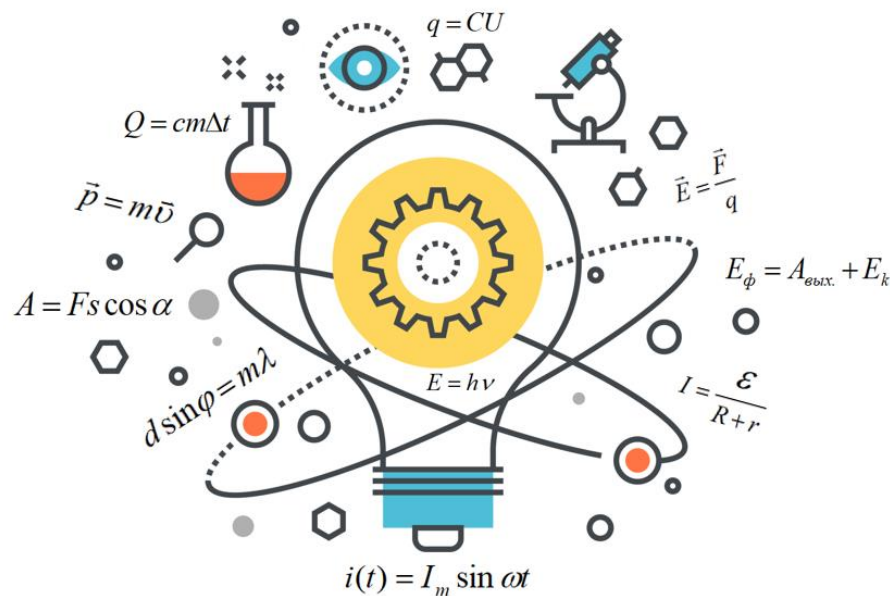


Институт цифровых технологий, электроники и физики

<http://phys.asu.ru/>

ЕГЭ по физике 2023



1. Характеристика КИМ ЕГЭ 2023

Шимко Елена Анатольевна

доцент кафедры общей и экспериментальной физики АлтГУ

«УТВЕРЖДАЮ»
Директор
ФГБНУ «Федеральный институт педагогических измерений»
О.А. Решетникова
«10» ноября 2022 г.

«СОГЛАСОВАНО»
Председатель
Научно-методического совета
ФГБНУ «ФИПИ» по физике
М.Н. Стриханов
«10» ноября 2022 г.

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ
Спецификация
контрольных измерительных материалов
для проведения в 2023 году
единого государственного экзамена
по ФИЗИКЕ

«УТВЕРЖДАЮ»
Директор
ФГБНУ «Федеральный институт педагогических измерений»
О.А. Решетникова
«10» ноября 2022 г.

«СОГЛАСОВАНО»
Председатель
Научно-методического совета
ФГБНУ «ФИПИ» по физике
М.Н. Стриханов
«10» ноября 2022 г.

Кодификатор
проверяемых требований к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования и элементов содержания для проведения единого государственного экзамена по ФИЗИКЕ



Общие сведения:

- Структура КИМ
- Виды заданий КИМ
- Система оценивания

«УТВЕРЖДАЮ»
Директор
ФГБНУ «Федеральный институт педагогических измерений»
О.А. Решетникова
«10» ноября 2022 г.

«СОГЛАСОВАНО»
Председатель
Научно-методического совета
ФГБНУ «ФИПИ» по физике
М.Н. Стриханов
«10» ноября 2022 г.

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ
Демонстрационный вариант
контрольных измерительных материалов
единого государственного экзамена 2023 года
по ФИЗИКЕ

Перечень:

- Понятий
- Законов
- Формул

- **Примеры заданий**

Распределение заданий экзаменационной работы по частям работы

Часть работы	Количество заданий	Максимальный первичный балл	Процент максимального первичного балла за задания данной части от максимального первичного балла за всю работу, равного 54	Тип заданий
Часть 1	23	34	63	С кратким ответом
Часть 2	7	20	37	С развёрнутым ответом
Итого	30	54	100	

Распределение заданий по уровням сложности

Уровень сложности заданий	Количество заданий	Максимальный первичный балл	Процент максимального первичного балла за задания данного уровня сложности от максимального первичного балла за всю работу, равного 54
Базовый	19	26	48
Повышенный	7	15	28
Высокий	4	13	24
Итого	30	54	100

**Продолжительность экзамена:
3 часа 55 минут (235 минут)**

КИМ:

Справочные материалы

Инструкция по выполнению работы

Ответ: -2,5 м/с².

-2,5

Ответом к заданиям 4–6, 10, 11, 15–17, 19, 20, 21 и 23 является последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу без пробелов, запятых и других дополнительных символов в бланк ответов № 1.

А	Б
4	1

Ответ:

41

Ответом к заданию 22 являются два числа. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу, не разделяя числа пробелом, в бланк ответов № 1.

Ответ: (14 ± 0,2) Н.

