**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 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) | Свободным падением ­называется движение тела под действием только силы тяжести, когда все остальные силы отсутствуют или уравновешивают друг друга. |
| 2) | В процессе плавления постоянной массы вещества его внутренняя энергия увеличивается. |
| 3) | Общее сопротивление системы параллельно соединённых резисторов равно сумме сопротивлений всех резисторов. |
| 4) | Дисперсия света обусловлена зависимостью абсолютного показателя преломления вещества от длины волны света. |
| 5) | Массовое число ядра равно сумме масс протонов и электронов в ядре. |

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

**2**

Даны следующие зависимости величин:

|  |  |
| --- | --- |
| А) | зависимость центростремительного ускорения точки, находящейся на расстоянии *R*  от центра вращения, от угловой скорости; |
| Б) | зависимость внутренней энергии одного моля идеального газа от его температуры; |
| В) | зависимость числа нераспавшихся ядер радиоактивного элемента от времени. |

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.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 13-02-01 | G:\ЕГЭ-2022\Новые задания\2-01.png | 5 | 6 | 1 |
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) |

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

Координата тела *x* меняется с течением *t* времени согласно закону  где все величины выражены в СИ. Определите проекцию  ускорения этого тела.

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

**3**

**4**

В инерциальной системе отсчёта сила, модуль которой равен 80 Н, сообщает некоторому телу ускорение 10 м/с2. Каков модуль силы, которая сообщит этому телу ускорение 6 м/с2 в этой системе отсчёта?

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

**5**

Каменный блок лежит на горизонтальной кладке стены, оказывая на кладку давление 2500 Па. Площадь грани, на которой лежит блок, равна 740 см2. Какова масса блока?

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

**6**

|  |
| --- |
| E18 |

На рисунке показан график зависимости координаты *х* тела, движущегося вдоль оси *Ох*, от времени *t*. Из приведённого ниже списка выберите все верныеутверждения.

|  |  |
| --- | --- |
| 1) | На участке *CD* модуль скорости тела увеличивается. |
| 2) | В точке *A* проекция скорости тела на ось *Ox* равна нулю. |
| 3) | В точке *B* проекция ускорения тела на ось *Ox* отрицательна. |
| 4) | В точке *D* ускорение тела и его скорость направлены в противоположные стороны. |
| 5) | Проекция перемещения тела на ось *Ox* при переходе из точки *A* в точку *B* отрицательна. |

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

**7**

Груз, подвешенный к пружине жёсткостью *k*, совершает свободные вертикальные колебания с периодом *T* и амплитудой *x*0. Что произойдёт
с периодом колебаний и максимальной скоростью груза, если при неизменной амплитуде колебаний использовать пружину меньшей жёсткости?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

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

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

|  |  |
| --- | --- |
| Период колебанийгруза | Максимальнаяскорость груза |
|  |  |

**8**

|  |
| --- |
| E15 |

После удара шайба массой *m* начала скользить
с начальной скоростью  вверх по плоскости, установленной под углом α к горизонту
(см. рисунок). Переместившись вдоль оси *Ox* на расстояние *s*, шайба соскользнула в исходное положение. Коэффициент трения шайбы о плоскость равен μ. Формулы А и Б позволяют рассчитать значения физических величин, характеризующих движение шайбы.

Установите соответствие между формулами и физическими величинами, значение которых можно рассчитать по этим формулам.

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

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

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

 |  |

|  |  |
| --- | --- |
| 1) | модуль проекции силы трения |
| 2) | модуль силы нормальной реакции опоры |
| 3) | модуль ускорения шайбы при её движении вверх |
| 4) | модуль ускорения шайбы при её движении вниз |

 |

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

**9**

В сосуде содержится аргон, абсолютная температура которого равна 250 К. Концентрацию аргона уменьшили в 1,5 раза, при этом его давление увеличилось в 2 раза. Определите установившуюся абсолютную температуру газа.

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

**10**

Относительная влажность воздуха при температуре 12 °С равна 40 %. Атмосферное давление равно 100 кПа. Чему равно парциальное давление водяного пара, если давление насыщенных водяных паров при этой температуре равно 1400 Па?

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

**11**

|  |
| --- |
| 138770 |

На *рТ*-диаграмме показан процесс изменения состояния 2 моль одноатомного идеального газа. Газ в этом процессе получил количество теплоты, равное 8 кДж. Определите работу, совершённую газом.

