**Вариант №3**

**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.

**Бланк**

**КИМ**

В заданиях 1–4, 8–10, 14, 15, 20, 25–27 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.

|  |  |
| --- | --- |
| Ответ:      –2,5м/с2*.* | ФИ-3 |

Ответом к заданиям 5–7, 11, 12, 16–18, 21, 23 и 24 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 |

 |  |

**Бланк**

**КИМ**

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.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|

|  |  |
| --- | --- |
| Ответ: | Вправо |

. | ФИ13-01 |

**Бланк**

**КИМ**

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.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|

|  |  |
| --- | --- |
| Заряд ядра Z  | Массовое число ядра A |
| 38 | 94 |

  | ФИ19-01 |
| Ответ: ( 1*,*4  ± 0,2 ) Н.  | ФИ22-01 |

**Бланк**

Ответ к заданиям 28–32 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 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, чтобы ответ на каждое задание в бланках ответов № 1 и № 2 был 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 | 109 | санти | с | 10–2 |
| мега | М | 106 | милли | м | 10–3 |
| кило | к | 103 | микро | мк | 10–6 |
| гекто | г | 102 | 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/с2 |
| гравитационная постоянная | *G* = 6,7·10–11 Нм2/кг2 |
| универсальная газовая постоянная |  = 8,31 Дж/(мольК) |
| постоянная Больцмана |  = 1,3810–23 Дж/К |
| постоянная Авогадро | А = 61023 моль–1 |
| скорость света в вакууме | *с* = 3108 м/с |
| коэффициент пропорциональности в законе Кулона |  = = 9109 Нм2/Кл2 |
| модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)  |  = 1,610–19 Кл |
| постоянная Планка |  = 6,610–34 Джс |

|  |
| --- |
| ***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 эквивалентна | 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 ≈ 9,461015 м |
| 1 парсек  | 1 пк ≈3,26 св. года |

|  |  |
| --- | --- |
| ***Масса частиц*** |  |
| электрона | 9,1⋅10–31кг ≈ 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 |  км |
| радиус Солнца  |  м |
| температура поверхности Солнца | *T* = 6000 К |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ***Плотность*** |  | подсолнечного масла | 900 кг/м3 |
| воды | 1000 кг/м3 | алюминия | 2700 кг/м3 |
| древесины (сосна) |  400 кг/м3 | железа | 7800 кг/м3 |
| керосина |  800 кг/м3 | ртути | 13 600 кг/м3 |

|  |  |
| --- | --- |
| ***Удельная*** ***теплоёмкость*** |  |
| воды | 4,2⋅103  | Дж/(кг⋅К) | алюминия | 900 | Дж/(кг⋅К) |
| льда | 2,1⋅103 | Дж/(кг⋅К) | меди | 380 | Дж/(кг⋅К) |
| железа | 460  | Дж/(кг⋅К) | чугуна | 500 | Дж/(кг⋅К) |
| свинца |  130 | Дж/(кг⋅К) |  |  |
|  |  |  |  |  |
| ***Удельная*** ***теплота*** |  |
| парообразования воды | 2,3⋅106 Дж/кг |
| плавления свинца | 2,5⋅104 Дж/кг  |
| плавления льда | 3,3⋅105 Дж/кг  |

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

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ***Молярная маcса*** |  |  |  |
| 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 пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.***

**1**

|  |
| --- |
| 1_А1 |

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**

**3**

При исследовании зависимости силы трения скольжения *F*тр от силы нормального давления *F*д были получены следующие данные:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| *F*тр, Н | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 |
| *F*д, Н | 2,0 | 4,0 | 6,0 | 8,0 |

Определите по результатам исследования коэффициент трения скольжения.

Ответ: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

Два тела движутся по взаимно перпендикулярным пересекающимся прямым, как показано на рисунке. Модуль импульса первого тела *р*1 = 4 кг⋅м/с, а второго тела *р*2 = 3 кг⋅м/с. Чему равен модуль импульса системы этих тел после их абсолютно неупругого удара?

Ответ: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ кг⋅м/с.

**4**

С использованием нити ученик зафиксировал рычаг. Какова масса подвешенного к рычагу груза, если сила натяжения нити равна 3 Н?

Ответ: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ кг.

