**Тренировочный вариант №2**

**Инструкция по выполнению работы**

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3 часа   
55 минут (235 минут). Работа состоит из 2 частей, включающих в себя 31 задание.

**Бланк**

**КИМ**

В заданиях 1–4, 8–10, 14, 15, 20, 24–26 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Число 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:      *7,5* см*.* |  |

Ответом к заданиям 5–7, 11, 12, 16–18, 21 и 23 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 приведённому ниже образцу, не разделяя числа пробелом, в бланк ответов № 1.

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

**Бланк**

Ответ к заданиям 27–31 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, капиллярной или перьевой ручек.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. Записи   
в черновике не учитываются при оценивании работы.

Баллы, полученные Вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Ж***елаем 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 |

|  |  |
| --- | --- |
| ***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. |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***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 1–23 являются цифра, 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 координаты тела *x* от времени *t* при его прямолинейном движении по оси *x*.

|  |
| --- |
| E15_01_13 |

Определите проекцию скорости тела  в промежутке времени от 25 до 30 с.

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

**2**

В инерциальной системе отсчёта сила  сообщает телу массой *m*   
ускорение 12 м/с2. Определите ускорение тела массой 2*m* под действием силы  в этой системе отсчёта.

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

**3**

Шарик массой 200 г падает с высоты 20 м с начальной скоростью, равной нулю. Какова его кинетическая энергия в момент перед ударом о землю, если потеря энергии за счёт сопротивления воздуха составила 4 Дж?

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

**4**

Шар плотностью 2,5 г/см3 и объёмом 400 см3 целиком опущен в воду. Определите архимедову силу, действующую на шар.

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

**5**

|  |
| --- |
| 1420_А21 |

На рисунке представлен схематичный вид графика изменения кинетической энергии тела с течением времени. Выберите два верных утверждения, описывающих движение в соответствии с данным графиком.

|  |  |
| --- | --- |
| 1) | В конце наблюдения кинетическая энергия тела отлична от нуля. |
| 2) | Кинетическая энергия тела в течение всего времени наблюдения уменьшается. |
| 3) | Тело брошено под углом к горизонту с поверхности Земли и упало на балкон. |
| 4) | Тело брошено вертикально вверх с балкона и упало на Землю. |
| 5) | Тело брошено под углом к горизонту с поверхности Земли и упало в кузов проезжающего мимо грузовика. |

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

**6**

В школьной лаборатории изучают свободные колебания пружинного маятника при различных значениях массы маятника. Как изменятся период его свободных колебаний и период изменения его потенциальной энергии, если увеличить массу маятника, не изменяя жесткость пружины? Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

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

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

|  |  |
| --- | --- |
| Период свободных колебаний | Период изменения потенциальной энергии |
|  |  |

**7**

Шайба массой *m* съезжает с горки без трения из состояния покоя. Ускорение свободного падения равно *g*. У подножия горки кинетическая энергия шайбы равна *E*к. Чему равны высота горки и модуль импульса шайбы у подножия горки?

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.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА |  | ФОРМУЛА |
| |  |  | | --- | --- | | А) | высота горки | | Б) | модуль импульса шайбы у подножия горки | |  | |  |  | | --- | --- | | 1) |  | | 2) |  | | 3) |  | | 4) |  | |

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

**8**

В сосуде содержится неон, абсолютная температура которого равна 900 К. Концентрацию неона увеличили в 1,5 раза, при этом его давление уменьшилось в 3 раза. Определите установившуюся абсолютную температуру газа.

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

**9**

Тепловая машина с КПД 40% за цикл работы отдаёт холодильнику количество теплоты, равное 60 Дж. Какое количество теплоты машина получает за цикл от нагревателя?

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

**10**

В закрытом сосуде под поршнем находится водяной пар при температуре   
100 °С под давлением 60 кПа. Каким станет давление пара, если, сохраняя его температуру неизменной, уменьшить объём пара в 2 раза?

