

**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 Р А 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 <i>Z</i>	Массовое число ядра <i>A</i>
38	94

3 8 9 4

Ответ: (1,4 ± 0,2) н. 1 , 4 0 , 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	π=3,14
ускорение свободного падения на Земле	g = 10 м/с ²
гравитационная постоянная	G = 6,7 · 10 ⁻¹¹ Н · м ² /кг ²
универсальная газовая постоянная	R = 8,31 Дж/(моль · К)
постоянная Больцмана	k = 1,38 · 10 ⁻²³ Дж/К
постоянная Авогадро	N _A = 6 · 10 ²³ моль ⁻¹
скорость света в вакууме	c = 3 · 10 ⁸ м/с
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	k = $\frac{1}{4\pi\epsilon_0}$ = 9 · 10 ⁹ Н · м ² /Кл ²
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	e = 1,6 · 10 ⁻¹⁹ Кл
постоянная Планка	h = 6,6 · 10 ⁻³⁴ Дж · 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 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = 1,6 · 10 ⁻¹⁹ 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	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а. е. м.}$

Астрономические величины	
средний радиус Земли	$R_{\oplus} = 6370 \text{ км}$
радиус Солнца	$R_{\odot} = 6,96 \cdot 10^8 \text{ м}$
температура поверхности Солнца	$T = 6000 \text{ К}$

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 $4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$	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 $2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$	
плавления свинца $2,5 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$	
плавления льда $3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$	

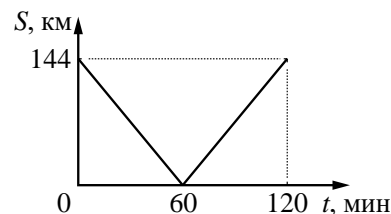
Нормальные условия: давление – 10^5 Па , температура – $0 \text{ }^\circ\text{C}$

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	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

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 Из двух городов навстречу друг другу с постоянной скоростью движутся два автомобиля. На графике показана зависимость расстояния между автомобилями от времени. Скорость второго автомобиля 25 м/с . С какой скоростью движется первый автомобиль?



Ответ: _____ м/с

2 Два маленьких шарика массой m каждый находятся на расстоянии R друг от друга и притягиваются с силой 2 Н . Какова будет сила гравитационного взаимодействия, если массу одного из них уменьшить в 2 раза, а расстояние между их центрами увеличить в 2 раза?

Ответ: _____ Н

3 Тело массой 200 г бросают с высоты 40 м со скоростью 10 м/с . Определить кинетическую энергию тела при ударе о землю. Соппротивлением воздуха пренебречь.

Ответ: _____ Дж

4 Определите давление внутри открытой цистерны, заполненной керосином, на глубине 2 м , при нормальном атмосферном давлении.

Ответ: _____ кПа

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 190930



5

На наклонной плоскости находится брусок массой 2 кг, для которого составили таблицу зависимости модуля силы трения от угла наклона плоскости к горизонту с погрешностью не более 0,01 Н. Основываясь на данных, приведенных в таблице, и используя закон сухого трения, выберите **два** верных утверждения

α , рад	0	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$F_{тр}$, Н	0	1,0	2,0	3,86	3,76	3,63	3,46	3,25	3,01	2,75	2,45	2,13

- Сила трения скольжения не зависит от угла наклона плоскости;
- При увеличении угла наклона от 0 до 0,1 рад сила трения покоя увеличивается;
- В случае, когда угол наклона плоскости составляет 0,1 рад, сила нормальной реакции опоры больше 10 Н;
- Коэффициент трения скольжения равен 0,5;
- Брусок покоится, когда угол наклона плоскости составляет 0,6 рад.

