

Теория электролитической диссоциации

Электролиты – вещества, которые в растворе или в расплаве проводят электрический ток (обладают ионной проводимостью).

Электролитическая диссоциация – процесс распада электролита на ионы под действием молекул растворителя.

Степень электролитической диссоциации – отношение количества вещества электролита, распавшегося на ионы ($n_{\text{расп}}$), к количеству вещества растворенного электролита ($n_{\text{общ}}$).

$$\alpha = \frac{n_{\text{расп}}}{n_{\text{общ}}}$$

где α – степень электролитической диссоциации; $0 < \alpha \leq 1$

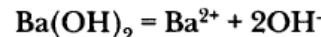
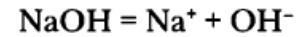
Степень диссоциации может быть выражена в процентах, тогда

$0 \% < \alpha \leq 100 \%$

Сильные электролиты – электролиты, которые в растворе диссоциируют практически полностью, $\alpha \approx 1$ (или 100 %).

Слабые электролиты – электролиты, диссоциирующие в растворе в неизначительной степени ($\alpha < 1$).

Основания – это электролиты, при диссоциации которых в качестве анионов образуются только гидроксид – анионы OH^- .



Кислоты – это электролиты, при диссоциации которых в качестве катионов образуются только катионы водорода H^+ (катионы гидроксония H_3O^+).

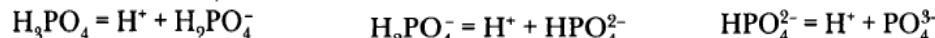
Катион гидроксония образуется при взаимодействии H^+ с молекулой H_2O , образуется еще одна ковалентная связь кислорода с водородом по донорно-акцепторному механизму:



Примеры диссоциации кислот:



Многоосновные кислоты диссоциируют ступенчато:



Суммарное уравнение: $\text{H}_3\text{PO}_4 = 3 \text{H}^+ + \text{PO}_4^{3-}$

- а) нитрата калия, карбоната калия, хлорида магния, гидроксида бария, иодоводородной кислоты;
- б) сульфата магния, бромоводородной кислоты, хлорида кальция, гидроксида калия, сульфата железа(III);
- в) сульфата железа(III), хлорида магния, ортофосфорной кислоты, ацетата натрия, гидроксида стронция;
- г) перманганата калия, хлорной кислоты, хлората калия, перхлората калия, ацетата аммония, гидроксида цезия.

В каждом случае обозначьте класс, к которому относится то или иное вещество.

2-3. Подберите по три примера веществ, при диссоциации которых в растворе будет присутствовать ион:

- а) OH^- ; б) SO_4^{2-} ; в) NO_3^- ; г) PO_4^{3-} .

2-4. Подберите по три примера веществ, при диссоциации которых в растворе будет присутствовать ион:

- а) H^+ (H_3O^+); б) K^+ ; в) Mg^{2+} ; г) Ba^{2+} .

2-5. Подберите по три примера веществ, при диссоциации которых в растворе будет присутствовать ион:

- а) Ag^+ ; б) Cl^- ; в) CO_3^{2-} ; г) Cu^{2+} .

2-6. Подберите по три примера веществ, при диссоциации которых в растворе будет присутствовать ион:

- а) Hg^{2+} ; б) NH_4^+ ; в) CH_3COO^- ; г) MnO_4^- .

2-7. Подберите по три примера веществ, при диссоциации которых в растворе будет присутствовать ион:

- а) CuOH^+ ; б) $\text{Al}(\text{OH})_2^+$; в) ZnOH^+ ; г) CrOH^{2+} .

2-8. Подберите по три примера веществ, при диссоциации которых в растворе будет присутствовать ион:

- а) HSO_4^- ; б) HCO_3^- ; в) HPO_4^{2-} ; г) H_2PO_4^- .

2-9. Подберите по три примера веществ, при диссоциации которых в растворе будет присутствовать ион:

- а) $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$; б) $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$; в) $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$; г) $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$.

2-10. Из данного перечня выберите сильные электролиты: нитрат натрия, нитрат бария, сероводородная кислота, гидроксид бария, сульфид натрия, угольная кислота, карбонат калия.

