**Вариант 4**

**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 3–5, 9–11, 14–16 и 20 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 1, 2, 6–8, 12, 13, 17–19, 21, 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**

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

|  |  |
| --- | --- |
| 1) | Силы, с которыми тела действуют друг на друга, равны по модулю и направлены по одной прямой в одну и ту же сторону и имеют разную природу. |
| 2) | Скорость испарения жидкости при прочих равных условиях зависит от площади ее свободной поверхности. |
| 3) | При взаимодействии заряженных тел в электрически изолированной системе алгебраическая сумма электрических зарядов тел всегда остается неизменной. |
| 4) | Если замкнутый проводящий контур покоится в однородном магнитном поле, то в нём возникает индукционный ток. |
| 5) | Колебательный контур состоит из катушки индуктивности и резистора с большим сопротивлением. |

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

**2**

Даны следующие зависимости величин:

|  |  |
| --- | --- |
| А) | зависимость скорости тела, движущегося равномерно, от времени движения; |
| Б) | зависимость объёма постоянной массы идеального газа от абсолютной температуры в изотермическом процессе; |
| В) | зависимость энергии магнитного поля катушки индуктивностью *L* от силы тока в катушке. |

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.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 5 | G:\ЕГЭ-2022\Новые задания\9-01.png | 13-02-01 | 03-02-01 |
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) |

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

Два маленьких шарика массой *m* каждый, расстояние между центрами которых равно *r*, притягиваются друг к другу с гравитационной силой 0,3 пН. Каков модуль сил гравитационного притяжения друг к другу двух других шариков, если масса одного из них равна 3*m*, масса другого – ,  
а расстояние между их центрами равно ?

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

**3**

**4**

Тело движется по прямой в инерциальной системе отсчёта под действием постоянной силы величиной 20 Н, направленной в сторону движения тела. Начальный импульс тела равен 30 кг ∙ м/с. Определите импульс тела через 3 с.

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

**5**

В сосуд глубиной 20 см налита вода, уровень которой ниже края сосуда   
на 2 см. Чему равно дополнительное к атмосферному давление столба воды на плоское дно сосуда?

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

**6**

Небольшой груз массой 0,2 кг подвешен на невесомой нерастяжимой нити длиной 80 см. В результате толчка груз стал совершать незатухающие колебания в вертикальной плоскости. В таблице приведена зависимость от времени *t* для высоты *h* подъёма груза относительно положения равновесия. На основании данных, приведённых в таблице, выберите все верные утверждения о движении груза.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *t*, с | 0 | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 0,8 | 1,0 | 1,2 | 1,4 | 1,6 |
| *h*, см | 0 | 24 | 40 | 24 | 0 | 24 | 40 | 24 | 0 |

|  |  |
| --- | --- |
| 1) | Период колебаний груза равен 0,8 с. |
| 2) | Частота колебаний груза равна 0,625 Гц. |
| 3) | Максимальная скорость груза равна 4 м/с. |
| 4) | В момент времени 1,2 с кинетическая энергия груза максимальна. |
| 5) | В момент времени 0,4 с скорость груза равна нулю. |

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

**7**

|  |
| --- |
|  |

С вершины наклонной плоскости из состояния покоя скользит с ускорением лёгкая коробочка, в которой находится груз массой *m* (см. рисунок). Как изменятся время движения по наклонной плоскости и модуль силы реакции опоры, если с вершины той же наклонной плоскости будет скользить та же коробочка с грузом массой ? 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.

|  |  |
| --- | --- |
| Время движения | Модуль силы реакции опоры |
|  |  |

**8**

|  |
| --- |
| E14 |

На рисунке показан график зависимости координаты *x* тела, движущегося вдоль оси *Ох*, от времени *t* (парабола). Графики А и Б представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение этого тела, от времени *t*.

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

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ГРАФИКИ | | | |  | ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ |
| |  |  | | --- | --- | | А) | 1405_В3_2 | | Б) | E14 | | | | |  | |  |  | | --- | --- | | 1) | модуль импульса тела | | 2) | кинетическая энергия тела | | 3) | проекция скорости тела  на ось *Oх* | | 4) | модуль равнодействующей сил, действующих на тело | |
| Ответ: | А | Б |
|  |  |

При температуре 2*T*0 и давлении *p*0 идеальный газ в количестве 1 моль занимает объём 2*V*0. Сколько моль этого газа при температуре *T*0 и том же давлении *p*0 занимают объём *V*0?