Ответ:

6

Подвешенный на пружине алюминиевый шар, совершает вертикальные свободные гармонические колебания. Шар заменили на другой (такого же объема, но сделанный из железа), оставив жесткость пружины и амплитуду колебаний неизменными. Как при этом изменились частота колебаний груза и максимальная потенциальная энергия пружины?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- увеличивается
- уменьшается
- не изменится

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

Частота колебаний груза	Максимальная потенциальная энергия пружины

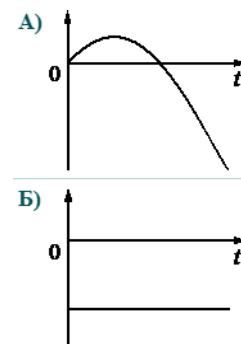
Ответ:

7

Изменение координаты тела, движущегося прямолинейно, задано функцией $x(t) = 5 + 2t - 3t^2$.

Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- Проекция перемещения S_x
- Проекция скорости v_x
- Модуль равнодействующей сил, действующих на тело
- Проекция ускорения a_x

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

Ответ:

A	B

8

Из контейнера с твердым литием изъяли 4 моль этого вещества. На сколько уменьшилось число атомов лития в контейнере?

Ответ: _____ 10^{23} атомов.

9

Одноатомному идеальному газу было передано количество теплоты 300 Дж, при этом его внутренняя энергия увеличилась на 100 Дж. Найти работу внешних сил над газом.

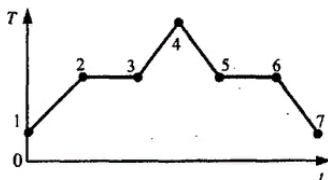
Ответ: _____ Дж.



10 В цилиндре под поршнем находится водяной пар при температуре 100°C и давлении 45 кПа. Каким будет давление пара в цилиндре, если его объём изотермически уменьшить в 4 раза? Давление насыщенных паров воды при 100°C равно нормальному атмосферному давлению.

Ответ: _____ кПа.

11 На рисунке изображен график зависимости температуры T вещества от времени t . В начальный момент времени вещество находилось в кристаллическом состоянии.



На основании анализа графика выберите **два** верных утверждения:

- 1) Внутренняя энергия тела в точке 5 равна внутренней энергии тела в точке 6.
- 2) Наибольшей внутренней энергией тело обладает в точке 4.
- 3) Участок 3-4 соответствует процессу нагревания газа.
- 4) На участке 2-3 нет притока энергии, поэтому температура не меняется.
- 5) Внутренняя энергия тела в процессе 4-5-6-7 все время уменьшалась.

Ответ:

--	--

12 В закрытом сосуде постоянного объёма при комнатной температуре долгое время находится влажный воздух. На стенках внутри сосуда видна обильная роса. Температуру воздуха медленно увеличили на 20 К. Роса на стенках сосуда при этом не пропала.

Как изменились при этом концентрация молекул водяного пара и относительная влажность воздуха в сосуде?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

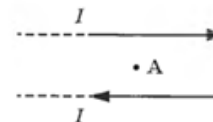
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменится

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

Концентрация молекул водяного пара	Относительная влажность воздуха в сосуде

13 На рисунке показаны два параллельных прямых проводника и направления токов в них. Сила тока в проводниках одинакова. Определите направление вектора магнитной индукции поля, созданного проводниками в точке А, расположенной в плоскости проводников посередине между ними?

Ответ запишите словом (словами): **вправо, влево, от наблюдателя, к наблюдателю, вниз, вверх.**



Ответ: _____

14 Два одинаковых маленьких металлических шарика с зарядами $q_1 = +3\text{нКл}$ и $q_2 = -7\text{нКл}$ находятся на большом расстоянии друг от друга. Во сколько раз уменьшится модуль сил их взаимодействия, если шарики привести в соприкосновение и затем их развести на прежнее расстояние?

