

**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 32 задания.

В заданиях 1–4, 8–10, 14, 15, 20, 25 и 26 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Ответ 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, 23 и 24 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.

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 приведённым ниже образцам, не разделяя числа пробелом, в бланк ответов № 1.

КИМ

Заряд ядра Z	Массовое число ядра A
38	94

Ответ: (14 ± 0,2) н. 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 гелиевой или капиллярной ручки.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. **Записи в черновике, а также в тексте контрольных измерительных материалов не учитываются при оценивании работы.**

Баллы, полученные Вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

После завершения работы проверьте, что ответ на каждое задание в бланках ответов №1 и №2 записан под правильным номером.

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 (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$



Соотношение между различными единицами

температура	0 К = -273 °С
атомная единица массы	1 а.е.м. = 1,66·10 ⁻²⁷ кг
1 атомная единица массы эквивалента	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = 1,6 · 10 ⁻¹⁹ Дж
1 астрономическая единица	1 а.е. = 150 000 000 км
1 световой год	1 св. год = 9,46 · 10 ¹⁵ м
1 парсек	1 пк = 3,26 св. года

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.

Астрономические величины

средний радиус Земли	R _З = 6370 км
радиус Солнца	R _С = 6,96 · 10 ⁸ м
температура поверхности Солнца	T = 6000 К

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 4,2·10 ³ Дж/(кг · К)	алюминия 900 Дж/(кг · К)
льда 2,1·10 ³ Дж/(кг · К)	меди 380 Дж/(кг · К)
железа 460 Дж/(кг · К)	чугуна 800 Дж/(кг · К)
свинца 130 Дж/(кг · К)	

Удельная теплота

парообразования воды	2,3 · 10 ⁶ Дж/кг
плавления свинца	2,5 · 10 ⁴ Дж/кг
плавления льда	3,3 · 10 ⁵ 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

Часть 1

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 пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1 Тело, двигаясь с места равноускоренно, проходит за четвертую секунду от начала движения 7 м. Какой путь пройдет тело за первые 10 с?

Ответ: _____ м.

2 По дну аквариума, заполненного водой, тянут с горизонтальной силой F = 400 Н брусок массой m = 3 кг. Какова сила трения, если объем бруска V = 0,002 м³, а коэффициент трения равен 0,3?

Ответ: _____ Н.

3 Расстояние от спутника до поверхности Земли равно радиусу Земли. Во сколько раз уменьшится сила притяжения спутника к Земле, если расстояние от него до поверхности Земли станет равным трём радиусам Земли?

Ответ: уменьшится в _____ раз.

4 Чему равно отношение длины первого математического маятника к длине второго, если за одно и то же время первый совершает 10, а второй 30 колебаний?

Ответ: _____.



5 Пуля движется горизонтально и пробивает доску. При этом скорость её движения уменьшается в 2,5 раза. Выберите **два** верных утверждения.

- 1) выполняется закон сохранения энергии
- 2) скорость пули уменьшается за счет работы силы тяжести
- 3) скорость пули уменьшается за счет работы силы трения
- 4) полная механическая энергия пули уменьшается
- 5) полная механическая энергия пули увеличивается

Ответ:

--	--

6 Теплоход переходит из устья Волги в соленое Каспийское море. При этом архимедова сила и сила тяжести, действующие на теплоход:

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

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

Архимедова сила	Сила тяжести

7 Тело бросили под углом 30° к горизонту с начальной скоростью V_0 .

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) скорость V тела в проекции на ось U при движении вверх
 Б) максимальная высота подъема

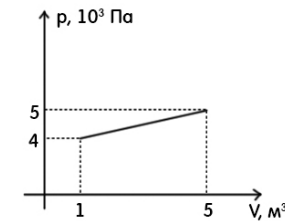
ФОРМУЛЫ

- 1) $(V_{0y})^2/2g$
- 2) $(V_0 \cdot \cos 30^\circ)^2/2g$
- 3) $V_{0y} - gt$
- 4) $V_{0y} + gt$

Ответ:

А	Б

8 На рисунке представлен график зависимости $p(V)$. Найдите работу, совершенную газом в процессе 1-2.



Ответ: _____ кДж.

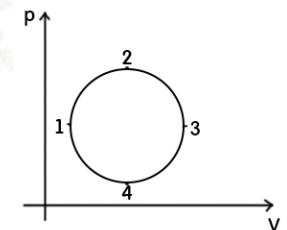
9 При изотермическом сжатии газ передал окружающим телам количество теплоты 800 Дж. Какую работу совершил газ?