2-11. Из данного перечня выберите слабые электролиты: уксусная кислота, ацетат натрия, азотистая кислота, азотная кислота, нитрат калия, нитрит калия, соляная кислота.

2-12. Из данного перечня выберите сильные электролиты: ортофосфорная кислота, фосфат натрия, хлорид аммония, нитрат серебра, серная кислота, хлорная кислота, иодоводородная кислота.

2-18. Напишите уравнения **осуществимых** реакций между:

- а) гидроксидом бария и соляной кислотой;
- б) карбонатом натрия и нитратом кальция;
- в) карбонатом натрия и азотной кислотой;
- г) карбонатом натрия и гидроксидом калия;
- д) гидроксидом железа(III) и азотной кислотой;
- е) оксидом меди(II) и азотной кислотой;
- ж) карбонатом кальция и сульфатом бария.

Составьте ионные уравнения. Определите форму связывания ионов в результате протекания возможных реакций.

2-19. Напишите уравнения **осуществимых** реакций между:

- а) серной кислотой и сульфидом калия;
- б) серной кислотой и хлоридом бария;
- в) серной кислотой и гидроксидом калия;
- г) сульфатом натрия и нитратом калия;
- д) оксидом железа(III) и серной кислотой;
- е) гидроксидом алюминия и соляной кислотой;
- ж) фосфатом магния и сульфидом свинца(II).

Составьте ионные уравнения. Определите форму связывания ионов в результате протекания возможных реакций.

2-20. Напишите уравнения **осуществимых** реакций между:

- а) нитратом алюминия и фосфатом натрия;
- б) сульфидом калия и соляной кислотой;
- в) сульфидом калия и нитратом натрия;
- г) сульфатом калия и нитратом свинца(II);
- д) соляной кислотой и гидроксидом калия;
- е) гидроксидом цинка и азотной кислотой;
- ж) оксидом магния и серной кислотой;
- з) хлоридом серебра и иодидом свинца(II).

Составьте ионные уравнения. Определите форму связывания ионов в результате протекания возможных реакций.

2-21. Напишите уравнения **осуществимых** реакций между:

- а) серной кислотой и сульфитом натрия;
- б) серной кислотой и нитратом бария;
- в) азотной кислотой и гидроксидом калия;
- г) сульфатом натрия и нитратом меди(II);
- д) оксидом свинца(II) и азотной кислотой;
- е) гидроксидом меди(II) и серной кислотой;
- ж) фосфатом цинка и гидроксидом свинца(II).

Составьте ионные уравнения. Определите форму связывания ионов в результате протекания возможных реакций.

2-22. Напишите уравнения **осуществимых** реакций между следующими веществами:

- а) силикатом натрия и хлоридом кальция;
- б) сульфидом натрия и серной кислотой;
- в) гидроксидом меди(II) и азотной кислотой;
- г) оксидом меди(II) и соляной кислотой;
- д) нитратом калия и гидроксидом натрия.

Составьте ионные уравнения. Определите форму связывания ионов в результате протекания возможных реакций.

2-23. Напишите уравнения **осуществимых** реакций между следующими веществами:

- а) фосфатом калия и нитратом меди(II);
- б) сульфитом натрия и серной кислотой;
- в) гидроксидом железа(III) и соляной кислотой;
- г) оксидом цинка и азотной кислотой;
- д) хлоридом меди(II) и нитратом цинка.

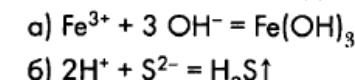
Составьте ионные уравнения реакций.

2-24. Напишите уравнения возможных реакций между следующими веществами:

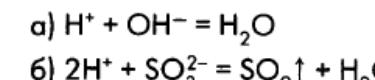
- а) оксидом фосфора(V) и гидроксидом калия;
- б) оксидом железа(III) и соляной кислотой;
- в) сероводородом и гидроксидом натрия;
- г) нитратом бария и соляной кислотой.

Составьте ионные уравнения реакций.