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

**9**

**10**

|  |
| --- |
| 1438_А8 |

В сосуде находится некоторое постоянное количество идеального газа. Во сколько раз уменьшится абсолютная температура газа, если он перейдёт из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок)?

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

&%

**11**

Идеальный одноатомный газ, расширяясь изобарно, совершил работу, равную 80 Дж. При этом увеличение внутренней энергии газа составило   
120 Дж. Количество вещества газа не изменялось. Какое количество теплоты сообщили газу в этом процессе?

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

**12**

В двух различных сосудах находится по 1 моль идеальных газов. Объём первого сосуда в 2 раза больше, чем второго. В первом сосуде находится гелий при температуре 300 К; во втором − неон при температуре 327 °С.

Выберите все верные утверждения о параметрах состояния указанных газов.

|  |  |
| --- | --- |
| 1) | Средняя кинетическая энергия теплового движения молекул в первом сосуде в 2 раза меньше, чем во втором. |
| 2) | Абсолютная температура газа во втором сосуде примерно в 3 раза больше, чем в первом. |
| 3) | Давление неона в 4 раза больше, чем гелия. |
| 4) | Концентрация неона в 2 раза больше, чем гелия. |
| 5) | Среднеквадратичные скорости молекул неона и гелия одинаковы. |

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

**13**

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

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

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

**14**

|  |
| --- |
|  |

На графике показана зависимость силы тока *I* в проводнике от времени *t*. Определите заряд, прошедший по проводнику за Δ*t* = 40 с с момента начала отсчёта времени.

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

**15**

Электрон e и альфа-частица He влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно вектору магнитной индукции со скоростями 2v и v соответственно. Определите отношение модулей сил , действующих на них со стороны магнитного поля в этот момент времени.

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

**16**

|  |
| --- |
| E16 |

В идеальном колебательном контуре (см. рисунок) напряжение между обкладками конденсатора меняется по закону *UC* = *U*0cos ω*t*, где *U*0 = 5 В, ω = 1000π с–1. Определите период колебаний напряжения на конденсаторе.

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

**17**

От деревянного кольца № 1 отодвигают южный полюс полосового магнита, а от медного кольца № 2 – северный полюс (см. рисунок).

|  |
| --- |
| E18 |

Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения.

|  |  |
| --- | --- |
| 1) | Кольцо № 2 отталкивается от магнита. |
| 2) | В кольце № 2 возникает индукционный ток. |
| 3) | Кольцо № 1 притягивается к магниту. |
| 4) | В кольце № 1 индукционный ток не возникает. |
| 5) | В опыте с кольцом № 2 наблюдается явление электромагнитной индукции. |

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

**18**

α-частица движется по окружности в однородном магнитном поле между полюсами магнита под действием силы Лоренца. После замены магнита по таким же траекториям стали двигаться протоны, обладающие той же скоростью. Как изменились индукция магнитного поля и модуль силы Лоренца?

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.

|  |  |
| --- | --- |
| Индукция магнитного поля | Модуль силы Лоренца |
|  |  | |

&%

**19**

Идеальный колебательный контур состоит из конденсатора электроёмкостью 50 мкФ и катушки индуктивности. Заряд на одной из обкладок конденсатора изменяется во времени в соответствии с формулой *q*(*t*)*=*4·10–4·sin(2000*t*) (все величины выражены в СИ).

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их зависимость от времени в условиях данной задачи.

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

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ | | | |  | ФОРМУЛЫ |
| |  |  | | --- | --- | | А) | энергия  электрического поля конденсатора | | Б) | напряжение  между обкладками конденсатора | | | | |  | |  |  | | --- | --- | | 1) | 8·sin(2000*t*) | | 2) | 1,6·10–3·cos2(2000*t*) | | 3) | 0,8·sin(2000*t –* ) | | 4) | 1,6·10–3·sin2(2000*t*) | |
| Ответ: | А | Б |
|  |  |

**20**

Через сколько лет из  ядер радиоактивного изотопа цезия  имеющего период полураспада  лет, нераспавшимися останутся  ядер изотопа?

Ответ: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ лет (года).

&%

**21**

Монохроматический свет с энергией фотонов *E*ф падает на поверхность металла, вызывая фотоэффект. Как изменятся длина волны λ падающего света и длина волны λкр, соответствующая «красной границе» фотоэффекта, если энергия падающих фотонов *E*ф уменьшится, но фотоэффект не прекратится?

