**Варианты контрольных заданий для студентов, обучающихся по специальности 21.03.01 Нефтегазовое дело**

**Химия 1.6 (I семестр)**

Таблица 1

|  |  |
| --- | --- |
| **Номер варианта** | **Номера задач, относящихся к данному заданию** |
| 01 | 1, 22, 37, 52, 72, 87, 107, 122, 137, 157, 170, 186, 195, 210, 225, 240, 255, 280, 295, 310. |
| 02 | 2, 23, 38, 53, 73, 88, 108, 123, 138, 158, 171, 187, 196, 211, 226, 241, 256, 281, 296, 311. |
| 03 | 3, 24, 39, 54, 74, 89, 109, 124, 151, 159, 172, 188, 197, 212, 227, 242, 257, 282, 297, 312. |
| 04 | 4, 25, 40, 55, 75, 90, 110, 125, 152, 160, 173, 189, 198, 213, 228, 243, 258, 283, 298, 313. |
| 05 | 5, 26, 41, 56, 76, 91, 111, 126, 153, 161, 174, 190, 199, 214, 229, 244, 259, 284, 299, 314. |
| 06 | 6, 27, 42, 57, 77, 92, 112, 127, 154, 162, 175, 191, 200, 215, 230, 245, 260, 285, 300, 315. |
| 07 | 7, 28, 43, 58, 78, 93, 113, 128, 155, 163, 176, 192, 201, 216, 231, 246, 261, 286, 301, 316. |
| 08 | 8, 29, 44, 59, 79, 94, 114, 129, 156, 164, 177, 193, 202, 217, 232, 247, 262, 287, 302, 317. |
| 09 | 9, 30, 45, 60, 80, 95, 115, 130, 139, 165, 178, 194, 203, 218, 233, 248, 263, 288, 303, 318. |
| 10 | 10, 31, 46, 61, 81, 96, 116, 131, 140, 166, 179, 186, 204, 219, 234, 249, 264, 289, 304, 319. |
| 11 | 11, 32, 47, 62, 82, 97, 117, 132, 141, 167, 180, 187, 205, 220, 235, 250, 265, 290, 305, 320. |
| 12 | 12, 33, 48, 63, 83, 98, 118, 133, 142, 168, 181, 188, 206, 221, 236, 251, 266, 291, 306, 321. |
| 13 | 13, 34, 49, 64, 84, 99, 119, 134, 143, 169, 182, 189, 207, 222, 237, 252, 267, 292, 307, 322. |
| 14 | 14, 35, 50, 65, 85, 100, 120, 135, 144, 158, 183, 190, 208, 223, 238, 253, 268, 293, 308, 323. |
| 15 | 15, 36, 51, 66, 86, 101, 121, 136, 145, 159, 184, 191, 209, 224, 239, 254, 269, 294, 309, 324. |
| 16 | 16, 23, 38, 67, 73, 102, 110, 123, 146, 160, 185, 192, 196, 213, 226, 242, 270, 281, 299, 325. |

Окончание табл. 1

|  |  |
| --- | --- |
| **Номер варианта** | **Номера задач, относящихся к данному заданию** |
| 17 | 17, 24, 39, 68, 74, 103, 111, 124, 137, 161, 175, 193, 197, 214,227, 243,271, 282, 300, 326. |
| 18 | 18, 25, 40, 69, 75, 104, 112, 125, 138, 162, 176, 194, 198, 215, 228, 244, 272, 283, 301, 327 |
| 19 | 19, 26, 41, 70, 76, 105, 113, 126, 139, 163, 177, 186, 199, 216, 229, 245, 273, 284, 302, 310. |
| 20 | 20, 27, 42, 71, 77, 106, 114, 127, 140, 164, 178, 187, 200, 217, 230, 246, 274, 285, 303, 311. |
| 21 | 21, 28, 43, 53, 78, 88, 115, 128, 141, 165, 179, 188, 201, 218, 231, 247, 275, 286, 304, 312. |
| 22 | 2, 29, 44, 54, 79, 89, 116, 129, 142, 166, 180, 189, 202, 219, 232, 248, 276, 287, 305, 313. |
| 23 | 3, 30, 45, 55, 80, 90, 117, 130, 143, 167, 181, 190, 203, 220, 233, 249, 277, 288, 306, 314. |
| 24 | 4, 31, 46, 56, 81, 91, 118, 131, 144, 168, 182, 191, 204, 221, 234, 250, 278, 289, 307, 315. |
| 25 | 5, 32, 47, 57, 82, 92, 119, 132, 145, 169, 183, 192, 205, 222, 235, 251, 279, 290, 308, 316. |
| 26 | 6, 33, 48, 58, 83, 93, 120, 133, 146, 157, 184, 193, 206, 223, 236, 252, 259, 291, 309, 317. |
| 27 | 7, 34, 49, 59, 84, 94, 121, 134, 147, 158, 170, 194, 207, 224, 237, 253, 260, 292, 295, 318. |
| 28 | 8, 35, 50, 60, 85, 95, 107, 135, 148, 159, 171, 186, 208, 195, 238, 254, 261, 293, 296, 319. |
| 29 | 9, 36, 51, 61, 86, 96, 108, 136, 149, 160, 172, 189, 209, 196, 239, 240, 262, 294, 297, 320. |
| 30 | 10, 22, 38, 62, 72, 100, 109, 122, 150, 161, 173, 191, 210, 197, 225, 241, 263, 280, 298, 321. |

**Задачи для контрольных работ**

**Закон эквивалентов. Газовые законы**

1. Рассчитайте массу 2,24 л (н.у.) оксида углерода (IV). Сколько это составит моль и молекул?
2. Определите плотность по воздуху и массу 1 л (н.у.)

а) азота,

б) оксида серы (+4).

1. Какой объем займет смесь, состоящая из 14 г азота и 0,25 моль хлора (н.у.)?
2. Сколько атомов в молекуле серы при 5000  и при 11600 С, если плотность паров серы по воздуху при этих температурах соответственно равна 6,55 и 2,2?
3. Вычислите атомную массу двухвалентного металла и определите, какой это металл, если 8,34 г металла окисляются 0,680 л кислорода (н.у.).
4. Мышьяк образует два оксида, из которых один содержит 65,2 % (масс.) мышьяка, а другой - 75,7 % (масс.) мышьяка. Определите эквивалентные массы мышьяка в обоих случаях. Напишите формулы соответствующих оксидов.
5. В каком количестве Ва(ОН)2 содержится столько же эквивалентов, сколько в 140 г КОН?
6. В каком количестве Ва(ОН)2.8Н2О содержится столько же эквивалентов, сколько в 156 г Al(ОН)3 ?
7. Какой объем займут при н.у. 11 г газа, если плотность газа по воздуху равна 1,52?
8. Сколько граммов и моль оксида меди (II) образуется при окислении 4 г меди?
9. Найдите эквивалент и эквивалентные массы серы в соединениях: Н2S; SO3; FeSO4; CuSO3.
10. Молярная эквивалентная масса металла равна 20 г/моль. Какой объем водорода при 270 С и 2 атм получится при взаимодействии 4 г металла с серной кислотой?
11. Вычислите эквивалент и эквивалентные массы Al2O3 при следующих превращениях:

а) Al2O3 + 6HCl= 2AlCl3+ 3H2O;

б) Al2O3+ 2NaOH= 2NaAlO2+ H2O;

1. Сколько граммов оксида ртути (II) нужно разложить, чтобы получилось 15 л кислорода при 270 С и 1,2 атм?
2. Сколько эквивалентов содержится в 200 г СаСО3; в 470 г NаОН?
3. Вычислите валентность меди в оксиде, в котором на 1 г кислорода приходится 3,97 г меди.
4. Сколько моль кальция вступило в реакцию с водой, если объем выделившегося водорода при 270 С и 8,2 атм равен 3 л?
5. Найдите эквивалент и эквивалентную массу ортофосфорной кислоты в случае следующих превращений:

а) H3PO4 + KOH = KH2PO4 + H2O;

б) H3PO4 + 3KOH= K3PO4 + 3H2O.

1. Определите эквивалентную массу металла, если 0,4 г его вытеснили из воды 624 мл Н2 при 4700 С и 743 мм рт. ст.
2. Найдите эквивалент и молярную эквивалентную массу марганца в соединениях: Mn(OH)4; K2MnO4; MnSO4
3. 2 г двухвалентного металла вытесняют 1,12 л Н2 (н.у.). Вычислите молярную эквивалентную массы металла и его атомную массу.