**5**

Автомобиль массой 3 т проезжает верхнюю точку выпуклого моста, радиус кривизны которого равен 40 м, двигаясь с постоянной скоростью 36 км/ч. Из приведённого ниже списка выберите **два** правильныхутверждения, характеризующие движение автомобиля.

|  |  |
| --- | --- |
| 1) | Сила, с которой мост действует на автомобиль, меньше 30000 Н и направлена вертикально вверх. |
| 2) | Сила, с которой автомобиль действует на мост, направлена вертикально вверх. |
| 3) | Сила тяжести, действующая на автомобиль, равна 25000 Н. |
| 4) | Сумма сил, действующих на автомобиль, направлена вертикально вниз и перпендикулярна скорости автомобиля. |
| 5) | Центростремительное ускорение автомобиля равно 22,5 м/с2. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Ответ: |  |  |

**6**

На равномерно вращающемся диске находится брусок. Брусок неподвижен относительно диска. Как изменятся скорость бруска и сила трения между бруском и диском, если угловая скорость вращения диска увеличится, а брусок останется на том же месте диска?

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.

|  |  |
| --- | --- |
| Скорость бруска | Сила трения, действующая на брусок |
|  |  |

**7**

|  |
| --- |
|  |

Груз, привязанный к нити, в момент *t* = 0 вышел с начальной скоростью  из состояния равновесия (см. рисунок). На графиках А и Б показано изменение физических величин, характеризующих движение груза 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 второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ГРАФИКИ |  | ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ |
|

|  |  |
| --- | --- |
| А) |  |
| Б) |  |

 |  |

|  |  |
| --- | --- |
| 1) | координата груза *х* |
| 2) | проекция скорости груза *υх* |
| 3) | кинетическая энергиягруза *Е*к |
| 4) | потенциальная энергиягруза *Е*п |

 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Ответ: | А | Б |
|  |  |

**8**

Концентрация атомов гелия, находящегося в сосуде под подвижным поршнем, увеличилась в 6 раз. Давление газа при этом возросло в 2 раза. Во сколько раз уменьшилась при этом средняя кинетическая энергия теплового движения атомов гелия?

Ответ: в \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ раз(а).

**9**

Внутренняя энергия 3 молей одноатомного идеального газа уменьшилась на 600 Дж, при этом внешние силы совершили над ним работу 200 Дж. Какое количество теплоты отдал газ?

Ответ: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Дж.

**10**

Относительная влажность воздуха в закрытом сосуде под поршнем
равна 35%. Какой будет относительная влажность воздуха в сосуде, если при неизменной температуре его объём за счёт движения поршня уменьшить
в 3 раза?

Ответ: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ %.

**11**

|  |
| --- |
| 1315_А10 |

На рисунке показан график циклического процесса, проведённого с одноатомным идеальным газом, в координатах *V-Т*, где *V* – объем газа, *Т* – абсолютная температура газа. Количество вещества газа постоянно.

Из приведенного ниже списка выберите **два** правильныхутверждения, характеризующие процессы на графике, и укажите их номера.

|  |  |
| --- | --- |
| 1) | В состоянии *В* концентрация газа максимальна. |
| 2) | В процессе *АВ* газ получает некоторое количество теплоты. |
| 3) | В процессе *ВС* внутренняя энергия газа остается неизменной. |
| 4) | Давление газа в процесс *СD* постоянно, при этом газ совершает положительную работу. |
| 5) | В процессе *DA* давление газа изохорно увеличивается. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Ответ: |  |  |

**12**

На рисунках приведены графики А и Б двух процессов: 1–2 и 3–4, происходящих с 1 моль неона. Графики построены в координатах *V–T* и *p–T*, где *p –* давление; *V –* объём и *T –* абсолютная температура газа. Установите соответствие между графиками и утверждениями, характеризующими изображённые на графиках процессы.

