**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 30 заданий.

**Бланк**

**КИМ**

В заданиях 1–3, 7–9, 12–14 и 18 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*.* |  |

**КИМ**

Ответом к заданиям 4–6, 10, 11, 15–17, 20, 21 и 23 является последовательность 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.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|

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

 |  |

**Бланк**

**Бланк**

**КИМ**

Ответом к заданию 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 |

Ответ к заданиям 24–30 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 | Обозначе-ние | Множитель | Наимено­вание | Обозначе-ние | 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 |

|  |
| --- |
| ***Соотношения 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 число или последовательность цифр. Ответ запишите 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**

Автомобиль движется по прямой улице, совпадающей с осью О*х*. На графике представлена зависимость проекции его скорости от времени.

|  |
| --- |
| 1418_А1 |

Определите проекцию ускорения автомобиля *ax* в интервале времени от 20 с до 30 с.

Ответ: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_м/с2

**2**

|  |
| --- |
|  |

На графике показана зависимость силы тяжести от массы тела для некоторой планеты. Определите ускорение свободного падения на этой планете.

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

**3**

Смещение груза пружинного маятника меняется с течением времени по закону , где период *Т* = 1 с. Через какое минимальное время, начиная с момента *t* = 0, потенциальная энергия пружины маятника примет максимальное значение?

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

**4**

В таблице представлены данные о положении шарика, колеблющегося на пружине вдоль горизонтальной оси *Ох*, в различные моменты времени.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *t*, с | 0,0 | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 0,8 | 1,0 | 1,2 | 1,4 | 1,6 | 1,8 | 2,0 | 2,2 | 2,4 | 2,6 | 2,8 | 3,0 | 3,2 |
| *х*, мм | 0 | 5 | 9 | 12 | 14 | 15 | 14 | 12 | 9 | 5 | 0 | –5 | –9 | –12 | –14 | –15 | –14 |

Из приведённого ниже списка выберите **все** верныеутверждения
относительно движения шарика.

|  |  |
| --- | --- |
| 1) | Период колебаний шарика равен 2,0 с. |
| 2) | Потенциальная энергия пружины в момент времени 3,0 с максимальна. |
| 3) | Кинетическая энергия шарика в момент времени 1,0 с минимальна. |
| 4) | Амплитуда колебаний шарика равна 30 мм. |
| 5) | Полная механическая энергия маятника из шарика и пружины остаётся неизменной. |

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

**5**

В результате перехода межпланетного летательного аппарата с одной круговой орбиты вокруг Марса на другую центростремительное ускорение аппарата увеличивается. Как изменяются в результате этого перехода скорость движения аппарата по орбите и период его обращения вокруг Марса?

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.

|  |  |
| --- | --- |
| Скорость движения аппарата по орбите | Период обращения аппарата вокруг Марса |
|  |  |

**6**

|  |
| --- |
|  |

Мячик бросают с начальной скоростью  под
углом  к горизонту с балкона высотой *h*
(см. рисунок). Графики А и Б представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение мячика в процессе полёта, от времени *t*. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. Сопротивлением воздуха пренебречь. Потенциальная энергия мячика отсчитывается от уровня *y* = 0.

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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ГРАФИКИ |  | ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ |
|

|  |  |
| --- | --- |
| А) |   |
| Б) |  |

 |  |

|  |  |
| --- | --- |
| 1) | координата *x* мячика |
| 2) | проекция импульса мячика на ось *x* |
| 3) | проекция скорости мячика на ось *y* |
| 4) | потенциальная энергия мячика |

 |

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

**7**

С идеальным газом происходит изохорный процесс, в котором в результате уменьшения абсолютной температуры газа в 2 раза его давление упало на 90 кПа. Масса газа постоянна. Каково было первоначальное давление газа?

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

**8**

Относительная влажность воздуха в закрытом сосуде равна 60%. Какой будет относительная влажность воздуха в сосуде, если при неизменной температуре уменьшить объём сосуда в 2,5 раза?