**Основные классы неорганических соединений**

1. Напишите формулы оксидов, соответствующих указанным гидроксидам: Н4SiO4, Cu(OH)2, H3AsO3, H6TeO6, Fe(OH)3, дайте их названия.
2. Хром образует соединения, в которых он проявляет степени окисления +3 и +6. Составьте формулы его оксидов и гидроксидов, отвечающих этим степеням окисления. Написать уравнения реакций, доказывающих амфотерность гидроксида хрома (III).
3. Какие из перечисленных оксидов CaO, CO2, FeO, Al2O3, Cl2O7, ZnO являются основными, кислотными или амфотерными? Составьте уравнения реакций взаимодействия вышеуказанных оксидов с хлороводородной кислотой и гидроксидом натрия. Назовите полученные продукты реакции.
4. Составьте уравнения реакций взаимодействия с водой следующих оксидов: Na2O, SO3, CaO, P2O5. К какому классу соединений относятся полученные вещества? Назовите их.
5. Ангидридами каких кислот являются P2O5, Cl2O7, SO2, N2O3, CrO3? Приведите примеры реакций образования соответствующих кислот.
6. Какие из перечисленных соединений образуют: а) кислые соли: HF, H2S, H2SO4, H3PO4, HCN? б) основные соли: Ca(OH)2, Al(OH)3, NaOH? Приведите примеры соответствующих реакций и назовите полученные соединения.
7. Укажите, к каким классам неорганических соединений относятся следующие вещества, и назовите эти соединения: HBr, NO2, ZnS, Ni(OH)2, Na2SO4, CuOHNO3, KH2PO4, HCN.
8. Напишите формулы следующих химических соединений: оксид хрома (VI), гидроксид калия, угольная кислота, хлоридгидроксоалюминия, гидроортофосфат калия, хлорид железа (II). Назовите следующие соединения: N2O5, Ca(NO3)2, (FeOH)2SO3, Mg(HCO3)2.
9. Какие из перечисленных солей относятся к средним, кислым и основным: Na2HPO4, Al(H2PO4)3, (ZnOH)4SO4, Al(OH)2NO3, FeCl3, Na2CO3, CuOHCl, K2S? Назовите эти соли.
10. Какие из перечисленных веществ будут реагировать с гидроксидом калия: CO2, CaO, H3PO4, Zn(OH)2, Mg(OH)2, Al(OH)3, H2S? Составьте уравнения реакций и назовите продукты реакций.
11. Составьте уравнения реакций получения основных солей магния и кислых солей натрия, образованных кислотами: а) угольной, б) сероводородной, в) ортофосфорной. Назовите полученные соли.
12. Напишите уравнения реакций получения кислых кальциевых солей ортофосфорной кислоты и основных алюминиевых солей азотной кислоты. Составьте уравнения соответствующих реакций.
13. В какие реакции могут вступать друг с другом вещества из группы: HNO3, LiOH, Na2CO3, CO2, H2SO3? Напишите уравнения соответствующих реакций, назовите продукты реакции.
14. С какими из перечисленных ниже веществ будет реагировать соляная кислота: B2O3, Zn(OH)2, CaO, AgNO3, SiO2, H3PO4? Составьте уравнения соответствующих реакций.
15. С какими из перечисленных веществ взаимодействует соляная кислота: CaO, N2O3, AgNO3; SO3; Pb(NO3)2; СuSO4; FeS; FeO; Cu; Zn? Напишите примеры соответствующих реакций и назовите полученные вещества.
16. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

а) KClО3 → О2 → Р2О5;

б) KMnO4 → О2 → Fe3O4.

1. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

 Ca → CaO → Ca(OH)2 → Ca(NO3)2

 ↓

 Ca(OH)2

1. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

Na2O → NaOH → Cu(OH)2 → CuSO4

↓

NaCl

1. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

Ba → BaO → Ba(OH)2

 ↓

Ba(OH)2 → BaO

1. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

Na → NaOH → NaHCO3 → Na2CO3 → Na2SO4

1. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

Cu → CuO → CuCl2 → Cu(OH)2 → Cu(OH)NO3

1. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

CuO → CuSO4 → Cu → CuO → Cu(NO3)2

1. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

Al2(SO4)3 → Al(OH)3 → Al2O3 → AlCl3 → Al(OH)3

1. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

Р2О5 → H3PO4 → Са3(РО4)2 → H3PO4 → Са(Н2РО4)2

1. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

NaOH → NaHCO3 → Na2CO3 → Na2SO4 → NaCl

1. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

Sb → SbCl2 →SbOHCl → Sb(OH)2 →Sb(NO3)2

1. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

FeCl2 → Fe(OH)2 → FeSO4 → Fe → FeCl2

1. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

P → P4O10 →H3PO4 → Na3PO4 → Ca3(PO4)2

1. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

FeCl2 → Fe → FeCl3 → Fe(OH)3 → Fe2(SO4)3

1. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

 FeCl3 → Fe(OH)3 → FeOHSO4 → Fe2(SO4)3 → FePO4

**Строение атома**

1. Составьте электронные формулы атомов, на N - уровне которых содержится:

 **а)** 2 электрона; **б)** 7 электронов. Назовите эти элементы и укажите, в каком периоде и группе они находятся.

1. Имеются ли ошибки в записях электронных конфигураций атомов:

**а)** 1s22s22p43s1; **б)** 1s22s22p63s23d3; **в)** 1s22s22p3. Ответ обоснуйте.

1. Приведите электронную и графическую формулы атома элемента с порядковым номером 7. Один из валентных электронов охарактеризуйте квантовыми числами.
2. Назовите элементы, имеющие по одному электрону на подуровне:

**а)** 3d; **б)** 4p; **в)** 2s. Напишите электронные формулы атомов этих элементов, укажите их порядковые номера.

1. Сколько свободных d-орбиталей имеется в атомах титана и марганца? Напишите для них электронно-графическую формулу для валентных электронов.
2. Укажите порядковый номер элемента, у которого:

**а)** заканчивается заполнение 4d орбитали; **б)** начинается заполнение 4p-подуровня. Приведите их электронные формулы.

1. Напишите электронно-графические формулы атомов элементов с порядковым номером 15 и 43. Сколько неспаренных электронов содержат атомы?
2. Какие орбитали атома заполняются электронами раньше: 5s или 4d; 5s или 4p? Почему? Составьте электронно-графическую формулу атома элемента с порядковым номером 50.
3. Среди приведенных ниже электронных конфигураций укажите невозможные и объясните причину невозможности их реализации:

**а)** 3p6; **б)** 1р3; **в)** 2d5; **г)** 3s2.

1. Структура валентного электронного слоя атома элемента выражается формулой:

**а)** 4s24p3; **б)** 4s24d4. Определите порядковый номер элемента. Ответ обоснуйте.

1. Условие см. в задании 31: **а)** 5s24d2; **б)** 6s26p5.
2. Электронная структура атома описывается формулой:

1s22s22p63s23p64s23d6. В каком периоде, группе находится этот элемент? Один из электронов охарактеризуйте квантовыми числами.

1. Среди приведенных ниже электронных конфигураций укажите невозможные и объясните причину невозможности их реализации:

**а)** 3s2; **б)** 3p7; **в)** 2d4; **г)** 3f5.

1. Охарактеризуйте квантовыми числами состояние отмеченного электрона:

 3d

Укажите порядковый номер элемента, которому соответствует такое квантовое состояние.

1. Валентные электроны атома характеризуются следующей электронной конфигурацией: 4s24p3. Напишите квантовые числа для одного из s-электронов и одного из р-электронов. Какой это элемент? Чему равен суммарный спин атома?
2. Напишите квантовые числа для валентных электронов атома кремния. Чему равен суммарный спин атома?
3. Какие орбитали атома заполняются электронами раньше: **а)** 4d или 5s; **б)** 6s или 5p. Почему? Напишите электронную формулу атома элемента с порядковым номером 25.
4. Составьте электронные формулы атомов элементов, на L-уровне которых содержится: а) 3 электрона, б) 7 электронов, в) 12 электронов. Назовите эти элементы и укажите, к каким семействам они относятся.
5. Какие из перечисленных ниже обозначений атомных орбиталей не имеют смысла: 1p; 2d; 2s; 3f? Ответ обоснуйте.
6. Напишите квантовые числа для валентных электронов атома серы. Чему равен суммарный спин атома?
7. Составьте электронные формулы атомов в указанных состояниях и графические схемы заполнения электронами валентных орбиталей: Li+; C+2
8. См. условие задачи 72. O−2, F−
9. См. условие задачи 72. Na+, N−3
10. См. условие задачи 72. Ca+2, C+4
11. См. условие задачи 72. Al+3, B−3
12. См. условие задачи 72. S+6, P−3
13. См. условие задачи 72. I+5, Fe+3
14. См. условие задачи 72. Be+2, Co+3
15. См. условие задачи 72. Cr+6, Cu+2
16. См. условие задачи 72. I−, P+3
17. См. условие задачи 72. Ag+, Sn+4
18. См. условие задачи 72. Zn+2, S−2
19. См. условие задачи 72. K+, Fe+2
20. См. условие задачи 72. N+5, Br−
21. См. условие задачи 72. Ni+2, Cl+5

**Периодическое изменение свойств элементов**

1. На каком основании хром и сера, фосфор и ванадий расположены в одной группе периодической системы? Почему их помещают в разных подгруппах?
2. Почему медь имеет меньший атомный радиус, чем калий, расположенный в том же периоде?
3. У какого из атомов первый потенциал ионизации выше - у бериллия или бора? Ответ поясните.
4. Элементы подгрупп 1 группы резко различаются по химическим свойствам. Чем это можно объяснить?
5. У какого из р-элементов V группы периодической системы - фосфора или сурьмы - сильнее выражены неметаллические свойства? Почему?
6. Какой из гидроксидов является более сильным основанием: Cu(OH)2, Ca(OH)2, Ba(OH)2? Ответ поясните.
7. У какого элемента 4-го периода - хрома или селена - сильнее выражены металлические свойства? Ответ поясните.
8. Расположите по мере возрастания энергий ионизации следующие атомы: 1) 1s2; 2) 1s22s22p2; 3) 1s22s22p5; 4) 1s22s22p6; 5) 1s22s22p63s1.
9. У какого элемента яснее выражены металлические свойства: у бора или алюминия? Ответ поясните.
10. Каков процентный состав высшего оксида германия?
11. Каков процентный состав высшего оксида йода?
12. Один из оксидов элемента, принадлежащего к VI группе, содержит 50 % кислорода. Назовите этот элемент.
13. У какого элемента - мышьяка или азота - свойства неметалла выражены сильнее? Ответ поясните.
14. Какой из гидроксидов является наиболее сильным основанием?