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

**12**

|  |
| --- |
| E18 |

В цилиндрическом сосуде, закрытом подвижным поршнем, находится водяной пар и капля воды.
С паром в сосуде при постоянной температуре провели процесс *a*→*b*→*c*, *pV*-диаграмма которого представлена на рисунке. Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения относительно проведённого процесса.

|  |  |
| --- | --- |
| 1) | В точке *a* водяной пар является насыщенным. |
| 2) | На участке *b*→*c* внутренняя энергия пара уменьшается. |
| 3) | На участке *a*→*b* внутренняя энергия капли уменьшается. |
| 4) | На участке *b*→*c* масса пара уменьшается. |
| 5) | На участке *a*→*b* вещество в сосуде отдаёт положительное количество теплоты. |

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

|  |
| --- |
|  |

**13**

Один моль одноатомного идеального газа участвует в процессе 1–2, график которого изображен на рисунке в координатах *V–T* (*V –* объём и *T –* абсолютная температура газа). Как изменяются в ходе этого процесса внутренняя энергия газа и его давление?

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.

|  |  |
| --- | --- |
| Внутренняя энергия газа | Давление газа |
|  |  |

**14**

Два одинаковых маленьких металлических заряженных шарика с зарядами +4*q* и –2*q* находятся на большом расстоянии *r* друг от друга. Их соединяют тонкой проволокой, а затем проволоку убирают. Во сколько раз уменьшается по модулю сила электростатического взаимодействия шариков?

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

**15**

Энергия магнитного поля катушки с током равна 0,64 Дж. Индуктивность катушки равна 20 мГн. Какова сила тока в катушке?

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

**16**

Угол падения света на горизонтальное плоское зеркало равен 35°. Каким будет угол между падающим и отраженным лучами, если повернуть зеркало на 5° так, как показано на рисунке?

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

**17**

Алюминиевый проводник АБ подвешен на тонких медных проволочках и подключён к источнику постоянного напряжения – так, как показано на рисунке. Справа от проводника находится северный полюс постоянного магнита. Ползунок реостата плавно перемещают ***вправо***.

|  |
| --- |
| E18 |

Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения.

|  |  |
| --- | --- |
| 1) | Сопротивление реостата увеличивается. |
| 2) | Линии индукции магнитного поля, созданного магнитом, вблизи проводника АБ направлены влево. |
| 3) | Сила Ампера, действующая на проводник АБ, увеличивается. |
| 4) | Силы натяжения проволочек, на которых подвешен проводник АБ, увеличиваются. |
| 5) | Сила тока, протекающего по проводнику АБ, увеличивается. |

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

**18**

К концам отрезка провода из нихрома приложено напряжение *U*. Этот отрезок заменили отрезком провода из нихрома той же длины, но втрое большего поперечного сечения и приложили к проводу прежнее напряжение *U*. Как вследствие этого изменились сопротивление провода и сила тока в нём?

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.

|  |  |
| --- | --- |
| Сопротивление провода | Сила тока в проводе |
|  |  |

&%

**19**

В первой экспериментальной установке отрицательно заряженная частица влетает в однородное электрическое поле так, что вектор  перпендикулярен напряжённости электрического поля  (рис. 1). Во второй экспериментальной установке вектор  той же частицы параллелен индукции магнитного поля  (рис. 2).

|  |  |
| --- | --- |
|  1441_В4_1 | 1441_В4_2 |
| Рис. 1 | Рис. 2 |

Установите соответствие между экспериментальной установкой и траекторией движения частицы в ней.

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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ДВИЖЕНИЕ ЧАСТИЦЫ |  | ТРАЕКТОРИЯ |
|

|  |  |
| --- | --- |
| А) | в первой установке |
| Б) | во второй установке |

 |  |

|  |  |
| --- | --- |
| 1) | прямая линия |
| 2) | окружность |
| 3) | спираль |
| 4) | парабола |

 |

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

**20**

|  |
| --- |
| E12 |

Дан график зависимости числа нераспавшихся ядер йода  от времени. Каков период полураспада этого изотопа?

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

**21**

Ядро испытывает α-распад. Как меняются при этом число нейтронов в ядре
и заряд ядра?

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.

|  |  |
| --- | --- |
| Число нейтронов в ядре | Заряд ядра |
|  |  |

%

**22**

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

|  |
| --- |
|  |

Ответ: (                  ±                  ) А.

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

|  |
| --- |
|  |

**23**

Ученик изучает законы постоянного тока. В его распоряжении имеется пять аналогичных электрических цепей (см. рисунок) с различными источниками
и внешними сопротивлениями, характеристики которых указаны в таблице. Какие **две** цепи необходимо взять ученику для того, чтобы на опыте исследовать зависимость силы тока, протекающего в цепи, от внутреннего сопротивления источника?