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

**9**

Рабочее тело теплового двигателя за цикл совершает работу, равную 15 кДж, и получает от нагревателя количество теплоты, равное 75 кДж. Какое количество теплоты рабочее тело отдаёт холодильнику за цикл?

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

**10**

Один моль идеального одноатомного газа совершает циклический процесс
1–2–3–4–1, график которого показан на рисунке в координатах *p-V*. Из предложенного перечня выберите ***все*** верные утверждения.



|  |  |
| --- | --- |
| 1) | В процессе 1–2 газ совершает отрицательную работу;  |
| 2) | В процессе 2–3 газу сообщают положительное количество теплоты; |
| 3) | В процессе 3–4 газ отдаёт положительное количество теплоты в окружающую среду; |
| 4) | В процессе 4–1 внутренняя энергия газа остаётся неизменной; |
| 5) | Работа, совершённая газом в процессе 1–2, в 1,6 раза больше работы, совершённой над газом в процессе 3–4.  |

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

**11**

Температура нагревателя идеального теплового двигателя, работающего по циклу Карно, равна *T*1, а температура холодильника равна *T*2. За цикл двигатель получает от нагревателя количество теплоты *Q*1. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ |  | ФОРМУЛЫ |
|

|  |  |
| --- | --- |
| А) | количество теплоты, отдаваемое двигателем за цикл холодильнику |
| Б) | КПД двигателя |

 |  |

|  |  |
| --- | --- |
| 1) |  |
| 2) |  |
| 3) |  |
| 4) |  |

 |

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

**12**

Во сколько раз уменьшится модуль сил взаимодействия двух небольших металлических шариков одинакового диаметра, имеющих заряды *q*1= +6 нКл и *q*2= –2 нКл, если шарики привести в соприкосновение и раздвинуть
на прежнее расстояние?

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

**13**

Прямолинейный проводник длиной *L*, по которому протекает ток *I*, помещён в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции 
Во сколько раз уменьшится сила Ампера, действующая на проводник, если его длину увеличить в 2 раза, индукцию магнитного поля уменьшить в 4 раза,
а силу тока в проводнике поддерживать прежней?

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

**14**

На шахматной доске на расстоянии шести клеток от вертикального плоского зеркала стоит ладья. На сколько уменьшится расстояние между ладьей и ее изображением, если ее на три клетки придвинуть к зеркалу?

Ответ: на\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ клеток(ки).

**15**

В идеальном колебательном контуре происходят свободные электромагнитные колебания. Изменение заряда конденсатора в колебательном контуре с течением времени показано в таблице.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *t*, 10–6 c | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 |
| *q*, 10–9 Кл | 2 | 1,42 | 0 | –1,42 | –2 | –1,42 | 0 | 1,42 | 2 | 1,42 |

Выберите **все** верные утверждения о процессе, происходящем в контуре.

|  |  |
| --- | --- |
| 1) | Период колебаний равен 16⋅10–6 с.  |
| 2) | Частота колебаний равна 25 кГц. |
| 3) | В момент *t* = 8⋅10–6 с энергия электрического поля конденсатора максимальна. |
| 4) | В момент *t* = 12⋅10–6 с энергия магнитного поля катушки индуктивности минимальна. |
| 5) | В момент *t* = 4⋅10–6 с сила тока в контуре равна 0. |

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

**16**

Плоский конденсатор с воздушным зазором между обкладками подключён
к источнику постоянного напряжения. Как изменятся электроёмкость конденсатора и напряжение между его обкладками в результате заполнения зазора между обкладками диэлектриком?

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 | Напряжение между обкладками конденсатора |
|  |  |

**17**

Пучок монохроматического света переходит из воздуха в воду. Частота световой волны – ν; скорость света в воздухе – *с*; показатель преломления воды относительно воздуха – *n*.

