

Гидролиз неорганических веществ**Из опыта работы в классах с углубленным изучением химии и подготовки к ЕНТ**

Водные растворы солей имеют разные значения рН и показывают различную реакцию среды – кислую, щелочную, нейтральную.

Например, водный раствор хлорида алюминия имеет, кислую среду ($\text{pH} < 7$), раствор карбоната калия – щелочную среду ($\text{pH} > 7$), растворы хлорида натрия и нитрата калия – нейтральную среду ($\text{pH} = 7$). Эти соли не содержат в своем составе ионы водорода или гидроксид- ионы, которые определяют среду раствора. Это объясняется тем, что в водных растворах соли подвергаются гидролизу.

Гидролизом солей называют взаимодействие ионов соли с водой, в результате, которого образуются слабые электролиты.

Сущность гидролиза сводится к химическому взаимодействию катионов или анионов соли с гидроксид-ионами или ионами водорода из молекул воды. В результате этого взаимодействия образуется малодиссоциирующее соединение (слабый электролит).

Химическое равновесие диссоциации воды смещается вправо: $\text{H}_2\text{O} = \text{H}^+ + \text{OH}^-$

Поэтому в водном растворе соли появляется избыток свободных ионов водорода или гидроксид-ионов, и раствор соли показывает, кислую или щелочную среду.

Гидролиз - процесс обратимый для большинства солей. В состоянии равновесия только небольшая часть ионов соли гидролизуется. Количественно гидролиз характеризуется степенью гидролиза (h).

Степень гидролиза равна отношению числа гидролизованых молекул соли к общему числу растворенных молекул

$$h = n/N$$

n - число молекул соли, подвергшихся гидролизу

N - Общее число растворенных молекул соли

Степень гидролиза зависит от природы соли, концентрации раствора и температуры. При разбавлении раствора, повышении температуры степень гидролиза увеличивается.

Любую соль можно представить как продукт взаимодействия кислоты и основания. Например, соль NaClO образована слабой кислотой HClO и сильным основанием NaOH . В зависимости от силы исходной кислоты и исходного основания соли можно разделить на 4 типа:

I Соли, образованы сильным основанием и слабой кислотой

Примеры: NaCN , CH_3COOK , Rb_2CO_3 , Na_2SO_3

II Соли, образованы слабым основанием и сильной кислотой

Примеры: CuCl_2 , NH_4Br , FeSO_4 , $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$

III Соли, образованы слабым основанием и слабой кислотой

Примеры: $\text{CH}_3\text{COONH}_4$, Al_2S_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{S}$

IV Соли, образованы сильным основанием и сильной кислотой

Примеры: NaCl , K_2SO_4 , CsBr , BaI_2

Соли I, II, III типов подвергаются гидролизу, соли IV типа не подвергаются гидролизу.

Рассмотрим примеры гидролиза различных типов солей

I Соли, образованные сильным основанием и слабой кислотой, подвергаются гидролизу по аниону

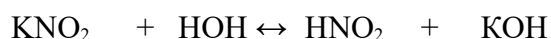
Эти соли образованы катионом сильного основания и анионом слабой кислоты, который связывает катион водорода H^+ молекулы воды, образуя слабый электролит кислоту.

Пример. Составим молекулярное и ионное уравнения гидролиза нитрита калия KNO_2

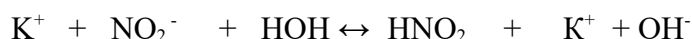
Соль KNO_2 образована слабой кислотой HNO_2 и сильным основанием KOH

Напишем уравнение гидролиза соли KNO_2 :

Молекулярное уравнение:



Полное ионное уравнение:



Сокращенное ионное уравнение:



Механизм гидролиза этой соли:

Уравнение диссоциации KNO_2 :



Уравнение диссоциации H_2O :



Ионы H^+ и NO_2^- соединяются и образуют молекулы слабого электролита

HNO_2

Так как ионы H^+ соединяются в молекулы слабого электролита HNO_2 , их концентрация уменьшается и равновесие процесса диссоциации воды по принципу Ле - Шателье

смещается вправо: $\text{HOH} \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{OH}^-$

В растворе увеличивается концентрация свободных гидроксид-ионов, поэтому раствор соли KNO_2 имеет щелочную реакцию среды ($\text{pH} > 7$)

Вывод: Соли, образованные сильным основанием и слабой кислотой, при растворении в воде показывают щелочную реакцию среды, $\text{pH} > 7$.

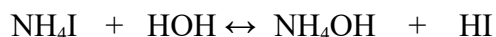
II Соли, образованные слабым основанием и сильной кислотой, гидролизуются по катиону.

