

Оценивание экзаменационных работ участников ЕГЭ по физике

Синцова Юлия Валерьевна

учитель физики МАОУ «Лицей № 131» Вахитовского
района г. Казани



Республиканский Центр Мониторинга
Качества Образования



[Главная](#) > Аналитические и методические материалы

Аналитические и методические материалы

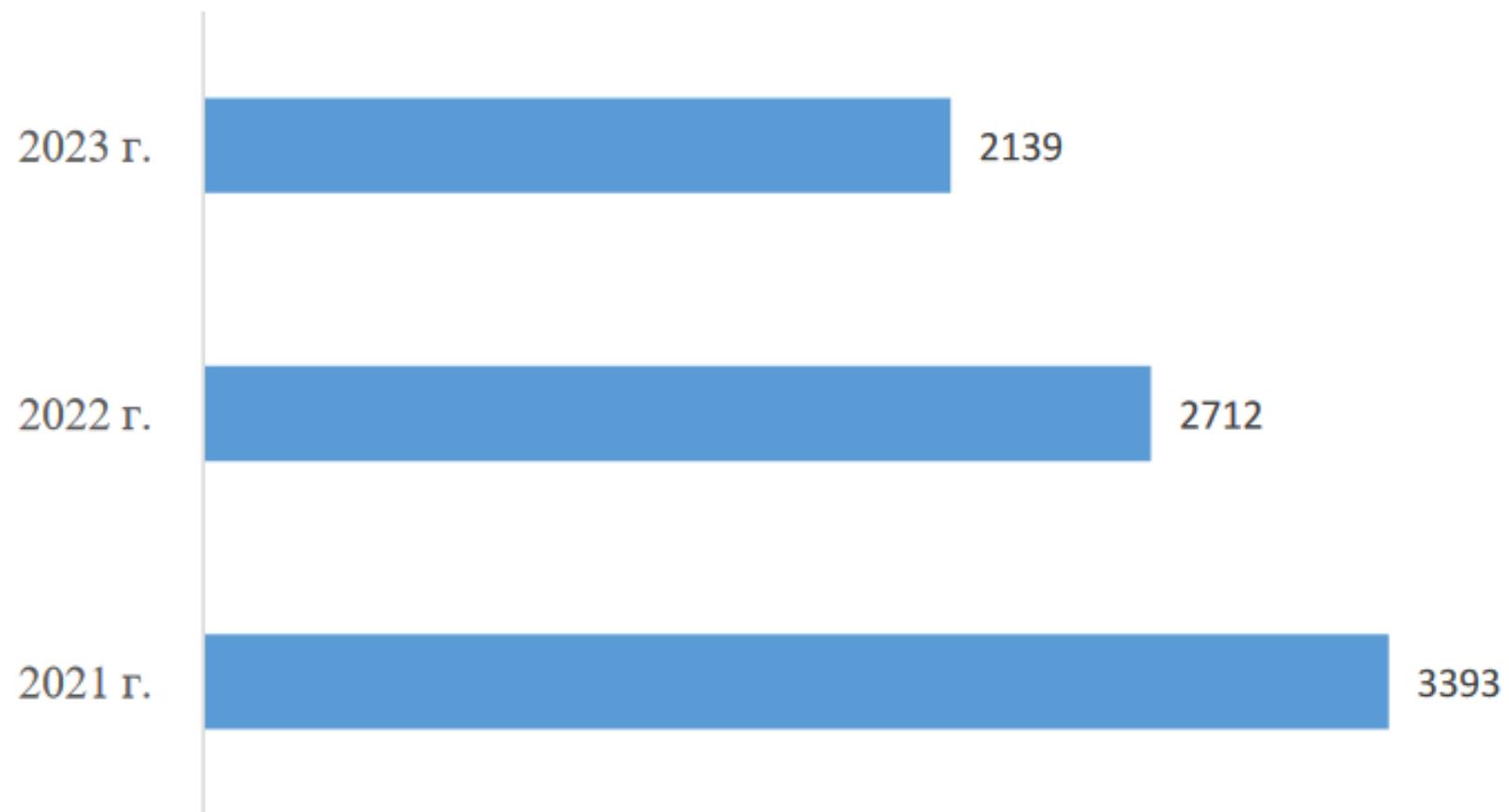
- 2017
- 2018
- 2019
- 2020
- 2021
- 2022
- 2023



ФИЗИКА

СТАТИСТИКО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ
О РЕЗУЛЬТАТАХ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ
АТТЕСТАЦИИ ПО ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМ
ПРОГРАММАМ СРЕДНЕГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
В 2023 ГОДУ В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН

Количество участников ЕГЭ

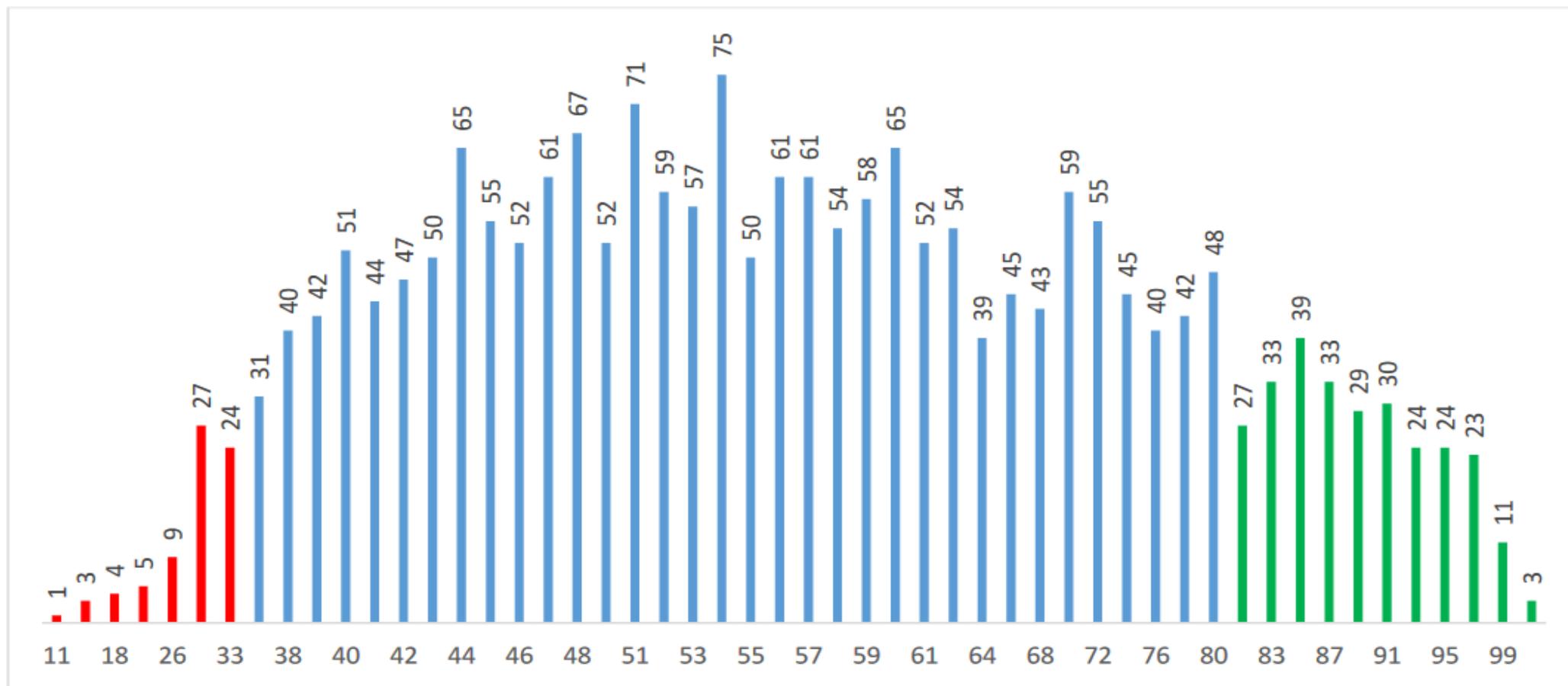


2.2. Динамика результатов ЕГЭ по предмету за последние 3 года

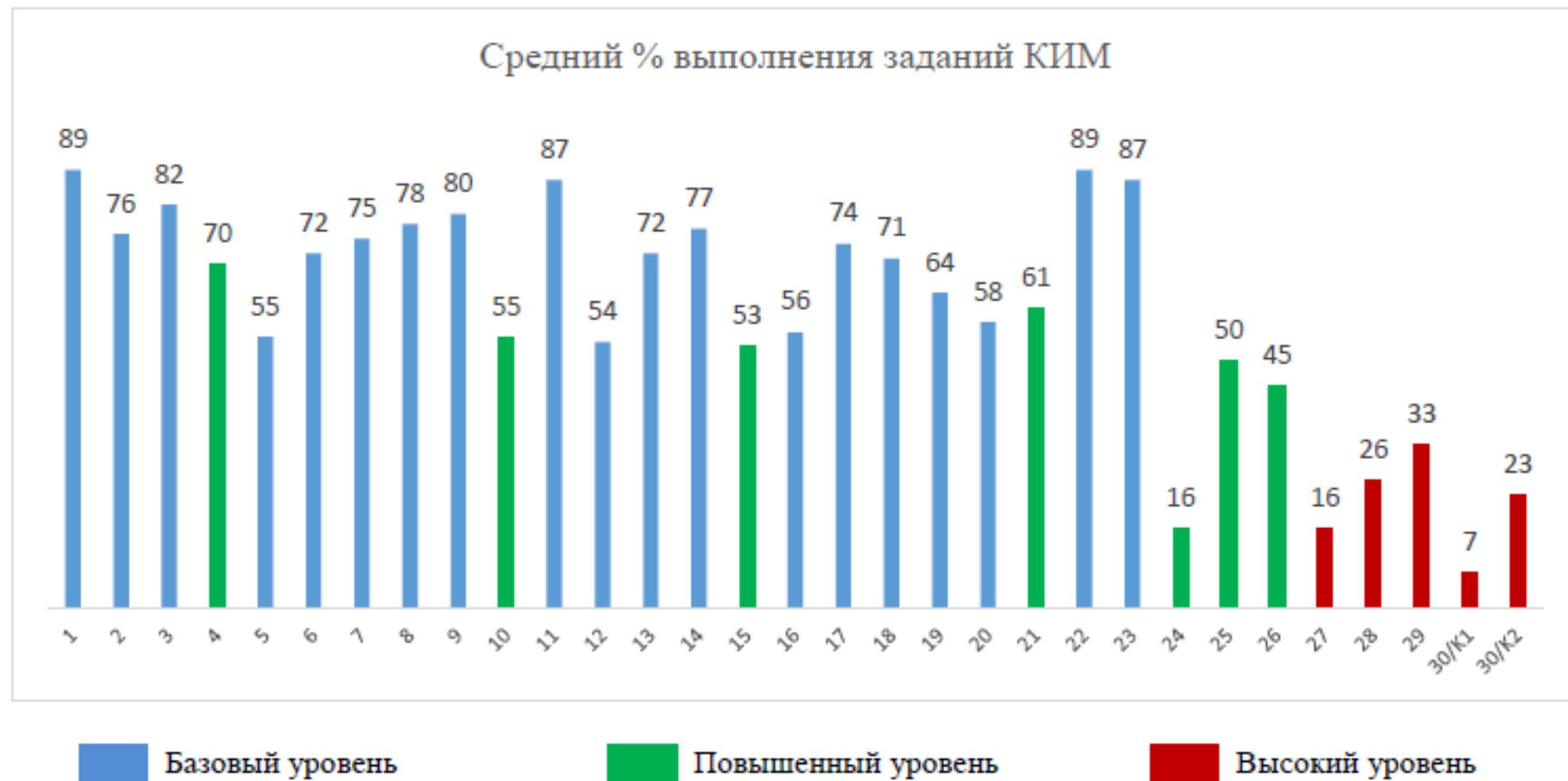
Таблица 0-7

№ п/п	Участники, набравшие балл	Субъект Российской Федерации		
		2021 г.	2022 г.	2023 г.
1	ниже минимального балла ⁶ , %	1,65	1,59	3,41
2	от минимального балла до 60 баллов, %	60,86	63,13	62,69
3	от 61 до 80 баллов, %	28,18	25,81	24,4
4	от 81 до 99 баллов, %	10,90	10,99	12,76
5	100 баллов, чел.	2	2	3
6	Средний тестовый балл	59,39	59,16	58,69

2.1. Диаграмма распределения тестовых баллов участников ЕГЭ по предмету в 2023 г. (количество участников, получивших тот или иной тестовый балл)



3.2.1. Содержательный анализ выполнения заданий КИМ



5

На поверхности подсолнечного масла плавает деревянный шарик, частично погружённый в жидкость. Как изменятся сила Архимеда, действующая на шарик, и глубина погружения шарика, если он будет плавать в воде?
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

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

Сила Архимеда	Глубина погружения шарика в жидкость

Ответ на вопросы задачи очевиден – сила Архимеда не изменится (так как сила Архимеда уравнивает силу тяжести), а глубина погружения в воде уменьшится. Низкий средний процент выполнения этой задачи можно объяснить только слабым пониманием закона Архимеда. Этой теме надо уделить больше внимание при подготовке выпускников следующего года.

10

В двух сосудах одинакового объёма находятся разреженные газы. В первом сосуде находится 2 моль гелия при температуре $127\text{ }^{\circ}\text{C}$, во втором сосуде находится 1 моль аргона при температуре 300 K . Выберите все верные утверждения о параметрах состояния указанных газов.

