**Тренировочный вариант №1**

**Инструкция по выполнению работы**

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

**Бланк**

**КИМ**

В заданиях 1–4, 8–10, 14, 15, 20, 24–26 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Число запишите в поле ответа в тексте работы,   
а затем перенесите по приведённому ниже образцу в бланк ответа № 1. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

|  |  |
| --- | --- |
| Ответ:      *7,5* см*.* |  |

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

**КИМ**

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

**Бланк**

**КИМ**

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

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| |  |  | | --- | --- | | Ответ: | *вправо* |   . | ФИ13-01 |

**Бланк**

**КИМ**

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

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

**Бланк**

Ответ к заданиям 27–31 включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания. В бланке ответов № 2 укажите номер задания и запишите его полное решение.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой, капиллярной или перьевой ручек.

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

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

***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 |

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

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

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

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

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

**Часть 1**

***Ответами к заданиям 1–23 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.***

**1**

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

|  |
| --- |
| E15 |

Определите проекцию ускорения тела  в промежутке времени от 15 до 20 с.

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

**2**

Сила гравитационного притяжения между двумя шарами, находящимися на расстоянии 2 м друг от друга, равна 9 нН. Какова будет сила притяжения между ними, если расстояние увеличить до 6 м? Ответ выразите   
в наноньютонах (нН).

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

**3**

Шарик массой 100 г падает с высоты 10 м с нулевой начальной скоростью.   
К моменту падения на землю потеря полной механической энергии за счёт сопротивления воздуха составила 10%. Какова кинетическая энергия шарика в этот момент?

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

**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**

На поверхности керосина плавает сплошной деревянный брусок. Как изменятся глубина погружения бруска и сила Архимеда, действующая на брусок, если его перенести из керосина в воду?

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.

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

**7**

|  |
| --- |
| E15 |

После удара шайба массой *m* начала скользить со скоростью  вверх по плоскости, установленной под углом α к горизонту   
(см. рисунок). Коэффициент трения шайбы о плоскость равен μ. 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) | модуль ускорения при движении шайбы вверх | | Б) | модуль силы трения | |  | |  |  | | --- | --- | | 1) |  | | 2) |  | | 3) |  | | 4) |  | |

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

**8**

В сосуде содержится гелий под давлением 50 кПа. Концентрацию гелия увеличили в 3 раза, а среднюю кинетическую энергию теплового движения его молекул уменьшили в 2 раза. Определите установившееся давление газа.

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

**9**

|  |
| --- |
| 46335 |

На *Тр*-диаграмме показан процесс изменения состояния идеального одноатомного газа. Газ отдал количество теплоты, равное 50 кДж. Масса газа не меняется. Какую работу совершили над газом внешние силы?

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

**10**

Относительная влажность воздуха в закрытом сосуде с поршнем равна 40%. Определите относительную влажность воздуха в сосуде, если объём сосуда за счёт движения поршня при неизменной температуре уменьшить в 3 раза.

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

**11**

|  |
| --- |
| 1314_А10 |

На рисунке показан график циклического процесса, проведённого с одноатомным идеальным газом, в координатах *V-Т*, где *V* – объем газа, *Т* – абсолютная температура газа. Количество вещества газа постоянно.

Из приведенного ниже списка выберите **два** правильныхутверждения, характеризующие процессы на графике, и укажите их номера.

|  |  |
| --- | --- |
| 1) | Газ за цикл совершает работу, равную нулю |
| 2) | Давление газа в процессе *АВ* постоянно, при этом внешние силы над газом совершают положительную работу |
| 3) | В процессе *ВС* газ отдает положительное количество теплоты |
| 4) | В процессе *CD* внутренняя энергия газа уменьшается |
| 5) | В процессе *DA* давление газа изотермически уменьшается |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 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**

|  |
| --- |
| 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 относительно рисунка (***вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя***) ускорение заряда + *q* в этот момент времени, если на него действуют только заряды + *Q* и – *Q*? Ответ запишите словом (словами).