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.

|  |  |
| --- | --- |
| Длина волны λ падающего света | «Красная граница» фотоэффекта λкр |
|  |  |

**22**

Определите показания динамометра (см. рисунок), если абсолютная погрешность прямого измерения силы равна цене деления динамометра. Динамометр проградуирован в ньютонах.

|  |
| --- |
|  |

Ответ: (                  ±                  ) Н.

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

**23**

Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно определить плотность бензина. Для этого школьник взял стакан   
с бензином и динамометр.

Какие **два** предмета из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

|  |  |
| --- | --- |
| 1) | термометр |
| 2) | стальной цилиндр с крючком |
| 3) | калориметр |
| 4) | пружина |
| 5) | мензурка |

В ответе запишите номера выбранного оборудования.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 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 (24, 25 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.***

**24**

На рисунке показана принципиальная схема электрической цепи, состоящей из источника тока с отличным от нуля внутренним сопротивлением, резистора, реостата и измерительных приборов — идеального амперметра и идеального вольтметра. Используя законы постоянного тока, проанализируйте эту схему и выясните, как будут изменяться показания приборов при перемещении движка реостата *вправо*.



***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**

Два пластилиновых шарика с массами 3*m*и *m*, летящие навстречу друг другу с одинаковыми по модулю скоростями, при столкновении слипаются. Каким был модуль скорости каждого из шариков перед столкновением, если сразу после столкновения скорость шариков стала равной 0,7 м/с? Временем взаимодействия шариков пренебречь.

**26**

Мощность излучения лазерной указки с длиной волны  нм равна  мВт. Определите число фотонов, излучаемых указкой за 1 с.

**27**

|  |
| --- |
| *k*  *p*0  *p*0  *L*  *S* |

В горизонтальном цилиндре с гладкими стенками под массивным поршнем с площадью *S* находится одноатомный идеальный газ. Поршень соединён   
с основанием цилиндра пружиной с жёсткостью *k*.   
В начальном состоянии расстояние между поршнем   
и основанием цилиндра равно *L*, а давление газа   
в цилиндре равно внешнему атмосферному давлению *p*0 (см. рисунок). Какое количество теплоты *Q* передано затем газу, если   
в результате поршень медленно переместился вправо на расстояние *b*?

**28**

|  |
| --- |
| 1327_C4-01 |

На столе закреплён длинный тонкий непроводящий стержень, наклонённый под углом  к горизонту (см. рисунок). На стержне закреплена маленькая заряженная бусинка. Выше неё на стержень надета другая такая же заряженная бусинка, которая может скользить по стержню без трения. Заряды бусинок одинаковы и равны *q*, масса бусинки равна *m*. Определите расстояние  между бусинками, если они находятся в равновесии. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на верхнюю бусинку. Электростатическим воздействием стола на бусинки пренебречь.

**29**

|  |
| --- |
|  |

Равнобедренный прямоугольный треугольник *ABC* расположен перед тонкой линзой оптической силой 2,5 дптр так, что его катет *AC* лежит на главной оптической оси линзы. Вершина прямого угла *C* лежит ближе к центру линзы, чем вершина острого угла *A*. Расстояние от центра линзы до точки *C* равно удвоенному фокусному расстоянию линзы, *AC* = 4 см (см. рисунок). Постройте изображение треугольника и найдите площадь получившейся фигуры.

**30**

В маленький шар массой *M* = 250 г, висящий на нити длиной *l* = 50 см, попадает и застревает в нём горизонтально летящая пуля массой *m* = 10 г. При какой минимальной скорости пули шар после этого совершит полный оборот в вертикальной плоскости? Сопротивлением воздуха пренебречь. Обоснуйте применимость законов, используемых при решении задачи.



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

**Система оценивания экзаменационной работы по физике**

**Задания 1–23**

Правильные ответы на задания 3–5, 9–11, 14–16, 20, 22 и 23 оцениваются 1 баллом. Эти задания считаются выполненными верно, если правильно указаны требуемое число или два числа.

Ответы на задания 7, 8, 13, 18, 19 и 21 оцениваются 2 баллами, если верно указаны оба элемента ответа; 1 баллом, если допущена ошибка в указании одного из элементов ответа; 0 баллов, если допущены две ошибки или ответ отсутствует. Если указано более двух элементов (в том числе, возможно, и правильные), то ставится 0 баллов.

