**Вариант 1**

**Инструкция по выполнению работы**

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3 часа   
55 минут (235 минут). Работа состоит из двух частей, включающих в себя 30 заданий.

**Бланк**

**КИМ**

В заданиях 1–3, 7–9, 12–14 и 18 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы,   
а затем перенесите по приведённому ниже образцу в бланк ответа № 1. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

|  |  |
| --- | --- |
| Ответ:      –2,5м/с2*.* |  |

**КИМ**

Ответом к заданиям 4–6, 10, 11, 15–17, 20, 21 и 23 является последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу без пробелов, запятых и других дополнительных символов в бланк ответов № 1.

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

**Бланк**

**Бланк**

**КИМ**

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

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

Ответ к заданиям 24–30 включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания. В бланке ответов № 2 укажите номер задания   
и запишите его полное решение.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой или капиллярной ручки.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. **Записи   
в черновике, а также в тексте контрольных измерительных материалов не учитываются при оценивании работы.**

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

После завершения работы проверьте, чтобы ответ на каждое задание   
в бланках ответов № 1 и № 2 был записан под правильным номером.

***Желаем успеха!***

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться Вам при выполнении работы.

**Десятичные приставки**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наимено­вание | Обозначе-  ние | Множитель | Наимено­вание | Обозначе-ние | Множитель |
| гига | Г | 109 | санти | с | 10–2 |
| мега | М | 106 | милли | м | 10–3 |
| кило | к | 103 | микро | мк | 10–6 |
| гекто | г | 102 | нано | н | 10–9 |
| деци | д | 10–1 | пико | п | 10–12 |

|  |  |
| --- | --- |
| ***Константы*** |  |
| число π | π = 3,14 |
| ускорение свободного падения на Земле | *g* = 10 м/с2 |
| гравитационная постоянная | *G* = 6,7·10–11 Нм2/кг2 |
| универсальная газовая постоянная | = 8,31 Дж/(мольК) |
| постоянная Больцмана | = 1,3810–23 Дж/К |
| постоянная Авогадро | А = 61023 моль–1 |
| скорость света в вакууме | *с* = 3108 м/с |
| коэффициент пропорциональности в законе Кулона | = = 9109 Нм2/Кл2 |
| модуль заряда электрона  (элементарный электрический заряд) | = 1,610–19 Кл |
| постоянная Планка | = 6,610–34 Джс |

|  |  |
| --- | --- |
| ***Соотношения между различными единицами*** | |
| температура | 0 К = –273 °С |
| атомная единица массы | 1 а.е.м. = 1,66⋅10–27 кг |
| 1 атомная единица массы эквивалентна | 931,5 МэВ |
| 1 электронвольт | 1 эВ = 1,6⋅10–19 Дж |

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

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

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

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

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

**Часть 1**

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

**1**

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

|  |
| --- |
| 1418_А1 |

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

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

**2**

|  |
| --- |
|  |

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

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

**3**

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

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

**4**

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

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

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

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

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

**5**

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

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

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

**6**

|  |
| --- |
|  |

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

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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ГРАФИКИ |  | ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ |
| |  |  | | --- | --- | | А) |  | | Б) |  | |  | |  |  | | --- | --- | | 1) | координата *x* мячика | | 2) | проекция импульса мячика на ось *x* | | 3) | проекция скорости мячика на ось *y* | | 4) | потенциальная энергия мячика | |

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

**7**

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

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

**8**

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

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

**9**

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

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

**10**

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



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

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

**11**

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

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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ |  | ФОРМУЛЫ |
| |  |  | | --- | --- | | А) | количество теплоты, отдаваемое двигателем за цикл холодильнику | | Б) | КПД двигателя | |  | |  |  | | --- | --- | | 1) |  | | 2) |  | | 3) |  | | 4) |  | |

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

**12**

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

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

**13**

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

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

**14**

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

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

**15**

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

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

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

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

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

**16**

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

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

|  |  |
| --- | --- |
| 1) | увеличится |
| 2) | уменьшится |
| 3) | не изменится |

