

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА
(РОСАВИАЦИЯ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ» (МГТУ ГА)

Кафедра авиатопливообеспечения и ремонта
летательных аппаратов

Л.Ю. Демина, Г.Г. Гимальдинова

ХИМИЯ

Учебно-методическое пособие
по выполнению контрольных работ

*для студентов I курса
направлений 25.03.01, 23.03.01
заочной формы обучения*

Москва
ИД Академии Жуковского
2021

УДК 54
ББК 54
Д30

Рецензент:

Дмитревский А.Л. – канд. техн. наук

Д30 **Демина Л.Ю.**

Химия [Текст] : учебно-методическое пособие по выполнению контрольных работ / Л.Ю. Демина, Г.Г. Гимальдинова. – М.: ИД Академии Жуковского, 2021. – 32 с.

Данное учебно-методическое пособие издается в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Химия» по учебному плану для студентов I курса направлений 25.03.01, 23.03.01 заочной формы обучения.

Контрольные задания включают общее положение по определению каждым студентом своего варианта контрольной работы, вопросы и задачи по изучаемому курсу, а также содержит таблицы некоторых физических констант и химических процессов, необходимых при решении задач.

Рассмотрено и одобрено на заседаниях кафедры 27.05.2021 г. и методического совета 31.05.2021 г.

УДК 54
ББК 54

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Контрольная работа по курсу «Химии» содержит одиннадцать вопросов и задач по каждому варианту. Вариант контрольной работы соответствует двум последним цифрам учебного шифра (номера зачетной книжки, студенческого билета).

Задачи контрольной работы структурированы по темам дисциплины «Химия» с указанием названия тем в соответствии с Рабочей программой. Приведены примеры решения типовых задач по каждой теме, за исключением вопросов, ответы на которые носят описательный характер. Задачи имеют ответ, представляющий количественный результат решения.

Для решения задач или ответа на поставленный вопрос необходимо предварительно ознакомиться с теоретическим материалом, руководствуясь указанными по каждой теме страницами из основного учебника или методических разработок университета.

Контрольная работа должна быть написана разборчиво от руки (в тетради на 12 листов) или напечатана на компьютере (что предпочтительней) на бумажных листах формата А-4.

При оформлении решений необходимо обязательно записать условие задачи, дать понятное изложение ответа и представить все расчеты, подтверждающие ответ.

Контрольная работа содержит справочные данные в виде таблиц, приведенных в Приложении.

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ 1. ОСНОВНЫЕ ЗАКОНЫ ХИМИИ.....	5
РАЗДЕЛ 2. ХИМИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА.....	6
РАЗДЕЛ 3. СТРОЕНИЕ АТОМА. ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ.....	8
РАЗДЕЛ 4. ХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА И РАВНОВЕСИЕ.....	12
РАЗДЕЛ 5. РАСТВОРЫ И ИХ СВОЙСТВА.....	16
РАЗДЕЛ 6. ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКАЯ ДИССОЦИАЦИЯ.....	18
РАЗДЕЛ 7. РЕАКЦИИ В РАСТВОРАХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ.....	19
РАЗДЕЛ 8. ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОХИМИИ. КОРРОЗИЯ МЕТАЛЛОВ.....	21
РАЗДЕЛ 9. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ.....	24
ПРИЛОЖЕНИЯ	25

РАЗДЕЛ 1. ОСНОВНЫЕ ЗАКОНЫ ХИМИИ

1. При сгорании 5 г металла образуется 9,44 г оксида этого металла. Определить эквивалент металла.
2. Сульфид металла содержит 52% металла. Определите эквивалент металла, если эквивалент серы равен 16 г.
3. На нейтрализацию 2,45 г кислоты идет 2,00 г гидроксида натрия. Определить эквивалент кислоты.
4. Для растворения 16,8 г металла потребовалось 14,7 г серной кислоты. Определить эквивалент металла и объем выделившегося водорода (н.у.).
5. Некоторое количество металла, эквивалентная масса которого 27,9 г, вытесняет из кислоты 700 мл водорода, измеренного при нормальных условиях. Определить массу металла.
6. На восстановление 1,8 г оксида металла израсходовано 833 мл водорода. Рассчитайте эквивалент металла и оксида.
7. Вычислить атомную массу двухвалентного металла, если 8,34 г этого металла окисляются 0,68 л кислорода (н.у.)
8. При взаимодействии водорода и азота получено 6 эквивалентов аммиака. Какие объемы водорода и азота вступили в реакцию при н.у.?
9. Для нейтрализации 100 г 20%-ного раствора одноосновной кислоты необходимо 160 г 25%-ного раствора едкого натра. Рассчитайте эквивалент кислоты.
10. 1,6 г кальция и 2,615 г цинка вытесняют из кислоты одинаковое количество водорода. Найдите эквивалент цинка, если эквивалент кальция равен 20.
11. Оксид металла содержит 28,57% кислорода. Определите эквивалент металла.
12. Рассчитайте эквивалент кислоты, если на нейтрализацию 9 г кислоты израсходовано 8 г гидроксида натрия.
13. Определите объем водорода, который выделится при восстановлении 100 г оксида, в котором содержится 79,9% металла.
14. Определите эквивалент хлорида железа, зная, что 1,355 г его взаимодействуют без остатка с 1 г едкого натра.
15. На нейтрализацию 0,728 г щелочи израсходовали 0,535 г азотной кислоты. Вычислить эквивалент щелочи.
16. Олово образует два оксида, содержащих 78,8 % и 88,12 % олова соответственно. Определить эквивалент олова в каждом оксиде.
17. Рассчитайте объем водорода (н.у.), который потребуется для восстановления 100 г оксида, массовая доля металла в котором 83,48%. Вычислите эквивалент металла.

