**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 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**

На рисунке приведён график зависимости проекции скорости тела  от времени *t*.

|  |
| --- |
| 1411_А1 |

Определите путь, пройденный телом в интервале времени от 12 до 18 с.

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

|  |
| --- |
| 1431_А2 |

**2**

На рисунке показаны силы (в заданном масштабе), действующие на материальную точку. Сторона клетки соответствует 1 Н. Определите модуль равнодействующей приложенных к телу сил.

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

**3**

Скорость груза массой 0,3 кг равна 2 м/с. Какова кинетическая энергия груза?

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

**4**

Деревянный кубик имеет ребро 3 см. Определите архимедову силу, действующую на кубик при его полном погружении в воду.

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

**5**

На шероховатой поверхности лежит брусок массой 1 кг. На него начинает действовать горизонтальная сила  направленная вдоль поверхности и зависящая от времени так, как показано на графике слева. Зависимость работы этой силы от времени представлена на графике справа. Выберите **два** верных утверждения на основании анализа представленных зависимостей.

|  |  |
| --- | --- |
| E16 | E16 |

|  |  |
| --- | --- |
| 1) | За первые 10 с брусок переместился на 20 м. |
| 2) | Первые 10 с брусок двигался с постоянной скоростью. |
| 3) | В интервале времени от 12 с до 20 с брусок двигался с постоянным, отличным от нуля ускорением. |
| 4) | В интервале времени от 12 с до 20 с брусок двигался с постоянной скоростью. |
| 5) | Сила трения скольжения равна 2 Н. |

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

**6**

Искусственный спутник Земли перешёл с одной круговой орбиты на другую, на новой орбите скорость его движения меньше, чем на прежней. Как изменились при этом потенциальная энергия спутника в поле тяжести Земли и его период обращения вокруг Земли?

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 могут повторяться.

|  |  |
| --- | --- |
| Потенциальная энергия | Период обращения спутника вокруг Земли |
|  |  |

|  |
| --- |
| E14 |

**7**

На рисунке показан график зависимости координаты *x* тела, движущегося вдоль оси *Ох*, от времени *t* (парабола). Графики А и Б представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение этого тела, от времени *t*. 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 столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ГРАФИКИ |  | ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ |
| |  |  | | --- | --- | | А) | E14 | | Б) | E14 | |  | |  |  | | --- | --- | | 1) | проекция перемещения тела на ось *Oх* | | 2) | проекция скорости тела на ось *Oх* | | 3) | модуль ускорения тела | | 4) | кинетическая энергия тела | |

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

**8**

Цилиндрический сосуд разделён лёгким подвижным поршнем на две части.   
В одной части сосуда находится криптон, в другой – аргон. Температуры газов одинаковы. Определите отношение концентрации молекул криптона   
к концентрации молекул аргона.

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

**9**

У идеального теплового двигателя Карно температура нагревателя 327°С,   
а температура холодильника 27°С. Определите КПД теплового двигателя.

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

**10**

В воздухе комнаты при относительной влажности 40% парциальное давление водяного пара равно 980 Па. Определите давление насыщенного водяного пара при данной температуре.

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

**11**

|  |
| --- |
| E17 |

При переводе идеального газа из состояния 1   
в состояние 2 концентрация молекул *n* пропорциональна давлению *р* (см. рисунок). Масса газа в процессе остаётся постоянной.

Из приведённого ниже списка выберите **два** правильныхутверждения, характеризующие процесс 1–2.

|  |  |
| --- | --- |
| 1) | Абсолютная температура газа уменьшается. |
| 2) | Плотность газа остаётся неизменной. |
| 3) | Происходит изотермическое расширение газа. |
| 4) | Среднеквадратичная скорость теплового движения молекул газа остаётся неизменной. |
| 5) | Средняя кинетическая энергия теплового движения молекул газа увеличивается. |

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

**12**

Температура холодильника идеального теплового двигателя, работающего по циклу Карно, равна *T*2, а коэффициент полезного действия этого двигателя равен  За цикл двигатель отдаёт холодильнику количество теплоты *Q*2. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ |  | ФОРМУЛЫ |
| |  |  | | --- | --- | | А) | работа, совершаемая двигателем за цикл | | Б) | температура нагревателя | |  | |  |  | | --- | --- | | 1) |  | | 2) |  | | 3) |  | | 4) |  | |

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

**13**

|  |
| --- |
| 114487 |

Заряд + *q*> 0 находится на равном расстоянии от неподвижных точечных зарядов + *Q* > 0 и – *Q*, расположенных на концах тонкой стеклянной палочки   
(см. рисунок). Куда направлено ***(вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю)*** ускорение заряда + *q*   
в этот момент времени, если на него действуют только заряды + *Q* и – *Q*? 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**

Энергия магнитного поля катушки с током равна 0,32 Дж. Индуктивность катушки равна 10 мГн. Какова сила тока в катушке?