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

**11**

|  |
| --- |
| E15 |

На рисунке представлены графики зависимости температуры *t* двух тел одинаковой массы от сообщённого им количества теплоты *Q*. Первоначально тела находились в твёрдом агрегатном состоянии.

Используя данные графиков, выберите из предложенного перечня **два** верных утверждения и укажите их номера.

|  |  |
| --- | --- |
| 1) | Оба тела имеют одинаковую удельную теплоту плавления. |
| 2) | Температура плавления первого тела в 1,5 раза больше, чем второго. |
| 3) | Тела имеют одинаковую удельную теплоёмкость в твёрдом агрегатном состоянии. |
| 4) | Тела имеют одинаковую удельную теплоёмкость в жидком агрегатном состоянии. |
| 5) | Удельная теплоёмкость второго тела в твёрдом агрегатном состоянии  в 3 раза больше, чем первого. |

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

**12**

Температуру нагревателя тепловой машины Карно уменьшили, оставив температуру холодильника прежней. Количество теплоты, отданное газом холодильнику за цикл, не изменилось. Как изменились при этом КПД тепловой машины и количество теплоты, полученное газом за цикл от нагревателя?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

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

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

|  |  |
| --- | --- |
| КПД тепловой машины | Работа тепловой машины  за цикл |
|  |  |

**13**

|  |
| --- |
| 1430_А11 |

Как направлена относительно рисунка ***(вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю)*** кулоновская сила  действующая на положительный точечный заряд +*q*, помещённый в центр квадрата, в вершинах которого находятся заряды: +*q*, +*q*, –*q*, –*q* (см. рисунок)? Ответ запишите словом (словами).

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

**14**

На плавком предохранителе счётчика электроэнергии указано: «15 А, 380 В». Какова максимальная суммарная мощность электрических приборов, которые можно одновременно включать в сеть, чтобы предохранитель не расплавился?

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

**15**

На

Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью *C* и катушки индуктивностью *L*. Во сколько раз увеличится период свободных электромагнитных колебаний в этом контуре, если электроемкость конденсатора и индуктивность катушки увеличить в 3 раза?

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

**16**

|  |
| --- |
| 114096 |

Незаряженные стеклянные кубики 1 и 2 сблизили вплотную и поместили в электрическое поле отрицательно заряженного шара, как показано в верхней части рисунка. Затем кубики раздвинули и уже потом убрали заряженный шар (нижняя часть рисунка). Выберите **два** верных утверждения выберите, из приведенного ниже списка, и укажите их номера.

|  |  |
| --- | --- |
| 1) | Заряды первого и второго кубиков равны нулю |
| 2) | Заряды первого и второго кубиков отрицательны |
| 3) | Под действием электрического поля шара в кубиках произошло перераспределение свободных электронов |
| 4) | Заряд первого кубика отрицателен, заряд второго положителен |
| 5) | После того как заряженный шар убрали, напряженность электрического поля внутри шариков равна нулю. |

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

**17**

По проволочному резистору течёт ток. Как изменятся при увеличении длины проволоки в 2 раза и уменьшении 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**

|  |
| --- |
| 1423_В4 |

На рисунке показана цепь постоянного тока. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать ( – ЭДС источника напряжения; *r* – внутреннее сопротивление источника; *R* – сопротивление резистора).

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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ |  | ФОРМУЛЫ |
| |  |  | | --- | --- | | А) | напряжение на источнике при замкнутом ключе К | | Б) | сила тока через источник при разомкнутом ключе К | |  | |  |  | | --- | --- | | 1) |  | | 2) |  | | 3) |  | | 4) |  | |

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

**19**

|  |
| --- |
| E15 |

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.

Чему равны число протонов и число нейтронов в ядре самого распространённого изотопа магния?

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Ответ: | Число протонов | Число нейтронов |
|  |  |

*В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.*

**20**

Период полураспада изотопа кислорода Осоставляет 71 с. Какая доля от исходного большого количества этих ядер остаётся **нераспавшейся** через интервал времени, равный 142 c?

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

**21**

Установите соответствие между графиками, представленными на рисунках,   
и законами (зависимостями), которые они могут выражать.

