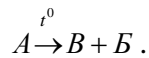


Задача 1

Твердое вещество А серо-белого цвета массой 12,0 г, при поднесении к нему тлеющей лучины, разлагается со взрывом, не образуя газообразных продуктов по схеме



Над продуктами В и Б при температуре выше 400°C пропустили кислород. Вещество В осталось без изменений, а Б превратилось в газ У. Масса твердого остатка после пропускания кислорода составила 10,8 г.

Газообразный У продули через избыток известковой воды, в результате выпал осадок К массой 10,0 г.

Вещество В растворили в концентрированной азотной кислоте, в результате выделился бурый газ Д массой 4,6 г.

При растворении вещества А массой 24,0 г в избытке соляной кислоты образуется белый творожистый осадок Х и выделяется 2,24 л (н.у.) газа Э.

Задание

1. Определите формулы веществ А, Б, В, У, К, Д, Х, Э.
2. Напишите уравнения всех описанных процессов и уравнение получения вещества А, и произведите необходимые расчеты.
3. Напишите уравнения процессов синтеза хлоропренового каучука, используя любые из веществ А, Б, В, У, К, Д, Х, Э. Укажите используемые катализаторы, при написании уравнений используйте структурные формулы органических веществ.

Решение

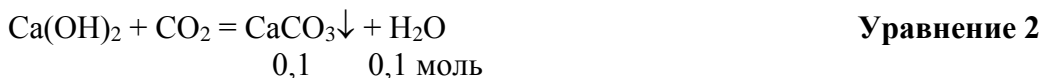
Вещества: А – Ag_2C_2 , Б – С, В – Ag, У – CO_2 , К – $CaCO_3$, Д – NO_2 , Х – AgCl, Э – C_2H_2

Масса твёрдых продуктов сгорания равна 12,0 г.

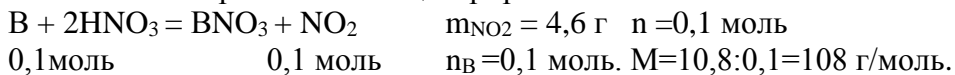
Реакция с кислородом уменьшила массу до 10,8 г.

Масса прореагировавшего вещества Б 1,2 г. Образовался газ У.

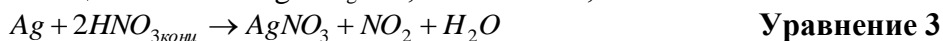
Продувание через известковую воду газа У дало осадок 10,0 г – качественная реакция на CO_2 .



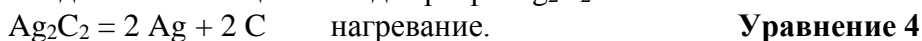
Растворение В в концентрированной азотной кислоте:



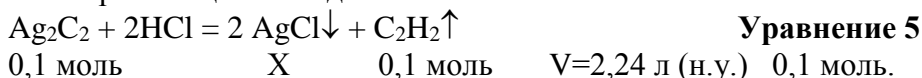
Вещество В это Ag. $n_{Ag} = 0,1 \text{ моль}$. $n_C = 0,1 \text{ моль}$.



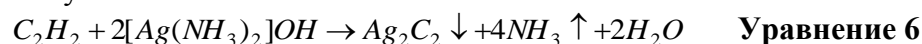
Соединение А - ацетиленид серебра Ag_2C_2



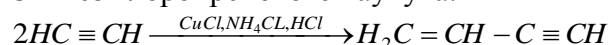
Растворение ацетиленидов в соляной кислоте:

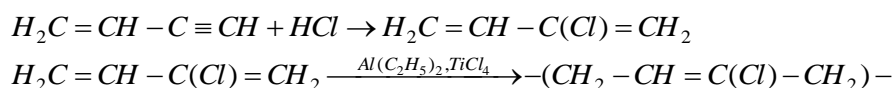


Получение А:



Синтез хлоропренового каучука:





Система оценивания:

- | | |
|--|---------|
| 1. За определение формулы каждого вещества по 0,5 балла | 4 балла |
| 2. За каждое правильно составленное уравнение по 0,5 балла | 3 балла |
| 3. За синтез хлоропренового каучука | 3 балла |
- (если не указаны правильные катализаторы – по 0,5 балла за уравнение)

Всего 10 баллов.

Задача 2

В органической химии в реакциях гидрирования в качестве катализатора используется никель Ренея.

Никель Ренея получают кипячением сплава Ni с металлом X в концентрированном растворе NaOH. Затем нерастворившийся металл промывают дистиллированной водой и высушивают.

Навеску сплава массой 10,0 г с массовой долей металла X, равной 57,8 % обработали раствором щёлочи, после промывания и высушивания получили 4,8 г никеля Ренея.

