

4. Чему равна степень ионизации муравьиной кислоты в 0,05 н. растворе, если известно, что концентрация H^+ в нем равняется 0,01 моль/л?

Ответ: $a=0,02$ (2%).

5. Изменяются ли степень ионизации и константа ионизации сильной кислоты HCN при разбавлении раствора ее водой?

6. По условию задачи 4 вычислите константу ионизации муравьиной кислоты и рассчитайте какова степень ионизации ее в 1 н. растворе.

Ответ: $K=2 \cdot 10^{-4}$; $a=0,014$ (1,4%)

7. Чему равна концентрация OH^- в 0,05 растворе NH_4OH ($K=1,8 \cdot 10^{-5}$), содержащем 0,1 моль/л NH_4Cl ? Во сколько раз присутствие NH_4Cl понижает эту концентрацию? Вычисление произведите приближенно, без учета коэффициентов активности ионов.

Ответ: $[OH^-]=9 \cdot 10^{-6}$ г-ион/л; в присутствии 0,1 моль/л NH_4Cl концентрация OH^- понизится приблизительно в 105 раз.

8. чему равна ионная сила растворов, содержащих в 1 л: а) 0,01 моль KCl; б) 0,01 моль K_2SO_4 ; в) 0,01 моль $MgSO_4$; г) 0,01 моль $AlCl_3$; д) 0,01 моль K_2SO_4 + 0,01 моль $Al_2(SO_4)_3$?

Ответ: а) 0,1 б) 0,3 в) 0,4 г) 0,6 д) 0,18

9. Чему равны активности Ca^{+2} и Cl^- ионов в 0,02 н. растворе $CaCl_2$?

Ответ: $a_{Ca^{+2}}=0,0054$; $a_{Cl^-}=0,0172$

Указание. При решении этой задачи необходимо прежде всего вычислить ионную силу раствора и по ней путем интерполяции данных табл. 6 найти коэффициенты активности Ca^{+2} и Cl^-

10. Вычислить активность OH^- ионов 0,05 н. растворе NH_4OH , содержащем также NH_4Cl в концентрации 0,1 н., и сравнить с активностью данных ионов в отсутствие соли аммония. Как влияет на величину a_{OH^-} присутствие соли аммония? Найденный результат сравнить с результатом, полученном при приближенном вычислении (см. задачу 7).

Ответ: $a_{OH^-}=1,17 \cdot 10^{-5}$; при отсутствии соли аммония в концентрации 0,1 н. понижает a_{OH^-} приблизительно в 80 раз.

Указание. Константу ионизации NH_4OH (термодинамическую) принять равной $1,8 \cdot 10^{-5}$; коэффициенты активности ионов, образующихся при ионизации гидроксида аммония в отсутствие NH_4Cl , считать равным единице.

11. Чему равен pH растворов, содержащих: а) $2 \cdot 10^{-4}$ г-ион/л H^+ ? б) 0,008 г-ион/л OH^- ?

Ответ: а) 3,7; б) 11,9.

12. pH растворов равны: а) 2,63; б) 12,45. Чему равны в них концентрации H^+ и OH^- ?

Ответ: а) $[H^+]=2,34 \cdot 10^{-3}$; $[OH^-]=4,27 \cdot 10^{-12}$ г-ион/л;

б) $[H^+]=3,54 \cdot 10^{-13}$; $[OH^-]=2,82 \cdot 10^{-2}$ г-ион/л.

13. Чему равны pH: а) 0,005 н. раствора HCl? б) 0,0015 н. раствора KOH?

Ответ: а) 2,30; б) 12,18.

14. Чему равны pH: а) 0,02 н. раствора CH_3COOH ($K_{CH_3COOH}=1,74 \cdot 10^{-5}$); б) насыщенного (при 20°C) $3,8 \cdot 10^{-2}$ М раствора CO_3 ($K_{H_2SO_3}=4,5 \cdot 10^{-7}$); в) 0,05 н. раствора NH_4OH ?

Ответ: а) 3,22; б) 3,89; в) 10,98.

15. Как изменится pH растворов HCl и KOH при разбавлении их водой в 100 раз?

