План

1. Краткая характеристика анионов II аналитической группы.

2. Частные реакции анионов II аналитической группы:

а) реакции на хлорид-анион;

б) реакции на бромид-анион;

в) реакции на йодид-анион;

г) реакция на сульфид-анион.

3. Краткая характеристика анионов III аналитической группы.

4. Частные реакции анионов III аналитической группы.

а) реакции на нитрит-анион;

б) реакции на нитрат-анион;

в) реакции на ацетат-анион.

Ко второй группе анионов относятся анионы С1-, Вr-, I-, S2-. Эти анионы образуют с ионами серебра труднорастворимые в воде и нерастворимые в разбавленной азотной кислоте соли. Групповым реагентом является AgNO3 в присутствии разбавленной азотной кислоты. В этих условиях AgNO3 не образует осадка с анионами первой группы. Бариевые соли анионов второй группы растворимы в воде.

Для организма большое значение имеют хлориды. Хлориды натрия и калия поддерживают осмотическое давление в клетках. Хлориды определяют вкусовые качества воды. Недостаток иода в организме приводит к нарушению деятельности щитовидной железы. Длительное употребление питьевой воды с избытком или недостатком иодидов может служить причиной эндокринных заболеваний. Хлориды натрия, калия и кальция широко применяются как инъекционные растворы. Бромиды калия и натрия применяются в составе микстур в качестве успокаивающих средств, хлорид калия - при нарушении сердечного ритма. Свободный иод применяется в растворах как антисептическое средство, а также при атеросклерозе и заболеваниях щитовидной железы.

Частные реакции анионов II аналитической группы.

а) Частные реакции на хлорид-анион С1-:

Хлорид-ион С1- является анионом хлороводородной кислоты. Это одна из самых сильных кислот: ее соли, образованные катионом сильного основания, не подвергаются гидролизу. Большинство хлоридов хорошо растворимы в воде, труднорастворимы хлориды серебра, ртути (I) и свинца (II).

1. Нитрат серебра AgNO3 с ионом Сl- дает белый творожистый осадок хлорида серебра:

NaCl + AgNO3 → AgCl↓+ NaNO3

Ag+ + Cl- →AgCl↓

Осадок нерастворим в азотной кислоте, но легко растворяется в аммиаке (ГФ) с образованием комплексного соединения:

AgCl + 2NH3 → [Ag(NH3)2]Cl

При прибавлении к раствору хлорида диамминсеребра концентрированной азотной кислоты осадок снова выделяется:

[Ag(NH3)2]Cl + 2HNO3 → 2NH4NO3 + AgCl↓

Осадок хлорида серебра легко растворим также в тиосульфате натрия Na2S2O3 (см. реакции тиосульфат-иона). Реакция является фармакопейной.

Осадок при стоянии на свету темнеет вследствие выделения тонкодисперсного металлического серебра за счет фотохимического разложения хлорида серебра.

б) Частные реакции на бромид-анион Вr-:

Ион Вr- является анионом бромоводородной кислоты НВr, По своим свойствам и растворимости бромиды близки к хлоридам.

1. Нитрат серебра АgNО3 с ионами Вr- дает желтовато-белый осадок бромида серебра:

NaBr + AgNO3 → AgBr↓+ NaNO3

Ag++ Вr- → AgBr↓

Осадок не растворяется в азотной кислоте, плохо растворим в аммиаке, в отличие от хлорида серебра и хорошо растворяется в растворе тиосульфата натрия:

AgBr + 2Na2S2O3 → NaBr + Na3[Ag(S2O3)2]

Реакция является фармакопейной.

2. Хлорная вода, прибавленная к раствору бромида, выделяет из него свободный бром, который растворяется в сероуглероде или хлороформе, окрашивая слой растворителя в оранжевый цвет:

Сl2 + 2NaBr → 2NaCl+ Вr2.

Эта реакция наиболее характерна для иона Вr- и является фармакопейной.

В качестве окислителей можно использовать KMnO4, MnO2, RBrO3, NaClO и другие.