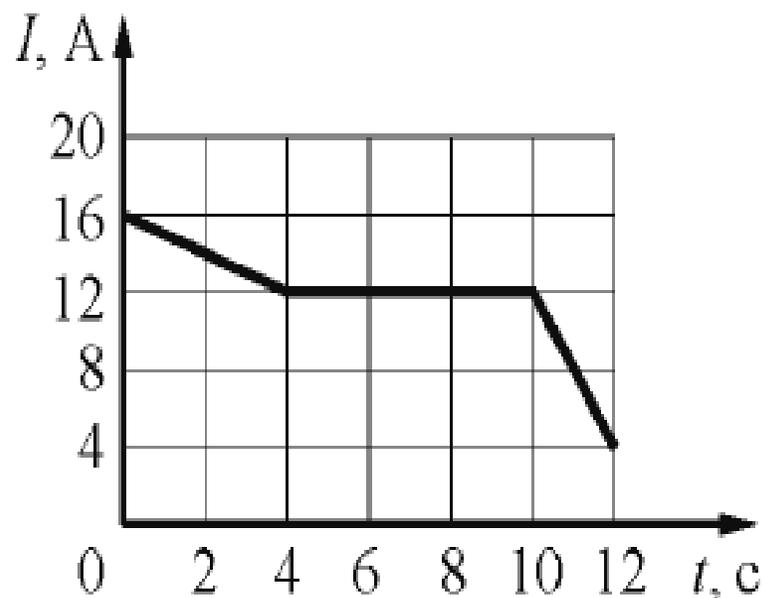
- 1) Абсолютная температура газа во втором сосуде выше, чем в первом.
- 2) Давления газов в сосудах одинаковы.
- 3) Среднеквадратичная скорость молекул газа в первом сосуде больше, чем во втором.
- 4) Концентрация газа в первом сосуде в 2 раза меньше, чем во втором.
- 5) Отношение средней кинетической энергии теплового движения молекул аргона к средней кинетической энергии теплового движения молекул гелия равно $0,75$.

Утверждения «Абсолютная температура газа во втором сосуде выше, чем в первом», «Давления газов в сосудах одинаковы», «Концентрация газа в первом сосуде в 2 раза меньше, чем во втором» являются не верными.

12

На графике показана зависимость силы тока I в проводнике от времени t . Определите заряд, прошедший по проводнику за $\Delta t = 12$ с с момента начала отсчёта времени.

Ответ: _____ Кл.



Зная определение тока, понятно, что для определения заряда, прошедшего по проводнику, надо найти площадь под зависимостью силы тока от времени, посчитав площадь по квадратикам на графике. Сложно представить какие проблемы вызвала данная задача, вероятно, это было связано с математическими ошибками.

15

В идеальном колебательном контуре, состоящем из конденсатора и катушки индуктивности, происходят свободные электромагнитные колебания. В таблице показано, как изменялся заряд одной из обкладок конденсатора в колебательном контуре с течением времени.

$t, 10^{-6} \text{ с}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$q, 10^{-9} \text{ Кл}$	2	1,41	0	-1,41	-2	-1,41	0	1,41	2	1,41

Выберите все верные утверждения о процессе, происходящем в контуре.