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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ГРАФИК |  | ЗАКОН |
| |  |  | | --- | --- | | А) | E11 | | Б) | 0 | |  | |  |  | | --- | --- | | 1) | закон Эйнштейна пропорциональности массы и энергии | | 2) | закон радиоактивного распада | | 3) | зависимость максимальной кинетической энергии фотоэлектронов от частоты света | | 4) | зависимость энергии фотона от частоты света | |

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

**22**



Ученик измерял силу тяжести, действующую на груз. Показания динамометра приведены на фотографии. Погрешность измерения равна цене деления динамометра.

Запишите показания динамометра с учетом погрешностей измерений.

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

*В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.*

**23**

Конденсатор состоит из двух круглых пластин, между которыми находится диэлектрик (– диэлектрическая проницаемость диэлектрика). Необходимо экспериментально установить, как зависит электроемкость конденсатора от площади его пластин. Какие два конденсатора следует использовать для проведения такого исследования?



В ответ запишите номера выбранных установок.

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

**Часть 2**

***Ответом к заданиям 24–26 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.***

**24**

Камень массой *m* = 10 кг падает под углом α = 30 к вертикали со скоростью 12 м/с в тележку с песком общей массой *M* = 50 кг, покоящуюся на горизонтальных рельсах (см. рис.). Чему равна скорость тележки после падения в нее камня?



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

**25**

Аргон массой 120 г в ходе адиабатического процесса сжали, при этом температура газа увеличилась на 150 К. Какую работу совершили при этом внешние силы? Ответ округлите до десятых.

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

**26**

Дифракционная решетка с периодом 30 мкм расположена параллельно экрану на расстоянии 2 м от него. Какого порядка максимум в спектре будет наблюдаться на экране на расстоянии 10 см от центра дифракционной картины при освещении решетки нормально падающим пучком света длиной волны 500 нм? Угол отклонения лучей решеткой α считать малым, так что sin  tg  .

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

***Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.***

***Для записи ответов на задания 27–31 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.***

**27**

|  |
| --- |
| E16 |

Постоянное количество одноатомного идеального газа участвует в процессе, который изображён на рисунке в переменных *p*– *U*, где *U* – внутренняя энергия газа, *p* – его давление. Опираясь на законы молекулярной физики и термодинамики, определите, получает газ теплоту или отдаёт в процессах 1–2 и 2–3.

***Полное правильное решение каждой из задач 28–31 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**

|  |
| --- |
| 1408_С2 |

Небольшой груз, прикреплённый к нити длиной  см, вращается вокруг вертикальной оси так, что нить отклоняется от вертикали на угол  С какой скоростью движется груз?

**29**

В сосуде под поршнем находился воздух с относительной влажностью  Объём воздуха изотермически уменьшили в 5 раз. Какая часть α водяных паров сконденсировалась после сжатия?

**30**

|  |
| --- |
| 1427_С5 |

Металлический стержень, согнутый в виде буквы П, закреплён в горизонтальной плоскости. На параллельные стороны стержня опирается концами перпендикулярная перемычка массой 92 г и длиной   
1 м. Сопротивление перемычки равно 0,1 Ом. Вся система находится в однородном вертикальном магнитном поле с индукцией 0,15 Тл. С какой установившейся скоростью будет двигаться перемычка, если к ней приложить постоянную горизонтальную силу 1,13 Н? Коэффициент трения между стержнем и перемычкой равен 0,25. Сопротивлением стержня пренебречь. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на перемычку.

**31**

В вакууме находятся два кальциевых электрода, к которым подключён конденсатор ёмкостью 4000 пФ. При длительном освещении катода светом фототок между электродами, возникший вначале, прекращается, а на конденсаторе появляется заряд  Кл. «Красная граница» фотоэффекта для кальция  нм. Определите частоту световой волны, освещающей катод. Ёмкостью системы электродов пренебречь.