10Вr-+ 2MnO4- + 16Н+→5Br2 + 2Mn2+ + 8Н2О

5Вr- + BrO3- + 6Н+ → 3Br2 + 3Н2О

в) Частные реакции на йодид- анион I-:

Ион I- является анионом иодоводородной кислоты. Эта кислота такая же сильная, как НСl и НВr. Из иодидов труднорастворимы в воде соли серебра, ртути, свинца (IV) и меди (I).

1. Нитрат серебра АgNО3 выделяет из иодидов светло-желтый творожистый осадок иодида серебра:

KI + AgNО3 → AgI↓+ KNO3

Ag+ + I-→ AgI↓

Осадок не растворяется в азотной кислоте и растворе аммиака и плохо растворяется в растворе тиосульфата натрия. Реакция является фармакопейной.

2. Нитрат или ацетат свинца (II) из растворов иодидов осаждает желтый иодид свинца (II), растворимый в горячей воде и вновь выделяющийся при охлаждении раствора в виде золотистых чешуек:

2KI + Рb(NО3)2 → РbI2↓ + 2KNO3

Рb2+ + 2 I-→ РbI2↓

3. Хлорная вода выделяет из растворов иодидов свободный иод, который окрашивает сероуглерод или хлороформ в красновато-фиолетовый цвет, а раствор крахмала - в синий:

2KI + С12 → 2КС1 + I2.

Реакция характерна для иона I- и чаще всего применяется для его обнаружения.

4. Хлорид железа (III), концентрированная H2SO4 и некоторые другие окислители окисляют ион I- до свободного иода:

2FеСl3 + 2КI → 2FeCl2 + 2КС1 + I2 (а)

8HI + H2SO4 → 4Н2О + H2S + 4I2 (б)

Реакции являются фармакопейными.

Выполнение реакции:

а) на фильтровальную бумагу в одном месте последовательно по 1 капле наносят растворы KI2 HC1 и FеС13. Наблюдают появление бурого пятна, синеющего от капли крахмала;

б) в пробирку в вытяжном шкафу помещают несколько крупинок иодида, добавляют 3 капли концентрированной H2SO4, нагревают и наблюдают выделение фиолетовых паров иода.

г) Частные реакции на сульфид-анион S2-:

***Сероводород – весьма ядовит. Работать с сероводородом необходимо только под тягой!***

Ион S2- является анионом сероводородной кислоты, представляющей собой раствор сероводорода в воде. Это одна из самых слабых кислот. Ион S2- легко окисляется.

1. Нитрат серебра AgNO3 взаимодействует с ионом S2-, образуя черный осадок сульфида серебра:

Na2S + 2AgNO3 → Ag2S↓+ 2NaNO3

2Ag+ + S2- → Ag2S↓

Сульфид серебра не растворяется в разбавленной азотной кислоте на холоду, но растворяется в ней при кипячении. В растворе аммиака не растворяется.

2. Хлороводородная кислота, прибавленная к раствору сульфида натрия, выделяет из него сероводород, легко обнаруживаемый по запаху тухлых яиц:

Na2S + 2HC1 → H2S↑+ 2NaCl.

2H+ +S2- → H2S↑

Фильтровальная бумага, смоченная раствором ацетата свинца (II) Рb(СН3СОО)2, в присутствии сероводорода чернеет (поднести к горлышку пробирки). ***Работать только под тягой!***

3. Растворимые соли кадмия образуют с сульфидами ярко-желтый осадок сульфида кадмия:

Na2S + Cd(NO3)2 → CdS↓ + 2NaNO3

Cd2+ + S2- → CdS↓ + 2NaNO3

Если на осадок подействовать раствором CuSO4, осадок почернеет вследствие образования CuS:

CdS + CuSO4 → CdSO4 + CuS↓

Реакция характерна для сульфид-иона.

К третьей аналитической группе анионов относятся нитрит-ион NO2-, нитрат ион NO3- и ацетат-ион СН3СОО-. Серебряные и бариевые соли этих анионов растворимы в воде, вследствие чего ни AgNO3, ни ВаСl2 не осаждают анионы третьей группы. Группового реагента у этой группы нет.

