

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЕГЭ-2023 ПО ФИЗИКЕ (26.10.2023)

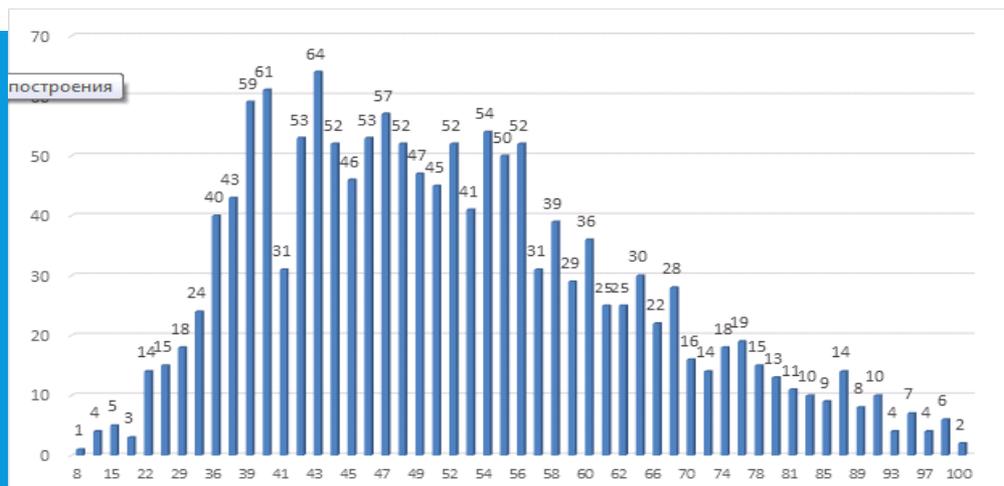
Исаков Василий Владимирович,

Зам.председателя региональной предметной комиссии по физике, старший преподаватель кафедры физики, методов контроля и диагностики Тюменского индустриального университета

КОЛИЧЕСТВО УЧАСТНИКОВ ЕГЭ ПО ФИЗИКЕ

2021		2022		2023	
чел.	% от общего числа участников	чел.	% от общего числа участников	чел.	% от общего числа участников
2012	26,3	1748	16	1481	13,4

ДИАГРАММА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ УЧАСТНИКОВ ЕГЭ ПО ФИЗИКЕ ПО ТЕСТОВЫМ БАЛЛАМ В 2023 Г.



Тюменская область



Россия

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Тюменская область

№ п/п	Участников, набравших балл	Субъект Российской Федерации		
		2021 г.	2022 г.	2023 г.
1.	ниже минимального балла, %	12,1	7,2	5,7
2.	от минимального балла до 60 баллов, %	68,3	70,3	73,4
3.	от 61 до 80 баллов, %	14,2	16,9	15,2
4.	от 81 до 99 баллов, %	5,2	5,7	5,6
5.	100 баллов, чел.	4	1	2
6.	Средний тестовый балл	50,2	52,1	52,1

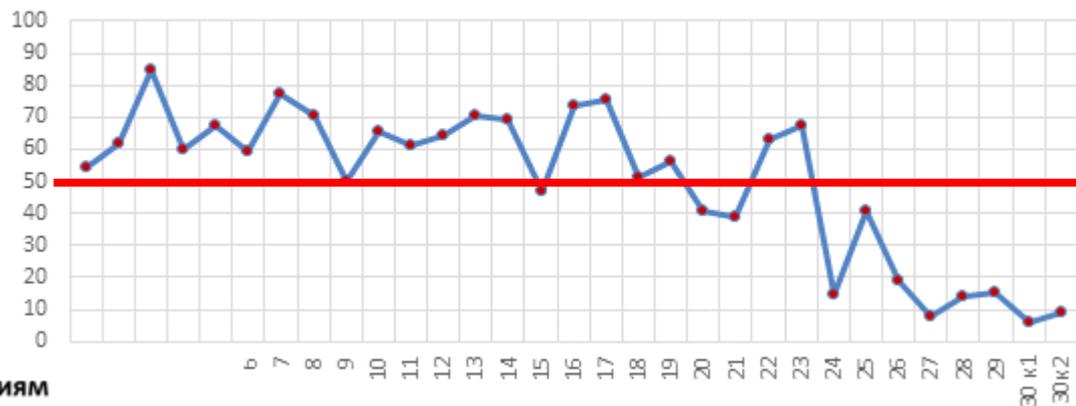
Россия

	2023
Не преодолели минимальный балл	6,18%
От 81 до 99 баллов	9,09%
100 баллов	193 чел (в 2022 – 109 чел)
Средний тестовый балл	54,62