Известно, что металл X – легкий металл серебристо-белого цвета, при нормальных условиях покрыт тонкой и прочной оксидной пленкой. Некоторые природные минералы, представляющие собой оксид металла X, являются как разноцветными драгоценными камнями, так и абразивами, применяемыми для изготовления наждачной бумаги

Задание

1. Определите металл X.
2. Рассчитайте объём водорода (л, н. у.), выделившегося при реакции сплава с раствором щёлочи.
3. Определите отношение числа адсорбированных атомов водорода к числу атомов никеля в полученном образце катализатора.
4. Рассчитайте массу циклооктатетраена, который может быть полностью прогидрирован за счёт водорода в данном образце катализатора.
5. Рассчитайте массу ацетальдегида, который может быть прогидрирован за счёт водорода в данном образце катализатора.

Считать, что весь водород в катализаторе затрачивается на гидрирование.

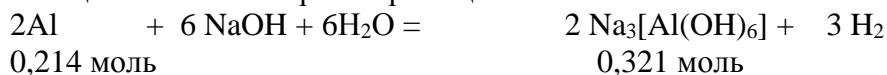
Решение

Металл X – алюминий.

Масса алюминия в образце 5,78 г, $n(Al) = 0,214$ моль

Масса никеля в образце 4,22 г, $n(Ni) = 0,0715$ моль

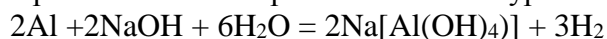
Реакция алюминия с раствором щёлочи.



0,214 моль

0,321 моль

Принимается как правильный ответ уравнение реакции:



Масса водорода, адсорбированного на поверхности никеля:

$m = 4,8 - 4,22 = 0,58$ г. $n(H_2)_{адс.} = 0,29$ моль. $n(H)_{адс.} = 0,58$ моль

Количество водорода, выделившегося в виде газа:

$n(H_2)_{газ.} = 0,321 - 0,29 = 0,031$ моль

Объём газа $V = 22,4 \times 0,031 = 0,6944$ л (н.у.).

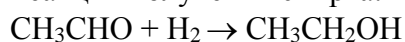
Отношение числа адсорбированных атомов водорода к числу атомов никеля равно $N_H : N_{Ni} = 0,58 : 0,0715 = 8,112 : 1 \approx 8 : 1$.

Реакция полного гидрирования циклооктатетраена в присутствии никеля Ренея:



0,0725 моль 0,29 моль Масса циклооктатетраена равна 7,54 г.

Реакция получения спирта:



0,29 0,29 Масса ацетальдегида равна 12,76 г

Система оценивания:

- | | |
|--|--------|
| 1. За определение алюминия | 1 балл |
| 2. За определение массы алюминия и никеля в сплаве по 0,5 балла | 1 балл |
| 3. За написание уравнения реакции алюминия с раствором щелочи | 1 балл |
| 4. За расчет массы водорода, адсорбированной на катализаторе | 1 балл |
| 5. За расчет массы водорода, выделившегося в виде газа | 1 балл |
| 6. За расчет отношения адсорбированных атомов водорода к числу атомов никеля | 1 балл |
| 7. За написание уравнения гидрирования циклооктатетраена | 1 балл |
| 8. За расчет массы циклооктатетраена | 1 балл |
| 9. За написание уравнения гидрирования ацетальдегида | 1 балл |
| 10. За расчет массы ацетальдегида | 1 балл |

Всего 10 баллов.

Задача 3

Эквимольная газовая смесь азота и оксида азота (II), объем которой при н.у. составляет 2,24 л, находится в герметичном сосуде объемом 2 л при температуре 298 К.

В сосуд с данной смесью ввели кислород.

После того, как газовая смесь приобрела бурую окраску, манометр показал, что давление в сосуде возросло на 30961 Па.

Затем в сосуд влили 10 г раствора гидроксида натрия с массовой долей щелочи 20% и смесь интенсивно взболтали. Бурая окраска газа исчезла.

Задание:

1. Определите объем (н.у.) введенного кислорода и состав газовой смеси после увеличения давления в молях.
2. Определите состав конечной газовой смеси в объемных процентах.
3. Рассчитайте конечное давление в сосуде.
4. Рассчитайте массовый доли веществ в полученном растворе.
5. Напишите уравнения всех процессов, происходящих в сосуде.

Примечание: изменением объема газовой смеси вследствие вливания раствора щелочи пренебречь, температуру в сосуде считать постоянной. Универсальная газовая постоянная $R = 8,31 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К}$.

Решение

Общее количество газов в исходной смеси равно 0,1 моль. Так как смесь эквимольная, $\nu(N_2) = \nu(NO) = 0,05 \text{ моль}$.