16. На сколько единиц изменится pH раствора, содержащего NaOH в концентрации 10^{-5} н., при прибавлении одного литра его 0,001 моль: а) NaOH? б) HCl?

Ответ: а) увеличится на ~2; б) уменьшится на ~6.

17. Раствор содержит 0,056 моль/л NH_4OH и 0,1 моль/л NH_4Cl . Чему равен pH этого раствора и как он изменится при прибавлении к 1 л этого раствора 0,001 моль: а) NaOH? б) HCl? (сравнить ответ с результатом предыдущей задачи).

Ответ: pH 9,00; а) увеличивается на 0,01; б) уменьшится на 0,01.

18. Вычислить pH буферных смесей, содержащих: а) 0,01 М CH_3COOH и 0,01 М CH_3COOK ; б) 0,01 М CH_3COOH и 0,5 М CH_3COOK ; в) 0,5 М CH_3COOH и 0,01 М CH_3COOK ($K_{CH_3COOH}=1,74 \cdot 10^{-5}$).

Ответ: а) 4,76; б) 6,46; в) 3,06.

19. При приготовлении формиатной буферной смеси 100 мл 23 н. раствора муравьиной кислоты HCOOH смешали с 3 мл 15 н. раствора NH_4OH . Вычислить pH смеси ($K_{HCOOH}=2 \cdot 10^{-4}$).

Ответ: pH 2,05.

20. Как изменится pH: а) 0,2 н. ацетатной буферной смеси и б) 0,1 н. ацетатной буферной смеси при прибавлении к 1 л. Этой смеси по 0,05 моль HCl или NaOH?

21. Какое заключение о сравнительной величине буферной емкости 0,2 н. и 0,1 н. ацетатных буферных смесей можно сделать из результатов, полученных при решении задачи 20?

22. Каково должно быть отношений концентраций муравьиной кислоты HCOOH и ее соли HCOONa в растворе формиатной буферной смеси, чтобы pH его равнялся 2,25? Достаточно ли будет буферная емкость этого раствора?

Ответ: $C_{\text{кисл}}: C_{\text{сол}}=31,6$.

23. Сколько миллилитров 0,5 н. раствора CH_3COONa нужно прибавить к 100 мл. 2 н. раствора CH_3COOH , чтобы получилась буферная смесь с pH 4,0?

Ответ: 74 мл.

Задачи и вопросы.

При решении задач надо помнить следующее. В справочниках указаны величины термодинамических констант произведения растворимости PP_a . Если величина $\text{PP}_a < 10^{-7}$ то в отсутствие растворимых сильных электролитов можно считать, что $\text{PP}_a = \text{PP}_c$, и проводить вычисления без учета коэффициентов активности. Если $\text{PP}_a > 10^{-7}$, то следует в расчет вводить коэффициенты активности.

1. Растворимость CaCO_3 равна 0,0069 г/л. Вычислить $\text{PP}_{\text{CaCO}_3}$.

Ответ: $\text{PP}_c \approx \text{PP}_a = 4,8 \cdot 10^{-9}$.

2. Растворимость $\text{Fe}(\text{OH})_3$ равна $2 \cdot 10^{-8}$ г/л. Определить $\text{PP}_{\text{Fe}(\text{OH})_3}$

Ответ: $\text{PP}_c \approx \text{PP}_a = 2,5 \cdot 10^{-38}$.

3. По растворимости MgNH_4PO_4 , равной $8,6 \cdot 10^{-3}$ г/л, найти его произведение растворимости.

Ответ: $\text{PP}_c \approx \text{PP}_a = 2,5 \cdot 10^{-13}$.

4. По растворимости AgNO_2 , равной 2,22 г/л, вычислить $\text{PP}_a_{\text{AgNO}_2}$. Вычисление провести с учетом коэффициентов активности.

Ответ: $\text{PP}_a = 1,7 \cdot 10^{-4}$ (для расчета взяты усредненные коэффициенты активности).

5. $\text{PP}_a_{\text{PbSO}_4} = 1,6 \cdot 10^{-8}$; $\text{PP}_a_{\text{PbI}_2} = 1,1 \cdot 10^{-9}$. Вычислить растворимость этих соединений в молях и граммах на 1 л. Почему соль с меньшим значением PP_a имеет большую растворимость?