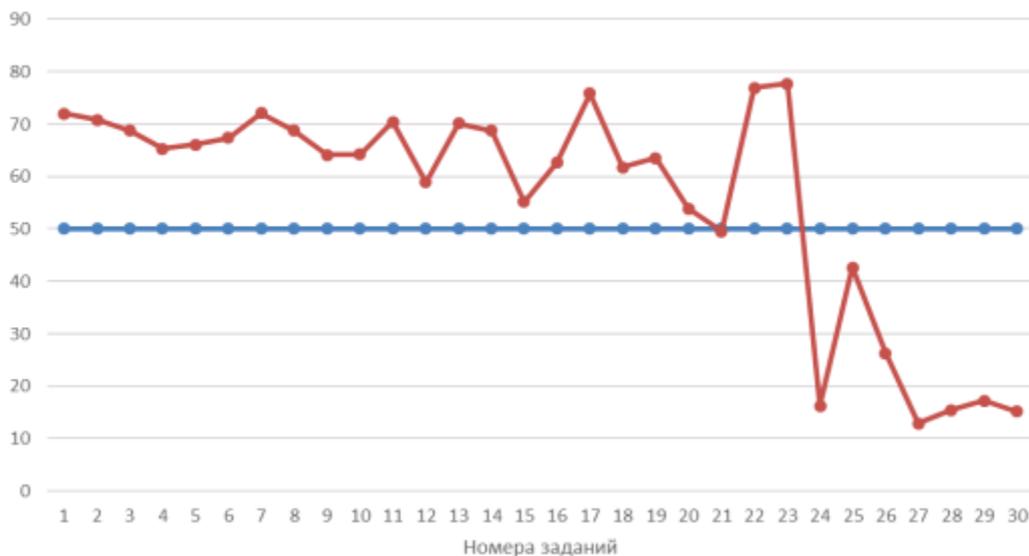
РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ

Тюменская область

Средний % выполнения заданий

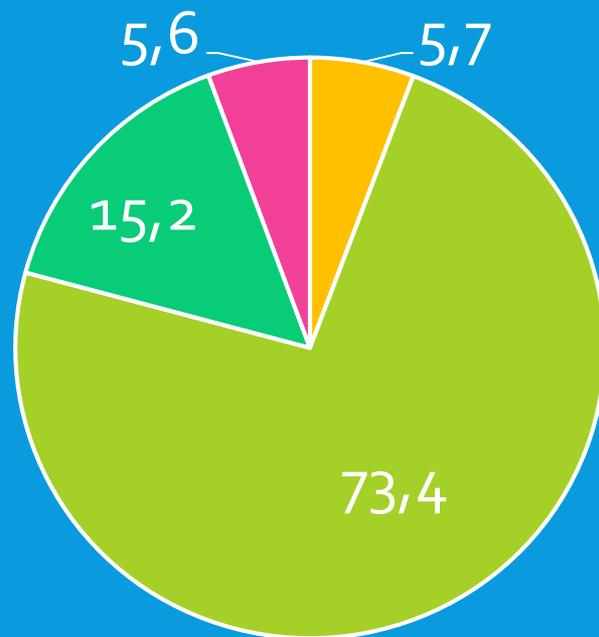


Средний процент выполнения заданий по линиям



Россия

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧАСТНИКОВ ПО ГРУППАМ ПОДГОТОВКИ В 2023 Г.



■ не преодолели минимальный балл

■ минимальный балл-60 баллов

■ 60-80 баллов

■ 80-100 баллов

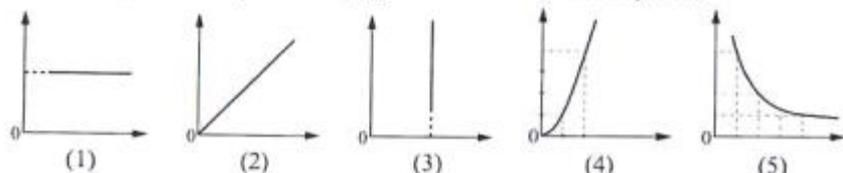
ПРОБЛЕМНЫЕ ЗАДАНИЯ

Средний процент выполнения – 38,8

21 Даны следующие зависимости величин:

- А) зависимость силы трения скольжения тела массой m по горизонтальной поверхности от коэффициента трения;
- Б) зависимость объёма постоянной массы идеального газа от абсолютной температуры в изотермическом процессе;
- В) зависимость энергии магнитного поля катушки индуктивностью L от силы тока в катушке.

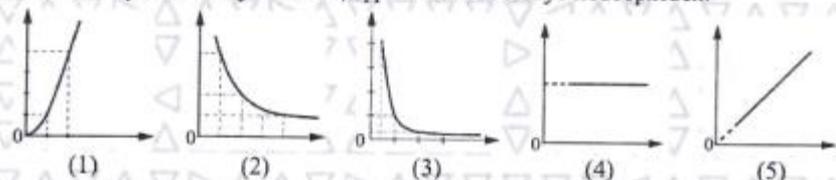
Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.



21 Даны следующие зависимости величин:

- А) зависимость центростремительного ускорения точки, находящейся на расстоянии R от центра вращения, от линейной скорости точки;
- Б) зависимость объёма постоянной массы идеального газа от абсолютной температуры в изобарном процессе;
- В) зависимость модуля напряжённости электростатического поля точечного электрического заряда q от расстояния до этого заряда.