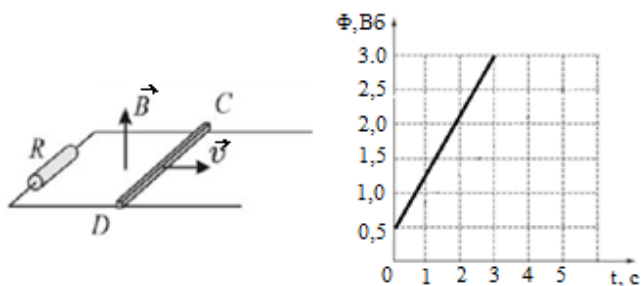
Ответ: в _____ раз (а).

15 В идеальном колебательном контуре напряжение между обкладками конденсатора меняется по закону $U_c = U_0 \cdot \cos \omega t$, где $U_0 = 3\text{В}$, $\omega = 4\pi \cdot 10^6 \text{с}^{-1}$. Определите период колебаний силы тока в контуре?

Ответ: _____ мкс.



16 Медную перемычку начинают перемещать с постоянной скоростью $v = 2 \text{ м/с}$ по параллельным горизонтальным рельсам, к концам которых подсоединен резистор сопротивлением 5 Ом (см. рисунок). Вся система находится в вертикальном однородном магнитном поле. Сопротивление перемычки и рельсов пренебрежимо мало, перемычка все время расположена перпендикулярно рельсам. Поток Φ вектора магнитной индукции через контур, образованный перемычкой, рельсами и резистором, изменяется с течением времени t так, как показано на графике.



- 1) К моменту времени $t=3 \text{ с}$ изменение магнитного потока через контур равно 3,0 Вб;
- 2) Модуль ЭДС индукции, возникающей в контуре, примерно равен 0,83 В;
- 3) Для поддержания движения перемычки к ней прикладывают силу, проекция которой на направление рельсов примерно равна 69 мН.
- 4) Индукционный ток в перемычке течет в направлении от точки D к точке C ;
- 5) Сила индукционного тока, текущего в перемычке, равна 83 мА;

Ответ:

--	--

17 Луч лазера зеленого цвета переходит из воды в воздух. Как изменяется при этом скорость света и его частота?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения. Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

ЕЁ ИЗМЕНЕНИЕ

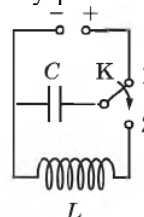
- А) скорость света
Б) частота

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

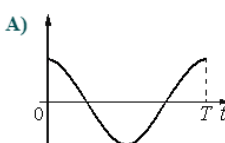
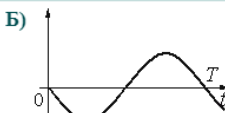
Ответ:

А	Б

18 Конденсатор колебательного контура длительное время подключен к источнику постоянного напряжения. В момент $t=0$ ключ K переводят из положения 1 в положение 2. Графики А и Б представляют изменения физических величин, характеризующих электромагнитные колебания в контуре после этого.



Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости 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
<p>А) </p> <p>Б) </p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Энергия электрического поля конденсатора 2) Энергия магнитного поля катушки 3) Заряд правой обкладки конденсатора 4) Сила тока в контуре

Ответ:

А	Б



24 Из приведенных ниже утверждений выберите *все* верные и укажите их номера.

- 1) Частота вращения Земли вокруг Солнца больше, чем у Венеры.
- 2) Луна притягивает Землю с такой же силой, с какой и Земля притягивает к себе Луну.
- 3) Период обращения Земли вокруг Солнца равен 356 суток.
- 4) Луна излучает свет.
- 5) Главный пояс астероидов находится между Марсом и Юпитером.

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.

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 При изобарном нагревании неону сообщили 4 кДж теплоты. Определите работу газа.

Ответ: _____ кДж.

26 В таблице показано, как изменялся заряд одной из обкладок конденсатора в идеальном колебательном контуре с течением времени при свободных колебаниях.