Ответ: а) растворимость PbSO_4 составляет $1,3 \cdot 10^{-4}$ моль/л и $3,9 \cdot 10^{-2}$ г/л; б) растворимость PbI_2 составляет $6,49 \cdot 10^{-4}$ моль/л и $2,9 \cdot 10^{-1}$ г/л.

6. По произведению растворимости $\text{Pb}(\text{PO}_4)_2$ ($7,9 \cdot 10^{-43}$) вычислить растворимость этой соли в граммах на 1 л и найти концентрации Pb^{2+} и Pb_4^{3-} в насыщенном водном растворе.

Ответ: $1,2 \cdot 10^{-6}$ г/л; $[\text{Pb}^{2+}] = 4,5 \cdot 10^{-9}$; $[\text{Pb}_4^{3-}] = 3 \cdot 10^{-9}$.

7. Подсчитать, во сколько раз меньше растворимость AgCl ($\text{PP}_a = 1,78 \cdot 10^{-10}$) в 0,01 н. растворе NaCl по сравнению с растворимостью его в чистой воде.

Ответ: ~ в 730 раз.

8. Решить предыдущую задачу с учетом коэффициентов активности ионов.

Ответ: приблизительно в 600 раз.

9. Во сколько раз меньше растворимость CaC_2O_4 ($\text{PP}_a = 2,3 \cdot 10^{-9}$) в 0,01 М растворе $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ по сравнению с растворимостью его в чистой воде? Вычисление провести:

а) без учета коэффициентов активности; б) с учетом коэффициентов активности.

Ответ: а) ~ в 200 раз; б) ~ в 66 раз.

10. Как повлияет на растворимость CaC_2O_4 присутствие в растворе KCl в концентрации 0,1 н.?

Ответ: растворимость увеличится приблизительно в 3 раза.

11. Вычислить, выпадает ли осадок PbCl_2 ($\text{PP}_a = 1,6 \cdot 10^{-5}$) при смешении 0,05 н. раствора $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ с равным объемом 0,05 н. раствора HCl. Расчет вести по точной формуле.

Ответ: не выпадает.

12. Вычислить, образуется ли осадок при смешении равных объемов 0,001 н. растворов SrCl_2 и K_2SO_4 . $\text{PP}_a_{\text{SrSO}_4} = 3,2 \cdot 10^{-7}$.

Ответ: не образуется.

13. Растворимость CaSO_4 равна 1 г/л. Насыщенный раствор-сульфата кальция смешивают с равным объемом раствора оксалата аммония $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$, содержащим 0,0248 г этой соли в 1 л. Определить произведение концентраций $[\text{Ca}^{2+}]$ $[\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]$ в момент сливания растворов и решить вопрос, образуется ли осадок CaC_2O_4 .

Ответ: $[Ca^{2+}][C_2O_4^{2-}] = 3,7 \cdot 10^{-7}$; $Pr_{CaC_2O_4} = 2,5 \cdot 10^{-9}$; осадок образуется.

14. Концентрация S^{2-} в водных растворах сероводорода равна $1,2 \cdot 10^{-13}$ г-ион/л.

Исходя из этого и величин Pr хлорида и сульфида свинца, вычислить, образуется ли осадок PbS при пропускании газообразного H_2S через насыщенный раствор $PbCl_2$.

$Pr_{PbS} = 2,5 \cdot 10^{-27}$; $Pr_{PbCl_2} = 1,6 \cdot 10^{-5}$. Задачу решить с учетом коэффициентов активности.

Ответ: осадок образуется.

15. Сколько граммов Pb^{2+} останется в 100 мл раствора, если на раствор $Pb(NO_3)_2$ подействовали:

а) эквивалентным количеством H_2SO_4 ; б) избытком H_2SO_4 взятым с таким расчетом, чтобы концентрация ее в растворе по окончании осаждения стала равной 0,01 моль/л? $Pr_{PbSO_4} = 1,6 \cdot 10^{-8}$.

Ответ: а) $2,4 \cdot 10^{-3}$ г Pb^{2+} ; б) $3,4 \cdot 10^{-5}$ г Pb^{2+} .