1,40,2

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10 ⁹	санти	с	10 ⁻²
мега	М	10 ⁶	милли	м	10 ⁻³
кило	к	10 ³	микро	мк	10 ⁻⁶
гекто	г	10 ²	нано	н	10 ⁻⁹
деци	д	10 ⁻¹	пико	п	10 ⁻¹²

Константы

число π
 ускорение свободного падения на Земле
 гравитационная постоянная
 универсальная газовая постоянная
 постоянная Больцмана
 постоянная Авогадро
 скорость света в вакууме
 коэффициент пропорциональности в законе Ку
 модуль заряда электрона
 (элементарный электрический заряд)
 постоянная Планка

π = 3,14
 g = 10 м/с²
 G = 6,7 · 10⁻¹¹ Н · м²/кг²
 R = 8,31 Дж/(моль · К)
 k = 1,38 · 10⁻²³ Дж/К

Соотношения между различными единицами

температура 0 К = -273 °С
 атомная единица массы 1 а.е.м. = 1,66 · 10⁻²⁷ кг
 1 атомная единица массы эквивалентна 931,5 МэВ
 1 электронвольт 1 эВ = 1,6 · 10⁻¹⁹ Дж

Масса частиц

электрона 9,1 · 10⁻³¹ кг ≈ 5,5 · 10⁻⁴ а.е.м.
 протона 1,673 · 10⁻²⁷ кг ≈ 1,007 а.е.м.
 нейтрона 1,675 · 10⁻²⁷ кг ≈ 1,008 а.е.м.

Плотность

		подсолнечного масла	900 кг/м ³
воды	1000 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
древесины (сосна)	400 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	ртути	13 600 кг/м ³

Удельная теплоёмкость

воды	4,2 · 10 ³ Дж/(кг · К)	алюминия	900 Дж/(кг · К)
льда	2,1 · 10 ³ Дж/(кг · К)	меди	380 Дж/(кг · К)

железа
свинца

Удельная теплота

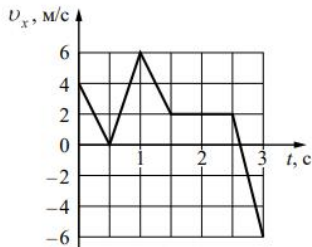
парообразования воды 2,3 · 10⁶ Дж/кг
 плавления свинца 2,5 · 10⁴ Дж/кг
 плавления льда 3,3 · 10⁵ Дж/кг

Нормальные условия: давление – 10⁵ Па, температура – 0 °С

Молярная масса

азота	28 · 10 ⁻³ кг/моль	гелия	4 · 10 ⁻³ кг/моль
аргона	40 · 10 ⁻³ кг/моль	кислорода	32 · 10 ⁻³ кг/моль
водорода	2 · 10 ⁻³ кг/моль	лития	6 · 10 ⁻³ кг/моль
воздуха	29 · 10 ⁻³ кг/моль	неона	20 · 10 ⁻³ кг/моль
воды	18 · 10 ⁻³ кг/моль	углекислого газа	44 · 10 ⁻³ кг/моль

1 На рисунке показан график зависимости проекции v_x скорости тела от времени t . Какова проекция a_x ускорения этого тела в интервале времени от 1 до 1,5 с?



Ответ: _____ м/с².

1 балл

2 В инерциальной системе отсчёта сила, равная по модулю 16 Н, сообщает телу массой m ускорение \bar{a} . Чему равен модуль силы, под действием которой тело массой $\frac{m}{2}$ будет иметь в этой системе отсчёта ускорение $\frac{\bar{a}}{4}$?

Ответ: _____ Н.

1 балл

3 Потенциальная энергия упругой пружины при её растяжении на 2 см равна 2 Дж. Найдите модуль изменения потенциальной энергии этой пружины при уменьшении её растяжения на 0,5 см.

Ответ: _____ Дж.

1 балл

4 Небольшой груз, покоящийся на гладком горизонтальном столе, соединён пружиной со стенкой. Груз немного смещают от положения равновесия вдоль оси пружины и отпускают из состояния покоя, после чего он начинает колебаться, двигаясь вдоль оси пружины, параллельно которой направлена ось Ox . В таблице приведены значения координаты груза x в различные моменты времени t . Выберите все верные утверждения о результатах этого опыта на основании данных, содержащихся в таблице. Абсолютная погрешность измерения координаты равна 0,1 см, времени – 0,05 с.

t, c	0,0	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50
x, cm	3,0	2,1	0,0	-2,1	-3,0	-2,1	0,0

- 1) В момент времени 1,50 с ускорение груза максимально.
- 2) В момент времени 0,50 с кинетическая энергия груза максимальна.
- 3) Модуль силы, с которой пружина действует на груз, в момент времени 1,00 с меньше, чем в момент времени 0,25 с.
- 4) Период колебаний груза равен 1 с.
- 5) Частота колебаний груза равна 0,5 Гц.

Ответ: _____.

