**Вариант 3**

**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**

На рисунке приведён график зависимости координаты тела *x* от времени *t* при его прямолинейном движении вдоль оси *Ox*. Определите проекцию скорости этого тела на ось *Ox* в промежутке времени от 10 до 14 с.

|  |
| --- |
|  |

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

**2**

Два одинаковых маленьких шарика притягиваются друг к другу с силами, равными по модулю 0,08 пН. Каким станет модуль сил их гравитационного взаимодействия, если расстояние между шариками уменьшить в 2 раза?

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

**3**

Отношение импульса автобуса к импульсу грузового автомобиля . Каково отношение их масс , если отношение скорости автобуса к скорости грузового автомобиля ?

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

**4**

|  |
| --- |
| E15 |

На рисунке приведены графики зависимости координаты от времени для двух тел: А и В, движущихся по прямой, вдоль которой и направлена ось *Ох*. Выберите **все** верные утверждения о характере движения тел.

|  |  |
| --- | --- |
| 1) | Тело А движется равноускоренно, а тело В – равномерно. |
| 2) | В момент времени *t*= 5 с скорость тела В равна нулю. |
| 3) | Скорость тела А в момент времени *t* = 4 с равна 20 м/с. |
| 4) | Проекция ускорения тела В на ось *Ох* положительна. |
| 5) | В момент времени *t* = 5 с расстояние между телами А и В составляет 15 м. |

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

**5**

На поверхности воды плавает прямоугольный брусок из древесины плотностью 800 кг/м3. Брусок заменили на другой брусок той же массы, но из древесины плотностью 500 кг/м3. Как при этом изменились масса вытесненной жидкости и действующая на брусок сила Архимеда?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

|  |  |
| --- | --- |
| 1) | увеличилась |
| 2) | уменьшилась |
| 3) | не изменилась |

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

|  |  |
| --- | --- |
| Масса вытесненной жидкости | Сила Архимеда |
|  |  |

**6**

Автобус массой *m*, движущийся по прямолинейному горизонтальному участку дороги со скоростью  совершает торможение до полной остановки. При торможении колёса автобуса не вращаются. Коэффициент трения между колёсами и дорогой равен μ. 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) | модуль работы силы трения, действующей на автобус | | Б) | время, необходимое для полной остановки автобуса | | | | |  | |  |  | | --- | --- | | 1) |  | | 2) |  | | 3) |  | | 4) |  | |
| Ответ: | А | Б |
|  |  |

**7**

2 моль идеального газа при температуре 3*T*0 и давлении 3*p*0 занимают   
объём *V*0. Сколько моль идеального газа будут занимать объём 1,5*V*0 при температуре 2*T*0 и давлении *p*0?

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

**8**

В закрытом сосуде под поршнем находится водяной пар при температуре   
100 °С под давлением 40 кПа. Каким станет давление пара, если, сохраняя его температуру неизменной, уменьшить объём пара в 4 раза?

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

**9**

|  |
| --- |
|  |

На рисунке показаны различные процессы изменения состояния идеального газа. Масса газа постоянна.   
В каком из процессов (1, 2, 3 или 4) газ совершает наибольшую по модулю работу?

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

**10**

Твёрдый образец вещества нагревают в печи. По мере поглощения количества теплоты *Q* температура образца *t* растёт в соответствии   
с графиком.

|  |
| --- |
|  |

Выберите из предложенного перечня все верные утверждения, которые соответствуют результатам проведённых экспериментальных наблюдений.

|  |  |
| --- | --- |
| 1) | В процессе 1–2 внутренняя энергия вещества увеличивается. |
| 2) | В состоянии 2 часть вещества находится в жидком состоянии. |
| 3) | В процессе 2–3 внутренняя энергия вещества не изменяется. |
| 4) | Температура кипения вещества равна 80 °C. |
| 5) | Удельная теплоёмкость вещества в жидком состоянии больше, чем в твёрдом. |

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

**11**

|  |
| --- |
|  |

На рисунке изображена диаграмма четырёх последовательных изменений состояния 2 моль идеального газа. В каком процессе работа газа положительна и минимальна по величине, а в каком – работа внешних сил положительна и максимальна по величине?