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

**16**

Две параллельные металлические пластины больших размеров расположены на расстоянии *d* друг от друга и подключены к источнику постоянного напряжения (см. рисунок).

|  |
| --- |
| E18 |

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

|  |  |
| --- | --- |
| 1) | Напряжённость электрического поля в точках *А*, *В* и *С* одинакова. |
| 2) | Потенциал электрического поля в точках *А* и *С* одинаков. |
| 3) | Если увеличить расстояние *d* между пластинами, то напряжённость электрического поля в точке *В* увеличится. |
| 4) | Если пластины полностью погрузить в керосин, то энергия электрического поля пластин останется неизменной. |
| 5) | Если уменьшить расстояние *d* между пластинами, то заряд левой пластины увеличится. |

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

**17**

Небольшой предмет расположен на главной оптической оси тонкой собирающей линзы на тройном фокусном расстоянии от неё. Его начинают приближать к фокусу линзы. Как меняются при этом расстояние от линзы до изображения и оптическая сила линзы?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

|  |  |
| --- | --- |
| Расстояние от линзы  до изображения | Оптическая сила линзы |
|  |  |

**18**

|  |
| --- |
| 1442_В3 |

Два резистора с сопротивлениями *R*1 и *R*2 подключены к источнику тока с внутренним сопротивлением *r* (см. рисунок). Напряжение на втором резисторе равно *U*2. Чему равны напряжение на первом резисторе и ЭДС источника?

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ |  | ФОРМУЛЫ |
| |  |  | | --- | --- | | А) | напряжение на резисторе *R*1 | | Б) | ЭДС источника | |  | |  |  | | --- | --- | | 1) |  | | 2) |  | | 3) |  | | 4) |  | |

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

**19**

Ядро бериллия может захватить гамма-квант, в результате чего происходит ядерная реакция  с образованием ядра химического элемента . Каковы заряд образовавшегося ядра Z (в единицах элементарного заряда) и его массовое число A?

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

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

**20**

|  |
| --- |
| 124751 |

Ядра нептуния  испытывают β–-распад с периодом полураспада 60 мин. В момент начала наблюдения в образце содержится 8⋅1020 ядер нептуния. Через какую из точек, кроме точки *А*, пройдёт график зависимости от времени числа ядер радиоактивного нептуния в образце?

Ответ: через точку \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

**21**

При исследовании зависимости кинетической энергии фотоэлектронов от длины волны падающего света фотоэлемент освещался через различные светофильтры. В первой серии опытов использовался светофильтр, пропускающий только синий свет, а во второй – только красный свет. В каждом опыте наблюдали явление фотоэффекта и измеряли запирающее напряжение. Как изменяются длина световой волны и запирающее напряжение при переходе от первой серии опытов ко второй? Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

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

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

|  |  |
| --- | --- |
| Длина световой волны, падающей на фотоэлемент | Модуль запирающего напряжения |
|  |  |

|  |
| --- |
| 5H_2 |

**22**

Погрешность прямого измерения силы динамометром,на которомвисит груз, равна цене деления. Каков вес груза?

Ответ: (                 ±                  ) Н.

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

**23**

Необходимо экспериментально изучить зависимость заряда, накопленного   
конденсатором, от внутреннего сопротивления аккумулятора.

