

# ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ

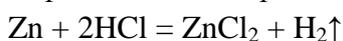
## МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП

### 10 КЛАСС

Задача 1. Три газа перемешали в замкнутом объёме и взорвали. Какова доля ( в мас.%) образовавшейся при этом кислоты, если первый газ был получен действием на 42,9 г цинка избытка соляной кислоты, второй газ – термическим разложением 51 г нитрата натрия, а третий – действием на 5,22 г оксида марганца (IV) избытка соляной кислоты.

*Решение.*

Первый газ – водород



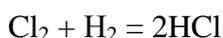
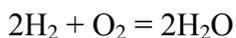
Второй газ – кислород



Третий газ - хлор



При взрыве этой смеси пройдут реакции:



$$n(\text{H}_2) = n(\text{Zn}) = 42,9\text{г} / 65 \text{ г/моль} = 0,66 \text{ моль}$$

$$n(\text{O}_2) = 1/2 n(\text{NaNO}_3) = 1/2 \cdot 51\text{г} / 85 \text{ г/моль} = 0,3 \text{ моль}$$

$$n(\text{Cl}_2) = n(\text{MnO}_2) = 5,22\text{г} / 87 \text{ г/моль} = 0,06 \text{ моль}$$

Все газы в эквимольных соотношениях согласно уравнениям реакций при взрыве.

Избытка/недостатка нет, реакции пройдут, все вещества израсходуются полностью.

$$m(\text{H}_2) = 0,66 \text{ моль} \cdot 2 \text{ г/моль} = 1,32 \text{ г}$$

$$m(\text{O}_2) = 0,3 \text{ моль} \cdot 32 \text{ г/моль} = 9,6 \text{ г}$$

$$m(\text{Cl}_2) = 0,06 \text{ моль} \cdot 71 \text{ г/моль} = 4,26 \text{ г}$$

Масса смеси  $1,32+9,6+4,26 = 15,18 \text{ г}$ , следовательно такая же масса и получившегося раствора после взрыва

Согласно уравнению, из 0,06 моль хлора получится 0,12 моль хлороводорода

$$m(\text{HCl}) = 0,12 \text{ моль} \cdot 36,5 \text{ г/моль} = 4,38 \text{ г}$$

$$\omega(\text{HCl}) = \frac{4,38}{15,18} \cdot 100\% = 28,85 \%$$

*Баллы:*

Уравнения реакций – каждое по 1б

Расчет количества вещества газов – по 1б

Вывод о соотношении молей газов – 1б

Расчет массы смеси – 1б

Расчет массы хлороводорода -1б

Расчет массовой доли – 1б

Итого – 12 баллов

Задача 2. Смесь этилена и метана общим объемом 5л смешали с 10 л водорода и пропустили над нагретым платиновым катализатором, при этом общий объем смеси стал равен 13л. Вычислите объемные доли углеводородов в исходной смеси.

*Решение.*

Общий объем реакционной смеси 15л. Этот объем уменьшился на  $15-13 = 2$ л

С водородом реагирует только этилен



Газы реагируют в соотношении 1:1. Значит, уменьшение объема произошло за счет присоединения водорода, а объем этилена – 2л

$$\varphi(\text{C}_2\text{H}_4) = \frac{2}{5} = 0,4 \text{ или } 40\%$$

$$\varphi(\text{CH}_4) = 60\%$$

*Баллы:*

Уравнение реакции – 1б

Расчет изменения объема смеси – 1б

Вывод об объеме этилена – 1б

Расчет объемной доли газов – 1б

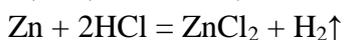
Итого – 4 балла

Задача 3. На чашах весов уравновешены две одинаковые колбы, в каждой из которых находится по 200 г 20%-ного раствора соляной кислоты. В первую колбу внесли 20г цинка, а во вторую – 20 г карбоната кальция. Изменится ли равновесие по окончании реакций, если да – какая колба будет тяжелее? Ответ подтвердите расчетами.

*Решение.*

$$m(\text{HCl}) = 0,2 \cdot 200 \text{ г} = 40 \text{ г}$$

$$n(\text{HCl}) = 40\text{г} / 36,5 \text{ г/моль} \approx 1,1 \text{ моль}$$



$n(\text{H}_2) = n(\text{Zn}) = 20\text{г} / 65 \text{ г/моль} = 0,31 \text{ моль}$ , цинк в недостатке, прореагирует полностью

$$m(\text{H}_2) = 0,31 \text{ моль} \cdot 2 \text{ г/моль} = 0,62 \text{ г}$$

после реакции масса колбы составит  $200+20-0,62 = 219,38\text{г}$



$n(\text{CO}_2) = n(\text{CaCO}_3) = 20\text{г} / 100 \text{ г/моль} = 0,2 \text{ моль}$ , карбонат кальция в недостатке, прореагирует полностью

