

**Единый государственный экзамен
по ФИЗИКЕ**

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3 часа 55 минут (235 минут). Работа состоит из двух частей, включающих в себя 31 задание.

В заданиях 1–4, 8–10, 14, 15, 20, 24–26 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Число запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу в бланк ответа № 1. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

КИМ Ответ: 7,5 см. 3 7, 5 Бланк

Ответом к заданиям 5–7, 11, 12, 16–18, 21 и 23 является последовательность двух 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.

КИМ Ответ:

А	Б
4	1

7 4 1 Бланк

Ответом к заданию 13 является слово. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу в бланк ответов № 1.

КИМ Ответ: вправо 13 В П РА В О Бланк

Ответом к заданиям 19 и 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.

КИМ Ответ: (14 ± 0,2) Н 22 1, 40, 2 Бланк

Ответ к заданиям 27–32 включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания. В бланке ответов № 2 укажите номер задания и запишите его полное решение.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой, или капиллярной, или перьевой ручки.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. Записи в черновике не учитываются при оценивании работы.

Баллы, полученные Вами за выполненные задания, суммируются.

Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться Вам при выполнении работы.

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	$\pi=3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
(элементарный электрический заряд)	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$
постоянная Планка	

Соотношение между различными единицами

температура	$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{С}$
атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалента	931 МэВ
1 электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

Масса частиц

электрона	$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$
протона	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,007 \text{ а.е.м.}$
нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$



Часть 1

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 13600 кг/м^3

Удельная теплоёмкость
 воды $4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$ алюминия $900 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$
 льда $2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$ меди $380 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$
 железа $460 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$ чугуна $800 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$
 свинца $130 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$
Удельная теплота
 парообразования воды $2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/К}$
 плавления свинца $2,5 \cdot 10^4 \text{ Дж/К}$
 плавления льда $3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/К}$

Нормальные условия: давление – 10^5 Па , температура – $0 \text{ }^\circ\text{C}$

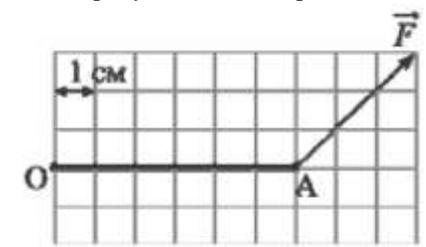
Молярная масса			
азота	$28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	гелия	$4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
аргона	$40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	кислорода	$32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
водорода	$2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	лития	$6 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воздуха	$29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	неона	$20 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воды	$18 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1 Координата тела меняется с течением времени согласно закону $x = 4 - 2t$, где все величины выражены в СИ. Определите проекцию скорости v_x этого тела.

Ответ: _____ м/с

2 Стержень OA , расположенный в плоскости рисунка, может вращаться вокруг неподвижной оси O , которая расположена перпендикулярно плоскости рисунка. К концу стержня A приложена постоянная сила $F = 0,5 \text{ Н}$, перпендикулярная оси O . Используя рисунок, на котором указан масштаб, определите, чему равен по модулю момент силы F относительно оси O . Ответ дайте в Н·см и округлите до целых.



Ответ: _____ Н·см

3 Чему равно отношение масс первого и второго тела, если $v_1 = 4v_2$, $E_{к1} = 4E_{к2}$?

Ответ: _____

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 180312



4 Определите кратчайшее расстояние между точками звуковой волны, колеблющимися в одной фазе, если частота волны равна 680 Гц. Скорость звука в воздухе 340 м/с.

Ответ: _____ м

5 В момент времени $t = 0$ точечное тело бросили под углом к горизонту. В таблице приведены результаты измерений координат x и y в зависимости от времени.

t, с	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
x, м	3,4	6,8	10,2	13,6	17	20,4	23,8	27,2	30,6	34
y, м	1,8	3,2	4,2	4,8	5	4,8	4,2	3,2	1,8	0

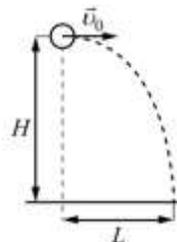
На основании данных таблицы выберите из приведенных ниже утверждений **два** правильных и укажите их номера.