1) Cа(OH)2; 2) Sr(OH)2; 3) Fe(OH)2; 4) Cu(OH)2. Ответ поясните.

1. Атомы некоторых элементов имеют структуру внешнего энергетического уровня:1) 4s2; 2) 3s23p3; 3) 2s22p6; 4) 5s25p5. Какой из них обладает наибольшим сродством к электрону?
2. Электронная формула валентных электронов атома некоторого элемента ..4s23d3. Укажите положение этого элемента в периодической системе. Каковы формулы оксида и гидроксида атома этого элемента, в которых он проявляет высшую степень окисления?
3. Электронная формула валентных электронов атома некоторого элемента 3s3p3. В каком периоде и в какой группе находится этот элемент? Назовите его и напишите формулы оксида и гидроксида атома этого элемента в высшей степени окисления.
4. Какой из двух гидроксидов является более сильным основанием:

Са(OH)2 или Zn(OH)2; Ca(OH)2 или Ba(OH)2? Почему?

1. Составьте формулу оксидов и гидроксидов элементов третьего периода периодической системы, отвечающих их высшей степени окисления. Как изменяется химический характер этих соединений при переходе от натрия к хлору?
2. Какой из двух гидроксидов является более сильным основанием: Са(ОН)2 или Sr(ОН)2; Fe(OH)2 или Ni(OH)2? Почему?

**Химическая связь**

1. Определите валентность (по методу ВС) и степень окисления азота в соединениях: N2; NO; N2O3; NO2.
2. Объясните механизм образования связи в ионах (NH4)+ и (BF4)−.
3. Сколько и каких связей (по направленности) в молекулах NO и N2?
4. Рассмотрите валентные возможности атомов хлора и фтора с точки зрения метода валентных связей.
5. Как метод МО объясняет парамагнитные свойства и прочность молекулы О2?
6. Сравните способы образования ковалентных связей в молекулах CH4 , NH3, и в ионе NH4+. Могут ли существовать ионы CH5+ и NH52+?
7. Опишите образование связей в молекулах CO и CN с позиции методов ВС и МО. Какая из молекул характеризуется большей прочностью?
8. Как изменяются длина, энергия связи и магнитные свойства в ряду: O22-⎯ O2- ⎯ O2 ⎯ O2+? Ответ поясните.
9. Объясните с позиции методов ВС и МО изменение энергии диссоциации (кДж/моль) молекул в ряду F2 (155) ⎯ O2 (493) ⎯ N2 (945).
10. Энергия диссоциации молекул N2 и CO соответственно равны 945 и 1071 кДж/моль. Объясните близость этих значений с позиций методов ВС и МО.
11. Какие из перечисленных частиц не могут существовать в устойчивом состоянии с позиций метода МО: H2+; H2; H2−; He2; HHe?
12. В какой из приведенных молекул энергия связи наименьшая, а длина связи наибольшая? а) N2; O2; б) H2S; H2Te? Ответ поясните.
13. Как изменяется энергия связи в ряду: а) B2; С2; N2; б) B2+; С2+; N2+? Ответ поясните.
14. Объясните с точки зрения метода МО, почему молекулярный ион NO+ прочнее молекулы NO?
15. Как влияет переход N2→N2+ и О2→ О2+ на энергию связи образующегося иона по сравнению с нейтральной молекулой?
16. Определите пространственную конфигурацию и тип гибридизации атомных орбиталей центрального атома в молекулах Na2SO3 и СH4. Ответ поясните.
17. См. условие задачи 122. BF3 и H2S.
18. См. условие задачи 122. C2H2 и PH3.
19. См. условие задачи 122. BeBr2 и POCl3.
20. См. условие задачи 122. NF3 и SF6.
21. См. условие задачи 122. BCl3 и SO2.
22. См. условие задачи 122. SO3 и NO3-.
23. См. условие задачи 122. SiF4 и CO2.
24. См. условие задачи 122. HCN и HgI3.
25. См. условие задачи 122. CdCl3- и CCl4.
26. См. условие задачи 122. SiF62- и SnCl2.
27. См. условие задачи 122. XeF2 и СlO4-.
28. См. условие задачи 122. AsF5 и CO32-.
29. См. условие задачи 122. NO2+ и PbCl4.
30. См. условие задачи 122. BF4- и PbCl2.

**Энергетика химических реакций**

*При решении задач этого раздела используются данные табл. 1.*

1. При восстановлении 2,1 г железа с серой выделяется 3,77 кДж тепла. Рассчитайте энтальпию образования сульфида железа.
2. Определите стандартную энтальпию образования PH3, исходя из уравнения:

2РН3 + 4О2 = Р2О5(кр) + 3Н2О(ж); ΔН0= -2360 кДж.

1. Исходя из уравнения реакции:

 СН3ОН(ж) = 3/2О2 = СО2 + 2Н2О(ж); ΔН0= -726,5 кДж.

вычислите энтальпию образования метилового спирта.

1. При восстановлении 12,7 г оксида меди (II) углем (с образованием СО) поглощается 8,24 кДж тепла. Определите энтальпию образования оксида меди.
2. Напишите термохимическое уравнение реакции восстановления оксида хрома (III) алюминием. Сколько тепла выделится, если для реакции взять 1 кг исходной смеси?
3. Вычислите тепловой эффект образования 200 кг серной кислоты по уравнению: SO3(ж) + Н2О(ж) = Н2SО4(ж).
4. Энтальпия образования метана равна -74,9 кДж/моль. Напишите термохимическое уравнение реакции сгорания метана, по которому вычислите, сколько тепла выделится при сгорании 200 л газа (н.у.).
5. При образовании 39,6 г оксида мышьяка (III) из простых веществ выделяется 131 кДж тепла. Запишите термохимическое уравнение, вычислите энтальпию образования оксида мышьяка.
6. Рассчитайте стандартную энтальпию образования аммиака по реакции: 4NH3+5O2 = 4NO + 6H2O(г) + 960 кДж.
7. Реакция горения бензола протекает по уравнению:

С6Н6 +15/2 О2 = 6СО2 + 3Н2О(ж)

Какое количество тепла выделится при сгорании 1 м3 бензола (н.у.)?

1. Напишите термохимическое уравнение растворения оксида меди (II) в соляной кислоте. Сколько тепла выделится при растворении 100 г оксида?
2. При взаимодействии трех моль оксида азота (I) с аммиаком образуется азот и пары воды. При этом выделяется 877,7 кДж тепла. Напишите термохимическое уравнение этой реакции и вычислите энтальпию образования оксида азота (I).
3. Энтальпия образования аммиака из азота и водорода равна

46,2 кДж/моль. Сколько л азота пошло на эту реакцию (н.у.), если в результате выделится 23,1 кДж тепла?

1. Реакция между хлором и иодоводородом идет по уравнению:

Cl2(г) + 2HI(г) = I2(г) + 2HCl(г).

Зная, что при участии в реакции 1 л Сl2 (н.у.) выделяется 10,47 кДж тепла, вычислите тепловой эффект реакции.

1. Напишите термохимическое уравнение реакции сгорания газообразного этана, используя данные табл. 1.