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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ГРАФИКИ |  | УТВЕРЖДЕНИЯ |
|

|  |  |
| --- | --- |
| А) | 1402_В3_1 |
| Б) | 1402_В3_2 |

 |  |

|  |  |
| --- | --- |
| 1) | Над газом совершают работу, при этом его внутренняя энергия увеличивается. |
| 2) | Газ получает положительное количество теплоты, при этом его внутренняя энергия увеличивается.  |
| 3) | Газ получает положительное количество теплоты и совершает работу. |
| 4) | Внутренняя энергия газа уменьшается, при этом газ отдаёт положительное количество теплоты. |

 |
| Ответ: | А | Б |
|  |  |

**13**

На рисунке представлено расположение двух неподвижных точечных электрических зарядов: –*q* и +2*q*. Как направлен (***вправо, влево, вверх, вниз,
к наблюдателю, от наблюдателя***) вектор напряжённости суммарного электрического поля этих зарядов в точке *А*? *Ответ запишите словом (словами).*

|  |
| --- |
|  |

Ответ: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

**14**

На сколько увеличится сопротивление участка цепи АВ, изображенного на рисунке, если ключ К разомкнуть? Сопротивление каждого резистора равно 4 Ом.

Ответ: на\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Ом.

**15**

За  с магнитный поток, пронизывающий проволочную рамку, равномерно уменьшается от некоторого значения  до нуля. При этом
в рамке генерируется ЭДС, равная 2 мВ. Определите начальный магнитный поток  через рамку.

Ответ: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ мВб.

**16**

На рисунке приведён график зависимости силы тока от времени в колебательном контуре, образованном конденсатором и катушкой, индуктивность которой равна 0,3 Гн. Из приведенного ниже списка выберите **два** правильныхутверждения и укажите их номера.



|  |  |
| --- | --- |
| 1) | Период электромагнитных колебаний равен 5 мс. |
| 2) | Максимальное значение энергии электрического поля конденсатора равно 0,9 мкДж. |
| 3) | В момент времени 3 мс заряд конденсатора равен нулю. |
| 4) | В момент времени 4 мс энергия магнитного поля катушки достигает своего минимума. |
| 5) | За первые 6 мс энергия магнитного поля катушки достигла своего максимума 2 раза. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Ответ: |  |  |

**17**

По проволочному резистору течёт ток. Как изменятся при уменьшении длины проволоки в 4 раза и увеличении силы тока вдвое тепловая мощность, выделяющаяся на резисторе, и его электрическое сопротивление?

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.

|  |  |
| --- | --- |
| Тепловая мощность, выделяющаяся на резисторе | Электрическое сопротивление резистора  |
|  |  |

**18**

Заряженная частица массой *m*, несущая положительный заряд *q*, движется перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля  по окружности со скоростью  Действием силы тяжести пренебречь.

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) | индукция магнитного поля |
| Б) | период обращения частицыпо окружности |

 |  |

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

 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Ответ: | А | Б |
|  |  |

**19**

Ядро Ra испытывает a-распад, при этом образуются a-частица и ядро элемента . Каковы заряд образовавшегося ядра Z (в единицах элементарного заряда) и его массовое число A?

|  |  |
| --- | --- |
| Заряд ядра Z  | Массовое число ядра A |
|  |  |

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

**20**

Частота красного света в 2 раза меньше частоты фиолетового света. Во сколько раз импульс фотона красного света меньше импульса фотона фиолетового света?

Ответ: в \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ раз(а).

**21**

На установке, представленной на фотографиях (рис. *а* – общий вид; рис. *б* – фотоэлемент), исследовали зависимость кинетической энергии фотоэлектронов от частоты падающего света. Для этого в прорезь осветителя помещали различные светофильтры и измеряли запирающее напряжение.
В первой серии опытов использовался светофильтр, пропускающий только жёлтый свет, а во второй – пропускающий только синий свет.

 Рис. *а* Рис. *б*

 Как изменяются частота световой волны и работа выхода при переходе от первой серии опытов ко второй? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения.

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

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

|  |  |
| --- | --- |
| Частота световой волны, падающей на фотоэлемент | Работа выхода материала катода фотоэлемента |
|  |  |

**22**

Для того чтобы более точно измерить массу одной шайбы, на электронные весы положили 40 шайб. Масса всех шайб оказалось равной (16,0 ± 2,0) г. Чему равна масса одной шайбы по результатам этих измерений?

Запишите ответ с учетом погрешностей измерений.

Ответ: (\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ ± \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_) г.

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

**23**

Необходимо экспериментально изучить зависимость силы Архимеда, действующей на тело, погружённое в жидкость, от плотности жидкости.

Какие **две** установки следует использовать для проведения такого исследования?