16. При каком pH начинается осаждение гидроокиси алюминия из 0,1 М раствора его соли? При каком pH концентрация остающихся в растворе Al^{3+} ионов будет равна $1 \cdot 10^{-5}$ г-ион/л?

$Pr_{Al(OH)_3} = 1 \cdot 10^{-32}$.

Ответ: а) при $pH = 3,7$; б) при $pH = 5$.

17. При каком pH достигает практически полное осаждение Ca^{2+} действием $(NH_4)_2C_2O_4$, если прибавлен такой избыток этой соли, что концентрация образующаяся в результате гидролиза $HC_2O_4^-$ ионов стала равной $1 \cdot 10^{-2}$ г-ион/л?

Указание. Сначала из уравнения произведения растворимости осаждаемого соединения ($Pr_{CaC_2O_4} = 2,3 \cdot 10^{-9}$) находим какой должна быть концентрация $C_2O_4^{2-}$ в растворе, чтобы осаждение Ca^{2+} оказалось практически полным ($[Ca^{2+}] = 0,6$). Далее, по найденной величине $[C_2O_4^{2-}]$ и данной в условиях задачи величине $[HC_2O_4^-]$ из уравнения константы ионизации щавелевой кислоты по второй ступени ($K_{HC_2O_4} = 5,4 \cdot 10^{-5}$) вычисляем искомую концентрацию H^+ и отвечающий ей pH.

Ответ: $pH = 3,64$.

18. Каково минимальное значение pH, при котором могло быть достигнуто практически полное осаждение Sr^{2+} карбонатом аммония, если введенный избыток $(NH_4)_2CO_3$ составляет 0,1 М? При решении задачи гидролиз $(NH_4)_2CO_3$ по первой ступени считают полным, второй ступенью гидролиза можно пренебречь. Сопоставьте полученный результат с тем pH, который фактически создает в растворе избыток $(NH_4)_2CO_3$ и на основании этого сопоставления решите вопрос о том, будет ли достигнуто практически полное осаждение Sr^{2+} (см. предыдущую задачу).

$Pr_{SrCO_3} = 1,1 \cdot 10^{-10}$.

Ответ: $pH = 7,36$; осаждение будет практически полным.

19. Какова будет концентрация Ca^{2+} в растворе по окончании осаждения действием $(NH_4)_2CO_3$, если конечная концентрация осадителя равна 0,01 М и осаждение ведется при следующих условиях: а) pH в конце осаждения равен 4; б) pH в конце осаждения равен 1?

Указание. Присутствующий в растворе избыток реагента дает в растворе 0,01 г-ион на 1 л $C_2O_4^{2-}$. Однако $C_2O_4^{2-}$, соединяясь с H^+ , превращается частично в $H_2C_2O_4$; И молекулы $H_2C_2O_4$. Следовательно $[C_2O_4^{2-}] + [HC_2O_4^-] - [H_2C_2O_4] = 0,01$

Далее, исходя из заданной концентрации ионов H^+ (считаем, что в процессе осаждения pH постоянен) и пользуясь уравнениями обеих констант ионизации, щавелевой кислоты, выражаем величины $[HC_2O_4^-]$ и $[H_2C_2O_4]$ через значение $[C_2O_4^{2-}]$:

$$K_{H_2C_2O_4} = \frac{[H^+][HC_2O_4^-]}{[H_2C_2O_4]} = 5,6 \cdot 10^{-2}; K_{HC_2O_4} = \frac{[H^+][C_2O_4^{2-}]}{[HC_2O_4^-]} = 5,6 \cdot 10^{-2} \quad (1)$$

Подставив полученные выражения для $[HC_2O_4^-]$ и $[H_2C_2O_4]$ в уравнении (1), решаем его относительно $[C_2O_4^{2-}]$. По найденной таким образом величине $[C_2O_4^{2-}]$, подставляя ее в формулу для произведения растворимости CaC_2O_4 ($Pr_{CaC_2O_4} = 2,3 \cdot 10^{-9}$), вычисляем искомую концентрацию ионов Ca^{2+} в растворе.

Ответ: а) $6,57 \cdot 10^{-7}$ г-ион/л; б) $1,2 \cdot 10^{-3}$ г-ион/л.

20. В каких условиях и почему величина pH почти не влияет на полноту осаждения малорастворимых солей?