Эти соли образованы катионом слабого основания и анионом сильной кислоты. Катион соли связывает гидроксид – ион воды, образуя слабый электролит (основание)

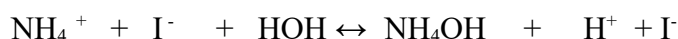
Пример. Составим молекулярное и ионное уравнения гидролиза йодида аммония NH_4I . Соль NH_4I слабым однокислотным основанием NH_4OH и сильной кислотой HI .

Напишем уравнение гидролиза соли NH_4I

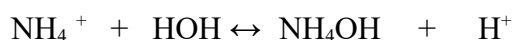
Молекулярное уравнение:



Полное ионное уравнение:



Сокращенное ионное уравнение:



При растворении в воде соли NH_4I катионы аммония связываются с гидроксид-ионами воды, образуя слабый электролит – гидроксид аммония NH_4OH . В растворе появляется избыток ионов водорода H^+ . Среда раствора соли NH_4I - кислая, $\text{pH} < 7$.

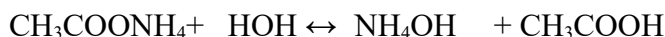
Вывод: Соли, образованные слабым основанием и сильной кислотой, при растворении в воде показывают, кислую реакцию среды, $\text{pH} < 7$.

III Соли, образованы слабым основанием и слабой кислотой, гидролизуются одновременно и по катиону, и по аниону.

Эти соли образованы катионом слабого основания, который связывает гидроксид-ионы из молекулы воды и образует слабое основание, и анионом слабой кислоты, который связывает ионы водорода из молекулы воды и образует слабую кислоту. Реакция растворов этих солей может быть нейтральной, слабокислой и слабощелочной. Это зависит от констант диссоциации слабой кислоты и слабого основания, которые образуются в результате гидролиза.

Пример 1: Составим уравнение гидролиза ацетата аммония $\text{CH}_3\text{COONH}_4$.

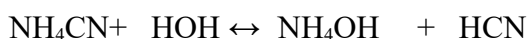
Эта соль образована слабой уксусной кислотой CH_3COOH и слабым основанием NH_4OH .



Реакция раствора $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ - нейтральная ($\text{pH} = 7$), потому что $K_d(\text{CH}_3\text{COOH}) = K_d(\text{NH}_4\text{OH})$

Пример 2. Составим уравнение гидролиза цианида аммония NH_4CN . Эта соль образована слабой синильной кислотой и слабым основанием NH_4OH .

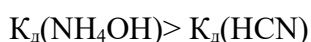
Молекулярное уравнение:



Ионное уравнение:



Реакция раствора соли NH_4CN – слабо щелочная ($\text{pH} > 7$), потому что

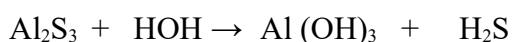


Для большинства солей гидролиз является обратимым процессом. В состоянии равновесия гидролизуется только небольшая часть соли. Однако некоторые соли полностью разлагаются водой, т.е. для них гидролиз является необратимым.

Необратимый гидролиз

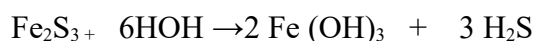
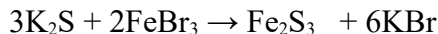
Необратимому гидролизу подвергаются соли, образованные слабым основанием и слабой кислотой. Такие соли не могут существовать в водных растворах. Например, Al_2S_3 , $\text{Fe}_2(\text{CO}_3)_3$, $(\text{NH}_4)_2\text{SiO}_3$.

Пример: Составим уравнение гидролиза сульфида алюминия Al_2S_3

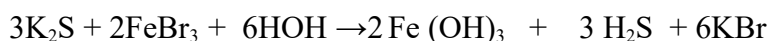


Гидролиз сульфида алюминия протекает практически полностью до образования гидроксида алюминия $\text{Al}(\text{OH})_3$ и сероводорода H_2S .

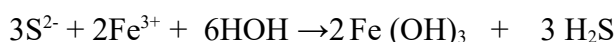
Поэтому в результате обменных реакций между водными растворами некоторых солей не всегда образуются две новые соли. Одна из этих солей может подвергаться необратимому гидролизу с образованием соответствующего нерастворимого основания и слабой летучей (нерастворимой) кислоты. Например:



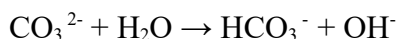
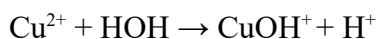
Суммируя эти два уравнения, получим:



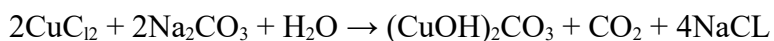
Или в ионном виде:



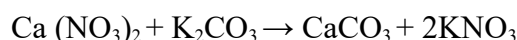
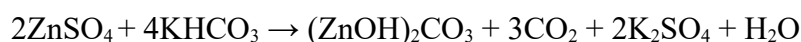
Рассмотрим случай смешения водных растворов двух солей, гидролизированных по катиону и аниону:



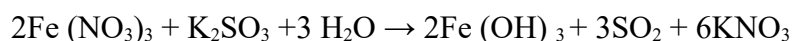
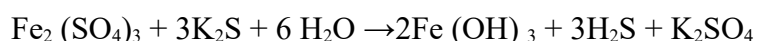
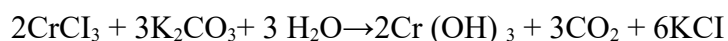
Как видно, продукты гидролиза первой соли усиливают гидролиз второй соли и наоборот. Этот процесс называется «взаимное усиление гидролиза» или «совместный гидролиз» и это ведет к тому, что в подобных случаях получаются продукты гидролиза, а не обменных процессов. В рассматриваемом случае образуется основной карбонат меди:



Аналогичный по составу продукт получается при сливании растворов карбоната или гидрокарбоната и соли любого двухвалентного металла, кроме солей кальция, стронция, бария и железа(II).



При сливании растворов солей трехвалентных металлов, гидролизованных в общем случае сильнее солей двухвалентных металлов, с растворами солей гидролизованных по аниону, например с растворами карбонатов взаимное усиление гидролиза ведет к полному гидролизу той и другой соли, например:



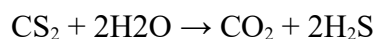
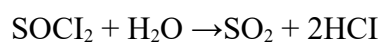
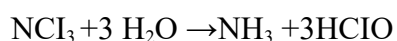
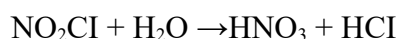
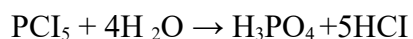
IV Соли, образованные сильным основанием и сильной кислотой, не гидролизуются, потому что катионы и анионы этих солей не связываются с ионами H^+ и OH^- воды, т.е. не образуют с ними молекул слабых электролитов. Равновесие диссоциации воды не смещается. Среда растворов этих солей - нейтральная ($\text{pH}=7$), так как концентрация ионов H^+ и OH^-

В их растворах равны, как в чистой воде.

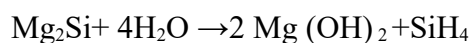
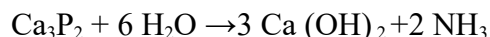
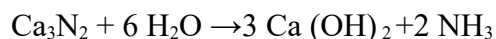
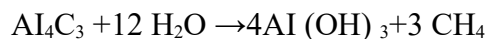
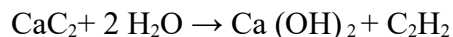
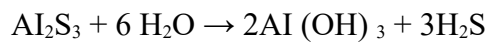
Вывод: Соли, образованные сильным основанием и сильной кислотой, при растворении в воде гидролизу не подвергаются и показывают нейтральную реакцию среды ($\text{pH}=7$).

Гидролизу подвергаются не только соли, но и другие неорганические соединения. Гидролизуются также жиры, углеводы, белки и другие вещества, свойства которых изучаются в курсе органической химии. Поэтому можно дать более общее определение процесса гидролиза: **Гидролиз – это реакция обменного разложения веществ водой.** Из приведенных уравнений гидролиза ясно, что простейшим способом усиления гидролиза по катиону, является добавление в раствор щелочи, а для усиления гидролиза по аниону – добавление в раствор кислоты.

Гидролиз галогенангидридов и тиоангидридов, являющихся производными кислот, протекает в основном необратимо:



Необратимо гидролизуются и многие бинарные соединения, образованные металлом и неметаллом.



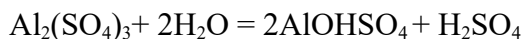
Примеры решения тестовых заданий по теме « Гидролиз»

2011 год (задания из учебно-методического пособия НЦТ)

Вариант 1 №3 2011 год Кислая среда в растворе

А) NaCl Б) Ca(NO₃)₂ В) Na₃PO₄ Д) **Al₂(SO₄)₃** Е) Na₂S

Решение: Кислую среду, образуют соли, состоящие из слабого основания и сильной кислоты, то есть это соль Al₂(SO₄)₃, эта соль образована слабым основанием Al(OH)₃ и сильной кислотой H₂SO₄



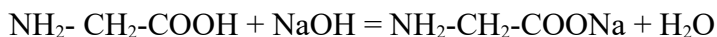
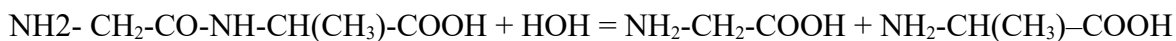
Ответ: Д) Al₂(SO₄)₃

Вариант 1 №24 2011 год

Масса 40% раствора гидроксида натрия, необходимого для взаимодействия с глицином, полученным при гидролизе 14,6 г глицилаланина.