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) | длина волны света в воде |
| Б) | длина волны света в воздухе |

 |  |

|  |  |
| --- | --- |
| 1) |  |
| 2) |  |
| 3) |  |
| 4) |  |

 |

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

**18**

Период полураспада изотопа магния  составляет 21 ч. Во сколько раз уменьшится первоначальное большое число атомов этого изотопа за 42 часа от начала наблюдения?

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

**19**

|  |
| --- |
|  |

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

Установите соответствие между процессами поглощения
и излучения света и энергетическими переходами атома, указанными стрелками.

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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ПРОЦЕССЫ |  | ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДЫ |
|

|  |  |
| --- | --- |
| А) | излучение света с наименьшей энергией  |
| Б) | поглощение света с наибольшей длиной волны |

 |  |

|  |  |
| --- | --- |
| 1) | 1 |
| 2) | 2 |
| 3) | 3 |
| 4) | 4 |

 |

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

**20**

Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

|  |  |
| --- | --- |
| 1) | При совпадении частоты вынуждающей силы и собственной частоты колебательной системы наблюдается явление резонанса. |
| 2) | Процесс передачи количества теплоты от более нагретого тела к менее нагретому является обратимым. |
| 3) | В замкнутой системе алгебраическая сумма зарядов всех частиц всегда равна нулю. |
| 4) | Дифракция волн хорошо наблюдается в тех случаях, когда размеры препятствий меньше длины волны или сравнимы с ней. |
| 5) | В планетарной модели атома в центре атома находится положительно заряженное ядро. |

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

**21**

Даны следующие зависимости величин:

|  |
| --- |
| А) зависимость периода свободных колебаний пружинного маятника с жёсткостью пружины *k* от массы груза; |
| Б) зависимость объёма постоянной массы идеального газа от абсолютной температуры в изотермическом процессе; |
| В) зависимость сопротивления цилиндрического медного проводника длиной *l* от площади его поперечного сечения. |

Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 9-01-01 | 2-02-01 |  | 5-02-01 |
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) |

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

**22**

Определите показания миллиамперметра (см. рисунок), если абсолютная погрешность прямого измерения силы тока равна цене деления миллиамперметра.



Ответ: (                  ±                  ) мА.

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

**23**

Ученику необходимо на опыте обнаружить зависимость объёма газа, находящегося в сосуде под подвижным поршнем, от температуры газа.
У него имеется пять различных сосудов с манометрами. Сосуды наполнены одним и тем же газом при различных температуре и давлении (см. таблицу).

Какие ***два*** сосуда необходимо взять ученику, чтобы провести данное исследование?

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № сосуда | Давление, кПа | Температура газа в сосуде, °С | Масса газа, г |
| 1 | 300 | 35 | 5 |
| 2 | 350 | 20 | 9 |
| 3 | 350 | 20 | 8 |
| 4 | 280 | 35 | 8 |
| 5 | 300 | 25 | 5 |

В ответ запишите номера выбранных сосудов.

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



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

**Часть 2**

***Для записи ответов на задания 24–30 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.***

**24**

В опыте по изучению фотоэффекта катод освещается жёлтым светом,
в результате чего в цепи возникает ток (рис. 1). Зависимость показаний амперметра *I* от напряжения *U* между анодом и катодом приведена на рис. 2. Используя законы фотоэффекта и предполагая, что отношение числа фотоэлектронов к числу поглощённых фотонов не зависит от частоты света, объясните, как изменится представленная зависимость *I*(*U*), если освещать катод зелёным светом, оставив мощность поглощённого катодом света неизменной.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| Рис. 1 | Рис. 2 |

***Полное правильное решение каждой из задач 25–30 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.***

**25**

Определите время прохождения поездом последнего километра пути перед остановкой, если изменение его скорости на этом пути составило 10 м/с. Ускорение поезда считать постоянным.

**26**

Предмет находится на расстоянии 25 см от тонкой собирающей линзы с оптической силой 5 дптр. На каком расстоянии от линзы находится изображение предмета? Постройте изображение предмета в линзе.