- 1) В момент времени $t = 0,8$ с скорость тела равна 2 м/с
- 2) Тело брошено со скоростью 20 м/с
- 3) Скорость тела в высшей точке траектории равна 17 м/с
- 4) Тело бросили под углом 45°
- 5) Максимальная дальность полета 5 м

Ответ:

--	--

6 Мяч бросают с высоты H с горизонтально направленной начальной скоростью v_0 . За время t он пролетает расстояние L по горизонтали (см. рисунок). Как изменятся время полета мяча t и его ускорение a , если увеличить начальную высоту H при неизменной начальной скорости v_0 ? Сопротивление воздуха не учитывать.



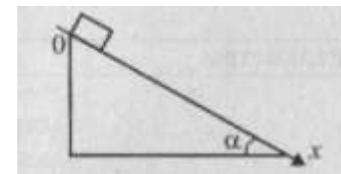
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Время полета	Ускорение шарика

7 Небольшое тело в момент времени $t = 0$ начинает скользить с вершины наклонной плоскости без трения. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.



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

ФОРМУЛЫ	ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ
А) $mg \cdot \cos \alpha$	1) сила трения скольжения
Б) $mg \cdot \sin \alpha$	2) равнодействующая сила
	3) проекция силы тяжести на ось Ox
	4) вес тела

Ответ:

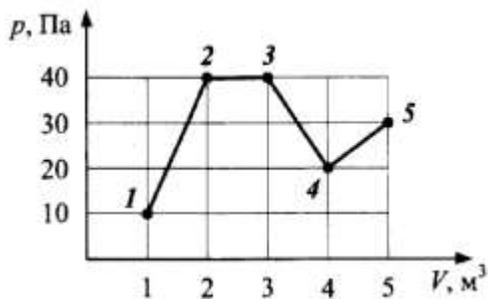
А	Б



8 Один моль идеального газа занимает объем 25 л при давлении 10^5 Па. При постоянной температуре давление газа увеличилось в 2 раза. Насколько изменился объем газа?

Ответ: _____ л

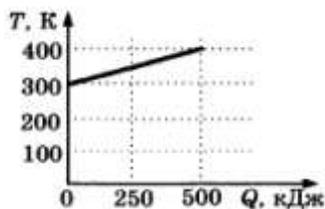
9 Чему равна работа, совершенная идеальным одноатомным газом при переходе из состояния 1 в состояние 5?



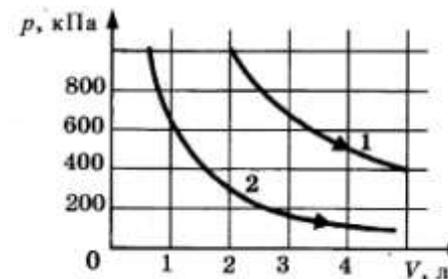
Ответ: _____ Дж

10 На рисунке приведена зависимость температуры твердого тела от полученного им количества теплоты. Масса тела 2 кг. Какова удельная теплоемкость вещества этого тела?

Ответ: _____ кДж/(кг·К).



11 Даны графики двух изотерм. В обоих процессах масса газа одинаковая. На основании этих графиков выберите два верных утверждения о процессах, происходящих с газом.



- 1) $T_1 = T_2$
- 2) Внутренняя энергия растет в процессе 1
- 3) $T_1 > T_2$
- 4) $T_2 > T_1$
- 5) В процессе 1 газ расширяется

Ответ:

A	Б
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

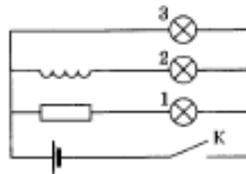
12 С одним молем идеального газа провели два различных процесса. В одном из них газ сначала изотермически сжимали, а затем изохорно нагревали. В другом – сначала изотермически расширяли, а затем изобарно нагревали. Установите соответствие между процессами, происходящими с газом, и графиками.



ПРОЦЕССЫ	ГРАФИКИ
А) Изотермическое сжатие, изохорное нагревание	1) 3)
Б) Изотермическое расширение, изобарное нагревание	2) 4)

13

Какая лампа загорится позже двух остальных при замыкании ключом К электрической цепи, представленной на рисунке? Катушка и резистор имеют одинаковое сопротивление постоянному току.



Ответ: _____.