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

**14**

Сколько времени длится молния, если через поперечное сечение ее канала протекает заряд 30 Кл, а сила тока в среднем равна 24 кА?

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

**15**

Луч света падает на плоское зеркало. Угол между падающим и отражённым лучами равен 60°. Определите угол между отражённым лучом и зеркалом.

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

**16**

|  |
| --- |
| E16 |

В катушке индуктивностью 6 мГн сила тока *I* зависит от времени *t*, как показано на графике, приведённом на рисунке. Из приведённого ниже списка выберите **два** правильныхутверждения о процессах, происходящих в катушке, и укажите их номера.

|  |  |
| --- | --- |
| 1) | Модуль ЭДС самоиндукции, возникающей в катушке, максимален  в интервале времени от 0 до 1 с. |
| 2) | Энергия магнитного поля катушки в интервале времени от 1 до 3 с оставалась равной 12 мДж. |
| 3) | Модуль ЭДС самоиндукции, возникающей в рамке, в интервале времени от 4 до 6 с равен 9 мВ. |
| 4) | Модуль ЭДС самоиндукции, возникающей в катушке, минимален  в интервале времени от 3 до 4 с. |
| 5) | Скорость изменения тока в катушке была максимальна в интервале времени от 4 до 6 с. |

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

**17**

Плоский конденсатор с воздушным зазором между обкладками подключён   
к источнику постоянного напряжения. Как изменятся при уменьшении зазора между обкладками конденсатора его электроёмкость и величина заряда на его обкладках?

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.

|  |  |
| --- | --- |
| Электроёмкость  конденсатора | Величина заряда на обкладках конденсатора |
|  |  |

**18**

|  |
| --- |
| E15 |

Конденсатор колебательного контура 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 колебаний. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ГРАФИКИ |  | ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ |
| |  |  | | --- | --- | | А) | E15 | | Б) | E15 | |  | |  |  | | --- | --- | | 1) | сила тока в катушке | | 2) | заряд левой обкладки конденсатора | | 3) | энергия магнитного поля катушки | | 4) | модуль напряжения на конденсаторе | |

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

**19**

Радиоактивный изотоп висмута  претерпевает α-распад. Укажите массовое и зарядовое число образовавшемся ядра.

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

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

**20**

Два источника излучают пучки монохроматического света с длинами волн  нм и  нм. Чему равно отношение импульсов фотонов    
в этих пучках?

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

**21**

На установке, представленной на фотографиях (рис. *а* – общий вид; рис. *б* – фотоэлемент), исследовали зависимость кинетической энергии фотоэлектронов от частоты падающего света. Для этого в прорезь осветителя помещали различные светофильтры и измеряли запирающее напряжение.   
В первой серии опытов использовался светофильтр, пропускающий только красный свет, а во второй – пропускающий только жёлтый.

|  |
| --- |
|  |

Рис. *а* Рис. *б*

Как изменяются длина световой волны и запирающее напряжение при переходе от первой серии опытов ко второй? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения.

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

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

|  |  |
| --- | --- |
| Длина световой волны, падающей на фотоэлемент | Запирающее напряжение |
|  |  |

**22**

На рисунке приведена схема электрической цепи, собранной учеником для исследования зависимости силы тока, проходящего через резистор, от напряжения на нём. На рисунках 1 и 2 показаны шкалы амперметра и вольтметра. Погрешности изменения приборов равны цене деления. Чему равно по результатам этих измерений напряжение на участке электрической цепи с учетом погрешности измерений?

|  |
| --- |
| 1411_А12-2 |
| Рис. 1 Рис. 2 |

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

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

**23**

Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой определить сопротивление лампочки. Для этого школьник взял соединительные провода, реостат, ключ, аккумулятор и амперметр. Какие две позиции из приведенного ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

|  |  |
| --- | --- |
| 1) | резистор |
| 2) | лампочка |
| 3) | вольтметр |
| 4) | аккумулятор |
| 5) | амперметр |

В ответ запишите номера выбранного оборудования.