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

|  |  |
| --- | --- |
| Электроёмкость  конденсатора | Напряжение между обкладками конденсатора |
|  |  |

**17**

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

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ |  | ФОРМУЛЫ |
| |  |  | | --- | --- | | А) | длина волны света в воде | | Б) | длина волны света в воздухе | |  | |  |  | | --- | --- | | 1) |  | | 2) |  | | 3) |  | | 4) |  | |

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

**18**

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

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

**19**

|  |
| --- |
|  |

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

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

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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ПРОЦЕССЫ |  | ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДЫ |
| |  |  | | --- | --- | | А) | излучение света с наименьшей энергией | | Б) | поглощение света с наибольшей длиной волны | |  | |  |  | | --- | --- | | 1) | 1 | | 2) | 2 | | 3) | 3 | | 4) | 4 | |

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

**20**

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

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

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

**21**

Даны следующие зависимости величин:

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

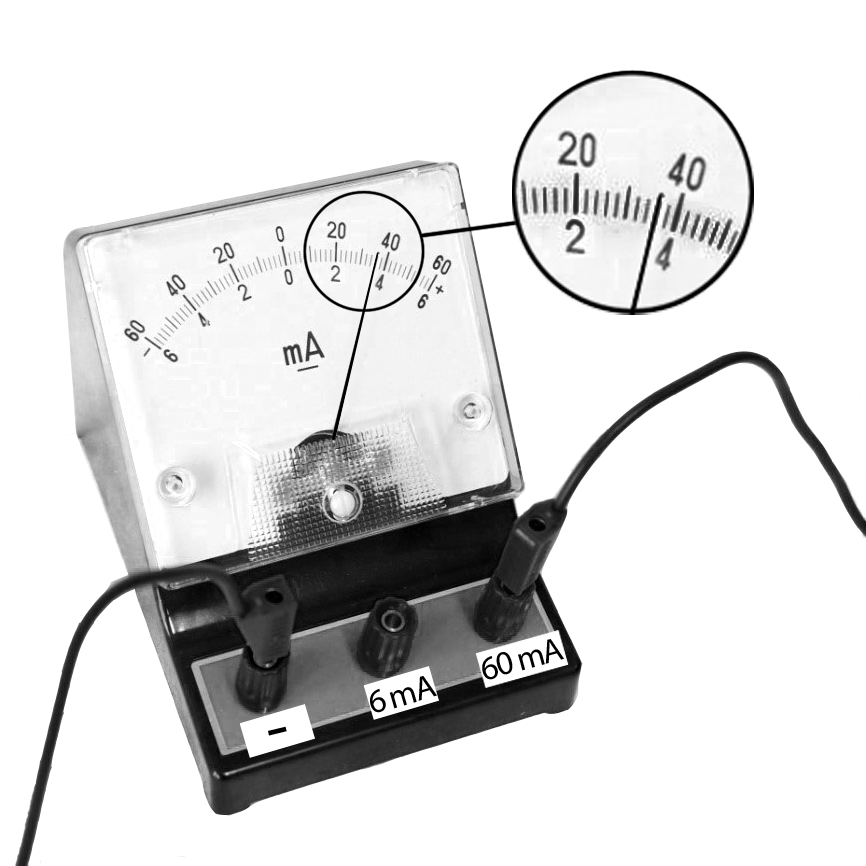
Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.

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

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

**22**

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



Ответ: (                  ±                  ) мА.

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

**23**

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

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

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

В ответ запишите номера выбранных сосудов.