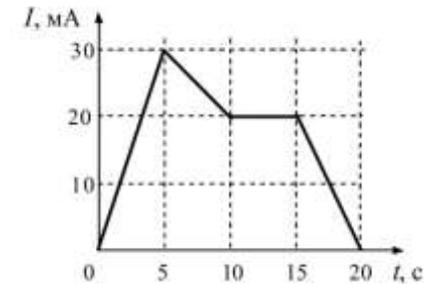
14

Одинаковые металлические шары с зарядами $q_1 = +6$ нКл и $q_2 = -2$ нКл соединили тонким проводом и затем разъединили, не меняя их положения. Во сколько раз уменьшится модуль силы их взаимодействия?

Ответ: _____

15

Сила тока, проходящего через катушку с коэффициентом индуктивности 1 мГн, изменяется со временем так, как показано на графике. Чему равен модуль ЭДС самоиндукции на интервале 15–20 с?



Ответ: _____ мкВ

16

В таблице приведены результаты эксперимента со свободными ЭМ-колебаниями на идеальном колебательном контуре: даны показания для изменения силы тока со временем.

t, мкс	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
I, А	0,0	2,2	3,0	2,2	0,0	-2,2	-3,0	-2,2	0,0	2,2

Выберите **два** верных утверждения о процессе, происходящем в контуре.

- В момент $t = 1$ мкс напряжение на конденсаторе минимально
- Период колебаний энергии магнитного поля катушки равен $t = 4$ мкс
- Частота электромагнитных колебаний равна 25 кГц
- В момент $t = 2$ мкс заряд конденсатора максимален
- В момент $t = 6$ мкс энергия магнитного поля катушки максимальна

Ответ:

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 180312





17 В действующей модели радиопередатчика учитель изменил ёмкость конденсатора, входящего в состав его колебательного контура, увеличив расстояние между его пластинами. Как при этом изменятся период колебаний тока в контуре и длина волны излучения?

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.

Период колебаний тока в контуре	Длина волны излучения

18 Электрон движется по окружности в однородном магнитном поле, модуль индукции которого равен B . Заряд электрона e , а его масса m . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ФОРМУЛЫ
А.) Период обращения электрона	1) $\frac{2\pi B}{em}$
Б.) Угловая скорость электрона	2) $\frac{eB}{m}$
	3) $\frac{2\pi m}{eB}$
	4) $\frac{m}{eB}$

Ответ:

А	Б

19 После некоторого количества α - и β -распадов ядро изотопа урана ${}^{238}_{92}\text{U}$ превратилось в ядро изотопа свинца ${}^{206}_{82}\text{Pb}$. Сколько при этом произошло α -распадов?

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

20 Квант света с энергией 27,2 эВ выбивает фотоэлектрон из атома водорода. Найдите скорость электрона вдали от ядра, если энергия ионизации водорода 13,6 эВ. Ответ приведите в км/с и округлите до целых.

Ответ: _____ км/с.

21 При наблюдении фотоэффекта увеличили интенсивность падающего света, не изменяя длины волны. Как при этом изменятся работа выхода электронов и величина тока насыщения?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

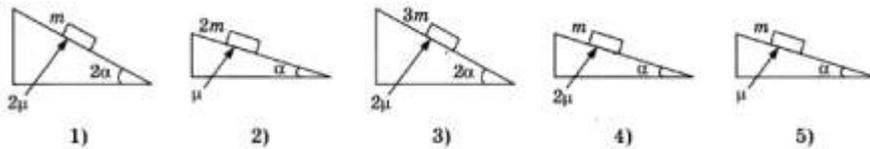
Работа выхода	Ток насыщения

22 Ваттметр, имеющий на равномерной шкале 50 делений, рассчитан на измерение мощности 500 Вт. Каковы его показания, если стрелка отклонилась на 20 делений, а погрешность прямого измерения мощности составляет половину цены деления ваттметра?

Ответ: (____ ± ____) Вт.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

- 23** Проводился эксперимент по изучению зависимости ускорения тела от коэффициента трения. Экспериментальная установка представляет из себя наклонную шероховатую плоскость, по которой свободно соскальзывает некоторое тело. Выберите **два** варианта установки, на которых измерение ускорения позволит проследить данную зависимость?