Ответ: _____ Дж.

10 Во сколько раз увеличится КПД теплового двигателя, если при постоянной температуре холодильника 17 °С температуру нагревателя повысить со 127 °С до 447 °С?

Ответ: _____.

11 На рисунке изображена зависимость давления от объема $P(V)$, это циклический процесс. Он разбит на несколько отдельных процессов цифрами 1, 2, 3, 4. Выберите два верных утверждения об этом процессе.



- 1) Процесс 2-3 изотермический.
- 2) В процессе 2-3 работа положительна.
- 3) В процессе 1-2 работа положительна.
- 4) Точка 2 соответствует наибольшему объему.
- 5) Точка 1 соответствует наибольшему объему.

Ответ:

--	--



12 В вертикальном цилиндрическом сосуде под поршнем, который может передвигаться без трения, находится газ с постоянным количеством вещества. Как изменятся давление и плотность газа, если повысить его температуру в 2 раза?

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

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Плотность газа	Давление газа

13 На рисунке изображён длинный цилиндрический проводник, по которому протекает электрический ток. Направление тока указано стрелкой. Как направлен вектор магнитной индукции поля этого тока в точке С (*вправо, влево, от наблюдателя, к наблюдателю, вниз, вверх*)? Ответ запишите словом(-ами).



Ответ: _____.

14 В цепи из двух одинаковых последовательно включённых резисторов за час выделяется количество теплоты Q_1 , если к цепи подводится напряжение U . В цепи из пяти таких же резисторов, соединённых последовательно, за час выделяется количество теплоты Q_2 , если к этой цепи подводится напряжение $3U$. Чему равно отношение Q_2/Q_1 ?

Ответ: _____.

15 Мальчик находится на расстоянии 1 метр от зеркала. Каким станет расстояние между мальчиком и его изображением, если он отойдет от зеркала еще на 2 метра?

Ответ: _____ м.

16 Проводник в форме прямоугольника находится в однородном электрическом поле, направление которого можно увидеть на рисунке. Проводник разделяют на две части и электрическое поле отключают. Выберите два верных утверждения, которые соответствуют данной ситуации.



- 1) До разделения заряд был равномерно распределен по проводнику.
- 2) До разделения положительный заряд имела левая часть прямоугольника.
- 3) До разделения положительный заряд имела правая часть прямоугольника.
- 4) После разделения левый кубик стал заряжен отрицательно.
- 5) После разделения кубики их заряды стали равны нулю.

Ответ:

--	--

17 В электрической цепи, состоящей из источника тока и реостата, источник тока заменяют на другой, с той же ЭДС, но бо́льшим внутренним сопротивлением. Как изменяются при этом следующие физические величины: общее сопротивление цепи и напряжение на реостате?

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

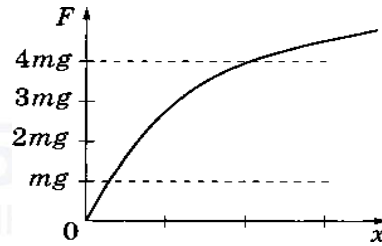
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Общее сопротивление цепи	Напряжение на реостате



23

Зависимость модуля силы упругости резинового жгута F от удлинения x изображена на графике. Период малых вертикальных колебаний груза массой m , подвешенного на резинового жгуте, равен T_0 .



Выберите два утверждения, соответствующих данному графику.

- 1) Для удлинения жгута закон Гука выполняется при всех используемых в опыте массах грузов.
- 2) Частота колебаний груза сначала увеличивается, а затем уменьшается.
- 3) При увеличении массы груза период его колебаний на резинового жгуте увеличивается.
- 4) Период T малых вертикальных колебаний груза массой $4m$ на этом жгуте удовлетворяет соотношению $T > 2T_0$.
- 5) Период T малых вертикальных колебаний груза массой $4m$ на этом жгуте удовлетворяет соотношению $T < 0,5T_0$.

Ответ:

--	--

24

Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о ярких звездах.

