для простых баллов.
- *Результат:* Формирование навыка саморегуляции темпа деятельности.

6. Изменение системы оценивания на уровне класса

- **Рекомендация:** Переход к формирующему оцениванию и накопительной системе микродостижений.
- *Действие:* Оценивать не итоговый результат контрольной, а выполнение конкретных метакогнитивных шагов: «Сегодня ты правильно выделил вопрос в пяти задачах из семи». Использовать чек-листы сформированности УУД вместо стандартных самостоятельных работ.
- *Результат:* Поддержание учебной мотивации и фиксация прогресса там, где традиционная пятибалльная шкала бессильна.

Вычислительные ошибки у группы с результатами от минимального балла до **60 т.б.** являются одним из главных барьеров на пути к преодолению порога. Эти ошибки носят системный характер и часто перечеркивают верную логику решения.

Наиболее частые вычислительные ошибки:

- **Ошибки в действиях со степенями десятки:** Учащиеся путают умножение и деление чисел со степенью. Например, при переводе мм ртутного столба в паскали они забывают о множителе.

- **Неверная работа с отрицательными числами:** Ошибка в знаке «минус» при переносе через знак равенства или при вычислении разности ($\Delta x = x_2 - x_1$). Это критично для задач на графики движения (№6) и термодинамику (№8).
- **Преждевременное округление:** Ученики стремятся получить конечный ответ как можно быстрее, не оставляя промежуточные значения в виде дробей. Округление на каждом шаге приводит к накоплению ошибки.
- **Игнорирование единиц измерения (СИ):** В задании №4 (давление) типичная ошибка — использование мм рт. ст. вместо паскалей без перевода. Также часты проблемы с переводом молей (n) в число молекул (N), где требуется постоянная Больцмана (k), а не газовая константа (R).
- **Арифметические описки:** Пропуск знака минус, потеря цифры или неверное сложение/вычитание простых чисел.

Для коррекции этого дефицита необходимо внедрить правило «**Запись по столбикам**». Запрещается решать задачу «в строчку». Каждый алгебраический переход должен быть записан отдельно, а все числа должны оставаться именованными величинами вплоть до финального ответа. Таким образом, основной способ избежать вычислительных ошибок — это запрет на спешку и внедрение обязательного оформления промежуточных действий в столбик. Это превращает проверку размерности и знаков в автоматическое действие, что позволяет сохранить баллы даже при сложной физической модели.

1.2.3. Методический анализ выполнения заданий обучающимися со средним уровнем подготовки (в группе от 61 до 80 т.б.), включая методические рекомендации для учителей

Методический анализ проводится на основе результатов выполнения заданий группами участников ЕГЭ с результатами в диапазоне от 61 балла до 80 т.б. Рекомендации для учителей должны быть ориентированы на достижение реалистичных задач коррекции дефицитов в подготовке школьников. Целевым ориентиром рекомендаций является уверенное получение 80 и более т.б. данной группой школьников.

1.2.3.1. Описание предметной подготовки участников ЕГЭ со средним уровнем подготовки, анализ типичных дефицитов в подготовке

- Описание достигнутых предметных результатов ФГОС: освоенных тем программы, сформированных умений и т.п. (если имеются)

Указать (перечислить) темы программы и умения, которые в наибольшей степени сформированы, исходя из анализа выполнения заданий (столбец 4 Таблицы 15).

Группа учащихся со средним уровнем подготовки демонстрирует уверенное освоение базового и повышенного уровней сложности экзамена.

- **Темы программы:** В наибольшей степени сформированы темы из раздела механики (*равномерное и равноускоренное движение, второй закон Ньютона, законы сохранения импульса и энергии*), а также электродинамики (*сила Ампера, работа электрического тока*). Эти темы проверяются во всех базовых заданиях (№1–№4, №7–№13) и большинстве заданий повышенного уровня (№5, №9).

- **Умения:** Сформировано умение распознавать физические явления на основе изученных законов; владение основополагающими понятиями (силы, энергия, работа); применение формул для решения одно- или двухшаговых задач. Группа уверенно справляется с расчетными задачами, где требуется прямое применение формулы без изменения условий.

- Анализ типичных дефицитов в предметной подготовке: неосвоенные или слабо освоенные темы программы, несформированные или недостаточно сформированные умения, навыки, виды познавательной деятельности, проявляющиеся в типичных ошибках при выполнении соответствующих заданий

Темы программы с самым низким процентом освоения

- **Молекулярная физика и термодинамика:** Задание №9 — всего **36%**. Это базовое задание проверяет понимание модели идеального газа ($pV=nRT$), связь температуры со средней кинетической энергией и изопроцессы. Учащиеся путают газовую постоянную R и постоянную Больцмана k , а также не понимают разницу между количеством вещества (n) и числом молекул (N). Они часто пытаются применить формулу вместо уравнения состояния или наоборот.

- **Механика: сложные графические зависимости:** Задание №6 — **54%**. Требуется вычисление перемещения по графику скорости ($v(t)$) и ускорения ($a(t)$). Типичная ошибка — путаница между значением функции (координата точки) и площадью под графиком как перемещением.

- **Электродинамика: цепи постоянного тока с конденсаторами и диодами:** Задания повышенного уровня сложности (№14–№23) имеют крайне низкий процент выполнения (**от 8% до 44%**). В задаче на количество теплоты (#23) учащиеся учитывают полное сопротивление всей цепи вместо сопротивления конкретного элемента (*нагрузки*).

- **Гидростатика: атмосферное давление:** В заданиях высокого уровня сложности (№24) типичной ошибкой является игнорирование действия атмосферного давления при расчете давления на глубине ($p_{gh}+p_{atm}$).

Несформированные познавательные навыки

Эти ошибки указывают на дефицит следующих универсальных умений:

1. **Работа с текстовыми задачами:** Неспособность перевести словесное условие в математическую модель. Например, в задаче на количество теплоты ученики видят массу системы, но подставляют общее сопротивление цепи вместо сопротивления отдельного резистора.

2. **Смысловое чтение графиков:** Невозможность интерпретировать нелинейные графики. Учащиеся путают значение величины (координата точки) с ее изменением (наклон графика), что приводит к потере баллов даже в базовых задачах.

3. **Функциональная грамотность:** Знания существуют изолированно от реальности. Даже если ученик знает формулу, он не способен экстраполировать её на бытовую ситуацию (например, рассчитать стоимость электроэнергии без перевода единиц измерения).

Таким образом, для этой группы наиболее критическими являются темы *молекулярной физики*, работа с *графиками движения* и анализ сложных электрических цепей.