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

**Часть 2**

***Ответом к заданиям 24–26 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.***

**24**

Снаряд массой 4 кг, летящий со скоростью 100 м/с, разрывается на два осколка одинаковой массы, при этом первый осколок летит под углом 90° по отношению к направлению движения снаряда, а второй — со скоростью 250 м/с. Определите скорость первого осколка.

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

**25**

При сжатии идеального одноатомного газа при постоянном давлении внешние силы совершили работу 400 Дж. Какое количество теплоты было передано при этом газом окружающим телам?

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

**26**

Предмет расположен перпендикулярно главной оптической оси тонкой собирающей линзы с оптической силой 10 дптр. Расстояние от предмета до линзы равно 30 см. Определите расстояние от линзы до изображения предмета.

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

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

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

**27**

|  |
| --- |
| E15 |

В камере, из которой откачан воздух, создали электрическое поле напряжённостью  и магнитное поле индукцией  Поля однородные,  В камеру влетает протон *р*, вектор скорости которого перпендикулярен    
и  как показано на рисунке. Модули напряжённости электрического поля и индукции магнитного поля таковы, что протон движется прямолинейно. Как изменится начальный участок траектории протона, если его скорость увеличить? Ответ поясните, указав, какие явления и закономерности Вы использовали для объяснения.

***Полное правильное решение каждой из задач 28–31 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.***

**28**

|  |
| --- |
| E15 |

Небольшой кубик массой  кг начинает соскальзывать с высоты  м по гладкой горке, переходящей в мёртвую петлю (см. рисунок). Определите радиус петли *R*, если на высоте  м от нижней точки петли кубик давит на её стенку с силой  Н. Сделайте рисунок   
с указанием сил, поясняющий решение.

**29**

|  |
| --- |
| 1404_С3 |

Тепловой двигатель использует в качестве рабочего вещества 1 моль идеального одноатомного газа. Цикл работы двигателя изображён на *pV*-диаграмме и состоит из двух адиабат, изохоры, изобары. Зная, что КПД этого цикла , а минимальная и максимальная температуры газа при изохорном процессе  °C   
и  °C, определите количество теплоты, получаемое газом от нагревателя за цикл.

**30**

|  |
| --- |
| E15 |

Вольт-амперная характеристика лампы накаливания изображена на рисунке. При напряжении источника 12 В температура нити лампы равна 3100 К. Сопротивление нити прямо пропорционально её температуре. Какова температура нити накала при напряжении источника 6 В?

**31**

Фотоэлектроны, выбитые монохроматическим светом частоты ν= 6,7·1014 Гц из металла с работой выхода *А*вых = 1,89 эВ, попадают в однородное электрическое поле *Е* = 100 В/м. Каков тормозной путь для тех электронов, чья скорость максимальна и направлена вдоль линий напряжённости поля?

**Система оценивания экзаменационной работы по физике**

**Задания 1–26**

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

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

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № задания | Ответ | № задания | Ответ |
| 1 | –4 | 14 | 0,00125 |
| 2 | 1 | 15 | 60 |
| 3 | 9 | 16 | 13 или 31 |
| 4 | 4 | 17 | 11 |
| 5 | 25 или 52 | 18 | 41 |
| 6 | 23 | 19 | 20881 |
| 7 | 42 | 20 | 1,6 |
| 8 | 75 | 21 | 21 |
| 9 | 50 | 22 | 4,60,2 |
| 10 | 100 | 23 | 23 или 32 |
| 11 | 45 или 54 | 24 | 150 |
| 12 | 21 | 25 | 1000 |
| 13 | вправо | 26 | 15 |

**КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЙ**

**С РАЗВЁРНУТЫМ ОТВЕТОМ**

Решения заданий 27–31 части 2 (с развёрнутым ответом) оцениваются экспертной комиссией. На основе критериев, представленных в приведённых ниже таблицах, за выполнение каждого задания в зависимости от полноты   
и правильности данного учащимся ответа выставляется от 0 до 3 баллов.

