ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ. 2021-2022 уч. г. МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП. **11 класс**

Общие указания: если в задаче требуются расчеты, они обязательно должны быть приведены в решении. Ответ, приведенный без расчетов или иного обоснования, не засчитывается.

Задание 1

Сырьем для производства извести является мел. Мел обжигают в печах при температуре около 1000 °C. В качестве топлива используют природный газ. Из обжигового газа углекислый газ поглощают раствором карбоната калия. Затем образовавшийся раствор нагревают до 80°C. Выделившийся при этом оксид углерода(IV) сушат и используют в газообразном или твёрдом состоянии, а регенерированный раствор карбоната калия вновь отправляют на поглощение углекислого газа.

- 1) Запишите уравнения протекающих реакций при получении извести и утилизации углекислого газа.
- 2) Какое историческое название имеет углекислый газ в твёрдом состоянии и почему он так называется?

Решение

 $CaCO_3 = CaO + CO_2$ (1 балл)

 $CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O$ (1 балл)

 $K_2CO_3 + CO_2 + H_2O = 2KHCO_3$ (1 балл)

 $2KHCO_3 = K_2CO_3 + CO_2 + H_2O$ (1 балл)

«Сухой лёд» - при нагревании переходит из твёрдого состояния в газообразное, минуя жидкое. (1 балл)

Итого: 5 баллов

Задание 2

В пяти пробирках находятся водные растворы; этаналя, этанола, пропионовой кислоты, этиленгликоля и глюкозы.

- 1) С помощью какого одного реактива распознать эти вещества.
- 2) Напишите уравнения протекающих реакций, укажите условия и признаки реакций.

Решение

Гидроксид меди(II)

 $CH_3CHO + 2Cu(OH)_2 \rightarrow CH_3COOH + Cu_2O + 2H_2O$ (красный осадок) (1 балл)

 $CH_3CH_2OH + Cu(OH)_2 \rightarrow \text{не реагирует (1 балл)}$

 $2CH_3CH_2COOH + Cu(OH)_2 \rightarrow (CH_3CH_2COO)_2Cu + 2H_2O$ (голубой раствор) (1 балл)

 $HOCH_2CH_2OH + Cu(OH)_2$ → $(HOCH_2CH_2O)_2Cu + 2H_2O$ (хелатный комплекс в растворе ярко-синего цвета) (1 балл)

 $CH_2OH(CHOH)_4CHO + 2Cu(OH)_2 \rightarrow (t) CH_2OH(CHOH)_4COOH + Cu_2O + 2H_2O$ (сначала образуется хелатный комплекс в растворе ярко-синего цвета, а затем при нагревании из него выпадает красный осадок). (1 балл)

Итого: 5 баллов

Задание 3

Объём углекислого газа, выделяющегося при сжигании некоторого количества кислородсодержащего органического вещества неразветвлённого строения X, в 5 раз превышает объём газообразного непредельного углеводорода, который выделяется при дегидратации такого же количества исходного вещества X.

- 1) Установите формулу вещества X, если известно, что оно вступает в реакцию с оксидом меди
- (II) до образования продукта, дающего реакцию с аммиачным раствором оксида серебра.
- 2) Вычислите минимальный объём 10%-ного раствора гидроксида натрия плотностью 1,109 г/мл, который необходим для поглощения углекислого газа, образующегося при сжигании 8 г вещества X?
- 3) Напишите уравнения указанных реакций.

Решение

```
1) С_{n}Н_{2n+1}ОН+3n/2О_{2} \rightarrow nСО_{2}+(n+1)Н_{2}О (0,5 балла) С_{n}Н_{2n+1}ОН \rightarrow С_{2}Н_{2n}+Н_{2}О (0,5 балла) X — может быть первичным одноатомным спиртом — С_{5}Н_{11}ОН (1 балл) 2) СО_{2}+NaOH \rightarrow NaHCO_{3} (1 балл) 2 (С_{5}Н_{11}ОН) = 8/(12\cdot5+11+16+1)=1/8 моль По уравнения реакции, n(СО_{2}) = 5\cdot1/8=0,625 моль Следовательно, n(NaOH) = 0,625 моль Vp-pa(NaOH) = 0,625\cdot40/[0,10\cdot1,109]=225 мл (1 балл) 3) 2С_{5}Н_{11}ОН+15О_{2} \rightarrow 10СО_{2}+12Н_{2}О (0,5 балла) 2СН_{3}-(СН_{2})_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{2}-СН_{3}-СН_{2}-СН_{3}-СН_{2}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}-СН_{3}
```

 CH_3 - $(CH_2)_3$ - $COH+2[Ag(NH_3)_2]OH \rightarrow CH_3$ - $(CH_2)_3$ - $COONH_4 + 2Ag + 3NH_3 + H_2O$ (0,5 балла)

Итого: 6 баллов

Задание 4

Производство азотной кислоты включает три стадии: 1) получение оксида азота(II) каталитическим окислением аммиака; 2) окисление оксида азота(II) до оксида азота(IV); 3) гидратация оксида азота(IV) в присутствии кислорода.

Запишите уравнения реакций.

Рассчитайте, какую массу 98%-ной азотной кислоты можно получить из 134,5 м³ аммиака (н.у.), если практический выход на каждой из стадий составляет 96 %.

Решение

```
NH_3+O_2=NO+H_2O (1 балл) 
2NO+O_2=2NO_2 (1 балл) 
4NO_2+2H_2O+O_2=4HNO_3 (1 балл) 
Масса полученной кислоты (134,5/22,4)·63·0,96·0,96·0,96/0,98 = 341,5 кг (1 балл)
```

Итого: 4 балла

Задание 5

Эквимолярную смесь бертолетовой соли и перманганата калия, массой 56,1 г обработали избытком концентрированного раствора соляной кислоты. В выделившемся при этом газе сожгли железо.

Такую же смесь такой же массы прокалили до прекращения выделения газа. В выделившемся при этом газе сожгли железо.

Запишите уравнения реакций.

Рассчитайте массы продуктов сжигания железа в обоих экспериментах.

Решение

```
KClO_3+6HCl \rightarrow KCl+3Cl_2+3H_2O~(0,5~балла) 2KMnO_4+16HCl \rightarrow 2KCl+2MnCl_2+5Cl_2+8H_2O~(0,5~балла) 3Cl_2+2Fe \rightarrow 2FeCl_3~(0,5~балла) 2KClO_3 \rightarrow 2KCl+3O_2~(0,5~балла) 2KMnO_4 \rightarrow K_2MnO_4+MnO_2+O_2~(0,5~балла)
```

 $2O_2+3Fe \rightarrow FeO\cdot Fe_2O_3$ (0,5 балла)

Пусть х моль KClO₃ в смеси, тогда KMnO₄ тоже х моль (так как смесь эквимолярная).

Тогда 122,5x + 158x = 56,1; x = 0,2. (1 балл)

Количество вещества хлора $0.2 \cdot 3 + 0.2 \cdot 2.5 = 1.1$ моль. (0.5) балла)

Количество вещества кислорода $0.2 \cdot 1.5 + 0.2 \cdot 0.5 = 0.4$ моль (0.5 балла)

Macca FeCl₃ = $2/3 \cdot 1$, $1 \cdot (56+3\cdot 35,5) = 119$, $2 \cdot (0.5 \cdot 6$ алла)

Macca FeO·Fe₂O₃ = 1/2· (3·56+4·16) = 116 г (0,5 балла)

Итого: 6 баллов

Всего за работу: 26 баллов