Определение нитритов и нитратов имеет большое значение для исследования питьевой воды. Наличие большого количества нитритов и нитратов является показателем загрязнения и непригодности воды для питья.

Присутствие больших количеств нитритов и нитратов в овощах и фруктах является небезразличным для живых организмов, оно не должно превышать 40 *мг/кг.*

Органические производные азотной кислоты, например, нитроглицерин, используются как сердечно-сосудистые средства. Нитрит натрия и некоторые производные азотистой кислоты применяют при стенокардии. Определенные соли уксусной кислоты входят в состав различных лекарственных препаратов реакции нитрит-иона.

Частные реакции анионов III аналитической группы.

а) Частные реакции на нитрит-анион NO2-:

Ион NO2- является анионом азотистой кислоты HNO2. Азотистая кислота нестойкая и слабая кислота. Нитриты устойчивее азотистой кислоты. Все они хорошо растворимы в воде. Менее других растворим нитрит серебра, но он легко растворяется при нагревании. ***Нитриты токсичны!***

1. Разбавленная серная кислота разлагает все нитриты на холоду с выделением бурого газа - оксида азота (IV):

NaNO2 + H2SO4 → NaHSO4 + HNO2

2HNO2 → NO2↑+ NO↑ + H2O

2NO + O2  → 2NO2↑

Концентрированная серная кислота реагирует точно так же, как и разбавленная, но более энергично. Даже небольшое нагревание усиливает разложение азотистой кислоты. Реакция является фармакопейной.

2. Иодид калия KI в кислой среде окисляется нитритами до свободного иода (*нитрит-ион - окислитель*):

2KNO2 + 2KI + 2H2SO4 → I2 + 2NO↑ + 2K2SO4 + 2Н2O

2NO2- + 2I- + 4H+ → I2 + 2NO↑ + 2Н2O

Реакцию нельзя проводить в присутствии других окислителей. Образовавшийся йод обнаруживают реакцией с крахмалом (по посинению раствора) или экстрагируя его органическим растворителем (органический слой окрашивается в фиолетовый цвет).

3. Перманганат калия КМnO4 в сернокислой среде при нагревании до 50 - 60°С окисляет нитриты до нитратов:

5NaNO2 + 2КМnО4 + 3H2SO4 → 5NaNO3 + 2MnSO4 + К2SО4 + ЗН2О

5NO2- + 2МnО4-+ 6H+ → 5NO3- + 2Mn2+ + ЗН2О

Реакция сопровождается обесцвечиванием раствора перманганата калия. При помощи этой реакции легко отличить нитриты от нитратов. Последние в реакцию с КМnО4 не вступают.

4. Соли железа (II) восстанавливают нитриты в кислом растворе до оксида азота (II):

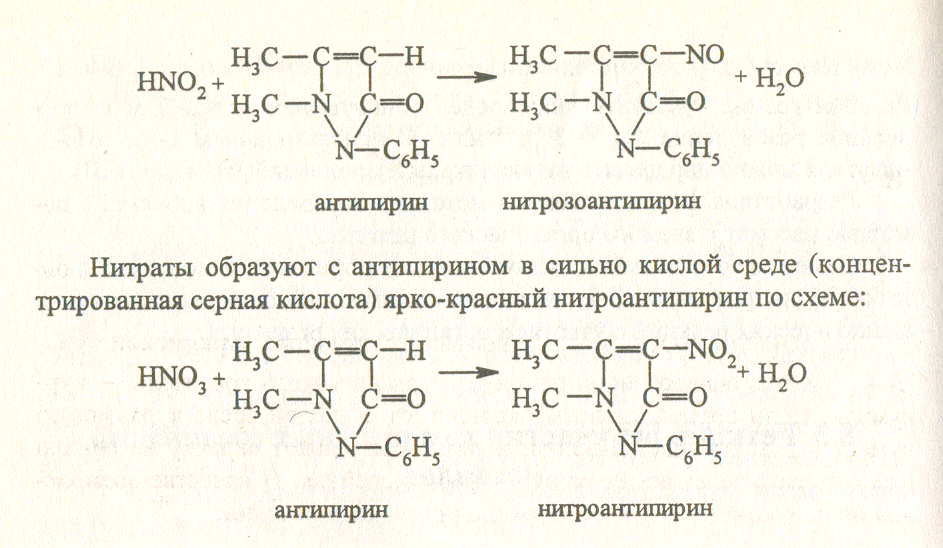
2KNO2 + 2FeSO4 + 2H2SO4 → Fe2(SO4)3 + 2NO↑+ К2SО4 + 2H2O