Установите соответствие между характеристиками процессов и номерами процессов на диаграмме.

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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЦЕССОВ |  | НОМЕРА ПРОЦЕССОВ |
| |  |  | | --- | --- | | А) | работа газа положительна  и минимальна | | Б) | работа внешних сил положительна  и максимальна | |  | |  |  | | --- | --- | | 1) | 1 | | 2) | 2 | | 3) | 3 | | 4) | 4 | |

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

**12**

Пять одинаковых резисторов соединены в электрическую цепь (см. рисунок). По участку цепи течёт постоянный ток *I* = 8 А. Какую силу тока показывает амперметр? Сопротивлением амперметра пренебречь.

|  |
| --- |
| 117266 |

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

**13**

Две частицы с одинаковыми массами и зарядами *q*1 = 2*q* и *q*2 = 4*q* влетают   
в однородное магнитное поле перпендикулярно вектору магнитной индукции со скоростями *υ*1 =6*υ* и *υ*2 =3*υ* соответственно. Определите отношение модулей сил , действующих на них со стороны магнитного поля.

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

**14**

|  |
| --- |
| 1318_А14 |

Если ключ К находится в положении 1, то период собственных электромагнитных колебаний в контуре (см. рисунок) равен 3 мс. Каким станет период собственных электромагнитных колебаний в контуре, если ключ перевести из положения 1 в положение 2?

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

|  |
| --- |
|  |

**15**

В катушке индуктивностью 10 мГн сила тока *I* зависит от времени *t*, как показано на графике, приведённом на рисунке. Выберите **все** верныеутверждения о процессах, происходящих в катушке.

|  |  |
| --- | --- |
| 1) | Энергия магнитного поля катушки в интервале времени от 2 до 3 с равна  80 мДж. |
| 2) | Модуль ЭДС самоиндукции в катушке минимален в интервале времени от 5 до 6 с. |
| 3) | Модуль скорости изменения тока в катушке максимален в интервале времени от 4 до 5 с. |
| 4) | Модуль ЭДС самоиндукции в катушке максимален в интервале времени  от 0 до 1 с. |
| 5) | Модуль ЭДС самоиндукции в катушке в интервале времени от 3 до 5 с равен 5 мВ. |

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

**16**

|  |
| --- |
|  |

Плоская световая волна переходит из глицерина в воздух  
(см. рисунок). Что происходит при этом переходе со скоростью распространения световой волны и с длиной волны?

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 распространения волны | Длина волны |
|  |  |

**17**

Установите соответствие между формулами для расчёта физических величин в цепях постоянного тока и названиями этих величин. В формулах использованы обозначения: *R* – сопротивление резистора; *I* – сила тока; *U* – напряжение на резисторе.

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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ФОРМУЛЫ |  | ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ |
| |  |  | | --- | --- | | А) |  | | Б) | *IR* | |  | |  |  | | --- | --- | | 1) | напряжение на резисторе | | 2) | сила тока через резистор | | 3) | мощность тока в резисторе | | 4) | работа электрического тока | |

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

**18**

Закон радиоактивного распада ядер некоторого изотопа имеет вид:  где λ = 0,05 с–1. Определите период полураспада этих ядер.

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

**19**

Установите соответствие между графиками, представленными на рисунках,   
и законами (зависимостями), которые они могут выражать.

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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ГРАФИК |  | ЗАКОН |
| |  |  | | --- | --- | | А) | 0 | | Б) | E11 | |  | |  |  | | --- | --- | | 1) | закон радиоактивного распада | | 2) | закон Эйнштейна пропорциональности массы и энергии | | 3) | зависимость максимальной кинетической энергии фотоэлектронов от частоты падающего света | | 4) | зависимость энергии фотона от частоты света | |

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

**20**

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

|  |  |
| --- | --- |
| 1) | При равноускоренном движении скорость тела за любые равные промежутки времени изменяется одинаково. |
| 2) | В процессе кипения жидкости при постоянном внешнем давлении её температура возрастает. |
| 3) | Сила тока короткого замыкания определяется только внутренним сопротивлением источника и его ЭДС. |
| 4) | В продольной механической волне колебания частиц происходят в направлении, перпендикулярном направлению распространения волны. |
| 5) | В результате α-распада элемент смещается в Периодической системе элементов Д.И. Менделеева на две клетки ближе к началу. |