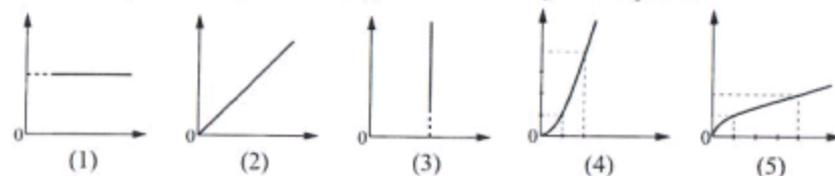
Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.



21 Даны следующие зависимости величин:

- А) зависимость силы трения скольжения тела по шероховатой горизонтальной поверхности от массы тела;
- Б) зависимость давления постоянной массы идеального газа от абсолютной температуры в изотермическом процессе;
- В) зависимость периода свободных электромагнитных колебаний в контуре, содержащем катушку индуктивностью L , от ёмкости конденсатора.

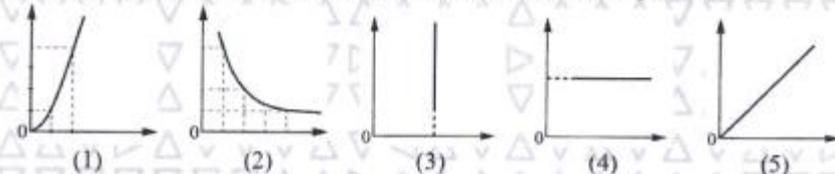
Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.



21 Даны следующие зависимости величин:

- А) зависимость модуля силы упругости, действующей на пружину жёсткостью k , от удлинения пружины;
- Б) зависимость давления постоянной массы идеального газа от абсолютной температуры в изобарном процессе;
- В) зависимость энергии электрического поля конденсатора ёмкостью C от заряда конденсатора.

Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.



ПРОБЛЕМНЫЕ ЗАДАНИЯ

Средний процент выполнения - 40,6

20 Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Звуковые волны в газах и жидкостях являются продольными волнами.
- 2) Изобарным называют процесс, происходящий с газом при неизменном давлении.
- 3) Силой Лоренца называют силу, с которой электрическое поле действует на движущиеся заряженные частицы.
- 4) При преломлении света, падающего из среды с большим показателем преломления в среду с меньшим показателем преломления, угол падения больше угла преломления.
- 5) При α -распаде ядро теряет примерно две единицы атомной массы, в результате появившийся в ходе реакции элемент смещается на две клетки к концу Периодической таблицы Д.И. Менделеева.

20 Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Геометрическая сумма импульсов тел, составляющих замкнутую систему, остаётся постоянной при любых движениях и взаимодействиях тел системы.
- 2) В процессе плавления постоянной массы вещества его внутренняя энергия уменьшается.
- 3) Короткое замыкание в цепи постоянного тока возникает при стремлении внешнего сопротивления цепи к нулю.
- 4) При распространении электромагнитных волн происходит перенос энергии без переноса вещества.
- 5) Масса ядра больше суммарной массы свободных нуклонов, из которых оно образовано.

20 Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) При равноускоренном движении ускорение тела за любые равные промежутки времени изменяется на одну и ту же величину, не равную нулю.
- 2) Теплопередача путём электромагнитного излучения не наблюдается в вакууме.
- 3) При последовательном соединении резисторов в цепи сила тока в них одинакова.
- 4) Показатель преломления среды не зависит от частоты световой волны, но зависит от угла падения светового луча на поверхность.
- 5) В результате электронного β -распада появившийся в ходе реакции элемент находится на одну клетку ближе к концу Периодической таблицы Д.И. Менделеева, чем исходный элемент.

20 Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

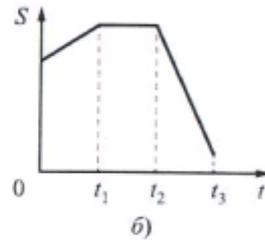
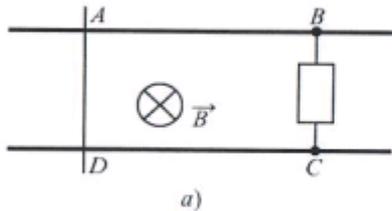
- 1) Тела действуют друг на друга силами разной природы, равными по модулю и противоположными по направлению.
- 2) В процессе изотермического сжатия постоянной массы газа его давление растёт.
- 3) При последовательном соединении резисторов в цепи постоянного тока сила тока в резисторах различна.
- 4) Если разность хода двух когерентных волн от синфазных источников в некоторой точке равна целому числу длин волн, то в этой точке наблюдается максимум интерференции.
- 5) При α -распаде ядра выполняются законы сохранения электрического заряда и импульса.

ПРОБЛЕМНЫЕ ЗАДАНИЯ

Средний процент выполнения - 47,0

15

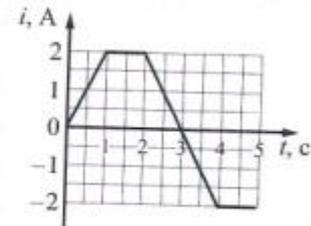
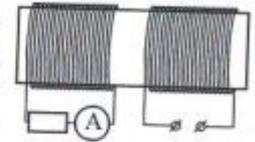
По гладким параллельным горизонтальным проводящим рельсам, замкнутым на резистор, перемещают лёгкий тонкий проводник AD , при этом контур $ABCD$ находится в вертикальном однородном магнитном поле (см. рисунок a). При движении проводника площадь контура изменяется так, как указано на графике b . Выберите все верные утверждения, соответствующие приведённым данным и описанию опыта.



