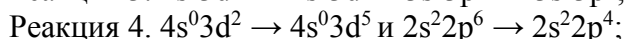
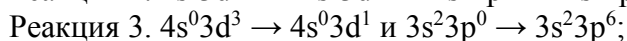
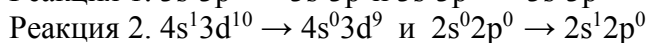
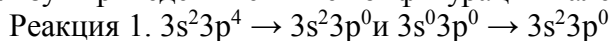


11 КЛАСС

ЗАДАНИЕ 11-1 «ОВР – ОЧЕНЬ ВАЖНЫЕ РЕАКЦИИ»

Определите элементы и напишите окислительно-восстановительные реакции, используя приведенные ниже конфигурации валентных электронов двух элементов.



РЕШЕНИЕ

См. решение задания 9-2 «ОВР – Очень Важные Реакции»

ЗАДАНИЕ 11-2 «ХИМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ»

Два стакана одинаковой массы, в одном из которых находится 100 г 17%-ного раствора нитрата серебра, а в другом – 100 г 18,25%-ной соляной кислоты, поместили на две чаши весов. Через раствор нитрата серебра пропустили постоянный ток с силой в 7,1 А в течение 10,5 мин, а к соляной кислоте добавили 10 г карбоната кальция.

Вычислите массу железа, которую необходимо добавить в стакан с нитратом серебра, чтобы весы уравнились.

Для справки: Постоянная Фарадея – 96500 Кл/моль

РЕШЕНИЕ

См. решение задания 9-4 «Химическое равновесие»

ЗАДАНИЕ 11-3 «ГРЕМУЧИЙ ГАЗ»

Известно, что чистый водород горит спокойным ровным пламенем. Однако стехиометрическая смесь его с кислородом, называемая «гремучим газом», способна воспламениться не только от пламени, но и от искры даже с незначительной энергией. В этом случае процесс горения протекает чрезвычайно быстро, с громким хлопком, который субъективно воспринимается как взрыв. В соответствии с этим можно считать, что при стандартных условиях процесс горения водорода в кислороде протекает самопроизвольно, то есть, термодинамически допустим.

1. В каком объемном соотношении водород и воздух образуют наиболее взрывоопасную смесь?

2. Помня, что одним из критериев равновесия является выполнение условия $\Delta_r G^0 \leq 0$, и, используя необходимые данные из справочных материалов, вычислите максимальную



температуру, при которой данный процесс протекает самопроизвольно. Зависимостью термодинамических констант веществ от температуры следует пренебречь.

На школьных практикумах демонстрируют это явление в виде опыта «Взрыв водорода в консервной банке». Для этого перевернутую консервную банку с заткнутой дыркой на дне заполняют водородом (например, из аппарата Киппа). Через несколько минут, когда из банки водород полностью вытеснит воздух, дырку открывают и подносят к ней тлеющую лучину. У отверстия загорается небольшим пламенем выходящий из банки водород. По мере того, как снизу в банку набирается воздух, горение становится все более беспокойным, появляется гудение и тонкий писк. Когда в банке собирается достаточное количество воздуха, происходит громкий, но не опасный взрыв, и банка подпрыгивает вверх в результате взрыва газовой смеси.



3. Используя необходимые данные из справочных материалов и допустив, что 0,1% теплоты, выделяющейся в ходе реакции, расходуется на работу по подъему тела, вычислите высоту, на которую в результате взрыва, произведенного при стандартных условиях (1 атм, 25 °С), взлетит вертикально вверх банка массой 30 г и внутренним объемом 0,5 л. Сопротивлением воздуха следует пренебречь.

Справочные материалы:

1. Единственными компонентами воздуха считать кислород и азот в объемном соотношении $\frac{V(N_2)}{V(O_2)} = \frac{4}{1}$.

2. Уравнение энергии Гиббса: $\Delta_r G^\circ = \Delta_r H^\circ - T\Delta S^\circ$

3. Уравнение Менделеева-Клапейрона: $pV = nRT$

4. Условие изотермического процесса: $\Delta_r H = -E_{\text{пот}}$

5. Уравнение потенциальной энергии (для расчета высоты подъема): $E_{\text{пот}} = -mgh$

6. Физические константы: $R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль}\cdot\text{К})$; $g = 10 \text{ м}/\text{с}^2$.