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1) |  E18 | 4) |         E18  |
| 2) |  E18 | 5) | E18 |
| 3) | E18 |  |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Ответ: |  |  |

**24**

**24**

Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о ярких звёздах.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование звезды | Температура поверхности, К | Масса(в массах Солнца) | Радиус(в радиусах Солнца) | Средняя плотность по отношению к плотности воды |
| Альдебаран | 3600 | 5,0 | 45 | 7,7 · 10–5 |
| ε Возничего В | 11 000 | 10,2 | 3,5 | 0,33 |
| Ригель | 11 200 | 40 | 138 | 2 · 10–5 |
| Сириус A | 9250 | 2,1 | 2,0 | 0,36 |
| Сириус B | 8200 | 1,0 | 0,01 | 1,75 · 106 |
| Солнце | 6000 | 1,0 | 1,0 | 1,4 |
| α Центавра А | 5730 | 1,02 | 1,2 | 0,80 |

Выберите **два** утверждения, которые соответствуют характеристикам звёзд.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1) | Наше Солнце имеет максимальную массу для звезд главной последовательности на диаграмме Герцшпрунга-Рессела. |  |
| 2) | Звезда Альдебаран относится к красным гигантам. |  |
| 3) | Звезда Сириус А относится к звездам главной последовательности на диаграмме Герцшпрунга-Рессела. |  |
| 4) | Звезда Ригель относится к белым карликам. |  |
| 5) | Звезда Сириус В относится к звездам главной последовательности на диаграмме Герцшпрунга-Рессела |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 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 пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.***

**25**

Груз массой *M* соединен с более легким бруском массой *m* = 300 г невесомой и нерастяжимой нитью, перекинутой через невесомый идеальный блок (см. рис.).



Чему равна масса груза *M*, если модуль ускорения бруска равен 4 м/с2? Сопротивление воздуха пренебречь.

Ответ: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Н

**26**

|  |
| --- |
| 1412_А24 |

На рисунке изображён вектор напряжённости электрического поля в точке *С*, которое создано двумя точечными зарядами: *qA* и *qB*. Чему равен заряд *qB*, если заряд *qA* равен −2 нКл?

Ответ: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ нКл

**27**

На дифракционную решётку, имеющую 400 штрихов на 1 мм, перпендикулярно её поверхности падает луч света, длина волны которого равна 470 нм. Каков максимальный порядок дифракционного максимума, доступного для наблюдения?

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.*** |

***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**

Стеклянный сосуд, содержащий влажный воздух при  °С, плотно закрыли крышкой и нагрели до  °С. Опираясь на законы молекулярной физики, объясните, как изменятся при этом парциальное давление водяного пара и относительная влажность воздуха в сосуде.

***Полное правильное решение каждой из задач 29–32 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.***

**29**

Деревянный шар привязан нитью ко дну цилиндрического сосуда с площадью дна  см2. В сосуд наливают воду так, что шар полностью погружается в жидкость, при этом нить натягивается и действует на шар с силой *T*. Если нить перерезать, то шар всплывёт, а уровень воды изменится на  см. Найдите силу натяжения нити *T*.

**30**

|  |
| --- |
| E17 |

В тепловом двигателе 1 моль одноатомного разреженного газа совершает цикл 1–2–3–4–1, показанный на графике в координатах *p*–*T*, где *p* – давление газа, *Т* – абсолютная температура. Температуры в точках 2 и 4 равны и превышают температуру в точке 1 в 2 раза. Определите КПД цикла.

|  |
| --- |
| E11 |

**31**

В цепи, изображённой на рисунке, сопротивление диода
в прямом направлении пренебрежимо мало, а в обратном многократно превышает сопротивление резисторов. При подключении к точке *А* положительного полюса, а к точке *В* отрицательного полюса батареи с ЭДС 12 В и пренебрежимо малым внутренним сопротивлением потребляемая мощность равна 14,4 Вт. При изменении полярности подключения батареи потребляемая мощность оказалась
равной 21,6 Вт. Укажите, как течёт ток через диод и резисторы в обоих случаях, и определите сопротивления резисторов в этой цепи.

**32**

Ядро покоящегося нейтрального атома, находясь в однородном магнитном поле, испытывает α-распад. При этом рождаются α-частица и тяжелый ион нового элемента. Выделившаяся при α-распаде энергия Δ*E* целиком переходит в кинетическую энергию продуктов реакции. Трек тяжелого иона находится в плоскости, перпендикулярной направлению магнитного поля. Начальная часть трека напоминает дугу окружности радиусом *R*. Масса
α-частицы равна *m*α, ее заряд равен 2e, масса тяжелого иона равна *M*. Найдите индукцию *B* магнитного поля.