**27**

|  |
| --- |
|  |

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.

**28**

По горизонтально расположенным шероховатым рельсам с пренебрежимо малым сопротивлением могут скользить два одинаковых стержня массой  г и сопротивлением  Ом каждый. Расстояние между рельсами  см, а коэффициент трения между стержнями и рельсами  Рельсы со стержнями находятся в однородном вертикальном магнитном поле с индукцией  Тл (см. рисунок). Под действием горизонтальной силы, действующей на первый стержень вдоль рельс, оба стержня движутся поступательно равномерно с разными скоростями. Какова скорость движения первого стержня относительно второго? Самоиндукцией контура пренебречь.

|  |
| --- |
|  |

Ион ускоряется в электрическом поле с разностью потенциалов *U* = 10 кВ и попадает в однородное магнитное поле перпендикулярно к вектору его индукции  (см. рис.). Радиус траектории движения иона в магнитном поле *R* = 0,2 м, отношение массы иона к его электрическому заряду  кг/Кл. Определите значение модуля индукции магнитного поля. Кинетической энергией иона при его вылете из источника пренебрегите.

**29**

**30**

|  |
| --- |
|  |

Однородный тонкий стержень массой  кг 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 *F*, если коэффициент трения стержня по доске  Трением доски по опоре
и трением в шарнире пренебречь. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на тела. Обоснуйте применимость используемых законов к решению задачи



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

**Ответы к заданиям**

|  |  |
| --- | --- |
| № задания | Ответ |
| 1 | 0 |
| 2 | 4 |
| 3 | 0,25 |
| 4 | 235 |
| 5 | 12 |
| 6 | 23 |
| 7 | 180 |
| 8 | 100 |
| 9 | 60 |
| 10 | 35 |
| 11 | 41 |
| 12 | 3 |
| 13 | 2  |
| 14 | 6 |
| 15 | 13 |
| 16 | 13 |
| 17 | 31 |
| 18 | 4 |
| 19 | 13 |
| 20 | 145 |
| 21 | 125 |
| 22 | 362 |
| 23 | 15 |

**Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом**

**24**

В опыте по изучению фотоэффекта катод освещается жёлтым светом,
в результате чего в цепи возникает ток (рис. 1). Зависимость показаний амперметра *I* от напряжения *U* между анодом и катодом приведена на рис. 2. Используя законы фотоэффекта и предполагая, что отношение числа фотоэлектронов к числу поглощённых фотонов не зависит от частоты света, объясните, как изменится представленная зависимость *I*(*U*), если освещать катод зелёным светом, оставив мощность поглощённого катодом света неизменной.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| Рис. 1 | Рис. 2 |

|  |
| --- |
| Возможное решение |
| 1. При изменении света с жёлтого на зелёный его длина волны уменьшится, частота увеличится (νз > νж). 2. Работа выхода электронов из материала не зависит от частоты падающего света, поэтому в соответствии с уравнением Эйнштейна для фотоэффекта:  – увеличится максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов *Е*max. Так как , то увеличится и модуль запирающего напряжения *U*з.3. Мощность поглощённого света связана с частотой волны ν соотношением , где *N*ф – число фотонов, падающих на катод за 1 с,  – энергия одного фотона (соотношение Планка). Так как мощность света не изменилась, а энергия фотонов *Е*ф увеличилась, то уменьшится число фотонов, падающих на катод за 1 с.4. Сила тока насыщения *I*нас определяется числом выбитых светом за 1 с электронов  которое пропорционально числу падающих на катод за 1 с фотонов, поэтому сила тока насыщения уменьшится.Ответ: точка отрыва графика от горизонтальной оси *U* сдвинется влево, горизонтальная асимптота графика *I*нас сдвинется вниз  |
| Критерии оценивания выполнения задания | Баллы |
| Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: *изменение вида графика зависимости I(U)*) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: *зависимость цвета от частоты световой волны, соотношение Планка, уравнение Эйнштейна для фотоэффекта, связь запирающего напряжения с максимальной кинетической энергией фотоэлектронов, связь силы тока насыщения с числом фотоэлектронов, связь мощности поглощённого света с числом падающих за единицу времени фотонов*) | 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.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 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* |

