**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 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*.* | ФИ3-01 |

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 25–32 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, или перьевой 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.

***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**

|  |
| --- |
| 0  4  8  12  –  4  –  8  –  12  2  4  6  *t*  , с  , м/с  *x* |

На рисунке показан график зависимости проекции  скорости тела от времени *t*. Какова проекция  ускорения этого тела в интервале времени от 4 до 5 c?

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

**2**

Подвешенная к потолку пружина под действием силы 5 Н удлинилась на   
10 см. Чему равно удлинение этой пружины под действием силы 8 Н?

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

**3**

При упругой деформации 2 см стальная пружина имеет потенциальную энергию 2 Дж. Какой станет потенциальная энергия этой пружины при увеличении деформации на 1 см?

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

**4**

Колеблющаяся струна издаёт звук с длиной волны 0,17 м. Какова частота её колебаний, если скорость звука в воздухе 340 м/с?

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

|  |
| --- |
| E18 |

**5**

На рисунке показан график зависимости координаты *х* тела, движущегося вдоль оси *Ох*, от времени *t*.

Из приведённого ниже списка выберите **два** правильныхутверждения.

|  |  |
| --- | --- |
| 1) | В точке *A* проекция скорости тела на ось *Ox* положительна. |
| 2) | В точке *B* проекция ускорения тела на ось *Ox* отрицательна. |
| 3) | Проекция перемещения тела на ось *Ox* при переходе из точки *В* в точку *D* положительна. |
| 4) | На участке *CD* модуль скорости тела монотонно увеличивается. |
| 5) | В точке *D* ускорение тела и его скорость направлены в противоположные стороны. |

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

**6**

На поверхности воды плавает брусок из древесины плотностью 500 кг/м3. Брусок заменили на другой брусок той же массы и с той же площадью основания, но из древесины плотностью 700 кг/м3. Как при этом изменились глубина погружения бруска и действующая на него сила Архимеда?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

|  |  |
| --- | --- |
| 1) | увеличилась |
| 2) | уменьшилась |
| 3) | не изменилась |

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

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

**7**

Шайба массой *m*, скользящая по гладкой горизонтальной поверхности со скоростью  абсолютно неупруго сталкивается с покоящейся шайбой массой *М*.

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их в рассматриваемой задаче.

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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА |  | ФОРМУЛА |
| |  |  | | --- | --- | | А) | кинетическая энергия покоившейся шайбы после столкновения | | Б) | импульс первоначально движущейся шайбы после столкновения | |  | |  |  | | --- | --- | | 1) |  | | 2) |  | | 3) |  | | 4) |  | |

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

**8**

Температура неона увеличилась с 27 оС до 327 оС. Во сколько раз увеличилась средняя кинетическая энергия его молекул?

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

**9**

|  |
| --- |
|  |

На рисунке показан график изменения состояния постоянной массы одноатомного идеального газа. В этом процессе газ получил количество теплоты, равное 3 кДж. Насколько в результате этого увеличилась его внутренняя энергия?

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

**10**

На сколько градусов нагреется медная деталь массой 100 г, если ей сообщить 760 Дж теплоты?

Ответ: на \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ °С.

**11**

|  |
| --- |
| 1  2  *p*  *V*  0 |

На *pV*-диаграмме показаны два процесса, проведённые с одним и тем же количеством газообразного неона.

Из приведённого ниже списка выберите **два** правильныхутверждения, характеризующие процессы на графике.

|  |  |
| --- | --- |
| 1) | В процессе 2 абсолютная температура неона изобарно увеличилась  в 2 раза. |
| 2) | В процессе 1 плотность неона увеличилась в 5 раз. |
| 3) | В процессе 1 неон изобарно увеличил свой объём в 5 раз. |
| 4) | В процессе 2 концентрация молекул неона увеличилась в 2 раза. |
| 5) | Работа, совершённая неоном в процессе 1, больше, чем в процессе 2. |

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

**12**

Установите соответствие между графиками процессов, в которых участвует   
1 моль одноатомного идеального газа, и физическими величинами (Δ*U* – изменение внутренней энергии; *А* – работа газа), которые их характеризуют.

