**Задания и ответы открытой олимпиады школьников**

**по химии**

**Задание 1 (6 баллов)**

Стандартная теплота образования HCl(г) равна 92,30 кДж/моль, энергия диссоциации Н2(г) и Сl2(г) соответственно равны 436,0 и 242,4 кДж/моль. Вычислите энергию химической связи в молекуле HCl. Приведите термохимические уравнения для всех упомянутых в задаче процессов.

**Решение**

Согласно условию:

½ H2(г) + ½ Cl2(г) –→ HCl(г) + 92,3 кДж (1)

H2(г) –→ 2 H(ат.) – 436 кДж (2)

Cl2(г) –→ 2 Cl(ат.) – 242,4 кДж (3)

Энергия связи HCl – это энергия, которая выделяется при образовании 1 моль HCl из атомов:

H(ат.) + Cl(ат.) –→ HCl(г) + Q (4)

Чтобы определить Q, нужно из (1) вычесть ½ (2) и ½ (3):

Q = Eсв. = 92,3 – ½ \* (– 436 – 242,4) = 431,5 кДж/моль

**Ответ**: 431,5 кДж/моль, H(ат.) + Cl(ат.) –→ HCl(г) + 431,5 кДж/моль

За каждое термохимическое уравнение по 1 баллу – итого 4 балла

За расчет 2 балла

**Задание 2 (21 балл)**

C8H10 → … → … → … → … → CH3COCH2CH2CH(CH3)CH2COOCH3

Расшифруйте цепочку превращений, расставив приведенные ниже реагенты и условия реакций в правильном порядке:

(a) KMnO4, H2SO4, нагревание

(b) KOH, CH3OH, нагревание

(c) CH3OH, H2SO4, нагревание

(d) H2, Ni

(e) Br2, свет.

Приведите уравнения всех химических реакций. Назовите все вещества.

**Решение**



*п*-ксилол, 1,4-диметилциклогексан, 1-бром-1,4-диметилциклогексан,

1,4-диметилциклогексен-1, 3-метил-6-оксогептановая кислота,

метил-(3-метил-6-оксогептаноат)

**Ответ**: d-e-b-a-c

За каждую реакцию по 3 балла – итого 15 баллов

За каждое название по 1 баллу – итого 6 баллов

**Задание 3 (18 баллов)**

При охлаждении водного раствора нитрата неизвестного металла было получено 0,3 моль кристаллогидрата, в котором массовая доля безводной соли составляет 59,50%, а масса кристаллизационной воды на 22,8 г меньше массы безводной соли. Определите состав кристаллогидрата и назовите его.

**Решение.**

Пусть в осадок выпал кристаллогидрат Mе(NO3)***х***\*n H2O. Обозначим через А молярную массу безводного нитрата Mе(NO3)***x***.

Тогда, по условию задачи: А / (А + 18 n) = 0,595

0,3 (А – 18 n) = 22,8

Решаем и получаем А = 238 г/моль, n = 9

Для установления состава необходимо определить неизвестный металл, валентность ***х*** которого нам также неизвестна. Пусть М – атомная масса металла.

Предположим, что металл одновалентный, тогда М + 62 = 238, М = 176 г/моль. Такого металла нет.

Если металл двухвалентный, тогда М + 62 \* 2 = 238, М = 114 г/моль. Такого металла нет.

Если металл трехвалентный, тогда М + 62 \* 3 = 238, М = 52 г/моль, это хром.

Если металл четырехвалентный, тогда М + 62 \* 4 = 238, М < 0.

Состав кристаллогидрата – Cr(NO3)3\*9 H2O – наногидрат нитрата хрома (III).

**Ответ**: Cr(NO3)3 \* 9 H2O.

За систему уравнений 8 баллов

За ее решение 4 балла

За анализ валентности металла и определение его молярной массы по 1 баллу за возможное значение – итого 4 балла

За итоговую формулу и название кристаллогидрата 2 балла

**Задание 4 (10 баллов)**

В смеси хлорэтана и 2-хлорпропана общей массой 36,45 г соотношение чисел атомов водорода и хлора составляет 31 : 5. Определите количество вещества каждого газа и объем, который будет занимать данная порция смеси при 70ºС и 780 мм рт. ст.

|  |  |
| --- | --- |
|  | Используйте уравнение Менделеева-Клапейрона: pV = νRT, где p – давление (Па), V – объем (м3), ν – количество вещества (моль), R – универсальная газовая постоянная (Дж/(моль\*К)), Т – температура (К). |

**Решение.**

Пусть количества веществ компонентов составляют: ν(С2Н5Сl) = х, ν(C3H7Cl) = y.

Выразим массу смеси: mсм = m(С2Н5Сl) + m(C3H7Cl) = х \* 64,5 + y  \* 78,5 = 36,45.

Выразим отношение количеств моль атомарных водорода и хлора (оно равно отношению количеств атомов водорода и хлора):

ν(H) / ν(Cl) = (5 \* х + 7 \* y) / (x + y) = 31 / 5.

Решаем систему уравнений: ν(С2Н5Сl) = х = 0,2 моль, ν(С3Н7Сl) = y = 0,3 моль.

Вычислим объем смеси при заданных условиях: ν(смеси) = 0,2 + 0,3 = 0,5 моль, р = 780/760 \* 101325 = 104000 Па.

Vсм = 0,5 \* 8,31 \* 343 /104000 = 0,0137 м3.

**Ответ**: 0,2 моль С2Н5Сl, 0,3 моль С3Н7Сl, 13,7 л.

За систему уравнений 5 баллов

За ее решение 3 балла

За расчет объема 2 балла

**Задание 5 (5 баллов)**

1. Величина средней молярной массы смеси оксидов углерода (II) и (IV) может составлять (г/моль):

а) 10 б) 20 в) 30 г) 40 д) 50

Выберите два правильных ответа

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

2. Количество электронов в ионе аммония и в ортофосфат-ионе составляет, соответственно:

а) 10 б) 20 в) 30 г) 40 д) 50

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

3. При полном сжигании одного моля серы до оксида серы (IV) выделилось 297 кДж теплоты, а при полном окислении двух молей оксида серы (IV) до оксида серы (VI) выделилось 198 кДж. Рассчитайте теплоту образования оксида серы (VI) из простых веществ (кДж/моль).

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ответ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

4. Определите, к каким классам органических соединений может принадлежать конечный продукт цепочки превращений Х:

 Br2, hν KOH, H2O CuO, t H2, Pt H2SO4, t

пропан ––––→ … ––––––→ … –––→ …–––→ …––––→ X

а) алкин б) спирт в) простой эфир г) сложный эфир д) алкен

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Выберите два правильных ответа

5. Какие из перечисленных реакций можно отнести к реакциям диспропорционирования:

а) взаимодействие йода с водным раствором щелочи

б) взаимодействие кремния с водным раствором щелочи

в) разложение пероксида водорода

г) взаимодействие оксида азота (IV) с водой в присутствии кислорода

д) разложение нитрата калия при нагревании

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Выберите два правильных ответа

**Ответ**: 1 – в,г, 2 – а,д, 3 – 396, 4– в,д, 5 – а,в

За каждое верно выполненное задание по 1 баллу – итого 5 баллов