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



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

**Часть 2**

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

**24**

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

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

***Полное правильное решение каждой из задач 25–30 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.***

**25**

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

**26**

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

**27**

|  |
| --- |
|  |

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

**28**

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

|  |
| --- |
|  |

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



**29**



**30**

|  |
| --- |
|  |

Однородный тонкий стержень массой  кг одним концом шарнирно прикреплён к потолку, а другим   
концом опирается на массивную горизонтальную доску, образуя   
с ней угол  Под действием горизонтальной силы  доска движется поступательно влево с постоянной скоростью (см. рисунок). Стержень при этом неподвижен. Найдите *F*, если коэффициент трения стержня по доске  Трением доски по опоре   
и трением в шарнире пренебречь. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на тела. Обоснуйте применимость используемых законов к решению задачи



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

**Ответы к заданиям**

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

**Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом**

**24**

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

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

|  |  |
| --- | --- |
| Возможное решение | |
| 1. При изменении света с жёлтого на зелёный его длина волны уменьшится, частота увеличится (νз > νж).  2. Работа выхода электронов из материала не зависит от частоты падающего света, поэтому в соответствии с уравнением Эйнштейна для фотоэффекта:  – увеличится максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов *Е*max. Так как , то увеличится и модуль запирающего напряжения *U*з.  3. Мощность поглощённого света связана с частотой волны ν соотношением , где *N*ф – число фотонов, падающих на катод за 1 с,  – энергия одного фотона (соотношение Планка). Так как мощность света не изменилась, а энергия фотонов *Е*ф увеличилась, то уменьшится число фотонов, падающих на катод за 1 с.  4. Сила тока насыщения *I*нас определяется числом выбитых светом за 1 с электронов  которое пропорционально числу падающих на катод за 1 с фотонов, поэтому сила тока насыщения уменьшится.  Ответ: точка отрыва графика от горизонтальной оси *U* сдвинется влево, горизонтальная асимптота графика *I*нас сдвинется вниз | |
| Критерии оценивания выполнения задания | Баллы |
| Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: *изменение вида графика зависимости I(U)*) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: *зависимость цвета от частоты световой волны, соотношение Планка, уравнение Эйнштейна для фотоэффекта, связь запирающего напряжения с максимальной кинетической энергией фотоэлектронов, связь силы тока насыщения с числом фотоэлектронов, связь мощности поглощённого света с числом падающих за единицу времени фотонов*) | 3 |
| Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков.  В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.)  И (ИЛИ)  Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт.  И (ИЛИ)  В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).  И (ИЛИ)  В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения | 2 |
| Представлено решение, соответствующее **одному** из следующих случаев.  Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения.  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**

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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Возможное решение | | |
| 1. Модуль ускорения поезда на всём пути является постоянной величиной  и равен  (1)  где  – скорость поезда в начале последнего километра пути, а  км – длина этого участка пути.  2. Модуль изменения скорости на этом участке пути равен  (2)  3. Решая уравнения (1) и (2), получим выражение для времени прохождения поездом последнего километра пути:  с.  Ответ: с | | |
| Критерии оценивания выполнения задания | Баллы | |
| Приведено полное решение, включающее следующие элементы:  I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: *кинематические формулы для ускорения поезда при его равноускоренном движении  и изменения скорости на последнем километре пути*);  II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (*за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов*);  III) представлены необходимые математические преобразования  и расчёты (подстановка числовых данных в конечную формулу), приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);  IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины | 2 | |
| Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности,ипроведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков.  Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.  И (ИЛИ)  В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.  И (ИЛИ)  В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги.  И (ИЛИ)  Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка | | 1 |
| Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла | | 0 |
| *Максимальный балл* | | *2* |

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

**26**

|  |  |
| --- | --- |
| Возможное решение | |
| E23Построим изображение предмета в линзе, используя свойства луча, проходящего через главный оптический центр линзы и луча, параллельного главной оптической оси.  В соответствии с формулой для собирающей линзы , где *d*– расстояние от предмета до линзы, *f* – расстояние от линзы до изображения.  Оптическая сила линзы  Проведя преобразования, для расстояния от линзы до предмета получим:  м | |
| Критерии оценивания выполнения задания | Баллы |
| Приведено полное решение, включающее следующие элементы:  I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: *формула линзы, формула оптической силы линзы*);  II) сделан правильный рисунок, на котором построено изображение предмета в линзе;  III) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (*за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов*);  IV) представлены необходимые математические преобразования и расчёты (подстановка числовых данных в конечную формулу), приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);  V) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины | 2 |
| Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности,ипроведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков.  Записи, соответствующие пунктам II и III, представлены не в полном объёме или отсутствуют.  И (ИЛИ)  В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.  И (ИЛИ)  В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги.  И (ИЛИ)  Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка | 1 |
| Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла | 0 |
| *Максимальный балл* | *2* |