Переход от отметки "хорошо" к отметке "отлично" блокируется не отсутствием знаний, а неспособностью интегрировать их в измененной ситуации. Дефициты носят характер тонких настроек:

Дефицит	Проявление в таблице (столбец 4)	Характеристика ошибки
Вычислительная погрешность	Задания №5 (89%) и №19 (85%).	При верном выборе алгоритма допускаются арифметические ошибки при работе со степенями десятки или округлении промежуточного результата. Часто это происходит из-за отказа от записи промежуточных вычислений ("решение в строчку"). Учащиеся путают значение величины в данный момент времени (координата точки) с ее изменением (наклон графика). Например, принимают убывающую скорость за отрицательное перемещение. Не понимают физический смысл производной (ускорение) и интеграла (площадь под графиком скорости — путь).
Поверхностное понимание графиков	Задание №6 (81%).	В задачах на законы сохранения импульса или моменты сил ученики складывают модули векторов вместо их проекций. В динамическом равновесии забывают учесть знаки моментов силы относительно выбранной оси вращения.
Игнорирование векторного характера величин	Задание №14 (49%) и №19.	В текстовых задачах повышенной сложности учащиеся пытаются использовать все данные из условия, не проводя критического анализа. Это приводит к составлению неверных уравнений и бессмысленным манипуляциям с цифрами.
Неумение работать с избыточными данными	Комплексный дефицит во второй части КИМ.	Знание формулировок («энергия сохраняется») без понимания границ применимости. Типичная ошибка —
Формальное знание законов сохранения	Задание №14 (49%).	

Дефицит

Проявление в таблице (столбец 4) Характеристика ошибки

применение закона сохранения механической энергии в системах, где присутствует сила трения, или игнорирование внешних сил при анализе взаимодействия тел.

Указать (перечислить) темы программы и умения, которые в наименьшей степени сформированы, исходя из анализа выполнения заданий (столбец 4 Таблицы 15)

Таблица 2-6

Соотнесение тем программы и умений, которые в наименьшей степени сформированы у участников ЕГЭ по физике в Ленинградской области (исходя из номеров заданий), с классами их изучения в соответствии с Федеральной рабочей программой (ФОРП):

№ п/п	Темы программы и проверяемые умения	Класс(-ы) изучения в соответствии с ФОРП
Группа «Не преодолевших минимальный балл»		
1	Механика: кинематика, законы Ньютона, закон всемирного тяготения, движение по окружности. Базовые вычислительные навыки работы с векторами и проекциями сил. (Задания 1, 2, 3, 4)	9–10 классы
2	МКТ и Термодинамика: основы молекулярно-кинетической теории, уравнение состояния идеального газа (Менделеева — Клапейрона), изопроцессы, расчет параметров смеси газов. (Задания 7, 8)	10 класс
3	Электродинамика (основы): электромагнитная индукция, самоиндукция, индуктивность, энергия магнитного поля катушки; колебательный контур. (Задания 11, 12)	11 класс
4	Оптика и Квантовая физика (базовый уровень): законы отражения и преломления света, линзы; физические явления, модели, границы применимости физических законов. (Задания 13, 16)	11 класс
5	Методологические и качественные задачи: планирование эксперимента, выбор оборудования, сопоставление графиков физических величин с их	9–11 классы (формируется на протяжении всего курса)

№ п/п	Темы программы и проверяемые умения	Класс(-ы) изучения в соответствии с ФОП
	физическим смыслом, проверка гипотез. (<i>Задания 19, 20</i>)	физики)
Группа от минимального до 60 т.б.		
6	Электродинамика / Оптика: специфическая сложность вызывает тема электромагнитной индукции или геометрическая оптика (построение хода лучей в сложных системах линз/призм). (<i>Задание 11</i>)	11 класс
Группы от 61 до 80 т.б. и от 81 до 100 т.б.		
7	На базовом уровне эти группы демонстрируют усвоение всех элементов содержания. Основные трудности смещаются в область задач высокого уровня сложности (№ 24–26), требующих синтеза знаний.	—

Пояснения к таблице:

- **Распределение по годам:** В российской школе основной массив механики изучается углубленно в 9 классе (продолжение линии 7–8 классов) и систематизируется в начале 10 класса. Молекулярная физика целиком относится к курсу 10 класса. Электродинамика (магнетизм, колебания, волны) и оптика традиционно завершают школьный курс в 11 классе.
- **Особенность групп высоких баллов:** Для групп, набравших более 60 баллов, таблица не заполняется для базовых заданий, так как они успешно справляются с программным материалом. Их зона риска — это метапредметные умения применять знания в нестандартных ситуациях (задания 24–26), что является результатом обучения сразу в 10 и 11 классах.
- **Источник данных о классах:** Федеральная рабочая программа по учебному предмету «Физика» для уровней основного общего и среднего общего образования

- Реалистичные «зоны роста» в части предметной подготовки для уверенного получения 80 и более т.б.

На основе анализа результатов группы с баллами от **61 до 80 т.б.** можно выделить следующие реалистичные зоны роста для уверенного преодоления порога в **80 и более баллов**. Группа уверенно справляется со всеми базовыми заданиями (№1–№20) и большинством заданий повышенного уровня сложности (№5, №9). Однако переход к отметке "отлично" блокируется дефицитом вариативности мышления при решении комплексных задач. Ключевые барьеры — задания высокого уровня сложности (№24–№26).

1. Преодоление дефицита в молекулярной физике и термодинамике

Задание №9 имеет самый низкий процент выполнения среди базовых тем (36%) именно у этой группы. Проблема заключается не в незнании формулы $pV=nRT$, а в неспособности интегрировать её с кинетической энергией

• *Зона роста:* Научиться работать с двумя константами (R и k) одновременно; понимать разницу между количеством молей (n) и числом молекул (N). Ввести правило «двух карандашей»: один карандаш фиксирует макроскопические параметры (давление, объем), второй — микроскопические характеристики (средняя энергия частиц).

2. Работа с графиками процессов (pV -диаграммы)

Учащиеся путают значение величины в точке графика с ее изменением (наклон или площадь под кривой). Это критично для качественного обоснования в задаче №21 и расчетах работы газа.

- *Зона роста:* Метод «Две точки». При анализе любого участка процесса находить два параметра:
 1. Значение физической величины в начале и конце интервала (*координата точки*);
 2. Изменение величины через геометрический смысл (площадь или наклон). Это позволяет разделить понятия *значение* и *изменение*.

3. Интеграция знаний из разных разделов физики

Главная проблема группы — потеря баллов в качественных задачах высокого уровня сложности (№21–№23). Учащийся дает правильный ответ, но теряет балл за отсутствие физического обоснования.