Таблица 1

## Термодинамические константы некоторых веществ

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Вещество** | **ΔН0f,298кДж/****моль** | **S0298,****Дж/****моль.K** | **ΔGоf,298 кДж/****моль** | Вещество | **ΔН0f,298****кДж/****моль** | **S0298,****Дж/****моль.K** | **ΔG0f,298****кДж/****моль** |
| Al2O3(кр)  | -1676,0 | 50,9 | -1582,0 | CuO(кр) | -162 | 42,6 | -129,4 |
| BaO(кр)  | -558,1 | 70,3 | -528,4 | CuCl2(ж) | -227,6 | 210,9 | -244,6 |
| BaCO3(кр) | -1219,0 | 112,0 | -1138,8 | H2O(г) | -241,8 | 188,7 | -228,6 |
| ВеО(кр)  | -598 | 14,1 | -581,6 | H2O(ж) | -285,8 | 70,08 | -237,3 |
| BeCO3(кр) | -982,0 | 67,3 | -944,8 | H2SO4(ж) | -814,2 | 156,9 | -690,3 |
| C(граф) | 0 | 5,7 | 0 | HCl(ж) | -166,9 | 56,5 | -131,2 |
| CaO(кр) | -635,5 | 39,7 | -604,2 | HCl(г) | -91,8 | 186,7 | -94,8 |
| О2(г) | 0 | 205,0 | 0 | H2 | 0 | 130,5 | 0 |
| Ca(OH)2 | -986,6 | 76,1 | -896,8 | H2S(г) | -21,0 | 205,6 | -33,8 |
| CH4 | -74,9 | 186,2 | -50,8 | NH3(г) | -46,2 | 192,5 | -16,7 |
| C2H4 | 52,3 | 219,4 | 68,1 | NO | 90,3 | 210,6 | 86,6 |
| C2H6 | -89,7 | 229,5 | -32,9 | NO2 | 33,0 | 240,5 | 51,5 |
| C6H6(ж) | 82,9 | 269,2 | 129,7 | NH4Cl(к) | -314,2 | 94,5 | -203,2 |
| C2H2 | 226,8 | 200,8 | 209,2 | P2O5(кр) | -1492 | 114,5 | -1348,8 |
| CH3OHж | - | 126,8 | - | SO3(ж) | -439,0 | 122,1 | -368,1 |
| Cl2(г) | 0 | 222,9 | 0 | Fe | 0 | 27,2 | 0 |
| C2H5OHг | -235,3 | - | - | FeO(кр) | -264,8 | 60,7 | -244,3 |
| CO | -110,5 | 197,5 | -137,1 | Fe3O4(к) | -1117,1 | 146,2 | -1014,2 |
| CO2 | -393,5 | 213,6 | -394,3 | Fe2O3(к) | -822,2 | 89,9 | -740,3 |
| CS2(г) | 115,3 | - | - | Ti(кр) | 0 | 30,6 | 0 |
| Cr2O3(кр) | -1140,6 | 81,2 | -1059 | TiO2(кр) | -943,9 | 50,3 | 888,5 |

1. Газообразный этиловый спирт С2Н5ОН можно получить при взаимодействии газообразного этилена С2Н4 и водяных паров. Напишите термохимическое уравнение реакции.
2. При взаимодействии газообразных сероводорода и диоксида углерода образуются пары воды и газообразный сероуглерод СS2. Напишите термохимическое уравнение этой реакции.
3. Рассчитайте, сколько тепла выделится при сгорании 1 м3 С2Н2 (н.у.). Запишите термохимическое уравнение реакции.
4. При получении одного моля гидроксида кальция из кристаллического оксида кальция и жидкой воды выделяется 32,53 кДж тепла. Напишите термохимическое уравнение этой реакции и рассчитайте энтальпию образования оксида кальция.
5. Какое количество теплоты выделится при соединении 5,6 литра водорода с хлором (н.у.), если стандартная энтальпия образования HCl равна -92,3 кДж.?

**Свободная энергия, энтропия. Направление химических реакций**

*При решении задач этого раздела см. табл. 1.*

1. При какой температуре наступит равновесие системы

4HCl(г) + O2  2H2O(г) + 2Cl2(г); ΔH0 = -114,42 кДж ?

Найдите ΔG0 и Кр этой реакции.

1. Восстановление Fe3O4 оксидом углерода идет по уравнению:

Fe3O4(кр) + CO = 3FeO(кр) + CO2 .

Запишите закон действующих масс, вычислите Кр, ΔG0 и сделайте вывод о возможности самопроизвольного протекания этой реакции при стандартных условиях. Чему равно ΔS0в этом процессе?

1. Чем можно объяснить, что при стандартных условиях невозможна экзотермическая реакция

 H2 + CO2 = CO + H2O(ж); ΔH0 = -2,85 кДж ?

Запишите закон действующих масс реакции. Зная тепловой эффект реакции, определите ΔG0298 и Кр этой реакции.

1. Прямая или обратная реакция будет протекать при стандартных условиях в системе (запишите закон действующих масс)

 2NO(г) + O2  2NO2?

Ответ поясните, вычислив ΔG0 и Кр прямой реакции.

1. Исходя из значений стандартных теплот образования и абсолютных стандартных энтропий соответствующих веществ, вычислите ΔG0 и Кр реакции, протекающей по уравнению:

 NH3(г) + HCl(г) = NH4Cl(кр).

Запишите закон действующих масс. Может ли эта реакция при стандартных условиях идти самопроизвольно?

1. При какой температуре наступит равновесие системы

CO + 2H2  CH3OH(ж); ΔH0 = -128,05 кДж.

Запишите закон действующих масс и определите Кр при 298 К и 385,5 К.

1. При какой температуре наступит равновесие системы

CH4(г) + CO2(г) = 2CO(г) + 2H2(г); ΔH0 = +247,37 кДж.

Запишите закон действующих масс, определите Кр при 298 и 961,9 К.

1. На основании стандартных теплот образования и абсолютных стандартных энтропий соответствующих веществ вычислите

ΔG0 298 и Кр реакции, протекающей по уравнению:

 4NH3 + 5O2  = 4NO + 6H2O(г).

Запишите закон действующих масс. Возможна ли эта реакция при стандартных условиях?

1. Вычислите ΔH0, ΔS0 и ΔG0 реакции, протекающей по уравнению:

Fе2O3(кр) + 3H2 = 2Fe(кр) + 3H2O(г).

Запишите закон действующих масс. Возможна ли реакция восстановления Fe2O3 водородом при температурах 500 и 2000 K?

1. Какие из карбонатов: BeCO3 или BaCO3 - можно получить по реакции взаимодействия соответствующих оксидов с CO2?. Запишите закон действующих масс соответствующих реакций. Вывод сделайте, вычислив ΔG0298 реакций.
2. Вычислите ΔH0, ΔS0 и ΔG0 реакции, протекающей по уравнению:

TiO2(кр) + 2C(граф) = Ti (кр) + 2CO.

Запишите закон действующих масс. Возможна ли реакция восстановления ТiO2 углеродом при температурах 1000 и 3000 К?

1. На основании стандартных теплот образования и абсолютных стандартных энтропий соответствующих веществ вычислите ΔG0298 и Кр реакции, протекающей по уравнению:

C2H4(г) + 3O2 = 2CO2 + 2H2O(ж).

Запишите закон действующих масс. Возможна ли эта реакция при стандартных условиях?

1. Определите, при какой температуре начнется реакция восстановления Fe3O4, протекающая по уравнению:

Fe3O4(кр) + CO = 3FeO(кр) + CO2; ΔH0 = +34,55 кДж .

Запишите закон действующих масс, определите Кр при стандартных условиях. Определите отношение равновесных концентраций CO2 и CO при 110,4 K.

**Химическое равновесие. Смещение химического равновесия**

1. В гомогенной системе А+2В  С равновесные концентрации реагирующих газов: [A]p = 0,06 моль/л; [B]p = 0,12 моль/л; [C]p = 0,216 моль/л. (ΔH> 0). Вычислите константу равновесия системы и исходные концентрации веществ A и B. Как изменится состояние равновесия при: а) увеличении T; б) разбавлении системы инертным растворителем; в) поглощении C.
2. В гомогенной газовой системе А+В  С+Д; ΔН0 < 0 равновесие установилось при следующих концентрациях (в моль/л): [B] = 0,05; [C] = 0,02. Константа равновесия системы равна 0,4. Вычислите исходные концентрации веществ А и В. Как изменится состояние равновесия при: а) увеличении Т; б) поглощении вещества С; в) понижении давления?
3. При некоторой температуре константа равновесия реакции:

FeO(кр) + CO  Fe(кр) +CO2 равна 0,5. Найдите равновесные концентрации СО и СО2, если исходные концентрации составляют (в моль/л): [СО]0 = 0,05; [СО2]0 = 0,01. Как изменится состояние равновесия при: а) повышении Т и б) понижении давления?

1. При некоторой температуре равновесие в системе:

2NO2  2NO+O2 установилось при следующих концентрациях (в моль/л): [NO2] = 0,006, [NO] = 0,024, [O2] = 0,012. Найдите константу равновесия реакции и исходную концентрацию NO2. Как нужно изменить давление и температуру, чтобы сместить равновесие вправо?