**25**

Определите время прохождения поездом последнего километра пути перед остановкой, если изменение его скорости на этом пути составило 10 м/с. Ускорение поезда считать постоянным.

|  |
| --- |
| Возможное решение |
| 1. Модуль ускорения поезда на всём пути является постоянной величиной и равен (1)где  – скорость поезда в начале последнего километра пути, а  км – длина этого участка пути.2. Модуль изменения скорости на этом участке пути равен (2)3. Решая уравнения (1) и (2), получим выражение для времени прохождения поездом последнего километра пути:с.Ответ: с |
| Критерии оценивания выполнения задания | Баллы |
| Приведено полное решение, включающее следующие элементы:I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: *кинематические формулы для ускорения поезда при его равноускоренном движении и изменения скорости на последнем километре пути*);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) представлены необходимые математические преобразования и расчёты (подстановка числовых данных в конечную формулу), приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины | 2 |
| Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности,ипроведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется 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 и не зачёркнуты.И (ИЛИ)В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ)Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка | 1 |
| Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла | 0 |
| *Максимальный балл* | *2* |

Предмет находится на расстоянии 25 см от тонкой собирающей линзы с оптической силой 5 дптр. На каком расстоянии от линзы находится изображение предмета? Постройте изображение предмета в линзе.

**26**

|  |
| --- |
| Возможное решение |
| E23Построим изображение предмета в линзе, используя свойства луча, проходящего через главный оптический центр линзы и луча, параллельного главной оптической оси.В соответствии с формулой для собирающей линзы $\frac{1}{F}=\frac{1}{d}+\frac{1}{f}$, где *d*– расстояние от предмета до линзы, *f* – расстояние от линзы до изображения.Оптическая сила линзы $D=\frac{1}{F}$ Проведя преобразования, для расстояния от линзы до предмета получим: $f=\frac{d}{Dd-1}=\frac{0,25}{5∙0,25-1}=1 $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: *формула линзы, формула оптической силы линзы*);II) сделан правильный рисунок, на котором построено изображение предмета в линзе;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) представлены необходимые математические преобразования и расчёты (подстановка числовых данных в конечную формулу), приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);V) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины | 2 |
| Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности,ипроведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется 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 и не зачёркнуты.И (ИЛИ)В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ)Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка | 1 |
| Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла | 0 |
| *Максимальный балл* | *2* |

**27**

|  |
| --- |
|  |

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, полученной от нагревателя и отданной 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.ИЛИВ решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).ИЛИВ необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/ вычисления не доведены до конца.ИЛИОтсутствует 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.ИЛИВ 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.ИЛИВ 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 |

**28**

По горизонтально расположенным шероховатым рельсам с пренебрежимо малым сопротивлением могут скользить два одинаковых стержня массой  г и сопротивлением  Ом каждый. Расстояние между рельсами  см, а коэффициент трения между стержнями и рельсами  Рельсы со стержнями находятся в однородном вертикальном магнитном поле с индукцией  Тл (см. рисунок). Под действием горизонтальной силы, действующей на первый стержень вдоль рельс, оба стержня движутся поступательно равномерно с разными скоростями. Какова скорость движения первого стержня относительно второго? Самоиндукцией контура пренебречь.