7. Термодинамические константы:

	$\Delta_r H^\circ_{298}$, кДж/моль	ΔS°_{298} , Дж/(моль·К)
$H_{2(g)}$	0	131
$O_{2(g)}$	0	205
$H_2O_{(г)}$	-242	189

РЕШЕНИЕ

См. решение задания «Гремучий газ» 9-3

ЗАДАНИЕ 11-4 «ВОЛШЕБНИК ИЗ СТРАНЫ ОЗ»

Реакция алкенов с озоном – озонлиз – один из наиболее важных методов окислительного расщепления алкенов по кратной связи. В течение длительного времени эта реакция служила основным методом определения строения углеводородов, а также находила применение в синтезе разнообразных органических соединений.

При озонлизе смеси органических соединений А и В состава $C_{10}H_{12}$ и C_6H_8 соответственно (обе молекулы имеют ось симметрии и не содержат тройных связей $C\equiv C$) с дальнейшим окислительным расщеплением продуктов перекисью водорода, образовалось только 2 вещества, содержащих атомы углерода: 1,448 л газа ($p=3 \text{ атм.}$, $T=80^\circ\text{C}$) и раствор неразветвленной ациклической кислоты с молекулярной формулой $C_5H_6O_5$, для нейтрализации которой потребовалось 214 мл раствора гидроксида натрия с массовой долей щелочи 11,67% ($\rho=1120 \text{ кг}/\text{м}^3$).

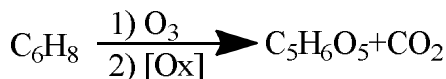
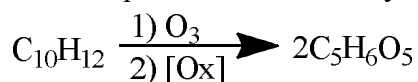
1. Определите соединения А и В и нарисуйте их структурные формулы. Определите массовые доли соединений А и В в исходной смеси. Ответ подтвердите расчетами.

2. Напишите механизм реакции озонлиза на примере озонлиза 2-метилбутена-2 с обработкой промежуточного продукта перекисью водорода (окислительное расщепление). Приведите названия первых двух промежуточных продуктов, образующихся из алкена при действии на него озона.

3. Приведите условия озонлиза с восстановительным расщеплением продуктов. Нарисуйте структурные формулы соединений, которые должны получиться в результате озонлиза соединений А и В с восстановительным расщеплением продуктов.

РЕШЕНИЕ

1) Если посмотреть на количество атомов углерода в молекулах А и В ($C_{10}H_{12}$ и C_6H_8) и в продуктах их озонлиза с окислительным расщеплением ($C_5H_6O_5$ и CO_2), то первое предположение, которое можно сделать: озонлиз 1 молекулы соединения А с окислительным расщеплением продуктов приводит к образованию 2 молекул кислоты $C_5H_6O_5$, а озонлиз 1 молекулы соединения В с окислительным расщеплением продуктов приводит к образованию 1 молекулы кислоты $C_5H_6O_5$, и 1 молекулы CO_2 :



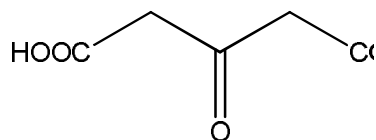
В таком случае, пусть $\nu(C_{10}H_{12})=x$ моль, $\nu(C_6H_8)=y$ моль.

Тогда $\nu(C_5H_6O_5)=2x+y$ моль, $\nu(CO_2)=y$ моль.

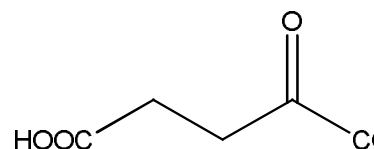
По закону Менделеева-Клапейрона:

$$\nu(C_6H_8) = \nu(CO_2) = \frac{pV}{RT} = \frac{3 \times 101325 \times 0,001448}{8,31 \times 353} = 0,15 \text{ моль}$$

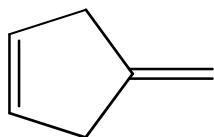
Принимая во внимание, что кислота $C_5H_6O_5$ имеет неразветвленную ациклическую молекулу, и то что при ее получении из C_6H_8 выделяется эквивалентное количество CO_2 , можно сделать вывод, что кислота является дикарбоновой, и может иметь следующее строение:



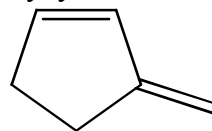
или



В таком случае, соединение В должно иметь формулу



ли



С учетом требования о наличии оси симметрии у молекулы соединения В, подходит только левая формула для соединения В (и, соответственно, левая формула для кислоты $C_5H_6O_5$).