- 1) Сила, прикладываемая к проводнику для его перемещения, в интервале времени от t_1 до t_2 максимальна.
- 2) Индукционный ток течёт в контуре всё время в одном направлении.
- 3) Поскольку рельсы гладкие, для перемещения проводника необходимо прикладывать всё время одну и ту же силу.
- 4) Ток течёт через резистор в течение интервалов времени от 0 до t_1 и от t_2 до t_3 .
- 5) Модуль ЭДС индукции в контуре максимален в интервале времени от t_2 до t_3 .

15

На железный сердечник надеты две катушки, как показано на рисунке. По правой катушке пропускают ток, который меняется с течением времени согласно приведённому графику. На основании этого графика выберите все верные утверждения о процессах, происходящих в катушках и сердечнике.

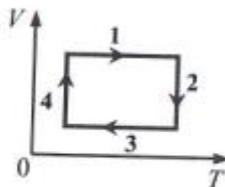


- 1) В промежутке времени между 1 и 2 с индукция магнитного поля в сердечнике равна 0.
- 2) В промежутках времени 0–1 с и 2–3 с направления тока в левой катушке одинаковы.
- 3) В промежутке времени между 1 и 2 с показания амперметра равны 0.
- 4) В промежутках времени 0–1 с и 2–3 с сила тока в левой катушке одинакова по абсолютной величине.
- 5) В течение всего времени измерений сила тока через амперметр отлична от 0.

ПРОБЛЕМНЫЕ ЗАДАНИЯ

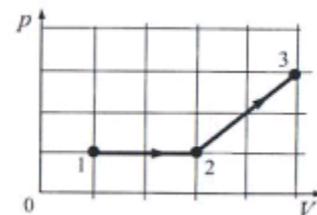
Средний процент выполнения – 49,8

9 На рисунке показан циклический процесс изменения состояния постоянной массы одноатомного идеального газа (V – объём газа, T – его абсолютная температура). На каком из участков процесса (1, 2, 3 или 4) работа внешних сил над газом положительна и равна модулю отданного газом количества теплоты?



Ответ: на участке _____.

9 На pV -диаграмме (см. рисунок) показано, как изменялось давление газа при его переходе из состояния 1 в состояние 3. Каково отношение работ газа $\frac{A_{12}}{A_{23}}$ в процессах 1–2 и 2–3?



Ответ: _____.

9 Рабочее тело идеальной тепловой машины за цикл работы получает от нагревателя количество теплоты, равное 50 Дж, а отдаёт холодильнику количество теплоты, равное 30 Дж. Каков КПД тепловой машины?

Ответ: _____ %.

ПРОБЛЕМНЫЕ ЗАДАНИЯ

Средний процент выполнения - 51

18 Закон радиоактивного распада ядер некоторого изотопа имеет вид:
 $N = N_0 \cdot 2^{-\lambda t}$, где $\lambda = 0,02 \text{ с}^{-1}$. Определите период полураспада этих ядер.

Ответ: _____ с.

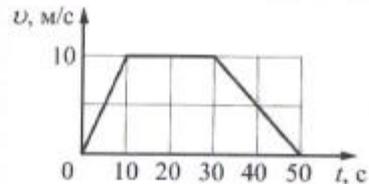
18 При β^- -распаде ядра изотопа ${}_{99}^{256}\text{Es}$ образуются электрон и ядро изотопа ${}^A_Z\text{X}$.
Определите массовое число ядра ${}^A_Z\text{X}$.

Ответ: 1,58 ???

ПРОБЛЕМНЫЕ ЗАДАНИЯ

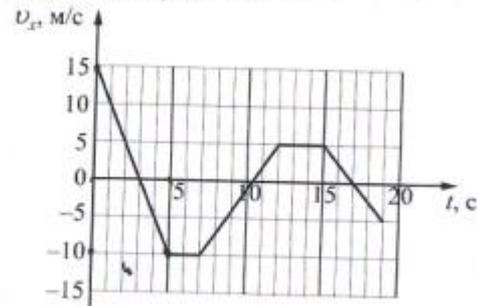
Средний процент выполнения – 54,6

- 1** На рисунке представлен график зависимости модуля v скорости прямолинейно движущегося автомобиля от времени t . Найдите путь, пройденный автомобилем за время от 0 до 30 с.



Ответ: _____ м.

- 1** Тело движется вдоль оси Ox . На рисунке приведен график зависимости проекции v_x скорости тела от времени t .



Определите путь, пройденный телом в интервале времени от 0 до 5 с.

Ответ: _____ м.

ПРОБЛЕМНЫЕ ЗАДАНИЯ

Средний процент выполнения – 56,5

19

При исследовании зависимости кинетической энергии фотоэлектронов от длины волны падающего света фотоэлемент освещался через различные светофильтры. В первой серии опытов использовался светофильтр, пропускающий только фиолетовый свет, а во второй – пропускающий только зелёный свет. В каждом опыте наблюдали явление фотоэффекта и измеряли запирающее напряжение.

