**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 газовв 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.ИЛИУказаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца.ИЛИУказаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к ответу, содержат ошибку (ошибки). ИЛИУказаны 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.ИЛИВ 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.ИЛИВ 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 значенияВодяной 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.ИЛИВ 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.ИЛИВ 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.ИЛИВ 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.ИЛИВ 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.ИЛИВ 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.ИЛИВ 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* |