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

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

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

**24**

Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики некоторых спутников планет Солнечной системы.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Название спутника | Радиус спутника, км | Радиус орбиты, тыс. км | Вторая космическая скорость, м/с | Планета |
| Луна | 1737 | 384,4 | 2400 | Земля |
| Фобос | ~12 | 9,38 | 11 | Марс |
| Ио | 1821 | 421,6 | 2560 | Юпитер |
| Европа | 1561 | 670,9 | 2025 | Юпитер |
| Каллисто | 2410 | 1883 | 2445 | Юпитер |
| Титан | 2575 | 1221,8 | 2640 | Сатурн |
| Оберон | 761 | 583,5 | 725 | Уран |
| Тритон | 1354 | 354,8 | 1438 | Нептун |

Выберите **все** верные утверждения, которые соответствуют характеристикам спутников.

|  |  |
| --- | --- |
| 1) | Объём Оберона примерно в 2 раза меньше объёма Европы. |
| 2) | Первая космическая скорость для искусственного спутника Луны составляет примерно 1,7 км/с. |
| 3) | Чем больше радиус орбиты спутника, тем больше масса планеты, вокруг которой он вращается. |
| 4) | Объём Луны больше объёма Европы. |
| 5) | Ускорение свободного падения на Фобосе составляет примерно 11 м/с2. |

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**

Прямоугольный контур, образованный двумя рельсами и двумя перемычками, находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости контура. Правая перемычка скользит по рельсам, сохраняя надежный контакт с ними. Известны величины: индукция магнитного поля *В* = 0,1Tл, расстояние между рельсами *l* = 10 см, скорость движения перемычки *υ* = 2 м/c, сопротивление контура *R* = 2 Ом. Какова сила индукционного тока в контуре?



Ответ: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ мА,.

**26**

Во сколько раз частота света, соответствующая «красной границе» фотоэффекта для металла с работой выхода 1 эВ, меньше частоты света, соответствующей «красной границе» фотоэффекта для металла с работой выхода 3,2 ∙ 10 –19 Дж?

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



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

|  |
| --- |
| E16 |

**27**

На графике представлена зависимость объёма постоянного количества молей одноатомного идеального газа от средней кинетической энергии теплового движения молекул газа. Опишите, как изменяются температура и давление газа в процессах 1−2 и 2−3. Укажите, какие закономерности Вы использовали для объяснения.

***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**

|  |
| --- |
| 1411_А22 |

Груз массой 120 кг удерживают с помощью рычага, приложив к его концу вертикально направленную силу 300 Н (см. рисунок). Рычаг состоит из шарнира без трения и длинного однородного стержня массой 30 кг. Расстояние от оси шарнира до точки подвеса груза равно 1 м. Определите длину стержня.

**29**

По гладкой наклонной плоскости, составляющей угол  с горизонтом, скользит из состояния покоя брусок массой  г. В тот момент, когда брусок прошёл по наклонной плоскости расстояние  м, в него попала и застряла в нём летящая навстречу ему вдоль наклонной плоскости пуля массой  г. После попадания пули брусок поднялся вверх вдоль наклонной плоскости на расстояние  м от места удара. Найдите скорость пули перед попаданием в брусок. Трение бруска о плоскость не учитывать.

**30**

В комнате размерами 4×5×3 м, в которой воздух имеет температуру 10 °C   
и относительную влажность 30%, включили увлажнитель воздуха производительностью 0,2 л/ч. Чему станет равна относительная влажность воздуха в комнате через 1,5 ч? Давление насыщенного водяного пара при температуре 10 °C равно 1,23 кПа. Комнату считать герметичным сосудом.

**31**

|  |
| --- |
| E18 |

К аккумулятору с ЭДС 50 В и внутренним сопротивлением 4 Ом подключили лампу сопротивлением 10 Ом и резистор сопротивлением 15 Ом, а также конденсатор ёмкостью 100 мкФ (см. рисунок). Спустя длительный промежуток времени ключ К размыкают. Какое количество теплоты выделится после этого на лампе?

**32**

|  |
| --- |
| E16 |

Главная оптическая ось тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием *F* = 20 см и точечный источник света *S* находятся в плоскости рисунка. Точка *S* находится на расстоянии *b* = 70 см от плоскости линзы и на расстоянии *H* = 5 см от её главной оптической оси. В левой фокальной плоскости линзы лежит тонкий непрозрачный экран с маленьким отверстием *A*, находящимся в плоскости рисунка на расстоянии *h* = 4 см от главной оптической оси линзы. На каком расстоянии *x* от плоскости линзы луч *SA* от точечного источника, пройдя через отверстие в экране и линзу, пересечёт её главную оптическую ось? Дифракцией света пренебречь. Постройте рисунок, показывающий ход луча через линзу.