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № цепи | ЭДС источника  В | Внутреннее сопротивление источника *r*, Ом | Внешнее сопротивление *R*, Ом |
| 1 | 9 | 1 | 15 |
| 2 | 6 | 2 | 10 |
| 3 | 12 | 2 | 5 |
| 4 | 6 | 1 | 10 |
| 5 | 9 | 1 | 10 |

Запишите в ответе номера выбранных цепей.

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

|  |
| --- |
| 132916 |

Резистор *R* и катушка индуктивности *L* с железным сердечником подключены к источнику тока, как показано на схеме. Первоначально ключ К замкнут, показания амперметров *A*1 и *A*2 равны, соответственно, *I*1 = 1 А и *I*2 = 0,1 А. Что произойдёт с величиной и направлением тока через резистор после размыкания ключа К? Ответ поясните, указав, какие явления и законы Вы использовали для объяснения.

***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**

|  |
| --- |
|  |

Груз массой *m* = 2,0 кг и объёмом *V* = 10–3 м3, подвешенный на тонкой нити, целиком погружён в жидкость и не касается дна сосуда (см. рисунок). Плотность жидкости ρ = 700 кг/м3. Найдите модуль силы натяжения нити.

**26**

Какова максимальная скорость фотоэлектронов, вырываемых с поверхности калиевого фотокатода при облучении его светом частотой 8·1014 Гц, если «красная граница» фотоэффекта для калия равна 0,62 мкм?

**27**

Два сосуда разного объема, соединенные трубкой с краном, содержат влажный воздух при комнатной температуре. Относительная влажность воздуха в сосудах равна соответственно 30% и 40%. Если кран открыть, то после установления теплового равновесия относительная влажность воздуха в сосудах окажется равной 36%. Определите отношение объема второго сосуда к объему первого. Температуру считать постоянной.

**28**

|  |
| --- |
| REP18 |

Батарея из четырёх конденсаторов электроёмкостью *С*1 = 2*С*, *С*2 = *С*, *С*3 = 4*С* и *С*4 = 2*С* подключена к источнику постоянного напряжения с ЭДС  и внутренним сопротивлением *r* (см. рисунок). На сколько и как изменится общая энергия, запасённая
в батарее, если в конденсаторе *С*3 возникнет пробой?

**29**

В плоскости, параллельной плоскости тонкой собирающей линзы, по окружности со скоростью  м/с движется точечный источник света. Расстояние между плоскостями  см. Центр окружности находится на главной оптической оси линзы. Фокусное расстояние линзы  см. Найдите скорость движения изображения точечного источника света. Сделайте пояснительный чертёж, указав ход лучей в линзе.

**30**

|  |
| --- |
| E11 |

Грузы массами *M* = 1 кг и *m* связаны лёгкой нерастяжимой нитью, переброшенной через блок, по которому нить может скользить без трения (см. рисунок). Груз массой *M* находится на шероховатой наклонной плоскости (угол наклона плоскости к горизонту α = 30°, коэффициент трения μ = 0,3). При каком значении массы *m* груз массой *М* движется вверх по наклонной плоскости с ускорением
*а* = 2 м/с2? Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на тела.

Обоснуйте применимость законов, используемых для решения 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 | 124 | 12 | 13 |
| 2 | 524 | 13 | 23 |
| 3 | –10 | 14 | 8 |
| 4 | 48 | 15 | 8 |
| 5 | 18,5 | 16 | 60 |
| 6 | 12 | 17 | 124 |
| 7 | 12 | 18 | 21 |
| 8 | 31 | 19 | 41 |
| 9 | 750 | 20 | 192 |
| 10 | 560 | 21 | 22 |
| 11 | 8 | 22 | 0,800,05 |
|  |  | 23 | 24 |

**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**

|  |
| --- |
| 132916 |

Резистор *R* и катушка индуктивности *L* с железным сердечником подключены к источнику тока, как показано на схеме. Первоначально ключ К замкнут, показания амперметров *A*1 и *A*2 равны, соответственно, *I*1 = 1 А и *I*2 = 0,1 А. Что произойдёт с величиной и направлением тока через резистор после размыкания ключа К? Ответ поясните, указав, какие явления и законы Вы использовали для объяснения.