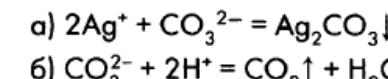
2-25. К данным ионным уравнениям подберите молекулярные:



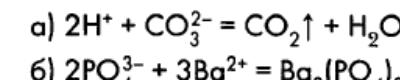
2-27. К данным ионным уравнениям подобрать молекулярные:



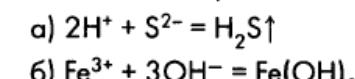
2-28. К данным ионным уравнениям подберите молекулярные:



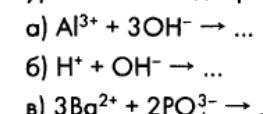
2-29. К данным кратким ионным уравнениям подберите молекулярные:



2-30. К данным кратким ионным уравнениям подберите молекулярные:



2-31. Преобразуйте данные схемы в ионные уравнения. К полученным ионным уравнениям подберите молекулярные:



2-32. С какими из перечисленных веществ взаимодействует (в растворе) хлорид натрия: нитрат бария, нитрат серебра, гидроксид калия, серная кислота, нитрат свинца(II)? Напишите уравнения реакций, составьте ионные уравнения.

2-33. С какими из перечисленных веществ взаимодействует (в растворе) сульфат калия: нитрат бария, карбонат натрия, гидроксид натрия, соляная кислота, нитрат свинца(II)? Напишите уравнения реакций, составьте ионные уравнения.

2-34. С какими из перечисленных веществ взаимодействует (в растворе) карбонат натрия: хлорид бария, нитрат серебра, гидроксид калия, азотная кислота, нитрат свинца(II)? Напишите уравнения реакций, составьте ионные уравнения.

2-35. С какими из перечисленных веществ взаимодействует (в растворе) хлорид меди(II): нитрат бария, нитрат серебра, гидроксид калия, серная кислота, сульфид натрия? Напишите уравнения реакций, составьте ионные уравнения.

2-36. С какими из перечисленных веществ взаимодействует (в растворе) соляная кислота: сульфат натрия, карбонат кальция, нитрат серебра, сульфид натрия, силикат натрия. Напишите уравнения реакций, составьте ионные уравнения.

2-37. С какими из перечисленных веществ взаимодействует (в растворе) гидроксид натрия: хлорид бария, хлорид цинка, сульфид меди(II), серная кислота, ацетат меди(II). Напишите уравнения реакций, составьте ионные уравнения.

2-38. Даны растворы: хлорида бария, сульфата меди(II), гидроксида натрия. Напишите уравнения возможных реакций между данными веществами, составьте ионные уравнения.

2-39. Даны вещества: соляная кислота, раствор нитрата натрия, раствор карбоната калия, раствор силиката натрия. Напишите уравнения возможных реакций между данными веществами, составьте ионные уравнения.

2-40. Даны растворы: иодида калия, сульфата натрия, нитрата свинца(II), гидроксида бария. Напишите уравнения возможных реакций между данными веществами, составьте ионные уравнения.

2-41. Даны растворы: азотной кислоты, ацетата свинца(II), карбоната натрия, гидроксида калия. Напишите уравнения возможных реакций между данными веществами, составьте ионные уравнения.

2-42. Даны растворы: сульфида натрия, нитрата свинца(II), сульфата меди(II), гидроксида калия. Напишите уравнения возможных реакций между данными веществами, составьте ионные уравнения.

2-43. В трех пронумерованных склянках без этикеток находятся растворы гидроксида натрия, сульфата натрия, нитрата натрия. Как химическим путем определить вещества? Напишите уравнения реакций, составьте ионные уравнения.

2-44. В трех пронумерованных склянках без этикеток находятся растворы хлорида натрия, нитрата натрия и соляная кислота. Как химическим путем определить вещества? Напишите уравнения реакций, составьте ионные уравнения.

2-45. В трех пронумерованных склянках без этикеток находятся растворы ацетата натрия, сульфата натрия и карбоната натрия. Как химическим путем определить вещества? Напишите уравнения реакций, составьте ионные уравнения.

2-46. В трех пронумерованных склянках без этикеток находятся растворы кислот: соляной, азотной и серной. Как химическим путем определить вещества? Напишите уравнения реакций, составьте ионные уравнения.

2-47. В четырех пронумерованных склянках без этикеток находятся растворы сульфида натрия, сульфата натрия, иодида натрия и нитрата натрия. Как химическим путем определить вещества? Напишите уравнения реакций, составьте ионные уравнения.

