

Задания с решениями заключительного этапа Олимпиады «Ломоносов» по инженерным наукам 10-11 классы

Задача 1 (30 баллов). Мы с вами живём в мире, электронное строение атомов в котором описывается следующим набором квантовых чисел:

$n = 1, 2, 3, \dots$ - определяет номер периода в Периодической системе элементов

$l = 0, 1, 2, \dots (n - 1)$ – определяет форму электронной орбитали (s,p,d,f)

$m_l = -2, -1, 0, +1, +2, \dots (-l \dots 0 \dots +l)$ – возможные значения m_l определяют количество орбиталей

$m_s = \pm \frac{1}{2}$ - возможные значения m_s определяют то, сколько электронов может быть на каждой орбитали.

В параллельной вселенной эти правила нарушены и имеются следующие изменения

$n = 1, 2, 3, \dots$

$l = 0, 1, 2, \dots (n - 1)$

$m_l = 0, +1, +2, \dots (0 \dots +l)$

$m_s = \pm \frac{1}{2}$

Нарисуйте первые три периода Периодической таблицы для этой вселенной, если основные закономерности заполнения электронных уровней сохранены. Последовательность элементов в периодической таблице этой вселенной такая же, как и на Земле (H, He, Li...). Последняя группа в новой таблице - инертные газы, предпоследняя – галогены, первая – щелочные металлы. Атом второго периода, имеющий возможность организовать максимальное количество ковалентных связей – аналог «Земного» углерода, справа от него – аналог «Земного» кислорода.

На основе этих данных и полученной периодической таблицы, ответьте на следующие вопросы:

А) чем умываются обитатели этой вселенной?

Б) чем они солят свою еду?

В) что не должен пить обитатель этой вселенной, если после этого ему нужно сесть за штурвал космолёта?

Г) Какой атом будет иметь максимальную степень окисления и чему она будет равна?

Задача 2 (30 баллов). Для очистки кремния от примесей инженер решил воспользоваться методом зонной плавки. Метод заключается в следующем: очищаемый образец перемещают относительно нагревательного элемента, который создает узкую зону расплава в образце. Большая часть примесей остаётся в расплаве, перемещаясь по образцу. Таким образом происходит разделение примесей и Si. Предложите схему устройства для зонной плавки. Каким критериям должны соответствовать установка и образец для наиболее эффективной очистки? Рассмотрите такие критерии как: а) форма и размер образца; б) крепление образца; в) форма нагревательного элемента; г) в какой среде необходимо проводить данный процесс. Как можно повысить степень очистки образца?

Задача 3 (25 баллов). Юные техники сконструировали экологически чистую химическую пушку, которая представляет собой камеру сгорания с затвором и ядром (см. рис.)

В качестве топлива решили взять «сухой спирт» - уротропин, который туристы используют как топливо и который при сгорании не образует сажи. Сколько стоит порция уротропина для одного выстрела из такой пушки?

Химическая пушка

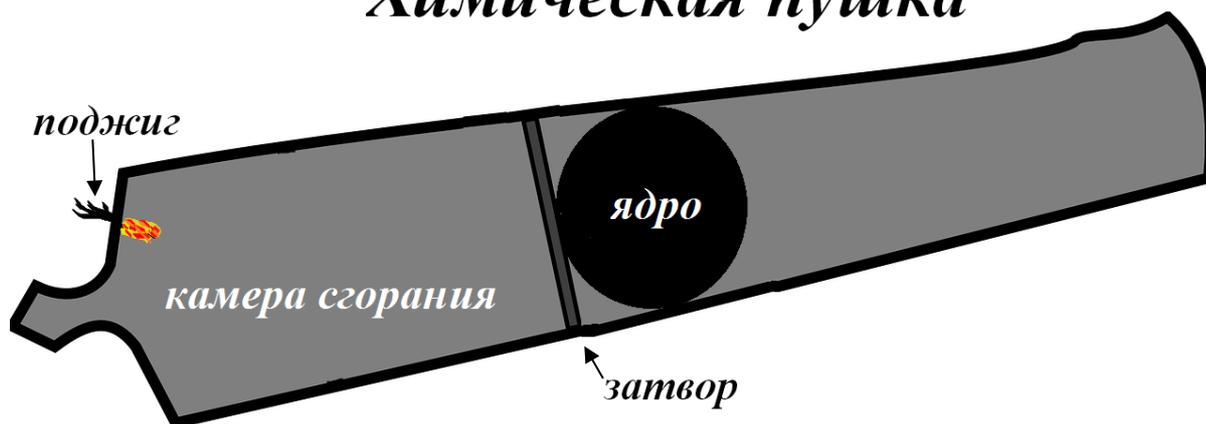


Рис. Принципиальная схема химической пушки.

Для расчёта используйте следующие данные:

1. Брутто-формула уротропина $C_6H_{12}N_4$;
2. Горение происходит в воздушной атмосфере;
3. Считать, что воздух состоит только из кислорода (20%) и азота (80%);
4. Уротропин и кислород в камере сгорания пушки расходуются полностью;
5. Температура газовой смеси в камере после сгорания уротропина составляет $2000\text{ }^{\circ}\text{C}$;
6. Объём камеры сгорания составляет 100 см^3 ;
7. Давление, создаваемое в камере сгорания в момент выстрела равно 70 атм .
8. Стоимость уротропина составляет 100 рублей за 1 килограмм .

Задача 4 (15 баллов). Конструктору радиоэлектронной аппаратуры требуется обеспечить прохождение постоянного тока не менее $I = 2\text{ А}$ через нагрузку, сопротивление которой равно $R = 2\text{ Ом}$. У него есть неограниченное количество дешевых источников тока S с ЭДС $E = 1\text{ В}$ и внутренним сопротивлением $r = 1\text{ Ом}$. Предложите схему соединения таких источников тока, которая позволит добиться нужного тока через нагрузку.