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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ГРАФИКИ ПРОЦЕССОВ |  | ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ |
| |  |  | | --- | --- | | А) | E13 | | Б) | E13 | |  | |  |  | | --- | --- | | 1) | Δ*U* = 0; *A* > 0 | | 2) | Δ*U* > 0; *A* > 0 | | 3) | Δ*U* > 0; *A* = 0 | | 4) | Δ*U* = 0; *A* < 0 | |

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

**13**

|  |
| --- |
| 1429_А13 |

Электрическая цепь, состоящая из трёх прямолинейных горизонтальных проводников (2–3, 3–4, 4–1) и источника постоянного тока, находится в однородном магнитном поле, у которого вектор магнитной индукции  направлен так, как показано на рисунке. Куда направлена относительно рисунка (***вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя***) вызванная этим полем сила Ампера, действующая на проводник 4–1? *Ответ запишите словом (словами).*

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

**14**

Два неподвижных точечных заряда действуют друг на друга с силами, модуль которых равен *F*. Во сколько раз уменьшится модуль этих сил, если один заряд уменьшить в 5 раз, другой заряд увеличить в 2 раза, а расстояние между ними оставить прежним?

Ответ: в \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ раз(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**

По гладким параллельным рельсам, замкнутым на лампочку накаливания, перемещают лёгкий тонкий проводник. Контур находится в однородном магнитном поле с индукцией  (см. рис. а). При движении проводника площадь контура изменяется так, как указано на графикеб.

Выберите **два** верных утверждения, соответствующие приведённым данным и описанию опыта.

|  |  |
| --- | --- |
| E18  а) | 1  2  3  4  5  2  1  3  4  5  6  0  *S*  , м  2  *t*  , с  б) |

|  |  |
| --- | --- |
| 1) | В момент времени  с сила Ампера, действующая на проводник, направлена вправо. |
| 2) | Сила, прикладываемая к проводнику для его перемещения, в первые две секунды максимальна. |
| 3) | В течение первых 6 секунд индукционный ток течёт через лампочку непрерывно. |
| 4) | В интервале времени от 4 до 6 с через лампочку протекает индукционный ток. |
| 5) | Индукционный ток течёт в контуре всё время в одном направлении. |

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

**17**

Неразветвлённая электрическая цепь постоянного тока состоит из источника тока и подключённого к его выводам внешнего резистора. Как изменятся при уменьшении сопротивления резистора сила тока в цепи и ЭДС источника?

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 тока в цепи | ЭДС источника |
|  |  |

|  |
| --- |
| E15 |

**18**

Конденсатор колебательного контура длительное время подключён к источнику постоянного напряжения (см. рисунок). В момент  переключатель К переводят из положения 1 в положение 2. Графики А и Б представляют изменения физических величин, характеризующих электромагнитные колебания в контуре после этого (*T* – период колебаний).

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

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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ГРАФИКИ |  | ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ |
| |  |  | | --- | --- | | А) | E15 | | Б) | E15 | |  | |  |  | | --- | --- | | 1) | сила тока в контуре | | 2) | энергия магнитного поля катушки | | 3) | энергия электрического поля конденсатора | | 4) | заряд левой обкладки конденсатора | |

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

**19**

Сколько протонов и сколько нейтронов содержится в ядре ?

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

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

**20**

В свинцовую капсулу поместили радиоактивный актиний Ac. Сколько процентов от исходно большого числа ядер этого изотопа актиния останется в капсуле через 20 дней? Период полураспада актиния 10 дней.

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

|  |
| --- |
| E16 |

**21**

На рисунке изображена упрощённая диаграмма нижних энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Какой из этих четырёх переходов связан с поглощением света наименьшей частоты, а какой – с излучением света наибольшей частоты?