$t, 10^{-6} \text{ с}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$q, 10^{-6} \text{ Кл}$	2,0	1,42	0	-1,42	-2,0	-1,42	0	1,42	2,0	1,42

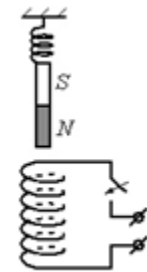
Вычислите индуктивность катушки контура, если емкость конденсатора равна 50 пФ. Ответ округлите до целого числа.

Ответ: _____ мГн

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

Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

27 Непосредственно над неподвижно закрепленной проволочной катушкой вдоль ее оси на пружине подвешен полосовой магнит (см. рисунок). Куда начнет двигаться магнит сразу после замыкания ключа? Ответ поясните, указав, какие физические явления и законы вы использовали для объяснения.

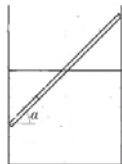


Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

28 Горизонтально летящий снаряд разрывается на два осколка. Первый осколок летит перпендикулярно к первоначальному направлению со скоростью 400 м/с, а второй – под углом 30° к горизонту со скоростью 800 м/с. Во сколько раз масса первого осколка больше массы второго осколка.

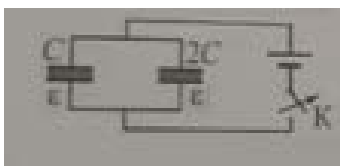


- 29 Однородная палочка массы m плавает в цилиндрическом сосуде, погружившись в воду наполовину (см. рисунок). С какой силой она давит на стенки сосуда? Угол наклона палочки к горизонтали α . Трение между палочкой и стенками отсутствует.



- 30 Два одинаковых теплоизолированных сосуда с жесткими стенками соединены короткой трубкой с краном. Объем каждого сосуда $V = 1 \text{ м}^3$. В первом сосуде находится $\nu_1 = 1$ моль гелия при температуре $T_1 = 400 \text{ К}$; во втором – $\nu_2 = 3$ моль аргона при температуре T_2 . Кран открывают. После установления равновесного состояния, давление в сосудах $p = 5,4 \text{ кПа}$. Определите первоначальную температуру аргона T_2 .

- 31 Два плоских конденсатора емкостью C и $2C$ соединили параллельно и зарядили до напряжения U . Пространство между их обкладками заполнено жидким диэлектриком с диэлектрической проницаемостью ϵ . Затем ключ K разомкнули, отключив конденсаторы от источника (см. рисунок). Какой станет разность потенциалов между обкладками левого конденсатора, если из правого конденсатора, после размыкания ключа, вытечет диэлектрик?



- 32 Фотоэлектроны, выбитые рассеянным светом частоты $\nu = 6,7 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$ из металла с работой выхода $A_{\text{вых}} = 1,89 \text{ эВ}$, попадают в однородное электрическое поле. Какова напряженность поля E , если длина тормозного пути фотоэлектронов, чья начальная скорость максимальна и направлена вдоль силовых линий поля E , составляет $8,75 \text{ мм}$?

Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.

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_39951777
 (также доступны другие варианты для скачивания)

Список источников:

- варианты ЕГЭ основная волна 2019

Корректоры варианты:

Михаил Кузьмин <https://vk.com/mukuzmin1986>

СОСТАВИТЕЛЬ ВАРИАНТА:	
ФИО:	Вахнина Светлана Васильевна
Предмет:	физика
Стаж:	11 лет
Аккаунт ВК:	https://vk.com/id249117870
Сайт и доп. информация:	https://vk.com/examcourses



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	15	14	5,25
2	0,25	15	0,5
3	90	16	23/32
4	116	17	13
5	23/32	18	34
6	21	19	83211
7	14	20	75
8	24	21	33
9	-200	22	3,20,1
10	100	23	25
11	25	24	25
12	13	25	1,6
13	От наблюдателя	26	32

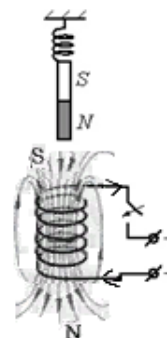
Критерии оценивания выполнения заданий с развёрнутым ответом

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

Непосредственно над неподвижно закрепленной проволочной катушкой вдоль ее оси на пружине подвешен полосовой магнит (см. рисунок). Куда начнет двигаться магнит сразу после замыкания ключа? Ответ поясните, указав, какие физические явления и законы вы использовали для объяснения.