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

**21**

Даны следующие зависимости величин:

|  |
| --- |
| А) зависимость частоты свободных колебаний пружинного маятника  массой груза *m* от жёсткостью пружины; |
| Б) зависимость давления постоянной массы идеального газа от его объёма в изотермическом процессе; |
| В) зависимость сопротивления цилиндрического алюминиевого проводника площадью поперечного сечения  *S|* от его длины. |

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**

|  |
| --- |
|  |

Абсолютная погрешность прямого измерения силы демонстрационным динамометром,на столике которого стоит груз, равна цене деления (см. рисунок).Определите вес груза.

Ответ: (                  ±                  ) Н.

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

**23**

Школьник изучает свободные колебания маятника. В его распоряжении имеется пять маятников, характеристики которых указаны в таблице. Какие **два** маятника необходимо взять школьник для того, чтобы на опыте выяснить, зависит ли период свободных колебаний маятника от длины нити?

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № маятника | Длина нити маятника, м | Объём шарика,  см3 | Материал, из которого сделан шарик |
| 1 | 2,0 | 8 | алюминий |
| 2 | 0,5 | 5 | сталь |
| 3 | 1,0 | 8 | сталь |
| 4 | 1,5 | 8 | алюминий |
| 5 | 1,0 | 5 | алюминий |

Запишите в ответе номера выбранных маятников.

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

Три параллельных длинных прямых проводника 1, 2 и 3 расположены на одинаковом расстоянии *а* друг от друга (см. рисунки 1 и 2). В каждом проводнике протекает электрический ток силой *I*. Токи во всех проводниках текут в одном направлении. Определите направление результирующей силы, действующей на проводник 1 со стороны проводников 2 и 3. Сделайте рисунок, указав в области проводника 1 вектора магнитной индукции полей, созданных проводниками 2 и 3, вектор магнитной индукции результирующего магнитного поля и вектор результирующей силы. Ответ поясните, опираясь на законы электродинамики.

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

Тележка массой 2 кг, прикреплённая к горизонтальной пружине жёсткостью 200 Н/м, совершает свободные гармонические колебания. Амплитуда колебаний тележки равна 0,1 м. Какова максимальная скорость тележки? Массой колёс можно пренебречь.

**26**

Плоская монохроматическая световая волна падает по нормали на дифракционную решетку с периодом 5 мкм. Параллельно решетке позади нее размещена собирающая линза с фокусным расстоянием 20 см. Дифракционная картина наблюдается на экране в задней фокальной плоскости линзы. Расстояние между ее главными максимумами 1-го и 2-го порядков равно   
18 мм. Найдите длину падающей волны. Считать для малых углов sinφ ≈ tgφ.

|  |
| --- |
| ⇨      *h*  *H*  Рис. 1 Рис. 2  *p*0  *p*0  *p*0  *M*, *S* |

**27**

В вертикальном цилиндре с гладкими стенками, открытом сверху, под поршнем находится одноатомный идеальный газ. В начальном состоянии поршень массой *M* и площадью основания *S* покоится на высоте *h*, опираясь на выступы (см. рис. 1). Давление газа *p*0 равно внешнему атмосферному. Какое количество теплоты *Q* нужно сообщить газу при медленном его нагревании, чтобы поршень оказался на высоте *H* (см. рис. 2)? Тепловыми потерями пренебречь.

|  |
| --- |
|  |

**28**

Источник постоянного тока с ЭДС  В и внутренним сопротивлением  Ом подсоединён к параллельно соединённым резисторам  Ом,  Ом и конденсатору. Определите ёмкость конденсатора *C*, если энергия электрического поля конденсатора равна  мкДж.

**29**

Монохроматическое рентгеновское излучение с длиной волны λ = 1,1·10–10 м падает по нормали на пластинку и создаёт давление *Р* = 1,26·10–6 Па. При этом 70% фотонов отражается, а остальные проходят сквозь пластинку. Определите концентрацию фотонов в пучке падающего излучения. Рассеянием и поглощением излучения пренебречь. Считать, что фотоны  
в пучке распределены равномерно.