2 балла

Часть 1

Механика

кинематика, динамика, статика, законы сохранения
в механике, механические колебания и волны

5 Спортсмен спускается на парашюте с постоянной скоростью. Как изменяются с течением времени в процессе спуска импульс спортсмена и его потенциальная энергия?
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

2 балла

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

Импульс	Потенциальная энергия

6 Шарик массой m висел неподвижно на невесомой нерастяжимой нити длиной l . В результате толчка шарик приобрёл скорость \vec{v} , направленную горизонтально (см. рисунок), и начал совершать колебания в вертикальной плоскости. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их в рассматриваемой задаче (g – ускорение свободного падения).
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) максимальная высота подъёма шарика относительно первоначального положения
- Б) модуль силы натяжения нити в нижней точке траектории движения шарика

ФОРМУЛЫ

- 1) $m \left(g - \frac{v^2}{l} \right)$
- 2) $\frac{v^2}{2g}$
- 3) $\frac{mv^2}{2g}$
- 4) $m \left(g + \frac{v^2}{l} \right)$

Ответ:

А	Б

2 балла

Часть 1

Молекулярная физика

молекулярно-кинетическая теория, термодинамика

7

Цилиндрический сосуд разделён лёгким подвижным теплоизолирующим поршнем на две части. В одной части сосуда находится аргон, в другой – неон. Концентрация молекул газов одинакова. Определите отношение средней кинетической энергии теплового движения молекул аргона к средней кинетической энергии теплового движения молекул неона, когда поршень находится в равновесии.

Ответ: _____ **1 балл**

8

Температура куска металла с удельной теплоёмкостью $900 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$ понизилась со 120°C до 40°C . При этом выделилось количество теплоты, равное 108 кДж . Чему равна масса этого куска металла?

Ответ: _____ кг. **1 балл**

9

Газ получил количество теплоты, равное 300 Дж , при этом внутренняя энергия газа уменьшилась на 100 Дж . Масса газа не менялась. Какую работу совершил газ в этом процессе?

Ответ: _____ Дж. **1 балл**

10

В жёстком герметичном сосуде объёмом 1 м^3 при температуре 289 К длительное время находился влажный воздух и 10 г воды. Сосуд медленно нагрели до температуры 298 К . Пользуясь таблицей плотности насыщенных паров воды, выберите все верные утверждения о результатах этого опыта.

$t, ^\circ\text{C}$	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
$\rho_{\text{нп}}, \cdot 10^{-2} \text{ кг/м}^3$	1,36	1,45	1,54	1,63	1,73	1,83	1,94	2,06	2,18	2,30

- 1) При температуре 23°C влажность воздуха в сосуде была равна $48,5\%$.
- 2) В течение всего опыта в сосуде находилась вода в жидком состоянии.
- 3) Так как объём сосуда не изменялся, давление влажного воздуха увеличивалось пропорционально его температуре.
- 4) В начальном состоянии при температуре 289 К пар в сосуде был насыщенный.
- 5) Парциальное давление сухого воздуха в сосуде не изменялось.

Ответ: _____ **2 балла**

11

В сосуде неизменного объёма находилась при комнатной температуре смесь двух идеальных газов, по 1 моль каждого. Половину содержимого сосуда выпустили, а затем добавили в сосуд 1 моль первого газа. Температура в сосуде поддерживалась неизменной. Как изменились в результате парциальное давление первого газа и суммарное давление смеси газов? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилось
- 2) уменьшилось
- 3) не изменилось

2 балла

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

Парциальное давление первого газа	Давление смеси газов

Электродинамика

электрическое поле, постоянный ток, магнитное поле, электромагнитная индукция, электромагнитные колебания и волны, оптика, основы СТО

Часть 1. Электродинамика

15

12) Во сколько раз уменьшится модуль сил взаимодействия двух небольших металлических шариков одинакового диаметра, имеющих заряды $q_1 = +7$ нКл и $q_2 = -3$ нКл, если шарики привести в соприкосновение и раздвинуть на прежнее расстояние?

Ответ: в _____ раз(а).

1 балл

13) Две частицы с зарядами $q_1 = 2q$ и $q_2 = q$ влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно вектору магнитной индукции со скоростями $v_1 = v$ и $v_2 = 2v$ соответственно. Определите отношение модулей сил $F_1 : F_2$, действующих на них со стороны магнитного поля.

Ответ: _____.

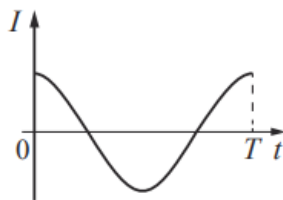
1 балл

14) Конденсатор, заряженный до разности потенциалов U_0 , в первый раз подключили к катушке с индуктивностью $L_1 = L$, а во второй – к катушке с индуктивностью $L_2 = 5L$. В обоих случаях в получившемся контуре возникли незатухающие электромагнитные колебания. Каково отношение максимальных значений энергии магнитного поля катушки $\frac{W_{2max}}{W_{1max}}$ при этих колебаниях?

