**Вариант №2**

**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**

На рисунке приведён график зависимости проекции скорости  от времени *t* для тела, движущегося прямолинейно по оси *x*. Определите проекцию ускорения тела *ax*.

|  |
| --- |
| 102838 |

Ответ: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ м/с2.

**2**

Два маленьких шарика массой *m* каждый притягиваются друг к другу с силой 2 пкН. Расстояние между центрами шариков равно *r*. Каков модуль сил гравитационного притяжения друг к другу двух других шариков, если масса одного 2*m*, масса другого , а расстояние между их центрами ?

Ответ: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ пкН

**3**

У основания гладкой наклонной плоскости шайба массой 10 г обладает кинетической энергией 0,04 Дж. Определите максимальную высоту, на которую шайба может подняться по плоскости относительно основания. Сопротивлением воздуха пренебречь.

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

**4**

Определите давление на дно водоёма глубиной 10 м при нормальном атмосферном давлении.

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

**5**

В таблице представлены данные о положении шарика, прикреплённого   
к пружине и колеблющегося вдоль горизонтальной оси *Ох*, в различные моменты времени.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *t*, с | 0,0 | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 0,8 | 1,0 | 1,2 | 1,4 | 1,6 | 1,8 | 2,0 | 2,2 | 2,4 | 2,6 | 2,8 | 3,0 | 3,2 |
| *х*, мм | 0 | 5 | 9 | 12 | 14 | 15 | 14 | 12 | 9 | 5 | 0 | –5 | –9 | –12 | –14 | –15 | –14 |

Из приведённого ниже списка выберите **два** правильныхутверждения   
и укажите их номера.

|  |  |
| --- | --- |
| 1) | Кинетическая энергия шарика в момент времени 2,0 с минимальна. |
| 2) | Период колебаний шарика равен 4,0 с. |
| 3) | Полная механическая энергия маятника, состоящего из шарика и пружины, в момент времени 3,0 с минимальна. |
| 4) | Потенциальная энергия пружины в момент времени 1,0 с максимальна. |
| 5) | Амплитуда колебаний шарика равна 30 мм. |

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

**6**

На поверхности воды плавает деревянный брусок, частично погружённый в жидкость. Как изменятся сила Архимеда, действующая на брусок, и глубина погружения бруска, если он будет плавать в керосине?

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.

|  |  |
| --- | --- |
| Сила Архимеда | Глубина погружения  бруска |
|  |  |

**7**

|  |
| --- |
| E15 |

После удара в момент  шайба начинает скользить вверх по гладкой наклонной плоскости с начальной   
скоростью  как показано на рисунке, и в момент времени  возвращается в исходное положение. Графики А и Б отображают изменение с течением времени физических величин, характеризующих движение шайбы.

Установите соответствие между графиками и физическими величинами, изменение которых со временем эти графики могут отображать.

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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ГРАФИКИ |  | ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ |
| |  |  | | --- | --- | | А) | E15 | | Б) | E15 | |  | |  |  | | --- | --- | | 1) | проекция результирующей силы | | 2) | кинетическая энергия *E*к | | 3) | проекция скорости *υy* | | 4) | потенциальная энергия *E*п | |

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

**8**

Температура неона уменьшилась с 127оС до –23оС. Во сколько раз уменьшилась средняя кинетическая энергия его молекул?

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

**9**

|  |
| --- |
| 46330 |

На *Т*-диаграмме показан процесс изменения состояния идеального одноатомного газа. Газ получил количество теплоты, равное 40 кДж. Какую работу совершил газ в этом процессе, если его масса не меняется?

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

**10**

Какое количество теплоты необходимо для того, чтобы расплавить 20 г свинца, взятого при температуре плавления?