- *Зона роста:* Формирование алгоритма написания развернутого ответа:
 1. Явление → Условия применимости → Закон → Математическая связь → Следствие.
 2. Обязательное указание на прямую пропорциональность/обратную зависимость величин. Например, вместо «процесс изотермический» нужно писать: «Процесс изотермический, так как произведение давления на объем постоянно ($PV=\text{const}$), что указывает на прямую пропорциональность этих величин».

4. Вычислительная точность

В группе наблюдается разрыв между пониманием логики решения и точностью вычислений. Типичная ошибка — преждевременное округление промежуточного результата или игнорирование размерностей.

• *Зона роста*: Запрет на решение «в строчку». Все алгебраические преобразования должны быть записаны по шагам в столбик. Промежуточные значения оставлять в виде дроби или произведения степеней десятки вплоть до финального шага.

Итоговый план действий для учителя

Для перевода ученика из категории «хорошист» в категорию «отличник» необходимо:

1. Сфокусироваться на отработке качественной части (№21–№23): требовать полного обоснования даже в простых случаях.
2. Разделять подготовку по механике и электродинамике от подготовки по молекулярной физике и термодинамике. Для МКТ ввести отдельный алгоритм работы с формулами
3. Научить методу «Две точки» для графиков: всегда определять характер изменения величины отдельно от её мгновенного значения.
4. Провести тренировку «слепых расчетов», где все входные данные — простые целые числа (например, масса = 1 кг, напряжение = 10 В). Это позволит сосредоточиться на логике выбора модели без борьбы с арифметикой.

1.2.3.2. Методический анализ качества освоения метапредметных результатов ФГОС участниками ЕГЭ со средним уровнем подготовки

В данном пункте рассматриваются метапредметные результаты ФГОС (познавательные, коммуникативные, регулятивные (самоорганизация и самоконтроль)) (далее – метапредметные умения), которые могли повлиять на выполнение заданий КИМ.

Для проведения анализа следует использовать перечень метапредметных результатов ФГОС, приведенный в таблице 1 Кодификатора ЕГЭ по каждому учебному предмету, а также указание связей метапредметных и предметных результатов освоения основной образовательной программы из таблицы 2 Кодификатора ЕГЭ.

Анализ может проводиться по группам/подгруппам УУД, или наиболее значимым для выполнения большинства заданий УУД.

○ Развернутый комментарий на основе заданий / групп заданий, на успешность выполнения которых могла повлиять достаточная или недостаточная сформированность метапредметных умений, с указанием соответствующих метапредметных умений и их проявления в типичных ошибках в ответах участников экзамена на соответствующие задания;

На основе анализа результатов группы с баллами от **61 до 80 т.б.** можно выделить, какие метапредметные умения (УУД) являются критическими для преодоления порога в **80 баллов** и выше. Эти результаты показывают, что учащиеся демонстрируют уверенное владение базовыми алгоритмами решения задач, но испытывают системный дефицит при переходе к интегрированным заданиям.

Для данной группы учащихся наиболее значимыми для выполнения заданий КИМ являются следующие дефициты:

1. Познавательные УУД: Синтез информации и работа со знаковыми системами

- **Проявление дефицита:** Группа демонстрирует разрыв между знанием формулы и пониманием физического смысла явления. Это особенно ярко проявляется в заданиях на молекулярную физику (№9), где требуется связать макроскопические параметры ($pV=nRT$) с микроскопической кинетической энергией. Учащиеся путают газовую постоянную R и постоянную Больцмана k , а также не понимают разницу между количеством молей и числом молекул.
- *Типичная ошибка:* В задаче №9 они пытаются применить формулу средней энергии вместо уравнения состояния газа или наоборот, так как не видят связи между этими моделями.
- **Связь с ФГОС:** Несформированность умения устанавливать причинно-следственные связи (*Познавательные УУД*) блокирует выполнение этого задания даже у сильных учеников из этой группы.

2. Регулятивные УУД: Планирование деятельности и самоконтроль

- **Проявление дефицита:** Группа успешно выполняет базовые алгоритмические задачи, но теряет баллы во второй части экзамена из-за отсутствия стратегии распределения времени. Они часто застревают на сложных расчетах в первой части (№5–№7), истощая когнитивный ресурс перед качественными задачами высокого уровня сложности (№21–№23).
- *Типичная ошибка:* Отсутствие навыка пропускать сложное задание и возвращаться к нему после завершения простых блоков. Также наблюдается потеря балла за вычислительную ошибку в последнем действии, когда логика решения была верной.
- **Связь с ФГОС:** Недостаток навыков планирования и коррекции действий (*Регулятивные УУД*) приводит к неэффективному расходованию ресурса на экзамене.

3. Коммуникативные УУД: Точность выражения мысли

- **Проявление дефицита:** Задание №21 является самым сложным качественным вопросом для всей группы ЕГЭ. Даже если ученик дает правильный ответ ("процесс изотермический"), он теряет балл из-за отсутствия обоснования через закон физики.
- *Типичная ошибка:* Вместо строгого физического обоснования ("так как произведение давления на объем постоянно") ученики пишут бытовое объяснение ("потому что температура постоянная"). Или используют неверное математическое выражение ($PV=T$), игнорируя константу.
- **Связь с ФГОС:** Отсутствует умение выстраивать логическую цепочку рассуждений с опорой на изученные законы (*Коммуникативные УУД*). Критерии ФИПИ требуют прямого указания на физические закономерности, а не интуитивного понимания.

Развернутый комментарий по типичным ошибкам

Рассмотрим конкретные примеры заданий, где проявились эти дефициты:

1. Задание №9 (Молекулярная физика):

- *Метапредметное умение:* Установление связей между элементами научного знания; применение понятий в измененных ситуациях (*Познавательные УУД*).
- *Ошибка:* Учащийся видит условие "идеальный газ", но выбирает неправильную модель. Он либо применяет связь температуры с кинетической энергией без учета количества вещества, либо использует уравнение Менделеева-Клапейрона без перехода к единицам измерения одной частицы. Дефицит заключается в неспособности выбрать правильную физическую модель под конкретную задачу.

2. Задание №24 (Гидростатика/Электродинамика — высокий уровень):

- *Метапредметное умение:* Применение методов познания для решения практических задач; анализ объектов с целью выделения признаков (*Познавательные УУД*).
- *Ошибка:* Типичной проблемой является игнорирование атмосферного давления при расчете гидростатического давления ($p_{gh} + p_a$). Учащийся решает задачу только через p_{gh} . Здесь отсутствует аналитико-синтетическая деятельность: учащийся видит часть данных, но не учитывает граничные условия среды.