Установите соответствие между процессами поглощения и испускания света и стрелками, указывающими энергетические переходы атома.

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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ПРОЦЕССЫ |  | ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДЫ |
| |  |  | | --- | --- | | А) | поглощение света наименьшей частоты | | Б) | излучение света наибольшей частоты | |  | |  |  | | --- | --- | | 1) | 1 | | 2) | 2 | | 3) | 3 | | 4) | 4 | |

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

**22**

Определите показания вольтметра (см. рисунок), если погрешность прямого измерения напряжения составляет половину цены деления вольтметра.

|  |
| --- |
| E17_22_05 |

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

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

**23**

Необходимо собрать экспериментальную установку и определить с её помощью внутреннее сопротивление аккумуляторной батареи. Для этого школьник взял аккумулятор, ключ, вольтметр и реостат. Какие **два** предмета из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

|  |  |
| --- | --- |
| 1) | лампа накаливания |
| 2) | конденсатор |
| 3) | соединительные провода |
| 4) | амперметр |
| 5) | секундомер |

В ответ запишите номера выбранного оборудования.

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

**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 **все** верные утверждения, которые соответствуют характеристикам звёзд.

|  |  |
| --- | --- |
| 1) | Звезда Ригель является сверхгигантом. |
| 2) | Наше Солнце относится к гигантам спектрального класса *B*. |
| 3) | Температура звезды α Центавра А соответствует температуре звёзд спектрального класса *О*. |
| 4) | Звезда Альдебаран относится к звёздам главной последовательности на диаграмме Герцшпрунга – Рессела. |
| 5) | Средняя плотность звезды Сириус В больше, чем у Солнца. |

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



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

**Часть 2**

***Ответом к заданиям 25 и 26 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.***

**25**

В двух идеальных колебательных контурах происходят незатухающие электромагнитные колебания. Максимальное значение заряда конденсатора во втором контуре равно 6 мкКл. Амплитуда колебаний силы тока в первом контуре в 2 раза меньше, а период его колебаний в 3 раза меньше, чем во втором контуре. Определите максимальное значение заряда конденсатора   
в первом контуре.

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

**26**

На металлическую пластинку падает монохроматическая электромагнитная волна, выбивающая из неё электроны. Максимальная кинетическая энергия электронов, вылетевших из пластинки в результате фотоэффекта, составляет 6 эВ, а энергия падающих фотонов в 3 раза больше работы выхода из металла. Чему равна работа выхода электронов из металла?

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



|  |
| --- |
| ***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 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (25, 26 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.***

**27**

На рисунке 1 приведена зависимость внутренней энергии *U* 1 моль идеального одноатомного газа от его давления *р* в процессе 1–2–3. Постройте график этого процесса на рисунке 2 в переменных *p-V*. Точка, соответствующая состоянию 1, уже отмечена на этом рисунке. Построение объясните, опираясь на законы молекулярной физики.

|  |  |
| --- | --- |
| E18 | E18 |
| Рис. 1 | Рис. 2 |

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

**28**

|  |
| --- |
|  |

Невесомый стержень, находящийся в ящике с гладкими дном и стенками, составляет угол 45° с вертикалью (см. рисунок). К середине стержня подвешен на нити шарик массой 1 кг. Каков модуль силы упругости , действующей на стержень со стороны левой стенки ящика?

**29**

E17На вертикальной оси укреплена гладкая горизонтальная штанга, по которой могут перемещаться два груза массами *m*1 = 200 г и *m*2 = 300 г, связанные нерастяжимой невесомой нитью длиной *l* = 20 см. Нить закрепили на оси так, что грузы располагаются по разные стороны от оси и натяжение нити с обеих сторон от оси при вращении штанги одинаково (см. рисунок). Определите модуль силы натяжения *Т* нити, соединяющей грузы, при вращении штанги с частотой 600 об/мин.