- 1) Амплитуда колебаний заряда обкладки равна $4 \cdot 10^{-9}$ Кл.
- 2) Период колебаний равен $16 \cdot 10^{-6}$ с.
- 3) В момент $t = 2 \cdot 10^{-6}$ с модуль силы тока в контуре максимален.
- 4) В момент $t = 4 \cdot 10^{-6}$ с сила тока в контуре равна 0.
- 5) В момент $t = 6 \cdot 10^{-6}$ с энергия конденсатора максимальна.

На основе данных, приведенных в таблице легко определить период колебаний $T = 8 \cdot 10^{-6}$ с и записать уравнение для изменения заряда на обкладке конденсатора от времени - $q = 2 \cos\left(\frac{\pi}{4}t\right)$ (время в микросекундах). Энергия конденсатора максимальна в моменты времени, когда модуль заряда принимает максимальное значение - 0 мкс, 4 мкс, 8 мкс и т.д. Далее становится понятным, что верными утверждениями являются 3 и 4. Ответ задания также следует из качественных рассуждений - ток максимален, когда заряд конденсатора равен 0, ток равен 0 в моменты времени, когда заряд максимален.

Задание направлено на проверку базовых знаний о свободных электромагнитных колебаниях. Средний процент выполнения данного задания свидетельствует о необходимости более подробного рассмотрения данной темы.

16

Пространство между пластинами заряженного плоского воздушного конденсатора, отключённого от источника напряжения, полностью заполняют диэлектриком. Как изменяются при этом заряд конденсатора и его ёмкость?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Заряд конденсатора	Ёмкость конденсатора

24

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

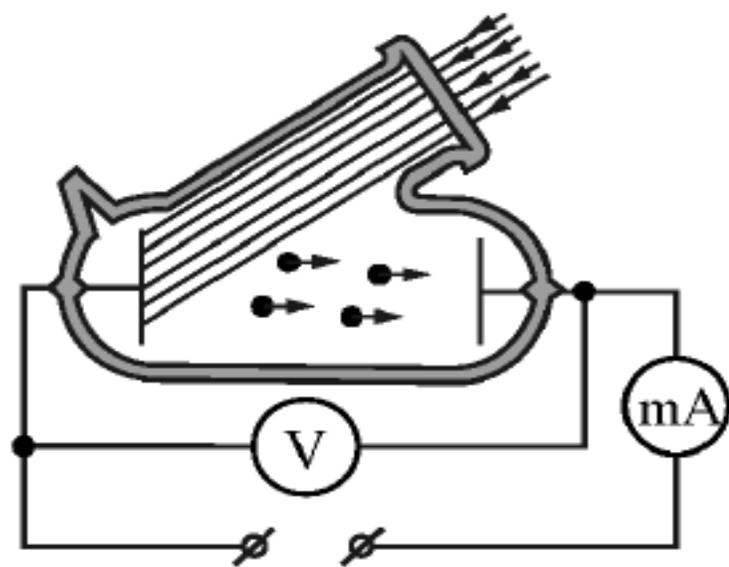


Рис. а

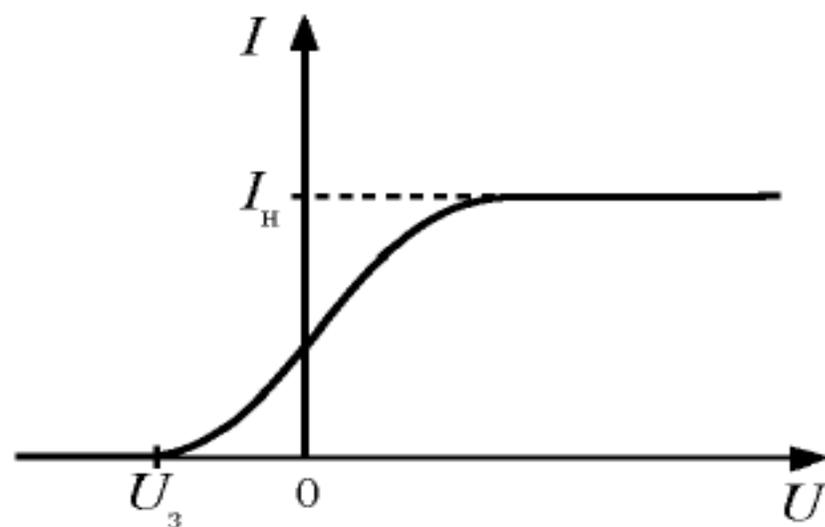


Рис. б

25

Велосипедист из состояния покоя начинает прямолинейное равноускоренное движение по велодорожке в момент, когда мимо него с постоянной скоростью пробегает человек. Скорость велосипедиста в момент, когда он догнал бегуна, равна 4 м/с. Какова скорость бегуна в этот момент?

Это задание является очень простым, хотя и считается заданием повышенной сложности. Возможно, выпускникам в Республике Татарстан повезло, в других регионах были более сложные задания.

В целом с этой задачей выпускники справились хорошо, средний процент выполнения составил 50%. Ошибки, которые были сделаны в этой задаче, были либо арифметические, либо были некорректно записаны координаты велосипедиста и бегуна в общей форме, каких-либо типичных ошибок в решениях не было.

26

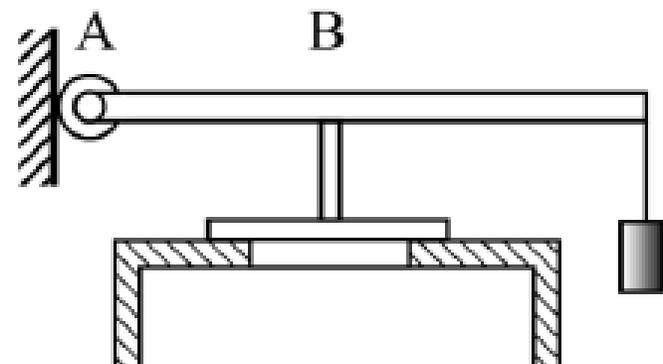
Тонкая линза, оптическая сила которой равна 4 дптр, даёт действительное, увеличенное в 5 раз изображение предмета. На каком расстоянии от линзы находится предмет? Постройте изображение предмета в линзе.