Тогда начальное давление:

$$p_0 = \frac{\nu RT}{V} = \frac{0,1 \text{ моль} \cdot 8,31 \text{ Дж} \cdot 298 \text{ К}}{2 \text{ л} \cdot \text{моль} \cdot \text{К}} = 123,819 \text{ кПа}$$

Так как давление возросло, значит, кислород был взят в избытке, иначе, в соответствии с уравнением взаимодействия кислорода с оксидом азота (II), давление бы не изменилось:



уравнение 1

Тогда

$$\nu(O_2)_{изб} = \frac{pV}{RT} = \frac{30,96 \text{ кПа} \cdot 2 \text{ л}}{8,31 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К} \cdot 298 \text{ К}} = 0,025 \text{ моль}$$

$$\nu(O_2)_{прореаг} = \frac{1}{2} \nu(NO) = 0,025 \text{ моль}$$

$$\nu(O_2)_{общ} = 0,05 \text{ моль}$$

$$V(O_2) \text{ при н.у.} = 1,12 \text{ л}$$

Состав смеси: 0,05 моль N₂, 0,05 моль NO₂ и 0,025 моль O₂.

$$\nu(NaOH) = \frac{m(p-pa) \cdot \omega(NaOH)}{M(NaOH)} = \frac{10 \cdot 0,2}{40} = 0,05 \text{ моль}$$



уравнение 2

Так как, $\nu(NaOH) = \nu(NO_2)$, диоксида азота в конечной газовой смеси не осталось.

Значит, состав конечной газовой смеси 0,05 моль N₂ и 0,025 моль O₂.

Или $\varphi(N_2) \approx 67\%$, $\varphi(O_2) \approx 33\%$.

Конечное давление в сосуде:

$$p_1 = \frac{\nu RT}{V} = \frac{0,075 \text{ моль} \cdot 8,31 \text{ Дж} \cdot 298 \text{ К}}{2 \text{ л} \cdot \text{моль} \cdot \text{К}} = 92,864 \text{ кПа}$$

Содержание солей в растворе:

$$\nu(NaNO_3) = \nu(NaNO_2) = \frac{1}{2} \nu(NO_2) = 0,025 \text{ моль}$$

$$m(p-pa) = m(p-paNaOH) + m(NO_2) = 10 + 0,025 \cdot 46 = 10 + 1,15 = 11,15 \text{ г}$$

$$\omega(NaNO_3) = \frac{0,025 \cdot 85}{11,15} = 0,19 \text{ или } 19\%$$

$$\omega(NaNO_2) = \frac{0,025 \cdot 69}{11,15} = 0,155 \text{ или } 15,5\%$$

Система оценивания:

1. За каждое правильно написанное уравнение реакции по 1 баллу 2 балла
2. За определение объема кислорода и состав смеси после его введения 3 балла
3. Определение состава конечной смеси 2 балла
4. За определение конечного давления 1 балл
5. За определение массовых долей веществ в полученном растворе 2 балла

Всего 10 баллов.

Задача 4

Органическое вещество А массой 9,4 г растворили в 1000 мл 0,1 М раствора NaOH, полученный раствор упарили досуха. Высушенный остаток, представляющий собой вещество Б, перенесли в автоклав, в который при 180°C и при повышенном давлении пропускали углекислый газ до прекращения его поглощения. Полученный в автоклаве продукт В растворили в воде, к полученному раствору добавили 1000 мл 0,1 М раствора соляной кислоты, после чего выпал осадок вещества Г, который отфильтровали и тщательно высушили. Смесь всего полученного вещества Г, 10,2 г уксусного ангидрида и несколько капель серной кислоты нагревали несколько часов, после чего ее вылили в воду. Выпавший осадок вещества Д отфильтровали, высушили. Выход по первым трем стадиям 100%, а на последней стадии выход составил 90%.

Известно, что вещество А без остатка сгорает на воздухе, окрашивает раствор хлорида железа (III) в фиолетовый цвет, а также реагирует с бромной водой с образованием нерастворимого в воде бело-желтого вещества. Растворы вещества А обладают антисептическими свойствами.

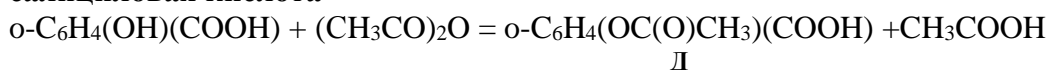
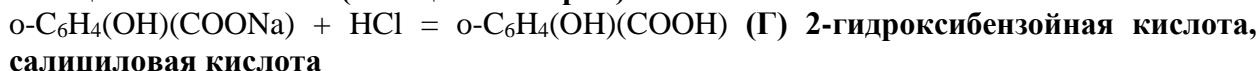
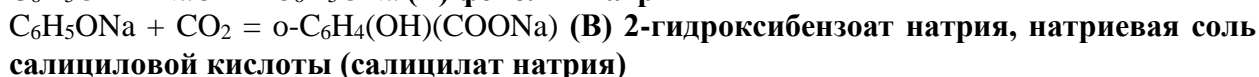
Задание:

1. Определите вещества А, Б, В, Г, Д, указав их структурные формулы.
2. Напишите уравнения реакции взаимодействия вещества А с хлоридом железа (III) и бромом.
3. Приведите тривиальные названия веществ В, Д и по номенклатуре ИЮПАК.
4. Приведите уравнения химических реакций по всем стадиям.
5. Определите массу вещества Д.
6. Каково основное применение вещества Д?
7. Объясните необходимость применения нескольких капель серной кислоты на последней стадии в синтезе вещества Д.