А) 20г В) 40г С) **10г** Д) 80г Е) 60г

Решение: Составим УХР гидролиза дипептида:



Найдем количество вещества дипептида

$$v(\text{дипептида}) = m/M = 14,6\text{г}/146\text{г/моль} = 0,1 \text{ моль}$$

$$v(\text{глицина}) = v(\text{дипептида}) = 0,1 \text{ моль}$$

$$v(\text{глицина}) = v(\text{NaOH}) = 0,1 \text{ моль}$$

Найдем массу раствора едкого натра по формуле:

$$m(\text{раствора NaOH}) = v(\text{NaOH}) \cdot M(\text{NaOH})/\omega(\text{NaOH}) = 0,1\text{моль} \cdot 40 \text{ г/моль} / 0,4 = 10\text{г}.$$

Ответ С) 10г

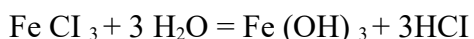
Вариант 4 №3 2011 год

При полном гидролизе хлорида железа (III) образуется

А) Катион железа (III) В) Гексагидроферрат-ион
С) Тетрагидроферрат-ион Д) Катион железа (II) Е) **Гидроксид железа (III)**

Решение: При полном гидролизе хлорида железа (III) образуется гидроксид железа (III).

Составим уравнение полного гидролиза данной соли:



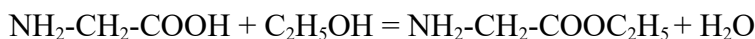
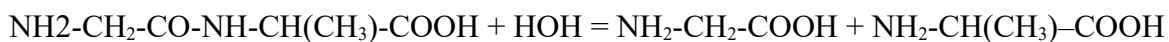
Ответ: Е) Гидроксид железа (III)

Вариант 7 №24 2011 год

Масса сложного эфира, который получается при взаимодействии 200 мл 92% раствора (с плотностью 0,5 г/мл) этилового спирта с глицином, полученном гидролизом 14,6 г глицилаланина

А) 14,3г В) 11,3г С) 12,3г Д) **10,3г** Е) 13,3г

Решение: Составим УХР гидролиза дипептида:



Найдем количество вещества дипептида и этанола:

$$v(\text{дипептида}) = m/M = 14,6\text{г} / 146\text{г/моль} = 0,1 \text{ моль (в недостатке)}$$

$$v(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = V(\rho(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) \omega(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) \rho(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})/M(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})) = 200\text{мл} \cdot 0,92\text{г/мл} \cdot 0,5\text{г/мл} / 46\text{г/моль} = 2 \text{ моль (в избытке)}$$

$$v(\text{глицина}) = v(\text{дипептида}) = 0,1 \text{ моль}$$

$$v(\text{глицина}) = v(\text{NH}_2\text{-CH}_2\text{-COOC}_2\text{H}_5) = 0,1 \text{ моль}$$

Масса сложного эфира равна:

$$m(\text{NH}_2\text{-CH}_2\text{-COOC}_2\text{H}_5) = v(\text{NH}_2\text{-CH}_2\text{-COOC}_2\text{H}_5) M(\text{NH}_2\text{-CH}_2\text{-COOC}_2\text{H}_5) = 0,1\text{моль}$$

$$103\text{г/моль} = 10,3\text{г}$$

Ответ: Д) 10,3 г

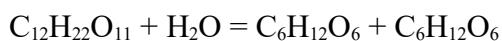
Вариант 9 №19 2011 год

Если выход составляет 90%, то при гидролизе 342 г сахарозы образуется глюкоза массой

А) 180г

В) 162г С) 170г Д) 160г Е) 190г

Решение: Составим УХР гидролиза сахарозы:



Найдем количество вещества сахарозы по формуле

$$v(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = m/M = 342 / 342\text{оль} = 1 \text{ моль}$$

$$v(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = v(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = 1 \text{ моль}$$

$$m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = v(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 1\text{моль} \cdot 180\text{г/моль} = 180\text{г (это масса теоретическая)}$$

Тогда масса практическая составляет:

$$m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)_{\text{практическая}} = m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)_{\text{теоретическая}} \omega(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)_{\text{выхода}} = 180\text{г} \cdot 0,9 = 162\text{г}$$

Ответ: В) 162 г

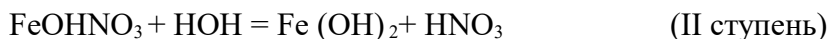
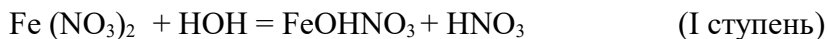
Вариант 11 № 14 2011 год

Сумма коэффициентов в полном ионном уравнении гидролиза 2 степени нитрата железа

(II) равна

А) 2 В) 6 С) 5 Д) 9 Е) **4**

Решение: Составим УХР ступенчатого гидролиза нитрата железа (II):



Сумма коэффициентов в полном ионном уравнении гидролиза 2 ступени нитрата железа (II) равна 4