**30**

|  |
| --- |
| 1434_С2 |

В гладкий высокий стакан радиусом 4 см поставили однородную тонкую палочку длиной 10 см и массой 0,9 г, после чего в стакан налили до высоты  см жидкость, плотность которой составляет 0,75 плотности материала палочки. Найдите модуль силы , с которой верхний конец палочки давит на стенку стакана. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на палочку.

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



**Ответы к заданиям**

|  |  |
| --- | --- |
| № задания | Ответ |
| 1 | - 2,5 |
| 2 | 0,32 |
| 3 | 1,4 |
| 4 | 25 |
| 5 | 33 |
| 6 | 43 |
| 7 | 1,5 |
| 8 | 100 |
| 9 | 1 |
| 10 | 145 |
| 11 | 23 |
| 12 | 6 |
| 13 | 1 |
| 14 | 6 |
| 15 | 15 |
| 16 | 11 |
| 17 | 31 |
| 18 | 20 |
| 19 | 31 |
| 20 | 135 |
| 21 | 253 |
| 22 | 111 |
| 23 | 14 |

**Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом**

**24**

Три параллельных длинных прямых проводника 1, 2 и 3 расположены на одинаковом расстоянии *а* друг от друга (см. рисунки 1 и 2). В каждом проводнике протекает электрический ток силой *I*. Токи во всех проводниках текут в одном направлении. Определите направление результирующей силы, действующей на проводник 1 со стороны проводников 2 и 3. Сделайте рисунок, указав в области проводника 1 вектора магнитной индукции полей, созданных проводниками 2 и 3, вектор магнитной индукции результирующего магнитного поля и вектор результирующей силы. Ответ поясните, опираясь на законы электродинамики.

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

|  |  |
| --- | --- |
| Возможное решение | |
| 1. На проводник 1 со стороны проводников 2 и 3 действует результирующая сила, направленная вертикально вниз (см. рисунок).  2. Вокруг проводников 2 и 3 возникает магнитное поле, линии индукции которого являются окружностями. Направление линий индукции магнитного поля определяется правилом буравчика (см. рисунок). Вектор магнитной индукции результирующего магнитного поля в области проводника 1 определяется принципом суперпозиции: , где  и  – векторы индукции магнитных полей, созданных проводниками 2 и 3. Поскольку проводник 1 находится на одинаковом расстоянии *а* от каждого из проводников 2 и 3, и по проводникам протекают токи одинаковой силы, то .    3. Из геометрических построений видно, что угол между векторами  и  составляет 60о, а значит, . Следовательно, вектор индукции результирующего магнитного поля , созданного проводниками 2 и 3, направлен горизонтально влево (см. рисунок).  4. Со стороны результирующего магнитного поля  на проводник 1 с током действует сила Ампера , направление которой определяется правилом левой руки. Таким образом, результирующая сила, действующая на проводник 1 со стороны проводников 2 и 3, направлена вертикально вниз | |
| Критерии оценивания выполнения задания | Баллы |
| Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: *п. 1*) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: *картина линий индукции магнитного поля длинного проводника с током, принцип суперпозиции магнитных полей, правило буравчика, правило левой руки*) | 3 |
| Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеется 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 и не зачёркнуты.  И (ИЛИ)  В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения | 2 |
| Представлено решение, соответствующее **одному** из следующих случаев.  Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения.  ИЛИ  Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца.  ИЛИ  Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие  к ответу, содержат ошибки.  ИЛИ  Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи | 1 |
| Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла | 0 |
| *Максимальный балл* | *3* |

**25**

Тележка массой 2 кг, прикреплённая к горизонтальной пружине жёсткостью 200 Н/м, совершает свободные гармонические колебания. Амплитуда колебаний тележки равна 0,1 м. Какова максимальная скорость тележки? Массой колёс можно пренебречь.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Возможное решение** | | |
| В случае гармонических колебаний максимальная потенциальная энергия пружины равна максимальной кинетической энергии тележки:  , где *k* – жёсткость пружины, *A* – амплитуда колебаний тележки, *m* – масса тележки, *V* – максимальная скорость тележки.  В итоге получим: м/с.  Ответ:  м/с | | |
| **Критерии оценивания выполнения задания** | **Баллы** | |
| Приведено полное решение, включающее следующие элементы:  I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: *закон сохранения механической энергии при гармонических колебаниях*);  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 (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, 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 числе  в записи единиц измерения величины) | | 1 |
| Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла | | 0 |
| *Максимальный балл* | | *2* |