В ответ запишите номера выбранных установок

Ответ:

- 24** Рассмотрите таблицу, содержащую некоторые характеристики планет Солнечной системы. Размеры и параметры орбит выражены через соответствующие характеристики планеты Земля.

Имя	Диаметр	Масса	Орбитальный радиус (а.е.)	Период обращения (земных лет)	Период вращения (земных суток)
Меркурий	0,38	0,06	0,39	0,24	58,6
Венера	0,95	0,82	0,72	0,62	243
Земля	1	1	1	1	1
Марс	0,53	0,11	1,5	1,9	1
Юпитер	11,2	318	5,2	11,9	0,41
Сатурн	9,5	95,2	9,5	29,5	0,43
Уран	4	14,6	19,2	84	0,72
Нептун	3,9	17,2	30,1	165	0,67

*1 а.е. составляет 150 млн км

Выберите **два** утверждения, которые соответствуют приведенным характеристикам планет, и укажите их номера.

- 1) Линейная скорость вращения по орбите у Урана меньше, чем у Сатурна.
- 2) Ускорение свободного падения на Венере составляет примерно $3,1 \text{ м/с}^2$
- 3) Угловая скорость вращения Земли относительно собственной оси вращения меньше, чем у Марса
- 4) Средняя плотность Сатурна почти в 10 раз больше средней плотности Венеры
- 5) Вторая космическая скорость для Урана меньше, чем для Нептуна

Ответ:

--	--

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

- 25** Определите объем воздушного шара, висящего неподвижно на высоте, где плотность воздуха равна $0,9 \text{ кг/м}^3$. Шар заполнен газом плотностью $0,8 \text{ кг/м}^3$. Масса оболочки шара равна 60 кг.

Ответ: _____ м^3

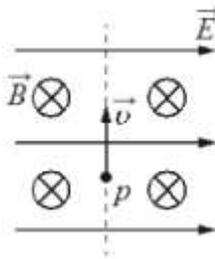
- 26** На расстоянии 3 см от главной оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусом F расположен предмет, изображение которого собирается на расстоянии 4F от линзы. Найдите расстояние от изображения до главной оптической оси линзы.

Ответ: _____ см.



27

Кольцо площадью 10 см^2 из тонкой проволоки с сопротивлением 1 МОм находится в однородном магнитном поле, линии индукции которого составляют угол 30° с плоскостью кольца. Какое количество теплоты выделяется в кольце за 100 с , если магнитная индукция возрастает со скоростью $0,06 \text{ Тл/с}$?



Ответ: _____ мкДж

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28

В вакуумной камере проходят однородное электрическое поле напряжённостью E и однородное магнитное поле с индукцией B так, как показано на рисунке. Перпендикулярно направлению этих полей влетает протон. Характеристики полей таковы, что траектория движения частицы – прямая линия. Изменится ли траектория (и если изменится, то как?) протона при увеличении модуля магнитной индукции B ?

В ответе укажите, какие явления и закономерности Вы использовали для объяснения. Влиянием силы тяжести пренебречь.

Полное правильное решение каждой из задач 28–31 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29

Каким должен быть радиус круговой орбиты искусственного спутника Земли для того, чтобы он все время находился над одной и той же точкой земной поверхности на экваторе? Выразите радиус спутника в радиусах Земли. Радиус Земли равен $R = 6371 \text{ км}$. Масса Земли равна $6 \cdot 10^{24} \text{ кг}$.

30

В сосуде под поршнем находился воздух с относительной влажностью $\varphi = 80\%$. Объем воздуха изотермически уменьшили в 3 раза. Какая масса m_0 водяных паров была в сосуде, если после сжатия в нем осталось $m_1 = 10 \text{ г}$ водяных паров?

31

Проводящий плоский контур площадью $S = 200 \text{ см}^2$, в который включен конденсатор емкостью $C = 10 \text{ мкФ}$, расположен в однородном магнитном поле так, что вектор нормали к контуру образует с вектором магнитной индукции угол $\alpha = 60^\circ$. Изменение магнитной индукции во времени описывается уравнением $B = 2 \cdot 10^{-2} \cdot \cos(\frac{\pi}{4}t)$. Определите энергию конденсатора в момент времени $t = 2 \text{ с}$. Индуктивность контура пренебрежимо мала.