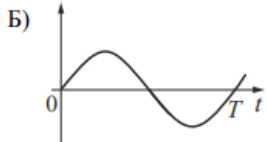
Ответ: _____.

1 балл

17) На рисунке приведён график зависимости силы тока от времени в катушке индуктивности идеального колебательного контура. Графики А и Б представляют изменения физических величин, характеризующих колебания в контуре. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимость которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) индуктивность катушки
- 2) напряжение на обкладках конденсатора
- 3) энергия электрического поля конденсатора
- 4) энергия магнитного поля катушки

Ответ:

А	Б

2 балла

По гладким параллельным горизонтальным проводящим рельсам, замкнутым на лампочку накаливания, перемещают лёгкий тонкий проводник. Образовавшийся контур $KLMN$ находится в однородном вертикальном магнитном поле с индукцией \vec{B} (рис. а). При движении проводника площадь контура изменяется так, как указано на графике (рис. б). Выберите все верные утверждения, соответствующие приведённым данным и описанию опыта.

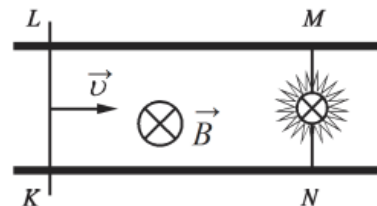


Рис. а

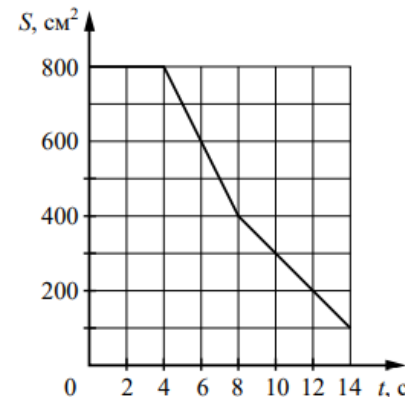


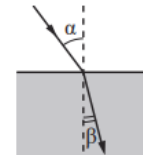
Рис. б

- 1) В течение первых 6 с индукционный ток течёт через лампочку непрерывно.
- 2) В интервале времени от 0 до 4 с лампочка горит наиболее ярко.
- 3) В момент времени $t=2$ с сила Ампера, действующая на проводник, направлена влево.
- 4) Максимальная ЭДС наводится в контуре в интервале времени от 4 до 8 с.
- 5) Индукционный ток в интервале времени от 6 до 12 с течёт в одном направлении.

Ответ: _____.

2 балла

16) Плоская световая волна переходит из воздуха в глицерин (см. рисунок). Что происходит при этом переходе с периодом электромагнитных колебаний в световой волне и с длиной волны?



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.

Период электромагнитных колебаний	Длина волны

2 балла

Часть 1

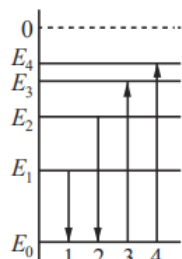
Квантовая физика

корпускулярно-волновой дуализм,
физика атома, физика атомного ядра

18 Ядро платины ${}^{174}_{78}\text{Pt}$ испытывает α -распад, при этом образуются α -частица и ядро химического элемента ${}^A_Z\text{X}$. Определите заряд Z (в единицах элементарного заряда) ядра X .

Ответ: _____ **1 балл**

19 На рисунке изображена упрощённая диаграмма нижних энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Какие из этих четырёх переходов связаны с излучением света с наибольшей длиной волны и поглощением света с наименьшей энергией?



Установите соответствие между процессами поглощения и излучения света и энергетическими переходами атома, указанными стрелками.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЦЕССЫ

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ
ПЕРЕХОДЫ

- А) излучение света с наибольшей длиной волны
Б) поглощение света с наименьшей энергией

- 1) 1
2) 2
3) 3
4) 4

Ответ:

А	Б

2 балла

Графическое представление информации
(три раздела физики)

Правильная трактовка физического смысла
изученных физических величин, законов и
закономерностей (все разделы физики)

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

- 1) При увеличении длины нити математического маятника период его колебаний уменьшается.
- 2) Явление диффузии протекает в твёрдых телах значительно медленнее, чем в жидкостях.
- 3) Сила Лоренца отклоняет положительно и отрицательно заряженные частицы, влетающие под углом к линиям индукции однородного магнитного поля, в противоположные стороны.
- 4) Дифракция рентгеновских лучей невозможна.
- 5) В процессе фотоэффекта с поверхности вещества под действием падающего света вылетают электроны.

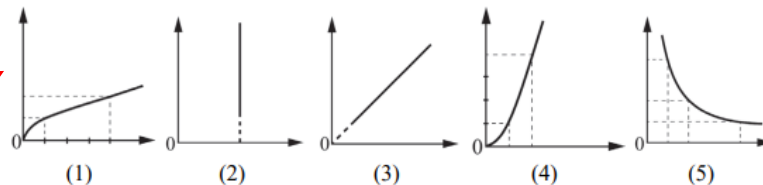
Ответ: _____

2 балла

21 Даны следующие зависимости величин:

- А) зависимость периода малых свободных колебаний математического маятника от длины нити маятника;
Б) зависимость количества теплоты, выделяющегося при конденсации пара, от его массы;
В) зависимость силы тока через участок цепи, содержащий резистор, от сопротивления резистора при постоянном напряжении на концах участка.