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

**11**

При изучении процессов, происходящих с гелием, ученик занёс в таблицу результаты измерения температуры и давления одного и того же количества газа в различных равновесных состояниях.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № состояния | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| *р*, кПа | 100 | 90 | 75 | 50 | 55 | 75 | 100 |
| *t*, °С | 27 | 27 | 27 | 27 | 57 | 177 | 327 |

Какие **два** из утверждений, приведённых ниже, соответствуют результатам этих опытов? Газ считать идеальным.

|  |  |
| --- | --- |
| 1) | Внутренняя энергия газа в состоянии 6 в 3 раза больше, чем  в состоянии 5. |
| 2) | При переходе от состояния 2 к состоянию 3 в ходе изотермического процесса газ получал тепло. |
| 3) | В состояниях 4–7 объём газа был одинаковым. |
| 4) | При переходе от состояния 5 к состоянию 6 в ходе изохорного процесса газ совершал работу. |
| 5) | Объём газа в состоянии 4 в 2 раза меньше объёма газа в состоянии 1. |

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

**12**

Температура нагревателя идеального теплового двигателя, работающего по циклу Карно, равна *T*1, а температура холодильника равна *T*2. За цикл двигатель получает от нагревателя количество теплоты *Q*1. 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) | КПД двигателя | | Б) | работа, совершаемая двигателем за цикл | |  | |  |  | | --- | --- | | 1) |  | | 2) |  | | 3) |  | | 4) |  | |

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

**13**

Электрон e– имеет горизонтальную скорость  направленную вдоль прямого длинного проводника с током I (см. рисунок). Куда направлена **(*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю***) действующая на электрон сила Лоренца  *Ответ запишите словом (словами).*

|  |
| --- |
|  |

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

**14**

Пять одинаковых резисторов с сопротивлением 2 Ом соединены в электрическую цепь, через которую течёт ток *I* (см. рисунок). Идеальный вольтметр показывает напряжение 9 В. Чему равна сила тока *I* ?

|  |
| --- |
| 23412 |

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

**15**

Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью *C* и катушки индуктивностью *L*. Во сколько раз увеличится период собственных колебаний контура, если его индуктивность увеличить в 10 раз, а емкость уменьшить в 2,5 раза?

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

**16**

|  |
| --- |
| E18 |

Для оценки заряда, накопленного воздушным конденсатором, можно использовать устройство, изображённое на рисунке: лёгкий шарик из оловянной фольги подвешен на изолирующей нити между двумя пластинами конденсатора, при этом одна из пластин заземлена, а другая заряжена положительно. Когда устройство собрано, а конденсатор заряжен (и отсоединён от источника), шарик приходит в колебательное движение, касаясь поочерёдно обеих пластин.

Выберите **два** верных утверждения, соответствующие колебательному движению шарика после первого касания пластины.

|  |  |
| --- | --- |
| 1) | По мере колебаний шарика напряжение между пластинами конденсатора уменьшается. |
| 2) | При движении шарика к положительно заряженной пластине его заряд равен нулю, а при движении к заземлённой пластине – положителен. |
| 3) | При движении шарика к заземлённой пластине он заряжен положительно, а при движении к положительно заряженной пластине – отрицательно. |
| 4) | При движении шарика к заземлённой пластине он заряжен отрицательно, а при движении к положительно заряженной пластине – положительно. |
| 5) | По мере колебаний шарика электрическая ёмкость конденсатора уменьшается. |

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

**17**

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

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

|  |  |
| --- | --- |
| Период колебаний тока в контуре | Длина волны излучения |
|  |  |

|  |
| --- |
| 1444_В3 |

**18**

Исследуется электрическая цепь, собранная по схеме, представленной на рисунке. Определите формулы, которые можно использовать для расчётов показаний амперметра и вольтметра. Измерительные приборы считать идеальными.

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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ПОКАЗАНИЯ ПРИБОРОВ |  | ФОРМУЛЫ ДЛЯ РАСЧЁТОВ ПОКАЗАНИЙ ПРИБОРОВ |
| |  |  | | --- | --- | | А) | показания амперметра | | Б) | показания вольтметра | |  | |  |  | | --- | --- | | 1) |  | | 2) |  | | 3) |  | | 4) |  | |

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

**19**

На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д.И. Менделеева. Под названием каждого элемента приведены массовые числа его основных стабильных изотопов. При этом нижний индекс около массового числа указывает (в процентах) распространённость изотопа   
в природе.

|  |
| --- |
| E15 |

Укажите число протонов и число нейтронов в ядре наименее распространённого изотопа магния.

|  |  |
| --- | --- |
| Число протонов | Число нейтронов |
|  |  |

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

**20**

Образец радиоактивного радия находится в закрытом сосуде, из которого откачан воздух. Ядра радия испытывают α-распад с периодом полураспада 11,4 суток. Определите число моль **гелия** в сосуде через 22,8 суток, если образец в момент помещения в сосуд содержал 2,4 ∙ 1023 атомов радия.