Решение

Так как вещество А окрашивает раствор хлорида железа (III) в фиолетовый цвет и реагирует с бромной водой, то это фенол.

Схема синтеза:



Д = 2-ацетилоксибензойная кислота, ацетилсалициловая кислота, аспирин

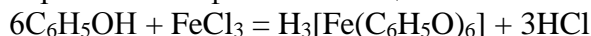
В реакцию вводят $9,4/94 = 0,1$ моль фенола, все реактивы по всем стадиям берут по 0,1 моль, выход по первым трем стадиям 100%, а на последней 90%, поэтому на выходе будет 0,09 моль ацетилсалициловой кислоты.

Масса ацетилсалициловой кислоты: $0,09 \times 180 = 16,2$ г.

Основное применение вещества Д – лекарственное средство

Несколько капель серной кислоты необходимы для протонирования карбонильного атома кислорода в уксусном ангидриде для увеличения частичного положительного заряда (электрофильности) на карбонильном атоме углерода, что облегчит нуклеофильную атаку атома кислорода фенола на карбонильный атом углерода.

При реакции фенола с солями железа (III) образуется комплексное соединение, окрашенное в фиолетовый цвет:



При реакции фенола с бромной водой образуется 2,4,6- трибромфенол



Система оценивания:

- | | |
|--|-----------|
| 1. За определение, что А это фенол | 1 балл |
| 2. За написание уравнений реакции фенола с бромом и Fe^{3+} по 0,5 балла | 1 балл |
| 3. За названия веществ В и Д по ИЮПАК по 0,5 балла, за название, за тривиальные названия по 0,25 балла | 1,5 балла |
| 4. За каждое уравнение реакции синтеза аспирина по 0,5 балла | 2 балла |
| 5. За расчет массы полученного аспирина | 3 балла |
| 6. За объяснение применения аспирина | 0,5 балла |
| 7. За объяснение использования катализатора – серной кислоты | 1 балл |

Всего 10 баллов.

Задача 5

Газообразный (н.у.) углеводород А ввели во взаимодействие с йодистым водородом с образованием вещества Б. При кипячении вещества Б в спиртовом растворе щелочи получили газ В, который хлорировали при 500°C с получением жидкого вещества Г. При кипячении смеси вещества Г и цианида калия в диметилформамиде получили вещество Д, которое поместили в автоклав, добавили никелевый катализатор и пропустили водород до прекращения его поглощения с получением вещества Е.

К раствору вещества Б в диэтиловом эфире добавляли магниевую стружку до тех пор, пока она не перестала растворяться, при этом получили вещество Ж, которое при взаимодействии с формальдегидом превратилось в вещество З.

Смесь веществ Е и З нагревали в присутствии каталитических количеств серной кислоты в автоклаве с образованием вещества И.

Известно, что при сжигании в кислороде 1 моль вещества А образуется 3 моль углекислого газа и 3 моль воды. Вещество А присоединяет бром, но не реагирует с водным раствором перманганата калия

Задание:

1. Определите структурную формулу вещества А.
2. Напишите уравнения всех протекающих химических реакций, используя структурные формулы органических веществ А, Б, В, Г, Д, Е, Ж, З, И.
3. Напишите уравнение реакций вещества А с бромом.
4. Назовите по номенклатуре ИЮПАК вещества Д и И.

Решение:

Из реакции сжигания ясно, что в молекуле вещества А 3 атома углерода и 6 атомов водорода, так как А – углеводород, других атомов нет, брутто формула А = C₃H₆. В этом случае А – циклопропан или пропилен. Циклопропан присоединяет бром с образованием 1,3-дибромпропана, но в отличие от пропилена циклопропан не окисляется водным раствором перманганата калия.

Циклопропан (А) → CH₃-CH₂-CH₂-J (Б) → CH₃-CH=CH₂ (В) → Cl-CH₂-CH=CH₂ (Г)
→ N≡C-CH₂-CH=CH₂ (Д) → H₂N-CH₂-CH₂-CH₂-CH₃ (Е).

(Б) → CH₃-CH₂-CH₂-MgJ (Ж) → CH₃-CH₂-CH₂-CH₂-OH (З).

(З)+(Е) → N,N-дибутиламин (И) (принимается название: дибутиламин).

При реакции циклопропана с бромом образуется 1,3-дибромпропан.

(Д) нитрил бут-3-еновой кислоты

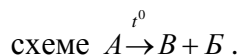
Система оценивания:

- | | |
|---|-----------|
| 1. За определение, что А - циклопропан | 1 балл |
| 2. За написание уравнений реакций по 1 баллу | 8 баллов |
| 3. За написание реакции циклопропана с бромом | 0,5 балла |
| 4. За название веществ Д и И по 0,25 балла | 0,5 балла |

Всего 10 баллов.