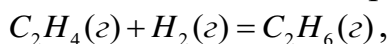
18. При окислении 1,4 г металла получили 1,6 г оксида. Вычислить эквивалент металла.
19. Эквивалент некоторого элемента равен 24,99 г . Вычислите: а) сколько процентов кислорода содержится в оксиде этого элемента; б) какой объем водорода потребуется для восстановления 4,95 г его кислородного соединения.
20. Мышьяк образует два оксида, содержащих 65,2% и 75,7 % As. Рассчитайте эквивалент мышьяка в этих оксидах.
21. Вычислите эквивалент цинка, если 1,68 г его вытесняют из кислоты 438 мл водорода, измеренного при 17⁰С и давлении 98 642 Па.
22. При восстановлении 5,1 г оксида металла (III) образовалось 2,7 г воды. Определить эквивалент и атомную массу металла.
23. На нейтрализацию 0,471 г фосфористой кислоты израсходовано 0,644 г КОН. Вычислите эквивалент кислоты.
24. На осаждение хлора, содержащегося в 0,666 г соли, израсходовано 1,088 г нитрата серебра. Вычислите эквивалент соли.
25. Вычислите эквивалент металла, если 0,34 г этого металла вытесняют 59,94 мл водорода, измеренного при 0⁰С и давлении 94 643 Па.

РАЗДЕЛ 2. ХИМИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА

26. Рассчитать стандартную энтальпию следующего процесса (предварительно подобрав стехиометрические коэффициенты):
 $NH_3 + O_2 = NO + H_2O(z)$
27. Рассчитайте тепловой эффект реакции спиртового брожения глюкозы массой 54 г:
 $C_6H_{12}O_6(k) \rightarrow 2CO_2 + 2C_2H_5OH(j),$
 исходя из стандартных энтальпий сгорания глюкозы и этанола
28. Рассчитайте стандартную энтальпию образования исходного вещества:
 $2AgNO_3(mв) = 2Ag(mв) + 2NO_2(z) + O_2(z),$ если тепловой эффект реакции равен 317,5 кДж.
29. Определить направление самопроизвольного протекания процесса:
 $Mg(mв) + CO_2(z) \Leftrightarrow MgO(mв) + CO(z)$ при стандартной температуре.
30. При образовании 8,1 г хлорида меди выделяется 13,4 кДж. Вычислить теплоту образования хлорида меди.
31. Рассчитайте стандартную энергию Гиббса при 298 К и определите направление самопроизвольного протекания процесса:
 $CuS(mв) + O_2(z) \Leftrightarrow CuO(mв) + SO_2(z)$
32. Рассчитайте стандартную энтальпию образования продукта реакции:

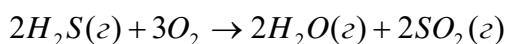
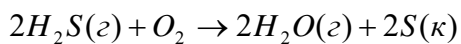
$K_2O(тв) + H_2O(ж) + 2CO_2(г) = 2KHCO_3(тв)$ если тепловой эффект этой реакции равен 482,6 кДж

33. Рассчитайте стандартную энтальпию реакции:

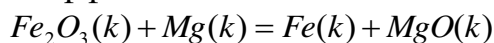


исходя из энтальпий сгорания участников реакции.

34. В ходе какой из реакций горения сероводорода выделяется больше тепла:

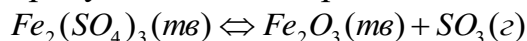


35. Рассчитайте тепловой эффект реакции, подобрав стехиометрические коэффициенты:



36. Сколько тепла выделится при полном сгорании бензола массой 20 г?

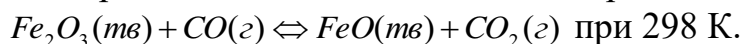
37. Рассчитайте стандартную энтальпию реакции



и определите направление самопроизвольного протекания процесса при 298 К.

38. Вычислите тепловой эффект реакции $C_6H_{12}O_6(к) \rightarrow C_2H_5OH(ж) + 2CO_2(г)$, пользуясь справочными значениями стандартных теплот сгорания веществ.