|  |
| --- |
| Возможное решение |
| 1. Благодаря явлению самоиндукции ток в катушке меняется медленно. После размыкания ключа К ток через катушку *L* является током в образовавшейся замкнутой цепи и медленно уменьшается со значения *I*2 до нуля.2. После размыкания ключа К резистор и катушка соединены последовательно, поэтому ток через резистор станет таким же, как ток в катушке, т.е. изменит направление на противоположное и быстро достигнет значения около 0,1 А. Затем ток уменьшается до 0.3. Ответ: Ток через резистор после размыкания ключа К меняет направление на противоположное и быстро достигает значения около 0,1 А. Затем ток уменьшается до 0 |
| Критерии оценивания выполнения задания | Баллы |
| Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: *п. 3*) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: *явление самоиндукции, одинаковость тока в последовательно соединённых элементах цепи*) | 3 |
| Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков.В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.)И (ИЛИ)Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт.И (ИЛИ)В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).И (ИЛИ)В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения | 2 |
| Представлено решение, соответствующее **одному** из следующих случаев.Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения.ИЛИУказаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца.ИЛИУказаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к ответу, содержат ошибки. ИЛИУказаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи | 1 |
| Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла | 0 |
| *Максимальный балл* | *3* |

**25**

|  |
| --- |
|  |

Груз массой *m* = 2,0 кг и объёмом *V* = 10–3 м3, подвешенный на тонкой нити, целиком погружён в жидкость и не касается дна сосуда (см. рисунок). Плотность жидкости ρ = 700 кг/м3. Найдите модуль силы натяжения нити.

|  |
| --- |
| Возможное решение |
| Запишем второй закон Ньютона для груза в проекциях на вертикальную ось: , где *Т* и  – соответственно сила натяжения нити и сила Архимеда, действующие на груз.В итоге получим:  Н.Ответ:  Н |
| 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 Архимеда*);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**

Какова максимальная скорость фотоэлектронов, вырываемых с поверхности калиевого фотокатода при облучении его светом частотой 8·1014 Гц, если «красная граница» фотоэффекта для калия равна 0,62 мкм?

|  |
| --- |
| **Возможное решение** |
| Согласно уравнению Эйнштейна для фотоэффекта:.В свою очередь, работа выхода электронов с поверхности металла связана с красной границей фотоэффекта: . Таким образом, . Отсюда$$V=\sqrt{\frac{2h}{m}\left(ν-\frac{c}{λ\_{кр}}\right)}=\sqrt{\frac{2∙6,6∙10^{-34}}{9,1∙10^{-31}}\left(8∙10^{14}-\frac{3∙10^{8}}{0,62∙10^{-6}}\right)}≈677 км/с.$$Ответ: *V* ≈ 677 км/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: *уравнение Эйнштейна для фотоэффекта, формула для «красной границы» фотоэффекта*);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, 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 (в том числе в записи единиц измерения величины) | 1 |
| Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла | 0 |
| *Максимальный балл* | *2* |

**27**

Два сосуда разного объема, соединенные трубкой с краном, содержат влажный воздух при комнатной температуре. Относительная влажность воздуха в сосудах равна соответственно 30% и 40%. Если кран открыть, то после установления теплового равновесия относительная влажность воздуха в сосудах окажется равной 36%. Определите отношение объема второго сосуда к объему первого. Температуру считать постоянной.

|  |
| --- |
| **Возможное решение** |
| Уравнение Клапейрона–Менделеева для водяных паров в сосудах до и после открывания крана: (1) (2) (3)Относительная влажность в сосудах до и после открывания крана: (4) (5)Здесь *p*н — давление насыщенных паров при комнатной температуре.Объединяя (1) – (5), получим:$$\frac{V\_{2}}{V\_{1}}=\frac{φ-φ\_{1}}{φ\_{2}-φ}=\frac{36-30}{40-36}=1,5$$**52.** Ответ:1,5. |
| **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 относительной влажности воздуха, уравнение Менделеева – Клапейрона*);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, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);IV) представлен правильный ответ  | 3 |
| Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности,ипроведены необходимые преобразования, но 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 | 2 |
| Представлены записи, соответствующие **одному** из следующих случаев.Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.ИЛИВ решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.ИЛИВ ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи | 1 |
| Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла | 0 |
| *Максимальный балл* | *3* |

**28**

|  |
| --- |
| REP18 |

Батарея из четырёх конденсаторов электроёмкостью *С*1 = 2*С*, *С*2 = *С*, *С*3 = 4*С* и *С*4 = 2*С* подключена к источнику постоянного напряжения с ЭДС  и внутренним сопротивлением *r* (см. рисунок). На сколько и как изменится общая энергия, запасённая
в батарее, если в конденсаторе *С*3 возникнет пробой?