32

Определите смещение луча после прохождения через плоскопараллельную стеклянную пластину (расстояние между прямой, по которой идет падающий на пластину луч, и прямой, по которой идет прошедший пластину луч). Толщина пластины $d = 6 \text{ см}$, показатель преломления стекла $n = 1,6$. Угол падения луча на пластину $\alpha = 60^\circ$.

О проекте «Пробный ЕГЭ каждую неделю»

Данный ким составлен командой всероссийского волонтерского проекта «ЕГЭ 100 баллов» <https://vk.com/ege100ballov> и безвозмездно распространяется для любых некоммерческих образовательных целей.

Нашли ошибку в варианте?

Напишите нам, пожалуйста, и мы обязательно её исправим!

Для замечаний и пожеланий: https://vk.com/topic-10175642_35994898

(также доступны другие варианты для скачивания)



Список источников:

- Физика. Решение задач. Н.И. Зорин
- образовательный интернет-ресурс <https://neznaika.pro/ege/physics/>
- образовательный интернет-ресурс <http://sverh-zadacha.ucoz.ru>
- варианты ЕГЭ прошлых лет
- Физика. Подготовка к ЕГЭ. В.Д. Кочетов, М.П. Сенина
- Практикум по выполнению типовых тестовых заданий ЕГЭ. С.Б. Бобошина, 2017
- Физика. ЕГЭ-2018. Тематический тренинг. Все задания: учебно-методическое пособие под ред. Л.М. Моностырского, 2017
- открытый банк заданий ЕГЭ (фипи) <http://www.fipi.ru/content/otkrytyy-bank-zadaniy-ege>
- Физика. Подготовка к ЕГЭ. В.Д. Кочетов, 2018
- варианты досрочного ЕГЭ по физике 2015-2017 гг. (фипи)
- ЕГЭ. Физика. Сборник заданий для подготовки к ЕГЭ. Г.А. Никулова, А.Н. Москалев

СОСТАВИТЕЛЬ ВАРИАНТА:	
ФИО:	Коробейников Дмитрий Александрович Образовательный центр «Lancman School»
Предмет:	Физика
Стаж:	10 лет
Регалии:	Курсы подготовки к ЕГЭ и ОГЭ
Аккаунт ВК:	https://vk.com/lancmanschool
Сайт и доп. информация:	http://lancmanschool.ru/kursi-ege/

Система оценивания экзаменационной работы по физике

Задания 1–27

За правильный ответ на каждое из заданий 1–4, 8–10, 13–15, 19, 20, 22, 23, 25, 26 ставится по 1 баллу. Эти задания считаются выполненными верно, если правильно указаны требуемое число, два числа или слово.

Каждое из заданий 5–7, 11, 12, 16–18 и 21, 24 оценивается в 2 балла, если верно указаны оба элемента ответа; в 1 балл, если допущена одна ошибка; в 0 баллов, если оба элемента указаны неверно. Если указано более двух элементов (в том числе, возможно, и правильные) или ответ отсутствует, – 0 баллов.

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	-2	15	4
2	2	16	25
3	0,25	17	22
4	0,5	18	32
5	23 32	19	8
6	13	20	2187
7	43	21	31
8	12,5	22	2005
9	120	23	45 54
10	2,5	24	15 51
11	35 53	25	600
12	24	26	9
13	2	27	90
14	3		

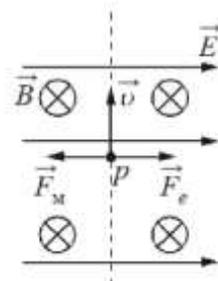


Критерии оценивания выполнения заданий с развёрнутым ответом

Решения заданий 28–32 части 2 (с развёрнутым ответом) оцениваются экспертной комиссией. На основе критериев, представленных в приведённых ниже таблицах, за выполнение каждого задания в зависимости от полноты и правильности данного учащимся ответа выставляется от 0 до 3 баллов.

28

В вакуумной камере проходят однородное электрическое поле напряжённостью E и однородное магнитное поле с индукцией B так, как показано на рисунке. Перпендикулярно направлением этих полей влетает протон. Характеристики полей таковы, что траектория движения частицы – прямая линия. Изменится ли траектория (и если изменится, то как?) протона при увеличении модуля магнитной индукции B ?