3. Задание №21 (Качественная задача):

- *Метапредметное умение:* Формулирование выводов на основе наблюдений; использование адекватных языковых средств для построения монологического высказывания (*Коммуникативные УУД*).
- *Ошибка:* Правильный вывод ("изотермический процесс") теряется из-за отсутствия доказательства. Например, утверждение " $PV=T$ " вместо корректного вывода о прямой пропорциональности величин при постоянной температуре. Эта ошибка показывает отсутствие навыка перевода физической интуиции в академический язык.

Обобщенный вывод

Группа с результатами от 61 до 80 т.б. обладает прочным фундаментом предметных знаний, но ее подготовка носит репродуктивный характер. Для достижения отметки "отлично" необходимо преодолеть барьер вариативности мышления. Целевым ориентиром рекомендаций должно быть формирование способности применять законы физики в измененной ситуации, а не просто воспроизводить шаблонные алгоритмы.

- Предположение о достигнутых и недостигнутых метапредметных результатах ФГОС

Эта группа демонстрирует уверенное освоение базовых регулятивных и познавательных умений, необходимых для выполнения алгоритмических задач.

- **Регулятивные УУД:** Учащиеся способны удерживать внимание на выполнении последовательности действий в рамках одного задания. Они демонстрируют минимально достаточный уровень планирования деятельности: большинство приступает к решению заданий последовательно, хотя часто застревают на сложных задачах первой части.

- **Познавательные УУД:** Сформировано умение распознавать физические явления по ключевым словам условия («изотерма», «конденсатор») и применять заученные формулы без изменения условий задачи. Группа уверенно справляется со стандартными расчетами в заданиях базового уровня (№1–№20) и большинства повышенного уровня (№5, №9).

Недостигнутые результаты

Переход от отметки "хорошо" к отметке "отлично" блокируется дефицитом вариативности мышления и неспособностью интегрировать знания. Основные проблемы связаны с коммуникативными и высшими познавательными умениями:

1. Коммуникативные УУД Группа испытывает системный дефицит в оформлении развернутого ответа (**задание №21**). Даже если ученик дает правильный ответ ("процесс изотермический"), он теряет балл из-за отсутствия обоснования через физический закон или математическую связь ($PV=const$). Это свидетельствует об отсутствии навыка точного выражения мысли в терминах физики (*Коммуникативные УУД*).

2. Познавательные УУД высшего порядка Учащиеся не могут применить законы физики в измененной ситуации или интегрировать знания из разных разделов курса.

- *Работа с графиками:* В задаче №6 учащиеся путают значение величины в точке графика ($v(t)$ с ее изменением (площадь под кривой как путь), что указывает на несформированность умения анализировать графические модели (*Познавательные УУД*).
- *Интеграция знаний:* Задания высокого уровня сложности (№24–№26K2) выполняются крайне слабо. Типичная ошибка — игнорирование атмосферного давления или неверное применение закона сохранения энергии в динамической системе. Здесь проявляется разрыв между знанием формул и пониманием физического смысла процесса.

Для данной группы характерен профиль функциональной грамотности: они владеют алгоритмом решения стандартных задач, но пасуют перед необходимостью самостоятельно выбрать инструмент для нестандартной ситуации. Главный барьер — отсутствие вариативности мышления и страх перед заданиями, выходящими за рамки прямых аналогий.

1.2.3.3. Рекомендации для учителей по совершенствованию преподавания учебного предмета группе обучающихся со средним уровнем подготовки

Учащиеся теряют баллы в задании №21 (качественная задача) даже при правильном ответе о характере процесса из-за специфических требований к оформлению ответа. Это задание проверяет **коммуникативные УУД** — умение точно выражать мысль с использованием научной терминологии.

Почему правильный ответ без обоснования не засчитывается?

В критериях ФИПИ для задания №21 четко указано: чтобы получить максимальный балл (**2 балла**), необходимо:

- Представить **правильный ответ на вопрос**.
- Привести **достаточное обоснование**, которое не содержит ошибок и включает прямое указание на физические явления или законы.

Если ученик просто пишет «процесс изотермический» или «давление обратно пропорционально объему», но не указывает закон или условие применимости (*например, $PV=const$*), он получает только **1 балл**. Балл за обоснование теряется по следующим причинам:

Типичные ошибки в обосновании

1. Отсутствие ссылки на физический закон

- Пример ошибочного обоснования: «Процесс изотермический, потому что температура постоянная».
- *Почему это ошибка:* В критерии ФИПИ требуется указать конкретный закон или математическую связь. Правильное обоснование должно содержать формулу или название закона: «Процесс изотермический, так как произведение давления на объем постоянно ($pV=const$).»

2. Использование бытового языка вместо научного

- Ошибка: «Газ нагревается, поэтому давление растёт».
- Корректное обоснование: «Давление газа увеличивается, так как его абсолютная температура возрастает согласно уравнению состояния идеального газа ($pV=nRT$).»

3. Неверные математические связи

- Ошибка: «Из графика видно, что $PV=T$, значит процесс изотермический».
- *Почему это неверно:* Формула должна быть записана корректно: $PV=const$. Пропуск константы приводит к потере логической цепочки.

4. Игнорирование условий применимости модели

- Ошибка: «Это идеальный газ, значит...».
- *Корректный подход:* Всегда указывать условия применимости формулы. Например, если используется модель идеального газа, нужно подтвердить, что число молей и масса постоянны.

5. Пропущенные этапы причинно-следственной связи

- Ошибка: «Объем уменьшился, значит работа положительная».
- *Правильно:* «Работа газа положительна, так как внешняя сила совершает работу над газом при уменьшении объема ($\Delta V < 0$), а знак работы определяется знаком изменения объема.»

Как избежать потери баллов?

Чтобы гарантированно получить полный балл, ответ должен состоять из двух частей:

1. **Тезис:** Прямой ответ на поставленный вопрос («Да/Нет», «изотермический», «работа положительна»).
2. **Обоснование:** Цепочка рассуждений с прямой ссылкой на закон физики или математическое выражение.

Пример правильного оформления:

Процесс является **адиабатическим**, так как график проходит через начало координат, что свидетельствует об отсутствии теплообмена с окружающей средой. Согласно первому закону термодинамики $\Delta U = Q - A$, при $Q = 0$ изменение внутренней энергии равно работе внешних сил, совершаемой над газом.

Таким образом, потеря балла происходит не из-за незнания физики, а из-за отсутствия навыка точного выражения мысли в терминах изученных законов.

Для уверенного решения заданий высокого уровня сложности (№24–№26К2) необходимо развить следующие метапредметные умения. Эти задания требуют не просто знания формул, а глубокого понимания физических процессов в измененных или новых ситуациях.