Возможное решение:



Когда ключ разомкнут, магнит весит неподвижно, выполняется условие равновесия: $F_{\text{упр}} = mg$. После замыкания ключа, в катушке потечет ток от плюса к минусу. С помощью правила правой руки определим направление линий магнитного поля катушки с током. Вектор магнитной индукции (вдоль оси катушки) будет направлен вниз. Катушка будет вести себя как полосовой магнит. Так как линии магнитного поля выходят из северного полюса магнита, то нижний край катушки будет выполнять роль северного полюса, а верхний – южного полюса магнита. Разноименные полюса магнитов притягиваются, следовательно, магнит будет двигаться вниз.

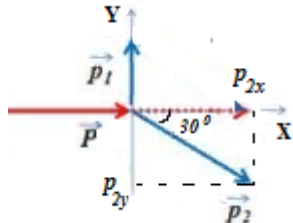


Ответ: магнит начнет двигаться вниз.	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: п. 1) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: условие равновесия груза на пружине, <i>правило правой руки, определение полюсов у катушки, свойства магнитов</i>).	3
<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 и не зачёркнуты.</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>	1

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
<i>Максимальный балл</i>	
	3

28 Горизонтально летящий снаряд разрывается на два осколка. Первый осколок летит перпендикулярно к первоначальному направлению со скоростью 400 м/с, а второй – под углом 30° к горизонту со скоростью 800 м/с. Во сколько раз масса первого осколка больше массы второго осколка.

Возможное решение:



Запишем закон сохранения импульса: $\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$, где p_1, p_2 - импульсы первого и второго осколков. Спроецируем данное выражение на оси:

X: $p = p_{1x} + p_{2x} = p_{2x} = p_2 \cdot \cos 30^0$

Y: $0 = p_{1y} + p_{2y} = m_1 v_1 - m_2 v_2 \sin 30^0$, где m_1, m_2 - массы первого и второго осколков, \vec{v}_1, \vec{v}_2 - их скорости после того, как снаряд разорвался.

Найдем отношение масс из уравнения проекции на ось Y:

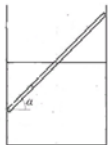
$$m_1 v_1 = m_2 v_2 \sin 30^0, \quad \frac{m_1}{m_2} = \frac{v_2 \sin 30^0}{v_1} = \frac{800 \cdot 0,5}{400} = 1.$$

Ответ: $m_1 / m_2 = 1$.



Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>закон сохранения импульса в векторной форме и через проекции</i>); II) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); III) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	2
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. ИЛИ 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	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	2

29 Однородная палочка массы m плавает в цилиндрическом сосуде, погружившись в воду наполовину (см. рисунок). С какой силой она давит на стенки сосуда? Угол наклона палочки к горизонтали α . Трение между палочкой и стенками отсутствует.



Возможное решение:

Запишем условия равновесия: первый закон Ньютона и правило моментов относительно точки O:

$$\vec{N}_1 + \vec{N}_2 + m\vec{g} + \vec{F}_a = 0, \text{ где } \vec{N}_1, \vec{N}_2 \text{ — силы нормальной реакции}$$

опоры палочки о стенки сосуда, \vec{F}_a — сила Архимеда, действующая на погруженную в воду часть палочки.