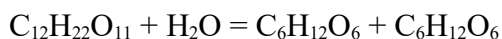
Ответ: Е) 4

Вариант 11 № 18 2011 год

Масса этанола, который образуется при спиртовом брожении глюкозы, полученной из 34,2г сахарозы

А) 5,2 В) 6,2 С) 7,2 Д) 8,2 Е) **9,2**

Решение: Составим УХР гидролиза сахарозы:



Найдем количество вещества сахарозы по формуле

$$\nu(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = m/M = 34,2/342 \text{ моль} = 0,1 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = \nu(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = 0,1 \text{ моль}$$

Составим уравнение реакции спиртового брожения глюкозы:



Найдем количество вещества этанола по формуле:

$$\nu(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 2\nu(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 0,2 \text{ моль}$$

Тогда масса этанола составляет

$$m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = \nu(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) M(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 0,2 \text{ моль} \cdot 46 \text{ г/моль} = 9,2 \text{ г}$$

Ответ: Е) 9,2г

Вариант 13 № 19 2011 год

В результате гидролиза 16,2г целлюлозы получили 4,5г глюкозы. Выход глюкозы

А) 12,5% В) 40% С) 50% Д) **25%** Е) 37,5%

Решение: Составим УХР гидролиза целлюлозы:



Найдем количество вещества целлюлозы по формуле

$$\nu(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n = m(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n / M(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n = 16,2/162 \text{ моль} = 0,1 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = \nu(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n = 0,1 \text{ моль}$$

Найдем теоретическую массу глюкозы по формуле:

$$m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = \nu(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 0,1 \text{ моль} \cdot 180 \text{ г/моль} = 18 \text{ г (это масса теоретическая)}$$

Тогда масса практическая составляет:

$$\omega(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)_{\text{выхода}} = m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)_{\text{практическая}} / m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)_{\text{теоретическая}} = 4,5/18 = 0,25 \text{ или } 25\%$$

Ответ: Е) 25%

Вариант 17 № 4 2011 год

Цвет лакмуса в растворе хлорида алюминия

А) фиолетовый В) малиновый С) желтый Д) синий Е) **красный**

Решение: Лакмус имеет красный цвет в кислой среде.

Кислую среду, образуют соли, состоящие из слабого основания и сильной кислоты, то есть это соль $AlCl_3$, соль образована слабым основанием $Al(OH)_3$ и сильной кислотой HCl , гидролиз протекает по катиону.

Уравнение реакции гидролиза по первой ступени:



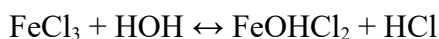
Ответ: Е) красный

2009 год (задания из учебно-методического пособия НЦТ)

Вариант 4 №22 2011 год

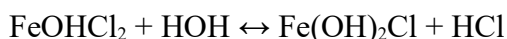
Сумма коэффициентов в молекулярном уравнении 2 ступени гидролиза хлорида железа (III) равна А) 6 В) 5 С) **4** Д) 3 Е) 7

Решение: Составим УХР гидролиза хлорида железа (III) 1 ступени.



Среда кислая, гидролиз протекает по катиону, т.к. соль образована слабым основанием и сильной кислотой.

2 ступень гидролиза:



Сумма коэффициентов равна 4. Ответ: С) 4

Вариант 15 №20 2011 год

Даны соли: 1. $NaCl$ 2. Al_2S_3 3. $MgSO_4$ 4. KNO_3 5. $ZnCl_2$ 6. $BaCl_2$ 7. $FeSO_4$

Номера солей, подвергающихся гидролизу

А) 1, 4, 6, 7 В) 1, 2, 4, 6 С) **2, 3, 5, 7** Д) 2, 3, 6, 7 Е) 3, 4, 5, 7

Решение: Гидролизу подвергаются соли, образованные слабым основанием и сильной кислотой (гидролиз по катиону), сильным основанием и слабой кислотой (гидролиз по аниону), слабым основанием и слабой кислотой (гидролиз по катиону и аниону), т.е. это соли:

2. Al_2S_3 – гидролиз по катиону и аниону

3. $MgSO_4$ – гидролиз по катиону

5. $ZnCl_2$ – гидролиз по катиону

7. $FeSO_4$ – гидролиз по катиону

Ответ: С) 2, 3, 5, 7

Вариант 17 №7 2011 год

Продукты гидролиза сахарозы:

А) глюкоза и фруктоза В) рибоза и галактоза С) галактоза и фруктоза

Д) рибоза и фруктоза Е) галактоза и глюкоза

Решение: Дисахарид сахароза при гидролизе образует 2 молекулы моноз – глюкоза и фруктоза, которые являются изомерами: $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \leftrightarrow C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$

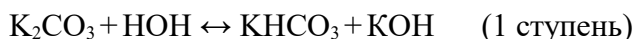
Ответ: А) глюкоза и фруктоза

Вариант 2 №13 2008 год

Лакмус становится синим в растворе:

А) K_2CO_3 В) $MgSO_4$ С) $AlCl_3$ Д) Na_2SO_4 Е) $FeSO_4$

Решение: Лакмус синее в щелочной среде, т.е. при гидролизе соли среда должна быть щелочной – это соль K_2CO_3 , т.к. соль образована сильным основанием и слабой кислотой (гидролиз по аниону):



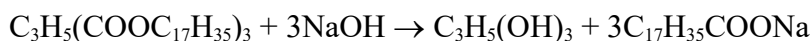
Ответ: А) K_2CO_3

Вариант 4 №24 2008 год

Масса стеарата натрия, образованного при гидролизе 178 г триглицерида стеариновой кислоты с гидроксидом натрия, если выход составляет 80%, равна

А) 136,9 г В) 126,9 г С) 166,4 г Д) 106,9 г Е) **146,9 г**

Решение: Составим УХР гидролиза (щелочного) глицерида с щелочью:



Найдем количество триглицерида по формуле:

$$v(\text{триглицерида}) = \frac{m_{\text{триглицерида}}}{M_{\text{триглицерида}}} = \frac{178 \text{ г}}{890 \text{ г/моль}} = 0,2 \text{ моль}$$

По УХР $v(\text{стеарата натрия}) = 3v(\text{триглицерида}) = 0,6 \text{ моль}$

Найдем массу теоретическую соли:

$$m_{\text{теор}}(C_{17}H_{35}COONa) = v(\text{соли}) \cdot M(\text{соли}) = 0,6 \text{ моль} \cdot 306 \text{ г/моль} = 183,6 \text{ г}$$

$$m_{\text{пр}}(C_{17}H_{35}COONa) = m_{\text{теор}} \cdot \omega_{\text{вых}}(\text{соли}) = 183,6 \cdot 0,8 \text{ г} = 146,88 \text{ г}$$

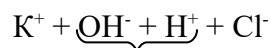
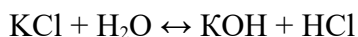
Ответ: Е) 146,9 г

Вариант 8 №14 2008 год

Не подвергается гидролизу соль:

А) нитрат цинка В) бромид аммония С) силикат калия Д) хлорид калия Е) карбонат натрия

Решение: Гидролизу не подвергаются соли, образованные сильным основанием и сильной кислотой, т.е. KCl – хлорид калия



H_2O - среда нейтральная

Ответ: Д) хлорид калия

Вариант 8 №15 2008 год

Лакмус становится красным в растворах:

А) H_2S , Na_2SO_3 В) H_2SO_3 , Na_2S С) H_2SO_4 , Na_2SO_4 Д) H_2S , Na_2S Е) H_2SO_3 , Cu_2SO_4

Решение: Все кислоты окрашивают лакмус в красный цвет за счет диссоциации с образованием протонов водорода. $\text{H}_2\text{SO}_3 \leftrightarrow 2\text{H}^+ + \text{SO}_3^{2-}$

А из растворов солей лакмус окрашивает в красный цвет лишь те, которые гидролизуются по катиону, т.е. это соль Cu_2SO_4 , т.к. она образуется слабым основанием и сильной кислотой: $\text{Cu}_2\text{SO}_4 + 2\text{HON} \leftrightarrow 2\text{CuOH} + \text{H}_2\text{SO}_4$ Ответ: Е)

Вариант 12 №15 2008 год

Нейтральным будет раствор соли: А) сульфата цинка В) сульфата магния С) сульфата натрия Д) сульфата меди (II) Е) сульфата алюминия

Решение: Нейтральная среда образуется при растворении в воде соли, образованной сильным основанием и сильной кислотой, такие соли не гидролизуются, т.е. это соль Na_2SO_4 – образована соль щелочью – NaOH и кислотой – H_2SO_4

Ответ: С) сульфат натрия

Вариант 12 №15 2008 год

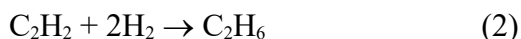
Объем этана (н.у.), который образуется при полном гидрировании ацетиленов, полученного при гидролизе 4 г карбида кальция, если выход этана составляет 75%, равен:

А) 5,05 л В) 2,05 л С) 3,05 л Д) 4,05 л Е) 1,05 л

Решение: составим УХР гидролиза карбида кальция



Запишем УХР полного гидрирования ацетиленов с получением этана



Найдем количество CaC_2 по формуле:

$$\nu(\text{CaC}_2) = \frac{m(\text{CaC}_2)}{M(\text{CaC}_2)} = \frac{4\text{г}}{64\text{г/моль}} = 0,0625\text{моль}$$

по 1 УХР $\nu(\text{C}_2\text{H}_2) = \nu(\text{CaC}_2) = 0,0625$ моль,

согласно 2 уравнению $\nu(\text{C}_2\text{H}_6) = \nu(\text{C}_2\text{H}_2) = 0,0625$ моль.