Как изменились частота света, падающего на фотоэлемент, и максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов при переходе от первой серии опытов ко второй? Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

Частота света, падающего на фотоэлемент	Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов

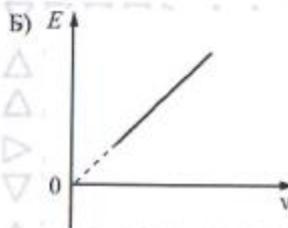
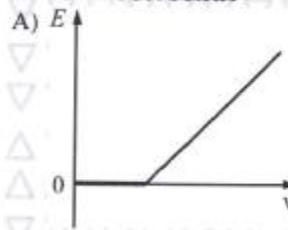
19

На металлическую пластинку падает пучок монохроматического света. При этом наблюдается явление фотоэффекта. В эксперименте частоту падающего света изменяют.

На графиках А и Б приведены зависимости энергии от частоты падающего света ν .

Установите соответствие между графиком и видом зависимости, которую он отражает. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



ВИДЫ ЗАВИСИМОСТИ

- 1) зависимость энергии падающих фотонов от частоты света
- 2) зависимость средней кинетической энергии теплового движения ионов металла от частоты падающего света
- 3) зависимость потенциальной энергии взаимодействия фотоэлектронов с ионами металла от частоты падающего света
- 4) зависимость максимальной кинетической энергии фотоэлектронов от частоты падающего света

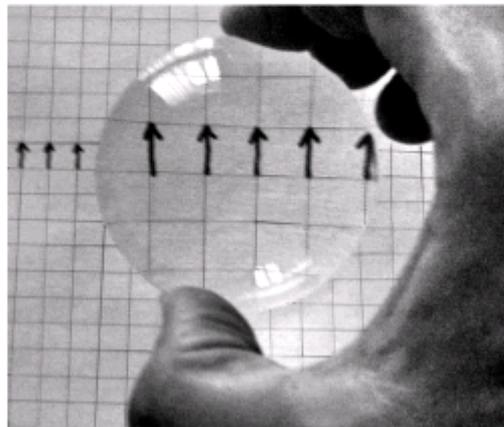
ВЫПОЛНЕНИЕ ЗАДАНИЙ С РАЗВЕРНУТЫМ ОТВЕТОМ



ВЫПОЛНЕНИЕ ЗАДАНИЙ С РАЗВЕРНУТЫМ ОТВЕТОМ

Задание 24. (Повышенный уровень) – Электродинамика – средний процент выполнения- 14,5%.

Линзу удерживают на расстоянии 3 см от тетрадного листа с клетками, на котором нарисованы направленные в одну сторону одинаковые стрелки. (На фотографии показано изображение стрелок, которое видит и глаз человека.) Укажите тип линзы (собирающая или рассеивающая) и вычислите, используя фотографию, фокусное расстояние этой линзы. Ответ объясните, опираясь на явления и законы оптики. Линзу при этом считать тонкой.



Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: <i>n. 6</i>) и исчерпывающие верные рассуждения (в данном случае: <i>n. 1–5</i>) с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: <i>вид изображения, формулы тонкой линзы и увеличения линзы</i>)	3

ВЫПОЛНЕНИЕ ЗАДАНИЙ С РАЗВЕРНУТЫМ ОТВЕТОМ

1. Согласно фотографии глаз видит прямое увеличенное изображение стрелок. Рассеивающая линза даёт всегда, если предмет действительный, мнимое уменьшенное изображение, а собирающая линза, в зависимости от расстояния до действительного предмета, может давать как действительное перевёрнутое изображение, так и мнимое прямое увеличенное изображение.
2. Линза является собирающей, так как только такая линза способна давать прямое увеличенное мнимое изображение.
3. По фотографии видно, что увеличение линзы равно 2.

По формуле для увеличения линзы

$$\Gamma = \frac{|f|}{|d|} = 2,$$

где d – расстояние от линзы до предмета (стрелочки), а f – расстояние от линзы до изображения.

4. Так как изображение мнимое, то $f = -6$ см.

5. По формуле тонкой линзы вычислим фокусное расстояние F линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d}.$$

Отсюда получим, что $F = 2d = 2 \cdot 3 = 6$ см.

6. Ответ: линза является собирающей. Фокусное расстояние линзы равно 6 см

ВЫПОЛНЕНИЕ ЗАДАНИЙ С РАЗВЕРНУТЫМ ОТВЕТОМ

Задание 25. (Повышенный уровень) – Механика – средний процент выполнения 41,0%.

Груз массой 200 г подвешен на пружине жёсткостью 100 Н/м к потолку лифта. Лифт равноускоренно движется вниз, набирая скорость. Каково ускорение лифта, если удлинение пружины постоянно и равно 1,5 см?

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>второй закон Ньютона, закон Гука</i>); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов</i>); III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты (подстановка числовых данных в конечную формулу), приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	2

ВЫПОЛНЕНИЕ ЗАДАНИЙ С РАЗВЕРНУТЫМ ОТВЕТОМ

Возможное решение

1. Выберем инерциальную систему отсчёта «шахта лифта», направив вертикальную ось Oy вниз по ускорению и расставив силы, действующие на груз, как показано на рисунке.