Ответ на задание 2 оценивается 2 баллами, если верно указаны три элемента ответа; 1 баллом, если допущена ошибка в указании одного из элементов ответа, и 0 баллов, если допущено две ошибки или ответ отсутствует. Если указано более трёх элементов (в том числе, возможно, и правильные), то ставится 0 баллов.

Ответы на задания 1, 6, 12 и 17 оцениваются 2 баллами, если указаны все верные элементы ответа; 1 баллом, если допущена одна ошибка (в том числе указана одна лишняя цифра наряду со всеми верными элементами или не записан один элемент ответа); 0 баллов, если допущены две ошибки или ответ отсутствует. В заданиях 1, 6, 12, 17 и 23 порядок записи цифр в ответе не имеет принципиального значения.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Номер задания** | **Правильный ответ** | **Номер задания** | **Правильный ответ** |
| 1 | 23 | 12 | 134 |
| 2 | 431 | 13 | 23 |
| 3 | 2,7 | 14 | 140 |
| 4 | 90 | 15 | 1 |
| 5 | 1,8 | 16 | 0,002 |
| 6 | 25 | 17 | 245 |
| 7 | 32 | 18 | 22 |
| 8 | 43 | 19 | 41 |
| 9 | 1 | 20 | 78 |
| 10 | 6 | 21 | 13 |
| 11 | 200 | 22 | 3,80,1 |
|  |  | 23 | 25 |

**Критерии оценивания выполнения заданий с развёрнутым ответом**

Выполнение заданий 24–30 (с развёрнутым ответом) оценивается предметной комиссией. На основе критериев, представленных в приведённых ниже таблицах, за выполнение каждого задания в зависимости от полноты   
и правильности данного экзаменуемым ответа выставляется от 0 до максимального балла.

**24**

На рисунке показана принципиальная схема электрической цепи, состоящей из источника тока с отличным от нуля внутренним сопротивлением, резистора, реостата и измерительных приборов — идеального амперметра и идеального вольтметра. Используя законы постоянного тока, проанализируйте эту схему и выясните, как будут изменяться показания приборов при перемещении движка реостата *вправо*.



|  |  |
| --- | --- |
| **Возможное решение** | |
| По условию задачи сопротивлением амперметра можно пренебречь, а сопротивление вольтметра бесконечно велико. При перемещении движка реостата вправо его сопротивление *R*2 уменьшается, что ведет к уменьшению сопротивления всей внешней цепи *R*. В соответствии с законом Ома для полной цепи сила тока через амперметр  увеличивается (знаменатель дроби уменьшается, а числитель остается неизменным), напряжение на батарее, измеряемое вольтметром, уменьшается: .  *Ответ:* напряжение, измеренное вольтметром, уменьшается, а ток через амперметр растет. | |
| **Критерии оценивания выполнения задания** | **Баллы** |
| Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: *показание вольтметра уменьшится, показание амперметра увеличится*) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае*: закон Ома для полной цепи и закон Ома для участка цепи*) | 3 |
| Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеется один или несколько из следующих недостатков.  В объяснении не указано или не использованы 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**

Два пластилиновых шарика с массами 3*m*и *m*, летящие навстречу друг другу с одинаковыми по модулю скоростями, при столкновении слипаются. Каким был модуль скорости каждого из шариков перед столкновением, если сразу после столкновения скорость шариков стала равной 0,7 м/с? Временем взаимодействия шариков пренебречь.

|  |  |
| --- | --- |
| Возможное решение | |
| 1. Шарики испытывают абсолютно неупругое соударение. Для системы из двух шариков выполняется закон сохранения импульса (ЗСИ), так как при малом времени взаимодействия действием внешней силы (силы тяжести) можно пренебречь.  2. Взаимодействие шаров можно изобразить так, как показано на рисунке.   |  |  | | --- | --- | | до соударения | после соударения | | 46961 | 46961_2 |   3. С учётом того, что , а совместная скорость после соударения равна *и*, запишем ЗСИ в проекциях на ось *Ох*:  откуда  м/c.  Ответ: ,4 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: *абсолютно неупругий характер соударения, закон сохранения импульса*);  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 | 2 |
| Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности,ипроведены преобразования, направленные на решение задачи. 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, 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* |

**26**

Мощность излучения лазерной указки с длиной волны  нм равна  мВт. Определите число фотонов, излучаемых указкой за 1 с.