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.



Ответ:

А	Б	В

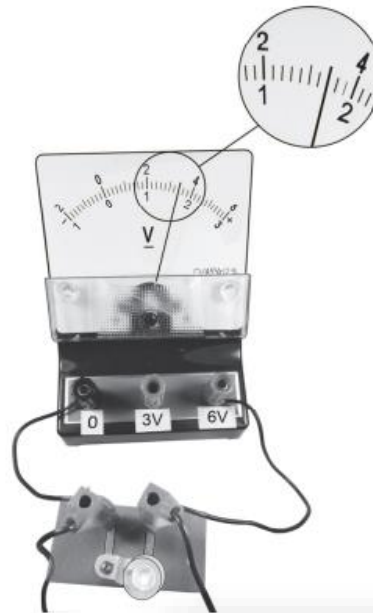
2 балла

Часть 1

Методы научного познания

22

Определите напряжение на лампочке (см. рисунок), если абсолютная погрешность прямого измерения напряжения равна цене деления вольтметра.



Ответ: (_____ ± _____) В.

Определение показаний измерительных приборов
1 балл

23

Ученику необходимо на опыте обнаружить зависимость объёма газа, находящегося в сосуде под подвижным поршнем, от температуры газа. У него имеется пять различных сосудов с манометрами. Сосуды наполнены одним и тем же газом при различных температуре и давлении (см. таблицу). Какие **два** сосуда необходимо взять ученику, чтобы провести исследование?

№ сосуда	Давление, кПа	Температура газа в сосуде, °С	Масса газа, г
1	200	25	4
2	260	30	8
3	260	30	6
4	300	35	6
5	200	35	4

В ответ запишите номера выбранных сосудов.

Ответ:

Планирование эксперимента,
отбор оборудования
1 балл

Часть 2

Решение задач с развернутым ответом

Механика – 2 задачи

Молекулярная физика – 1-2 задачи

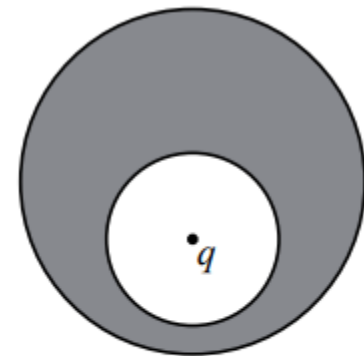
Электродинамика – 2-3 задачи

Квантовая физика – 1 задача

Качественная задача (по любому разделу)

24

В нижней половине незаряженного металлического шара располагается крупная шарообразная полость, заполненная воздухом. Шар находится в воздухе вдали от других предметов. В центр полости помещён положительный точечный заряд $q > 0$ (см. рисунок). Нарисуйте картину линий напряжённости электростатического поля внутри полости, внутри проводника и снаружи шара. Если поле отсутствует, напишите в данной области: $\vec{E} = 0$. Если поле отлично от нуля, нарисуйте картину поля в данной области, используя восемь линий напряжённости. Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали для объяснения.



3 балла

Критерии оценивания выполнения задания 24	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: <i>формулируется ответ</i>) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: <i>перечисляются явления и законы</i>)</p>	3
<p><u>Дан правильный ответ</u>, и приведено объяснение, но в решении <u>имеются один или несколько из следующих недостатков</u>:</p> <p>В объяснении <u>не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения.</u> (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.)</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится <u>один логический недочёт.</u></p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются <u>лишние записи</u>, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеется <u>неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения</u></p>	2

Критерии оценивания выполнения задания 24	Баллы
Представлено решение, соответствующее <u>одному</u> из следующих случаев.	1
Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения.	
ИЛИ	
Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца.	
ИЛИ	
Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, <u>приводящие к ответу</u> , содержат ошибки.	
ИЛИ	
Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0

Часть 2. Решение задач с развернутым ответом

Расчетная задача (молекулярная физика / механика)

25

Плоская льдина плавает в воде, выступая над её поверхностью на $h = 0,04$ м. Определите массу льдины, если площадь её поверхности $S = 2500$ см². Плотность льда равна 900 кг/м³.

2 балла

Расчетная задача (электродинамика / оптика)

26

Предмет расположен на главной оптической оси тонкой собирающей линзы. Оптическая сила линзы $D = 5$ дптр. Изображение предмета действительное, увеличение (отношение высоты изображения предмета к высоте самого предмета) $k = 2$. Найдите расстояние между предметом и его изображением. Постройте изображение предмета в линзе.

2 балла

Критерии оценивания выполнения задания 25-26	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>перечисляются законы и формулы</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов</i>);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, 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>	<p>2</p>

Расчетная задача (молекулярная физика / механика)

25

Плоская льдина плавает в воде, выступая над её поверхностью на $h = 0,04$ м. Определите массу льдины, если площадь её поверхности $S = 2500$ см². Плотность льда равна 900 кг/м³.

