**Проверка части С**

ВАРИАНТ 601

**Задание С1**

В эксперименте установлено, что при температуре воздуха в комнате http://reshuege.ru:89/formula/01/018930a639161846dfb5499a8b3c95d8.png на стенке стакана с холодной водой начинается конденсация паров воды из воздуха, если снизить температуру стакана до http://reshuege.ru:89/formula/79/79c4c41439b13a151e7cba9c7fd2753b.png. 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 http://reshuege.ru:89/formula/79/79c4c41439b13a151e7cba9c7fd2753b.png? 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 http://reshuege.ru:89/formula/a2/a2812742fe545fd8066badc8a5ca7c2f.png, то в точке *В* шайба отрывается от опоры. Длина наклонной плоскости http://reshuege.ru:89/formula/9f/9fdc6f8a0a52a5dd59a5c29d0f3ae7cd.png, угол http://reshuege.ru:89/formula/08/08da6eda33d2a1cc0a4fa287cae8f144.png. Коэффициент трения между наклонной плоскостью и шайбой http://reshuege.ru:89/formula/c5/c5e03f6864a8c30e7f5c220bd3684b61.png. 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)):

http://reshuege.ru:89/formula/ab/abcebc8b77c650f1721bcfec585f5fc6.png (1).

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

http://reshuege.ru:89/formula/73/732c4f7d1f34769643674503affef9e5.png (2).

http://reshuege.ru:89/formula/08/08f8c90ba344ad6342fa2e08b49f952e.pngИз (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 http://reshuege.ru:89/formula/42/425547d816205f9027bd32a752852db5.png. 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 http://reshuege.ru:89/formula/33/33e82bb39c6afaa5d91db7386275a75f.png. Согласно уравнению Клапейрона-Менделеева, плотность метана http://reshuege.ru:89/formula/f7/f7f177957cf064a93e9811df8fe65ed1.png при нормальных условиях (температура http://reshuege.ru:89/formula/02/02538b39b3e83025f55dbb311eb8b117.png, давление http://reshuege.ru:89/formula/00/00a7a8cfdf5542195dedb515e7d56095.png) равна

http://reshuege.ru:89/formula/11/11d92ebe514a150260a7ed73f781275c.png.

Теплота сгорания метана в пересчёте на кубометр газа равна http://reshuege.ru:89/formula/d7/d7813d053e77e34bd23a8a05e13c2a2c.png. КПД газового отопительного оборудования http://reshuege.ru:89/formula/84/84e5948e6a67956205eed39de59b6c76.png, а тепловая мощность установки http://reshuege.ru:89/formula/e7/e768206266bc78eb76453d13fb2c5b44.png, поэтому мощность, выделяющаяся при сгорании газа, равна http://reshuege.ru:89/formula/71/712b7f0867e3baf612209d44d7f6d485.png.   
Таким образом, за месяц (30 суток по 86 400 секунд) потребление энергии составит

http://reshuege.ru:89/formula/ba/baca7d0bbd84201502f438e5a044838d.png.

Объем потребленного за месяц газа будет равен http://reshuege.ru:89/formula/66/6638f8d59f7ddaf94a6b4c126269fdea.png, а его цена равна http://reshuege.ru:89/formula/1a/1ad55c703fb5211261223937de18a4cf.png.   
  
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 http://reshuege.ru:89/formula/07/0764560f437a5d1f4002342ca0e352f3.png, удельное сопротивление http://reshuege.ru:89/formula/45/45ab567689bede542f162d8bba9724b1.png, удельная теплоёмкость http://reshuege.ru:89/formula/6b/6b9d434cf312a268f85217e1303fac47.png.)

**Решение.**

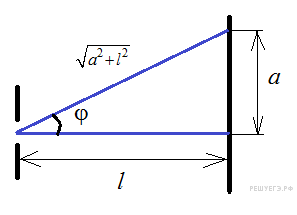
Количество теплоты согласно закону Джоуля–Ленца: http://reshuege.ru:89/formula/d6/d658bd7e57aa67b8079a41c620291309.png (1).   
Это количество теплоты затратится на нагревание проводника: http://reshuege.ru:89/formula/4b/4b6a344a796c8dd3afbb70635a3a6e54.png (2), где масса проводника http://reshuege.ru:89/formula/c9/c9fd0a641505c91e24d92e5b8add9a53.png (3) (*S* — площадь поперечного сечения проводника).   
Сопротивление проводника: http://reshuege.ru:89/formula/0b/0b33f49998f9ee52cb2ed4b6d6eea8cc.png (4).   
Из (1)—(4), получаем: http://reshuege.ru:89/formula/0d/0dc3dc95f13d003f51568a40c2f8b104.png.   
Ответ: http://reshuege.ru:89/formula/d7/d76606d7c217f704ae121e0baeb90c5a.png.