2-48. В четырех пронумерованных склянках без этикеток находятся растворы хлорида меди(II), сульфата меди(II), нитрата меди(II) и нитрата калия. Как химическим путем определить вещества? Напишите уравнения реакций, составьте ионные уравнения.

2-49. В четырех пронумерованных склянках без этикеток находятся растворы серной кислоты, сульфата натрия, хлорида натрия и соляной кислоты. Как химическим путем определить вещества? Напишите уравнения реакций, составьте ионные уравнения.

2-50. В трех пронумерованных склянках без этикеток находятся растворы хлорида бария, сульфата натрия и нитрата натрия. Как химическим путем, не используя других реагентов, определить вещества? Напишите уравнения реакций, составьте ионные уравнения.

Расчеты по химическим уравнениям, когда одно из реагирующих веществ дано в избытке.

Комбинированные задачи

2-55. Смешали два раствора, содержащих соответственно гидроксид калия количеством вещества 3 моль и хлороводород количеством вещества 2,25 моль. Определите количество вещества образовавшейся соли и реакцию среды в растворе после реакции.

2-56. Смешали два раствора, содержащих соответственно серную кислоту количеством вещества 3 моль и гидроксид натрия количеством вещества 7 моль. Определите количество вещества и массу образовавшейся соли, реакцию среды в растворе после реакции, массу одного из реагентов, оставшегося после реакции.

2-57. Смешали два раствора, содержащих соответственно ортофосфорную кислоту количеством вещества 5 моль и гидроксид калия количеством вещества 18 моль. Определите количество вещества и массу образовавшейся соли, реакцию среды в растворе после реакции и массу одного из реагентов после реакции.

2-55. Вычислите массу осадка, образовавшегося при взаимодействии раствора, содержащего нитрат свинца(II) массой 66,2 г, с раствором, содержащим сульфид натрия массой 31,6 г.

2-66. Смешали два раствора, содержащих соответственно гидроксид кальция массой 18,5 г и хлороводород массой 29,2 г. Вычислите массу образовавшейся соли.

2-67. Смешали два раствора, содержащих соответственно гидроксид натрия массой 24 г и ортофосфорную кислоту массой 9,8 г. Определите массу образовавшейся соли, реакцию среды в растворе после реакции, массу одного из реагентов, оставшегося после реакции.

2-85. В порцию 10%-го раствора гидроксида калия массой 56 г пропустили порцию углекислого газа объемом: а) 11,2 л (н. у.); б) 224 мл (н. у.). Определите, какая соль образуется и какова ее масса.

2-86. В раствор, содержащий гидроксид кальция массой 7,4 г, пропустили оксид серы(IV) а) объемом 2 24 л (н. у.); б) массой 32 г. Определите, какая соль образуется и какова ее масса.

2-87. К порции 10%-го раствора хлорида бария массой 208 г добавили порцию 50%-го раствора нитрата серебра массой 34 г. Вычислите: а) массу образовавшегося осадка; б) массу образовавшейся соли в растворе; в) массовую долю образовавшейся соли в растворе; г) массу реагента, оставшегося в избытке; д) массовую долю в растворе реагента, оставшегося в избытке.

2-68. Смешали два раствора, содержащих соответственно гидроксид кальция массой 111 г и хлороводород массой 292 г. Определите массу образовав-

шейся соли, реакцию среды в растворе после реакции и массу реагента, оставшегося в избытке после реакции.

2-69. Смешали порцию фосфорного ангидрида массой 14,2 г и порцию оксида калия массой 37,6 г. Определите массу образовавшейся соли и массу одного из реагентов, оставшегося после реакции.

2-70. Навеску цинка массой 260 г добавили к раствору содержащему серную кислоту массой 196 г. Определите массу образовавшейся соли и объем (н. у.) выделившегося газа.

2-71. Смешали два раствора содержащих соответственно хлорид бария массой 416 г и сульфат натрия массой 426 г. Рассчитайте массу образовавшегося осадка.

2-72. Вычислите массу соли, образовавшейся при взаимодействии оксида меди(II) массой 8 г и 25%-го раствора серной кислоты массой 19,6 г.