|  |
| --- |
|  |

|  |
| --- |
| Возможное решение |
|

|  |
| --- |
|  |

При движении стержней с разными скоростями изменение потока вектора магнитной индукции, пронизывающего контур, за промежуток времени ∆*t* определяется по формуле  что приводит к возникновению в контуре ЭДС индукции. Согласно закону Фарадея  Здесь мы пренебрегли самоиндукцией контура.В соответствии с законом Ома для замкнутой цепи в контуре появился токНа проводники с током в магнитном поле действуют силы Ампера *F*1 и *F*2,  как показано на рисунке. Кроме этих сил, на каждый стержень действует тормозящая сила трения, Так как стержни движутся равномерно, сумма сил, приложенных к каждому стержню, равна нулю. На второй стержень действуют только сила Ампера *F*2 и сила трения, поэтому  Отсюда: относительная скорость м/с.Ответ:  м/с |
| Критерии оценивания выполнения задания | Баллы |
| Приведено полное решение, включающее следующие элементы:I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: *выражение для изменения магнитного потока, закон электромагнитной индукции, закон Ома для полной цепи, выражение для силы Ампера, условие равномерного движения стержней, 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* |

Ион ускоряется в электрическом поле с разностью потенциалов *U* = 10 кВ и попадает в однородное магнитное поле перпендикулярно к вектору его индукции  (см. рис.). Радиус траектории движения иона в магнитном поле *R* = 0,2 м, отношение массы иона к его электрическому заряду  кг/Кл. Определите значение модуля индукции магнитного поля. Кинетической энергией иона при его вылете из источника пренебрегите.

**29**



|  |
| --- |
| Возможное решение |
| Кинетическая энергия иона при входе в магнитное поле  (1)где *m*,  и *q —* соответственно масса, скорость и заряд иона.В магнитном поле на ион действует сила Лоренца, перпендикулярная скорости иона и вектору магнитной индукции *F*Л = *q**B*, придающая ему центростремительное ускорение $a=\frac{υ^{2}}{R}$.Получаем:  (2)Решая систему уравнений (1) и (2), находим: Тл. |
| 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*, *формула для силы Лоренца, формула для центростремительного ускорения, равенство кинетической энергии иона работе электрического поля*);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 имеется 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 и не зачёркнуты.И (ИЛИ)В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги.И (ИЛИ)Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числев записи единиц измерения величины) | 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**

|  |
| --- |
|  |

Однородный тонкий стержень массой  кг 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 *F*, если коэффициент трения стержня по доске  Трением доски по опоре
и трением в шарнире пренебречь. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на тела. Обоснуйте применимость используемых законов к решению задачи

|  |
| --- |
| Возможное решение |
|

|  |
| --- |
|  |
| Рис. *а* |
|  |
| Рис. *б* |

**Обоснование**1. Выберем систему отсчёта, неподвижно связанную с Землёй, и будем считать эту систему отсчёта инерциальной (ИСО).2. Стержень будем считать твёрдым телом с осью вращения, проходящей перпендикулярно плоскости рисунка через точку *A*. 3. Сумма сил, приложенных к стержню, равна нулю, так как он не движется поступательно. 4. Условие равновесия относительно вращательного движения – равенство нулю суммы моментов сил, приложенных к телу, относительно оси, проходящей через шарнир. 3. Доска движется с постоянной скоростью, следовательно сила, с которой действуют на доску равна по модулю силе трения между доской и стрежнем. **Решение**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:  Н.Ответ: *F* ≈ 0,9 Н |
| **Критерии оценивания выполнения задания** | **Баллы** |
| ***Критерий 1*** |
| Верно обоснована возможность использования законов (закономерностей). *В данном случае: выбор инерциальной системы отсчёта, модель твердого тела, особенности применимости условий равновесия* | 1  |
| В обосновании отсутствует один или несколько из элементов.ИЛИВ обосновании допущена ошибка.ИЛИОбоснование отсутствует | 0 |
| ***Критерий 2*** |
| I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: *условия равновесия, формула для силы трения*);II) сделан правильный рисунок с указанием сил, действующих на тела;III) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (*за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов*); IV) проведены необходимые математические преобразования и расчёты (подстановка числовых данных в конечную формулу), 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 имеется 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 и не зачёркнуты.И (ИЛИ)В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги.И (ИЛИ)Отсутствует пункт 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.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* | *4* |