Наименование звезды	Температура поверхности, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Плотность по отношению к плотности воды
Альдебаран	3600	5,0	45	$7,7 \cdot 10^{-5}$
ε Возничего В	11 000	10,2	3,5	0,33
Капелла	5200	3,3	23	$4 \cdot 10^{-4}$
Ригель	11 200	40	138	$2 \cdot 10^{-5}$
Сириус А	9250	2,1	2,0	0,36
Сириус В	8200	1	$2 \cdot 10^{-2}$	$1,75 \cdot 10^6$
Солнце	6000	1,0	1,0	1,4
α Центавра А	5730	1,02	1,2	0,80

Выберите все утверждения, которые соответствуют характеристикам звезд, и укажите их номера.

- 1) Звезда Сириус А относится к звёздам главной последовательности на диаграмме Герцшпрунга – Рассела.
- 2) Звезда Ригель относится к сверхгигантам.
- 3) Наше Солнце имеет максимальную массу для звёзд главной последовательности на диаграмме Герцшпрунга – Рассела.
- 4) Звезда Сириус В относится к белым звёздам спектрального класса А.
- 5) Звезда α Центавра А относится к жёлтым карликам.

Ответ: _____.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 210405



vk.com/ege100ballov



Часть 2

Ответом к заданиям 25–26 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 Воздух нагревали в сосуде постоянного объёма. При этом абсолютная температура воздуха в сосуде повысилась в 4 раза, а его давление увеличилось в 2 раза. Оказалось, что кран у сосуда был закрыт плохо, и через него просачивался воздух. Во сколько раз уменьшилась масса воздуха в сосуде?

Ответ: _____ раза.

26 Карандаш совмещен с главной оптической осью тонкой собирающей линзы, его длина равна фокусному расстоянию линзы $f = 12$ см. Середина карандаша находится на расстоянии $2f$ от линзы. Рассчитайте длину изображения карандаша. Ответ выразите в см.

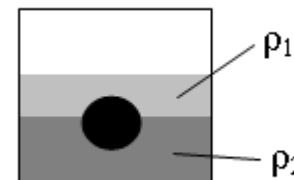
Ответ: _____ см.

27 На площадку падает зеленый свет от лазера. Лазер заменяют на другой, который генерирует красный свет. Мощность излучения, падающего на площадку, в обоих случаях одна и та же. Как меняется в результате такой замены число фотонов, падающих на площадку в единицу времени. Ответ поясните, указав какие физические закономерности Вы использовали для объяснения

Полное правильное решение каждой из задач 28–32 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.

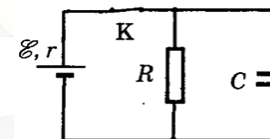
28 На какой высоте от поверхности планеты обращается искусственный спутник по круговой орбите со скоростью $5,7$ км/с. Радиус планеты равен 5700 км. Ускорение свободного падения на поверхности планеты 6 м/с².

29 На границе раздела двух несмешивающихся жидкостей, имеющих плотности $\rho_1 = 400$ кг/м³ и $\rho_2 = 800$ кг/м³, плавает шарик (см. рисунок). Какой должна быть плотность шарика ρ , чтобы выше границы раздела жидкостей была одна четверть его объема?



30 В комнате размерами $4 \times 3 \times 5$ м³, в которой воздух имеет температуру 20° С и относительную влажность 30% , включили увлажнитель воздуха производительностью $0,2$ л/ч. Сколько времени необходимо работать увлажнителю, чтобы относительная влажность воздуха в комнате повысилась до 65% ? Давление насыщенного водяного пара при температуре 20° С равно $2,33$ кПа. Комнату считать герметичным сосудом.

31 В электрической схеме, показанной рисунке, ключ K замкнут. ЭДС батарейки 24 В, сопротивление резистора 25 Ом, заряд конденсатора 2 мкКл. После размыкания ключа K , в результате разряда конденсатора, на резисторе выделяется количество теплоты 20 мкДж. Найдите внутреннее сопротивление батарейки.



32 Период свободных электромагнитных колебаний в идеальном колебательном контуре, состоящем из конденсатора и катушки индуктивности, равен $6,3$ мкс. Амплитуда колебаний силы тока $I_m = 5$ мА. В момент времени t сила тока в катушке равна 3 мА. Найдите заряд конденсатора в этот момент.



О проекте «Пробный ЕГЭ каждую неделю»

Данный ким составлен командой всероссийского волонтерского проекта «ЕГЭ 100баллов» <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_41259310
(также доступны другие варианты для скачивания)

ЕГЭ 100 БАЛЛОВ
ВСЕРОССИЙСКИЙ ШКОЛЬНЫЙ ПРОЕКТ
VK.COM/EGE100BALLOV



vk.com/ege100ballov



Система оценивания экзаменационной работы по физике

Задания 1–24

Задания 1–4, 8–10, 13–15, 19, 20, 22 и 23 части 1 и задания 25 и 26 части 2 оцениваются 1 баллом. Эти задания считаются выполненными верно, если правильно указаны требуемое число, два числа или слово.