10 класс**Вариант 2****Решения****Задача 1**

Твердое вещество А красно-коричневого цвета массой 15,1 г при поднесении к нему тлеющей лучины разлагается со взрывом, не образуя газообразных продуктов по



Над продуктами В и Б при повышенной температуре пропустили кислород. Образовалось твердое вещество С и газ У. Масса твердого остатка после пропускания кислорода составила 15,9 г.

Газообразный У продули через избыток известковой воды, в результате выпал осадок К массой 20,0 г.

Вещество С растворили в серной кислоте. Полученный синий раствор выпарили без нагревания и получили 50,0 г голубых кристаллов П. Прокаливанием кристаллов П при температуре 300⁰С получено 32,0 г бесцветных кристаллов Х.

При растворении вещества А массой 15,1 г в избытке соляной кислоты образуется синий раствор и выделяется 2,24 л (н.у.) газа Э.

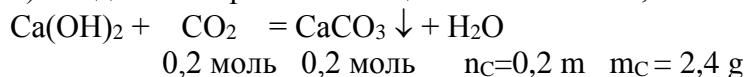
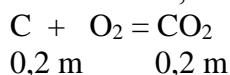
Задание

1. Определите формулы веществ А, Б, В, У, С, П, К, Х, Э.
2. Напишите уравнения всех описанных процессов и произведите необходимые расчеты
3. Используя необходимые из определенных веществ, напишите уравнения процессов синтеза хлоропренового каучука. Укажите используемые катализаторы, при написании уравнений используйте структурные формулы органических веществ.

Решение.

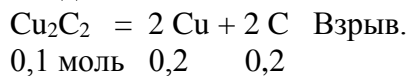
Вещества: А – Cu₂C₂, Б – С, В - Cu, У – CO₂, С – CuO, П – CuSO₄·5H₂O, К – CaCO₃, Х – CuSO₄, Э – C₂H₂.

1) Осадок К - карбонат кальция. Количество 0,2 моль.

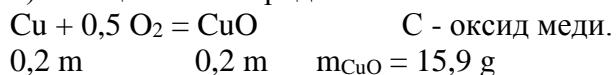
**Уравнение 1**

2) Второй элемент в соединении А - медь. Синее окрашивание растворов. Масса меди в А равна 15,1 - 2,4 = 12,7 г. n_{Cu} = 0,2 м.

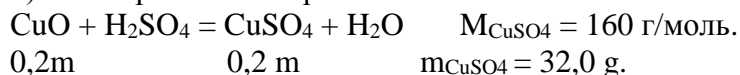
Соединение А - Cu₂C₂. М = 151 г/моль.

**Уравнение 2**

3) Реакция с кислородом.

**Уравнение 3**

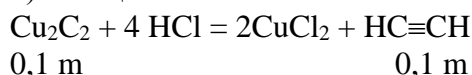
4) Растворение С в серной кислоте.

**Уравнение 4**

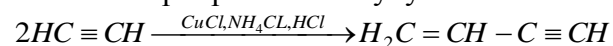
Масса голубых кристаллов П 50,0 г.

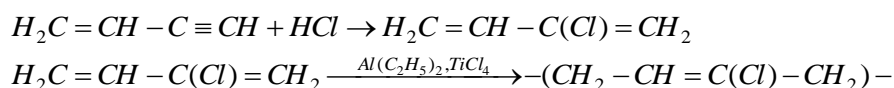
M_П = 50 : 0,2 = 250 г/моль CuSO₄·5H₂O

5) Реакция с соляной кислотой.

**Уравнение 5**

Синтез хлоропренового каучука:





Система оценивания:

- | | |
|--|-----------|
| 1. За определение формулы каждого вещества по 0,5 балла | 4,5 балла |
| 2. За каждое правильно составленное уравнение по 0,5 балла | 2,5 балла |
| 3. За синтез хлоропренового каучука | 3 балла |
- (если не указаны правильные катализаторы – по 0,5 балла за уравнение)

Всего 10 баллов.

Задача 2

Для восстановления водородом органических веществ в лабораторной практике используется никель Ренея.

Никель Ренея получают кипячением сплава Ni с металлом Y в концентрированном растворе NaOH. Затем нерастворившийся металл промывают дистиллированной водой и высушивают.

Навеску сплава массой 25,22 г с массовой долей металла Y, равной 83,24 % обработали раствором щёлочи, после промывания и высушивания получили 4,8 г никеля Ренея.

Известно, что металл Y – хрупкий переходный металл голубовато-белого цвета, тускнеет на воздухе, покрываясь тонким слоем оксида. Двойной сплав металла Y с медью имеет золотистый цвет. Металлом Y покрывают для защиты от коррозии листовую сталь, которой покрывают крыши или изготавливают ведра. Металл Y широко используется в изготовлении гальванических элементов, аккумуляторов.

