**Вариант №1**

**Инструкция по выполнению работы**

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3 часа   
55 минут (235 минут). Работа состоит из двух частей, включающих в себя 32 задания.

**Бланк**

**КИМ**

В заданиях 1–4, 8–10, 14, 15, 20, 25–27 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы,   
а затем перенесите по приведённому ниже образцу в бланк ответа № 1. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

|  |  |
| --- | --- |
| Ответ:      –2,5м/с2*.* | ФИ-3 |

Ответом к заданиям 5–7, 11, 12, 16–18, 21, 23 и 24 является последовательность двух цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу без пробелов, запятых и других дополнительных символов в бланк ответов № 1.

**КИМ**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  |  |  | | --- | --- | --- | | Ответ: | А | Б | | 4 | 1 | |  |

**Бланк**

**КИМ**

Ответом к заданию 13 является слово. Ответ запишите в поле ответа   
в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу в бланк ответов № 1.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| |  |  | | --- | --- | | Ответ: | Вправо |   . | ФИ13-01 |

**Бланк**

**КИМ**

Ответом к заданиям 19 и 22 являются два числа. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённым ниже образцам, не разделяя числа пробелом, в бланк ответов № 1.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  |  | | --- | --- | | Заряд ядра Z | Массовое число  ядра A | | 38 | 94 | | ФИ19-01 |
| Ответ: ( 1*,*4  ± 0,2 ) Н. | ФИ22-01 |

**Бланк**

Ответ к заданиям 28–32 включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания. В бланке ответов № 2 укажите номер задания   
и запишите его полное решение.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой или капиллярной ручки.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. **Записи   
в черновике, а также в тексте контрольных измерительных материалов не учитываются при оценивании работы.**

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

После завершения работы проверьте, чтобы ответ на каждое задание в бланках ответов № 1 и № 2 был записан под правильным номером.

***Желаем успеха!***

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться Вам при выполнении работы.

**Десятичные приставки**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наимено­вание | Обозначение | Множитель | Наимено­вание | Обозначение | Множитель |
| гига | Г | 109 | санти | с | 10–2 |
| мега | М | 106 | милли | м | 10–3 |
| кило | к | 103 | микро | мк | 10–6 |
| гекто | г | 102 | нано | н | 10–9 |
| деци | д | 10–1 | пико | п | 10–12 |

|  |  |
| --- | --- |
| ***Константы*** |  |
| число π | π = 3,14 |
| ускорение свободного падения на Земле | *g* = 10 м/с2 |
| гравитационная постоянная | *G* = 6,7·10–11 Нм2/кг2 |
| универсальная газовая постоянная | = 8,31 Дж/(мольК) |
| постоянная Больцмана | = 1,3810–23 Дж/К |
| постоянная Авогадро | А = 61023 моль–1 |
| скорость света в вакууме | *с* = 3108 м/с |
| коэффициент пропорциональности в законе Кулона | = = 9109 Нм2/Кл2 |
| модуль заряда электрона  (элементарный электрический заряд) | = 1,610–19 Кл |
| постоянная Планка | = 6,610–34 Джс |

|  |  |
| --- | --- |
| ***Соотношение между различными единицами*** | |
| Температура | 0 К = –273 °С |
| атомная единица массы | 1 а.е.м. = 1,66⋅10–27 кг |
| 1 атомная единица массы эквивалентна | 931,5 МэВ |
| 1 электронвольт | 1 эВ = 1,6⋅10–19 Дж |
| 1 астрономическая единица | 1 а.е. ≈ 150 000 000 км |
| 1 световой год | 1 св. год ≈ 9,461015 м |
| 1 парсек | 1 пк ≈3,26 св. года |

|  |  |
| --- | --- |
| ***Масса частиц*** |  |
| электрона | 9,1⋅10–31кг ≈ 5,5⋅10–4 а.е.м. |
| протона | 1,673⋅10–27 кг ≈ 1,007 а.е.м. |
| нейтрона | 1,675⋅10–27 кг ≈ 1,008 а.е.м. |