Задания 5–7, 11, 12, 16–18 и 21 части 1 оцениваются 2 баллами, если верно указаны оба элемента ответа; 1 баллом, если допущена ошибка в указании одного из элементов ответа, и 0 баллов, если допущено две ошибки. Если указано более двух элементов (в том числе, возможно, и правильные), то ставится 0 баллов. Задание 24 оценивается 2 баллами, если указаны все верные элементы ответа; 1 баллом, если допущена одна ошибка (в том числе указана одна лишняя цифра наряду со всеми верными элементами или не записан один элемент ответа); 0 баллов, если допущено две ошибки. В заданиях 5, 11, 16 и 24 порядок записи цифр в ответе может быть различным.

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	100	14	3,6
2	3	15	6
3	4	16	34
4	9	17	22
5	34	18	34
6	33	19	016
7	31	20	25
8	18	21	23
9	-800	22	99,40,05
10	2,2	23	34
11	23	24	
12	23	25	2
13	отнаблюдателя	26	16

Критерии оценивания выполнения заданий с развёрнутым ответом

Решения заданий 27–32 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 экзаменуемым ответа выставляется от 0 до 2 баллов за задание 27 и от 0 до 3 баллов за задания 28 и 29–32.

27

На площадку падает красный свет от лазера. Лазер заменяют на другой, который генерирует зеленый свет. Мощность излучения, падающего на площадку, в обоих случаях одна и та же. Как меняется в результате такой замены число фотонов, падающих на площадку в единицу времени. Ответ поясните, указав какие физические закономерности Вы использовали для объяснения.

Возможное решение:

Свет, падающий на предмет, можно представить как поток фотонов с энергией $E_{\phi} = h\nu$. Частота зеленого света больше частоты красного света. Следовательно, энергия фотонов зеленого света больше, чем красного. Мощность светового излучения, падающего на площадку $P = \frac{E_{\phi} N}{t}$, где N – число фотонов, падающих на площадку за время t . По

условию задачи $P_{\kappa} = P_{\text{з}}$, тогда $\frac{h\nu_{\kappa} N_{\kappa}}{t} = \frac{h\nu_{\text{з}} N_{\text{з}}}{t}$, получим $\nu_{\kappa} N_{\kappa} = \nu_{\text{з}} N_{\text{з}}$,

$\frac{\nu_{\kappa}}{\nu_{\text{з}}} = \frac{N_{\text{з}}}{N_{\kappa}}$, учитывая, что $\nu_{\kappa} < \nu_{\text{з}}$, получим $N_{\kappa} > N_{\text{з}}$.

Следовательно, число фотонов уменьшается.

Ответ: число фотонов уменьшается.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: п. 1) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: <i>формула энергии фотонов, формула мощности светового излучения</i>).	3
Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков.	2



<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.) И (ИЛИ)</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт. И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. 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>	
<p>Представлено решение, соответствующее одному из следующих случаев. 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</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. ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, <u>приводящие к ответу</u>, содержат ошибки. ИЛИ</p> <p>Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи</p>	1

Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	3

28

На какой высоте от поверхности планеты обращается искусственный спутник по круговой орбите со скоростью 5,7 км/с. Радиус планеты равен 5700 км. Ускорение свободного падения на поверхности планеты 6 м/с².

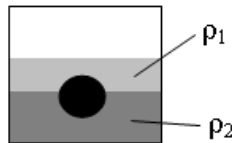
Возможное решение:	
<p>Согласно закону всемирного тяготения для спутника, вращающегося на высоте h от поверхности планеты $F = G \frac{Mm}{(R+h)^2} = ma_{\text{ц}} = \frac{mv^2}{R+h}$. Т.е.</p> <p>$v^2 = G \frac{M}{R+h}$. Ускорение свободного падения на поверхности планеты $g = G \frac{M}{R^2}$. Найдем отношение квадрата скорости на орбите к ускорению свободного падения на поверхности планеты $\frac{v^2}{g} = \frac{GM}{R+h} : \frac{GM}{R^2} = \frac{R^2}{R+h}$. Выразим высоту $h = \frac{gR^2}{v^2} - R$. Подставим численные значения:</p> <p>$h = \frac{6 \cdot (5,7 \cdot 10^6)^2}{(5,7 \cdot 10^3)^2} - 5,7 \cdot 10^6 = (6 - 5,7) \cdot 10^6 \text{ м} = 0,3 \cdot 10^6 \text{ м},$ $h = 300 \text{ км}.$ Ответ: $h = 300 \text{ км}.$</p>	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы: Г) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>закон всемирного тяготения, формула для центростремительного ускорения, для ускорения свободного падения на поверхности планеты</i>);</p>	2