2 балла

Расчетная задача (электродинамика / оптика)

26

Предмет расположен на главной оптической оси тонкой собирающей линзы. Оптическая сила линзы $D = 5$ дптр. Изображение предмета действительное, увеличение (отношение высоты изображения предмета к высоте самого предмета) $k = 2$. Найдите расстояние между предметом и его изображением. Постройте изображение предмета в линзе.

2 балла

Критерии оценивания выполнения задания 25-26	Баллы
Правильно <u>записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</u>	1
Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.	
И (ИЛИ)	
В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачёркнуты.	
И (ИЛИ)	
В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги.	
И (ИЛИ)	
Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0

Расчетная задача (молекулярная физика)

27

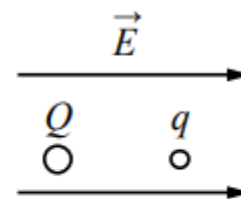
В запаянной с одного конца трубке находится влажный воздух, отделённый от атмосферы столбиком ртути длиной $l = 76$ мм. Когда трубка лежит горизонтально, относительная влажность воздуха Φ_1 в ней равна 80%. Какой станет относительная влажность этого воздуха Φ_2 , если трубку поставить вертикально, открытым концом вниз? Атмосферное давление равно 760 мм рт. ст. Температуру считать постоянной.

3 балла

Расчетная задача (электродинамика)

28

В однородном электрическом поле с напряжённостью $E = 18$ В/м находятся два точечных заряда: $Q = -1$ нКл и $q = +5$ нКл с массами $M = 5$ г и $m = 10$ г соответственно (см. рисунок). На каком расстоянии d друг от друга находятся заряды, если их ускорения совпадают по величине и направлению? Сделайте рисунок с указанием всех сил, действующих на заряды. Силой тяжести пренебречь.

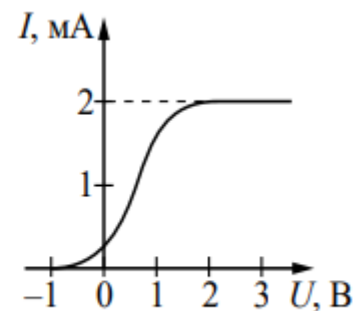


действующих
3 балла

Расчетная задача (квантовая физика)

29

В опыте по изучению фотоэффекта монохроматическое излучение мощностью $P = 0,21$ Вт падает на поверхность катода, в результате чего в цепи возникает ток. График зависимости силы тока I от напряжения U между анодом и катодом приведён на рисунке. Какова частота ν падающего света, если в среднем один из 30 фотонов, падающих на катод, выбивает электрон?



3 балла

Критерии оценивания выполнения заданий 27-29	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>перечисляются законы и формулы</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов</i>)²;</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, 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
<p><u>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</u></p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	2

Критерии оценивания выполнения заданий 27-29	Баллы
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.	1
Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.	
ИЛИ	
В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	
ИЛИ	
В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0

Часть 2

Решение задач с развернутым ответом

Расчетная задача (механика)

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 u_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.

1+3 балла

Обоснование

1. Выбор инерциальной системы отсчёта (ИСО).
2. Выбор физической модели (материальная точка / абсолютно твёрдое тело).
3. Рисунок с указанием сил, действующих на тела.
4. Анализ поведения тел и обоснование использования физических законов (*закон сохранения импульса, закон сохранения механической энергии, II и III законы Ньютона, правило моментов*).

Критерии оценивания выполнения задания 30	Баллы
Критерий 1	
Верно обоснована возможность использования законов (закономерностей). <i>В данном случае: выбор инерциальной системы отсчёта, модель материальной точки, условия применимости законов сохранения импульса и механической энергии, условие прохождения верхней точки траектории</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, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>закон сохранения импульса, закон сохранения механической энергии, второй закон Ньютона для движения тела по окружности; учтено, что в верхней точке сила натяжения нити обращается в нуль</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) проведены 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	3

**Аналогично
27-29**

Исходные формулы (24-30)



1. В качестве исходных принимаются формулы, указанные в кодификаторе элементов содержания и требований к уровню подготовки выпускников общеобразовательных учреждений для проведения единого государственного экзамена по физике.
2. Выпускники не обязаны писать эти формулы в точном соответствии с записью в кодификаторе. **Возможна запись формулы для частного случая** применения физического закона или определения физической величины.
3. Если выпускник использовал в качестве исходной формулы ту, которая не указана в кодификаторе, то работа оценивается **исходя из отсутствия одной из необходимых для решения формул (1 балл)**.

$$F_{\text{тр}} = \mu N$$

Можно сразу записать:

$$\mu = \frac{F_{\text{тр}}}{N}$$

$$U = \frac{3}{2} \nu RT$$

$$\Delta U = U_2 - U_1$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$$

$$\nu = \text{const}$$

3. Если выпускник использовал в качестве исходной формулы ту, которая не указана в кодификаторе, то работа оценивается исходя из отсутствия одной из необходимых для решения формул (1 балл).