Рассчитаем, какое количество $NaOH$ должно пойти на нейтрализацию кислоты $C_5H_6O_5$:

$$\nu(NaOH) = \frac{\rho_{p-ра} V_{p-ра}}{M(NaOH) \times 100\%} \times \omega(NaOH) = \frac{1,12 \times 214}{40 \times 100\%} \times 11,67 = 0,7 \text{ моль}$$

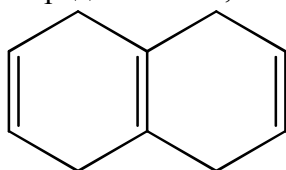
В таком случае $\nu(C_5H_6O_5) = \frac{\nu(NaOH)}{2} = 0,35 \text{ моль}$

Тогда,

$$2x + 0,15 = 0,35$$

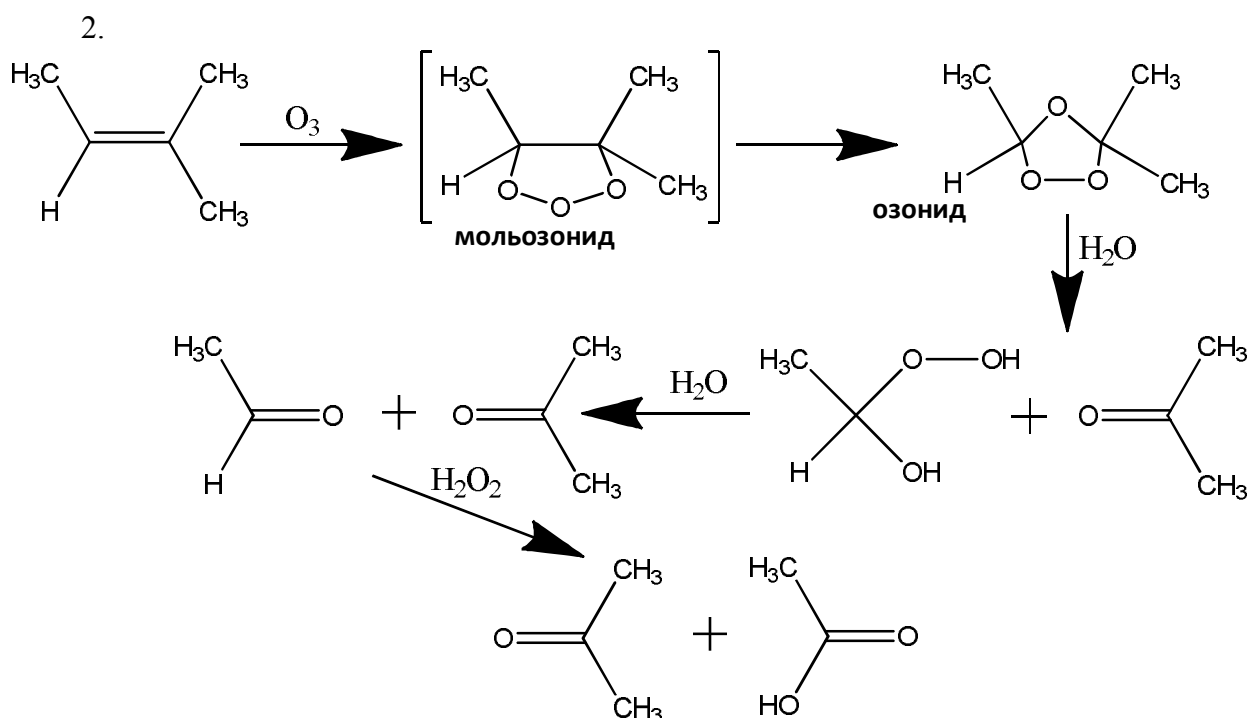
$$x = \nu(\text{C}_{10}\text{H}_{12}) = 0,1 \text{ моль}$$