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 210405



<p>II) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>III) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	1
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев. Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но допущена ошибка в ответе или в математических преобразованиях или вычислениях.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи</p>	
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла</p>	0
<i>Максимальный балл</i>	2

29 На границе раздела двух несмешивающихся жидкостей, имеющих плотности $\rho_1 = 400 \text{ кг/м}^3$ и $\rho_2 = 800 \text{ кг/м}^3$, плавает шарик (см. рисунок). Какой должна быть плотность шарика ρ , чтобы выше границы раздела жидкостей была одна четверть его объема?



Возможное решение:

Шарик и жидкости неподвижны в ИСО, связанной с Землей. Условие равновесия, согласно второму закону Ньютона, примет вид:
 $m\vec{g} + \vec{F}_{a1} + \vec{F}_{a2} = 0$, где $\vec{F}_{a1}, \vec{F}_{a2}$ силы Архимеда, действующие на объемы тела V_1, V_2 выше и ниже границы раздела жидкостей, соответственно.
 Так как объем тела $V = V_1 + V_2$, то для проекций можем записать

$\rho V g = \rho_1 V_1 g + \rho_2 V_2 g$, или $\rho V = \rho_1 V_1 + \rho_2 V_2$. Так как $V_1 = \frac{1}{4} V$, а $V_2 = \frac{3}{4} V$, то $\rho V = \frac{1}{4} \rho_1 V + \frac{3}{4} \rho_2 V$. Тогда плотность шарика $\rho = \frac{1}{4} \rho_1 + \frac{3}{4} \rho_2$. Подставим численные значения $\rho = \frac{400}{4} + \frac{3 \cdot 800}{4} = 700 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$. Ответ: 700 кг/м ³ .	
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>второй закон Ньютона, сила Архимеда</i>).</p> <p>II) сделан правильный рисунок с указанием сил, действующих на шарик, указано направление силы трения, действующей на доску;</p> <p>III) 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>IV) 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>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>	2



<p>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 V, или в нём допущена ошибка</p>	
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев. 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. 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</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0
<i>Максимальный балл</i>	3

30

В комнате размерами 4x3x5 м³, в которой воздух имеет температуру 20⁰ С и относительную влажность 30%, включили увлажнитель воздуха производительностью 0,2 л/ч. Сколько времени необходимо работать увлажнителю, чтобы относительная влажность воздуха в комнате повысилась до 65%? Давление насыщенного водяного пара при температуре 20⁰ С равно 2,33 кПа. Комнату считать герметичным сосудом.

Возможное решение:	
<p>Относительная влажность определяется парциальным давлением водяного пара и давлением насыщенного пара при этой же температуре $\varphi = \frac{p}{P_{нас}}$. За время работы увлажнителя с производительностью I испаряется масса воды $m = \rho It$. Тогда влажность в комнате станет $\varphi = \frac{p_1 + \Delta p}{P_{нас}} = \frac{p_1}{P_{нас}} + \frac{\Delta p}{P_{нас}} = \varphi_0 + \frac{\Delta p}{P_{нас}}$. Для водяного пара в комнате можем записать уравнение Менделеева-Клапейрона (так как пар является разреженным газом) $pV = \frac{m}{M}RT$. Откуда получим $\Delta p = \frac{\Delta m RT}{MV} = \frac{\rho It RT}{MV}$. Тогда $\varphi = \varphi_0 + \frac{\rho It RT}{MVP_{нас}}$, $\varphi - \varphi_0 = \frac{\rho It RT}{MVP_{нас}}$, $t = (\varphi - \varphi_0) \cdot \frac{MVP_{нас}}{\rho IRT}$. Подставим численные значения $t = (0,65 - 0,3) \cdot \frac{0,018 \cdot 2330 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 3}{1000 \cdot 0,2 \cdot 10^{-3} \cdot 8,31 \cdot 293} \approx 1,8 \text{ ч.}$ Ответ: $t \approx 1,8 \text{ ч.}$</p>	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>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>формулы для определения относительной влажности, массы испаряемой воды, уравнение Менделеева-Клапейрона</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, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p>	3