**27**

|  |
| --- |
|  |

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

|  |  |
| --- | --- |
| Возможное решение | |
| При изобарном расширении на участке 1–2 газ получает от нагревателя количество теплоты  а на участке 3–4 отдаёт холодильнику в изохорном процессе количество теплоты  На других участках теплообмен отсутствует. В соответствии с первым началом термодинамики работа газа за цикл *А* равна разности количества теплоты, полученной от нагревателя и отданной холодильнику:  По определению КПД теплового двигателя , что позволяет найти теплоту, полученную от нагревателя: , если известно  Количество теплоты  отданное при изохорном охлаждении на участке 3–4, равно уменьшению внутренней энергии газа этом участке: . Внутренняя энергия идеального газа пропорциональна абсолютной температуре, и для 1 моль одноатомного газа   а модуль её изменения на участке 3–4  .  В итоге получим:  ,  Подставляя значения физических величин, получим:  Дж.  Ответ:  Дж | |
| Критерии оценивания выполнения задания | Баллы |
| Приведено полное решение, включающее следующие элементы:  I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: *КПД теплового двигателя, первый закон термодинамики и выражение для внутренней энергии одноатомного идеального газа*);  II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (*за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи*);  III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);  IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины | 3 |
| Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности,ипроведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки.  Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.  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 |

**28**

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

|  |
| --- |
|  |

|  |  |
| --- | --- |
| Возможное решение | |
| |  | | --- | |  |   При движении стержней с разными скоростями изменение потока вектора магнитной индукции, пронизывающего контур, за промежуток  времени ∆*t* определяется по формуле  что приводит к возникновению в контуре ЭДС индукции. Согласно закону Фарадея  Здесь мы пренебрегли самоиндукцией контура.  В соответствии с законом Ома для замкнутой цепи в контуре появился ток    На проводники с током в магнитном поле действуют силы Ампера *F*1 и *F*2,  как показано на рисунке. Кроме этих сил, на каждый стержень действует тормозящая сила трения,  Так как стержни движутся равномерно, сумма сил, приложенных к каждому стержню, равна нулю. На второй стержень действуют только сила Ампера *F*2 и сила трения, поэтому  Отсюда: относительная скорость  м/с.  Ответ:  м/с | |
| Критерии оценивания выполнения задания | Баллы |
| Приведено полное решение, включающее следующие элементы:  I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: *выражение для изменения магнитного потока, закон электромагнитной индукции, закон Ома для полной цепи, выражение для силы Ампера, условие равномерного движения стержней, формула для силы трения*);  II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (*за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов*);  III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);  IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины | 3 |
| Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности,ипроведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.  Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.  И (ИЛИ)  В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).  И (ИЛИ)  В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги.  И (ИЛИ)  Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка | 2 |
| Представлены записи, соответствующие **одному** из следующих случаев.  Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.  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* |

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



**29**



|  |  |
| --- | --- |
| Возможное решение | |
| Кинетическая энергия иона при входе в магнитное поле  (1)  где *m*,  и *q —* соответственно масса, скорость и заряд иона.  В магнитном поле на ион действует сила Лоренца, перпендикулярная скорости иона и вектору магнитной индукции *F*Л = *q**B*, придающая ему центростремительное ускорение .  Получаем:  (2)  Решая систему уравнений (1) и (2), находим:  Тл. | |
| Критерии оценивания выполнения задания | Баллы |
| Приведено полное решение, включающее следующие элементы:  I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: *второй закон Ньютона*, *формула для силы Лоренца, формула для центростремительного ускорения, равенство кинетической энергии иона работе электрического поля*);  II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (*за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых  в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов*);  III) проведены необходимые математические преобразования  и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);  IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины | 3 |
| Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности,ипроведены необходимые преобразования, но имеется один или несколько из следующих недостатков.  Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.  И (ИЛИ)  В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.  И (ИЛИ)  В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги.  И (ИЛИ)  Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том 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 и достаточно 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* |