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

**21**

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (ν – частота фотона, *h* – постоянная Планка,   
*р* – импульс фотона). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ |  | ФОРМУЛЫ |
| |  |  | | --- | --- | | А) | энергия фотона | | Б) | длина волны фотона | |  | |  |  | | --- | --- | | 1) |  | | 2) |  | | 3) |  | | 4) |  | |

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

**22**

Определите показания вольтметра (см. рисунок), если погрешность прямого измерения напряжения равна цене деления вольтметра.

|  |
| --- |
|  |

Ответ: (                  ±                  ) В.

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

**23**

Ученик изучает силу Архимеда, действующую на тела, полностью погружённые в жидкость. В его распоряжении имеется пять установок, состоящих из ёмкости с жидкостью и сплошного шарика. Какие **две** из перечисленных в таблице установок необходимы ученику для того, чтобы на опыте обнаружить, зависит ли сила Архимеда от плотности жидкости?

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № установки | Жидкость, налитая  в ёмкость | Объём шарика | Материал, из которого сделан шарик |
| 1 | вода | 30 см3 | сталь |
| 2 | вода | 20 см3 | алюминий |
| 3 | керосин | 40 см3 | алюминий |
| 4 | подсолнечное масло | 30 см3 | сталь |
| 5 | вода | 30 см3 | алюминий |

Запишите в таблицу номера выбранных установок.

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

**24**

На рисунке представлена диаграмма Герцшпрунга – Рессела.

|  |
| --- |
| E18 |

Выберите **два** утверждения о звёздах, которые соответствуют диаграмме.

|  |  |
| --- | --- |
| 1) | Радиус звезды Бетельгейзе почти в 1000 раз превышает радиус Солнца,  а значит она относится к сверхгигантам. |
| 2) | Плотность белых карликов существенно меньше средней плотности гигантов. |
| 3) | «Жизненный цикл» звезды спектрального класса *K* главной последовательности более длительный, чем звезды спектрального  класса *В* главной последовательности. |
| 4) | Температура поверхности звёзд спектрального класса *G* выше температуры поверхности звёзд спектрального класса *А*. |
| 5) | Звезда Антарес имеет температуру поверхности 3300 К и относится  к звёздам спектрального класса *А*. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 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**

Снаряд массой 2 кг, летящий со скоростью 100 м/с, разрывается на два осколка. Один из осколков летит под углом 90° к первоначальному направлению. Под каким углом к этому направлению полетит второй осколок, если его масса 1 кг, а скорость 400 м/с?

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

**26**

Идеальный одноатомный газ находится в закрытом герметичном сосуде объемом 50 л. При охлаждении его внутренняя энергия уменьшилась   
на 15 кДж. На какую величину снизилось при этом давление газа?

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

**27**

В тонкой рассеивающей линзе получено уменьшенное в 3 раза изображение предмета. Определите модуль фокусного расстояния линзы, если изображение предмета находится на расстоянии  см от линзы.

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



|  |
| --- |
| ***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**

На *VТ*-диаграмме показано, как изменялись объём и температура некоторого постоянного количества разреженного газа при его переходе из начального состояния 1 в состояние 4. Как изменялось давление газа *р* на каждом из трёх участков 1–2, 2–3, 3–4: увеличивалось, уменьшалось или же оставалось неизменным? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали для объяснения.

1

2

*V*

*Т*

0

3

4

***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**

|  |
| --- |
| E16 |

Тонкий однородный стержень *АВ* шарнирно закреплён   
в точке *А* и удерживается горизонтальной нитью *ВС*   
(см. рисунок). Трение в шарнире пренебрежимо мало́. Масса стержня *m* = 1 кг, угол его наклона к горизонту α = 45°. Найдите модуль силы , действующей на стержень со стороны шарнира. Сделайте рисунок, на котором укажите все силы, действующие на стержень.