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

**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, 25–27 ставится по 1 баллу. Эти задания считаются выполненными верно, если правильно указаны требуемое число, два числа или слово.

Ответ на 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 | 15 | 15 | 4 |
| 2 | 0,5 | 16 | 34 или 43 |
| 3 | 5 | 17 | 32 |
| 4 | 0,5 | 18 | 13 |
| 5 | 14 или 41 | 19 | 86222 |
| 6 | 11 | 20 | 2 |
| 7 | 32 | 21 | 13 |
| 8 | 3 | 22 | 0,400,05 |
| 9 | 800 | 23 | 12 или 21 |
| 10 | 100 | 24 | 23 или 32 |
| 11 | 23 или 32 | 25 | 0,7 |
| 12 | 34 | 26 | 1 |
| 13 | вправо | 27 | 5 |
| 14 | 2 |  |  |

**КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЙ**

**С РАЗВЁРНУТЫМ ОТВЕТОМ**

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

**28**

Стеклянный сосуд, содержащий влажный воздух при  °С, плотно закрыли крышкой и нагрели до  °С. Опираясь на законы молекулярной физики, объясните, как изменятся при этом парциальное давление водяного пара и относительная влажность воздуха в сосуде.

|  |
| --- |
| Возможное решение |
| 1. Парциальное давление пара увеличится, относительная влажность уменьшится.2. Так как сосуд жёсткий, объём газа не изменяется, то есть это изохорный процесс. Тогда , где *р*1 и *р*2 – соответственно парциальные давления пара при температурах *Т*1 и *Т*2. Так как  то  то есть давление увеличится.3. При увеличении температуры плотность насыщенного пара ρнп увеличивается, а плотность паров в сосуде ρпара не изменяется (сосуд герметичный, масса газов не меняется). Так как относительная влажность воздуха то относительная влажность воздуха уменьшится |
| Критерии оценивания выполнения задания | Баллы |
| Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: *изменение парциального давления и относительной влажности*) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: *изохорный процесс, зависимость плотности насыщенного пара от температуры, формула для относительной влажности*) | 3 |
| Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков.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)Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт.И (ИЛИ)В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачёркнуты.И (ИЛИ)В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения | 2 |
| 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.ИЛИУказаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца.ИЛИУказаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к ответу, содержат ошибку (ошибки). ИЛИУказаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи | 1 |
| Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла | 0 |
| *Максимальный балл* | *3* |

**29**

Деревянный шар привязан нитью ко дну цилиндрического сосуда с площадью дна  см2. В сосуд наливают воду так, что шар полностью погружается в жидкость, при этом нить натягивается и действует на шар с силой *T*. Если нить перерезать, то шар всплывёт, а уровень воды изменится на  см. Найдите силу натяжения нити *T*.

|  |
| --- |
| Возможное решение |
| 1. Условие равновесия шара в первом случае: (1)где  – сила Архимеда, действующая на шар в первом случае, *V*1 – объём части шара, погружённой в воду в первом случае (в данной задаче это объём всего шара), *m* – масса шара и  – плотность воды.2. Условие равновесия шара во втором случае: (2)где  – сила Архимеда, действующая на шар во втором случае, *V*2 – объём части шара, погруженной в воду во втором случае.3. Вычтем из уравнения (1) уравнение (2) и, учитывая, что  получим: Н.Ответ:  Н |
| 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: *условия равновесия шара для двух случаев, закон Архимеда*);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 |
| Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности,ипроведены 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 (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).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 **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.ИЛИВ 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.ИЛИВ 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 |
| *Максимальный балл* | *3* |

**30**

|  |
| --- |
| E17 |

В тепловом двигателе 1 моль одноатомного разреженного газа совершает цикл 1–2–3–4–1, показанный на графике в координатах *p*–*T*, где *p* – давление газа, *Т* – абсолютная температура. Температуры в точках 2 и 4 равны и превышают температуру в точке 1 в 2 раза. Определите КПД цикла.