2. Запишем II закон Ньютона для груза в выбранной ИСО в проекциях на ось Oy :

$$Oy: mg - F_{\text{упр}} = ma, \text{ откуда} \quad (1)$$

$$a = g - \frac{F_{\text{упр}}}{m}. \quad (2)$$

3. По закону Гука запишем для модуля силы упругости:

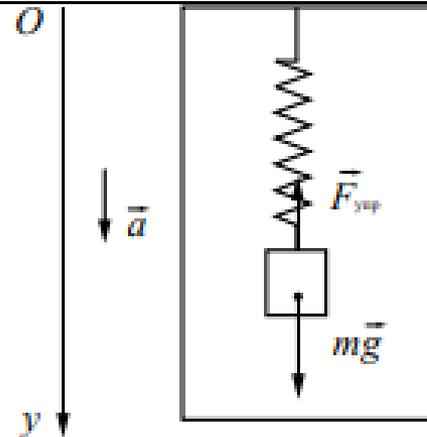
$$F_{\text{упр}} = k\Delta y, \quad (3)$$

где k – жёсткость, а Δy – заданное удлинение пружины.

4. Подставив (3) в (2), находим проекцию искомого ускорения:

$$a = g - \frac{k\Delta y}{m} = 10 - \frac{100 \cdot 0,015}{0,2} = 2,5 \text{ м/с}^2.$$

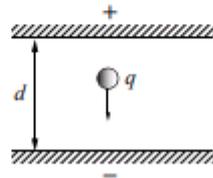
Ответ: $a = 2,5 \text{ м/с}^2$



ВЫПОЛНЕНИЕ ЗАДАНИЙ С РАЗВЕРНУТЫМ ОТВЕТОМ

Задание 26. (Повышенный уровень) – Электродинамика – средний процент выполнения 19%.

Пластины большого по размерам плоского конденсатора расположены горизонтально на расстоянии $d = 2$ см друг от друга. Напряжение на пластинах конденсатора 10 кВ. В пространстве между пластинами падает капля жидкости. Заряд капли $q = -8 \cdot 10^{-11}$ Кл. При каком значении массы капли её скорость будет постоянной? Влиянием воздуха на движение капли пренебречь.



Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>второй закон Ньютона, формула для силы, действующей на заряженное тело в электростатическом поле, взаимосвязь напряжённости и напряжения однородного электростатического поля</i>); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты (подстановка числовых данных в конечную формулу), приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	2

ВЫПОЛНЕНИЕ ЗАДАНИЙ С РАЗВЕРНУТЫМ ОТВЕТОМ

Возможное решение

На каплю действуют сила тяжести, направленная вниз, и сила со стороны электростатического поля, направленная вверх, так как капля заряжена отрицательно. Для того чтобы капля двигалась с постоянной скоростью, эти силы должны быть равны по модулю: $mg = |q|E$.

Напряжённость однородного электростатического поля конденсатора связана с напряжением между пластинами соотношением $E = \frac{U}{d}$.

Следовательно, масса капли $m = \frac{|q|U}{dg} = \frac{8 \cdot 10^{-11} \cdot 10^4}{2 \cdot 10^{-2} \cdot 10} = 4 \cdot 10^{-6} \text{ кг} = 4 \text{ мкг}$.

Ответ: $m = 4 \text{ мкг}$

ВЫПОЛНЕНИЕ ЗАДАНИЙ С РАЗВЕРНУТЫМ ОТВЕТОМ

Задание 27. (Высокий уровень) – МКТ и термодинамика (расчетная задача), средний процент выполнения 7,9%.

В закрытом сосуде объёмом $V = 10$ л находится влажный воздух массой $m = 18$ г при температуре $t = 80$ °C и давлении $p = 2 \cdot 10^5$ Па. Определите массу паров воды в сосуде.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>закон Дальтона; уравнение Клапейрона – Менделеева в применении для сухого воздуха и паров воды</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты (подстановка числовых данных в конечную формулу), приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	3

ВЫПОЛНЕНИЕ ЗАДАНИЙ С РАЗВЕРНУТЫМ ОТВЕТОМ

Возможное решение

Влажный воздух представляет собой смесь паров воды и сухого воздуха, следовательно, $m = m_a + m_n$, где m , m_a , m_n – масса влажного воздуха, сухого воздуха и водяного пара соответственно, а также, согласно закону Дальтона, $p = p_a + p_n$, где p , p_a , p_n – давление влажного воздуха, парциальное давление сухого воздуха и парциальное давление водяного пара соответственно. Выразим из уравнения состояния идеального газа

$$pV = \frac{m}{\mu}RT \quad \text{парциальные давления пара } p_n = \frac{m_n RT}{\mu_2 V} \quad \text{и сухого воздуха}$$

$$p_a = \frac{(m - m_n)RT}{\mu_1 V}, \quad \text{где } \mu_1 \text{ – молярная масса сухого воздуха, } \mu_2 \text{ – молярная}$$

масса водяного пара.