**27**

|  |
| --- |
| E15 |

В камере, из которой откачан воздух, создали электрическое поле напряжённостью  и магнитное поле индукцией  Поля однородные,  В камеру влетает протон *р*, вектор скорости которого перпендикулярен    
и  как показано на рисунке. Модули напряжённости электрического поля и индукции магнитного поля таковы, что протон движется прямолинейно. Как изменится начальный участок траектории протона, если его скорость увеличить? Ответ поясните, указав, какие явления и закономерности Вы использовали для объяснения.

|  |  |
| --- | --- |
| Возможное решение | |
| |  | | --- | | E15 |   1. Траектория протона будет криволинейной, отклоняющейся от пунктирной прямой влево.  2. На протон действуют магнитное поле силой  и электрическое поле силой  Поскольку заряд протона положительный,  сонаправлена с  а  по правилу левой руки  направлена противоположно силе  Поскольку первоначально протон двигался прямолинейно, то согласно второму закону Ньютона по модулю эти силы были равны.  3. Сила действия электрического поля не зависит от скорости протона, а сила действия магнитного поля с увеличением его скорости возрастает. Поскольку приращение  а также вызываемое им ускорение направлены влево, траектория протона будет криволинейной, отклоняющейся от пунктирной прямой влево | |
| Критерии оценивания выполнения задания | Баллы |
| Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: *траектория протона будет криволинейной, отклоняющейся от пунктирной прямой влево*) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: *формул расчёта силы действия на заряженную частицу электрического и магнитного полей, правила левой руки, второго закона Ньютона*) | 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 |

**28**

|  |
| --- |
| E15 |

Небольшой кубик массой  кг начинает соскальзывать с высоты  м по гладкой горке, переходящей в мёртвую петлю (см. рисунок). Определите радиус петли *R*, если на высоте  м от нижней точки петли кубик давит на её стенку с силой  Н. Сделайте рисунок   
с указанием сил, поясняющий решение.

|  |  |
| --- | --- |
| Возможное решение | |
| |  | | --- | | E15 |   1. Пусть скорость кубика на высоте *h* равна *υ*,  а в нижней точке петли потенциальная энергия кубика равна нулю. Тогда по закону сохранения механической энергии  откуда  2. Когда кубик находится на высоте *h*, на него действуют две силы: сила тяжести  и сила реакции опоры  Запишем второй закон Ньютона  в проекциях на радиальное направление (*Ох* на рисунке):  где  – центростремительное ускорение кубика в этой точке.  По третьему закону Ньютона  Из рисунка видно, что  3. Из выражений п. 2 получим:  4. Подставив полученное значение *υ*2 из п. 1, найдём:  м.  Ответ:  м | |
| 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 механической энергии, второй и третий законы Ньютона, выражение для центростремительного ускорения*);  II) сделан рисунок с указанием сил, действующих на кубик;  III) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (*за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов*);  IV) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);  V) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины | 3 |
| Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности,ипроведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.  Записи, соответствующие пунктам II и III, представлены не в полном объёме или отсутствуют.  И (ИЛИ)  В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).  И (ИЛИ)  В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги  И (ИЛИ)  Отсутствует пункт V, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины) | 2 |
| Представлены записи, соответствующие **одному** из следующих случаев.  Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.  ИЛИ  В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.  ИЛИ  В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи | 1 |
| Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла | 0 |

**29**

|  |
| --- |
| 1404_С3 |

Тепловой двигатель использует в качестве рабочего вещества 1 моль идеального одноатомного газа. Цикл работы двигателя изображён на *pV*-диаграмме и состоит из двух адиабат, изохоры, изобары. Зная, что КПД этого цикла , а минимальная и максимальная температуры газа при изохорном процессе  °C   
и  °C, определите количество теплоты, получаемое газом за цикл.