Оксид азота (II) образует с FeSO4 непрочное комплексное соединение бурого цвета:

FeSO4 + NO → [Fe(NO)]SO4.

Выполнение реакции. В пробирку помещают 2 капли свежеприготовленного насыщенного раствора сульфата железа (II) FeSO4, подкисляют 1 каплей разбавленной серной кислоты и затем осторожно, по стенке пробирки, приливают раствор нитрита так, чтобы жидкость не смешивалась. В месте соприкосновения обеих жидкостей появляется темно-бурое окрашивание.

6. Антипирин образует с нитритами в кислой среде раствор изумрудно- зеленого цвета. Реакция является фармакопейной.



б) Частные реакции на нитрат- анионNO3-:

Ион является анионом азотной кислоты, одной из самых сильных минеральных кислот. Азотная кислота является довольно сильным окислителем. Все нитраты растворимы в воде.

1. Сульфат железа (II) окисляется азотной кислотой и ее солями с выделением оксида (II) NO реакция проходит в присутствии концентрированной серной кислоты

2NaNO3 + 6FeSO4 + 4H2SO4 → 3Fe2(SO4)3 + Na2SO4 + 2NO↑ 4H2O

Оксид азота(II) образует с бурое соединение

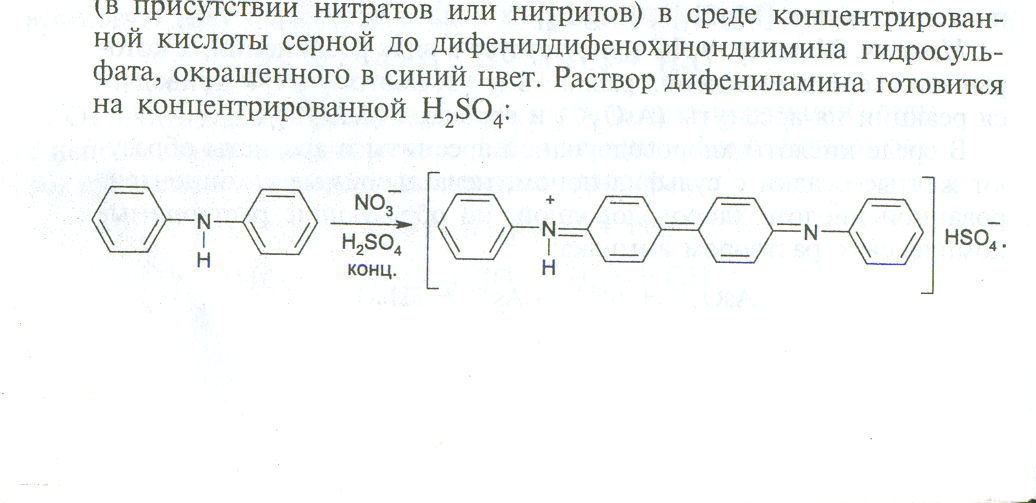
FeSO4 + NO↑ → [Fe(NO)]SO4

Несмотря на то, что вследствие реакции образуется то же самое соединение, что и при реакции на ион NO2-, мы можем различить эти ионы по тому, как протекает данная реакция. Если неизвестно, нитрат или нитрит находятся в растворе, необходимо сначала провести реакцию с разбавленной серной кислотой. Образующееся бурое соединение докажет наличие присутствие иона NO2-.