**Система оценивания экзаменационной работы по физике**

**Задания 1–26**

За правильный ответ на каждое из заданий 1–4, 8–10, 13–15, 19, 20, 22–26 ставится по 1 баллу. Эти задания считаются выполненными верно, если правильно указаны требуемое число, два числа или слово.

Каждое из заданий 5–7, 11, 12, 16–18 и 21 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 | -2 | 14 | 5700 |
| 2 | 2 | 15 | 3 |
| 3 | 36 | 16 | 15 или 51 |
| 4 | 4 | 17 | 21 |
| 5 | 15 или 51 | 18 | 13 |
| 6 | 11 | 19 | 1212 |
| 7 | 42 | 20 | 25 |
| 8 | 200 | 21 | 23 |
| 9 | 100 | 22 | 1,60,1 |
| 10 | 100 | 23 | 15 или 51 |
| 11 | 45 или 54 | 24 | 1 |
| 12 | 22 | 25 | 5,6 |
| 13 | влево | 26 | 3 |

**КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЙ**

**С РАЗВЁРНУТЫМ ОТВЕТОМ**

Решения заданий 27–31 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 3 баллов.

**27**

|  |
| --- |
| E16 |

Постоянное количество одноатомного идеального газа участвует в процессе, который изображён на рисунке в переменных *p*– *U*, где *U* – внутренняя энергия газа, *p* – его давление. Опираясь на законы молекулярной физики и термодинамики, определите, получает газ теплоту или отдаёт в процессах 1–2 и 2–3.

|  |  |
| --- | --- |
| Возможное решение | |
| 1. Так как внутренняя энергия идеального одноатомного газа   (где ν – количество моль газа), то на участке 1–2, где внутренняя энергия газа не изменяется , процесс изотермический: .  2. По первому закону термодинамики количество теплоты, которое одноатомный идеальный газ получает на изотерме, равно работе газа: . Так как давление газа растёт, то согласно закону Бойля – Мариотта, объём уменьшается, т.е. газ совершает отрицательную работу: *А* < 0. Значит, *Q*12 < 0, и газ отдаёт тепло.  3. На участке 2–3 давление газа не изменяется (изобарный процесс *р* = const), а внутренняя энергия уменьшается , поэтому температура газа *Т* уменьшается, согласно закону Гей-Люссака объём также уменьшается.  В этом процессе работа отрицательна, так как газ сжимается: *А* < 0. По первому закону термодинамики . В этом процессе газ также отдает тепло.  Ответ: | |
| Критерии оценивания выполнения задания | Баллы |
| Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: ) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: *формула для внутренней энергии одноатомного идеального газа, первый закон термодинамики, изопроцессы*) | 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**

|  |
| --- |
| 1408_С2 |

Небольшой груз, прикреплённый к нити длиной  см, вращается вокруг вертикальной оси так, что нить отклоняется от вертикали на угол  С какой скоростью движется груз?

|  |  |
| --- | --- |
| Возможное решение | |
| |  | | --- | | 1407_С2-крит |   На груз действуют сила натяжения нити и сила тяжести , как указано на рисунке.  В инерциальной системе отсчёта, связанной с Землёй, ускорение тела определяется вторым законом Ньютона, что приводит к уравнениям для проекций сил и ускорений на оси *Оху*:    Здесь  – центростремительное ускорение.  Поскольку  то  и из второго уравнения  Тогда из первого уравнения получим: , следовательно,  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: *выражение для центростремительного ускорения материальной точки, второй закон Ньютона*);  II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (*за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений величин, используемых в условии задачи*);  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 следующие недостатки.  Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.  ИЛИ  В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).  ИЛИ  В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/ вычисления не доведены до конца.  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 задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа.  ИЛИ  В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения 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 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 |

**29**

В сосуде под поршнем находился воздух с относительной влажностью  Объём воздуха изотермически уменьшили в 5 раз. Какая часть α водяных паров сконденсировалась после сжатия?