Найдем объем теоретический C_2H_6 по формуле:

$$V_{\text{теор}}(\text{C}_2\text{H}_6) = \nu(\text{C}_2\text{H}_6) \cdot V_m = 0,0625 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 1,4 \text{ л}$$

Тогда объем практический равен:

$$V_{\text{практ}}(\text{C}_2\text{H}_6) = V_{\text{теор}}(\text{C}_2\text{H}_6) \cdot \phi_{\text{вых}} = 1,4\text{л} \cdot 0,75 = 1,05 \text{ л} \quad \text{Ответ: Е) 1,05 л}$$

Вариант 19 №4 2008 год

Кислотную среду имеет раствор А) хлорид натрия В) сульфат калия С) карбонат лития Д) сульфит калия Е) нитрат меди (II)

Решение: Кислую среду имеет раствор соли, образованной слабым основанием и сильной кислотой, т.е. которая гидролизуеться по катиону, т.е. это соль $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$. Эта соль образована $\text{Cu}(\text{OH})_2$ – слабое основание, HNO_3 – сильная кислота.

Составим УХР гидролиза по 1 ступени $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$:



Вариант 20 №6 2008 год

Кислая среда в растворе соли А) хлората калия В) иодида натрия С) хлорида меди (II) Д) хлорида калия Е) бромид натрия

Решение: Кислую среду имеет раствор соли, образованной слабым основанием и сильной кислотой, т.е. которая гидролизуеться по катиону, т.е. это соль CuCl_2 . Эта соль образована $\text{Cu}(\text{OH})_2$ – слабое основание, HCl – сильная кислота.

Составим УХР гидролиза по 1 ступени CuCl_2 :

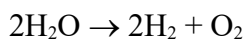


Вариант 20 №11 2008 год

Из 21 г гидрида кальция можно получить столько же водорода, сколько его получится из воды массой:

А) 16 г В) 9 г С) 36 г Д) 18 г Е) 72 г

Решение: Составим УХР гидролиза CaH_2 и разложения воды



Найдем количество вещества гидрида кальция по формуле:

$$v(\text{CaH}_2) = \frac{m(\text{CaH}_2)}{M(\text{CaH}_2)} = \frac{21\text{г}}{42\text{г/моль}} = 0,5\text{моль}$$

По 1 УХР $v(\text{H}_2) = v(\text{CaH}_2) = 0,5$ моль

По 2 УХР $v(\text{H}_2) = v(\text{H}_2\text{O}) = 0,5$ моль

Тогда масса воды равна $m(\text{H}_2\text{O}) = v(\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{H}_2\text{O}) = 0,5 \text{ моль} \cdot 18 \text{ г/моль} = 9 \text{ г}$

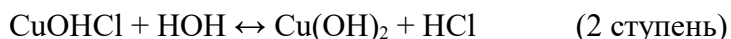
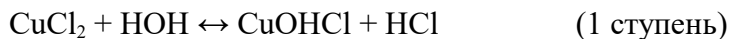
Ответ: В) 9 г

Вариант 23 №3 2008 год

Гидролизуеться по катиону: А) хлорид калия В) хлорид меди (II) С) карбонат натрия Д) сульфит лития Е) силикат натрия

Решение: По катиону гидролизуются соли, образованные слабым основанием и сильной кислотой, т.е. это соль CuCl_2 .

Составим УХР гидролиза этой соли по ступеням:



Ответ: В) хлорид меди (II)

Вариант 25 №25 2008 год

Из 100 кг технического карбида кальция (20% примесей) можно получить ацетальдегид (выход 80%) массой: А) 4,4 кг В) 64 кг С) 5,4 кг Д) 44 кг Е) 54 кг

Решение: Составим УХР гидролиза карбида кальция



Составим УХР гидратации ацетилен (реакция Кучерова)



Найдем количество чистого карбида кальция по формуле:

$$v(\text{CaC}_2) = \frac{m_{\text{тех}} \cdot \omega(\text{CaC}_2)}{M(\text{CaC}_2)} = \frac{100\text{кг} \cdot 0,8}{64\text{кг/кмоль}} = 1,25\text{кмоль}$$

По 1 УХР $v(\text{C}_2\text{H}_2) = v(\text{CaC}_2) = 1,25 \text{ кмоль}$

По 2 УХР $v(\text{CH}_3\text{СОН}) = v(\text{C}_2\text{H}_2) = 1,25 \text{ кмоль}$,

тогда масса теоретическая альдегида равна

$$m_{\text{теор}}(\text{CH}_3\text{СОН}) = v_{\text{альд}} \cdot M_{\text{альд}} = 1,25 \text{ кмоль} \cdot 44 \text{ кг/кмоль} = 55 \text{ кг}$$