|  |  |
| --- | --- |
| Возможное решение | |
| При изобарном расширении на участке 1–2 газ получает от нагревателя количество теплоты  а на участке 3–4 отдаёт холодильнику в изохорном процессе количество теплоты  На других участках теплообмен отсутствует. В соответствии с первым началом термодинамики работа газа за цикл *А* равна разности количества теплоты, полученного от нагревателя, и количества теплоты, отданного холодильнику:  По определению КПД теплового двигателя , что позволяет найти теплоту, полученную от нагревателя: , если известно  Количество теплоты  отданное при изохорном охлаждении на участке 3–4, равно уменьшению внутренней энергии газа этом участке: . Внутренняя энергия идеального газа пропорциональна абсолютной температуре, и для 1 моль одноатомного газа   а модуль её изменения на участке 3–4  .  В итоге получим:  ,  Подставляя значения физических величин, получим:  Дж.  Ответ:  Дж | |
| 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: *КПД теплового двигателя, первый закон термодинамики и выражение для внутренней энергии одноатомного идеального газа*);  II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (*за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи*);  III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);  IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины | 3 |
| Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности,ипроведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки.  Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.  ИЛИ  В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).  ИЛИ  В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/ вычисления не доведены до конца.  ИЛИ  Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка | 2 |
| Представлены записи, соответствующие **одному** из следующих случаев.  Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа.  ИЛИ  В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.  ИЛИ  В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи | 1 |
| Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла | 0 |

**30**

|  |
| --- |
| E15 |

Вольт-амперная характеристика лампы накаливания изображена на рисунке. При напряжении источника 12 В температура нити лампы равна 3100 К. Сопротивление нити прямо пропорционально её температуре. Какова температура нити накала при напряжении источника 6 В?

|  |  |
| --- | --- |
| Возможное решение | |
| 1. При напряжении источника  В сила тока через лампу определяется из графика:  А.  2. Сопротивление нити накала при этом определяется законом Ома:  Ом.  3. При уменьшении напряжения на лампе в 2 раза  В, сила тока через неё станет  А (см. вольт-амперную характеристику).  4. Сопротивление нити накала при этом напряжении  Ом.  5. Так как сопротивление нити пропорционально температуре  то  и  К.  Ответ:  К | |
| 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 участка цепи и аналитическая зависимость сопротивления нити накала от температуры*);  II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (*за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов*);  III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);  IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины | 3 |
| Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности,ипроведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.  Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.  И (ИЛИ)  В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).  И (ИЛИ)  В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.  И (ИЛИ)  Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины) | 2 |
| Представлены записи, соответствующие **одному** из следующих случаев.  Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи  ИЛИ  В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.  ИЛИ  В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи | 1 |
| Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла | 0 |

**31**

Фотоэлектроны, выбитые монохроматическим светом частоты ν= 6,7·1014 Гц из металла с работой выхода *А*вых = 1,89 эВ, попадают в однородное электрическое поле *Е* = 100 В/м. Каков тормозной путь для тех электронов, чья скорость максимальна и направлена вдоль линий напряжённости поля?

|  |  |
| --- | --- |
| Возможное решение | |
| Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:  (1)  Фотоэлектроны, влетевшие в электрическое поле  будут тормозиться им и, пройдя тормозной путь *d*, остановятся, затем начнут двигаться обратно.  Закон сохранения энергии:  (2)  где *е* – модуль заряда электрона.  Объединяя (1) и (2), имеем:    Ответ:  мм | |
| Критерии оценивания выполнения задания | Баллы |
| Приведено полное решение, включающее следующие элементы:  I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: *уравнение Эйнштейна для фотоэффекта, закон сохранения энергии и формула для работы электрического поля по перемещению заряда*);  II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (*за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых  в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов)*;  III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);  IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины | 3 |
| Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности,ипроведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.  Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.  И (ИЛИ)  В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).  И (ИЛИ)  В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги.  И (ИЛИ)  Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины) | 2 |
| Представлены записи, соответствующие **одному** из следующих случаев.  Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.  ИЛИ  В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.  ИЛИ  В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи | 1 |
| Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла | 0 |