**30**

|  |
| --- |
| 140397 |

Одно и то же постоянное количество одноатомного идеального газа расширяется из одного и того же начального состояния *р*1, *V*1 до одного и того же конечного объёма *V*2 первый раз по изобаре 1–2, а второй – по адиабате 1–3 (см. рисунок). Отношение работы газа в процессе 1–2 к работе газа в процессе 1–3 равно . Чему равно отношение *х* количества теплоты *Q*12, полученного газом от нагревателя в ходе   
процесса 1–2, к модулю изменения внутренней энергии газа  в ходе процесса 1–3?

**31**

На рисунке показана схема электрической цепи, состоящей из источника тока с ЭДС  В и внутренним сопротивлением *r* = 1 Ом, двух резисторов   
с сопротивлениями *R*1 = 8 Ом и *R*2 = 3 Ом, конденсатора электроёмкостью *С*= 4 мкФ и катушки с индуктивностью *L*= 24 мкГн. В начальном состоянии ключ К длительное время замкнут. Какое количество теплоты выделится на резисторе *R*2 после размыкания ключа К? Сопротивлением катушки пренебречь.

|  |
| --- |
| E18 |

**32**

|  |
| --- |
| E18 |

Прямоугольный треугольник расположен перед собирающей линзой с фокусным расстоянием  см, как показано на рисунке. Катет треугольника, расположенный на главной оптической оси, имеет длину   
 см, а его гипотенуза составляет угол  с главной оптической осью линзы.

Определите тангенс угла, который составляет с главной оптической осью линзы гипотенуза даваемого линзой изображения этого треугольника. Постройте изображение треугольника   
в линзе.



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

**Система оценивания экзаменационной работы по физике**

**Задания 1–26**

Задания 1–4, 8–10, 13–15, 19, 20, 22, 23, 25 и 26 оцениваются 1 баллом.

Эти задания считаются выполненными верно, если правильно указаны требуемое число, два числа или слово.

Задания 5–7, 11, 12, 16–18 и 21 части 1 оцениваются 2 баллами, если верно указаны оба элемента ответа; 1 баллом, если допущена ошибка в указании одного из элементов ответа, и 0 баллов, если допущено две ошибки. Если указано более двух элементов (в том числе, возможно, и правильные), то ставится 0 баллов. Задание 24 оценивается 2 баллами, если указаны все верные элементы ответа; 1 баллом, если допущена одна ошибка или к дополнительно к верным элементам ответа указан один неверный; 0 баллов, если указан только один верный элемент ответа или дополнительно к верным указано два неверных ответа. В заданиях 5, 11, 16 и 24 порядок записи цифр в ответе может быть различным.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № задания | Ответ | № задания | Ответ |
| 1 | -12 | 14 | 2,5 |
| 2 | 16 | 15 | 2 |
| 3 | 4,5 | 16 | 24 |
| 4 | 2000 | 17 | 13 |
| 5 | 12 | 18 | 24 |
| 6 | 33 | 19 | 1718 |
| 7 | 43 | 20 | 25 |
| 8 | 2 | 21 | 32 |
| 9 | 3 | 22 | 2,00,1 |
| 10 | 20 | 23 | 34 |
| 11 | 13 | 24 | 15 |
| 12 | 43 | 25 | 1 |
| 13 | вправо | 26 | 3 |

**КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЙ**

**С РАЗВЁРНУТЫМ ОТВЕТОМ**

Решения заданий 27–32 части 2 (с развёрнутым ответом) оцениваются экспертной комиссией. На основе критериев, представленных в приведённых ниже таблицах, за выполнение каждого задания в зависимости от полноты   
и правильности данного учащимся ответа выставляется от 0 до 2 баллов за задание 28 и от 0 до 3 баллов за задания 27 и 29–32.