21. На раствор, содержащий Cl^- и I^- , действуют раствором AgNO_3 . Какая из солей, AgCl или AgI , образуется в первую очередь, если концентрации этих анионов были равны 0,01 г-ион/л? При каком соотношении концентраций будут одновременно осаждаться обе соли?

$$\text{ПР}_{\text{а, AgCl}} = 78 \cdot 10^{-10}; \text{ПР}_{\text{а, AgI}} = 8,3 \cdot 10^{-17}.$$

Ответ: Обе соли будут осаждаться одновременно при отношении концентраций:

$$[\text{Cl}^-] \backslash [\text{I}^-] \approx 2000 \text{ 000}.$$

22. На раствор, содержащий 1 г-ион/л Ba^{2+} и 0,01 г-ион/л Ca^{2+} , действуют раствором $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$. Какой из катионов будет при этом осаждаться первым и сколько процентов его окажется осажженным к тому моменту, когда начнется осаждение другого катиона?

$$\text{ПР}_{\text{а, BaC}_2\text{O}_4} = 1,1 \cdot 10^{-7}; \text{ПР}_{\text{а, CaC}_2\text{O}_4} = 2,3 \cdot 10^{-9}.$$

Ответ: первым начнет осаждаться Ba^{2+} ; к тому моменту, когда начнется осаждение Ca^{2+} , Ba^{2+} будет осажден на 52 % .

23. На раствор, содержащий Ca^{2+} и Ba^{2+} в равных концентрациях, действуют смесью равных объемов растворов $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$. и $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ одинаковой нормальности. Какие соединения выпадут в осадок в результате реакции?

24. Выведите условие возможности превращения осадка BaCrO_4 в BaCO_3 при действии раствором Na_2CO_3 . При каком отношении концентраций CO_3^{2-} и CrO_4^{2-} установится равновесие?

$$\text{Ответ: } [\text{CO}_3^{2-}] \backslash [\text{CrO}_4^{2-}] = 42,5.$$

1 . Образуется ли осадок CdS , если через 0,001 М раствор CdCl_2 , подкисленный HCl до концентрации 0,5 н., пропускать H_2S ?

Ответ: осадок образуется.

2. При каких значениях рН раствора может быть достигнуто полное осаждение сульфида железа (II) сероводородом?

$$\text{Ответ: при } \text{pH} \geq 4,81 .$$

3. При каких значениях рН Fe^{2+} -ионы не осаждаются из 0,1 М растворов соответствующих солей сероводородом?

$$\text{Ответ: при } \text{pH} \leq 2,3.$$

4. При каких значениях рН предупреждается осаждение ZnS сероводородом из 0,01 М раствора соли цинка?

$$\text{Ответ: при } \text{pH} \leq 1,46.$$

5. Сколько процентов цинка будет осаждено при пропускании H_2S через 0,1 М раствор ZnCl_2 в присутствии формиатной буферной смеси, поддерживающей в растворе рН 2,0?

$$\text{Ответ: } 99,98\% .$$

6. При комнатной температуре насыщают сероводородом 0,1 М раствор CuCl_2 , содержащий также HCl в концентрации 0,5 н. Учитывая образование H^+ при реакции, вычислить концентрацию Cu^{2+} ионов, оставшихся неосажденными.

Указание. Согласно уравнению реакции: $\text{Cu}^{2+} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{CuS} \downarrow + 2\text{H}^+$

осаждение 0,1 г-ион Cu^{2+} сопровождается образованием 0,2 г-ион H^+ . Следовательно, концентрация H^+ по окончании осаждения будет равна $0,5 + 0,2 = 0,7$ г-ион/л. Исходя из этой величины $[\text{H}^+]$, вычисляем далее величину $[\text{S}^{2-}]$ при равновесии и отвечающую ей концентрацию Cu^{2+} .

$$\text{Ответ: } [\text{Cu}^{2+}] = 2,6 \cdot 10^{-15} \text{ г-ион/л}.$$

7. Какова будет концентрация Fe^{2+} в растворе после окончания осаждения сульфидом аммония, если избыток его равен 0,01 М и рН раствора поддерживается равным 9,25? Вычисление провести: а) без учета второй ступени гидролиза $(\text{NH}_4)_2\text{S}$; б) с учетом ее. Полученные результаты сравнить.