**26**

Плоская монохроматическая световая волна падает по нормали на дифракционную решетку с периодом 5 мкм. Параллельно решетке позади нее размещена собирающая линза с фокусным расстоянием 20 см. Дифракционная картина наблюдается на экране в задней фокальной плоскости линзы. Расстояние между ее главными максимумами 1-го и 2-го порядков равно 18 мм. Найдите длину падающей волны. Считать для малых углов sinφ ≈ tgφ.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Возможное решение** | | |
| В соответствии с условием наблюдения глав­ных максимумов при нормальном падении монохроматического света с длиной волны λ на решётку с периодом *d*:  где *k -*порядок максимума.  Так как можно считать sinφ ≈ tgφ, то , где *x –* расстояние от нулевого до *k*-го максимума; *F* – фокусное расстояние линзы, равное расстоянию от дифракционной решетки до экрана.  Следовательно, расстояние между главными максимумами 1-го и 2-го порядков  Определим длину волны падающего света  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: *формула для дифракционной решетки, геометрическое соотношение*);  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 (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, 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 числе  в записи единиц измерения величины) | | 1 |
| Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла | | 0 |
| *Максимальный балл* | | *2* |

|  |
| --- |
| ⇨      *h*  *H*  Рис. 1 Рис. 2  *p*0  *p*0  *p*0  *M*, *S* |

**27**

В вертикальном цилиндре с гладкими стенками, открытом сверху, под поршнем находится одноатомный идеальный газ. В начальном состоянии поршень массой *M* и площадью основания *S* покоится на высоте *h*, опираясь на выступы (см. рис. 1). Давление газа *p*0 равно внешнему атмосферному. Какое количество теплоты *Q* нужно сообщить газу при медленном его нагревании, чтобы поршень оказался на высоте *H* (см. рис. 2)? Тепловыми потерями пренебречь.

|  |  |
| --- | --- |
| Возможное решение | |
| 1. Систему отсчёта, связанную с Землёй, будем считать инерциальной. В процессе медленного подъёма поршня его ускорение считаем ничтожно малым. Поэтому сумма приложенных к поршню сил при его движении равна нулю. В проекциях на вертикальную ось *y* получаем:        *y*  , или .  Отсюда получаем давление газа *p*1 под движущимся поршнем: .  2. Используем модель одноатомного идеального газа:  Отсюда получаем: . Внутренняя энергия газа в исходном состоянии , а в конечном состоянии  3. Процесс движения поршня идёт при постоянном давлении газа *p*1. Поэтому из первого начала термодинамики получаем:  .  Подставляя сюда выражения для *p*1, *U*0 и *U*1, 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: *второй закон Ньютона, уравнение Менделеева – Клапейрона, выражение для внутренней энергии одноатомного идеального газа, первое начало термодинамики, связь давления и силы*);  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 | 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 для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.  ИЛИ  В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.  ИЛИ  В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи | 1 |
| Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла | 0 |
| *Максимальный балл* | *3* |

|  |
| --- |
|  |

**28**

Источник постоянного тока с ЭДС  В и внутренним сопротивлением  Ом подсоединён к параллельно соединённым резисторам  Ом,  Ом и конденсатору. Определите ёмкость конденсатора *C*, если энергия электрического поля конденсатора равна  мкДж.

|  |  |
| --- | --- |
| Возможное решение | |
| 1. Конденсатор заряжен, поэтому ток через него не течёт. Согласно закону Ома для замкнутой цепи через источник течёт ток силы , где  – сопротивление внешней цепи (параллельно соединённых резисторов *R*1 и *R*2).  2. Так как конденсатор подключён параллельно с резисторами *R*1 и *R*2, то напряжение на конденсаторе .  3. Определим энергию электрического поля конденсатора:  , откуда найдём ёмкость конденсатора *С*:  Ф.  Ответ:  мкФ | |
| 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 электрической цепи и для участка цепи, формула для расчёта сопротивления параллельно соединённых резисторов, выражение для энергии электрического поля конденсатора*);  II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (*за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений величин, 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 |