**27**

На рисунке 1 приведена зависимость внутренней энергии *U* 1 моль идеального одноатомного газа от его давления *р* в процессе 1–2–3. Постройте график этого процесса на рисунке 2 в переменных *p-V*. Точка, соответствующая состоянию 1, уже отмечена на этом рисунке. Построение объясните, опираясь на законы молекулярной физики.

|  |  |
| --- | --- |
| E18 | E18 |
| Рис. 1 | Рис. 2 |

|  |
| --- |
| Возможное решение |
| 1.   |  | | --- | | E18 |   2. Внутренняя энергия идеального одноатомного газа пропорциональна его абсолютной температуре: . Значит, на участке 1–2 температура пропорциональна давлению, процесс при постоянном количестве вещества, согласно уравнению Клапейрона – Менделеева  является изохорным нагреванием, объём газа не изменяется, а давление увеличивается в 2 раза. В координатах *p*-*V* график является отрезком вертикальной прямой.  3. На участке 2–3 *U* = const, температура газа не меняется, происходит изотермическое сжатие, давление в этом процессе также возрастает в 2 раза. При этом  поэтому объём газа уменьшился в 2 раза.  В координатах *p*-*V* график является гиперболой |

|  |  |
| --- | --- |
| Критерии оценивания выполнения задания | Баллы |
| Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: *п. 1*) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: *связь между внутренней энергией идеального газа и абсолютной температурой, уравнение Клапейрона – Менделеева*) | 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 (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).  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 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* |

|  |
| --- |
|  |

**28**

Невесомый стержень, находящийся в ящике с гладкими дном и стенками, составляет угол 45° с вертикалью (см. рисунок). К середине стержня подвешен на нити шарик массой 1 кг. Каков модуль силы упругости , действующей на стержень со стороны левой стенки ящика?

|  |  |
| --- | --- |
| Возможное решение | |
| Запишем уравнение моментов сил относительно оси, перпендикулярной плоскости чертежа и проходящей через нижний конец стержня:  , где *L* – длина стержня. Таким образом,  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: *уравнение для моментов сил*);  II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (*за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов)*;  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 | 2 |
| Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности,ипроведены преобразования, направленные на решение задачи. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.  Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.  И (ИЛИ)  В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачёркнуты.  И (ИЛИ)  В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги.  И (ИЛИ)  Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка | 1 |
| Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла | 0 |
| *Максимальный балл* | *2* |

**29**

|  |
| --- |
| E17 |

На вертикальной оси укреплена гладкая горизонтальная штанга, по которой могут перемещаться два груза массами *m*1 = 200 г и *m*2 = 300 г, связанные нерастяжимой невесомой нитью длиной *l* = 20 см. Нить закрепили на оси так, что грузы располагаются по разные стороны от оси и натяжение нити с обеих сторон от оси при вращении штанги одинаково (см. рисунок). Определите модуль силы натяжения *Т* нити, соединяющей грузы, при вращении штанги с частотой 600 об/мин.

|  |  |
| --- | --- |
| Возможное решение | |
| |  | | --- | | E17 |   Для каждого груза выберем инерциальную систему отсчёта, ось которой направлена вдоль штанги к оси вращения (см. рисунок),  и запишем в проекциях второй закон Ньютона для грузов:    где   – центростремительные ускорения грузов,   – угловая скорость вращения, *R*1 и *R*2 – радиусы окружностей.  Учитывая, что  и  из уравнений Ньютона получим:    Подставляя значения физических величин, найдём силу натяжения нити:  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: *второй закон Ньютона, выражение для центростремительного ускорения*);  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**

|  |
| --- |
| 140397 |

Одно и то же постоянное количество одноатомного идеального газа расширяется из одного и того же начального состояния *р*1, *V*1 до одного и того же конечного объёма *V*2 первый раз по изобаре 1–2, а второй – по адиабате 1–3 (см. рисунок). Отношение работы газа в процессе 1–2 к работе газа в процессе 1–3 равно . Чему равно отношение *х* количества теплоты *Q*12, полученного газом от нагревателя в ходе   
процесса 1–2, к модулю изменения внутренней энергии газа  в ходе процесса 1–3?