1. Найдите константу равновесия реакции N2O4  2NO2, если исходная концентрация N2O4 составляла 0,08 моль/л, а к моменту равновесия диссоциировало 40 % N2O4? Как нужно изменить давление, температуру, концентрацию веществ, чтобы получить больший выход NO2?
2. Константа равновесия реакции АВ(г)  А(г) + В(г) равна 0,04, а равновесная концентрация В составляет 0,02 моль/л. Найдите исходную концентрацию АВ. Сколько процентов вещества АВ разложилось? Как изменится состояние равновесия, если: а) увеличить давление, б) понизить температуру (ΔH0х.р. <0) , в) ввести в систему поглотитель вещества В?
3. Константа равновесия реакции А(г) + В(г)  С(г) + Д(г) равна 1. Исходная концентрация вещества А составляла 0,02 моль/л. Сколько (в %) вещества А подвергается превращению, если [В] = 0,02 моль/л? Каким образом можно воздействовать на систему для смещения равновесия вправо?
4. Определите равновесную концентрацию водорода в системе:

2HI  H2 + I2, если исходная концентрация HI составляла 0,05 моль/л, а Kp = 0,02. Каким образом можно воздействовать на систему для смещения равновесия вправо?

1. Исходные концентрации веществ в системе 2NO + Cl2  2NOCl составляли (в моль/л): [NO2]0 = 0,5; [Cl2]0 = 0,2. Вычислите константу равновесия, если к моменту его наступления прореагировало 20 % NO? Каким образом нужно воздействовать на систему для получения большего выхода NOCl?
2. Константа равновесия обратимой реакции 2А(г) + В(г)  С(г) + Д(г) при некоторой температуре равна 0,0208. Вычислите равновесные концентрации всех веществ, если известно, что в начале реакции система содержала 60 моль вещества А и 40 моль вещества В. Объем системы - 10 литров. Как изменится состояние равновесия, если: а) увеличить давление, б) понизить температуру (ΔH0x.p.< 0), в) при поглощении вещества С адсорбентом?
3. Реакция 2SO2 + O2  2SO3 началась при [SO2]0 = 0,03 и [O2]0 =0,025 (моль/л). К моменту наступления равновесия [SO2]p = 0,01 моль/л. Вычислите равновесные концентрации остальных веществ и константу равновесия. Как изменится состояние равновесия при: а) повышении давления, б) понижении температуры, если ΔH0 (SO3) = -395,2 кДж/моль, а ΔН0f (SO2) = -296,9 кДж/моль.
4. При некоторой температуре константа равновесия гомогенной системы N2 + 3H2  2NH3 равна 0,1. Равновесные концентрации (в моль/л): [NН3]p = 0,2; [H2]p = 0,08. Вычислите равновесную и начальную концентрации азота. Как изменится состояние равновесия системы при повышении давления?
5. В системе 2NO + O2  2NO2 начальные концентрации NO и O2 в системе соответственно равны 0,02 и 0,03 моль/л. Вычислите равновесные концентрации NO и O2, если [NO2]p = 2,2.10-3 моль/л. Чему равна константа равновесия? Как повлияет на равновесие: а) добавление кислорода; б) удаление NO2; в) повышение давления?
6. При некоторой температуре равновесие гомогенной системы

2NO + O2  2NO2 установилось при следующих концентрациях реагирующих веществ: [NO]р = 0,2; [O2]p = 0,1; [NO2]p = 0,1моль/л. Вычислите константу равновесия и исходную концентрацию NO и O2. Как изменилось состояние равновесия при: а) уменьшении Т; б) увеличении Р; в) поглощении NO2 водой?

1. Почему при изменении давления смещается равновесие системы N2 + 3H2  2NH3  и не смещается равновесие системы N2 + O2  2NO? Напишите выражения для констант равновесия каждой из данных систем. Как изменится константа равновесия этих реакций с увеличением температуры? Опишите и обоснуйте возможные изменения Kp и концентрации всех реагентов при изменении температуры и разбавлении системы инертным газом.
2. Вычислите состав равновесной смеси и константу равновесия (*К*р) реакции CO + Cl2  COCl2, если исходные концентрации равны [СО]0 = 0,03 моль/л, [Cl2]0 = 0,02 моль/л, а равновесная концентрация [СО]р = 0,021 моль/л.

**Кинетика химических реакций**

1. Для реакции 2Co3+ + Tl+ = 2Co2+ + Tl3+ получена зависимость скорости от концентрации ионов в растворе:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| [Co3+], моль/л-1 | 0,01 | 0,03 | 0,04 | 0,03 | 0,03 |
| [Tl3+] моль/л-1 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,03 |
| V, моль л-1 с-1 | 1 | 3 | 4 | 6 | 9 |

Может ли быть эта реакция простой (элементарной)? Выведите кинетическое уравнение скорости, определите константу скорости реакции и порядки реакции по обоим компонентам.

1. Скорость реакции SO2 + 2H2 = S(тв.) + 2H2O зависит от давления SO2 и H2 следующим образом:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| P (SO2), Па | 200 | 50 | 200 | 100 | 200 |
| P (H2), Па | 50 | 200 | 100 | 200 | 200 |
| V.103, Па ⋅c-1 | 35 | 35 | 70 | 70 | 140 |

Может ли быть эта реакция простой (элементарной)? Выведите кинетическое уравнение скорости, определите константу скорости и порядки реакции в целом и по обоим компонентам.

1. Скорость реакции 2NO + Cl2 = 2NOCl в трех опытах имела следующие значения:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| P (NO) ⋅ 10-5 Па | 0,5 | 1,0 | 0,5 |
| P (Cl2) ⋅ 10-5 Па | 0,5 | 1,0 | 1,0 |
| V⋅10-5, Па ⋅c-1 | 5 | 40 | 10 |

Может ли быть эта реакция простой (элементарной)? Выведите кинетическое уравнение скорости, определите константу скорости, порядки реакции в целом и по обоим компонентам.

1. Для реакции в растворе 2Fe3+ + Sn2+ = 2Fe2+ + Sn4+ получены следующие данные:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| [Fe3+], моль/л-1 | 0,2 | 0,6 | 0,8 | 0,6 | 0,6 |
| [Sn2+] моль/л-1 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,4 | 0,6 |
| V, моль л-1 ⋅с-1 | 2 | 6 | 8 | 12 | 18 |

Может ли быть эта реакция простой? Выведите кинетическое уравнение скорости; найдите константу скорости, порядки реакции в целом и по компонентам.

1. О реакции между веществами А и В известно, что она является простой (элементарной). В эксперименте получены следующие данные:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| [A], моль/л-1 | 0,5 | 0,5 | 1,5 |
| [B] моль/л-1 | 1,8 | 7,2 | 1,8 |
| V, моль л-1⋅с-1 | 0,269 | 1,08 | 0,807 |

Определите стехиометрические коэффициенты реагентов (А и В) в этой реакции, ее молекулярность, порядок и константу скорости.

1. В газовой фазе оксид азота (II) и водород при 1000К реагируют по уравнению 2H2 + 2NO = N2 + 2H2O. Получены следующие опытные данные:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| [NO], моль/л-1 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,002 | 0,004 |
| [H2] моль/л-1 | 0,002 | 0,004 | 0,006 | 0,012 | 0,012 |
| V, моль л-1⋅с-1 | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 0,3 | 1,2 |

Может ли быть данная реакция простой? Выведите кинетическое уравнение скорости, определите константу скорости и порядок реакции в целом.

1. Для реакции 2А + 3В = С получена следующая зависимость ее скорости от концентрации реагирующих веществ:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| [A], моль/л-1 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,1 |
| [B] моль/л-1 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,05 |
| V, моль л-1 ⋅с-1 | 0,004 | 0,016 | 0,016 | 0,004 |

Может ли быть эта реакция элементарной? Выведите кинетическое уравнение скорости, найдите константу равновесия и порядок реакции.

1. Для реакции 2А + В = 2D получена следующая зависимость ее скорости от концентрации реагирующих веществ:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| [A], моль/л-1 | 2 | 2 | 4 |
| [B] моль/л-1 | 2 | 4 | 2 |
| V, моль л-1 ⋅с-1 | 16 | 32 | 64 |

Может ли быть эта реакция элементарной? Выведите кинетическое уравнение скорости, найдите константу равновесия и порядок реакции.

1. Для реакции I- + OCl- = Cl- + OI-, происходящей при температуре 25 °С в щелочной среде, получены следующие значения начальной скорости при разных концентрациях I-, OCl-:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| [I-], моль/л-1 | 0,002 | 0,001 | 0,001 |
| [OCl-] моль/л-1 | 0,002 | 0,002 | 0,001 |
| V, моль л-1 ⋅с-1 | 1,72⋅10-4 | 8,62⋅10-5 | 4,32⋅10-5 |

Может ли быть эта реакция простой (элементарной)? Выведите кинетическое уравнение скорости, определите константу скорости, порядки реакции в целом и по обоим компонентам.