В ответе укажите, какие явления и закономерности Вы использовали для объяснения. Влиянием силы тяжести пренебречь.

Возможное решение	
<p>1. На протон действуют магнитное поле силой $F_m = qvB$ и электрическое поле силой $F_e = qE$. Поскольку заряд протона положительный, F_e сонаправлена с E, а по правилу левой руки F_m направлена противоположно силе F_e. Поскольку первоначально протон двигался прямолинейно, то по модулю эти силы были равны согласно второму закону Ньютона.</p> <p>Сила Лоренца с увеличением индукции магнитного поля увеличится. Поскольку равнодействующая сил F_m и F_e, а также вызываемое ею в этом случае ускорение направлены влево, траектория протона будет криволинейной, отклоняющейся от пунктирной прямой влево.</p>	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильные объяснения (в данном случае п. 1-4) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: формулы для	3

<p>силы F_m и F_e, правило левой руки (необязательно при наличии рисунка), второй закон Ньютона, сила Лоренца).</p> <p>Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.)</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт.</p> <p>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>И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения</p>	2
<p>Представлено решение, соответствующее одному из следующих случаев.</p> <p>Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к ответу, содержат ошибки.</p> <p>ИЛИ</p>	1



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
<i>Максимальный балл</i>	3

29

Каким должен быть радиус круговой орбиты искусственного спутника Земли для того, чтобы он все время находился над одной и той же точкой земной поверхности на экваторе? Выразите радиус спутника в радиусах Земли. Радиус Земли равен $R = 6371$ км. Масса Земли равна $6 \cdot 10^{24}$ кг.

Возможное решение	
1. Радиус орбиты стационарного спутника, выраженный через радиусы Земли, запишем как $r = nR$, где n – целое число. Период стационарного спутника равен $T = 24 \cdot 3600$ с.	
2. Движение происходит по окружности, значит $v = \frac{2\pi r}{T}$, $a = a_{ц} = \frac{v^2}{r}$	
Закон всемирного тяготения $F_T = G \frac{mM}{r^2}$	
3. Второй закон Ньютона: $F_m = ma_{ц}$, следовательно, скорость спутника на круговой орбите: $\frac{mv^2}{r} = G \frac{mM}{r^2} \Rightarrow v^2 = G \frac{M}{r}$	
4. Т.о. $\frac{4\pi^2 r^2}{T^2} = G \frac{M}{r}$, $r = \sqrt[3]{\frac{GMT^2}{4\pi^2}}$, $r \approx 4,2 \cdot 10^7$ м	
$n = r/R \approx 6,6 \approx 7$, $r \approx 7R$	
Ответ: $7R$	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>выражение радиуса орбиты через радиус земли, центростремительное ускорение, второй закон Ньютона, движение по окружности, закон всемирного тяготения</i>); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозна-	3

<p>чения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</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>	2
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</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</p>	1
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>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.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p>	1

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 180312



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 вышеуказанному критерию выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	3

30 В сосуде под поршнем находился воздух с относительной влажностью $\varphi = 80\%$. Объем воздуха изотермически уменьшили в 3 раза. Какая масса m_0 водяных паров была в сосуде, если после сжатия в нем осталось $m_1 = 10$ г водяных паров?

Возможное решение	
Относительная влажность равна $\varphi = \frac{p}{p_{\text{нп}}} 100\%$. В начальном состоянии парциальное давление пара в сосуде было равно $p_1 = \frac{\varphi}{100\%} p_{\text{нп}} = 0,8 p_{\text{нп}}$, где $p_{\text{нп}}$ – давление насыщенного пара.	
Согласное уравнению Менделеева-Клапейрона $p_1 = \frac{m_0}{MV} RT$, где T – температура пара, V – объем сосуда, M – молярная масса воды.	
После сжатия пар стал насыщенным, а его масса уменьшилась:	
$p_2 = p_{\text{нп}} = \frac{m_1}{M(\frac{V}{3})} RT.$	
Получаем $m_0 = 2,4 m_1 = 24$ г	
Ответ: $m_0 = 24$ г	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) Записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>относительная влажность и переход в насыщенное состояние пара; уравнение Менделеева-Клапейрона</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) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	3

<p>мых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</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>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</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</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>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.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения</p>	1



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
<i>Максимальный балл</i>	3

31 Проводящий плоский контур площадью $S = 200 \text{ см}^2$, в который включен конденсатор емкостью $C = 10 \text{ мкФ}$, расположен в однородном магнитном поле так, что вектор нормали к контуру образует с вектором магнитной индукции угол $\alpha = 60^\circ$. Изменение магнитной индукции во времени описывается уравнением $B = 2 \cdot 10^{-2} \cdot \cos(\frac{\pi}{4}t)$. Определите энергию конденсатора в момент времени $t = 2 \text{ с}$. Индуктивность контура пренебрежимо мала.