**30**

|  |
| --- |
|  |

Однородный тонкий стержень массой  кг одним концом шарнирно прикреплён к потолку, а другим   
концом опирается на массивную горизонтальную доску, образуя   
с ней угол  Под действием горизонтальной силы  доска движется поступательно влево с постоянной скоростью (см. рисунок). Стержень при этом неподвижен. Найдите *F*, если коэффициент трения стержня по доске  Трением доски по опоре   
и трением в шарнире пренебречь. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на тела. Обоснуйте применимость используемых законов к решению задачи

|  |  |
| --- | --- |
| Возможное решение | |
| |  | | --- | |  | | Рис. *а* | |  | | Рис. *б* |   **Обоснование**  1. Выберем систему отсчёта, неподвижно связанную с Землёй, и будем считать эту систему отсчёта инерциальной (ИСО).  2. Стержень будем считать твёрдым телом с осью вращения, проходящей перпендикулярно плоскости рисунка через точку *A*.  3. Сумма сил, приложенных к стержню, равна нулю, так как он не движется поступательно.  4. Условие равновесия относительно вращательного движения – равенство нулю суммы моментов сил, приложенных к телу, относительно оси, проходящей через шарнир.  3. Доска движется с постоянной скоростью, следовательно сила, с которой действуют на доску равна по модулю силе трения между доской и стрежнем.  **Решение**  1. В инерциальной системе отсчёта *Оху*, связанной с Землёй, доска движется поступательно с постоянной скоростью. Поэтому сумма проекций на ось *Ох* всех сил, приложенных к доске, равна нулю (рис. *а*):    2. На рис. *б* показаны все силы, приложенные к стержню. Силы реакции шарнира и доски представлены горизонтальными и вертикальными составляющими:  и  соответственно. По третьему закону Ньютона , поэтому  (1)  3. По условию задачи стержень покоится, поэтому сумма моментов сил относительно оси шарнира *А* равна нулю. Обозначив длину стержня через *L*, запишем это условие:  (2)  4. Доска движется относительно стержня, поэтому сила трения является силой трения скольжения  (3)  5. Подставив (3) в (2), получим уравнение  ,  позволяющее найти нормальную составляющую силы реакции доски  Отсюда:  Н.  Ответ: *F* ≈ 0,9 Н | |
| **Критерии оценивания выполнения задания** | **Баллы** |
| ***Критерий 1*** | |
| Верно обоснована возможность использования законов (закономерностей). *В данном случае: выбор инерциальной системы отсчёта, модель твердого тела, особенности применимости условий равновесия* | 1 |
| В обосновании отсутствует один или несколько из элементов.  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, формула для силы трения*);  II) сделан правильный рисунок с указанием сил, действующих  на тела;  III) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (*за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов*);  IV) проведены необходимые математические преобразования  и расчёты (подстановка числовых данных в конечную формулу), приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);  V) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины | 3 |
| Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности,ипроведены необходимые преобразования, но имеется один или несколько из следующих недостатков.  Записи, соответствующие пунктам II и III, представлены  не в полном объёме или отсутствуют.  И (ИЛИ)  В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения  и не зачёркнуты.  И (ИЛИ)  В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги.  И (ИЛИ)  Отсутствует пункт V, или в нём допущена ошибка (в том числе  в записи единиц измерения величины) | 2 |
| Представлены записи, соответствующие **одному** из следующих случаев.  Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.  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* |