$$\text{Получаем } p = \left\{ \frac{m}{\mu_1} + \frac{m_n}{\mu_1} \left(\frac{\mu_1}{\mu_2} - 1 \right) \right\} \cdot \frac{RT}{V}, \text{ откуда}$$

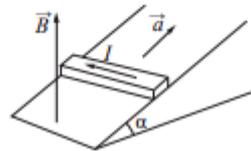
$$m_n = \frac{\frac{pV\mu_1}{RT} - m}{\frac{\mu_1}{\mu_2} - 1} = \frac{2 \cdot 10^5 \cdot 10^{-2} \cdot 0,029}{8,31 \cdot 353} - 0,018}{\frac{0,029}{0,018} - 1} = 2,9 \cdot 10^{-3} \text{ кг} = 2,9 \text{ г.}$$

Ответ: $m_n = 2,9 \text{ г}$

ВЫПОЛНЕНИЕ ЗАДАНИЙ С РАЗВЕРНУТЫМ ОТВЕТОМ

Задание 28. (Высокий уровень) – Электродинамика (расчетная задача), средний процент выполнения 13,9%.

Горизонтальный проводящий стержень прямоугольного сечения поступательно движется с ускорением вверх по гладкой диэлектрической наклонной плоскости в вертикальном однородном магнитном поле (см. рисунок). По стержню протекает ток $I = 4\text{ А}$. Угол наклона плоскости $\alpha = 30^\circ$. Отношение массы стержня к его длине $m/L = 0,1\text{ кг/м}$. Модуль индукции магнитного поля $B = 0,2\text{ Тл}$. Каково ускорение стержня? Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на стержень.



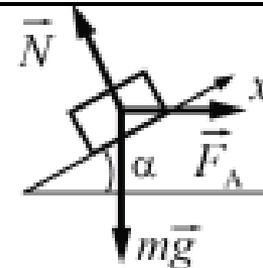
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>выражение для силы Ампера, второй закон Ньютона, правило левой руки</i>); II) сделан правильный рисунок с указанием сил, действующих на стержень; III) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых	3

ВЫПОЛНЕНИЕ ЗАДАНИЙ С РАЗВЕРНУТЫМ ОТВЕТОМ

Возможное решение

1. На рисунке показаны силы, действующие на стержень с током:

- сила тяжести $m\vec{g}$, направленная вертикально вниз;
- сила реакции опоры \vec{N} , направленная перпендикулярно к наклонной плоскости;
- сила Ампера \vec{F}_A , направленная горизонтально вправо, что вытекает из правила левой руки.



2. Модуль силы Ампера $F_A = IBL$, (1)

где L – длина стержня.

3. Систему отсчёта, связанную с наклонной плоскостью, считаем инерциальной.

Для решения задачи достаточно записать второй закон Ньютона в проекциях на ось x (см. рисунок): $ma_x = -mg \sin \alpha + IBL \cos \alpha$, (2)

где m – масса стержня.

Отсюда:

$$a_x = IB \left(\frac{L}{m} \right) \cos \alpha - g \sin \alpha = \frac{4 \cdot 0,2}{0,1} \cdot \cos 30^\circ - 10 \cdot \sin 30^\circ = 1,9 \text{ м/с}^2. \quad (3)$$

Ответ: $a_x = 1,9 \text{ м/с}^2$

ВЫПОЛНЕНИЕ ЗАДАНИЙ С РАЗВЕРНУТЫМ ОТВЕТОМ

Задание 29. (Высокий уровень) – Квантовая физика (расчетная задача), средний процент выполнения 15,5%.

Металлическая пластина облучается монохроматическим электромагнитным излучением. Работа выхода электронов из данного металла равна 4,7 эВ. Вылетающие из пластины фотоэлектроны попадают в однородное электрическое поле напряжённостью 100 В/м. Вектор напряжённости E поля направлен к пластине перпендикулярно её поверхности. Измерения показали, что на расстоянии 20 см от пластины максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов равна 21,9 эВ. Определите частоту падающего на пластину электромагнитного излучения.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>формула для энергии фотона, уравнение Эйнштейна, связь изменения кинетической энергии электрона и ускоряющей разности потенциалов, связь разности потенциалов с напряжённостью однородного поля</i>); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);	3

ВЫПОЛНЕНИЕ ЗАДАНИЙ С РАЗВЕРНУТЫМ ОТВЕТОМ

Возможное решение

1. Согласно уравнению Эйнштейна для фотоэффекта энергия поглощаемого фотона равна сумме работы выхода фотоэлектрона из металла и максимальной кинетической энергии фотоэлектрона:

$$h\nu = A + \frac{mv^2}{2}. \quad (1)$$

2. В электрическом поле на электрон действует сила, направление которой противоположно направлению вектора напряжённости поля. Поэтому в нашем случае фотоэлектроны будут ускоряться полем. В точке измерения их максимальная кинетическая энергия

$$\varepsilon = \frac{mv^2}{2} + eU, \quad (2)$$

где U – разность потенциалов между поверхностью пластины и эквипотенциальной поверхностью на расстоянии $L = 20$ см от неё.