|  |  |
| --- | --- |
| Возможное решение | |
| 1. Для энергии одного фотона запишем:  ,  где *с* – скорость света в вакууме.  2. Мощность излучения указки:  , где  – число фотонов в единицу времени.  3. Число излученных фотонов в единицу времени:  с–1.  Ответ:  с–1 | |
| 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: *энергия фотона; мощность излучения указки*);  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 |

**27**

|  |
| --- |
| *k*  *p*0  *p*0  *L*  *S* |

В горизонтальном цилиндре с гладкими стенками под массивным поршнем с площадью *S* находится одноатомный идеальный газ. Поршень соединён   
с основанием цилиндра пружиной с жёсткостью *k*.   
В начальном состоянии расстояние между поршнем   
и основанием цилиндра равно *L*, а давление газа   
в цилиндре равно внешнему атмосферному давлению *p*0 (см. рисунок). Какое количество теплоты *Q* передано затем газу, если   
в результате поршень медленно переместился вправо на расстояние *b*?

|  |  |
| --- | --- |
| Возможное решение | |
| |  | | --- | | *x*  Рис. 1 |   1. Систему отсчёта, связанную с Землёй, будем считать инерциальной. В процессе медленного движения поршня его ускорение считаем ничтожно малым. Поэтому сумма приложенных к поршню сил при его движении равна нулю. В проекциях на горизонтальную ось *x* получаем:  ,  где *F*0 ‒ сила давления атмосферы на поршень, *F*1 ‒ сила давления газа в цилиндре на поршень, *F*упр ‒ упругая сила, действующая на поршень со стороны пружины.   |  | | --- | | *b*  0  *p*  *x*  Рис. 2  *p*0 |   2. Из равенства давлений слева и справа от поршня в начальном состоянии и гладкости стенок следует, что в начальном состоянии пружина недеформирована. Поэтому при смещении поршня вправо от начального положения на величину *x* модуль упругой силы *F*упр = *kx*. Тогда    и давление в цилиндре при смещении поршня вправо от начального положения на величину *x* равно  (см. график на рисунке 2).  3. Из модели одноатомного идеального газа  следует:  Внутренняя энергия газа в исходном состоянии равна , а в конечном состоянии .  4. Из первого начала термодинамики получаем: .  Работа газа *А*12 при сдвиге поршня из начального в конечное состояние равна произведению величины *S* и площади трапеции под графиком *p*(*x*) на рис. 2: . Подставляя в выражение для *Q* значения *U*1, *U*2 и *А*12, 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, закон Гука, уравнение Клапейрона – Менделеева, выражение для внутренней энергии идеального одноатомного газа, первый закон термодинамики, вычисление работы с помощью pV-диаграммы*);  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, приводящие к правильному ответу;  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* |

|  |
| --- |
| 1327_C4-01 |

**28**

На столе закреплён длинный тонкий непроводящий стержень, наклонённый под углом  к горизонту (см. рисунок). На стержне закреплена маленькая заряженная бусинка. Выше неё на стержень надета другая такая же заряженная бусинка, которая может скользить по стержню без трения. Заряды бусинок одинаковы и равны *q*, масса бусинки равна *m*. Определите расстояние  между бусинками, если они находятся в равновесии. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на верхнюю бусинку. Электростатическим воздействием стола на бусинки пренебречь.

|  |  |
| --- | --- |
| Возможное решение | |
| |  | | --- | | 1327_C4_2-01 |   1. На верхнюю бусинку со стороны Земли действует сила тяжести  со стороны нижней бусинки – кулоновская сила отталкивания одноимённых зарядов  и со стороны стержня – сила реакции  (см. рисунок). Верхняя бусинка находится  в равновесии под действием этих сил, т.е. их сумма равна нулю.  2. Тогда согласно второму закону Ньютона в проекции на ось, направленную вдоль стержня от нижней бусинки к верхней, имеем: .  3. Согласно закону Кулона . Тогда .  Отсюда находим: .  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, закон Кулона*);  II) сделан правильный рисунок с указанием сил, действующих на верхнюю бусинку;  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, приводящие к правильному ответу;  V) 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 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 допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях пропущены логически важные шаги.  И (ИЛИ)  Отсутствует пункт V, 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* |