1. Энергия активации реакции H2 + I2 = 2HI равна 180 кДж/моль. Найти температурный коэффициент этой реакции в области между 200 и 5000С. Предположим, что при 2000 C реакция идет 24 часа. За какое время она пройдет при 5000 С?
2. Температурный коэффициент некоторой реакции в диапазоне от 80 до 140 0C равен 2,5. Какова энергия активации этой реакции? Определите относительное изменение скорости в крайних точках этого диапазона.
3. На сколько градусов необходимо поднять температуру реагирующих веществ, чтобы скорость реакции возросла в 30 раз, если температурный коэффициент равен 2,5. Какова энергия активации этой реакции, если начальная температура 300 К?
4. Разложение озона 2O3 = 3O2 характеризуется энергией активации 100 кДж/моль. Чему равна константа скорости этой реакции при 1000 C, если при 00 C она равна 2.10-2? Вычислите температурный коэффициент этой реакции.
5. Энергия активации реакции 2HI = H2 + I2  равна 192 кДж/моль, а константа скорости при 556 К составляет 3,5.10-7. Определить константу скорости при 800 К и температурный коэффициент реакции.
6. При увеличении температуры на 500 C скорость реакции возросла в 1024 раза. Определите температурный коэффициент и энергию активации реакции, если начальная температура была 3000 C.
7. Константа скорости реакции 2HI = H2 + I2  при 3000 С равна 2,2.104, а при 7000 равна 8,33. Определить энергию активации и температурный коэффициент этой реакции.
8. Вычислить, во сколько раз уменьшится скорость реакции, протекающей в газовой фазе, если понизить температуру от 120 до 80 ºС. Температурный коэффициент скорости реакции равен трем.
9. Как изменится скорость реакции, протекающей в газовой фазе, при повышении температуры на 60 градусов, если температурный коэффициент скорости данной реакции равен двум?
10. Как изменится скорость реакции, протекающей в газовой фазе, при понижении температуры на 30 градусов, если температурный коэффициент скорости данной реакции равен трем?
11. Определите на сколько градусов нужно повысить температуру, чтобы скорость реакции возросла в 90 раз. Температурный коэффициент скорости равен 3.
12. Определите во сколько раз изменится скорость реакции при введении катализатора, если она протекает при температуре 298 К. Энергия активации реакции без катализатора соответствует 65 кДж/моль, а с катализатором – 52 кДж/моль.
13. Две реакции при 283 К протекают с одинаковой скоростью. Температурные коэффициенты скорости первой и второй реакции равны соответственно 2 и 3. Определите отношение скоростей реакций, если первую из них провести при 353 К, а вторую при 333 К.
14. Вычислите, во сколько раз увеличится скорость реакции, протекающей при температуре 300 К. если энергия активации в присутствии катализатора уменьшилась на 14 кДж/моль.
15. Температурный коэффициент скорости некоторой реакции равен 3. Определите, как изменится скорость этой реакции при повышении температуры от 80 до 130 °С.
16. Определите, как изменится скорость простой реакции H2(газ) + I2(газ) = 2HI(газ), если: а) давление в системе увеличить в 2 раза; б) объем системы уменьшить в 3 раза; в) концентрацию йода в системе увеличить в 2 раза.
17. Как изменится скорость простой реакции 2А(газ.) + В(газ) = 2С(газ), если: а) давление в системе увеличить в 3 раза; б) объем системы уменьшить в 2 раза; в) концентрацию А в системе увеличить в 2 раза?
18. Скорость реакции А(газ) + 3В(газ) = АВ3(газ), определяется кинетическим уравнением: *υ* = К∙[А]∙[В]. Как изменится скорость реакции если: а) увеличить объем В в 3 раза; б) уменьшить концентрацию А в 2 раза; в) давление в системе увеличить в 4 раза?
19. Во сколько раз надо увеличить концентрацию водорода, чтобы скорость реакции H2(газ) + I2(газ) = 2HI(газ) возросла в три раза?
20. Во сколько раз следует увеличить давление газовой смеси, чтобы скорость тримолекулярной реакции: 2NO(газ) + O2(газ) = 2NO2 увеличилась в 1000 раз?
21. Концентрация реагирующих веществ в системе H2(газ) + I2(газ) = 2HI(газ) уменьшилась в 1,5 раза. Во сколько раз уменьшилась при этом скорость реакции?
22. Скорость реакции: 2NO(газ) + O2(газ) = 2NO2 определяется кинетическим уравнением: *υ* = К∙[NO]2∙[O2]. Во сколько раз надо увеличить начальное давление, чтобы начальная скорость образования оксида азота (IV) возросла в 8 раз?
23. Во сколько раз изменится скорость реакции 2А + В =А2В, если а) концентрацию вещества А увеличить в 2 раза; б) концентрацию вещества В уменьшить в 2 раза?
24. Во сколько раз следует увеличить концентрацию вещества, В2 в системе 2А2(газ) + В2(газ) = 2А2В(газ), чтобы при уменьшении концентрации вещества А в 4 раза скорость прямой реакции не изменилась?
25. Как изменится скорость простой реакции 2NO(газ) + O2(газ) = 2NO2 если: а) давление в системе увеличить в 3 раза; б) объем системы уменьшить в 3 раза; в) концентрацию NO в системе увеличить в 3 раза?
26. Как перераспределить парциальные давления в исходной газовой смеси при условии, что первоначальные парциальные давления газов равны и общее давление исходной смеси сохраняется постоянным, чтобы скорость реакции А(газ) + 2В(газ) = С(газ) увеличилась в 10 раз?
27. Во сколько раз необходимо увеличить концентрацию вещества А, чтобы при уменьшении концентрации вещества В в 4 раза скорость реакции 2А(газ) + 2В(газ) = С(газ) не изменилась?
28. Как изменится скорость простой реакции А2(газ) + О2(газ) = 2АО(газ) если реакционную смесь вдвое обогатить кислородом при постоянном давлении?
29. Определите, как изменится скорость простой реакции H2(газ) + I2(газ) = 2HI(газ) если вдвое увеличить: а) давление в системе; б) объем системы (без изменения количеств веществ); в) концентрацию йода в системе?
30. Как изменится скорость реакции 2NO(газ) + Сl2(газ) = 2NOCl(газ), если: а) увеличить давление в реакционном сосуде в 2 раза; б) уменьшить объем сосуда в 4 раза; в) увеличить концентрацию Сl2 в 3 раза?

**Концентрация растворов**

1. Из 400 г 50 %-ного раствора (по массе) H2SO4 выпариванием удалили 100 г воды. Чему равна массовая доля H2SO4 в оставшемся растворе?
2. К 500 мл 32 % (по массе) H2SO4 (ρ = 1,395 г/мл) прибавили 1 л воды. Чему равна массовая доля H2SO4 в полученном растворе?
3. Вычислите массовую долю (в %) вещества в растворе, полученном при сливании 100 мл 10 %-ного (ρ = 1,05 г/мл) и 150 мл 20 %-ного (ρ = 1,12г/мл) растворов азотной кислоты?
4. Какие объемы 36 %-ного раствора НСl (ρ = 1,18 г/мл) и воды необходимо взять для приготовления 500 г 0,5 моляльного раствора?
5. В 2 литрах этилового спирта (ρ = 0,794 г/мл) растворили 4 л H2S (н.у.). Какова массовая доля (%) H2S в полученном растворе?
6. Смешали 300 мл 1,2 М и 200 мл 2 М растворов Al2(SO4)3. Какова молярность и нормальность полученного раствора?
7. Смешали 100 мл 20 %-ного раствора H2SO4 (ρ = 1,2 г/мл) и 100 мл 60 %-ного раствора (ρ = 1,5 г/мл) и добавили воды до общего объема 0,5 л. Определите молярность и нормальность полученного раствора.
8. К 100 мл 2 н. раствора H2SO4 добавили 100 мл 2 М раствора той же кислоты (ρ = 1,1 г/мл). Определите массовую долю (%) кислоты в полученном растворе.
9. Из 400 г 50 %-ного раствора H2SO4 выпариванием удалили 100 г воды. Чему равна массовая доля (в %) кислоты в оставшемся растворе?
10. К 100 мл 8 % раствора HNO3 (ρ = 1,46 г/мл) прибавили 400 мл H2O. Получился раствор с плотностью 1,128 г/мл. Чему равна массовая доля (%) и нормальность полученного раствора?
11. К 1 л 20 % раствора HCl (ρ = 1,098 г/см3) прибавили 1 л 12,5 % раствора HCl (ρ = 1,06 г/см3). Чему равна молярность полученного раствора?
12. Смешали 100 мл 1,5 н. раствора H2SO4 и 100 мл 0,5 н. раствора H2SO4. Рассчитайте молярность полученного раствора.
13. Смешали 2 л раствора сульфата меди (II) концентрацией 2 % и плотностью 1,02 г/см3 и 1 л раствора хлорида меди (II) концентрацией 0,1 н. Рассчитайте молярную концентрацию меди в полученном растворе.
14. К 50 л раствора фосфорной кислоты концентрацией 8 % и плотностью 1,042 г/см3 прибавили 2 л фосфата натрия концентрацией 5 г/л. Рассчитайте молярную концентрацию фосфат-иона в полученном растворе.
15. Смешали 4 мл серной кислоты (концентрация 40 %, плотность 1,303 г/см3) и 200 мл серной кислоты концентрацией 0,001 моль/л. Рассчитайте нормальную концентрацию полученного раствора.
16. Плотность 26 %-ного раствора KOH равна 1,24 г/мл. Сколько моль KOH находится в 5 л этого раствора?
17. В каком объеме 0,1 н. раствора содержится 8 г CuSO4?
18. В 1 кг воды растворено 666 г KOH (ρ = 1,395 г/мл). Найдите: а) массовую долю KOH; б) молярность; в) моляльность; г) титр.
19. Для нейтрализации 20 мл 0,1 н. раствора кислоты потребовалось 8 мл раствора NaOH. Сколько граммов NaOH содержит 1 л этого раствора?
20. На нейтрализацию 40 мл раствора щелочи израсходовано 24 мл 0,5 н. H2SO4 раствора. Какова нормальность раствора щелочи? Какой объем 0,5 н. раствора HCl потребовался бы для той же цели?
21. Сколько граммов NaOH требуется для нейтрализации 280 г 7 %-ного раствора H2SO4?
22. На нейтрализацию 5 мл раствора KOH пошло 5 мл раствора H2SO4, титр которой равен 0,0049 г/мл. Определите нормальность и титр раствора KOH?
23. Какой объем 0,25 н. раствора H2SO4 следует добавить к раствору Na2CO3 для получения 3 л CO2 при 27 0С и 780 мм рт.ст.?
24. Каким объемом 8 н. раствора H2SO4 можно полностью разложить 2,65 л 18 %-ного раствора Na2CO3 (ρ = 1,2 г/мл)? Какой объем займет выделившийся газ при нормальных условиях?
25. Какова молярность, нормальность и титр раствора, в 200 мл которого содержится 14 г AlCl3?
26. Сколько граммов азотной кислоты содержится в 1 л 36 %-ного раствора плотностью 1,221 г/см3?
27. Какая масса сульфита натрия потребуется для приготовления 5 л 8 %-ного раствора плотностью 1,075 г/см3?
28. Какая масса хлорида калия потребуется для приготовления 200 мл раствора с концентрацией 1,455 моль/л?
29. Какой объем раствора серной кислоты (концентрация 30 %, плотность 1,12 г/см3) потребуется для приготовления 2 л раствора концентрацией 0,4 н.?
30. Раствор хлорида алюминия в воде имеет концентрацию 2 экв/л и плотность 1,08 г/см3. К 50 г этого раствора добавили 35 мл воды, и его плотность стала 1,035 г/см3. Найдите массовую долю хлорида алюминия в новом растворе.