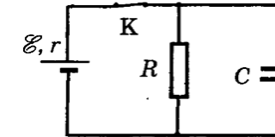
ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 210405



IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	
<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>И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> 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 данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	3

31

В электрической схеме, показанной рисунке, ключ К замкнут. ЭДС батареи 24 В, сопротивление резистора 25 Ом, заряд конденсатора 2 мкКл. После размыкания ключа К, в результате разряда конденсатора, на резисторе выделяется количество теплоты 20 мкДж. Найдите внутреннее сопротивление батареи.



Возможное решение:

Согласно закону Ома для полной цепи: $I = \frac{E}{r + R}$, напряжение на конденсаторе равно падению напряжения на резисторе, тогда, согласно закону Ома для участка цепи $U = IR = \frac{ER}{r + R}$. Количество теплоты, выделяющееся на резисторе после размыкания ключа: $Q = W_c = \frac{CU^2}{2} = \frac{qU}{2}$.

Тогда $U = \frac{2Q}{q}$.

Следовательно, $\frac{ER}{r + R} = \frac{2Q}{q}$, $r + R = \frac{ERq}{2Q}$, откуда получим

$$r = \frac{ERq}{2Q} - R = R \left(\frac{Eq}{2Q} - 1 \right). \text{ Тогда } r = 25 \cdot \left(\frac{24 \cdot 2 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 20 \cdot 10^{-6}} - 1 \right) = 5 \text{ Ом.}$$

Ответ: $r = 5 \text{ Ом.}$

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>1) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае:</p>	3



<p>формула для определения энергии конденсатора, закон Ома для полной цепи и для участка цепи);</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, которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</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 и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p>	1

<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 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>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0
<p><i>Максимальный балл</i></p>	3

32 Период свободных электромагнитных колебаний в идеальном колебательном контуре, состоящем из конденсатора и катушки индуктивности, равен 6,3 мкс. Амплитуда колебаний силы тока $I_m = 5$ мА. В момент времени t сила тока в катушке равна 3 мА. Найдите заряд конденсатора в этот момент.

Возможное решение:	
<p>1. Запишем закон сохранения энергии в колебательном контуре:</p> $\frac{LI_{max}^2}{2} = \frac{q^2}{2C} + \frac{LI^2}{2}$ $q^2 = (LI_{max}^2 - LI^2)C = LC(I_{max}^2 - I^2)$ $q = \sqrt{LC(I_{max}^2 - I^2)}$ <p>2. Период колебаний определяется формулой Томсона:</p> $T = 2\pi\sqrt{LC}, \text{ откуда получим } \sqrt{LC} = \frac{T}{2\pi}$ <p>3. $q = \frac{T}{2\pi} \sqrt{I_{max}^2 - I^2} = \frac{6.3 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 3.14} \cdot \sqrt{25 \cdot 10^{-6} - 9 \cdot 10^{-6}}$</p> $q \approx 4 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$ <p>Ответ: $q \approx 4 \cdot 10^{-9}$ Кл</p>	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы



<p>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>закон сохранения энергии в колебательном контуре, формула Томсона</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, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) 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 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</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и</p>	1

<p>достаточно для решения данной 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.</p>	
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0
<p>Максимальный балл</p>	3

В соответствии с Порядком проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам среднего общего образования (приказ Минпросвещения России и Рособрназора от 07.11.2018 № 190/1512, зарегистрирован Минюстом России 10.12.2018 № 52952)

«82. По результатам первой и второй проверок эксперты независимо друг от друга выставляют баллы за каждый ответ на задания экзаменационной работы ЕГЭ с развернутым ответом.

В случае существенного расхождения в баллах, выставленных двумя экспертами, назначается третья проверка. Существенное расхождение в баллах определено в критериях оценивания по соответствующему учебному предмету.

Эксперту, осуществляющему третью проверку, предоставляется информация о баллах, выставленных экспертами, ранее проверявшими экзаменационную работу».

Если расхождение составляет 2 или более балла за выполнение любого из заданий 25–32, то третий эксперт проверяет только те ответы на задания, которые вызвали столь существенное расхождение.