|  |  |
| --- | --- |
| Возможное решение | |
| 1. Относительная влажность  В начальном состоянии парциальное давление пара в сосуде было равно  где *р*нп – давление насыщенного пара.  2. Согласно уравнению Клапейрона – Менделеева  где *Т* – температура пара, *V* – объём сосуда, *M* – молярная масса воды, *m*0 – начальная масса водяного пара в сосуде.  3. После сжатия пар стал насыщенным, а его масса уменьшилась до *m*1. Поэтому .  4. Объединяя 1, 2 и 3, 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: *определение относительной влажности и уравнение Клапейрона – Менделеева, независимость давления насыщенного пара от объёма при неизменной температуре*);  II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (*за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи*);  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, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки.  Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.  ИЛИ  В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).  ИЛИ  В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/ вычисления не доведены до конца.  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 задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа.  ИЛИ  В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения 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 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 |

**30**

|  |
| --- |
| 1427_С5 |

Металлический стержень, согнутый в виде буквы П, закреплён в горизонтальной плоскости. На параллельные стороны стержня опирается концами перпендикулярная перемычка массой 92 г и длиной   
1 м. Сопротивление перемычки равно 0,1 Ом. Вся система находится в однородном вертикальном магнитном поле с индукцией 0,15 Тл. С какой установившейся скоростью будет двигаться перемычка, если к ней приложить постоянную горизонтальную силу 1,13 Н? Коэффициент трения между стержнем и перемычкой равен 0,25. Сопротивлением стержня пренебречь. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на перемычку.

|  |  |
| --- | --- |
| Возможное решение | |
| |  | | --- | |  |   При движении перемычки в однородном магнитном поле на её концах возникает ЭДС электромагнитной индукции: , где – индукция магнитного поля; и  – соответственно скорость и длина перемычки. Согласно закону Ома для полной цепи в замкнутом контуре возникает индукционный ток: , где – сопротивление перемычки. Поскольку скорость перемычки постоянна, то ЭДС и индукционный ток также будут постоянными. Согласно правилу Ленца индукционный ток, возникающий в контуре, будет направлен так, чтобы своим магнитным полем препятствовать увеличению магнитного потока при движении перемычки, т.е. против часовой стрелки (см. рисунок). Благодаря появлению индукционного тока на перемычку со стороны магнитного поля начнёт действовать сила Ампера, направленная согласно правилу левой руки в противоположную движению сторону: .  На перемычку действуют пять сил: сила тяжести  сила реакции опоры  сила трения  сила Ампера  и сила  приложенная к перемычке (см. рисунок). Перемычка движется с постоянной скоростью, поэтому её ускорение равно нулю. Проекции второго закона Ньютона имеют вид:   Сила трения скольжения  В итоге получаем:  = = 4 м/с.  Ответ:  м/с | |
| 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:  *выражения для ЭДС индукции, индукционного тока, силы Ампера, силы трения, второй закон Ньютона*);  II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (*за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений величин, используемых в условии задачи*);  III) представлен правильный рисунок с указанием сил, действующих на перемычку;  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, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки.  Записи, соответствующие пунктам II и III, представлены не в полном объёме или отсутствуют.  ИЛИ  В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены  в скобки, рамку и т.п.).  ИЛИ  В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/ вычисления не доведены до конца.  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 задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа  ИЛИ  В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения 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 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 |

**31**

В вакууме находятся два кальциевых электрода, к которым подключён конденсатор ёмкостью 4000 пФ. При длительном освещении катода светом фототок между электродами, возникший вначале, прекращается, а на конденсаторе появляется заряд  Кл. «Красная граница» фотоэффекта для кальция  нм. Определите частоту световой волны, освещающей катод. Ёмкостью системы электродов пренебречь.

|  |  |
| --- | --- |
| Возможное решение | |
| Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:  где *Е*к – максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов,  Фототок прекращается, когда  где *U* – напряжение между электродами, или напряжение на конденсаторе.  Заряд конденсатора  В результате получаем:  Гц.  Ответ:  Гц | |
| 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 Эйнштейна для фотоэффекта, формулы для работы электрического поля конденсатора при перемещении электрона и для электроёмкости конденсатора, формула взаимосвязи частоты и длины волны*);  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 | 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 |