|  |
| --- |
| ***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, 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 | 25 | 14 | 5700 |
| 2 | 2 | 15 | 8 |
| 3 | 0,6 | 16 | 15 |
| 4 | 0,27 | 17 | 13 |
| 5 | 45 | 18 | 13 |
| 6 | 11 | 19 | 48 |
| 7 | 23 | 20 | 2 |
| 8 | 1 | 21 | 12 |
| 9 | 50 | 22 | 1,10,1 |
| 10 | 2450 | 23 | 15 |
| 11 | 34 | 24 | 24 |
| 12 | 41 | 25 | 10 |
| 13 | вправо | 26 | 2 |

**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.

|  |
| --- |
| E16 |

**27**

На графике представлена зависимость объёма постоянного количества молей одноатомного идеального газа от средней кинетической энергии теплового движения молекул газа. Опишите, как изменяются температура и давление газа в процессах 1−2 и 2−3. Укажите, какие закономерности Вы использовали для объяснения.

|  |  |
| --- | --- |
| Возможное решение | |
| 1. Средняя кинетическая энергия теплового движения молекул одноатомного идеального газа . В соответствии с уравнением Менделеева – Клапейрона  где  – число Авогадро.  2. На участке 1−2 объём изменяется пропорционально средней кинетической энергии молекул. Следовательно, в соответствии с только что полученным равенством в этом процессе давление газа не изменяется. Поскольку средняя кинетическая энергия молекул на этом участке возрастает, температура газа увеличивается.  3. В процессе 2−3 средняя кинетическая энергия не изменяется; следовательно, температура газа остаётся постоянной. На участке 2−3 объём газа уменьшается при постоянной температуре. Следовательно, в этом процессе давление газа в соответствии с уравнением Менделеева – Клапейрона увеличивается | |
| Критерии оценивания выполнения задания | Баллы |
| Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: *на участке 1–2 давление газа не меняется, а температура увеличивается; на участке 2–3 давление газа увеличивается, а температура постоянная*) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: *связь температуры газа со средней кинетической энергией теплового движения его молекул, уравнение Менделеева – Клапейрона*) | 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**

|  |
| --- |
| 1411_А22 |

Груз массой 120 кг удерживают с помощью рычага, приложив к его концу вертикально направленную силу 300 Н (см. рисунок). Рычаг состоит из шарнира без трения и длинного однородного стержня массой 30 кг. Расстояние от оси шарнира до точки подвеса груза равно 1 м. Определите длину стержня.

|  |  |
| --- | --- |
| Возможное решение | |
| Правило для моментов сил относительно оси, походящей через шарнир:    где *m* – масса стержня.  Проведя преобразования, получим | |
| 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**

По гладкой наклонной плоскости, составляющей угол  с горизонтом, скользит из состояния покоя брусок массой  г. В тот момент, когда брусок прошёл по наклонной плоскости расстояние  м, в него попала и застряла в нём летящая навстречу ему вдоль наклонной плоскости пуля массой  г. После попадания пули брусок поднялся вверх вдоль наклонной плоскости на расстояние  м от места удара. Найдите скорость пули перед попаданием в брусок. Трение бруска о плоскость не учитывать.

|  |  |
| --- | --- |
| Возможное решение | |
| 1. Найдём скорость  которую брусок приобрёл, пройдя путь *x*. Используем закон сохранения энергии:  (1)  2. Учитывая абсолютно неупругий удар пули и бруска, запишем закон сохранения импульса для этих тел:  (2)  где  – скорость пули,  – скорость, которую приобретут тела после неупругого удара.  3. По закону сохранения энергии бруска, поднявшегося по наклонной плоскости на расстояние *S*:  (3)  4. Тогда    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: *закон сохранения энергии, записанный для двух случаев движения бруска, закон сохранения импульса*);  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**

В комнате размерами 4×5×3 м, в которой воздух имеет температуру 10 °C   
и относительную влажность 30%, включили увлажнитель воздуха производительностью 0,2 л/ч. Чему станет равна относительная влажность воздуха в комнате через 1,5 ч? Давление насыщенного водяного пара при температуре 10 °C равно 1,23 кПа. Комнату считать герметичным сосудом.