Указание. Вычисление с учетом второй ступени гидролиза может быть проведено так. Прежде всего по величине рН находят величину $[\text{H}^+]$, после чего, подставив ее в уравнения

$$\frac{[\text{H}^+][\text{S}^{2-}]}{[\text{HS}^-]} = K_2 = 1,3 \cdot 10^{-13} \text{ и } \frac{[\text{H}^+]^2[\text{S}^{2-}]}{[\text{H}_2\text{S}]} = K_1 K_2 = 1,2 \cdot 10^{-20}$$

Выражают величины $[\text{HS}^-]$ и $[\text{H}_2\text{S}]$ через величину $[\text{S}^{2-}]$. Так как на основании закона сохранения вещества имеем: $[\text{S}^{2-}] + [\text{HS}^-] + [\text{H}_2\text{S}] = 10^{-2}$

то, подставив в это уравнение найденные выражения $[\text{HS}^-]$ и $[\text{H}_2\text{S}]$, легко вычислить концентрацию S^{2-} . Далее обычным способом вычисляют искомую концентрацию Fe^{2+} .

О т в е т: в обоих случаях получается величина, приблизительно равна $2,21 \cdot 10^{-12}$ г-ион/л.

8. Решить ту же задачу для осаждения Zn^{2+} сульфидом аммония при $pH = 9,25$.

О т в е т: $[Zn^{2+}] \approx 1 \cdot 10^{-18}$ г-ион/л.

9. Каковы были бы концентрации Mn^{2+} и Zn^{2+} после осаждения их сульфидом аммония (при избытке его в 0,1 М), если бы осаждение проводилось при $pH = 5$?

О т в е т: $[Mn^{2+}] \approx 20$ г-ион/л; $[Zn^{2+}] = 2 \cdot 10^{-11}$ г-ион/л.

10. Чему равна концентрация S^{2-} в насыщенном водном растворе H_2S (при комнатной температуре)? Во сколько раз она изменится, если раствор подкислить до $pH = 0,5$?

У к а з а н и е. При ответе на первый вопрос следует исходить из уравнения для K_2 сероводорода; поскольку вторая ступень диссоциации идет в ничтожно малой степени, концентрации H^+ и HS^- можно принять практически равными.

О т в е т: $[S^{2-}] = 1,3 \cdot 10^{-13}$ г-ион/л; уменьшится в - 10 млн. раз.

11. Насыщают (при $20^\circ C$) двуокисью углерода; а) чистую воду; б) 0,1 н. раствор HCl . Принимая концентрацию насыщенного раствора CO_2 при этой температуре равной $3,8 \cdot 10^{-2}$ М, вычислите концентрацию CO_3^{2-} в растворе в обоих случаях. Как влияет на указанную концентрацию присутствие HCl ?

О т в е т: а) $4,8 \cdot 10^{-11}$; б) $8,2 \cdot 10^{-17}$; понижает в 600 000 раз.

12. Вычислите, будут ли выпадать осадки $CaCO_3$ ($PP = 4,8 \cdot 10^{-9}$) и $PbCO_3$ ($PP = 1,0 \cdot 10^{-13}$) при пропускании через 0,2 н. растворы ацетатов соответствующих металлов газообразного CO_2 (см. предыдущую задачу).

О т в е т: $CaCO_3$ не будет, а $PbCO_3$ будет (частично) осаждаться.

13. Объясните на основании правила произведения растворимости: а) причину невыпадения осадка $KHC_4H_4O_6$ от действия $H_2C_4H_4O_6$ в присутствии HCl и неполноты осаждения его при отсутствии HCl ; б) причину влияния прибавленного CH_3COONa на полноту осаждения указанной соли.

14. Объясните: а) почему ZnS растворяется в H_2SO_4 , но нерастворим в CH_3COOH ? б) почему в отличие от сульфида цинка сульфиды марганца и железа (II) растворимы в обеих кислотах?

в) почему сульфид висмута нерастворим не только в уксусной, но и в разбавленной серной или соляной кислоте? г) почему Bi_2S_3 , не растворяясь в указанных выше кислотах, растворяется при нагревании с HNO_3 д) почему HgS нерастворим также и в азотной кислоте?