|  |  |
| --- | --- |
| ***Астрономические величины*** |  |
| средний радиус Земли | км |
| радиус Солнца | м |
| температура поверхности Солнца | *T* = 6000 К |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Плотность*** |  | подсолнечного масла | | | 900 кг/м3 |
| воды | 1000 кг/м3 | алюминия | | 2700 кг/м3 | |
| древесины (сосна) | 400 кг/м3 | железа | | 7800 кг/м3 | |
| керосина | 800 кг/м3 | ртути | 13 600 кг/м3 | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Удельная*** ***теплоёмкость*** | | | | |  | | | | |
| воды | 4,2⋅103 | | Дж/(кг⋅К) | | | алюминия | | 900 | Дж/(кг⋅К) |
| льда | 2,1⋅103 | | Дж/(кг⋅К) | | | меди | | 380 | Дж/(кг⋅К) |
| железа | | 460 | Дж/(кг⋅К) | | | чугуна | | 500 | Дж/(кг⋅К) |
| свинца | | 130 | Дж/(кг⋅К) | | |  | |  | |
|  | |  | |  | |  | |  | |
| ***Удельная*** ***теплота*** | | | | | | |  | | |
| парообразования воды | | | | 2,3⋅106 Дж/кг | | | | | |
| плавления свинца | | | | 2,5⋅104 Дж/кг | | | | | |
| плавления льда | | | | 3,3⋅105 Дж/кг | | | | | |

|  |
| --- |
| ***Нормальные условия:*** давление – 105 Па, температура – 0 °С |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Молярная маcса*** | | |  | | | |  | | |  | |
| азота | 28⋅10–3 | | | кг/моль | | гелия | | | 4⋅10–3 | | кг/моль |
| аргона | 40⋅10–3 | | | кг/моль | | кислорода | | | 32⋅10–3 | | кг/моль |
| водорода | 2⋅10–3 | | | кг/моль | | лития | | | 6⋅10–3 | | кг/моль |
| воздуха | 29⋅10–3 | | | кг/моль | | неона | | | 20⋅10–3 | | кг/моль |
| воды | 18⋅10–3 | | | кг/моль | | углекислого газа | | | 44⋅10–3 | | кг/моль |
|  | |  | | |  | | |  | | | |

**Часть 1**

***Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.***

**1**

На рисунке приведен график зависимости проекции скорости тела, движущегося вдоль оси Ох от времени.



Определите путь, пройденный телом за 10 с от начала наблюдения.

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

**2**

|  |
| --- |
|  |

На рисунке представлен график зависимости модуля силы упругости от удлинения пружины. Какова жесткость пружины?

Ответ: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Н/м.

**3**

Скорости движения двух одинаковых автомобилей изменяются с течением времени в соответствии с графиками на рисунке. Определите отношение . кинетических энергий автомобилей в момент времени*t*1 .



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

**4**

Частота свободных малых колебаний математического маятника равна 2 Гц. Какой станет частота колебаний, если и длину математического маятника и массу его груза уменьшить в 4 раза?

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

**5**

В инерциальной системе отсчета вдоль оси *ох* движется тело массой 20 кг. На рисунке приведен график зависимости проекции скорости *Vx* этого тела от времени *t*. Из приведенного ниже списка выберите **два** правильныхутверждения и укажите их номера.



|  |  |
| --- | --- |
| 1) | Модуль ускорения тела в промежутке времени от 60 до 80 с в 3 раза больше модуля ускорения тела в промежутке времени от 80 до 100 с. |
| 2) | В промежутке времени от 80 до 100 с тело переместилось на 30 м. |
| 3) | В момент времени 90 с модуль равнодействующей сил, действующих на тело, равен 1,5 Н. |
| 4) | В промежутке времени от 60 до 80 с импульс тела увеличился на 40 кг·м/с. |
| 5) | Кинетическая энергия тела в промежутке времени от 10 до 20 с увеличилась в 4 раза. |

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

**6**

В результате перехода искусственного спутника Земли с одной круговой орбиты на другую его скорость увеличивается. Как изменяются в результате этого перехода радиус орбиты спутника и его центростремительное ускорение?

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.

|  |  |
| --- | --- |
| Радиус орбиты | Центростремительное ускорение |
|  |  |

**7**

Установите соответствие между зависимостью координаты тела от времени (все величины выражены в СИ) и зависимостью проекции скорости от времени для того же тела.

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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| КООРДИНАТА |  | СКОРОСТЬ |
| |  |  | | --- | --- | | А) |  | | Б) |  | |  | |  |  | | --- | --- | | 1) |  | | 2) |  | | 3) |  | | 4) |  | |

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

**8**

В сосуде содержится гелий под давлением 100 кПа. Концентрацию гелия увеличили в 2 раза, а среднюю кинетическую энергию его молекул уменьшили в 4 раза. Определите установившееся давление газа.