Задание

1. Определите металл Y
2. Рассчитайте объём водорода (л, н. у.), выделившегося при реакции сплава с раствором щёлочи.
3. Определите отношение числа адсорбированных атомов водорода к числу атомов никеля в полученном образце катализатора.
4. Рассчитайте массу 1,3,5-циклогептатриена, который может быть полностью прогидрирован за счёт водорода в данном образце катализатора.
5. Рассчитайте массу ацетона, который может быть прогидрирован за счёт водорода в данном образце катализатора.

Считать, что весь водород в катализаторе затрачивается на гидрирование.

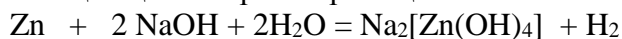
Решение

Металл X – цинк.

Масса цинка в образце 21,00 г, $n(\text{Zn}) = 0,323$ моль

Масса никеля в образце 4,22 г, $n(\text{Ni}) = 0,0715$ моль

Реакция цинка с раствором щёлочи.



$n(\text{Zn}) = n(\text{H}_2) = 0,323$ моль

Масса водорода, адсорбированного на поверхности никеля:

$m = 4,8 - 4,22 = 0,58$ г. $n(\text{H}_2)_{\text{адс.}} = 0,29$ моль. $n(\text{H})_{\text{адс.}} = 0,58$ моль

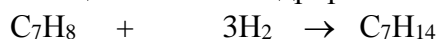
Количество водорода, выделившегося в виде газа:

$n(\text{H}_2)_{\text{газ.}} = 0,323 - 0,29 = 0,033$ моль

Объём газа $V = 22,4 \times 0,033 = 0,739$ л (н.у.).

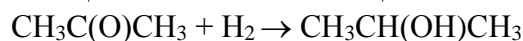
Отношение числа адсорбированных атомов водорода к числу атомов никеля равно $N_{\text{H}} : N_{\text{Ni}} = 0,58 : 0,0715 = 1 : 8,112 \approx 1 : 8$.

Реакция полного гидрирования 1,3,5-циклогептатриена:



0,0967 моль 0,29 моль Масса 1,3,5-циклогептатриена равна 8,896 г.

Реакция восстановления ацетона:



0,29 0,29 Масса изопропанола равна $0,29 \times 60 = 17,4$ г

Система оценивания:

- | | |
|--|--------|
| 1. За определение цинка | 1 балл |
| 2. За определение массы цинка и никеля в сплаве по 0,5 балла | 1 балл |
| 3. За написание уравнения реакции цинка с раствором щелочи | 1 балл |
| 4. За расчет массы водорода, адсорбированной на катализаторе | 1 балл |
| 5. За расчет массы водорода, выделившегося в виде газа | 1 балл |
| 6. За расчет отношения адсорбированных атомов водорода к числу атомов никеля | 1 балл |
| 7. За написание уравнения гидрирования 1,3,5-циклогептатриена | 1 балл |
| 8. За расчет массы 1,3,5-циклогептатриена | 1 балл |
| 9. За написание уравнения гидрирования ацетона | 1 балл |
| 10. За расчет массы ацетона | 1 балл |

Всего 10 баллов.

Задача 3

Эквимольная газовая смесь азота и оксида азота (II), объем которой при н.у. составляет 6,72 л, находится в герметичном сосуде объемом 5 л при температуре 298 К.

В сосуд с данной смесью ввели кислород.

После того, как газовая смесь приобрела бурую окраску, манометр показал, что давление в сосуде возросло на 37146 Па.

Затем в сосуд влили 60 г раствора гидроксида натрия с массовой долей щелочи 10% и смесь интенсивно взболтали. Бурая окраска газа исчезла.

Задание:

1. Определите объем (н.у.) введенного кислорода и состав газовой смеси после увеличения давления в молях.
2. Определите состав конечной газовой смеси в объемных процентах.
3. Рассчитайте конечное давление в сосуде.
4. Рассчитайте массовые доли веществ в полученном растворе.
5. Напишите уравнения всех процессов, происходящих в сосуде.

Примечание: изменением объема газовой смеси вследствие вливания раствора щелочи пренебречь, температуру в сосуде считать постоянной. Универсальная газовая постоянная $R = 8,31 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К}$.

Решение

Общее количество газов в исходной смеси равно 0,3 моль. Так как смесь эквимольная, $\nu(\text{N}_2) = \nu(\text{NO}) = 0,15$ моль.

Тогда начальное давление:

$$p_0 = \frac{\nu RT}{V} = \frac{0,3 \text{ моль} \cdot 8,31 \text{ Дж} \cdot 298 \text{ К}}{5 \text{ л} \cdot \text{моль} \cdot \text{К}} = 148,58 \text{ кПа}$$

Так как давление возросло, значит, кислород был взят в избытке, иначе, в соответствии с уравнением взаимодействия кислорода с оксидом азота (II), давление бы не изменилось:



Тогда

$$\nu(\text{O}_2)_{\text{изб}} = \frac{pV}{RT} = \frac{37,146 \text{ кПа} \cdot 5 \text{ л}}{8,31 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К} \cdot 298 \text{ К}} = 0,075 \text{ моль}$$

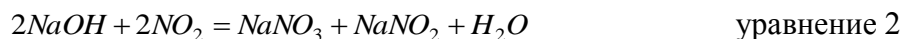
$$\nu(\text{O}_2)_{\text{прореаг}} = \frac{1}{2} \nu(\text{NO}) = 0,075 \text{ моль}$$

$$\nu(O_2)_{\text{общ}} = 0,15 \text{ моль}$$

$$V(O_2) \text{ при н.у.} = 3,36 \text{ л}$$

Состав смеси: 0,15 моль N_2 , 0,15 моль NO_2 и 0,075 моль O_2 .

$$\nu(NaOH) = \frac{m(p - pa) \cdot \omega(NaOH)}{M(NaOH)} = \frac{60 \cdot 0,1}{40} = 0,15 \text{ моль}$$



Так как, $\nu(NaOH) = \nu(NO_2)$, диоксида азота в конечной газовой смеси не осталось.

Значит, состав конечной газовой смеси 0,15 моль N_2 и 0,075 моль O_2 .

Или $\varphi(N_2) \approx 67\%$, $\varphi(O_2) \approx 33\%$.

Конечное давление в сосуде:

$$p_1 = \frac{\nu RT}{V} = \frac{0,225 \text{ моль} \cdot 8,31 \text{ Дж} \cdot 298 \text{ К}}{5 \text{ л} \cdot \text{моль} \cdot \text{К}} = 111,437 \text{ кПа}$$

Содержание солей в растворе:

$$\nu(NaNO_3) = \nu(NaNO_2) = \frac{1}{2} \nu(NO_2) = 0,075 \text{ моль}$$

$$m(p - pa) = m(p - paNaOH) + m(NO_2) = 60 + 0,15 \cdot 46 = 60 + 6,9 = 66,9$$

$$\omega(NaNO_3) = \frac{0,075 \cdot 85}{66,9} = 0,0953 \text{ или } 9,53\%$$

$$\omega(NaNO_2) = \frac{0,075 \cdot 69}{66,9} = 0,0774 \text{ или } 7,74\%$$

Система оценивания:

- | | |
|--|---------|
| 1. За каждое правильно написанное уравнение реакции по 1 баллу | 2 балла |
| 2. За определение объема кислорода и состав смеси после его введения | 3 балла |
| 3. Определение состава конечной смеси | 2 балла |
| 4. За определение конечного давления | 1 балл |
| 5. За определение массовых долей веществ в полученном растворе | 2 балла |

Всего 10 баллов.

Задача 4

Белое кристаллическое вещество А массой 18,8 г растворили в 2000 мл 0,1 М раствора NaOH, полученный раствор выпарили. Остаток, представляющий собой вещество Б, перенесли в автоклав, в который при 190°C и при повышенном давлении пропускали диоксид углерода до прекращения его поглощения. Полученный в автоклаве продукт В растворили в воде, к полученному раствору добавили 2000 мл 0,1 М раствора соляной кислоты, после чего выпал осадок вещества Г, который отфильтровали и тщательно высушили. Смесь всего полученного вещества Г, 20,4 г уксусного ангидрида и каталитических количеств серной кислоты нагревали несколько часов, после чего ее смешали с водой. Выпавший осадок вещества Д отфильтровали, высушили. Выход по первым трем стадиям 100%, а на последней стадии выход составил 85%.

Известно, что вещество А без остатка сгорает на воздухе, окрашивает раствор хлорида железа (III) в фиолетовый цвет, а также реагирует с концентрированной азотной кислотой с образованием желтого кристаллического вещества, обладающего взрывчатыми свойствами. Растворы вещества А обладают антисептическими свойствами.

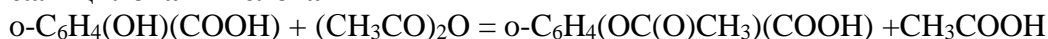
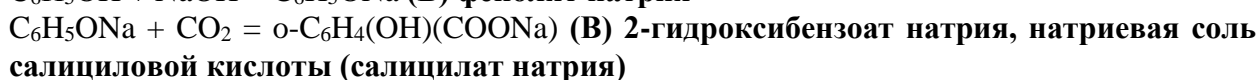
Задание:

1. Определите вещества А, Б, В, Г, Д, указав их структурные формулы.
2. Напишите уравнения реакции взаимодействия вещества А с хлоридом железа (III) и азотной кислотой.
3. Приведите тривиальные названия веществ В, Д и по номенклатуре ИЮПАК.
4. Приведите уравнения химических реакций по всем стадиям.
5. Определите массу вещества Д.
6. Каково основное применение вещества Д?
7. Объясните необходимость применения каталитических количеств серной кислоты на последней стадии в синтезе вещества Д.