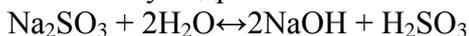
15. Объясните: а) почему фосфаты алюминия и железа (III) нерастворимы в CH_3COOH , тогда как большинство других малорастворимых в воде фосфатов в ней растворяются? б) почему гидроокись железа (II) растворима как в кислотах, так и в солях аммония, а гидроокись железа (III) растворима только в кислотах, но нерастворима в солях аммония?

16. Произведение растворимости наименее растворимой модификации сульфида никеля равно $2 \cdot 10^{-26}$. Вычислите растворимость указанной модификации NiS в 0,1 н. растворе HCl .

17. В каких случаях и почему раствор соли имеет: а) нейтральную, б) кислую и в) щелочную реакцию?

18. Перечислить продукты гидролиза солей в зависимости от степени окисления входящих в их состав катиона и аниона. В частности, рассмотреть гидролиз солей следующих типов: $Me^{I+} An^{I-}$, $Me_2^{I+} An^{II} Me_3^{I+} An^{III-}$, $Me^{II+} An_2^{I-}$ и $Me^{III+} An_3^{I-}$, иллюстрировать гидролиз их соответствующими уравнениями реакций.

19. Почему гидролиз Na_2SO_3 нельзя изображать суммарным уравнением:



20. Почему при действии на раствор $AlCl_3$ карбонатом натрия выпадает осадок $Al(OH)_3$? Уравнение реакции? Почему в отличие от Al^{+3} иона Mn^{2+} ион осаждается Na_2CO_3 в виде карбоната, а не гидроокиси?

21. Какими способами можно усилить гидролиз? подавить гидролиз?

22. Вычислить величину констант гидролиза Na_2SO_3 и $NaHSO_3$.

О т в е т: $K_{Na_2SO_3} \approx 1,6 \cdot 10^{-7}$; $K_{NaHSO_3} \approx 3,7 \cdot 10^{-6}$.

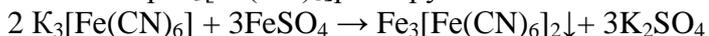
23. Вычислить степень гидролиза (h) Na_2SO_3 и $NaHSO_3$ в 1 М растворе.

О т в е т: $h_{Na_2SO_3} \approx 0,13\%$; $h_{NaHSO_3} \approx 0,38\%$.

24. Одной из характерных реакций на Fe^{3+} является действие роданида аммония $(NH_4)SCN$, приводящее к образованию роданида железа $Fe(SCN)_3$, придающего раствору кроваво-красную

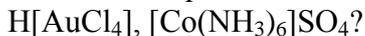
окраску. Появится ли эта окраска, если подействовать роданидом аммония: а) на раствор соли $(\text{NH}_4)_2\text{FeSO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$; б) на раствор комплексной соли железа $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$?

25. Раствор $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ реагирует с солями железа (II) по уравнению:

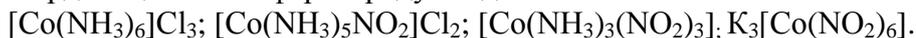


Написать ионное уравнение реакции.

26. Чему равны: а) валентность комплексных ионов; б) координационные числа комплексообразователей и их заряды в следующих соединениях: $\text{K}_2[\text{PtCl}_6]$,



27. Проследить за изменением: а) валентности комплексов; б) числа ионов во внешней координационной сфере в ряду соединений:



Как должна изменяться электропроводность растворов одинаковой молярной концентрации в указанном ряду соединений?

28. Два соединения, имеющие одну эмпирическую формулу $\text{PtCl}_2\text{Br}_2 \cdot 4\text{NH}_3$, различно реагируют при действии раствора AgNO_3 . Одно из них дает при действии AgNO_3 осадок AgCl , а другое – осадок AgBr . Объяснить указанное различие и написать для каждого из этих соединений координационную формулу.

29. При действии каких реагентов обнаружится различие между двумя изомерами, отвечающими эмпирической формуле $\text{CoBrSO}_4 \cdot 5\text{NH}_3$?