Данная задача является типовой и рассматривается во всех учебных пособиях. При такой формулировке задачи практически все выпускники решали эту задачу правильно. Были недочеты при построении изображения предмета в линзе. В вариантах, где линза по условию была рассеивающей, типичной ошибкой была не правильная запись формулы тонкой линзы, ошибались в знаке перед обратным значением расстояния от изображения до линзы. Таких работ было достаточно много, представляется, что именно за счет задач с рассеивающей линзой уменьшился средний процент выполнения этого задания.

Также необходимо отметить, что при переформулировании задачи для разных вариантов, условие задачи оказалось не понятным для ряда участников экзамена. Согласно правилам русского языка, в условии задачи однозначно давалось расстояние от предмета до линзы, но они считали, что дается расстояние от изображения до линзы, и, соответственно, не верно решали задачу.

27

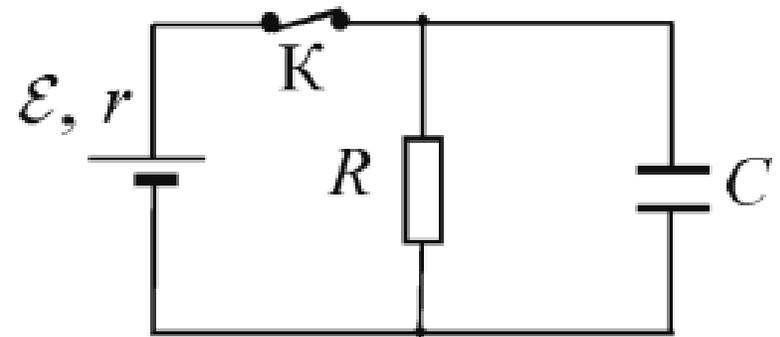
В цилиндр объёмом $0,5 \text{ м}^3$ закачивается воздух со скоростью $0,002 \text{ кг/с}$. В верхнем торце цилиндра есть отверстие, закрытое предохранительным клапаном. Клапан удерживается в закрытом состоянии стержнем длиной $0,5 \text{ м}$, который может свободно поворачиваться вокруг оси в точке А (см. рисунок). К свободному концу стержня подвешен груз массой 2 кг . Определите момент времени, когда клапан откроется, если в начальный момент времени давление воздуха в цилиндре было равно атмосферному. Площадь закрытого клапаном отверстия 5 см^2 , расстояние АВ равно $0,1 \text{ м}$. Температура воздуха в цилиндре и снаружи не меняется и равна 300 К . Стержень и клапан считать невесомыми.



28

В электрической схеме, показанной на рисунке, ключ K длительное время замкнут. ЭДС батарейки $\mathcal{E} = 12$ В, отношение внутреннего сопротивления батарейки к сопротивлению резистора $k = \frac{r}{R} = 0,2$. После размыкания ключа K

в результате разряда конденсатора на резисторе выделяется количество теплоты $Q = 10$ мкДж. Найдите заряд q конденсатора до размыкания ключа.



29

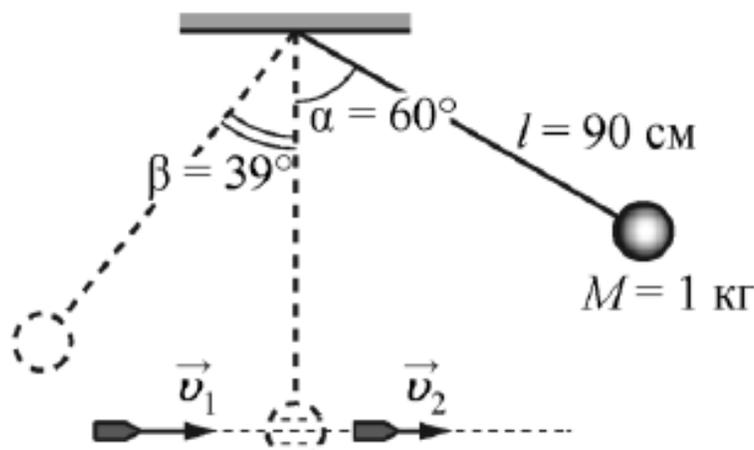
Ион с зарядом $q = 3,2 \cdot 10^{-19}$ Кл и массой $m = 1,5 \cdot 10^{-25}$ кг проходит ускоряющую разность потенциалов $U = 2$ кВ и после этого попадает в однородное магнитное поле с индукцией $B = 0,5$ Тл, в котором движется по окружности радиусом R . Определите R . Считать, что установка находится в вакууме. Силой тяжести и скоростью иона до прохождения ускоряющей разности потенциалов пренебречь.

30

Шар массой 1 кг, подвешенный на нити длиной 90 см, отводят от положения равновесия на угол 60° и отпускают. В момент прохождения шара через положение равновесия в него попадает пуля, летящая навстречу шару, которая пробивает его и продолжает двигаться горизонтально (см. рисунок). Определите модуль изменения импульса пули в результате попадания в шар, если он, продолжая движение в прежнем направлении, отклоняется на угол 39° . (Массу шара считать неизменной; диаметр шара – пренебрежимо малым по сравнению с длиной нити; $\cos 39^\circ = \frac{7}{9}$.)

Сопротивлением воздуха пренебречь.

Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.



Анализ КИМ ЕГЭ 2023 г.

Единственной задачей 1 части ЕГЭ, процент выполнения которой составил всего 36%, является задача 12 повышенного уровня сложности.

В условии задачи сказано, что медную кастрюлю наполнили на $\frac{3}{4}$ водой, закрыли лёгкой крышкой и спустя несколько часов поставили на огонь. Воду в кастрюле довели до кипения и кипятили в течение некоторого времени. Атмосферное давление составляло 760 мм рт. ст.

Требуется выбрать все верные утверждения, описывающие характеристики воды, водяного пара и кастрюли:

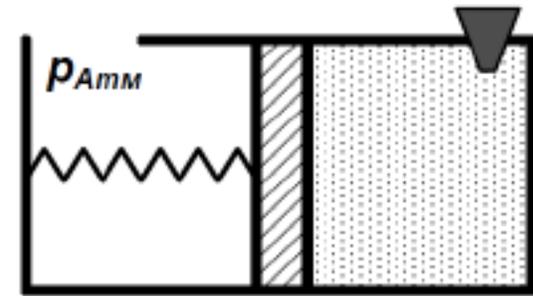
- 1) Относительная влажность воздуха под крышкой в процессе нагревания воды увеличивалась.
- 2) В ходе кипения воды средняя потенциальная энергия взаимодействия молекул воды, переходящих из жидкости в пар, оставалась постоянной.
- 3) Давление водяных паров под крышкой оставалось постоянным в ходе процесса нагревания воды.
- 4) Температура медного дна кастрюли с водой при кипении немного превышала $100\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- 5) Плотность насыщенных водяных паров над поверхностью воды при нагревании до кипения увеличивалась.

Крайне важным является первое предложение задачи, а именно кастрюлю наполнили водой на $\frac{3}{4}$ - это означает, что четверть кастрюли наполнена воздухом, кастрюля медная – это означает, что она обладает высокой теплопроводностью, кастрюлю выдерживали несколько часов до нагревания – в кастрюле образовался насыщенный водяной пар при комнатной температуре, крышка кастрюли является легкой – это означает, что крышка открывается при малом превышении давления над атмосферным. Если это не учитывать и рассматривать процессы в кастрюле, которая плотно закрыта крышкой, то правильными ответами будут 1, 4 и 5. Если корректно учесть условие задачи, то 3 и 4.

Задачи о кипении под крышкой рассматриваются во многих учебных пособиях, а процессы кипения под легкой крышкой, насколько нам известно, в стандартных учебниках ранее не обсуждались. Таким образом, задача оказалась нестандартной, в результате этого ее решение вызвало значительные трудности.

Номер 24

Горизонтальный сосуд разделён подвижным поршнем, который может свободно перемещаться без трения. Правая часть сосуда заполнена воздухом и герметично закрыта пробкой, левая часть сосуда открыта. Поршень соединён пружиной с левой стенкой сосуда. Первоначально поршень находится в равновесии, а пружина растянута. Опираясь на законы механики и молекулярной физики, опишите, как будет двигаться поршень, если из правой части сосуда вынуть пробку. Температуру воздуха считать постоянной.



Возможное решение

1. Левая часть сосуда открыта, в ней находится атмосферный воздух. Первоначально пружина растянута, сила упругости направлена влево. Поршень находится в равновесии, поэтому равнодействующая сил, действующих на него со стороны газов и пружины, равна нулю: $p_{\text{АТМ}}S - pS - F_{\text{упр}} = 0$, где $p_{\text{АТМ}}$ – атмосферное давление, p – давление газа в правой части сосуда, $F_{\text{упр}}$ – сила упругости, S – площадь поперечного сечения сосуда. Таким образом, давление газа в правой части сосуда меньше атмосферного: $p < p_{\text{АТМ}}$.
2. Если вынуть пробку, то атмосферный воздух начнёт заполнять правую часть сосуда, и давление в ней возрастёт до атмосферного: $p = p_{\text{АТМ}}$.
3. Равновесие нарушится, и поршень под действием силы упругости начнёт двигаться влево. Поскольку трение между поршнем и сосудом отсутствует, то в дальнейшем поршень будет совершать свободные колебания, которые впоследствии затухнут из-за трения в воздухе.

Номер 25

Груз, подвешенный на пружине жёсткостью 200 Н/м , отклонили от положения равновесия и отпустили, в результате чего он начал совершать колебания вдоль вертикальной оси Ox . В таблице приведены изменения координаты груза x с течением времени t .

$t, \text{ с}$	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6	1,8
$x, \text{ см}$	20	14,2	0	-14,2	-20	-14,2	0	14,2	20	14,2

Определите кинетическую энергию груза в момент времени $0,6 \text{ с}$.

Возможное решение

Анализируя данные, приведённые в таблице, можно сделать вывод, что тело совершает свободные гармонические колебания. Следовательно, для груза на пружине можно записать закон сохранения механической энергии:

$E_{P_{\max}} = E_P(t) + E_K(t)$, где $E_P(t)$ – потенциальная энергия деформированной пружины и $E_K(t)$ – кинетическая энергия груза в момент времени t , $E_{P_{\max}}$ – максимальная потенциальная энергия деформированной пружины.