$$m(\text{CO}_2) = 0,2 \text{ моль} \cdot 44 \text{ г/моль} = 0,88 \text{ г}$$

после реакции масса колбы составит  $200+20-0,88 = 219,12\text{г}$

Равновесие изменится, тяжелее колба с добавленным цинком

*Баллы:*

Расчет количества хлороводорода – 1б

Уравнения реакций – по 1б  
 Расчет количества цинка и водорода – 1б  
 Расчет массы водорода – 1б  
 Расчет массы колбы – 1б  
 Расчет количества карбоната кальция и углекислого газа – 1б  
 Расчет массы углекислого газа – 1б  
 Расчет массы колбы – 1б  
 Вывод о состоянии весов – 1б  
 Итого – 10 баллов

Задача 4. При сжигании 0,72 г углеводорода получили 1,12 л оксида углерода (IV) (н.у.) и 1,08 г воды. Установите молекулярную формулу этого углеводорода, если относительная плотность его паров по кислороду равна 2,25. Составьте структурную формулу углеводорода и назовите его по номенклатуре ИЮПАК, если известно, что в молекуле содержится один третичный атом углерода. Напишите уравнение реакции бромирования данного углеводорода по первой стадии.

*Решение.*

$C_xH_y$

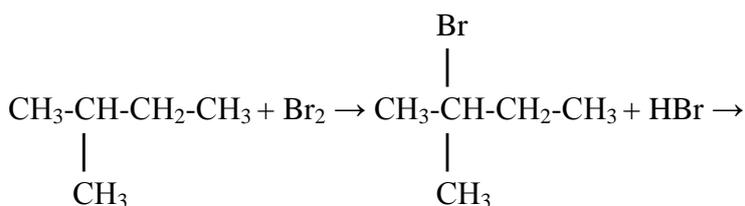
$$n(C) = n(CO_2) = 1,12 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 0,05 \text{ моль}$$

$$n(H) = 2n(H_2O) = 2 \cdot 1,08 \text{ г} / 18 \text{ г/моль} = 0,12 \text{ моль}$$

$C_5H_{12}$

$$M(C_xH_y) = 2,25 \cdot 32 \text{ г/моль} = 72 \text{ г/моль}$$

$M(C_5H_{12}) = 72 \text{ г/моль}$ , следовательно  $C_5H_{12}$  – истинная формула



*Баллы:*

Вывод истинной формулы (любым способом) – 4б

Структурная формула – 1б (засчитывается как записанная отдельно, так и уравнении бромирования без специального выделения)

Название – 1б

Уравнение бромирования – 1б (первым бромированию подвергается третичный атом углерода, поэтому другие варианты не засчитываются)

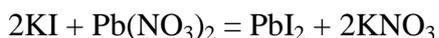
Итого – 7 баллов

Задача 5. Аптечный препарат содержит 2 твердых вещества, растворенных в смеси спирта и воды. Твердое сложное вещество А, состоящее из двух элементов, — белая кристаллическая калиевая соль КХ, при действии на водный раствор ее избытка нитрата свинца выпадает тяжелый желтый осадок  $PbX_2$ , содержащий 44.9% металла по массе.

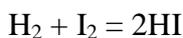
Твердое простое вещество **Б** представляет неметалл, кристаллы чёрно-серого цвета с металлическим блеском. При нагревании кристаллы не плавятся, а возгоняются, образуются фиолетовые пары. Молекула **Б** является двухатомной. При нагревании 22.4л водорода и 22.4л паров вещества **Б** они могут прореагировать без остатка, при этом образуется 44.8л газообразного соединения массой 256г, которое легко растворяется в воде, окрашивает лакмус в красный цвет, способно к реакции нейтрализации с гидроксидом магния. Определите формулы веществ **А**, **Б**, запишите уравнения 3 указанных реакций, подтвердите расчётами. Все объемы рассчитаны при н.у.

*Решение.*

А – KI, Б - I<sub>2</sub>,



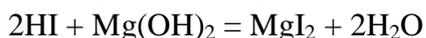
$\omega(Pb) = \frac{207}{461} \cdot 100\% = 44,9\%$ , что соответствует условию задачи



Водород и йод реагируют в соотношении 1:1, количество вещества продукта иодоводорода вдвое больше исходного количества каждого компонента. 44,8л составляет 2 моль,

$$m(HI) = 2 \cdot 128 = 256 \text{ г}$$

Раствор иодоводорода – кислота, что соответствует описанию задачи.



*Баллы:*

Определение А, Б – по 0,5 б

Расчет массовой доли свинца – 1б

Расчет массовой доли иодоводорода – 1б

Уравнения реакций – по 1б

Итого – 6б

**ВСЕГО** за полностью выполненную работу максимум **39 баллов**