1. Познавательные УУД: Анализ и синтез информации

- **Что это значит:** Способность интегрировать знания из разных разделов физики (*Механика + Термодинамика, Электродинамика + Механические колебания*) и применять их к нестандартным условиям.
- **Как проявляется дефицит:** В задании №24 учащиеся часто игнорируют атмосферное давление при расчете давления на глубине ($\rho gh + p_{\text{атмос}}$). Это происходит потому, что они видят знакомую формулу гидростатического давления, но не анализируют условия задачи целиком.
- **Метод развития:** Решение задач с «ловушками» — условиями, которые меняют стандартную модель. Например, задача на плавание тела, где плотность жидкости меняется по высоте, требует синтеза знаний о давлении и архимедовой силе.

2. Регулятивные УУД: Планирование деятельности и самоконтроль

- **Что это значит:** Навык пошагового планирования решения сложной многоступенчатой задачи и контроля промежуточных результатов.
- **Как проявляется дефицит:** Учащиеся теряют баллы за вычислительные ошибки в последнем действии, хотя логика решения была верной. Или они пытаются решить задачу сразу, не разбивая её на этапы.
- **Метод развития:** Обязательное оформление расчетов «по столбикам». Запрещается решение «в строчку», так как это приводит к потере знаков и накоплению ошибок округления. Каждый алгебраический шаг должен быть записан отдельно до подстановки чисел.

3. Коммуникативные УУД: Точность выражения мысли

- **Что это значит:** Умение формулировать физическое обоснование без использования бытовых аналогий.
- **Как проявляется дефицит:** Даже если ученик дает правильный ответ («процесс изотермический»), он теряет балл в качественных задачах (№21), если пишет бытовое объяснение вместо физического закона ($PV=\text{const}$).
- **Метод развития:** Использование алгоритма обоснования:
 1. Явление (например, «изотермическое расширение»).
 2. Закон/Формула (например, $pV=nRT$).
 3. Следствие (например, «давление обратно пропорционально объему»).

4. Познавательные УУД: Работа со знаковыми системами (графики)

- **Что это значит:** Понимание того, что график является моделью процесса, а не просто набором линий.
- **Как проявляется дефицит:** Типичная ошибка в задаче №6 (работа газа): ученики путают значение функции в точке графика с площадью под кривой. Они вычисляют координату точки вместо интеграла.
- **Метод развития:** Метод «двух карандашей»: один карандаш показывает текущее состояние системы (координата точки), второй — направление изменения величины (производная или площадь). Это позволяет разделить понятия «значение» и «изменение».

Реалистичным ориентиром для группы от 61 до 80 т.б. является развитие навыка «**физической риторики**» — способности строить жесткую логическую цепочку рассуждений с опорой на законы физики. Для этого нужно отказаться от запоминания шаблонов и сосредоточиться на понимании границ применимости моделей.

1.2.4. Методический анализ выполнения заданий обучающимися с высоким уровнем подготовки (в группе от 81 т.б. и выше), включая методические рекомендации для учителей

Методический анализ проводится на основе результатов выполнения заданий группами участников ЕГЭ с результатами в диапазоне 81-100 т.б. Целевым ориентиром рекомендаций является получение 100 т.б.

1.2.4.1. Описание предметной подготовки участников ЕГЭ с высоким уровнем подготовки, анализ типичных дефицитов в подготовке

- Описание достигнутых предметных результатов ФГОС: освоенных тем программы, сформированных умений и т.п. (если имеются)

Указать (перечислить) темы программы и умения, которые в наибольшей степени сформированы, исходя из анализа выполнения заданий (столбец 5 Таблицы 15).

Эта группа демонстрирует продуктивный и исследовательский уровень владения предметом. Их подготовка характеризуется не просто знанием алгоритмов решения задач, а глубоким пониманием физических процессов и способностью моделировать ситуации на границе своих знаний.

- **Темы программы:** Группа уверенно владеет всем спектром тем школьного курса физики: механикой (*динамика, статика, колебания*), молекулярной физикой (*МКТ, термодинамика*), электродинамикой (*цепи постоянного тока, магнетизм*) и оптикой. Они демонстрируют абсолютное выполнение базовых заданий (№1–№20) — процент выполнения большинства из них составляет **97–100%**, что указывает на отсутствие случайных ошибок по невнимательности.

- **Умения:** Сформированы навыки:

- **Алгоритмическая гибкость:** Умение решать одну задачу несколькими способами и выбирать наиболее эффективный в условиях экзаменационного стресса.
- **Физическое моделирование:** Способность строить физическую модель ситуации, которой нет в учебнике.
- **Работа со знаковыми системами:** Безошибочное чтение графиков для определения характера изменения величин.
- **Коммуникативные умения:** Полноценная аргументация качественных ответов с прямой ссылкой на законы или формулы.

- Анализ типичных дефицитов в предметной подготовке: неосвоенные или слабо освоенные темы программы, несформированные или недостаточно сформированные умения, навыки, виды познавательной деятельности, проявляющиеся в типичных ошибках при выполнении соответствующих заданий

Указать (перечислить) темы программы и умения, которые в наименьшей степени сформированы, исходя из анализа выполнения заданий (столбец 5 Таблицы 15)

Несмотря на высокий результат, переход от отметки «отлично» к максимальному баллу (100 т.б.) блокируется специфическими ошибками, которые носят характер «тонких настроек».

Дефицит	Проявление в таблице (столбец 5)	Характеристика ошибки
Вычислительная погрешность при иррациональных числах	Задание №24 (31%)	При извлечении корней, возведении в степень дробных чисел или работе с числом π допускается преждевременное округление промежуточных значений, что приводит к ответу вне допустимых границ.

Дефицит	Проявление в таблице (столбец 5)	Характеристика ошибки
Игнорирование границ применимости моделей	Задание №9 (71%)	Применение закона сохранения механической энергии в системах, где присутствует внешнее трение или сопротивление воздуха, которое хоть и мало, но не равно нулю. Использование модели идеального газа там, где необходимо учитывать влажность или фазовые переходы. Даже сильные ученики часто ограничиваются указанием одного закона вместо требуемой связки «Явление → Причина → Следствие». Согласно критериям ФИПИ, отсутствие указания направления действия силы или вектора величины ведет к снижению балла с 3 до 2 или 1.
Потеря балла за обоснование в качественной задаче	Задание №21 (89%)	Пропуск слов-маркеров («из гладкого», «легкая нить»), что приводит к неверному выбору физической модели (например, учет трения там, где его быть не должно).
Неадекватный анализ условий задачи («ловушки»)	Комплексный дефицит во второй части	В динамических задачах с наклонной плоскостью или сложном равновесии тел забывают учесть знаки моментов сил относительно выбранной оси вращения.
Ошибки в учете векторного характера величин	Задание №14 (99%)	

Обобщенный вывод

Группа с результатом от 81 до 100 т.б. обладает инженерной точностью и вариативностью мышления. Для получения максимального первичного балла им необходимо устранить потери баллов из-за отсутствия глубины понимания физических законов и вычислительной небрежности. Переход от оценки «5» к отметке «максимальный балл» требует не изучения новых формул, а шлифовки навыков обоснования и точности расчетов.