**29**

|  |
| --- |
|  |

Равнобедренный прямоугольный треугольник *ABC* расположен перед тонкой линзой оптической силой 2,5 дптр так, что его катет *AC* лежит на главной оптической оси линзы. Вершина прямого угла *C* лежит ближе к центру линзы, чем вершина острого угла *A*. Расстояние от центра линзы до точки *C* равно удвоенному фокусному расстоянию линзы, *AC* = 4 см (см. рисунок). Постройте изображение треугольника и найдите площадь получившейся фигуры.

|  |  |
| --- | --- |
| Возможное решение | |
| |  | | --- | |  |   Длину *x* горизонтального катета *A*′*C*′ изображения находим по формуле линзы:  (где ),  откуда  Длина вертикального катета *B*′*C*′ изображения равна *a*, так как для него *d* = *f* = 2*F*.  Площадь изображения  Ответ:  см2 | |
| Критерии оценивания выполнения задания | Баллы |
| Приведено полное решение, включающее следующие элементы:  I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: *определение оптической силы линзы, формула тонкой линзы, формула площади треугольника*);  II) построено изображение треугольника в линзе;  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, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);  V) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины | 3 |
| Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности,ипроведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.  Записи, соответствующие пунктам II и III, представлены не в полном объёме или отсутствуют.  И (ИЛИ)  В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).  И (ИЛИ)  В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги.  И (ИЛИ)  Отсутствует пункт V, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины) | 2 |
| Представлены записи, соответствующие **одному** из следующих случаев.  Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.  ИЛИ  В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.  ИЛИ  В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.  ИЛИ  Приведён только верный рисунок, демонстрирующий построение изображения треугольника в линзе | 1 |
| Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла | 0 |
| *Максимальный балл* | *3* |

**30**

В маленький шар массой *M* = 250 г, висящий на нити длиной *l* = 50 см, попадает и застревает в нём горизонтально летящая пуля массой *m* = 10 г. При какой минимальной скорости пули шар после этого совершит полный оборот в вертикальной плоскости? Сопротивлением воздуха пренебречь. Обоснуйте применимость законов, используемых при решении задачи.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Возможное решение | | |
| **Обоснование**  1. Рассмотрим задачу в системе отсчёта, связанной с Землёй. Будем считать эту систему отсчёта инерциальной (ИСО).  2. Шар и пуля имеют малые размеры по сравнению с длиной нити, поэтому описываем их моделью материальной точки.  3. Считаем, что время застревания пули в шаре очень малó, и нить, на которой висит шарик, за это время не успевает заметно отклониться от вертикали. Поэтому все внешние силы, действующие на пулю и шарик при столкновении (силы тяжести и , а также сила натяжения нити ), направлены вертикально. Следовательно, в ИСО при попадании пули в шарик сохраняется горизонтальная составляющая импульса системы тел «шарик *M* + пуля *m*».  4. В процессе движения шара с пулей на нити к верхней точке своей траектории, на них действуют сила тяжести  и сила натяжения нити .  Изменение механической энергии в ИСО равно работе всех непотенциальных сил, приложенных к телу. В данной случае единственной такой силой является сила натяжения нити . В каждой точке траектории , где  – скорость шарика, поэтому работа силы  равна нулю, а механическая энергия каждого шарика на этом участке его движения сохраняется.  5. Условие минимальности  означает, что шар совершает полный оборот в вертикальной плоскости, но при этом натяжение нити в верхней точке (и только в ней!) обращается в нуль.  **Решение**  Закон сохранения импульса связывает скорость пули  перед ударом со скоростью  составного тела массой *m* + *M* сразу после удара:    а закон сохранения механической энергии – скорость составного тела сразу после удара с его скоростью  в верхней точке:    Второй закон Ньютона в проекции на радиальное направление *x* в верхней точке траектории принимает вид:    Выразив отсюда  и подставив этот результат в закон сохранения энергии, получим:    Подставив выражение для  в закон сохранения импульса, получим:  130 м/с.  Ответ:  м/с | | |
| **Критерии оценивания выполнения задания** | **Баллы** |
| ***Критерий 1*** | |
| Верно обоснована возможность использования законов (закономерностей). *В данном случае: выбор ИСО, модель материальной точки, условие применения закона сохранения механической энергии, условие прохождения верхней точки траектории* | 1 |
| В обосновании возможности использования законов (закономерностей) допущена ошибка.  ИЛИ  Обоснование отсутствует | 0 |
| ***Критерий 2*** | |
| 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 импульса, закон сохранения механической энергии,* *второй закон Ньютона для движения тела по окружности*);  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, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);  IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения физической 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* | 4 |