**30**

С идеальным одноатомным газом, который находится в сосуде с поршнем, провели два опыта. В первом опыте газу сообщили, закрепив поршень, количество теплоты *Q*1, в результате чего его температура повысилась на Δ*Т =*1 К. Во втором опыте, предоставив газу возможность изобарно расширяться, сообщили ему количество теплоты *Q*2, которое на 208 Дж больше, чем *Q*1. В результате температура газа повысилась, как и в первом случае, на Δ*Т*. Какова, по данным этих двух опытов, молярная масса газа, если его масса *m =*1 кг?

|  |
| --- |
| 1306_C4 |

**31**

В цепи, изображённой на рисунке, ЭДС батареи равна 100 В, сопротивления резисторов   
 Ом и  Ом, а ёмкости конденсаторов *С*1 = 60 мкФ и *С*2 = 100 мкФ.



В начальном состоянии ключ К разомкнут, а конденсаторы не заряжены. Через некоторое время после замыкания ключа в системе установится равновесие. Какое количество теплоты выделится в цепи к моменту установления равновесия?

**32**

|  |
| --- |
| 1454_С6 |

В опыте по изучению фотоэффекта свет частотой  Гц падает на поверхность катода,   
в результате чего в цепи возникает ток. График зависимости силы тока *I* от напряжения *U* между анодом и катодом приведён на рисунке. Какова мощность падающего света *Р*, если в среднем один из 20 фотонов, падающих на катод, выбивает электрон?



|  |
| --- |
| ***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 | 7,5 | 15 | 2 |
| 2 | 8 | 16 | 13 или 31 |
| 3 | 0,4 | 17 | 22 |
| 4 | 200 | 18 | 24 |
| 5 | 24 или 42 | 19 | 1213 |
| 6 | 31 | 20 | 0,3 |
| 7 | 13 | 21 | 32 |
| 8 | 1,6 | 22 | 2,60,2 |
| 9 | 40 | 23 | 14 или 41 |
| 10 | 500 | 24 | 13 или 31 |
| 11 | 23 или 32 | 25 | 60 |
| 12 | 12 | 26 | 200 |
| 13 | вниз | 27 | 24 |
| 14 | 3 |  |  |

**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**

На *VТ*-диаграмме показано, как изменялись объём и температура некоторого постоянного количества разреженного газа при его переходе из начального состояния 1 в состояние 4. Как изменялось давление газа *р* на каждом из трёх участков 1–2, 2–3, 3–4: увеличивалось, уменьшалось или же оставалось неизменным? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали для объяснения.

1

2

*V*

*Т*

0

3

4

|  |
| --- |
| Возможное решение |
| 1) Давление газа на участке 1–2 увеличивалось, на участке 2–3 не изменялось, на участке 3–4 увеличивалось.  2) На участке 1–2 процесс изотермический. По закону Бойля – Мариотта (*pV = const*) при уменьшении объёма давление увеличивается. На участке 2–3 процесс изобарный; значит, давление остаётся неизменным. На участке 3–4 процесс изохорный. По закону Шарля () при увеличении температуры давление увеличивается. |

|  |  |
| --- | --- |
| Критерии оценивания выполнения задания | Баллы |
| Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: *изменение давления на трех участках*) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: *изотермический, изохорный и изобарный процессы*) | 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**

|  |
| --- |
| E16 |

Тонкий однородный стержень *АВ* шарнирно закреплён   
в точке *А* и удерживается горизонтальной нитью *ВС*   
(см. рисунок). Трение в шарнире пренебрежимо мало́. Масса стержня *m* = 1 кг, угол его наклона к горизонту α = 45°. Найдите модуль силы , действующей на стержень со стороны шарнира. Сделайте рисунок, на котором укажите все силы, действующие на стержень.

|  |  |
| --- | --- |
| Возможное решение | |
| |  | | --- | | E16 |   1. Изобразим на рисунке силы, действующие на стержень, и систему координат *Oxy*.  Здесь  – сила натяжения нити,  – сила тяжести,  и  – вертикальная и горизонтальная составляющие силы, действующей на стержень со стороны шарнира.  2. В положении равновесия равны нулю сумма моментов сил, действующих на стержень, относительно оси, проходящей через точку *А* перпендикулярно плоскости рисунка, сумма горизонтальных и сумма вертикальных составляющих сил, действующих на стержень:  , где *l* – длина стержня. (1)  (2)  (3)  3. Модуль силы реакции шарнира .  Из (1) получим . Окончательно   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 твёрдого тела*);  II) сделан правильный рисунок, на котором указаны силы, действующие на стержень;  III) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (*за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов*);  IV) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);  V) 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 пунктам II и III, 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 V, 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* |