2.2.6	Элементарная работа в термодинамике: $A = p\Delta V$. Вычисление работы по графику процесса на pV -диаграмме
2.2.7	Первый закон термодинамики: $Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = (U_2 - U_1) + A_{12}$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$$

$$A = p \Delta V$$

$$pV = \nu RT$$

Количество теплоты
при изобарном процессе:

~~$$Q = \frac{5}{2} \nu R \Delta T$$~~

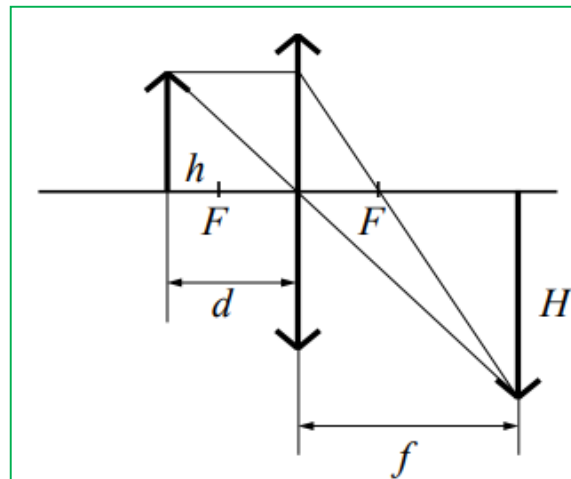
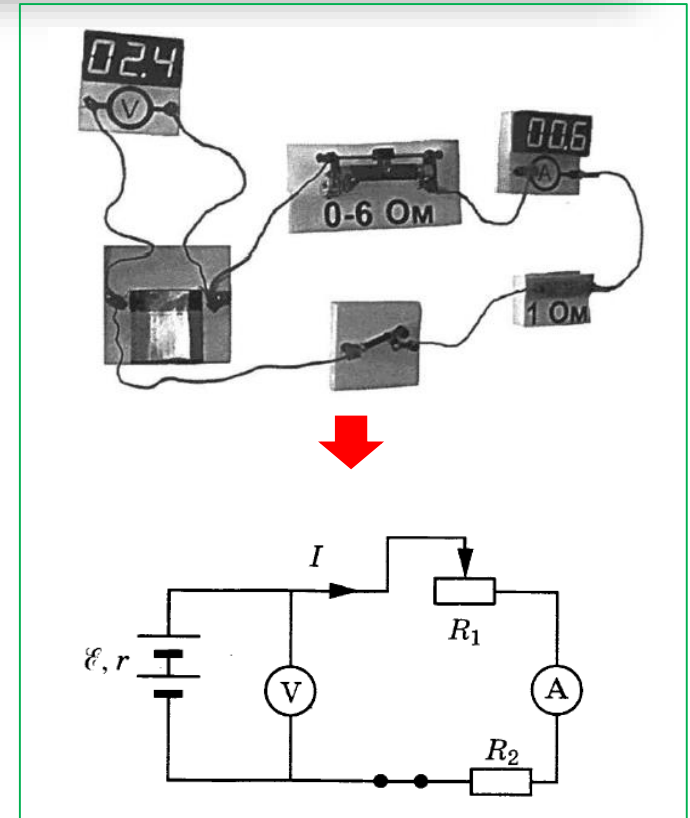
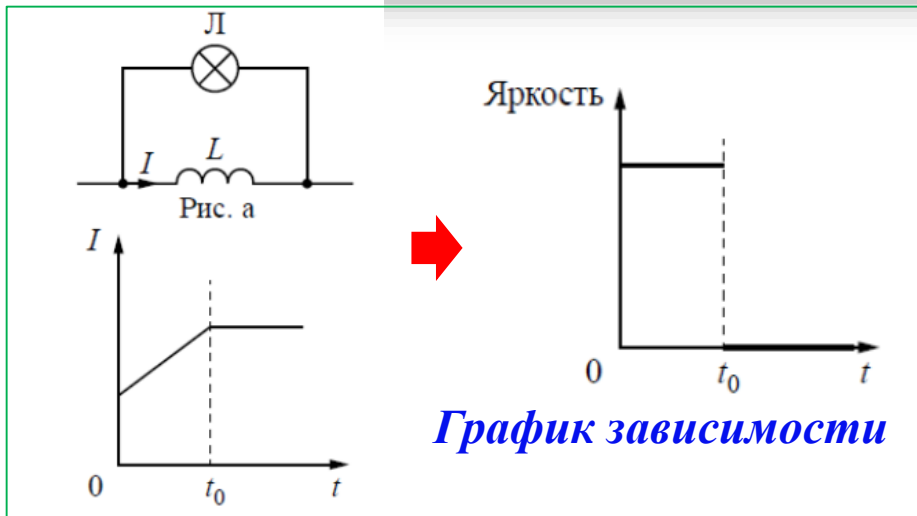
$$Q = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + \nu R \Delta T = \frac{5}{2} \nu R \Delta T$$

Дополнительные условия: рисунок, схема (оптическая, электрическая)

- ✓ Принимаются рисунки, отвечающие требованиям задачи, в которых используются стандартные обозначения физических величин, элементов электрической цепи или оптической схемы.
- ✓ Правильным считается рисунок, в котором верно указаны все необходимые силы и их направление.
- ✓ В оптической схеме допускаются неточности, связанные с рисованием «от руки».