Если же реакция не пошла, что доказывает отсутствие ион NO2-, поэтому, необходимо повторить реакцию уже с концентрированной серной кислотой. Появление бурого кольца докажет присутствие ион NO3-

1. Дифениламин. В кислой среде окисляется азотной кислотой, что сопровождается появлением, интенсивно синей окраски.

Реакцию поводят на предметном стекле.



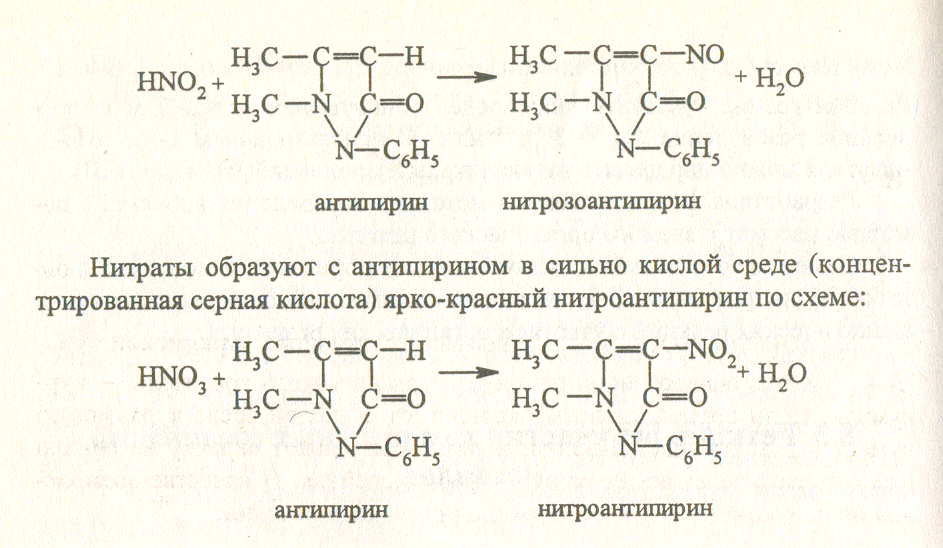
2

Эта общая реакция для нитрит-иона и нитрат-иона и проводится одинаково. Поэтому данной реакцией нельзя открыть нитраты в присутствии нитритов.

1. Реакция с металлической медью.Реакция фармакопейная. Нитрат-ион взаимодействует в среде концентрированной серной кислоты при нагревании ты с металлической медью с образованием буро-желтых паров оксида азота:

2NO3- + 8H++ Cu → 3Cu2+ + 2NO + 4H2O

2NO + O2  → 2NO2↑ ***Работать под тягой!***

4. Антипирин образует с нитратами в кислой среде раствор ярко-красного цвета. Реакция является фармакопейной.

в) Частные реакции на ацетат-анионСН3СОО-:

Ацетат-ион - анион слабой одноосновной уксусной кислоты, не обладает окислительно-восстановительными свойствами.

1. Серная кислота H2SO4 вытесняет уксусную кислоту из ее солей, о чем свидетельствует характерный запах, особенно при нагревании:

2CH3COONa + H2SO4 → 2CH3COOH + Na2SO4.

Реакция является фармакопейной.

2. Хлорид железа (III) FeCl3 с ацетат-ионами образует ацетат железа (III), окрашенный в красно-бурый цвет (цвет крепкого чая):

3CH3COONa + FeCl3 → Fe(CH3COO)3 + 3NaCl.

При разбавлении водой и нагревании раствора вследствие гидролиза ацетата железа (III) выпадает красно-бурый осадок ацетатгидроксида железа (III):

Fе(СНзСОО)3 + 2НОН ↔ Fe(OH)2CH3COO↓ + 2CH3COOH

Реакция фармакопейная.

3. Этиловый спирт C2H5OH с уксусной кислотой и ее солями в присутствии концентрированной серной кислоты образует этилацетат, который обнаруживается по характерному приятному запаху:

СНзСООН + С2Н5ОН → СН3СООС2Н5+ Н2О.

Реакция фармакопейная. Аналогично протекает реакция и с амиловым спиртом.