В проекциях на оси получим:

X: $N_2 = N_1$ (1)
 Y: $F_a = mg$ (2)

$$F_a \cdot \frac{L}{4} \cdot \cos \alpha - mg \cdot \frac{L}{2} \cdot \cos \alpha + N_2 \cdot L \cdot \sin \alpha = 0 \text{ (правило моментов).}$$

Выразим из правила моментов N_2 :

$$N_2 = \frac{2mg \cdot \cos \alpha - F_a \cos \alpha}{4 \cdot \sin \alpha} = \frac{ctg \alpha}{4} (2mg - F_a), \text{ учтем равенство}$$

(2) и получим выражение: $N = N_2 = N_1 = \frac{mg}{4} \cdot ctg \alpha$

Ответ: $N = \frac{mg}{4} \cdot ctg \alpha$

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы:	3



<p>I) Записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>первый закон Ньютона, правило моментов</i>).</p> <p>II) сделан правильный рисунок с указанием сил, действующих на шайбу, 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>	
<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, 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 V, 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>	1

<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 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>Максимальный балл</p>	3

30

Два одинаковых теплоизолированных сосуда с жесткими стенками соединены короткой трубкой с краном. Объем каждого сосуда $V = 1 \text{ м}^3$. В первом сосуде находится $\nu_1 = 1$ моль гелия при температуре $T_1 = 400 \text{ К}$; во втором – $\nu_2 = 3$ моль аргона при температуре T_2 . Кран открывают. После установления равновесного состояния, давление в сосудах $p = 5,4 \text{ кПа}$. Определите первоначальную температуру аргона T_2 .

Возможное решение:

Так как сосуды теплоизолированные, то отсутствует теплообмен газов с окружающими телами. Суммарный объем газов не меняется, тогда, пренебрегая работой сил вязкого трения, возникающих при перетекании газов при их смешивании, можно сделать вывод, что газы не совершают работы над внешними телами. Следовательно, согласно первому закону термодинамики, суммарная внутренняя энергия смеси газов сохраняется: $U_1 + U_2 = U'_1 + U'_2$, где U_1, U'_1 – внутренняя энергия гелия до и после открытия крана соответственно, U_2, U'_2 – внутренняя энергия аргона до и после открытия крана.

$$\frac{3}{2} \nu_1 RT_1 + \frac{3}{2} \nu_2 RT_2 = \frac{3}{2} \nu_1 RT + \frac{3}{2} \nu_2 RT, \text{ где } T - \text{температура смеси газов.}$$

Выполнив преобразования, получим $T = \frac{\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2}{\nu_1 + \nu_2}$. (1)

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 190930



Найдем давление смеси газов. Согласно закону Дальтона: $p = p_1 + p_2$, где p_1, p_2 – парциальные давления газов. Из уравнения Менделеева-Клапейрона получим выражение для парциальных давлений газов: $p_1 2V = \nu_1 RT$, $p_2 2V = \nu_2 RT$. Откуда $p_1 = \frac{\nu_1 RT}{2V}$, $p_2 = \frac{\nu_2 RT}{2V}$. Подставим в формулу для давления смеси газов $p = (\nu_1 + \nu_2) \frac{RT}{2V}$. Выразим температуру смеси: $T = \frac{2pV}{(\nu_1 + \nu_2)R}$. Подставим в формулу (1): $\frac{2pV}{(\nu_1 + \nu_2)R} = \frac{\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2}{\nu_1 + \nu_2}$; $\frac{2pV}{R} = \nu_1 T_1 + \nu_2 T_2$; $T_2 = \frac{2pV}{\nu_2 R} - \frac{\nu_1 T_1}{\nu_2} = \frac{2pV - \nu_1 RT_1}{\nu_2 R}$; Подставим численные значения физических величин: $T_2 = \frac{2 \cdot 5,4 \cdot 10^3 \cdot 1 - 1 \cdot 400 \cdot 8,31}{3 \cdot 8,31} \approx 300 K$.

Ответ: $T_2 = 300 K$.