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

**9**

|  |
| --- |
| 26284 |

На *pV*-диаграмме (см. рисунок) показано, как изменялось давление газа при его переходе из состояния 1 в состояние 3. Каково отношение  работ газа в процессах 1–2 и 2–3?

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

**10**

|  |
| --- |
| 1329_A10 |

На рисунке изображён график зависимости температуры тела от подводимого к нему количества теплоты. Удельная теплоёмкость вещества этого тела равна 500 Дж/(кг⋅К). Чему равна масса тела?

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

**11**

Сосуд разделён на две равные по объёму части пористой неподвижной перегородкой. В левой части сосуда содержится 16 г гелия, в правой − 2 моль аргона. Перегородка может пропускать молекулы гелия и является непроницаемой для молекул аргона. Температура газов одинакова и остаётся постоянной. Выберите **два** верных утверждения, описывающих состояние газов после установления равновесия в системе.

|  |  |
| --- | --- |
| 1) | Концентрация гелия и аргона в правой части сосуда одинакова. |
| 2) | Давление в обеих частях сосуда одинаково. |
| 3) | В правой части сосуда общее число молекул газов в 2 раза меньше, чем в левой части. |
| 4) | Внутренняя энергия гелия в сосуде в конечном состоянии больше, чем  в начальном. |
| 5) | Внутренняя энергия гелия в сосуде больше, чем внутренняя энергия аргона. |

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

**12**

В сосуде неизменного объёма находилась при комнатной температуре смесь двух идеальных газов, по 1 моль каждого. Половину содержимого сосуда выпустили, а затем добавили в сосуд 2 моль второго газа. Как изменились в результате парциальное давление первого газа и суммарное давление газов, если температура в сосуде поддерживалась неизменной?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

|  |  |
| --- | --- |
| 1) | увеличилось |
| 2) | уменьшилось |
| 3) | не изменилось |

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

|  |  |
| --- | --- |
| Парциальное давление первого газа | Давление смеси газов  в сосуде |
|  |  |

**13**

|  |
| --- |
| 1402_А13 |

Электрон *e* влетает в зазор между полюсами электромагнита со скоростью направленной к наблюдателю перпендикулярно плоскости рисунка (см. рисунок, где кружок с точкой показывает направление движения электрона). Как направлена *(****вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю***) действующая на электрон сила Лоренца  Ответ запишите словом (словами).



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

**14**

|  |
| --- |
|  |

На графике показана зависимость силы тока *I* в проводнике от времени *t*. Определите заряд, прошедший через проводник за Δ*t* = 60 с с момента начала отсчёта времени.

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

**15**

На рисунке показан ход лучей от точечного источника света *А* через тонкую линзу.

|  |
| --- |
|  |

Каково фокусное расстояние этой линзы?

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

**16**

Алюминиевый проводник АБ подвешен на тонких медных проволочках и подключён к источнику постоянного напряжения – так, как показано на рисунке. Справа от проводника находится северный полюс постоянного магнита. Ползунок реостата плавно перемещают ***влево***.

|  |
| --- |
| E18 |

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

|  |  |
| --- | --- |
| 1) | Сопротивление реостата увеличивается. |
| 2) | Линии индукции магнитного поля, созданного магнитом, вблизи проводника АБ направлены вправо. |
| 3) | Сила Ампера, действующая на проводник АБ, увеличивается. |
| 4) | Силы натяжения проволочек, на которых подвешен проводник АБ, уменьшаются. |
| 5) | Сила тока, протекающего по проводнику АБ, уменьшается. |

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

**17**

Протон в однородном магнитном поле движется по окружности. Как изменятся радиус окружности и период обращения протона, если его скорость уменьшится?

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.

|  |  |
| --- | --- |
| Радиус окружности | Период обращения |
|  |  |

|  |
| --- |
| E17 |

**18**

Конденсатор идеального 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 колебания в контуре после этого. (*T* – период электромагнитных колебаний в контуре.)

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) | E15 | | Б) | E15 | |  | |  |  | | --- | --- | | 1) | энергия электрического поля конденсатора | | 2) | энергия магнитного поля катушки | | 3) | сила тока в катушке | | 4) | заряд правой обкладки конденсатора | |

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

**19**

Радиоактивный изотоп висмута  претерпевает β*–*-распад. Определите зарядовое число и массовое число ядра, образовавшегося в результате этой реакции.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Ответ: | Зарядовое число | Массовое число |
|  |  |

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

**20**

Период *T* полураспада изотопа калия  равен 7,6 мин. Изначально   
в образце содержалось 2,4 мг этого изотопа. Сколько этого изотопа останется в образце через 22,8 мин.?