**29**

Монохроматическое рентгеновское излучение с длиной волны λ = 1,1·10–10 м падает по нормали на пластинку и создаёт давление *Р* = 1,26·10–6 Па. При этом 70% фотонов отражается, а остальные проходят сквозь пластинку. Определите концентрацию фотонов в пучке падающего излучения. Рассеянием и поглощением излучения пренебречь. Считать, что фотоны  
в пучке распределены равномерно.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Возможное решение | | |
| 1. При взаимодействии излучения с пластинкой фотоны, проходящие через неё, не оказывают давления на пластинку.  2. Отражённые фотоны передают пластинке импульс, равный по модулю суммарному изменению импульсов всех отражённых фотонов:    где , (– импульсы падающих и отражённых фотонов соответственно), а модуль импульса фотона равен .  Пусть *N* – число отражённых фотонов.  Тогда,  – доля отражённых фотонов.  *N*0 – число падающих фотонов.  В соответствии со вторым законом Ньютона сила, с которой излучение действует на пластинку за время *t*, равна  а давление  где *S* – площадь пластины.  Получим:  (1)  3. Запишем выражение для числа фотонов, падающих на пластинку за время *t*. Учтём, что за время *t* фотоны, двигаясь со скоростью света, попадут на площадку *S* из цилиндра с основанием *S* ибоковой образующей длиной *ct*. Объём этого цилиндра равен *Sct*. Поэтому  (2)  где *n* – концентрация фотонов в пучке, *c* – скорость света.  4. Решая уравнения (1) и (2), получим:    Ответ:  м–3 | | |
| 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,* *формулы для импульса фотона, давления излучения, выражение для числа фотонов, падающих на пластинку*);  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) 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 | 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 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 |
| *Максимальный балл* | | *3* |

|  |
| --- |
| 1434_С2 |

**30**

В гладкий высокий стакан радиусом 4 см поставили однородную тонкую палочку длиной 10 см и массой 0,9 г, после чего в стакан налили до высоты  см жидкость, плотность которой составляет 0,75 плотности материала палочки. Найдите модуль силы , с которой верхний конец палочки давит на стенку стакана. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на палочку.

|  |  |
| --- | --- |
| Возможное решение | |
| |  | | --- | | 88644-крит |   **Обоснование**  1. Выберем систему отсчёта, неподвижно связанную с Землёй, и будем считать эту систему отсчёта инерциальной (ИСО).  2. палочку будем считать абсолютно твёрдым телом.  3. Сумма сил, приложенных к палочке, равна нулю, так как она не движется поступательно.  4. Условие равновесия относительно вращательного движения – равенство нулю суммы моментов сил, приложенных к телу, относительно оси, проходящей через нижний конец палочки.  5. По третьему закону Ньютона сила, с которой верхний конец палочки давит на стенку стакана равна *F* = *N.*  **Решение**  1. Высота конца палочки относительно дна стакана  где *l –* длина палочки, *R* – радиус стакана.  2. Сила Архимеда  где *V* – объём палочки,  – её плотность,  – плотность жидкости.  3. Поскольку палочка покоится, сумма приложенных к ней сил равна нулю. Поэтому можно записать правило моментов так, чтобы исключить из него упоминание неизвестных сил  и , т.е. записать это правило относительно оси, проходящей перпендикулярно рисунку через нижний конец палочки:  , где .  4. Отсюда:    Н.  По третьему закону Ньютона *N* = *F*, поэтому  Н.  Ответ:  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.  ИЛИ  В обосновании допущена ошибка.  ИЛИ  Обоснование 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 твёрдого тела относительно вращательного движения, закон Архимеда*);  II) сделан правильный рисунок с указанием сил, действующих  на тело;  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.  ИЛИ  В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.  ИЛИ  В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи | 1 |
| Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла | 0 |
| *Максимальный балл* | *4* |