30. Вычислить концентрацию Ag^+ (в г-ион/л) в 0,1 М растворах следующих комплексных солей:



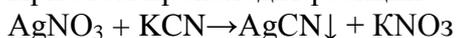
Ответ: $1,1 \cdot 10^{-3}$, $1,2 \cdot 10^{-5}$, $7,05 \cdot 10^{-8}$ г-ион/л.

31. Принимая во внимание результаты, полученные при решении предыдущей задачи, показать, будут ли выпадать осадки AgBrO_3 ($\text{IP} = 5,5 \cdot 10^{-5}$) и AgI ($\text{IP} = 8,3 \cdot 10^{-17}$) при действии на 0,2 М раствор $\text{Na}[\text{AgS}_2\text{O}_3]$ равными объемами 0,2 м растворов KBrO_3 и KI .

32. Образуется ли осадок AgI при смешении 0,2 М раствора $\text{K}[\text{Ag}(\text{CN})_2]$ с равным объемом 0,2 М раствора KI ? Согласуется ли полученный вывод с данными опыта?

33. Для получения $\text{K}[\text{Ag}(\text{CN})_2]$ действуют избытком KCN на раствор AgNO_3 .

При этом происходят реакции:



Таким образом, раствор $\text{K}[\text{Ag}(\text{CN})_2]$ всегда содержит некоторый избыток KCN . Вычислите, какова должна быть концентрация KCN в указанном растворе, чтобы осадок AgI в условиях предыдущей задачи не мог образоваться.

Ответ: $1,3 \cdot 10^{-3}$ М или больше.

34. Если раствор комплексного аммиаката кадмия $[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ обработать KCN , он превратится в комплексный цианид кадмия. Написать уравнение реакции в молекулярной и ионной формах и объяснить причину течения этой реакции.

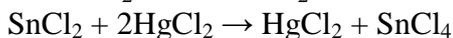
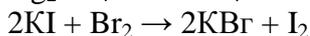
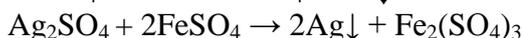
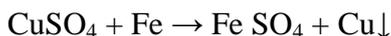
35. Ион Cd^{2+} при действии щелочей образует белый осадок $\text{Cd}(\text{OH})_2$, а при действии H_2S - желтый осадок CdS . Если, однако, к раствору соли кадмия сначала прибавить избыток KCN , а затем подействовать указанными реагентами, то осадок образуется только при действии H_2S , но не щелочей. Объяснить это.

36. Почему, несмотря на очень малую концентрацию Ag^+ в растворе $\text{K}[\text{Ag}(\text{CN})_2]$, при действии H_2S образуется большое количество осадка Ag_2S ?

37. Как, не прибегая к осаждению, устранить мешающее действие Fe^{3+} при обнаружении других катионов?

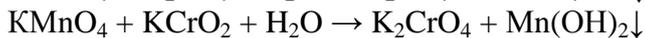
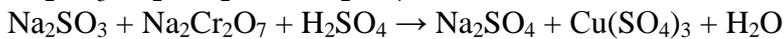
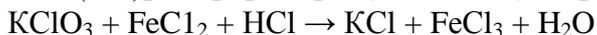
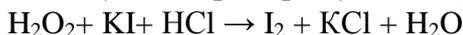
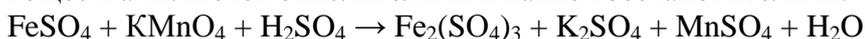
38. При количественном определении никеля в сталях навеску стали растворяют в HCl , а после окисления Fe^{2+} до Fe^{3+} азотной кислотой прибавляют к раствору винную (или лимонную) кислоту. После этого слегка подщелачивают раствор аммиаком и осаждают Ni^{2+} диметилглиоксимом. Какую роль при осаждении Ni^{2+} играет прибавление винной (или лимонной) кислоты?

39. Составить ионные уравнения следующих реакций и указать, какие ионы или атомы окисляются и какие восстанавливаются:



Какие изменения претерпевает заряд атомов элементов, входящих в состав молекул указанных веществ?

40. Подобрать коэффициенты следующих окислительно-восстановительных реакций и указать, какие вещества являются окислителями и какие восстановителями:



41. Пользуясь электронно-ионным методом, написать следующие схемы в виде ионных уравнений реакции:

