Всероссийская олимпиада школьников по химии

МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП 2013/2014 уч. г.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР

10 класс

Задание 10-1

Напишите уравнения реакций и рассчитайте изомерный состав смеси, образующейся при бромировании в газовой фазе при 127°С изобутана. Относительные реакционные способности первичной и третичной С-Н-связей выражаются соответственно числами 1:1600.

Решение 10-1

1) Изобутан имеет формулу:

CH_3-$CH(CH_3)$-CH_3

2) В молекуле изобутана 9 первичных и 1 третичная С-Н-связи

3) Уравнения реакций:

(1) CH_3-$CH(CH_3)$-CH_3 + Br_2 = CH_3-$CH(CH_3)$-CH_2Br + HBr

1-бром-2—метилпропан

(2) CH_3-$CH(CH_3)$-CH_3 + Br_2 = CH_3-C Br (CH_3)-CH_3 + HBr

2-бром-2—метилпропан

4) Расчеты:

Примем : Х-содержание первичного галогенида; (100-Х)- содержание третичного галогенида.

$9 \cdot 1/1 \cdot 1600 = X/(100-X)$

Отсюда Х=0,56

Состав образующейся смеси:

1-бром-2—метилпропан -0,56% (~ 0,6%) мол.

2-бром-2—метилпропан –99,44% (~99,6%)мол.

Система оценивания 10-1.

1) Установление формулы-1 балл;
2) Количество реакционных центров- 1 балл;
3) Уравнения реакций (1) и (2)- 2•2=4 балла;
4) Расчет состава образующейся смеси-4 балла;

Итого: 10 баллов

(Веселовская Т.К., Мачинская И.В., Пржияловская Н.М. Вопросы и задачи по органической химии. -М.: Высшая школа,1977.-С.11.

Задание 10-2

В результате реакции 15,9 г этилбензола с бромом в присутствии бромида железа выделился газ, который был поглощен и полностью прореагировал со 125 мл 0,2 М раствора бихромата калия. Установите качественный и количественный состав органических соединений, полученных в результате бромирования этилбензола. Составьте уравнения всех протекающих реакций.

Решение 10-2.

$K_2Cr_2O_7 + 14HBr \rightarrow 2KBr + 3Br_2 + 2CrBr_3 + 7H_2O$ 2

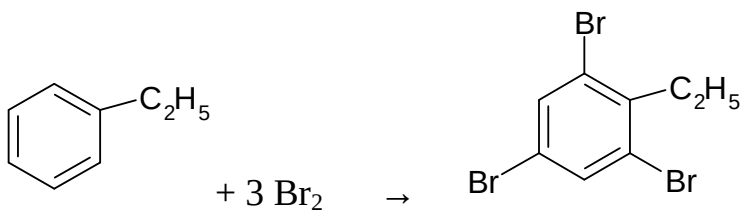
$n(K_2Cr_2O_7) = 0,2 \cdot 0,125 = 0,025$ моль, 1
$n(HBr) = 14 \cdot n(K_2Cr_2O_7) = 0,35$ моль

По условию задачи $n(C_6H_5C_2H_5) = 15,9/106 = 0,15$ моль 1

Соотношение $n(HBr) : n(C_6H_5C_2H_5) = 2,33 : 1$ 1

При соотношении $n(HBr) : n(C_6H_5C_2H_5) = 2 : 1$ образуется дизамещенное производное, а при соотношении 3 : 1 – тризамещенное. Поэтому в данном случае могут протекать 2 реакции: 1

x моль 2 *x* моль



1

y моль 3 *y* моль

6. Составим систему уравнений:

$$\begin{cases} x+ y = 0,15 \\ 2x + 3y = 0,35 \end{cases}$$ 1

Решение системы: x = 0,1 моль, y = 0,05 моль 1

Получено 0,1 моль 2,4-дибромэтилбензола и 0,05 моль 2,4,6 - трибромэтилбензола

Система оценивания10-2.

1 элемент: составление уравнения реакции HBr с $K_2Cr_2O_7$ - 2 балла

2 элемент: составление уравнений реакций этилбензола - по 1 баллу за уравнение — - 2 балла

3 элемент: определение количеств веществ и соотношения n(HBr) : $n(C_6H_5C_2H_5)$ - 3 балла

3 элемент: составление системы уравнений и расчет количеств продуктов - 3 балла

Итого 10 баллов

Задание 10-3

Смесь пропана, пропена и пропина способна присоединить 13,44 л водорода (н.у.) в присутствии катализатора. При пропускании данной смеси в аммиачный раствор оксида серебра образуется 14,7 г осадка. Плотность исходной смеси по водороду составляет 21,25.

1. Определите состав смеси процентах по объему.

2. Могут ли компоненты смеси взаимодействовать с водой и, если да, то в каких условиях? Напишите уравнения реакций.

Решение 10-3.

1. Состав смеси

$CH_3C{\equiv}CH + [Ag(NH_3)_2]OH \rightarrow CH_3C{\equiv}CAg + H_2O + 2NH_3$

определение количества пропина

масса осадка $CH_3C{\equiv}CAg$ соответствует 14,7:147 = 0,1 моль, т.е. в смеси 0,1 моль пропина

определение количества пропена

0,1 моль пропина присоединяет 0,2 моль водорода по уравнению,

$CH_3C{\equiv}CH + 2H_2 \rightarrow CH_3CH_2CH_3$

0,1моль 0,2 моль

Всего смесь присоединяет (13,44:22,4)=0,6 моль водорода. Значит 0,4 моль водорода присоединяется к пропену, это и есть его количество

$CH_3CH{=}CH_2 + H_2 \rightarrow CH_3CH_2CH_3$

0,4моль 0,4 моль

определение количества пропана

пусть в смеси *x* моль пропана, тогда вся смесь составляет
x + 0,1 +0,4 = (*x* + 0,5) моль
Плотность смеси по водороду можно записать в виде:
44 x/(x + 0,5) + 42 0,4/(x + 0,5) + 40 0,1 /(x + 0,5) = 21,25·2
отсюда x = 0,3
состав смеси в %:
пропин —12,5%, пропен — 50,0%, пропан — 37,5%.

2. реакции с водой
пропен: присоединение в кислой среде по правилу Марковникова с получением пропанола-2

$CH_3CH{=}CH_2 + H_2O \rightarrow CH_3CH(OH)CH_3$

пропин: в присутствии солей ртути с получением ацетона

$CH_3C{\equiv}CH + H_2O \rightarrow CH_3COCH_3$

Система оценивания 10-3.

1 элемент: составление уравнений реакций — по 1 баллу за уравнение —	5 баллов
2 элемент: расчет количеств пропина, пропена и пропана	— 2 балла
3 элемент: расчет количеств пропана	— 3 балла
Итого	***10 баллов***

LXV Московская городская олимпиада школьников по Химии. Городской этап 10 класс *2008/2009 уч .год*

Задание 10-4

Равновесие реакции синтеза аммиака, протекающей в закрытом сосуде при постоянной температуре, наступило, когда давление упало на 10%. Начальные концентрации азота и водорода равны 0.2 моль/л. Рассчитайте константу равновесия.

Решение 10-4.

Уравнение Менделеева-Клапейрона $pV = \nu RT$ для каждого из газов можно записать в виде $p = CRT$, где $C = \nu / V$ – это концентрация данного газа (моль/л).

$p_{нач} = (0.2 + 0.2)RT$

Пусть прореагировало *x* моль/л азота.

Уравнение обратимой реакции:

	N_2	+	$3H_2$	$\rightleftharpoons$	$2NH_3$.
Начальные конц., моль/л	0.2		0.2		0
Изменение конц.	–x		-3x		+2x
Равновесные конц.	(0.2-x)		(0.2-3x)		2x

Тогда:

$0.9\ p_{нач} = ((0.2 - x) + (0.2 - 3x) + 2x)RT$
и
$0.9=(0.4 - 2x)/0,4$
откуда x = 0.02 моль/л.
Концентрации газов в равновесии:
$[N_2] = 0.2 – 0.02 = 0.18$ моль/л,
$[H_2] = 0.2 – 0.02 \cdot 3 = 0.14$ моль/л,
$[NH_3] = 0.02 \cdot 2 = 0.04$ моль/л.

Константа равновесия, выраженная через концентрации:

$K= ([NH_3])^2/([N_2]\ [H_2]^3) = (0.04)^2/(0.18\ (0.14)^3)= 3.24.$
Ответ: $K_c = 3.24$ л^2/моль^2.

Система оценивания 10-4

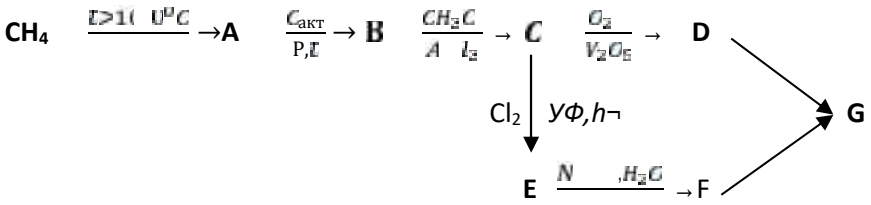
1 элемент: запись уравнения Менделеева-Клапейрона - 1 балл
2 элемент: составление уравнения реакции и выражений равновесных концентраций - 3 балла
3 элемент: составление уравнения и расчет равновесных концентраций - 4 балла
4 элемент: запись выражения и расчет константы равновесия - 2 балла

Итого 10 баллов

Вступительные экзамены и олимпиады по химии в Московском университете: 2006

Задание 10-5

Синтезировать вещество, используемое в лечебной практике как антисептическое средство согласно схеме:



РЕШЕНИЕ 10-5

Уравнения реакций:

(1) Пиролиз метана: $2\ CH_4 \xrightarrow{t>1(\ 0^{\circ}C} CH{\equiv}CH + 3H_2$

(2) Тримеризация ацетилена (**A**): $3\ C_2H_2 \xrightarrow[P,t]{C_{акт}} C_6H_6$

(3) Алкилирование бензола (**B**) : $C_6H_6 \xrightarrow[Al\ t]{CH_3C} C_6H_5CH_3 + HCL$

(4) Окисление толуола (**C**) : $C_6H_5CH_3 \xrightarrow[V_2O_5]{O_2} C_6H_5COOH$

(5) Галогенирование толуола: $C_6H_5CH_3 \xrightarrow[\text{УФсвет}]{Cl_2} C_6H_5CH_2Cl + HCl$

(6) Гидролиз бензилхлорида(**E**): $C_6H_5CH_2Cl \xrightarrow{N \quad H_2O} C_6H_5CH_2OH + NaCl$

Взаимодействие бензойной кислоты(**D**) и бензилового спирта(**F**):

(7) $C_6H_5COOH + C_6H_5CH_2OH \xrightarrow{(H^+)} C_6H_5C(O)OCH_2C_6H_5 + H_2O$

Образуется целевой продукт – бензилбензоат (**G**)

Система оценивания 10-5.

Уравнения (1)-(4)---------4·1 =4 балла

Уравнения (5)-(7)---- 3·2 =6 баллов

Итого 10 баллов

(Гуревич П.А., Кабешов М.А.Органическая химия. Полезные советы для школьников и учителей- теория, история, задачи и решения. -Казань: РИЦ «Школа», 2004.-348 с.)