Возможное решение	
1. Магнитный поток, пронизывающий контур: $\Phi = BSc\cos\alpha$. Магнитный поток меняется при изменении магнитной индукции со временем.	
2. $\mathcal{E}_i = -\dot{\Phi} = -(BSc\cos\alpha)' = -B'Sc\cos\alpha = -(2 \cdot 10^{-2} \cdot \cos(\frac{\pi}{4}t))' \cdot Sc\cos\alpha = 2 \cdot 10^{-2} \sin(\frac{\pi}{4}t) \cdot \frac{\pi}{4} Sc\cos\alpha = \frac{1}{2} \cdot 10^{-2} S\pi c\cos\alpha \sin(\frac{\pi}{4}t)$.	
ЭДС индукции, возникшая в контуре и равномерно в нем распределенная, представляет собой напряжение на конденсаторе.	
3. Энергия конденсатора: $W = \frac{C\mathcal{E}_i^2}{2} = \frac{1}{2}C(\frac{1}{2} \cdot 10^{-2} S\pi c\cos\alpha \sin(\frac{\pi}{4}t))^2$.	
При $t = 2 \text{ с}$ имеем $\sin(\frac{\pi}{4}t) = \sin(\frac{\pi}{4} \cdot 2) = \sin\frac{\pi}{2} = 1$.	
Тогда $W = \frac{1}{8}C \cdot 10^{-2} (S\pi c\cos\alpha)^2 = 1,23 \cdot 10^{-9} \text{ Дж}$	
Ответ: $W = 1,23 \cdot 10^{-9} \text{ Дж}$	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае <i>формулы для магнитного потока, закона ЭДС индукции, энергии конденса-</i>	3

<p><i>тора</i>);</p> <p>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);</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>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</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
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее</p>	1



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
<i>Максимальный балл</i>	3

32

Определите смещение луча после прохождения через плоскопараллельную стеклянную пластину (расстояние между прямой, по которой идет падающий на пластину луч, и прямой, по которой идет прошедший пластину луч). Толщина пластины $d = 6$ см, показатель преломления стекла $n = 1,6$. Угол падения луча на пластину $\alpha = 60^\circ$.

Возможное решение

AB – падающий на пластину луч, BN – перпендикуляр в точке падения, α – угол падения, BC – преломленный луч, β – угол преломления, CM – перпендикуляр в точке падения луча на нижнюю грань пластины. Т.к. $CM \parallel BN$, то луч падает на нижнюю грань под углом β . На основании обратимости хода световых лучей можно утверждать, что луч выходит из пластины под углом α . Итак, $AB \parallel CL$, однако происходит смещение луча на расстояние CF.

Закон преломления в точке B: $\sin \alpha / \sin \beta = n$, $\sin \beta = (\sin \alpha) / n$, $\sin \beta = 0,54$, $\beta = 32,8^\circ$. $\angle KBF = \angle ABN = \alpha$ (как вертикальные углы), поэтому $\angle CBF = \alpha - \beta$.

Из треугольника CBK: $BC = BK / \cos \beta$. Из треугольника CBF смещение луча $CF = BC \sin \angle CBF = d \sin(\alpha - \beta) / \cos \beta = 3,3$ м.

Ответ: $CF = 3,3$ м.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: закон Ома для полной цепи и КЗ);</p> <p>II) сделан правильный рисунок с указанием хода лучей, их преломление и отражения;</p> <p>III) 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);</p> <p>IV) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>V) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пунктам II и III, 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 V, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	2



<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>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.</p> <p>ИЛИ</p> <p>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.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Представлен только правильный рисунок с указанием хода лучей в линзе</p>	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	3