Используя формулу для потенциальной энергии деформированной пружины,

$$\text{получим } \frac{kx_{\max}^2}{2} = \frac{k(x(t))^2}{2} + E_K(t).$$

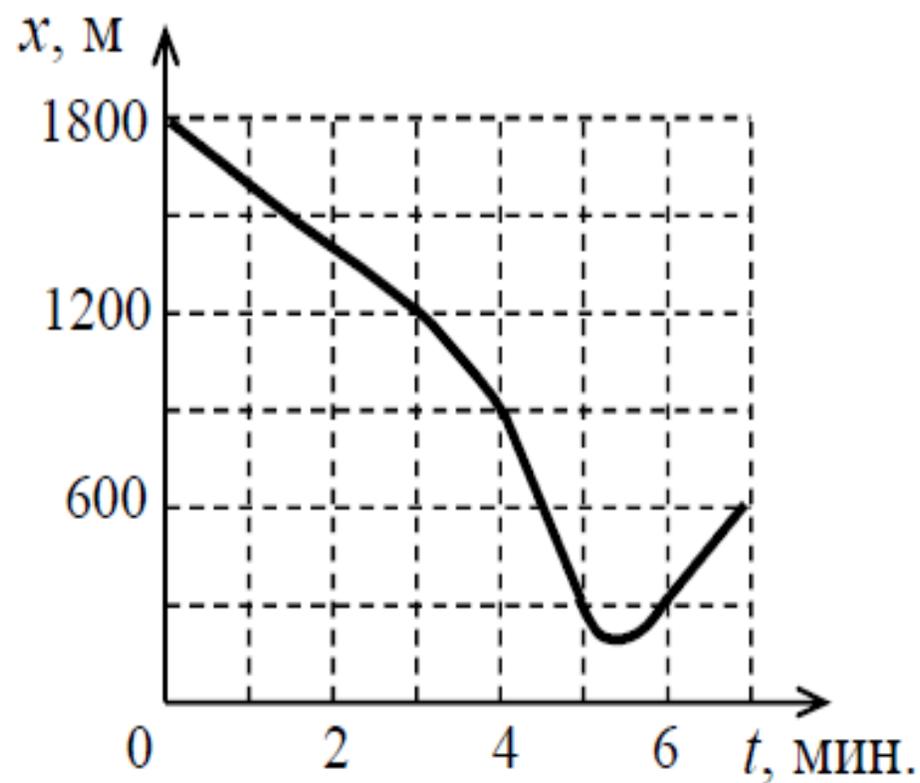
Таким образом, кинетическая энергия тела в момент времени 0,6 с равна

$$E_K(0,6) = \frac{k[x_{\max}^2 - x(0,6)^2]}{2} = \frac{200 \cdot [0,2^2 - 0,142^2]}{2} \approx 2 \text{ Дж.}$$

Ответ: $E_K(0,6) \approx 2$ Дж

Номер 25

Автомобиль массой 1700 кг двигался по дороге. Его положение на дороге изменялось согласно графику зависимости координаты от времени (см. рисунок). Определите максимальную кинетическую энергию, которой автомобиль достиг при своём движении.



Возможное решение

Скорость тела определяется изменением его координаты с течением времени. Анализируя график зависимости координаты автомобиля от времени $x(t)$, видим, что в промежутке от 4 до 5 мин. его координата изменяется линейно и быстрее всего. Следовательно, в этот промежуток времени автомобиль движется равномерно с максимальной скоростью. Определим модуль максимальной скорости автомобиля:

$$v_{\max} = \frac{|x(5) - x(4)|}{\Delta t} = \frac{|300 - 900|}{60} = 10 \text{ м/с.}$$

Таким образом, максимальная кинетическая энергия автомобиля равна

$$E_{\text{кmax}} = \frac{mv_{\max}^2}{2} = \frac{1700 \cdot 10^2}{2} = 85 \cdot 10^3 \text{ Дж} = 85 \text{ кДж.}$$

Ответ: $E_{\text{кmax}} = 85 \text{ кДж}$

Задача 26. Определите длину волны фотона, импульс которого равен электрону, обладающего кинетической энергией $E_K = 9,6 \cdot 10^{-25}$ Дж.

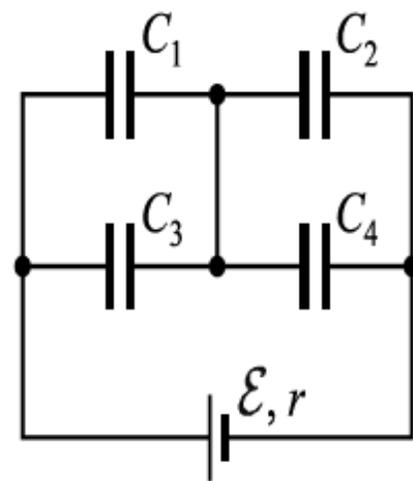
Данная задача является очень простой и требует только знания основных понятий о свойствах фотона: формул для энергии и импульса фотона. Задача четко сформулирована и каких-либо других проблем с этой задачей не было. И, соответственно, процент выполнения этой задачи самый высокий (50%) среди задач с развернутым ответом.

Задача 27. Воздушный шар наполняется горячим воздухом при нормальном атмосферном давлении. Абсолютная температура T горячего воздуха в 2 раза больше температуры T_0 окружающего воздуха. При каком отношении массы оболочки к массе наполняющего её воздуха шар начнёт подниматься? Оболочка шара нерастяжима и имеет в нижней части небольшое отверстие. Массой груза и объёмом материала оболочки шара пренебречь.

Физика задачи оказалась понятной большинству выпускников, которые решали эту задачу. Ошибок было достаточно много, но практически все ошибки носили больше математический характер. Например, брали не правильно температуру воздуха, ошибались в формулах. Каких-либо ошибок, связанных с пониманием задачи 65, не было: правильно записывалось условие, соответствующее подъёму шара, правильно записывалось уравнение Менделеева-Клапейрона для воздуха в шаре.

Задача 28. Батарея из четырёх конденсаторов электроёмкостью $C_1 = 2C$, $C_2 = C$, $C_3 = 4C$ и $C_4 = 2C$ подключена к источнику постоянного тока с ЭДС и внутренним сопротивлением r (см. рисунок). Определите энергию конденсатора C_2 .