**30**

С идеальным одноатомным газом, который находится в сосуде с поршнем, провели два опыта. В первом опыте газу сообщили, закрепив поршень, количество теплоты *Q*1, в результате чего его температура повысилась на Δ*Т =*1 К. Во втором опыте, предоставив газу возможность изобарно расширяться, сообщили ему количество теплоты *Q*2, которое на 208 Дж больше, чем *Q*1. В результате температура газа повысилась, как и в первом случае, на Δ*Т*. Какова, по данным этих двух опытов, молярная масса газа, если его масса *m =*1 кг?

|  |  |
| --- | --- |
| Возможное решение | |
| Согласно первому началу термодинамики  (1)  (2)  где Δ*U* – приращение внутренней энергии газа. Так как для одноатомного идеального газа  то приращение внутренней энергии газа в обоих опытах одинаково. *Α* − работа газа во втором опыте. Работа *Α* совершалась газом в ходе изобарного расширения, так что  (3)  где Δ*V* – изменение объёма газа.  С помощью уравнения Менделеева – Клапейрона эту работу можно выразить через приращение температуры газа: (4)  Решая полученную систему уравнений (1)–(4), получим  кг/моль.  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: *первый закон термодинамики для двух случаев нагревания газа, формулы для внутренней энергии идеального одноатомного газа и для работы газа в изобарном процессе, 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 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* |

|  |
| --- |
| 1306_C4 |

**31**

В цепи, изображённой на рисунке, ЭДС батареи равна 100 В, сопротивления резисторов   
 Ом и  Ом, а ёмкости конденсаторов *С*1 = 60 мкФ и *С*2 = 100 мкФ.



В начальном состоянии ключ К разомкнут, а конденсаторы не заряжены. Через некоторое время после замыкания ключа в системе установится равновесие. Какое количество теплоты выделится в цепи к моменту установления равновесия?

|  |
| --- |
| Возможное решение |
| 1. После установления равновесия ток через резисторы прекратится, конденсатор *С*1 будет заряжен до напряжения, равного ЭДС батареи, а *С*2 – разряжен (его пластины соединены между собой через резисторы):  2. При этом через батарею пройдёт заряд *q*:  3. Энергия заряженного конденсатора *С*1 равна *W*:  4. Работа сторонних сил источника тока пропорциональна заряду, прошедшему через него:  5. Эта работа переходит в энергию конденсаторов и теплоту:  6. Подставляя значения физических величин, получим  Дж. |
| Ответ: Дж |

|  |  |
| --- | --- |
| Критерии оценивания выполнения задания | Баллы |
| Приведено полное решение, включающее следующие элементы:  I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: *закон сохранения энергии, формулы для заряда конденсатора и для энергии конденсатора*);  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, 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* |

|  |
| --- |
| 1454_С6 |

**32**

В опыте по изучению фотоэффекта свет частотой  Гц падает на поверхность катода,   
в результате чего в цепи возникает ток. График зависимости силы тока *I* от напряжения *U* между анодом и катодом приведён на рисунке. Какова мощность падающего света *Р*, если в среднем один из 20 фотонов, падающих на катод, выбивает электрон?

|  |  |
| --- | --- |
| Возможное решение | |
| 1. По определению сила тока , где *q* – заряд, прошедший через поперечное сечение проводника за время *t*.  2. Когда ток в цепи достигает насыщения, все фотоэлектроны, выбитые из катода, достигают анода. Тогда за время *t* через поперечное сечение проводника проходит заряд  где *е* – модуль заряда электрона,  *N*e – количество фотоэлектронов, выбитых из катода за 1 с.  Так как  (где *N*Ф – количество фотонов, падающих на катод за 1 с), то  3. Так как энергия фотона *E*ф = *h*ν, то мощность света  4. Окончательно получим: . Согласно приведённому графику сила тока насыщения *I*max = 2 мA, тогда  Вт.  Ответ:  Вт | |
| 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: *определение силы тока; связь силы тока насыщения с количеством фотонов, падающих на катод в единицу времени; выражения для энергии фотона и мощности излучения*);  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* |