**Свойства разбавленных растворов неэлектролитов**

1. Раствор сахара С12Н22О11 при 0 0C оказывает осмотическое давление, равное 114 мм рт. ст. Сколько граммов сахара содержится в 1 л этого раствора?
2. Раствор глюкозы С6Н12О6 при 0 0C оказывает осмотическое давление, равное 4,48 атм. Чему равна молярность такого раствора? Сколько граммов глюкозы содержит 1 л этого раствора?
3. Вычислите осмотическое давление при 27 0C раствора сахара С12Н22О11, 1 л которого содержит 91 г растворенного вещества.
4. Чему равно при температуре -7,5 0C осмотическое давление раствора, в 1,5 л которого содержится 276 г глицерина С3Н8О3?
5. Вычислите осмотическое давление 25 % раствора сахара при 15 0C (ρ = 1, 105).
6. Давление паров эфира при 30 0C равно 647,9 мм рт.ст.; давление пара раствора 3,1 г анилина в 370 г эфира (С2Н5)2О при той же температуре равно 643,58 мм рт.cт. Вычислите молекулярную массу анилина.
7. Давление пара воды при 20 0C составляет 2338 Па. Сколько граммов сахара следует растворить в 720 г воды для получения раствора, давление пара которого на 18,7 Па меньше давления пара воды? Вычислите процентное содержание сахара в растворе.
8. При 0 0C давление пара эфира (С2Н5)2О составляет 2465 Па. Найдите для той же температуры: а) давление пара 5 % раствора анилина С6Н5NH2 в эфире; б) давление пара 10 %-ного раствора бензойной кислоты С6Н5СООН в эфире.
9. При 20 0C давление пара над водой равно 17,53 мм рт.ст. Сколько граммов глицерина С3Н5(ОН)3 нужно растворить в 180 г воды для того, чтобы снизить давление пара до 16,53 мм рт.ст.?
10. Каково давление пара над 40 %-ным раствором этилового спирта С2Н5ОH при 25 0C, если давление насыщенного пара воды при этой температуре равно 23,75 мм рт.ст.?
11. Давление пара воды при 95 0C равно 633,9 мм рт.ст. Вычислите давление пара над раствором, содержащем 1,5 моль растворенного вещества в 340 г воды?
12. Раствор 0,502 г ацетона (СН3)2СО в 100 г ледяной уксусной кислоты обнаруживает понижение точки замерзания на 0,339 0C. Вычислите криоскопическую константу кислоты.
13. Сколько граммов нафталина С10Н8 содержится в 3 кг бензола С6Н6, если раствор замерзает (начинает кристаллизоваться) при температуре 4,55 0C?
14. Вычислите температуру кипения 5 %-ного раствора сахара С12Н22О11 в воде.
15. В каком количестве воды следует растворить 23 г глицерина С3Н8О3, чтобы получить раствор с температурой кипения 100,104 0C?
16. В скольких моль воды следует растворить 0,02 моль некоторого неэлектролита для получения раствора, температура кипения которого 100,026 0C?
17. Температура кипения ацетона 56,1 0C, а его эбулиоскопическая константа равна 1,73 0C. Вычислите температуру кипения 8 %-ного раствора глицерина С3Н8О3 в ацетоне.
18. Вычислите процентное содержание сахара С12Н22О11 в водном растворе, температура кристаллизации которого -0,41 0C.
19. Раствор сахара в воде показывает повышение температуры кипения на 0,312 0C. Вычислите величину понижения температуры кристаллизации этого раствора.
20. К 1 л метилового спирта СН3ОН (плотностью 0, 8 г/мл) прибавили 4,5 л воды. При какой температуре будет замерзать этот раствор?
21. Раствор сахара С12Н22О11 оказывает при 27 0C осмотическое давление, равное 156 кПа. Принимая плотность раствора равной единице, вычислите температуру его кристаллизации.
22. В каком количестве воды следует растворить 0,5 кг глицерина С3Н8О3 для получения раствора с температурой кристаллизации -3 0C?
23. При растворении 0,4 г некоторого вещества в 10 г воды температура кристаллизации раствора понижается на 1,24 0C. Вычислите молекулярную массу растворенного вещества.
24. Давление пара водного раствора глицерина составляет 98 % от давления пара воды при той же температуре. Вычислите процентное содержание глицерина в растворе и температуру кристаллизации раствора.
25. Найдите молекулярный вес вещества, если раствор 7,5 г его в 250 г воды кипит при 100,26 0C (атмосферное давление 760 мм. рт.ст.).

**Обменные реакции в растворах электролитов**

*При решении задач этого раздела используйте табл. 2.*

1. Напишите в молекулярной и ионно-молеку­лярной формах уравнения реакций:

а) Нитрат свинца (II) + иодид калия

б) Сульфид калия + серная кислота

1. См. условие в задаче 280.

а) Карбонат калия + соляная кислота

б) сульфат меди (II) + гидроксид натрия

1. См. условие в задаче 280.

а) карбонат кальция + соляная кислота

б) сульфит натрия + серная кислота

1. См. условие в задаче 280.

а) бромид алюминия + нитрат серебра

б) сульфид натрия + серная кислота

1. См. условие в задаче 280.

а) сульфид железа (II) + соляная кислота

б) Нитрат калия + азотная кислота

1. См. условие в задаче 280.

а) хлорид аммония + гидроксид кальция

б) ацетат свинца + сульфат натрия

1. См. условие в задаче 280.

а) соляная кислота + гидроксид бария

б) гидросульфат калия + серная кислота

1. См. условие в задаче 280.

а) плавиковая кислота + гидроксид калия

б) гидроксид кальция + оксид углерода (IV)

1. См. условие в задаче 280.

а) гидроксид железа (III) + азотная кислота

б) нитрат бария + сульфат натрия

1. См. условие в задаче 280.

а) уксусная кислота + гидроксид аммония

б) хлорид бария + сульфат алюминия

1. См. условие в задаче 280.

а) азотистая кислота + гидроксид аммония

б) нитрат свинца + сульфат железа (III)

1. См. условие в задаче 280.

а) сероводород + гидроксид аммония

б) сульфат хрома (III) + гидроксид аммония

1. См. условие в задаче 280.

а) гидрокарбонат натрия + соляная кислота

б) карбонат натрия + ортофосфорная кислота

1. См. условие в задаче 280.