|  |
| --- |
| Возможное решение |
|

|  |
| --- |
| E17 |

1. Коэффициент полезного действия теплового двигателя определяется формулой , где  – работа, совершённая газом за цикл,  – количество теплоты, полученное за цикл газом от нагревателя. 2. Анализируя график цикла, можно прийти к выводу, что цикл состоит из двух изохор, 1–2 и 3–4, и двух изобар, 2–3 и 4–1 (см. рисунок цикла в координатах *p–V*). Согласно закону Шарля  так как  то .3. Согласно закону Гей-Люссака  так как  то .Работа, совершённая газом за цикл, численно равна площади фигуры, ограниченной графиком цикла: .Газ получает положительное количество теплоты на изохоре 1–2 и изобаре 2–3; таким образом, .4. Согласно первому закону термодинамики для изохорного процесса 1–2 () . Для изобарного процесса 2–3 . С учётом уравнения Менделеева – Клапейрона,  получаем:  и .Таким образом, Ответ: 15,4% |
| 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: *формула КПД теплового двигателя, первый закон термодинамики для изохорного и изобарного процессов, формула внутренней энергии одноатомного идеального газа, формула работы для изобарного процесса, уравнение Менделеева – Клапейрона*);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 | 3 |
| Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности,ипроведены 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 (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).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 **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 задачиИЛИВ 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.ИЛИВ 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 |
| *Максимальный балл* | *3* |

|  |
| --- |
| E11 |

**31**

В цепи, изображённой на рисунке, сопротивление диода
в прямом направлении пренебрежимо мало, а в обратном многократно превышает сопротивление резисторов. При подключении к точке *А* положительного полюса, а к точке *В* отрицательного полюса батареи с ЭДС 12 В и пренебрежимо малым внутренним сопротивлением потребляемая мощность равна 14,4 Вт. При изменении полярности подключения батареи потребляемая мощность оказалась
равной 21,6 Вт. Укажите, как течёт ток через диод и резисторы в обоих случаях, и определите сопротивления резисторов в этой цепи.

|  |
| --- |
| Возможное решение  |
|

|  |
| --- |
| 1455_С4-крит |
| Рис. 1 |
| 1454_С4-крит_2 |
| Рис. 2 |

1. Если при подключении батареи потенциал точки *А* оказывается выше, чем потенциал точки *В*, , то ток через диод не течёт, и эквивалентная схема цепи имеет вид, изображённый на рис. 1. Потребляемая мощность .2. При изменении полярности подключения батареи , диод открывается и подключает резистор *R*1 параллельно резистору *R*2. Эквивалентная схема цепи в этом случае изображена на рис. 2. При этом потребляемая мощность увеличивается:. 3. Из этих уравнений: . 4. Подставляя значения физических величин, указанные в условии, получаем: Ответ:  |

|  |  |
| --- | --- |
| 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: *выражение для мощности тока, текущего через резистор; условия протекания тока через диоды и резисторы*);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 |
| Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности,ипроведены 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 (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).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 **одному** 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.ИЛИВ 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.ИЛИВ 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 |
| *Максимальный балл* | *3* |

**32**

Ядро покоящегося нейтрального атома, находясь в однородном магнитном поле, испытывает α-распад. При этом рождаются α-частица и тяжелый ион нового элемента. Выделившаяся при α-распаде энергия Δ*E* целиком переходит в кинетическую энергию продуктов реакции. Трек тяжелого иона находится в плоскости, перпендикулярной направлению магнитного поля. Начальная часть трека напоминает дугу окружности радиусом *R*. Масса
α-частицы равна *m*α, ее заряд равен 2e, масса тяжелого иона равна *M*. Найдите индукцию *B* магнитного поля.

|  |
| --- |
| **Возможное решение** |
| Законы сохранения энергии и импульса для α-распада ядра покоящегося нейтрального атома: Уравнение движения тяжелого иона с зарядом q = – 2e в магнитном поле:  = .Решая систему трех уравнений, получаем: ΔE = ⋅,откуда В = ⋅.Ответ: В = ⋅. |
| 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: *закон сохранения энергии, закон сохранения импульса, второй закон Ньютона, формула для силы Лоренца*);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, приводящие к правильному ответу;IV) представлен правильный ответ  | 3 |
| Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности,ипроведены 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 (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).И (ИЛИ)В необходимых математических преобразованиях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях пропущены логически важные шаги.И (ИЛИ)Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка | 2 |
| 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.ИЛИВ 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.ИЛИВ 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 |
| *Максимальный балл* | *3* |