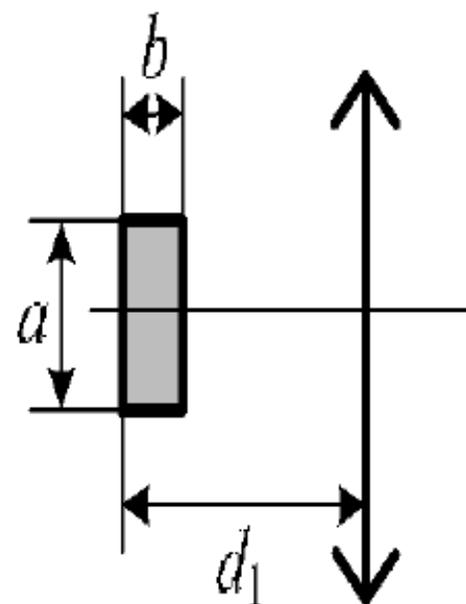
Данная задача является типовой, подобные задачи обсуждаются во многих учебниках. Однако ее решение вызвало много трудностей. Выпускники путали последовательное и параллельное соединение конденсаторов. Много было ошибок, связанных с распределением заряда на конденсаторах. Делали ошибки в формулах для энергии и заряда конденсатора. Все ошибки свидетельствовали о плохом усвоении тем об электрической емкости, энергии электрического поля в конденсаторе.



Задача 29. Прямоугольник со сторонами $a = 20$ см и $b = 10$ см расположен в плоскости главной оптической оси тонкой собирающей линзы с оптической силой $D = 2$ дптр так, что две его стороны параллельны плоскости линзы (см. рисунок). Расстояние от дальней стороны прямоугольника до плоскости линзы $d_1 = 70$ см. Определите площадь изображения прямоугольника в линзе. Сделайте рисунок, на котором постройте изображение прямоугольника в линзе, указав ход всех необходимых для построения лучей.

Основная проблема при решении этой задачи заключалась в построении корректного рисунка. Много было работ когда изображение прямоугольника в линзе также было прямоугольником.

Проблем применения формулы тонкой линзы практически не было.



Задача 30. В маленький шар массой $M = 230$ г, висящий на нити длиной $l = 50$ см, попадает и застревает в нём горизонтально летящая пуля. Минимальная скорость пули v_0 , при которой шар после этого совершит полный оборот в вертикальной плоскости, равна 120 м/с. Чему равна масса пули? Сопротивлением воздуха пренебречь. Обоснуйте применимость законов, используемых при решении задачи.

Рассмотрим решение задачи и обоснование модели отдельно

Корректное обоснование модели было приведено только в очень небольшом количестве работ. Практически не было правильных обоснований о возможности применения для решения задачи закона сохранения импульса и закона сохранения энергии. Во многих обоснованиях приводились правильные слова о пренебрежении размерами тел и рассмотрении их как материальные точки. Однако создавалось впечатление, что выпускники не понимают зачем это нужно. Таким образом, обосновывать физические модели школьники реально не умеют. Однако, это очень важный компонент для понимания физической ситуации как для решения учебных задач, так и для объяснения наблюдаемых явлений. Эти навыки необходимо обязательно развивать! Возможно в

будущем это позволит более осознанно решать физические задачи, а не пытаться запомнить их способ решения.

Сама задача была достаточно известной и ее решение есть в разных учебных пособиях. Казалось, что при решении ошибки будут только в обосновании модели. Однако реально большинство выпускников правильно не поняли условие совершения полного оборота и, соответственно, закон сохранения энергии был записан неправильно. В этом случае получалась ошибка в двух формулах: неправильно записывался 2 закон Ньютона для верхней точки траектории и закон сохранения энергии. По этой причине много было решений с результатом 0 баллов. Баллы за эту задачу получили только те школьники, которые полностью правильно понимали решение задачи, соответственно, в результате получился низкий процент ее выполнения.

Модель КИМ
ЕГЭ по физике в 2024 г.

Изменения в КИМ 2024 г. в сравнении с КИМ 2023 г.

1. В 2024 г. изменена структура КИМ ЕГЭ по физике: число заданий сокращено с 30 до 26. При этом в первой части работы удалены интегрированное задание на распознавание графических зависимостей и два задания на определение соответствия формул и физических величин по механике и электродинамике; во второй части работы удалено одно из заданий высокого уровня сложности (расчётная задача).

Одно из заданий с кратким ответом в виде числа в первой части работы перенесено из раздела «МКТ и термодинамика» в раздел «Механика».

2. Сокращён общий объём проверяемых элементов содержания, а также спектр проверяемых элементов содержания в заданиях базового уровня с кратким ответом, что отражено в кодификаторе элементов содержания и обобщённом плане варианта КИМ ЕГЭ по физике.

3. Максимальный балл уменьшился с 54 до 45.

Уровни сложности заданий:

- 17 (было 19) заданий базового,
- 6 (было 7) заданий повышенного
- 3 (было 4) задания высокого уровня.

Изменения в кодификаторе

- Появилось понятие полного ускорения
 - Убрали движение небесных тел и понятие 1 и 2 космической скорости
-
- Добавили понятие реактивное движение
 - Убрали раздел специальная теория относительности.
 - В квантах убрали волновые свойства частиц. Длину волны Де-Бройля. Корпускулярно волновой дуализм природы, дифракция электронов на кристаллах.
 - Убрали пункт про лазер
 - Убрали пункт энергия связи нуклонов в ядре. Ядерные силы, Убрали пункт дефект массы ядра

Спасибо за внимание!