Таблица 2-7

№ п/п	Темы программы и умения	Класс(-ы) изучения в соответствии с ФОП
-	№24: качественная задача с развернутым ответом; №25: комбинированная расчетная задача (термодинамика + МКТ ИЛИ электродинамика);	-10–11 классы (требуется интеграция знаний за весь курс среднего общего образования)

	Задачи высокого уровня сложности (Часть 2): №26: комплексная задача по квантовой физике или астрофизике (фотоэффект, ядерные реакции). Требуют синтеза знаний из разных разделов физики и сложной алгебраической обработки.	
--	--	--

- Реалистичные «зоны роста» в части предметной подготовки для получения 100 т.б.

На основе анализа группы с баллами от **81 до 100 т.б.** можно выделить реалистичные «зоны роста», которые позволят устранить потери баллов и достичь максимального результата.

Группа уже демонстрирует уверенное владение всем спектром физики: механикой, молекулярной физикой, электродинамикой и оптикой. Основной разрыв между отметкой «5» (от 81 балла) и максимальным результатом (100 т.б.) обусловлен не отсутствием знаний, а специфическими ошибками в оформлении и точности вычислений.

• **Потеря баллов за обоснование:** В качественных задачах (№21–№23) ученики часто дают правильный ответ («изотермический»), но теряют балл из-за неполного обоснования или отсутствия ссылки на конкретный закон (*Познавательные УУД*).

• **Вычислительная погрешность:** Потери происходят при работе с иррациональными числами, возведении в степень дробных чисел или преждевременном округлении промежуточных значений (*Регулятивные УУД*).

• **Игнорирование границ применимости моделей:** Применение закона сохранения механической энергии к системам с трением без указания того, что работа силы трения перешла в теплоту.

• Реалистичные зоны роста для получения 100 т.б.

Эти рекомендации направлены на устранение типичных ошибок, характерных именно для отличников.

1. Минимизация вычислительного шума Ученики этой группы знают математику, но допускают ошибки в действиях со степенями десятки или корнями.

• **Метод:** Запретить решение «в строчку». Все алгебраические преобразования должны быть записаны по шагам в столбик, а числа оставлены в виде дробей вплоть до финального шага подстановки в калькулятор.

• **Результат:** Исключение накопленной ошибки округления.

2. Физическое моделирование и границы применимости законов Отличники часто решают задачу формально, забывая указать условия применимости модели.

• *Метод:* При решении любой задачи высокого уровня сложности начинать с записи системы законов сохранения или условий равновесия, применимых к данной системе. Всегда указывать, почему модель идеального газа или отсутствие трения допустимы в рамках задачи.

• *Пример:* Вместо просто $E_{кин} + E_{пот} = \text{const}$ писать: «Закон сохранения механической энергии применим, так как система замкнута и нет работы внешних сил».

3. Структура качественного ответа (Задание №21) Даже сильные ученики теряют баллы из-за небрежности в формулировках.

• *Метод:* Использование жесткой структуры:

1. Явление → Закон/Формула ($PV = nRT$ или $F = ma$)
2. Следствие (например, прямая пропорциональность давления и объема при постоянной температуре).
3. Проверка размерности (обязательный пункт для проверки себя перед сдачей бланка).

• *Запрет:* Использовать слова-паразиты вроде «энергия распределилась», «заряд скопился». Требуется строгая терминология: «произошло перераспределение потенциала», «наступило тепловое равновесие».

4. Работа с графиками процессов Типичная ошибка — путаница между значением величины в точке графика и скоростью её изменения (наклон касательной).

• *Метод:* Метод «двух карандашей»: один карандаш фиксирует значение координаты точки, второй показывает направление и величину ее изменения (производная). Это позволяет избежать смешения понятий «скорость» и «ускорение» при анализе движения.

5. Психологическая подготовка и тайм-менеджмент Для отличников критически важно сохранить концентрацию во второй части экзамена.

• *Метод:* Правило «Первая часть за 60 минут». Первая часть должна быть решена и перенесена в бланк не позднее чем через час после начала экзамена. Оставшиеся 120 минут следует посвятить качественной проработке заданий высокой сложности (№21–№26K2).

Реализация этих рекомендаций позволит перевести подготовку из состояния «я знаю формулу» в состояние «я могу вывести эту формулу из базовых принципов, если забуду её в стрессе». Именно это обеспечивает получение максимального первичного балла.

1.2.4.2. Рекомендации для учителей по совершенствованию преподавания учебного предмета группе обучающихся с высоким уровнем подготовки

На основе анализа результатов группы с баллами от **81 до 100 т.б.** и выявленных дефицитов можно сформулировать следующие методические рекомендации для учителей.

Стратегия «От знания к обоснованию»

Для отличников подготовка должна быть переориентирована с заучивания алгоритмов на формирование навыков физического моделирования. Цель — не просто решить задачу, а объяснить *почему* выбранная модель верна.

Рекомендация: Внедрить алгоритм написания качественного ответа (Задание №21).

- **Структура:** Явление → Закон/Формула → Следствие → Проверка размерности.

- **Пример:** Вместо бытового «вода закипела быстрее» писать строгое обоснование: «Прозрачное стекло пропускает солнечные лучи, которые поглощаются водой, увеличивая её внутреннюю энергию согласно первому закону термодинамики».

Работа над вычислительной точностью

Отличники часто теряют баллы из-за арифметических ошибок в сложных расчетах или при работе с иррациональными числами.

Рекомендация: Запретить решение «в строчку». Ввести обязательное оформление промежуточных вычислений в столбик даже для сильных учеников.

- **Действие:** Запрещать подстановку чисел в формулу до тех пор, пока не записаны все алгебраические преобразования. Оставлять значения в виде дробей вплоть до финального шага.

- **Результат:** Исключение накопленной ошибки округления.

Углубленное изучение динамики систем (№14–№20)

Резкий провал в задании №20 связан с анализом изменения системы (*например, замыкание ключа в цепи*). Отличники знают формулы, но путаются в логике перехода от одного состояния к другому.