2-73. Вычислите массу соли, образовавшейся при взаимодействии оксида магния массой 8 г и 20%-го раствора азотной кислоты массой 157,5 г.

2-74. Вычислите массу соли, образовавшейся при взаимодействии оксида цинка массой 32,4 г и 20%-го раствора соляной кислоты массой 292 г.

2-84. Смешали два раствора, содержащих соответственно гидроксид натрия массой 4 г и серную кислоту массой 9,8 г. Определите, какая соль образуется в результате реакции и какова масса образовавшейся соли.

2-75. Вычислите массу соли, образовавшейся при взаимодействии оксида серебра массой 11,6 г и 25%-го раствора азотной кислоты массой 63 г.

2-76. Навеску оксида магния массой 8 г обработали 20%-м раствором соляной кислоты массой 146 г. Вычислите: а) массу образовавшейся соли; б) массовую долю образовавшейся соли в полученном растворе.

2-77. Навеску оксида меди(II) массой 4 г обработали 10%-м раствором серной кислоты массой 196 г. Вычислите массовую долю образовавшейся соли в полученном в результате реакции растворе.

2-78. Навеску оксида меди(II) массой 4 г обработали 10%-м раствором серной кислоты массой 196 г. Вычислите массу медного купороса (сульфата меди пятиводного), который можно получить в результате выпаривания полученного раствора.

2-79. Навеску оксида меди(II) массой 40 г обработали 10%-м раствором серной кислоты массой 196 г. Вычислите массу осадка в реакционной смеси.

2-80. Через 10%-й раствор иодида натрия массой 150 г пропустили порцию хлора объемом 224 мл (н. у.). Рассчитайте массу образовавшегося иода.

2-81. Смешали 20%-й раствор хлорида бария массой 2080 г и 30%-й раствор сульфата натрия массой 1420 г. Вычислите массу образовавшегося осадка.

2-82. Смешали порцию 10%-го раствора гидроксида натрия массой 80 г и порцию 40%-го раствора сульфата меди(II) массой 80 г. Определите массу образовавшегося осадка и массовую долю образовавшейся соли в растворе после реакции.

2-83. Навеску медного купороса массой 5 г растворили в воде и добавили гидроксид натрия массой 0,8 г. Определите массу образовавшегося осадка.

2-88. К порции 16%-го раствора сульфата меди(II) массой 250 г добавили порцию 50%-го раствора гидроксида натрия массой 20 г. Вычислите: а) массу образовавшегося осадка; б) массу образовавшейся соли в растворе; в) массовую долю образовавшейся соли в растворе; г) массу реагента, оставшегося в избытке; д) массовую долю в растворе реагента, оставшегося в избытке.

2-89. К порции 8%-го раствора хлорида бария массой 130 г добавили 12%-й раствор сульфата натрия массой 277,5 г. Вычислите: а) массу образовавшегося осадка; б) массу образовавшейся соли в растворе; в) массовую долю образовавшейся соли в растворе; г) массу реагента, оставшегося в избытке; д) массовую долю в растворе реагента, оставшегося в избытке.

2-90. К порции 10%-го раствора сульфида натрия массой 156 г добавили порцию 25%-го раствора нитрата серебра массой 136 г. Вычислите: а) массу образовавшегося осадка; б) массу образовавшейся соли в растворе; в) массовую долю образовавшейся соли в растворе; г) массу реагента, оставшегося в избытке; д) массовую долю в растворе реагента, оставшегося в избытке.

2-91. Через порцию 10%-го раствора гидроксида натрия массой 160 г пропустили углекислый газ объемом 6,72 л (н. у.). Вычислите массовые доли солей в образовавшемся растворе.

2-92. Через порцию 25%-го раствора гидроксида натрия массой 960 г пропустили углекислый газ объемом 89,6 л (н. у.). Вычислите массовые доли солей в растворе после реакции.

2-93. Через порцию 10%-го раствора гидроксида натрия массой 200 г пропустили сероводород объемом 6,72 л (н. у.). Вычислите массовые доли веществ в растворе после реакции.

2-94. Через порцию 25%-го раствора гидроксида калия массой 179,2 г пропустили сернистый газ объемом 11,2 л (н. у.). Вычислите массовые доли веществ в растворе после реакции.