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

**21**

|  |
| --- |
| 1419_В4 |

На рисунке изображена упрощённая диаграмма энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Какие из этих переходов связаны с поглощением света наименьшей длины волны   
и излучением кванта света с наибольшей энергией?

Установите соответствие между процессами поглощения и испускания света и стрелками, указывающими энергетические переходы атома. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ПРОЦЕСС |  | ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПЕРЕХОД |
| |  |  | | --- | --- | | А) | поглощение света с наименьшей энергией | | Б) | излучение кванта света с наибольшей длиной волны | |  | |  |  | | --- | --- | | 1) | 1 | | 2) | 2 | | 3) | 3 | | 4) | 4 | |

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



**22**

Ученик измерял силу тяжести, действующую на груз. Показания динамометра приведены на фотографии. Погрешность изменения равна цене деления динамометра. Чему равна по результатам этих измерений сила тяжести?

Запишите в ответ показания динамометра с учетом погрешности измерений.

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

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

**23**

Для проведения лабораторной работы по обнаружению зависимости сопротивления проводника от его диаметра ученику выдали пять проводников, изготовленных из разных материалов, различной длины и диаметра (см. таблицу). Какие два проводника из предложенных необходимо взять ученику, чтобы провести данное исследование?

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № проводника | Длина проводника | Диаметр проводника | Материал |
| 1 | 10 м | 1,0 мм | медь |
| 2 | 10 м | 0,5 мм | медь |
| 3 | 20 м | 1,0 мм | медь |
| 4 | 5 м | 1,0 мм | алюминий |
| 5 | 10 м | 0,5 мм | алюминий |

В ответ запишите номера выбранных проводников.

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

**24**

Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики планет Солнечной системы.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Название планеты | Среднее расстояние от Солнца (в а.е.) | Диаметр в районе экватора, км | Наклон оси вращения | Первая космическая скорость, км/с |
| Меркурий | 0,39 | 4879 | 0,6′ | 3,01 |
| Венера | 0,72 | 12 104 | 177°22′ | 7,33 |
| Земля | 1,00 | 12 756 | 23°27′ | 7,91 |
| Марс | 1,52 | 6794 | 25°11′ | 3,55 |
| Юпитер | 5,20 | 142 984 | 3°08′ | 42,1 |
| Сатурн | 9,58 | 120 536 | 26°44′ | 25,1 |
| Уран | 19,19 | 51 118 | 97°46′ | 15,1 |
| Нептун | 30,02 | 49 528 | 28°19′ | 16,8 |

Выберите **два** утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

|  |  |
| --- | --- |
| 1) | Среднее расстояние от Венеры до Солнца в три раза меньше, чем от Марса до Солнца. |
| 2) | Вторая космическая скорость при старте с поверхности Юпитера составляет 25 км/с. |
| 3) | Ускорение свободного падения на Сатурне составляет около 10,5 м/с2. |
| 4) | Чем дальше планета от Солнца, тем больше первая космическая скорость для её спутников. |
| 5) | На Марсе может наблюдаться смена времён года. |

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

**Часть 2**

***Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.***

**25**

За 4 с прямолинейного равноускоренного движения тело прошло 100 м, увеличив свою скорость в 4 раза. Определите начальную скорость тела.

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

**26**

Газообразный гелий массой 32 г нагрели при постоянном давлении, в результате чего он совершил работу 10 кДж. Насколько увеличилась температура газа? Ответ округлите до целых.

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

**27**

Две частицы, имеющие отношение зарядов  = 2 и отношение масс   
 = 1, влетели в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции и движутся по окружностям. Определите отношение периодов обращения этих частиц .

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



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

***Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.***

**28**

|  |
| --- |
| E15 |

Электрическая цепь состоит из двух лампочек, двух диодов и витка провода, соединённых, как показано на рисунке. (Диод пропускает ток только в одном направлении, как показано в верхней части рисунка.) Какая из лампочек загорится, если к витку приближать северный полюс магнита? Ответ объясните, указав, какие явления и закономерности Вы использовали при объяснении.

***Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.***

**29**

|  |
| --- |
| E15 |

Однородный тонкий стержень массой *m* одним концом шарнирно прикреплён к потолку, а другим концом опирается на массивную горизонтальную доску, образуя с ней угол  Под действием горизонтальной силы  доска движется поступательно влево с постоянной скоростью (см. рисунок). Стержень при этом неподвижен. Найдите *m*, если коэффициент трения стержня по доске μ = 0,2, а сила *F=* 0,9 Н.Трением доски по опоре и трением в шарнире пренебречь.

**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**

|  |
| --- |
| E15 |

Источник тока, два резистора и ключ включены в цепь, как показано на рисунке. При разомкнутом ключе на резисторе *R*1 выделяется мощность  Вт, а на резисторе *R*2 − мощность Вт. Какая мощность будет выделяться на резисторе *R*2 после замыкания ключа К? Внутренним сопротивлением источника пренебречь.



**32**

|  |
| --- |
| 1305_C6 |

Электроны, вылетевшие в положительном направлении оси *OX* под действием света   
с катода фотоэлемента, попадают   
в электрическое и магнитное поля (см. рисунок). Какой должна быть частота падающего света ν, чтобы в момент попадания самых быстрых электронов в область полей действующая на них сила была направлена против оси *OY*? Работа выхода для вещества катода 2,39 эВ, напряжённость электрического поля 3⋅102 В/м, индукция магнитного поля 10−3 Тл.



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

**Система оценивания экзаменационной работы по физике**

**Задания 1–27**

За правильный ответ на каждое из заданий 1–4, 8–10, 13–15, 19, 20, 22, 23, 25–27 ставится по 1 баллу. Эти задания считаются выполненными верно, если правильно указаны требуемое число, два числа или слово.

Ответ на каждое из заданий 5–7, 11, 12, 16–18 и 21, 24 оценивается в 2 балла, если верно указаны оба элемента ответа, в 1 балл, если допущена одна ошибка, в 0 баллов, если оба элемента указаны неверно. Если указано более двух элементов (в том числе, возможно, и правильные) или ответ отсутствует, – 0 баллов.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № задания | Ответ | № задания | Ответ |
| 1 | 60 | 15 | 9 |
| 2 | 125 | 16 | 34 или 43 |
| 3 | 16 | 17 | 23 |
| 4 | 4 | 18 | 24 |
| 5 | 25 или 52 | 19 | 84212 |
| 6 | 21 | 20 | 0,3 |
| 7 | 42 | 21 | 13 |
| 8 | 50 | 22 | 1,60,1 |
| 9 | 0,5 | 23 | 12 или 21 |
| 10 | 2 | 24 | 35 или 53 |
| 11 | 15 или 51 | 25 | 10 |
| 12 | 21 | 26 | 150 |
| 13 | вверх | 27 | 0,5 |
| 14 | 180 |  |  |

**КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЙ**

**С РАЗВЁРНУТЫМ ОТВЕТОМ**

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

**28**

|  |
| --- |
| E15 |

Электрическая цепь состоит из двух лампочек, двух диодов и витка провода, соединённых, как показано на рисунке. (Диод пропускает ток только в одном направлении, как показано в верхней части рисунка.) Какая из лампочек загорится, если к витку приближать северный полюс магнита? Ответ объясните, указав, какие явления и закономерности Вы использовали при объяснении.

|  |  |
| --- | --- |
| Возможное решение | |
| 1. Загорится лампочка 2.  2. При приближении магнита к витку будет меняться магнитный поток сквозь виток, и в витке возникнет индукционный ток. Согласно правилу Ленца магнитное поле этого тока должно препятствовать движению магнита, поэтому выходящие из витка линии индукции этого поля будут направлены  в сторону магнита. Для создания такого поля согласно правилу «буравчика» индукционный ток в цепи, содержащей виток, должен быть направлен по часовой стрелке, а в цепи ламп – от Б к А. Ток такого направления пропускает только диод на участке цепи лампочки 2, она и будет гореть | |
| Критерии оценивания выполнения задания | Баллы |
| Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: *загорится лампочка 2*) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: *правило Ленца, направление линий магнитной индукции, правило «буравчика»*) | 3 |
| Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков.  В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.)  И (ИЛИ)  Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт.  И (ИЛИ)  В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачёркнуты.  И (ИЛИ)  В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения | 2 |
| Представлено решение, соответствующее **одному** из следующих случаев.  Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения.  ИЛИ  Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца.  ИЛИ  Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие  к ответу, содержат ошибку (ошибки).  ИЛИ  Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи | 1 |
| Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла | 0 |
| *Максимальный балл* | *3* |

|  |
| --- |
| E15 |

**29**

Однородный тонкий стержень массой *m* одним концом шарнирно прикреплён к потолку, а другим концом опирается на массивную горизонтальную доску, образуя с ней угол  Под действием горизонтальной силы  доска движется поступательно влево с постоянной скоростью (см. рисунок). Стержень при этом неподвижен. Найдите *m*, если коэффициент трения стержня по доске μ = 0,2, а сила *F =* 0,9 Н.Трением доски по опоре и трением в шарнире пренебречь.

|  |  |
| --- | --- |
| Возможное решение | |
| E15 E15  Рис. *а* Рис. *б*  1. В инерциальной системе отсчёта *Оху*, связанной с Землёй, доска движется поступательно с постоянной скоростью. Поэтому сумма проекций на ось *Ох* всех сил, приложенных к доске, равна нулю (рис. *а*):    2. На рис. *б* показаны все силы, приложенные к стержню. Силы реакции шарнира и доски представлены горизонтальными и вертикальными составляющими:  и  соответственно. По третьему закону Ньютона , поэтому  (1)  3. По условию задачи стержень покоится, поэтому сумма моментов сил относительно оси шарнира *А* равна нулю. Обозначив длину стержня через *L*, запишем это условие:  (2)  4. Доска движется относительно стержня, поэтому сила трения является силой трения скольжения  (3)  5. Подставив (3) в (2), получим уравнение  ,  позволяющее найти нормальную составляющую силы реакции доски  Отсюда, учитывая выражения (1) и (3): ≈ 1 кг.  Ответ: *m* ≈ 1 кг | |
| 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, условия равновесия для стержня, формула для силы трения*);  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* |

|  |
| --- |
| E15 |

**31**

Источник тока, два резистора и ключ включены в цепь, как показано на рисунке. При разомкнутом ключе на резисторе *R*1 выделяется мощность   
*P1=* 2Вт, а на резисторе *R*2 − мощность *P2=* 1Вт. Какая мощность будет выделяться на резисторе *R*2 после замыкания ключа К? Внутренним сопротивлением источника пренебречь.

|  |  |
| --- | --- |
| Возможное решение | |
| Ток в цепи до замыкания ключа К  (1)  где  – ЭДС источника.  Мощность, выделяемая соответственно на резисторах *R*1 и *R*2,  (2)  (3)  Так как после замыкания ключа ток через резистор *R*1 не течёт, искомая мощность, выделяемая на резисторе *R*2 после замыкания ключа К,  (4)  Объединяя (1)–(4), получаем:  Вт.  Ответ:  Вт | |
| Критерии оценивания выполнения задания | Баллы |
| Приведено полное решение, включающее следующие элементы:  I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: *закон Ома для полной цепи, формула для расчета сопротивления при последовательном соединении проводников, формула для мощности электрического тока*);  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**

|  |
| --- |
| 1305_C6 |

Электроны, вылетевшие в положительном направлении оси *OX* под действием света   
с катода фотоэлемента, попадают   
в электрическое и магнитное поля (см. рисунок). Какой должна быть частота падающего света ν, чтобы в момент попадания самых быстрых электронов в область полей действующая на них сила была направлена против оси *OY*? Работа выхода для вещества катода 2,39 эВ, напряжённость электрического поля 3⋅102 В/м, индукция магнитного поля 10−3 Тл.

|  |
| --- |
| Возможное решение |
| Модуль силы, действующей на электрон со стороны электрического поля , не зависит от скорости:  ⏐*F*э⏐=⏐*e*⏐⋅*E*, (1)  а модуль силы Лоренца прямо пропорционален скорости электрона:  ⏐*F*л⏐=⏐*e*⏐⋅*B*. (2)  Для того чтобы электроны отклонялись в сторону, противоположную оси *OY*, должно быть  *F*э > *F*л или  (3)  Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта определяет максимальную скорость фотоэлектрона:  . (4)  Из (1)–(4), получаем:  ≈ 6,4⋅1014Гц.  Ответ: 6,4⋅1014Гц |

|  |  |
| --- | --- |
| 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: *формулы для силы Кулона, силы Лоренца, уравнение Эйнштейна для фотоэффекта*);  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* |