|  |
| --- |
| Возможное решение |
| В батарее конденсаторы *С*1 и *С*3, *С*2 и *С*4 соединены в пары параллельно, а получившиеся пары – последовательно. Значит, общая электроёмкость системы равна.Энергия батареи конденсаторов в начальном состоянии равна .Если в конденсаторе *С*3 возникнет пробой, это эквивалентно короткому замыканию пары *С*1 и *С*3. В этом случае общая электроёмкость батареи равна , а энергия, запасённая в батарее, .Таким образом, при пробое конденсатора *С*1 энергия батареи увеличится на .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: *формулы расчёта электроёмкости последовательно и параллельно соединённых конденсаторов, выражение для энергии заряженного конденсатора*);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 и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.ИЛИВ решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.ИЛИВ ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи | 1 |
| Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла | 0 |
| *Максимальный балл* | *3* |

\

**29**

В плоскости, параллельной плоскости тонкой собирающей линзы, по окружности со скоростью  м/с движется точечный источник света. Расстояние между плоскостями  см. Центр окружности находится на главной оптической оси линзы. Фокусное расстояние линзы  см. Найдите скорость движения изображения точечного источника света. Сделайте пояснительный чертёж, указав ход лучей в линзе.

|  |
| --- |
| Возможное решение |
|

|  |
| --- |
| E18 |

1. Построим изображение источника света в линзе. Изображением светящейся точки *А* в некоторый момент времени будет точка *А*1. Введём обозначения: радиус, по которому движется источник света,  радиус, по которому движется изображение источника света,  расстояние  расстояние  фокусное расстояние линзы 2. Из формулы тонкой линзы при  получим: 3. Из подобия треугольников *AOB* и *A*1*OB*1 следует, что: 4. Угловая скорость источника света равна угловой скорости его изображения:  т.к. в любой момент времени источник света и его изображение лежат в одной плоскости с главной оптической осью линзы.5. Тогда скорость движения изображения точечного источника света: 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: *формула тонкой линзы, равенство угловых скоростей источника и изображения*);II) сделан правильный рисунок с указанием хода лучей;III) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (*за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов*); IV) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);V) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины | 3 |
| Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности,ипроведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.Записи, соответствующие пунктам II и III, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ)В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.И (ИЛИ)В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги.И (ИЛИ)Отсутствует пункт V, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины) | 2 |
| Представлены записи, соответствующие **одному** из следующих случаев.Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.ИЛИВ решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.ИЛИВ ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.ИЛИПредставлен только правильный рисунок с указанием хода лучей | 1 |
| Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла | 0 |
| *Максимальный балл* | *3* |

**30**

|  |
| --- |
| E11 |

Грузы массами *M* = 1 кг и *m* связаны лёгкой нерастяжимой нитью, переброшенной через блок, по которому нить может скользить без трения (см. рисунок). Груз массой *M* находится на шероховатой наклонной плоскости (угол наклона плоскости к горизонту α = 30°, коэффициент трения μ = 0,3). При каком значении массы *m* груз массой *М* движется вверх по наклонной плоскости с ускорением
*а* = 2 м/с2? Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на тела.

Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.

|  |
| --- |
| **Возможное решение** |
| **Обоснование**Будем считать систему отсчёта, связанную с наклонной плоскостью, инерциальной. Движение грузов *M* и *m* поступательно, поэтому эти тела можно описывать моделью материальной точки. В ИСО движение материальной точки описывается вторым законом Ньютона. На рисунке показаны внешние силы, действующие на грузы.*M**m*α*x*1 *y*1*y*2*O*1*O*2Так как нить лёгкая (невесомая) и скользит по блоку без трения, то можно считать*T*1 = *T*2 = *T* . (1)Так как нить нерастяжима, то модули ускорений тел одинаковы*a*1 = *a*2 = *a* . (2)**Решение**Запишем второй закон Ньютона для каждого из покоящихся тел в проекциях на оси введенной системы координат: Учтем, что  (выражения для силы трения скольжения).Тогда , .Таким образом, кг.Ответ:  кг |
| **Критерии оценивания выполнения задания** | **Баллы** |
| ***Критерий 1*** |  |
| Верно обоснована возможность использования законов (закономерностей). *В данном случае: выбор ИСО, модель материальной точки, условия равенства сил натяжения нити и ускорений тел, рисунок с указанием сил, действующих на тела.* | 1  |
| В обосновании возможности использования законов (закономерностей) допущена ошибка.ИЛИОбоснование 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: *второй закон Ньютона для каждого груза, выражение для силы трения скольжения*);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 (подстановка числовых данных в конечную формулу), приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины | 3 |
| Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности,ипроведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.Записи, соответствующие пунктe 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 V, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины) | 2 |
| Представлены записи, соответствующие **одному** из следующих случаев.Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.ИЛИВ решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.ИЛИВ ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. | 1 |
| Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла | 0 |
| *Максимальный балл* | *4* |