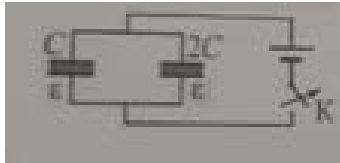
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае <i>закон сохранения энергии смеси газов, закон Дальтона, формула для определения внутренней энергии одноатомного газа, 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);	3

IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков. 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	2
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	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	3



31

Два плоских конденсатора емкостью C и $2C$ соединили параллельно и зарядили до напряжения U . Пространство между их обкладками заполнено жидким диэлектриком с диэлектрической проницаемостью ε . Затем ключ K разомкнули, отключив конденсаторы от источника (см. рисунок). Какой станет разность потенциалов между обкладками левого конденсатора, если из правого конденсатора, после размыкания ключа, вытечет диэлектрик?



Возможное решение:

Конденсаторы соединены параллельно, то их общая емкость будет равна $C_{01} = C + 2C = 3C$, так как конденсаторы зарядили до напряжения U , то напряжение на пластинах конденсаторов $U_1 = U_2 = U$. Суммарный заряд двух конденсаторов будет равен: $q = 3CU$.

После размыкания ключа суммарный заряд останется неизменным, после вытекания диэлектрика суммарная емкость станет равна

$$C_{02} = C + \frac{2C}{\varepsilon} = \frac{C(\varepsilon + 2)}{\varepsilon}. \text{ Напряжение будет равно}$$

$$U' = \frac{q}{C_{02}} = \frac{3CU\varepsilon}{C(\varepsilon + 2)} = \frac{3\varepsilon}{\varepsilon + 2}U.$$

Ответ: $U' = \frac{3\varepsilon}{\varepsilon + 2}U.$

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>формула для определения полной емкости цепи, заряда и напряжения при параллельном соединении конденсаторов</i>); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений кон-</i>	3

<p><i>стант, указанных в варианте КИМ, обозначений, 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>	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>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>	
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> 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>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>	1

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 190930



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

Фотоэлектроны, выбитые рассеянным светом частоты $\nu = 6,7 \cdot 10^{14}$ Гц из металла с работой выхода $A_{\text{вых}} = 1,89$ эВ, попадают в однородное электрическое поле. Какова напряженность поля E , если длина тормозного пути фотоэлектронов, чья начальная скорость максимальна и направлена вдоль силовых линий поля E , составляет $8,75$ мм?

Возможное решение:

Согласно уравнению Эйнштейна $h\nu = A_{\text{вых}} + \frac{mv_0^2}{2}$, где v_0 - максимальная скорость фотоэлектрона после того как он покинул металл, m - масса электрона. Тогда $v_0^2 = \frac{2(h\nu - A_{\text{вых}})}{m}$ (1). Согласно закону изменения кинетической энергии: $\Delta E_k = A$, попав в электрическое поле вдоль линий вектора напряженности, электрон будет тормозиться полем, так как на него будет действовать сила: $F = Eq$, направленная в противоположную сторону вектора E (q - заряд электрона). Тогда работа электрического поля $A = Fs$, где s - тормозной путь. Так как электрон останавливается и конечная кинетическая энергия будет равна нулю, получим $\Delta E_k = \frac{mv_0^2}{2} = Eqs$, выразим напряженность:

$$E = \frac{v_0^2 m}{2qs}$$

подставим выражение для квадрата скорости (1):

$$E = \frac{2(h\nu - A_{\text{вых}})m}{2mqs} = \frac{h\nu - A_{\text{вых}}}{qs}$$

Подставим численные значения:

$E = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 6,7 \cdot 10^{14} - 1,89 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{1,6 \cdot 10^{19} \cdot 8,75 \cdot 10^{-3}} \approx 100 \text{ Н / Кл.}$	
Ответ: $E \approx 100 \text{ Н / Кл.}$	
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>уравнение Эйнштейна, закон изменения кинетической энергии, формулу напряженности электрического поля; силы, действующей на заряд; работы электрического поля</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>	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 объеме 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>	2

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 190930



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

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.

В соответствии с Порядком проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам среднего общего образования (приказ Минпросвещения России и Рособнадзора 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».