С учетом найденных структурных формул соединения В, кислоты $\text{C}_5\text{H}_6\text{O}_5$, степени ненасыщенности и требования о наличии оси симметрии у молекулы соединения А, можно предположить, что молекула соединения А имеет 2 цикла и 3 кратных связи:



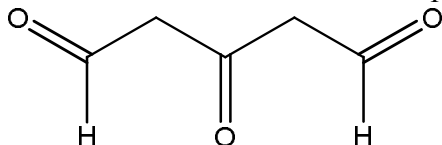
Массовые доли А и В в смеси составляют:

$$\omega(\text{C}_6\text{H}_8) = \frac{0,15 \times 80}{0,15 \times 80 + 0,1 \times 132} \times 100\% = 47,6\%; \quad \omega(\text{C}_{10}\text{H}_{12}) = 52,4\%$$



3) Условия восстановительного расщепления продуктов озонлиза: $\text{Na}_2\text{SO}_3/\text{H}_2\text{O}$ или Zn/AcOH .

Единственный органический продукт, который образовался бы из соединений А и В при озонлизе и восстановительном расщеплении их озонидов:



Система оценивания:

Правильное определение количества CO_2 0,5 балла

Правильное определение структурных формул кислоты $\text{C}_5\text{H}_6\text{O}_5$ и соединения В 2 x 1 = 2 балла

Правильное определение количества соединения В 0,5 балла

Правильное определение количества NaOH 0,5 балла

Правильное определение количества соединения А 1 балл

Правильное определение структурной формулы соединения А 1 балл

Правильный расчет массовых долей соединений А и В в смеси 0,5 балла

Верное указание механизма реакции озонолиза с окислительным расщеплением (с указанием минимум 3 стадий – образования мольозонида, образования озонида, образования конечных продуктов в присутствии H_2O_2) 3 x 1 = 3 балла

Верное указание названий промежуточных продуктов озонолиза – мольозонида и озонида 2 x 0,5 = 1 балл

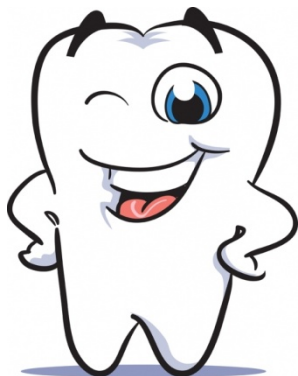
Верное указание условий восстановительного расщепления продуктов озонолиза 1 балл

Правильное определение структурной формулы единственного продукта озонолиза соединений А и В с восстановительным расщеплением озонида 1 балл

Итого: 12 баллов

ЗАДАНИЕ 11-5 «ПЯТЫЙ ЭЛЕМЕНТ»

При полном гидролизе 1 г двух бинарных соединений X_1 и X_2 , имеющих одинаковый качественный состав, в обоих случаях образуются смеси двух кислот. Для нейтрализации продуктов гидролиза X_1 и X_2 понадобилось 38,40 мл и 36,36 мл 1М раствора NaOH, соответственно. Соединения X_1 и X_2 содержат элемент X, массовая доля которого составляет 14,87 % и 22,54 %, соответственно.



1. Установите формулы соединений X_1 и X_2 , если известно, что основное количество элемента X в человеческом организме сосредоточено в зубной и костной ткани.

2. Составьте уравнения протекающих реакций. На основании расчетных данных по затраченному количеству щелочи, объясните кажущееся расхождение между теоретическими и экспериментальными наблюдениями.

3. Соединение X_2 имело широкое применение в органическом синтезе, пока не был синтезирован его аналог со схожим комплексом химических свойств. Приведите не менее двух реакций, подтверждающих практическую значимость соединения X_2 . Почему использование аналога соединения X_2 является более выгодным?

4. Один из продуктов гидролиза соединения X_1 склонен к олигомеризации с образованием димеров и тримеров. Изобразите их структурные формулы и предположите, какую биологическую роль они играют в человеческом организме.

РЕШЕНИЕ

См. решение задания 10-4 «Пятый элемент»