3. Поскольку поле однородное и вектор \vec{E} перпендикулярен пластине, то

$$U = EL. \quad (3)$$

Решая систему уравнений (1), (2) и (3), находим:

$$h\nu = A + \varepsilon - eEL = 4,7 + 21,9 - 1 \cdot 100 \cdot 0,2 = 6,6 \text{ эВ} = 6,6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}.$$

$$\text{Отсюда: } \nu = \frac{6,6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}}{6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}} = 1,6 \cdot 10^{15} \text{ Гц}.$$

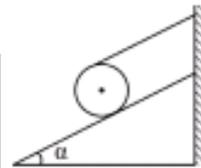
Ответ: $\nu = 1,6 \cdot 10^{15} \text{ Гц}$

ВЫПОЛНЕНИЕ ЗАДАНИЙ С РАЗВЕРНУТЫМ ОТВЕТОМ

Задание 30. (Высокий уровень) – Механика (расчетная задача), средний процент выполнения по критерию 1 - 6%, по критерию 2 – 9%.

Цилиндр массой $m = 1$ кг и радиусом $R = 20$ см, на который намотана нерастяжимая невесомая нить, положили на наклонную плоскость, а конец нити прикрепили к вертикальной стенке. Нить не скользит по цилиндру, параллельна наклонной плоскости и перпендикулярна оси цилиндра (см. рисунок). Коэффициент трения между цилиндром и плоскостью $\mu = 0,5$. При каком максимальном угле наклона плоскости к горизонту α цилиндр будет находиться в равновесии? Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на цилиндр.

Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.



Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Критерий 1	
Верно обоснована возможность использования законов (закономерностей). В данном случае: <i>выбор ИСО, модель твёрдого тела, условия равновесия твёрдого тела</i>	1
В обосновании отсутствует один или несколько из элементов. ИЛИ В обосновании допущена ошибка. ИЛИ Обоснование отсутствует	0
Критерий 2	
I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>второй закон Ньютона, уравнение моментов сил, формула для максимального значения силы трения покоя</i>); II) сделан рисунок с указанием сил, действующих на тело; III) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант,	3

ВЫПОЛНЕНИЕ ЗАДАНИЙ С РАЗВЕРНУТЫМ ОТВЕТОМ

Возможное решение

Обоснование

1. Рассмотрим задачу в системе отсчёта, связанной с Землёй. Будем считать эту систему отсчёта инерциальной (ИСО).
2. Описываем цилиндр моделью твёрдого тела (форма и размеры тела неизменны, расстояние между любыми двумя точками тела остаётся неизменным).
3. Поскольку тело не движется поступательно, то векторная сумма сил, действующих на тело, равна нулю.
4. Поскольку тело не вращается, то алгебраическая сумма моментов сил относительно оси, проходящей перпендикулярно рисунку через центр, равна нулю.

Решение

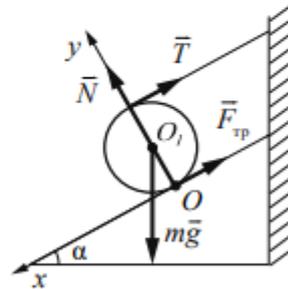
1. На цилиндр действуют четыре силы: сила тяжести $m\vec{g}$, нормальная составляющая силы реакции опоры \vec{N} , сила натяжения нити \vec{T} и сила трения $\vec{F}_{\text{тр}}$. Запишем условия равновесия цилиндра. Второй закон Ньютона в проекциях на оси инерциальной системы отсчёта Oxy имеет вид:

$$Ox: 0 = mg \sin \alpha - T - F_{\text{тр}}; \quad (1)$$

$$Oy: 0 = N - mg \cos \alpha. \quad (2)$$

2. Запишем уравнение моментов сил относительно оси, проходящей через точку O_1 перпендикулярно плоскости рисунка. O_1 – центр цилиндра (плечи сил реакции опоры и тяжести равны нулю, а сил трения и натяжения нити – радиусу цилиндра R):

$$T \cdot R - F_{\text{тр}} \cdot R = 0, \text{ откуда } T = F_{\text{тр}}. \quad (3)$$



3. Поскольку в задаче спрашивают величину максимального угла наклона плоскости, рассмотрим максимальное значение модуля силы трения покоя, которая равна силе сухого трения скольжения. Для модуля силы сухого трения скольжения запишем:

$$F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg \cos \alpha. \quad (4)$$

4. Из формул (1)–(4) получаем: $mg \sin \alpha = 2F_{\text{тр}} = 2\mu mg \cos \alpha$.

Окончательно получим: $\text{tg} \alpha = 2\mu = 2 \cdot 0,5 = 1$, следовательно, $\alpha_{\text{max}} = 45^\circ$.

Ответ: $\alpha_{\text{max}} = 45^\circ$

СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ КИМ ЕГЭ ПО ФИЗИКЕ В 2024 ГОДУ.

СТРУКТУРА КИМ ЕГЭ В 2024 Г.

Часть работы	Количество заданий	Максимальный первичный балл
Часть 1	20	28
Часть 2	6	17
Итого	26	45

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». 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. Максимальный балл уменьшился с 54 до 45.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

Исаков Василий Владимирович,

e-mail: vasvas25@mail.ru