8. Дополнительные материалы и оборудование (Спецификация КИМ ЕГЭ)

Используется непрограммируемый калькулятор (для каждого ученика) с возможностью вычисления тригонометрических функций (\cos , \sin , tg) и линейка



Построение изображения

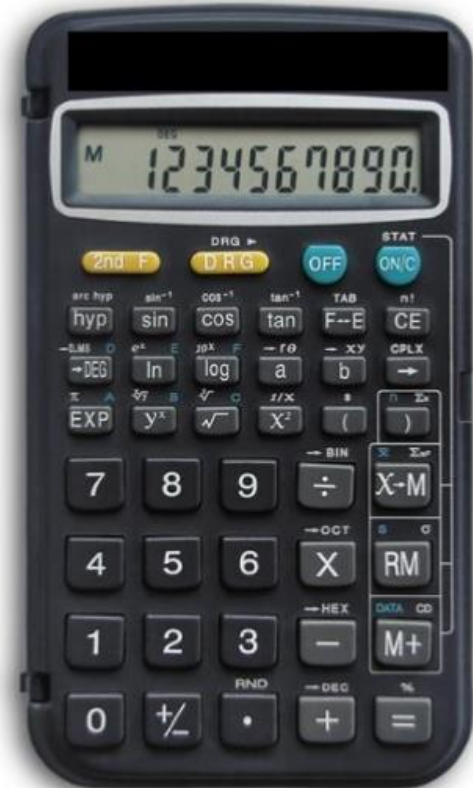
На экзамене по физике

МОЖНО:

- ✓ Справочные данные в начале варианта
- ✓ Линейка
- ✓ Непрограммируемый калькулятор
(все арифметические действия, операции возведения в квадрат и извлечения квадратного корня, вычисления тригонометрических функций)

НЕЛЬЗЯ: калькулятор, имеющий

- ✓ функции программирования
- ✓ функции передачи данных на внешние источники



Математика и физика

- ✓ Векторы.
- ✓ Теорема Пифагора.
- ✓ Функция и производная функции.
- ✓ Тригонометрические функции ($\sin\alpha$, $\cos\alpha$, $\operatorname{tg}\alpha$).
- ✓ Решение квадратного уравнения.

Кодификатор

Материальная точка.

Её радиус-вектор: $\vec{r}(t) = (x(t), y(t), z(t))$,

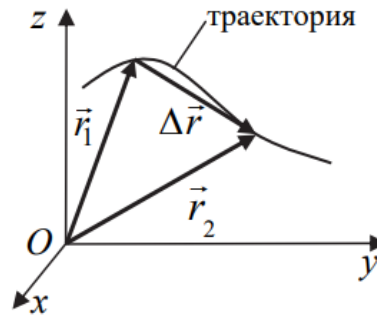
траектория,
перемещение:

$$\begin{aligned}\Delta\vec{r} &= \vec{r}(t_2) - \vec{r}(t_1) = \vec{r}_2 - \vec{r}_1 = \\ &= (\Delta x, \Delta y, \Delta z),\end{aligned}$$

путь.

Сложение перемещений:

$$\Delta\vec{r}_1 = \Delta\vec{r}_2 + \Delta\vec{r}_0$$



$$\vec{v} = \left. \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t} \right|_{\Delta t \rightarrow 0} = \vec{r}'_t = (v_x, v_y, v_z),$$

$$v_x = \left. \frac{\Delta x}{\Delta t} \right|_{\Delta t \rightarrow 0} = x'_t, \text{ аналогично } v_y = y'_t, v_z = z'_t$$

Сложение скоростей: $\vec{v}_1 = \vec{v}_2 + \vec{v}_0$

$$\text{Ускорение материальной точки: } \vec{a} = \left. \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} \right|_{\Delta t \rightarrow 0} = \vec{v}'_t = (a_x, a_y, a_z),$$

$$a_x = \left. \frac{\Delta v_x}{\Delta t} \right|_{\Delta t \rightarrow 0} = (v_x)_t', \text{ аналогично } a_y = (v_y)_t', a_z = (v_z)_t'.$$

Видеозаписи вебинаров и презентации на сайте ИЦТЭФ:

<https://phys.asu.ru/>



Следующий вебинар:

**Задания части 1 КИМ ЕГЭ 2023
(механика, молекулярная физика)**

25.01.2023 в 15.00

Вход по ссылке: <https://events.webinar.ru/5496977/387955546>