|  |  |
| --- | --- |
| Возможное решение | |
| 1. Количество теплоты *Q*12, полученное газом в изобарном процессе 1–2 от нагревателя, согласно первому началу термодинамики    (С учётом уравнения Менделеева – Клапейрона )  2. В адиабатном процессе  Тогда модуль изменения внутренней энергии газа в процессе 1–3  = *А*13.  3. В результате  Ответ: *х* = 5 | |
| 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: *первое начало термодинамики, выражение для внутренней энергии одноатомного идеального газа, выражение 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 величин, 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 (в том числе в записи единиц измерения величины) | 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* |

**31**

На рисунке показана схема электрической цепи, состоящей из источника тока с ЭДС  В и внутренним сопротивлением *r* = 1 Ом, двух резисторов   
с сопротивлениями *R*1 = 8 Ом и *R*2 = 3 Ом, конденсатора электроёмкостью *С*= 4 мкФ и катушки с индуктивностью *L*= 24 мкГн. В начальном состоянии ключ К длительное время замкнут. Какое количество теплоты выделится на резисторе *R*2 после размыкания ключа К? Сопротивлением катушки пренебречь.

|  |
| --- |
| E18 |

|  |  |
| --- | --- |
| Возможное решение | |
| До размыкания ключа электрический ток протекает через последовательно соединённые резисторы *R*1, *R*2 и катушку *L*. Согласно закону Ома для полной цепи 1 А. При этом напряжение на конденсаторе равно 3 В. Таким образом, до размыкания ключа  в конденсаторе была накоплена энергия  Дж = 18 мкДж,  и в катушке индуктивности –  Дж = 12 мкДж.  После размыкания ключа вся накопленная в элементах цепи энергия выделится в виде тепла на резисторе *R*2: 30 мкДж.  Ответ: = 30 мкДж | |
| 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 расчёта сопротивления последовательно соединённых резисторов, законы Ома для полной цепи и участка цепи, формула энергии электрического поля конденсатора и магнитного поля катушки с током, закон сохранения энергии*);  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* |

**32**

|  |
| --- |
| E18 |

Прямоугольный треугольник расположен перед собирающей линзой с фокусным расстоянием  см, как показано на рисунке. Катет треугольника, расположенный на главной оптической оси, имеет длину   
 см, а его гипотенуза составляет угол  с главной оптической осью линзы.

Определите тангенс угла, который составляет с главной оптической осью линзы гипотенуза даваемого линзой изображения этого треугольника. Постройте изображение треугольника   
в линзе.

|  |  |
| --- | --- |
| Возможное решение | |
| 1. Построим изображение треугольника, используя свойства линзы:   * луч, прошедший через оптический центр *О*, не преломляется; * параллельный пучок лучей пересекается в фокальной плоскости.  |  | | --- | | E18 |   2. Вертикальный катет длиной *h* находится на расстоянии 2*F* от линзы, поэтому его изображение, согласно формуле линзы, тоже находится на расстоянии 2*F* от линзы.  И длина изображения этого катета тоже равна *h*.  3. Из подобия треугольников *ABC* и *COD* получаем  Из подобия треугольников *ODC*ʹ и *A*ʹ*B*ʹ*C*ʹ  Тогда .  4.  5. Подставляя значения физических величин, получим  .  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: *ход лучей в случае тонкой линзы, формула линзы, признаки подобия и равенства треугольников*);  II) сделан правильный рисунок построения изображения треугольника в линзе;  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 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.  ИЛИ  Приведён только правильный рисунок построения изображения треугольника в линзе | 1 |
| Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла | 0 |
| *Максимальный балл* | *3* |