Масса практическая равна: $m_{\text{практ}}(\text{CH}_3\text{СОН}) = m_{\text{теор}} \cdot \omega_{\text{вых}} = 55 \text{ кг} \cdot 0,8 = 44 \text{ кг}$

Ответ: Д) 44 кг

Вариант 2 №20 2010 г

Замедлить гидролиз сульфида натрия можно с помощью:

1. Гидроксида алюминия
2. Дистиллированной воды
3. Гидроксида натрия
4. Азотной кислоты
5. Соляной кислоты

Решение: составим УХР гидролиза соли Na_2S по первой ступени: $\text{Na}_2\text{S} + \text{НОН} \leftrightarrow \text{NaOH}$

Согласно принципу Ле Шателье, чтобы сместить равновесие в сторону исходных веществ, необходимо увеличить концентрацию продуктов реакции, т.е. гидролиза натрия, гидролиз будет подавлен, равновесие сместится влево. Ответ: 3.. Гидроксида натрия

Вариант 5 №14 2010 г

Не изменяет окраску лакмуса водный раствор соли **1. Нитрат калия** 2. Бромид железа (III)
3. Сульфид натрия 4. Карбонат натрия 5. Хлорид алюминия

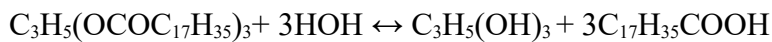
Решение: Лакмус не изменяет цвет в нейтральной среде, т.е. в растворе соли, которая не подвергается гидролизу. Это соли, образованные сильным основанием и сильной кислотой, т.е. KNO_3 (соль образована щелочью – KOH и кислотой HNO_3 , оба вещества – сильные электролиты). Ответ: 1.. Нитрат калия

Вариант 12 №23 2010 г

Масса глицерина, которую можно получить при гидролизе 2,225 кг природного жира (тристеаринового глицерида), содержащего 20% примесей.

- А) 276 г В) **184 г** С) 368 г Д) 264 г Е) 92 г

Решение: Составим УХР гидролиза жира



Найдем массу чистого глицерида и его количество

$$m_{(\text{глицерида})} = m_{(\text{тех})} \cdot \omega_{(\text{глицерида})} = 2,225 \cdot 0,8 = 1,78 \text{ г}$$

$$V_{(\text{глицерида})} = \frac{m_{\text{гл}}}{M_{\text{гл}}} = \frac{1,78 \text{ кг}}{890 \text{ кг/моль}} = 0,002 \text{ кмоль}$$

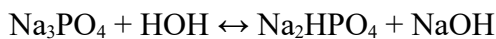
$$V_{(\text{глицерина})} = V_{(\text{триглицерида})} = 0,002 \text{ кмоль},$$

$$\text{тогда } m_{(\text{глицерина})} = V_{\text{гл}} \cdot M_{\text{гл}} = 0,002 \text{ кмоль} \cdot 92 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 0,184 \text{ кг} = 184 \text{ г} \quad \text{Ответ: В). 184 г}$$

Вариант 21 №17 2010 г

Щелочная среда образуется при растворении в воде 1. Гидрофосфата аммония 2. **Фосфата натрия** 3. Фосфата алюминия 4. Дигидрофосфата аммония 5. Фосфата кальция

Решение: Щелочную среду дает раствор соли – фосфата натрия, т.к. соль образована сильным основанием и слабой кислотой и на 1 ступени гидролиза – среда сильнощелочная:

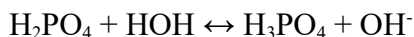
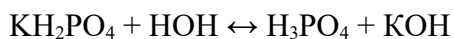


Ответ: 2.. Na_3PO_4

Вариант 22 №20 2010 г

Слабокислая среда возникает при растворении соли 1. K_2SO_4 2. **KH_2PO_4** 3. K_3PO_4
4. K_2HPO_4 5. K_2CO_3

Решение: слабокислая среда образуется при гидролизе соли - KH_2PO_4 , запишем УХР:



Идет процесс диссоциации дигидрофосфат-ионов: $H_2PO_4^- \leftrightarrow H^+ + HPO_4^{2-}$

Причем второй процесс превалирует, поэтому все ионы OH^- (продукт гидролиза) нейтрализуется ионами H^+ (продукт диссоциации), а избыток последних обуславливает слабокислотный характер среды растворов.

Список литературы:

1. Егоров А.С. и др. «Химия. Пособие – репетитор для поступающих в ВУЗы». Ростов-на-Дону «Феникс», 2003г.
2. Кузьменко Н., В. Еремин, В. Попков. Химия. Издательский дом «Дрофа», Москва, 2002 г.
3. Кузьменко Н.Е., В.В. Еремин, 2400 задач по химии для школьников и поступающих в вузы. Москва. Издательский дом «Дрофа», 1999г.
4. Учебно-методическое пособие Национального центра тестирования для подготовки к ЕНТ