**Проверка части С**

ВАРИАНТ 601

**Задание С1**

В эксперименте установлено, что при температуре воздуха в комнате  на стенке стакана с холодной водой начинается конденсация паров воды из воздуха, если снизить температуру стакана до . По результатам этих экспериментов определите относительную влажность воздуха. Для решения задачи воспользуйтесь таблицей. Изменится ли относительная влажность при повышении температуры воздуха в комнате, если конденсация паров воды из воздуха будет начинается при той же температуре стакана ? Давление и плотность насыщенного водяного пара при различной температуре показано в таблице:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| http://reshuege.ru:89/formula/4f/4fd63c31d158476b982096d4e8113a00.png | 7 | 9 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 19 | 21 | 23 | 25 | 27 | 29 | 40 | 60 |
| http://reshuege.ru:89/formula/4c/4c83e1bca6d71fdc7946df9ec3fc0631.png | 10 | 11 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 22 | 25 | 28 | 32 | 36 | 40 | 74 | 200 |
| http://reshuege.ru:89/formula/e5/e50c0f21ce4095bc99bc63c6ad4bfe7d.png | 7,7 | 8,8 | 10,0 | 10,7 | 11,4 | 12,11 | 12,8 | 13,6 | 16,3 | 18,4 | 20,6 | 23,0 | 25,8 | 28,7 | 51,2 | 130,5 |

**Решение.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ этапа** | **Содержание этапа решения** | **Оценка в баллах** |
| 1 | Водяной пар в воздухе становится насыщенным при температуре http://reshuege.ru:89/formula/79/79c4c41439b13a151e7cba9c7fd2753b.png. Следовательно, давление *р* водяного пара в воздухе равно давлению насыщенного пара при температуре http://reshuege.ru:89/formula/79/79c4c41439b13a151e7cba9c7fd2753b.png, из таблицы 18 гПа. Давление http://reshuege.ru:89/formula/dd/dd0516e1624ece79eb396cd4f33f95a4.pngнасыщенного водяного пара при температуре http://reshuege.ru:89/formula/01/018930a639161846dfb5499a8b3c95d8.png равно 36 гПа. | 1 |
| 2 | Относительной влажностью воздуха http://reshuege.ru:89/formula/35/3538eb9c84efdcbd130c4c953781cfdb.png называется отношение: http://reshuege.ru:89/formula/19/194924bfc01c7983a2b8ed6bdc7e1db8.png.  | 1 |
| 3 | Относительная влажность при повышении температуры воздуха в комнате уменьшится, так как давление *p*водяного пара в воздухе остается неизменным, а давление http://reshuege.ru:89/formula/dd/dd0516e1624ece79eb396cd4f33f95a4.png насыщенного водяного пара при повышении температуры воздуха увеличивается. | 1 |
|  | *Максимальный балл* | 3 |

**Задание С2**: Небольшая шайба после удара скользит вверх по наклонной плоскости из точки *А* (см. рисунок).



В точке *В* наклонная плоскость без излома переходит в наружную поверхность горизонтальной трубы радиусом *R*. Если в точке *А* скорость шайбы превосходит , то в точке *В* шайба отрывается от опоры. Длина наклонной плоскости , угол . Коэффициент трения между наклонной плоскостью и шайбой . Найдите внешний радиус трубы *R*.

**Решение.**

Баланс механической энергии с учетом работы силы трения выглядит так (начальная кинетическая энергия идет на сообщение телу потенциальной энергии, на тепло, выделяющееся за счет работы силы трения и на новую кинетическую энергию (скорость уменьшилась, но все еще движется)):

 (1).

В точке *В* условием отрыва будет равенство центростремительного ускорения величине нормальной составляющей ускорения свободного падения:

 (2).

Из (1) и (2) находим внешний радиус трубы *R*:

|  |  |
| --- | --- |
| **Критерии оценки выполнения задания** | **Баллы** |
| Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: - правильно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае —*баланс механической энергии с учетом работы сил трения, формула для центростремительного ускорения при движении по окружности*); - проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. | 3 |
| - Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов.ИЛИ- Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу.ИЛИ- В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу. | 2 |
| - В решении содержится ошибка в необходимых математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты.ИЛИ- Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка.ИЛИ- Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи. | 1 |
| Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т.п.). | 0 |

С3

|  |  |
| --- | --- |
| **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 Клапейрона-Менделеева, связь массы, объёма и плотности газа, а также формулы для КПД и для выражения энергии через мощность и время)*; II) описаны все вводимые в решении буквенные обозначения физических величин *(за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи)*; III) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) 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 |
|  | 2 |
|  | 1 |
|  | 0 |
| *Максимальный балл* | 3 |

В 2012 году зима в Подмосковье была очень холодной, и приходилось использовать системы отопления дачных домов на полную мощность. В одном из них установлено газовое отопительное оборудование с тепловой мощностью 17,5 кВт и КПД 85%, работающее на природном газе — метане . Сколько пришлось заплатить за газ хозяевам дома после месяца (30 дней) отопления в максимальном режиме? Цена газа составляла на этот период 3 рубля 30 копеек за 1 кубометр газа, удельная теплота сгорания метана 50,4 МДж/кг. Можно считать, что объём потреблённого газа измеряется счётчиком при нормальных условиях. Ответ округлите до целого числа рублей в меньшую сторону.

**Решение.**

Метан имеет молярную массу . Согласно уравнению Клапейрона-Менделеева, плотность метана  при нормальных условиях (температура , давление ) равна

.

Теплота сгорания метана в пересчёте на кубометр газа равна . КПД газового отопительного оборудования , а тепловая мощность установки , поэтому мощность, выделяющаяся при сгорании газа, равна .
Таким образом, за месяц (30 суток по 86 400 секунд) потребление энергии составит

.

Объем потребленного за месяц газа будет равен , а его цена равна .

Ответ: хозяевам пришлось заплатить за месяц отопления дома газом 4963 рубля.

**С4**

Через однородный медный цилиндрический проводник длиной 40 м пропускают постоянный электрический ток. Определите разность потенциалов, если за 15 с проводник нагрелся на 16 К. Изменением сопротивления проводника и рассеянием тепла при его нагревании пренебречь. (Плотность меди , удельное сопротивление , удельная теплоёмкость .)

**Решение.**

Количество теплоты согласно закону Джоуля–Ленца:  (1).
Это количество теплоты затратится на нагревание проводника:  (2), где масса проводника  (3) (*S* — площадь поперечного сечения проводника).
Сопротивление проводника:  (4).
Из (1)—(4), получаем: .
Ответ: .

**С5**

На экране наблюдается спектр с помощью дифракционной решетки, имеющей 500 штрихов на миллиметр. Расстояние от решетки до экрана . Спектральная линия в спектре первого порядка отклоняется на расстоянии  от центра экрана. Определите длину волны наблюдаемой спектральной линии.

**Решение.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ этапа** | **Содержание этапа решения** | **Чертёж, график, формула** | **Оценка этапа в баллах** |
| 1 | Условие первого максимума дифракционной решетки: | http://reshuege.ru:89/formula/fa/fa63e37ce0df0df9f86b8bc819acd5bd.png. | 1 |
| 2 | Значение синуса угла http://reshuege.ru:89/formula/87/87567e37a1fe699fe1c5d3a79325da6f.png по условию задачи равно: Постоянная решетки равна:  | http://reshuege.ru:89/formula/a4/a4434fdcab3d40c25306d6500a031844.png. http://reshuege.ru:89/formula/33/33b205c15146aea6f227f7a42e86c69f.png. | 1 |
| 3 | Длина волны равна: Получение правильного числового значения длины волны:  | http://reshuege.ru:89/formula/86/862b29289dcb0a3812b0647eaed83bcc.png. http://reshuege.ru:89/formula/f4/f4106c9e16cb7364939df14db48c321a.png. | 1 |
|  | *Максимальный балл* | 3 |

Переписал условие задачи так, чтобы она была более "понятной".

С6

|  |  |
| --- | --- |
| **Критерии оценки выполнения задания** | **Баллы** |
| Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении — *уравнение Эйнштейна для фотоэффекта, формулы для изменения кинетической энергии частицы и для работы электрического поля*); 2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ (включая единицы измерения). При этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями). | 3 |
| Представленное решение содержит п.1 полного решения, но и имеет один из следующих недостатков: - в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка;ИЛИ- необходимые математические преобразования и вычисления логически верны, не содержат ошибок, но не закончены;ИЛИ- не представлены преобразования, приводящие к ответу, но записан правильный числовой ответ или ответ в общем виде;ИЛИ- решение содержит ошибку в необходимых математических преобразованиях и не доведено до числового ответа. | 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 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 |

Фотон с длиной волны, соответствующей красной границе фотоэффекта, выбивает электрон из металлической пластинки (катода), помещенной в сосуд, из которого откачан воздух. Электрон разгоняется однородным электрическим полем напряженностью . Какой путь пролетел в этом электрическом поле электрон, если он приобрел скорость ? Релятивистские эффекты не учитывать.

**Решение.**

Уравнение Эйнштейна в данном случае будет иметь вид: , из чего следует, что начальная скорость вылетевшего электрона . Формула, связывающая изменение кинетической энергии частицы с работой силы со стороны электрического поля: .
Работа силы связана с напряженностью поля и пройденным путем: . Отсюда .
Ответ: .

**ВАРИАНТ 602**

**Задание С1**

Каким образом установка батарей отопления под окном помогает выравниванию температур в комнате в зимнее время? Ответ поясните, используя физические закономерности.

**Решение.**

1. Перемешивание воздуха и выравнивание его температуры в комнате при работающих батареях происходит за счет конвекции.
2. В соответствии с уравнением Клапейрона — Менделеева,  или , плотность  воздуха при одном и том же значении *p* выше у холодного воздуха и ниже у теплого воздуха. Поэтому воздух, нагретый батареей, в соответствии с законом Архимеда поднимается вверх, к окну, а воздух, остывший от соприкосновения с холодным стеклом окна, опускается к батарее для нагрева. Это перемешивание выравнивает температуру в комнате.

|  |  |
| --- | --- |
| **Критерии оценки выполнения задания** | **Баллы** |
| Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: - верно указаны физические явления и законы (в данном случае —*конвекция, зависимость плотности газа от температуры при постоянном давлении, закон Архимеда*) и дан верный ответ; - приведены рассуждения, приводящие к правильному ответу. | 3 |
| Представлено правильное решение и получен верный ответ, но - указаны не все физические явления или законы, необходимые для полного правильного ответа;ИЛИ- не представлены рассуждения, приводящие к ответу. | 2 |
| - Правильно указаны физические явления или законы, но в рассуждениях содержится ошибка, которая привела к неверному ответу. ИЛИ- Содержится только правильное указание на физические явления или законы. ИЛИ- Представлен только правильный ответ.  | 1 |
| Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.  | 0 |

**Задание С2**

В аттракционе человек движется на тележке по рельсам и совершает «мертвую петлю» в вертикальной плоскости. С какой скоростью должна двигаться тележка в верхней точке круговой траектории радиусом 4,9 м, чтобы в этой точке сила давления человека на сидение тележки была равна О Н? Ускорение свободного падения принять равным .

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ этапа** | **Содержание этапа решения** | **Чертёж, график, формула** | **Оценка этапа в баллах** |
| 1 | При движении по окружности согласно второму закону Ньютона равнодействующая силы тяжести и силы упругости создает центростремительное ускорение. Сила *P* давления на сидение по третьему закону Ньютона равна по модулю силе *N* упругости, действующей на человека.  | http://reshuege.ru:89/formula/a8/a8a42df99f117c431f71d4a11adba88f.pnghttp://reshuege.ru:89/formula/2f/2fe8dd40bc6e73685041ec30b32dd193.png http://reshuege.ru:89/formula/87/873d0657d72aecfaba86a386e85a825a.png | 1 |
| 2 | Из кинематических условий центростремительное ускорение равно:  | http://reshuege.ru:89/formula/91/913d0f6269da032fec24a684e6fd014d.png | 1 |
| 3 | Из уравнений пунктов 1 и 2 следует:  | http://reshuege.ru:89/formula/fb/fb216669e22e3f4dafcc58bebd9d7adf.png http://reshuege.ru:89/formula/d8/d8682d03b2218e1d6d3d23dd63b3c0ef.png | 1 |
|  | *Максимальный балл* | 3 |

**Задание С3**

На диаграмме представлены измениния давления и объема идеального одноатомного газа. Какое количество теплоты было получено или отдано газом при переходе из состояния 1 в состояние 3?



|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ этапа** | **Содержание этапа решения** | **Чертёж, график, формула** | **Оценка этапа в баллах** |
| 1 | При переходе из начального в конечное состояние объем газа уменьшился, внешние силы над газом совершили работу *А*. Выполняется первый закон термодинамики. Переданное газу количество теплоты *Q* равно разности изменения внутренней энергии газа http://reshuege.ru:89/formula/36/36b9e4877a40d04398ab93554021bf29.png и работы *А*, совершенной над газом. | http://reshuege.ru:89/formula/85/8541218e0cc9fd0edb5e28b4d414ff74.png; http://reshuege.ru:89/formula/82/82240f95c8083c2c3c233203e2efd24c.png | 1 |
| 2 | Внутренняя энергия идеального газа в состояниях 1 и 3 выражается через значения давления и объема газа. Работа *А* при переходе газа из состояния 1 в состояние 3 равна площади под графиком диаграммы в единицах (*р*, *V*): | http://reshuege.ru:89/formula/15/15db4769eb0d1d05920793ba8812a677.png http://reshuege.ru:89/formula/53/53d4670741ca703e77cb3b78f8e20a09.png | 1 |
| 3 | Получение правильного численного значения количества теплоты. Отрицательное значение величины *Q* означает, что газ отдал количество теплоты *Q*. | http://reshuege.ru:89/formula/19/199749df904bb14b15afc54ec9f8bfb1.pnghttp://reshuege.ru:89/formula/1b/1bb146b3b4dcf2effe0a67f0824077d4.png http://reshuege.ru:89/formula/7a/7a7e7b43d00382dbdd79dedca06c18af.png | 1 |
|  | *Максимальный балл* | 3 |

**Задание С4**

В однородном магнитном поле, индукция которого , протон движется перпендикулярно вектору магнитной индукции *В* по окружности радиусом 5 м. Определите скорость протона.

**Решение.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ этапа** | **Содержание этапа решения** | **Чертёж, график, формула** | **Оценка этапа в баллах** |
| 1 | Записано уравнение связывающее на основе второго закона Ньютона силу Лоренца, действующую на протон, с модулем центростремительного ускорения: | http://reshuege.ru:89/formula/59/598730fba76aeb22843fae8990d809dc.png. | 1 |
| 2 | Уравнение преобразовано к виду, устанавливающему связь между скоростью электрона и радиусом орбиты: | http://reshuege.ru:89/formula/8a/8aaed8f5de39fc5ad26adb4d5e8f025c.png. | 1 |
| 3 | Подставлены значения физических величин и получен ответ в числовой форме: | http://reshuege.ru:89/formula/ab/ab053162a0e30f06823af7dec299fa41.png | 1 |
|  | *Максимальный балл* | 3 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Критерии оценки выполнения задания** | **Баллы** |
| Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; 2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ (включая единицы измерения). При этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями). | 3 |
| Представленное решение содержит п.1 полного решения, но и имеет один из следующих недостатков: - в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка;ИЛИ- необходимые математические преобразования и вычисления логически верны, не содержат ошибок, но не закончены;ИЛИ- не представлены преобразования, приводящие к ответу, но записан правильный числовой ответ или ответ в общем виде;ИЛИ- решение содержит ошибку в необходимых математических преобразованиях и не доведено до числового ответа. | 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 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 |

С5

В горизонтальное дно водоема глубиной 3 м вертикально вбита свая, полностью скрытая под водой. При угле падения солнечных лучей на поверхность воды, равном , свая отбрасывает на дно водоема тень длиной 0,8 м. Определите высоту сваи. Коэффициент преломления воды .

**Решение.**

Согласно рисунку, длина тени *L* определяется высотой сваи *h* и углом  между сваей и скользящим по ее вершине лучом света:.



Этот угол является и углом преломления солнечных лучей на поверхности воды. Согласно закону преломления , , . Следовательно, , а высота сваи .
Ответ: .

С6

|  |  |
| --- | --- |
| **Критерии оценивания выполнения задания** | **Баллы** |
| Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) применены положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом *(в данном случае - правила построения изображения точечного источника света в тонкой линзе и закон отражения света)*; II) указаны цели использования в решении каждого из записанных положений и законов; III) описаны все вводимые в решение буквенные обозначения физических величин *(за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ и обозначений, используемых в условии задачи)*; IV) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение "по частям" с промежуточными вычислениями); V) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины; VI) представлен схематический рисунок, поясняющий решение. | 3 |
|  | 2 |
|  | 1 |
|  | 0 |
| *Максимальный балл* | 3 |

Точечный источник света *S* находится в передней фокальной плоскости собирающей линзы на расстоянии  от ее главной оптической оси. За линзой в ее задней фокальной плоскости находится плоское зеркало (см. рис.). Построить изображение  источника в данной оптической системе и найти расстояние между точками *S* и .



**Решение.**

Лучи от точечного источника *S*, находящегося в фокальной плоскости собирающей линзы, после линзы образуют пучок параллельных лучей, идущих под таким углом  к главной оптической оси линзы, что  (здесь *F* — фокусное расстояние данной линзы).
Согласно закону отражения света, этот пучок отразится от плоского зеркала симметрично относительно перпендикуляра к зеркалу под тем же углом , и пойдет в обратном направлении, к линзе (см. рис.).



После преломления в собирающей линзе этот параллельный пучок света превратится в сходящийся и сформирует в передней фокальной плоскости изображение  источника в виде точки, расположенной симметрично с *S* относительно главной оптической оси, то есть также на расстоянии  см от неё. Таким образом, искомое расстояние .

Ответ: .

**ВАРИАНТ 603**

**Задание С1**

После толчка льдинка закатилась в яму с гладкими стенками, в которой она может двигаться практически без трения. На рисунке приведен график зависимости энергии взаимодействия льдинки с Землей от её координаты в яме.



В некоторый момент времени льдинка находилась в точке *А* с координатой  и двигалась влево, имея кинетическую энергию, равную 2 Дж. Сможет ли льдинка выскользнуть из ямы? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.

**Решение.**

1) Льдинка сможет выскользнуть из ямы через ее правый край.
2) Трения при движении льдинки нет, поэтому ее механическая энергия сохраняется. Запас кинетической энергии льдинки в точке *A* позволяет ей подняться до уровня, где ее потенциальная энергия составит 4 Дж.
3) Левый край ямы поднят до большей высоты. Следовательно, этого края льдинка не достигнет и заскользит вправо. Правый же край ямы ниже: на верху этого края потенциальная энергия льдинки меньше 4 Дж. Поэтому льдинка выскользнет из ямы через правый край.

|  |  |
| --- | --- |
| **Критерии оценки выполнения задания** | **Баллы** |
| Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ, и полное верное объяснение с указанием наблюдаемых явлений и законов. | 3 |
| Приведено решение и дан верный ответ, но имеется один из следующих недостатков: - в объяснении содержатся лишь общие рассуждения без привязки к конкретной ситуации задачи, хотя указаны все необходимые физические явления и законы;ИЛИ- рассуждения, приводящие к ответу, представлены не в полном объеме или в них содержатся логические недочеты;ИЛИ- указаны не все физические явления и законы, необходимые для полного правильного решения.  | 2 |
| Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев: - приведены рассуждения с указанием на физические явления и законы, но дан неверный или неполный ответ;ИЛИ- приведены рассуждения с указанием на физические явления и законы, но ответ не дан;ИЛИ- представлен только правильный ответ без обоснований. | 1 |
| Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.  | 0 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Критерии оценки выполнения задания** | **Баллы** |
| Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае – п.1), и полное верное объяснение (в данном случае – п.2–3) с указанием наблюдаемых явлений (магнитное поле полосового магнита, действие магнитного поля на проводник с током) и законов (в данном случае – определение направления силы Ампера). | 3 |
| Приведено решение и дан верный ответ, но имеется один из следующих недостатков: — В объяснении содержатся лишь общие рассуждения без привязки к конкретной ситуации задачи, хотя указаны все необходимые физические явления и законы.    ИЛИ — Рассуждения, приводящие к ответу, представлены не в полном объеме или в них содержатся логические недочеты.    ИЛИ — Указаны не все физические явления и законы, необходимые для полного правильного решения. | 2 |
| Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев: — Приведены рассуждения с указанием на физические явления и законы, но дан неверный или неполный ответ.    ИЛИ — Приведены рассуждения с указанием на физические явления и законы, но ответ не дан.    ИЛИ — Представлен только правильный ответ без обоснований. | 1 |
| Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла. | 0 |

Шайба массой *m* начинает движение по желобу *AB* из точки *А* из состояния покоя. Точка *А* расположена выше точки *B* на высоте . В процессе движения по желобу механическая энергия шайбы из-за трения уменьшается на . В точке *B* шайба вылетает из желоба под углом  к горизонту и падает на землю в точке *D*, находящейся на одной горизонтали с точкой *B* (см. рисунок).. Найдите массу шайбы *m*. Сопротивлением воздуха пренебречь.

**Решение.**

Скорость шайбы в точке *В* определяется из баланса ее энергии в точках *A* и *В* с учетом потерь на трение:

.

Отсюда .
Время полета шайбы из точки *В* в точку *D*:
, где  — вертикальная координата шайбы в системе отсчета с началом координат в точке *В*.
Отсюда .
Дальность полета *BD* определяется из выражения для горизонтальной координаты шайбы в той же системе отсчета:



Подставляя в выражение для *BD* значение , получаем



Отсюда масса шайбы: .
Ответ: .

**Задание С3**

На диаграмме представлены изменения давления и объема идеального одноатомного газа. Какое количество теплоты было получено или отдано газом при переходе из состояния 1 в состояние 3?



**Решение.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ этапа** | **Содержание этапа решения** | **Чертёж, график, формула** | **Оценка этапа в баллах** |
| 1 | При переходе из начального в конечное состояние объем газа уменьшился, внешние силы над газом совершили работу *А*. Выполняется первый закон термодинамики. Переданное газу количество теплоты *Q* равно разности изменения внутренней энергии газа http://reshuege.ru:89/formula/36/36b9e4877a40d04398ab93554021bf29.png и работы *А*, совершенной над газом. | http://reshuege.ru:89/formula/85/8541218e0cc9fd0edb5e28b4d414ff74.png; http://reshuege.ru:89/formula/82/82240f95c8083c2c3c233203e2efd24c.png | 1 |
| 2 | Внутренняя энергия идеального газа в состояниях 1 и 3 выражается через значения давления и объема газа. Работа *А* при переходе газа из состояния 1 в состояние 3 равна площади под графиком диаграммы в единицах (*р*, *V*). | http://reshuege.ru:89/formula/15/15db4769eb0d1d05920793ba8812a677.png. http://reshuege.ru:89/formula/dd/dd9b735cd5aabe58a94cf90774628295.png. | 1 |
| 3 | Получение правильного численного значения количества теплоты. Отрицательное значение величины *Q* означает, что газ отдал количество теплоты *Q*. | http://reshuege.ru:89/formula/be/beccbcb8ddec8b3f7ea39dc5a962ab4f.pnghttp://reshuege.ru:89/formula/76/76907effc4d1c1ea44f703509375def7.png http://reshuege.ru:89/formula/92/92b5846ba36f6c5417f967a33a99ffeb.png | 1 |
|  | *Максимальный балл* | 3 |

**Задание С4**

При коротком замыкании клемм аккумулятора сила тока в электрической цепи равна 24 А. При подключении к клеммам аккумулятора электрической лампы с электрическим сопротивлением нити 23 Ом сила тока в электрической цепи равна 1 А. По этим результатам измерений определите ЭДС и внутреннее сопротивление аккумулятора.

**Решение.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ этапа** | **Содержание этапа решения** | **Чертёж, график, формула** | **Оценка этапа в баллах** |
| 1 | Записан закон Ома для полной цепи в случае подключения внешнего элемента цепи и в случае короткого замыкания: | http://reshuege.ru:89/formula/9c/9c1ce72cb35a2efe7e409706c7272604.png; http://reshuege.ru:89/formula/86/86bfba6e985327ba50ed224b4bb894c7.png. | 1 |
| 2 | Решена система уравнений в общем виде: | http://reshuege.ru:89/formula/f6/f622a678a28c5794c42fb0c12b7dd54a.png, http://reshuege.ru:89/formula/07/07fe62a099549f7548e6f60d7948e985.png, http://reshuege.ru:89/formula/0f/0fce9c87ee3067241e4151c3513342d7.png,http://reshuege.ru:89/formula/dd/dd5de2360caecb9aa4d45dcfb81b6ad7.png, http://reshuege.ru:89/formula/cc/cc4c353ff4e750954d077962a5fcd689.png. | 1 |
| 3 | Получен ответ в числовой форме: | http://reshuege.ru:89/formula/ed/ed2f046033f8d54e1a405c3c02921ae1.png, http://reshuege.ru:89/formula/01/019793e8492ada28af2ca9522a14f05e.png. | 1 |
|  | *Максимальный балл* | 3 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Критерии оценки выполнения задания** | **Баллы** |
| Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении — *выражение для силы Ампера и второй закон Ньютона*); 2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ (включая единицы измерения). При этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями). | 3 |
| Представленное решение содержит п.1 полного решения, но и имеет один из следующих недостатков: - в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка;ИЛИ- необходимые математические преобразования и вычисления логически верны, не содержат ошибок, но не закончены;ИЛИ- не представлены преобразования, приводящие к ответу, но записан правильный числовой ответ или ответ в общем виде;ИЛИ- решение содержит ошибку в необходимых математических преобразованиях и не доведено до числового ответа. | 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 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 |

Горизонтальный проводящий стержень прямоугольного сечения поступательно движется с ускорением вверх по гладкой наклонной плоскости в вертикальном однородном магнитном поле (см. рисунок).



По стержню протекает ток . Угол наклона плоскости . Отношение массы стержня к его длине — 0,1 кг/м. Модуль индукции магнитного поля . Определите ускорение, с которым движется стержень.

**Решение.**

1. На рисунке показаны силы, действующие на стержень с током:
- сила тяжести , направленная вертикально вниз;
- сила реакции опоры , направленная перпендикулярно к наклонной плоскости;
- сила Ампера , направленная горизонтально вправо, что вытекает из условия задачи.
2. Модуль силы Ампера  (1), где *L* — длина стержня.
3. Систему отсчета, связанную с наклонной плоскостью, считаем инерциальной.
Для решения задачи достаточно записать второй закон Ньютона в проекциях на ось *x* (см. рисунок):



 (2), где *m* — масса стержня.
Отсюда находим  (3).
Ответ: .

|  |  |
| --- | --- |
| **Критерии оценки выполнения задания** | **Баллы** |
| Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении – уравнение Эйнштейна для фотоэффекта и формула, связывающая длину волны электромагнитных волн с частотой); 2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ (с указанием единиц измерения); при этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями).  | 3 |
| Представленное решение содержит п.1 полного решения, но и имеет один из следующих недостатков: — В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка.    ИЛИ — Необходимые математические преобразования и вычисления логически верны, не содержат ошибок, но не закончены.    ИЛИ — Не представлены преобразования, приводящие к ответу, но записан правильный числовой ответ или ответ в общем виде.    ИЛИ — Решение содержит ошибку в необходимых математических преобразованиях и не доведено до числового ответа. | 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 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 |

В двух опытах по фотоэффекту металлическая пластинка облучалась светом с длинами волн соответственно  нм и  нм. В этих опытах максимальные скорости фотоэлектронов отличались в  раза. Какова работа выхода с поверхности металла?

**Решение.**

Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта в первом опыте:

.    (1)

Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта во втором опыте:

.    (2)

Отношение максимальных скоростей фотоэлектронов: .    (3)
Решая систему уравнений (1)—(3), получаем: .
Ответ:   .