Решение

Так как вещество А окрашивает раствор хлорида железа (III) в фиолетовый цвет и нитруется азотной кислотой, то это фенол.

Схема синтеза:



Д

Д = 2-ацетилоксибензойная кислота, ацетилсалициловая кислота, аспирин

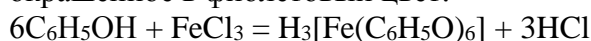
В реакцию вводят $18,8/94 = 0,2$ моль фенола, все реактивы по всем стадиям берут по 0,2 моль, выход по первым трем стадиям 100%, а на последней 85%, поэтому на выходе будет 0,17 моль ацетилсалициловой кислоты.

Масса ацетилсалициловой кислоты: $0,17 \times 180 = 30,6$ г.

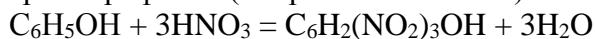
Основное применение вещества Д – лекарственное средство

Несколько капель серной кислоты необходимы для протонирования карбонильного атома кислорода в укусном ангидриде для увеличения частичного положительного заряда (электрофильности) на карбонильном атоме углерода, что облегчит нуклеофильную атаку атома кислорода фенола на карбонильный атом углерода

При реакции фенола с солями железа (III) образуется комплексное соединение, окрашенное в фиолетовый цвет:



При реакции фенола с концентрированной азотной кислотой образуется 2,4,6-тринитрофенол (пикриновая кислота)

**Система оценивания:**

- | | |
|--|-----------|
| 1. За определение, что А это фенол | 1 балл |
| 2. За написание уравнений реакции фенола с бромом и Fe^{3+} по 0,5 балла | 1 балл |
| 3. За названия веществ В и Д по ИЮПАК по 0,5 балла, за название, за тривиальные названия по 0,25 балла | 1,5 балла |
| 4. За каждое уравнение реакции синтеза аспирина по 0,5 балла | 2 балла |
| 5. За расчет массы полученного аспирина | 3 балла |
| 6. За объяснение применения аспирина | 0,5 балла |
| 7. За объяснение использования катализатора – серной кислоты | 1 балл |

Всего 10 баллов.

Задача 5

Газообразный (н.у.) углеводород А ввели во взаимодействие с йодистым водородом с образованием вещества Б. При кипячении смеси вещества Б и цианида калия в диметилформамиде получили вещество В, которое затем кипятили в водном растворе гидроксида калия, упаривали и подкисляли серной кислотой. Полученное вещество Г восстанавливали алюмогидридом лития до вещества Д, которое при нагревании с серной кислотой превратили в газ (н.у.) Е. Вещество Е хлорировали при 500°C с получением жидкого вещества Ж. К раствору вещества Ж в диэтиловом эфире добавляли магниевую стружку до тех пор, пока она не перестала растворяться, при этом получили вещество З, которое при взаимодействии с ацетальдегидом превратилось в вещество И.

Известно, что при сжигании в кислороде 1 моль вещества А образуется 3 моль углекислого газа и 3 моль воды. Вещество А присоединяет бром, но не реагирует с водным раствором перманганата калия

Задание:

1. Определите структурную формулу вещества А.
2. Напишите уравнения всех протекающих химических реакций, используя структурные формулы органических веществ А, Б, В, Г, Д, Е, Ж, З, И.
3. Напишите уравнение реакций вещества А с бромом.
4. Назовите по номенклатуре ИЮПАК вещества В и И.

Решение:

Из реакции сжигания ясно, что в молекуле вещества А 3 атома углерода и 6 атомов водорода, так как А – углеводород, других атомов нет, брутто формула А = C₃H₆. В этом случае А – циклопропан или пропилен. Циклопропан присоединяет бром с образованием 1,3-дибромпропана, но в отличие от пропилена циклопропан не окисляется водным раствором перманганата калия.

Циклопропан (А) → CH₃-CH₂-CH₂-I (Б) → CH₃-CH₂-CH₂-C≡N (В) → CH₃-CH₂-CH₂-COOH (Г) → CH₃-CH₂-CH₂-CH₂-OH (Д) → CH₃-CH₂-CH=CH₂ (Е) → Cl-CH(CH₃)-CH=CH₂ (Ж). → ClMg-CH(CH₃)-CH=CH₂ (З) HOCH(CH₃)-CH(CH₃)-CH=CH₂ (И).

При реакции циклопропана с бромом образуется 1,3-дибромпропан.

(В): бутиронитрил (принимаются названия нитрил бутановой кислоты, нитрил масляной кислоты)

(И): 1,2-диметилбут-3-ен-1-ол

Система оценивания:

- | | |
|---|-----------|
| 1. За определение, что А - циклопропан | 1 балл |
| 2. За написание уравнений реакций по 1 баллу | 8 баллов |
| 3. За написание реакции циклопропана с бромом | 0,5 балла |
| 4. За название веществ В и И по 0,25 балла | 0,5 балла |

Всего 10 баллов.