2-95. Смешали 20%-й раствор гидроксида натрия массой 140 г и 10%-й раствор ортофосфорной кислоты массой 294 г. Вычислите массовые доли веществ в растворе после реакции.

2-96. Смешали 10%-й раствор гидроксида калия массой 280 г и 10%-й раствор ортофосфорной кислоты массой 294 г. Вычислите массовые доли веществ в растворе после реакции.

2-97. Навеску серы массой 0,32 г сожгли в избытке кислорода. Образовавшийся газ пропустили через 20 г 10%-го раствора гидроксида натрия. Какая соль образуется в результате реакции газа со щелочью? Вычислите ее массовую долю в растворе после реакции.

2-98. Газ, образовавшийся в результате полного сгорания этана (C_2H_6) объемом 179,2 мл (н. у.) пропустили через порцию 0,1%-го раствора гидроксида кальция массой 740 г. Вычислите массу образовавшегося осадка и массовую долю соли, находящейся в растворе после реакции. В расчетах допустите, что углекислый газ полностью растворился в реакционной смеси.

2-99. Навеску смеси сульфатов калия и натрия массой 158 г растворили в воде и обработали избыточным количеством раствора хлорида бария. В результате образовался осадок массой 233 г. Вычислите массовые доли сульфатов в исходной смеси.

2-100. Навеску смеси карбонатов кальция и бария массой 123,5 г обработали избытком соляной кислоты. В результате реакции образовался газ, объем которого составил 16,8 л (н. у.). Вычислите массовые доли карбонатов в исходной смеси.

2-101. Навеску смеси хлоридов натрия и калия массой 26,6 г растворили в порции воды массой 173,4 г и обработали избыточным количеством нитрата серебра. В результате реакции образовалось 57,4 г осадка. Вычислите массовые доли хлоридов натрия и калия в исходном растворе.

2-53. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить цепочки превращений веществ:

- а) Барий → Гидроксид бария → Нитрат бария → Сульфат бария;
- б) Уголь → Углекислый газ → Карбонат натрия → Карбонат бария → Углекислый газ;
- в) Фосфор → Оксид фосфора(V) → Фосфат натрия → Фосфат кальция;
- г) Кальций → Гидроксид кальция → Хлорид кальция → Карбонат кальция → Нитрат кальция → Фосфат кальция;
- д) Калий → Гидроксид калия → Хлорид калия → Нитрат калия → Сульфат калия → Нитрат калия.

Составьте ионные уравнения для реакций в растворах электролитов.

2-51. В четырех пронумерованных склянках без этикеток находятся растворы нитрата серебра, сульфида натрия, нитрата натрия и соляная кислота. Как химическим путем, не используя других реагентов, определить вещества? Напишите уравнения реакций, составьте ионные уравнения.

2-52. В четырех пронумерованных склянках без этикеток находятся растворы гидроксида натрия, хлорида меди(II), сульфата меди(II), хлорида бария. Как химическим путем, не используя других реагентов, определить вещества? Напишите уравнения реакций, составьте ионные уравнения.

2-58. Вычислите массу соли, образовавшейся при взаимодействии азотной кислоты массой 6,3 г с избытком гидроксида калия.

2-59. Вычислите массу соли, образовавшейся при взаимодействии азотной кислоты массой 6,3 г с раствором, содержащим гидроксид натрия массой 2 г.

2-60. Вычислите массу осадка, образовавшегося при взаимодействии раствора, содержащего карбонат натрия массой 10,6 г, с избытком раствора хлорида кальция.

2-61. Вычислите массу осадка, образовавшегося при взаимодействии раствора, содержащего карбонат натрия массой 10,6 г, с раствором, содержащим хлорид кальция массой 5,55 г.

2-62. Вычислите массу соли, образовавшейся при взаимодействии серной кислоты массой 9,8 г с избытком раствора гидроксида кальция.

2-63. Вычислите массу соли, образовавшейся при взаимодействии серной кислоты массой 9,8 г с раствором, содержащим гидроксид кальция массой 14,8 г.

2-64. Вычислите массу осадка, образовавшегося при взаимодействии раствора, содержащего нитрат свинца(II) массой 66,2 г, с избытком раствора сульфида натрия