**С5**

На экране наблюдается спектр с помощью дифракционной решетки, имеющей 500 штрихов на миллиметр. Расстояние от решетки до экрана http://reshuege.ru:89/formula/d1/d185965199f19ce2335edf575fff77f6.png. Спектральная линия в спектре первого порядка отклоняется на расстоянии http://reshuege.ru:89/formula/ec/ec9d847aeb4454539388aa3bc8a5f336.png 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 http://reshuege.ru:89/formula/4d/4d461e648e0fe781464afe480a6ae5c3.png. Какой путь пролетел в этом электрическом поле электрон, если он приобрел скорость http://reshuege.ru:89/formula/04/048067ae04d2cce072c07e372a537713.png? Релятивистские эффекты не учитывать.

**Решение.**

Уравнение Эйнштейна в данном случае будет иметь вид: http://reshuege.ru:89/formula/ae/aea3dc119e1775e03c9d84a967e5a6c9.png, из чего следует, что начальная скорость вылетевшего электрона http://reshuege.ru:89/formula/dd/dd035b9ec4d43579f81ae9ee0eb3fcc4.png. Формула, связывающая изменение кинетической энергии частицы с работой силы со стороны электрического поля: http://reshuege.ru:89/formula/41/411eaf99805c0e11564808dca5d85b6d.png.   
Работа силы связана с напряженностью поля и пройденным путем: http://reshuege.ru:89/formula/88/8842d4c902d0104b78f3a16bfa0ed876.png. Отсюда http://reshuege.ru:89/formula/e3/e36c4fa9d151558ee0a716e3ced04b65.png.   
Ответ: http://reshuege.ru:89/formula/ee/eea8d10552af1b3d6a4aaa330d8d7094.png. 

**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, http://reshuege.ru:89/formula/9f/9f6c77352c09cbcc3c87b3ab78a72445.png или http://reshuege.ru:89/formula/d1/d1048f238d17999b6cb79a94dfa6de9c.png, плотность http://reshuege.ru:89/formula/f7/f7f177957cf064a93e9811df8fe65ed1.png 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 |

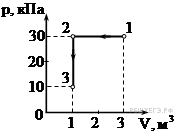
**Задание С2**

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 http://reshuege.ru:89/formula/66/6676625776d8c64ea2ab60d194701747.png.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ 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.png http://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.png http://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 http://reshuege.ru:89/formula/e5/e50dad542947869484cb96fa7ef05cee.png, 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 |

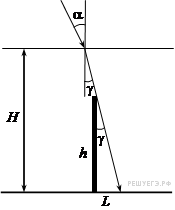
|  |  |
| --- | --- |
| **Критерии оценки выполнения задания** | **Баллы** |
| Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; 2) проведены необходимые математические 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 http://reshuege.ru:89/formula/6c/6ca6317dd2a458af42244417c133698f.png, свая отбрасывает на дно водоема тень длиной 0,8 м. Определите высоту сваи. Коэффициент преломления воды http://reshuege.ru:89/formula/b3/b39d738b79ac3074558cac00ce1dc3c7.png.

**Решение.**

Согласно рисунку, длина тени *L* определяется высотой сваи *h* и углом http://reshuege.ru:89/formula/33/334de1ea38b615839e4ee6b65ee1b103.png между сваей и скользящим по ее вершине лучом света:http://reshuege.ru:89/formula/e2/e29b15e92adba4adf8e4d9374419310c.png.

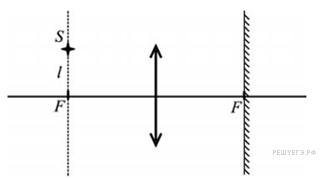


Этот угол является и углом преломления солнечных лучей на поверхности воды. Согласно закону преломления http://reshuege.ru:89/formula/2d/2d3d3e2d27c01aa096d1acd921b106b9.png, http://reshuege.ru:89/formula/33/338adc71d4fbc6f9b26ee23172798949.png, http://reshuege.ru:89/formula/4c/4c5dbec5365d00b03ed8c8c7da46caff.png. Следовательно, http://reshuege.ru:89/formula/03/0369ab2ac0b1f4025790f17e9b5704d8.png, а высота сваи http://reshuege.ru:89/formula/28/2820b02e09740dd6bab68a19450df5b6.png.   
Ответ: http://reshuege.ru:89/formula/50/508212c42844fb2cda6edc2104168a8e.png.

С6

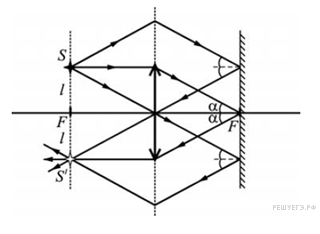
|  |  |
| --- | --- |
| **Критерии оценивания выполнения задания** | **Баллы** |
| Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) применены положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом *(в данном случае - правила 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 http://reshuege.ru:89/formula/00/0075fa5b7805719bcbdd37a37a7d00ad.png от ее главной оптической оси. За линзой в ее задней фокальной плоскости находится плоское зеркало (см. рис.). Построить изображение http://reshuege.ru:89/formula/2e/2e613fbd9f27fa8c9d8bbbf3484f7b9a.png источника в данной оптической системе и найти расстояние между точками *S* и http://reshuege.ru:89/formula/2e/2e613fbd9f27fa8c9d8bbbf3484f7b9a.png.



**Решение.**

Лучи от точечного источника *S*, находящегося в фокальной плоскости собирающей линзы, после линзы образуют пучок параллельных лучей, идущих под таким углом http://reshuege.ru:89/formula/bc/bccfc7022dfb945174d9bcebad2297bb.png к главной оптической оси линзы, что http://reshuege.ru:89/formula/89/8977fc1dc60f774af7c8511d4a19ea6a.png (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 http://reshuege.ru:89/formula/a9/a9b90f65c64ab7fe5b670dddc154addd.png, и пойдет в обратном направлении, к линзе (см. рис.).

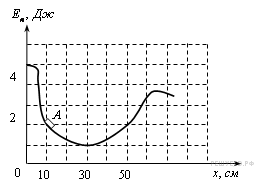


После преломления в собирающей линзе этот параллельный пучок света превратится в сходящийся и сформирует в передней фокальной плоскости изображение http://reshuege.ru:89/formula/2e/2e613fbd9f27fa8c9d8bbbf3484f7b9a.png источника в виде точки, расположенной симметрично с *S* относительно главной оптической оси, то есть также на расстоянии http://reshuege.ru:89/formula/47/4790004b9ad0fdfb94eae60cf8f7c8cf.png см от неё. Таким образом, искомое расстояние http://reshuege.ru:89/formula/39/3946a2417e1ed12c6f596d12c992011e.png.   
  
Ответ: http://reshuege.ru:89/formula/ca/caf085bef5db62e2ece51487dfe8e5bb.png.

**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.



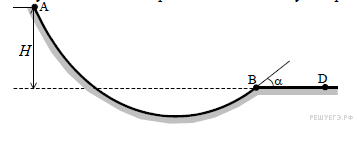
В некоторый момент времени льдинка находилась в точке *А* с координатой http://reshuege.ru:89/formula/95/95ce30b2469882d932ca83aa9a10cfac.png и двигалась влево, имея кинетическую энергию, равную 2 Дж. Сможет ли льдинка выскользнуть из ямы? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали 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 http://reshuege.ru:89/formula/24/24425dfb5d5d038cb022da41eea10d5f.png. В процессе движения по желобу механическая энергия шайбы из-за трения уменьшается на http://reshuege.ru:89/formula/e2/e2c954140a7226bfdd9025e86c77412b.png. В точке *B* шайба вылетает из желоба под углом http://reshuege.ru:89/formula/82/828d20829ec0333a55938cd6e198d420.png к горизонту и падает на землю в точке *D*, находящейся на одной горизонтали с точкой *B* (см. рисунок).http://reshuege.ru:89/formula/61/61be4178aa3b2c7395390fcbf4aa5f78.png. 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:

http://reshuege.ru:89/formula/32/3290216a44e2e0edbef5248e06af5b85.png.

Отсюда http://reshuege.ru:89/formula/16/16cb9341490dc735c282b0f045fd145e.png.   
Время полета шайбы из точки *В* в точку *D*:   
http://reshuege.ru:89/formula/b2/b2cf9ae44d014cd6948c81aa8829fc16.png, где http://reshuege.ru:89/formula/41/415290769594460e2e485922904f345d.png — вертикальная координата шайбы в системе отсчета с началом координат в точке *В*.   
Отсюда http://reshuege.ru:89/formula/d2/d28cda63271f5862d6dc3bcc0cb627f0.png.   
Дальность полета *BD* определяется из выражения для горизонтальной координаты шайбы в той же системе отсчета:

http://reshuege.ru:89/formula/10/106584297306adc109a404c2a2c6a55c.png

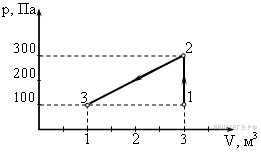
Подставляя в выражение для *BD* значение http://reshuege.ru:89/formula/21/21d872fa8b7e3cf469cbf1b240512069.png, получаем

http://reshuege.ru:89/formula/44/44750e34293c624d4cebd6cc8fe07710.png

Отсюда масса шайбы: http://reshuege.ru:89/formula/31/31d8c84f289678b8681e7ee3388ed7bd.png.   
Ответ: http://reshuege.ru:89/formula/6e/6e642c7ea8f921fbb26675f4a4f66fdd.png.

