**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 энергия  груза *Е*к | | 4) | потенциальная энергия  груза *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 частицы  по 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.

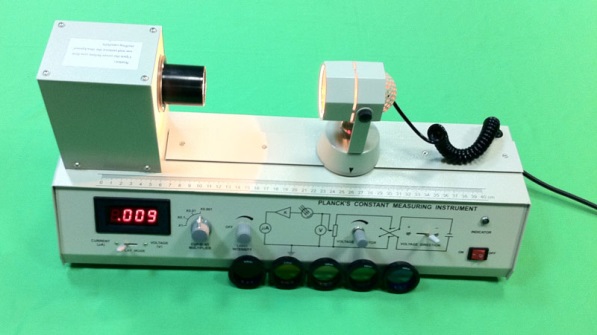


Рис. *а* Рис. *б*

 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.  ИЛИ  Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца.  ИЛИ  Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие  к ответу, содержат ошибку (ошибки).  ИЛИ  Указаны 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.  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 |
| *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 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 |
| *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.  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 |
| *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.  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 |
| *Максимальный балл* | *3* |