а) хлорид железа (III) + гидроксид калия

б) Нитрат дигидроксовисмута + азотная кислота

1. См. условие в задаче 280.

а) нитрат цинка + избыток гидроксида натрия

б) Хлорид гидроксомагния + соляная кислота

1. Cоставьте молекулярные уравнения реакций, которым соответствуют ионно-молекулярные уравнения.

а) H+ + OH− → H2O

б) CO32− + 2H+ → CO2 + H2O

1. См. условие в задаче 295.

а) Pb2+ + S2− → PbS↓

б) CH3COOH + OH− → CH3COO− + H2O

1. См. условие в задаче 295.

а) ClO− + H+ → HClO

б) SO32− + 2 H+ → SO2 + H2O

1. См. условие в задаче 295.

а) Pb2+ + CrO42− → PbCrO4↓

б) HCO3− + OH− → CO32− + H2O

1. См. условие в задаче 295.

а) ZnOH+ + H+ → Zn2+ + H2O

б) Mg2+ + CO32− → MgCO3↓

1. См. условие в задаче 295.

а) Cu2+ + S2− → CuS↓

б) SiO32− + 2 H+ → H2SiO3

1. См. условие в задаче 295.

а) CaCO3 + 2H+ → Ca2+ + H2O

б) Pb2+ + 2 I− → PbI2↓

1. См. условие в задаче 295.

а) Al(OH)3 + OH− → [Al(OH)4]−

б) Fe(OH)3 + 3H+ → Fe3+ + 3H2O

1. См. условие в задаче 295.

а) Cd2+ + 2OH− → Cd(OH)2↓

б) H+ + NO2− → HNO2

1. См. условие в задаче 295.

а) Zn2+ + H2S → ZnS↓ + 2 H+

б) HCO3− + H+ → H2O + CO2

1. См. условие в задаче 295.

а) Ag+ + Cl− → AgCl↓

б) Cu2+ + 2OH− → Cu(OH)2↓

1. См. условие в задаче 295.

а) Pb2+ + 2 I− → PbI2↓

б) Sr2+ + SO42− → SrSO4↓

1. См. условие в задаче 295.

а) Sr2+ + CO32− → SrCO3↓

б) NH4+ + OH− → NH4OH

1. См. условие в задаче 295.

а) 2Ag+ + SO42− → Ag2SO4↓

б) Cd2+ + 2 OH− → Cd(OH)2↓

1. См. условие в задаче 295.

а) CuOH+ + H+→ Cu2+ + H2O

б) Ba2+ + CO32− → BaCO3↓

**Таблица 2**

**Растворимость солей и оснований в воде (Р - растворимое, М - малорастворимое, Н - практически
нерастворимое вещество, прочерк означает, что вещество не существует или разлагается водой)**

|  |  |
| --- | --- |
|  | **Катионы** |
| **Анионы** | **Li+  K+,Na+ NH4+  Cu2+  Ag+  Mg2+ Ca2+ Sr2+ Ba2+ Zn2+  Hg2+ Al3+ Sn2+ Pb2+ Bi3+ Cr3+ Mn2+ Fe3+  Fe2+** |
|  |  |
| Cl- | Р | Р | Р | Р | Н | Р | Р | Р | Р | Р | Р | Р | Р | М | - | Р | Р | Р | Р |
| Br- | Р | Р | Р | Р | Н | Р | Р | Р | Р | Р | М | Р | Р | М | - | Р | Р | Р | Р |
| I- | Р | Р | Р | - | Н | Р | Р | Р | Р | Р | Н | Р | Р | Н | - | Р | Р | - | Р |
| NO3- | Р | Р | Р | Р | Р | Р | Р | Р | Р | Р | Р | Р | - | Р | Р | Р | - | Р | Р |
| CH3COO- | Р | Р | Р | Р | Р | Р | Р | Р | Р | Р | Р | Р | - | Р | - | - | Р | - | Р |
| S2- | Р | Р | Р | Н | Н | - | Р | Р | Р | Н | Н | - | Н | Н | Н | - | Н | Н | Н |
| SO32- | Р | Р | Р | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | - | - | Н | Н | - | Н | - | Н |
| SO42- | Р | Р | Р | Р | М | Р | М | Н | Н | Р | - | Р | Р | Н | - | Р | Р | Р | Р |
| CO32- | Р | Р | Р | - | Н | Н | Н | Н | Н | Н | - | - | - | Н | Н | - | Н | - | Н |
| CrO42- | Р | Р | Р | Н | Н | Р | М | М | Н | Н | Н | - | - | Н | Н | Р | Н | - | - |
| PO43- | Н | Р | Р | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н |
| OH- | Р | Р | Р | Н | - | Н | М | М | Р | Н | - | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н |

**Гидролиз солей**

1. Укажите, не производя вычислений, в каком из растворов двух солей равной концентрации рН больше или меньше, ответ поясните:

 а) NaClO4 и NaClO; б) K2S и K2Se; в) Na2CO3 и Na2SO3 .

1. Объясните, почему при введении в раствор FeCl3 раствора соды в осадок выпадает не карбонат железа, а его гидроксид. Напишите уравнения процессов.
2. Гидролиз раствора FeCl3 при нагревании идет ступенчато и заканчивается образованием осадка Fe(OH)3. Представьте уравнениями все три ступени этого процесса (три уравнения) и выведите суммарное уравнение.
3. Существенно ли изменится реакция среды, если растворить в воде такие соли, как: a) KCN, б) NH4CN, в) CH3COOK, г) CH3COONH4?
4. Составьте ионно- молекулярные и молекулярные уравнения гидролиза солей CrCl3, FeSO4 и Na2S. Какие из перечисленных растворов имеют рН<7, pH>7?
5. Почему растворы NaF и Na2S имеют щелочную, а растворы ZnSO4 и NH4NO3 кислую реакцию? Ответ подтвердите ионно-молекулярными и молекулярными уравнениями.
6. Как зависит степень гидролиза от температуры? Почему? В какую сторону сместится равновесие гидролиза NaCN, если к раствору прибавить: а) щелочь, б) кислоту, в) хлорид аммония?
7. Составьте ионно-молекулярные и молекулярные уравнения реакций, протекающих при сливании растворов: а) нитрата алюминия и сульфида натрия; б) сульфата хрома и карбоната натрия.
8. Какая из двух солей при равных условиях в большей степени подвергается гидролизу: FeCl2 или FeCl3, MgCl2 или ZnCl2, NaCN или СH3COONa? Ответ поясните.
9. Какая из двух солей при равных условиях в большей степени подвергается гидролизу: Na2CO3 или Na2SO3, TlCl или TlCl3, SnCl2 или SnCl4? Почему? Составьте ионно- молекулярные уравнения гидролиза этих солей.
10. Какая из двух солей при равных условиях в большей степени подвергается гидролизу: CH3COONa или HCOONa, K2S или K2Te, NaNO2 или NaCl? Почему? Составьте ионно- молекулярные уравнения гидролиза этих солей.
11. Растворы кислоты и основания смешали в эквивалентных соотношениях:

 а) NH4OH + HCl; б) NaOH + HCl; в) NaOH + CH3COOH. Как окрасится лакмус в растворах? Почему? Составьте молекулярные и ионно- молекулярные уравнения соответствующих реакций.

1. К раствору FeCl3 добавили: а) HCl; б) NaOH; в) ZnCl2; г) Na2CO3; д) Zn; е) H2O. В каких случаях гидролиз хлорида железа (III) усилится? Составьте молекулярные и ионно-молекулярные уравнения соответствующих реакций.
2. Какие из пар солей в водных растворах взаимно усиливают гидролиз друг друга: а) AlCl3 и Na2S; б) CrCl3 и Na2CO3; в) Fe2(SO4)3 и ZnCl2; г) Cr(NO3)3 и MgCl2? Составьте ионно-молекулярные уравнения соответствующих реакций.
3. К растворам Na2SO4, CrCl3, MgCl2, Al2(SO4)3, Fe(NO3)3 добавили раствор соды Na2CO3. В каких случаях наблюдается выделение CO2? Почему? Составьте ионно- молекулярные и молекулярные уравнения соответствующих реакций.
4. К раствору Na2CO3 добавили следующие вещества: а) HCl, б) NaOH, в) Сu(NO3)2, г) K2S. В каких случаях гидролиз Na2CO3 усилится? Почему? Составьте ионные и молекулярные уравнения гидролиза соответствующих солей, укажите рН среды.
5. К раствору ZnSO4 добавили следующие вещества: а) H2SO4, б) KOH, в) Na2SO3, г) Al2(SO4)3. В каких случаях гидролиз ZnSO4 усилится? Почему? Напишите ионные и молекулярные уравнения реакций гидролиза соответствующих солей.
6. К раствору Al2(SO4)3 добавили следующие вещества: а) H2SO4, б) KOH, в) Na2SO3, г) ZnSO4. В каких случаях гидролиз Al2(SO4)3 усиливается? Почему? Напишите уравнения гидролиза, укажите рН.