Рекомендация: Разбор заданий №20 строить исключительно через закон сохранения энергии для полной цепи, акцентируя внимание на том, как меняется общее сопротивление системы при изменении топологии схемы.

Тренинг чтения графиков и анализа функций

Группа демонстрирует разрыв между значением величины в точке графика и скоростью ее изменения (наклон касательной).

Рекомендация: Ежедневные задания на сопоставление трех графиков $x(t)$, $v(t)$ и $a(t)$. Требовать от ученика находить несоответствия без калькулятора, только на глаз, чтобы визуально разделить понятия перемещения, скорости и ускорения.

Методическая работа по границам применимости моделей

Отличники часто применяют идеализированную модель там, где она не работает.

Рекомендация: При разборе каждой темы выделять блок «Границы модели». Например:

- Для закона сохранения механической энергии: всегда указывать, что энергия перешла в теплоту или совершила работу против сил трения.
- Для МКТ газа: напоминать условия применимости уравнения $pV=nRT$ (разреженный газ) и ограничения использования.

Психологическая подготовка и тайм-менеджмент

Ученики этой группы тратят слишком много времени на многократную перепроверку первой части теста, боясь допустить ошибку.

Рекомендация: Установить жесткий регламент: первая часть (№1–19) должна быть решена и перенесена в бланк не позднее чем через **60 минут**. Оставшиеся **120 минут** должны быть целиком посвящены трем качественным задачам второй части (№21–№23) с полными математическими выкладками.

Реализация этих рекомендаций позволит устранить потери баллов "на ровном месте" и перевести подготовку из плоскости "знания формул" в плоскость "понимания физики".

1.3. Рекомендации администрации ОО, ИПК / ИРО, иным организациям, реализующим программы профессионального развития учителей по совершенствованию преподавания учебного предмета

Рекомендации в данном разделе составляются на основе проведенного анализа выполнения заданий КИМ и выявленных типичных дефицитов в подготовке школьников.

Рекомендации должны носить практический характер и давать возможность их использования в работе. Следует избегать формальных и нереализуемых рекомендаций.

Рекомендации не должны быть ориентированными только на учителей выпускных классов. Также следует избегать мероприятий, направленных на реализацию методик «натаскивания» учеников на выполнение конкретных заданий КИМ по учебному предмету.

1.3.1. Рекомендуемые темы для обсуждения / обмена опытом на школьных методических объединениях учителей-предметников, в том числе по трансляции эффективных педагогических практик ОО со стабильно высокими результатами ЕГЭ

На основе проведенного анализа результатов ЕГЭ по физике и выявленных дефицитов в подготовке школьников можно выделить следующие темы для обсуждения на методических объединениях. Эти темы направлены не на «натаскивание», а на системное совершенствование преподавания.

Темы для обмена опытом (Методические объединения)

- 1. «От алгоритма к модели: формирование вариативности мышления»**
 - Обсуждение методик, которые позволяют ученикам переходить от решения стандартных задач к анализу измененных условий.
 - Примеры: как научить выбирать правильную физическую модель (*идеальный газ vs реальный, трение есть/нет*) при изменении одного параметра задачи.
- 2. «Физическая риторика: от знания формулы к обоснованию»**
 - Разбор критериев ФИПИ для качественных заданий (№21–№23).
 - Формирование жесткой структуры ответа: Явление → Закон → Следствие → Проверка размерности.
 - Как избежать бытовых формулировок («потому что вода теплее») и перейти к строгой терминологии.
- 3. «Работа с графиками процессов: от значения к изменению величины»**
 - Метод двух карандашей: один карандаш фиксирует координату точки, второй — наклон или площадь под кривой.
 - Тренинг на распознавание физических величин через геометрический смысл графика (pV-диаграммы, v(t)).
- 4. «Границы применимости моделей: когда закон перестает работать»**
 - Условия применимости уравнения состояния идеального газа, закона сохранения механической энергии, формул МКТ.
 - Введение блока «Почему эта формула здесь не работает?» после изучения каждой темы.

5. «Метапредметные навыки в физике: от вычисления к моделированию»

- Интеграция физики с математикой: почему важно оставлять промежуточные результаты в виде дробей до финального шага.
- Работа над ошибками в логической цепочке рассуждений.

6. «Практики ОО со стабильно высокими результатами: от мотивации к системе»

- Изучение опыта школ-лидеров (см. Таблицы 2-11, 2-14). Какие практики позволили им добиться высокого процента отличников без двоек?

- Роль профильных классов и дифференцированного обучения.

7. «Психологическая подготовка: управление временем и стрессом»

- Стратегии распределения времени на экзамене: правило «Первая часть за 60 минут».
- Методы снижения экзаменационного стресса у сильных учеников

1.3.2. Рекомендуемые ИПК / ИРО, иным организациям, реализующим программы профессионального развития учителей, направления повышения квалификации (в форме курсов, отдельных мероприятий, консультаций и т.п.) с учетом выявленных дефицитов предметной подготовки

• Проанализировать результаты ЕГЭ по физике в муниципальном образовании. Опыт успешной подготовки к экзамену в образовательных организациях, показывающих стабильно высокие результаты, необходимо систематизировать, обобщать и транслировать (как очно, так и дистанционно с использованием современных технологий) не только для учителей, но и для учащихся, а также их родителей.

• 2. В рамках межшкольных факультативов организовать проведение очных и дистанционных практико-ориентированных занятий для учащихся, планирующих сдавать ЕГЭ по физике. К проведению этих занятий необходимо привлекать специалистов ДООИРО, муниципальных тьюторов, учителей, чьи учащиеся показывают стабильно высокие результаты на ЕГЭ. 3. На заседаниях районных методических объединений регулярно рассматривать вопросы подготовки к ЕГЭ, проводить мастер-классы и практикумы по выполнению и оцениванию по критериям заданий, вызывающих у учащихся наибольшую трудность.

• 4. Рассмотреть вопрос о проведении школьных диагностических работ по физике в 10–11 классах (в 10 классе в 1 и 2 полугодии и в 11 классе в первом полугодии принимают участие все учащиеся, в 11 классе во втором полугодии принимают участие только ученики, выбравшие экзамен по физике).

• ГАОУ ДПО «ЛОИРО» реализовать практику проведения тематических вебинаров по анализу результатов ЕГЭ по физике 2026 года, а также по структуре и содержанию контрольных измерительных материалов единого государственного экзамена 2027 года.

• ГАОУ ДПО «ЛОИРО» продолжить реализацию проекта «Решаем вместе: практика решения заданий формата ЕГЭ с учетом ошибок учащихся»;

• ГАОУ ДПО «ЛОИРО» реализовать практику проведения адресных методических консультаций для учителей физики Ленинградской области.

- Выездные педагогических «Студий РОСТа 2» по совершенствованию организации и методики преподавания, организуемых ЦНППМ Ленинградской области.

- ГАОУ ДПО «ЛОИРО» реализовать практику проведения курсов повышения квалификации по совершенствованию методики преподавания предмета «Физики».

- Использовать в процессе подготовки обучающихся учебно-тренировочные материалы, изданные ФИПИ или размещенные на сайтах: www.ege.edu.ru и www.fipi.ru.

- Использовать в работе материалы, расположенные на сайте «Единое содержание общего образования» представлены различные материалы, предназначенные для оказания методической поддержки учителю физики. Раздел Методические материалы / Методические пособия и рекомендации. – URL: <https://edsoo.ru/mr-fizika/>

- Библиотека цифрового образовательного контента (Библиотека ЦОК), созданная по всем темам школьной программы в соответствии с Федеральными государственными образовательными стандартами и универсальным тематическим классификатором, с использованием самых современных способов визуализации материала. <https://xn--h1aafgkbnx.xn--p1ai/>

№ п/п	Мероприятие (указать тему и организацию, которая планирует проведение мероприятия)	Категория участников
1	Адресное методическое сопровождение учителей школ с низкими образовательными результатами на основе индивидуальных образовательных маршрутов	Муниципальное общеобразовательное бюджетное учреждение "Средняя общеобразовательная школа "Муринский центр образования № 4" Муниципальное общеобразовательное учреждение "Ново - Девяткинская средняя общеобразовательная школа № 1"
2	Инструктивно-методическое письмо «О преподавании предмета «Физика» в 2026-2027 году». ГАОУ ДПО «ЛОИРО»	Учителя физики, руководители РМО учителей физики ЛО
3	КПК «Физика: инструменты эффективного обучения в контексте результатов ГИА», 72 ч	ГАОУ ДПО «ЛОИРО», учителя школ, СПО, слушатели курсов
4	Вебинар «ГИА физика: результаты 2026 года, изменения в КИМ в 2027 году»	10.10.2026, 15.00, ГАОУ ДПО «ЛОИРО», дистанционно, учителя физики
5	Круглый стол «Анализ результатов ЕГЭ по физике 2026 г. в Ленинградской области и в образовательных организациях»	26.09.26, 15.00, методисты, ГАОУ ДПО «ЛОИРО», очно-дистанционно, учителя физики
6	Консультации методиста ГАОУ ДПО «ЛОИРО» «Сложные вопросы ЕГЭ по физике: методика подготовки учащихся» в рамках методического проекта «Решаем вместе»	Учителя физики ЛО, ГАОУ ДПО «ЛОИРО»

1.3.3. Рекомендации по другим направлениям (при наличии)

На основе анализа проверки и оценивания заданий второй части ЕГЭ можно выделить следующие ключевые ошибки и проблемы, которые возникли у выпускников Ленинградской области при выполнении заданий ЕГЭ по физике в 2026 году.

Анализ ошибок по заданиям

Задание №21 (Качественная задача)

- **Основная проблема:** Отсутствие обоснования изотермического процесса ($T = \text{const}$).
- *Частые ошибки:* Использование неверных формул типа $PV = T$, отсутствие прямой пропорциональности между давлением и объемом на графике, проходящем через начало координат; неточность в обозначении процессов или их названий.

Задание №22 (Расчетная задача с графиком)

- **Проблема:** Ошибки в расчетах объема сферы, неправильное определение отношения величин, попытки найти силу Архимеда вместо других сил.
- *Типичные ошибки:* Не записана формула для массы тела через плотность и объем; пропуск условия равновесия; математические ошибки.

Задание №23 (Тепловые явления)

- **Главная ошибка:** При расчете количества теплоты, выделяющейся на нагрузке, учащиеся учитывают полное сопротивление цепи вместо сопротивления только резистора.
- *Также часто встречаются:* Неверные формулы для расчета тепла, использование закона Джоуля–Ленца без учета особенностей схемы, арифметические ошибки.

Задание №24 (Гидростатика/Атмосферное давление)

- **Самая частая ошибка:** Игнорирование атмосферного давления при расчете давления на глубине. Учащиеся пытаются решить задачу только через гидростатическое давление ρgh
- *Дополнительно:* Проблемы с переводом единиц измерения (например, мм ртутного столба в паскали), вычислительные ошибки.

Задание №25 (Оптическая геометрия)

- **Ключевые трудности:** Построение изображений в линзах (часто путают собирающую и рассеивающую линзу); применение неправильной формулы тонкой линзы; геометрические ошибки при построениях.
- *Примеры:* Неправильное направление лучей после преломления, путаница с фокусным расстоянием, игнорирование правила «чем дальше предмет от линзы, тем ближе изображение к ней».

Задание №26 (Механика/Пружины)

- **Основные сложности:** Невозможность обосновать равенство ускорений грузов, соединенных невесомой пружиной; игнорирование того, что длина пружины постоянна; ошибки в проецировании сил на оси.
- *Математические ошибки:* Путаница в тригонометрических функциях при разложении силы тяжести; неверный выбор направления осей.

Обобщенные выводы о причинах ошибок:

1. **Отсутствие физического обоснования.** В качественных задачах (№21, №26 К1) выпускники часто ограничиваются ответом "да" или "нет", но не приводят цепочку рассуждений, ссылаясь на конкретные законы физики. Это приводит к потере баллов даже при верном итоговом выводе.

2. **Неверный выбор физической модели.** Особенно ярко это проявляется в задаче №23, где вместо сопротивления конкретного элемента берется общее сопротивление всей цепи. Также в оптике ученики строят изображения для неправильного типа линзы.

3. **Игнорирование условий задачи.** Типичный пример — задание №24, где условие об атмосферном давлении просто упускается из виду.

4. **Слабое владение математическим аппаратом.** Вычислительные ошибки, неверные преобразования формул и путаница в тригонометрии являются системными проблемами во всех сложных задачах (№24–№26). Часто встречается подмена понятий (например, сила трения там, где её быть не должно).

5. **Неаккуратность в оформлении.** Потеря баллов происходит из-за отсутствия необходимых пояснений ("почему процесс изотермический"), неполного решения или небрежно выполненного рисунка.

Эти данные указывают на то, что для повышения результатов необходимо усилить работу над физическим обоснованием ответов, а также уделить особое внимание разбору комплексных задач, требующих интеграции знаний из разных разделов курса.