**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.png http://reshuege.ru:89/formula/76/76907effc4d1c1ea44f703509375def7.png  http://reshuege.ru:89/formula/92/92b5846ba36f6c5417f967a33a99ffeb.png | 1 |
|  | *Максимальный балл* | | 3 |

**Задание С4**

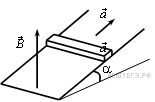
При коротком замыкании клемм аккумулятора сила тока в электрической цепи равна 24 А. При подключении к клеммам аккумулятора электрической лампы с электрическим сопротивлением нити 23 Ом сила тока в электрической цепи равна 1 А. По этим результатам измерений определите ЭДС и внутреннее сопротивление аккумулятора.

**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 |

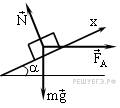
Горизонтальный проводящий стержень прямоугольного сечения поступательно движется с ускорением вверх по гладкой наклонной плоскости в вертикальном однородном магнитном поле (см. рисунок).



По стержню протекает ток http://reshuege.ru:89/formula/62/629fe3d11750a9836615cdf9b1c5ce97.png. Угол наклона плоскости http://reshuege.ru:89/formula/08/08da6eda33d2a1cc0a4fa287cae8f144.png. Отношение массы стержня к его длине — 0,1 кг/м. Модуль индукции магнитного поля http://reshuege.ru:89/formula/91/912cf3e7724580d5619d7e3aad347449.png. Определите ускорение, с которым движется стержень.

**Решение.**

1. На рисунке показаны силы, действующие на стержень с током:   
- сила тяжести http://reshuege.ru:89/formula/22/2275dbb644bc96fc2fbfa99f59cfeb0b.png, направленная вертикально вниз;   
- сила реакции опоры http://reshuege.ru:89/formula/2e/2ed2b5587d7508693e4d37cb6668cc62.png, направленная перпендикулярно к наклонной плоскости;   
- сила Ампера http://reshuege.ru:89/formula/1d/1d4548195ebcb80c659ea7231369d598.png, направленная горизонтально вправо, что вытекает из условия задачи.   
2. Модуль силы Ампера http://reshuege.ru:89/formula/ef/ef280ebb89029a247548f3e6361bc18c.png (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):



http://reshuege.ru:89/formula/3d/3dfdf6a647e8b8bea30af2b41869799a.png (2), где *m* — масса стержня.   
Отсюда находим http://reshuege.ru:89/formula/91/917ba9f368000d2592fa904eec08e8bd.png (3).   
Ответ: http://reshuege.ru:89/formula/bd/bd679e9b0b29fbebd258d7a0fa93024f.png.

|  |  |
| --- | --- |
| **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 http://reshuege.ru:89/formula/09/09a4ff0f5f19f2f4c2b79876d74df668.png нм и http://reshuege.ru:89/formula/f3/f37b8d6552c182b68e2ecf14d5f49a8e.png нм. В этих опытах максимальные скорости фотоэлектронов отличались в http://reshuege.ru:89/formula/73/73e9d0ad4ea152d7bf1b58a57a9ab54d.png раза. Какова работа выхода с поверхности металла?

**Решение.**

Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта в первом опыте:

http://reshuege.ru:89/formula/96/96eb625bede5ee855c542cbb0137ee00.png.    (1)

Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта во втором опыте:

http://reshuege.ru:89/formula/5c/5cd62fa5b12f1633b19ca1cd76269844.png.    (2)

Отношение максимальных скоростей фотоэлектронов: http://reshuege.ru:89/formula/0c/0c6680219c72c0db6cd2262f03d65bdc.png.    (3)   
Решая систему уравнений (1)—(3), получаем: http://reshuege.ru:89/formula/aa/aa48d8f3b8b3b7027219ed5cbac264f1.png.   
Ответ: http://reshuege.ru:89/formula/f5/f5dfc662785e5efd2ca1f0979dc9400b.png http://reshuege.ru:89/formula/90/90fd586b53a9ad5aa874942d11aad4d3.png .