|  |  |
| --- | --- |
| Возможное решение | |
| Относительная влажность определяется парциальным давлением водяного пара *p* и давлением *p*нас насыщенного пара при той же температуре:  За время τ работы увлажнителя с производительностью *I* испаряется масса воды  плотностью  В результате исходная влажность в комнате,  возрастает до значения    Водяной пар в комнате объёмом *V* является разреженным газом, который подчиняется уравнению Менделеева – Клапейрона:    где *M* – масса водяного пара, *p* – парциальное давление,  – его молярная масса. Увеличение массы пара в комнате на *m* (от *m*1 до  приводит к увеличению парциального давления на величину, пропорциональную испарившейся массе:  Отсюда:  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: *определение относительной влажности для двух состояний воздуха, уравнение Менделеева – Клапейрона, выражение для производительности увлажнителя*);  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* |

**31**

|  |
| --- |
| E18 |

К аккумулятору с ЭДС 50 В и внутренним сопротивлением 4 Ом подключили лампу сопротивлением 10 Ом и резистор сопротивлением 15 Ом, а также конденсатор ёмкостью 100 мкФ (см. рисунок). Спустя длительный промежуток времени ключ К размыкают. Какое количество теплоты выделится после этого на лампе?

|  |  |
| --- | --- |
| Возможное решение | |
| До размыкания ключа электрический ток протекает через параллельно соединённые лампу и резистор. Общее сопротивление внешней цепи равно  Ом, где  – сопротивление лампы,  – сопротивление резистора. Согласно закону Ома для полной цепи  А. При этом напряжение на конденсаторе равно  В. Таким образом, до размыкания ключа в конденсаторе была накоплена энергия  Дж = 45 мДж.  После размыкания ключа вся энергия, накопленная в конденсаторе, будет выделяться на параллельно включенных лампе и резисторе. Согласно закону Джоуля – Ленца, количество теплоты, выделяющееся в промежуток времени , обратно пропорционально сопротивлению, поскольку напряжение  на лампе и резисторе в любой момент времени одно и то же: ,    и .  Окончательно получим для количества теплоты, выделившегося на лампе: = 27 мДж  Ответ: = 27 мДж | |
| 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 параллельно соединённых элементов цепи, законы Ома для полной цепи и участка цепи, формула энергии заряженного конденсатора, закон Джоуля – Ленца*);  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**

|  |
| --- |
| E16 |

Главная оптическая ось тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием *F* = 20 см и точечный источник света *S* находятся в плоскости рисунка. Точка *S* находится на расстоянии *b* = 70 см от плоскости линзы и на расстоянии *H* = 5 см от её главной оптической оси. В левой фокальной плоскости линзы лежит тонкий непрозрачный экран с маленьким отверстием *A*, находящимся в плоскости рисунка на расстоянии *h* = 4 см от главной оптической оси линзы. На каком расстоянии *x* от плоскости линзы луч *SA* от точечного источника, пройдя через отверстие в экране и линзу, пересечёт её главную оптическую ось? Дифракцией света пренебречь. Постройте рисунок, показывающий ход луча через линзу.

|  |  |
| --- | --- |
| Возможное решение | |
| |  | | --- | | E16 |   1. Построим ход луча *SAСS*1, прошедшего через экран и собирающую линзу, используя основные свойства тонкой линзы: параллельный пучок лучей, падающих на линзу, собирается в её фокальной плоскости; луч , прошедший через оптический центр линзы (точку *О*), не преломляется.  2. Луч *SAС*, принадлежащий параллельному пучку лучей *SA* и *О*1*А*1, после преломления пересечёт луч  в фокальной плоскости линзы в точке *S*1 на расстоянии *d* от главной оптической оси *ВО*. Так как расстояние от фокальных плоскостей *AF* и *S*1*F*1 до плоскости линзы одинаково, то , , .  3. Луч *CS*1 пересечёт главную оптическую ось на расстоянии *х* от линзы, которое определяется из подобия треугольников  и . Из пропорции  получаем: .  Для определения *d* воспользуемся подобием треугольников  и  и составим пропорцию , откуда:  После подстановки получаем:  см.  Ответ:  см | |
| 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: *правила построения лучей, прошедших через линзу; соотношения, вытекающие из подобия треугольников*);  II) сделан рисунок, показывающий ход лучей через линзу;  III) 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*);  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 (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.  ИЛИ  Приведён только правильный рисунок, показывающий ход луча через линзу | 1 |
| Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла | 0 |
| *Максимальный балл* | *3* |