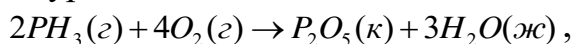
39. Рассчитайте энергию Гиббса и определите возможность самопроизвольного протекания процесса:



40. Определите количество тепла, выделившееся при сжигании 56 л ацетилена.

41. Рассчитайте изменение энтальпии, энтропии при изобарном нагреве 800 г брома от 300К до 1000К, если средняя молярная теплоемкость c_p равна 40 Дж/моль.

42. Определите стандартную теплоту образования фосфина PH_3 , исходя из уравнения:



если $\Delta H_p^0 = -2360 \text{ кДж}$, $\Delta H_{P_2O_5}^0 = -1546,6 \text{ кДж/моль}$.

43. Рассчитайте теплоту образования пероксида водорода, если теплота разложения $H_2O_2(ж) \rightarrow H_2O(ж) + 1/2O_2$ составляет -98,03 кДж/моль.

44. В 100 г трески в среднем содержится 11,6 г белков и 0,3 г жиров. Рассчитайте энергию, которая выделится при усвоении порции трески массой 228 г. Калорийность белков составляет 17,1 кДж/г, жиров – 38,8 кДж/г.

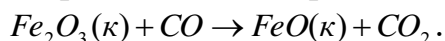
45. Рассчитайте тепловой эффект реакции $H_2S(г) + O_2 \rightarrow SO_2(г) + H_2O(ж)$, предварительно подобрав стехиометрические коэффициенты.

46. Исходя из реакции $SiO_2(\kappa) + 2NaOH = Na_2SiO_3(\kappa) + H_2O(\text{ж})$, ответьте можно ли выпаривать щелочь в стеклянном сосуде, если $\Delta G_{NaOH}^0 = -419,5 \text{ кДж/моль}$, $\Delta G_{Na_2SiO_3}^0 = -1427,8 \text{ кДж/моль}$.

47. При сгорании фосфора массой 9,3 г выделяется 229,5 кДж теплоты. Рассчитайте стандартную теплоту образования оксида фосфора.

48. Вычислите стандартный тепловой эффект сгорания 300 г этанола C_2H_5OH .

49. Рассчитайте стандартную энергию Гиббса при 298К и определите направление самопроизвольного протекания реакции



50. Рассчитайте стандартную теплоту образования продукта следующей реакции: $K_2O(m) + H_2O(\text{ж}) + 2CO_2(\text{г}) = 2KHCO_3(m)$, если энтальпия этой реакции равна -482,6 кДж.

РАЗДЕЛ 3. СТРОЕНИЕ АТОМА. ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ

51. а) Напишите электронную и электронно-графическую формулу для атома бериллия в основном и возбужденном состояниях. Определите возможные валентности этого атома.

б) Укажите типы химических связей между атомами в соединениях HCl ; H_2SiO_3 . Составьте структурные формулы данных веществ и укажите направление поляризации связей в этих соединениях.

52. а) Напишите электронную и электронно-графическую формулу для атома германия в основном и возбужденном состояниях. Определите возможные валентности этого атома.

б) Укажите типы химических связей между атомами в соединениях $MgCl_2$; CH_4 . Составьте структурные формулы данных веществ и укажите направление поляризации связей в этих соединениях.

53. а) Напишите электронную и электронно-графическую формулу для атома кальция в основном и возбужденном состояниях. Определите возможные валентности этого атома.

б) Укажите типы химических связей между атомами в соединениях CuO ; BN_3 . Составьте структурные формулы данных веществ и укажите направление поляризации связей в этих соединениях.

54. а) Напишите электронную и электронно-графическую формулу для атома калия в основном и возбужденном состояниях. Определите возможные валентности этого атома.

б) Укажите типы химических связей между атомами в соединениях $AlCl_3$; $HClO_3$. Составьте структурные формулы данных веществ и укажите направление поляризации связей в этих соединениях.

55. а) Напишите электронную и электронно-графическую формулу для атома брома в основном и возбужденном состояниях. Определите возможные валентности этого атома.

б) Укажите типы химических связей между атомами в соединениях N_2 ; $Ca(OH)_2$. Составьте структурные формулы данных веществ и укажите направление поляризации связей в этих соединениях.

56.а) Напишите электронную и электронно-графическую формулу для атома селена в основном и возбужденном состояниях. Определите возможные валентности этого атома.

б) Укажите типы химических связей между атомами в соединениях $NaHSO_4$; BaS . Составьте структурные формулы данных веществ и укажите направление поляризации связей в этих соединениях.

57. а) Напишите электронную и электронно-графическую формулу для атома цинка в основном и возбужденном состояниях. Определите возможные валентности этого атома.

б) Укажите типы химических связей между атомами в соединениях HCl ; $NaCl$ Составьте структурные формулы данных веществ и укажите направление поляризации связей в этих соединениях.

58.а) Напишите электронную и электронно-графическую формулу для атома скандия в основном и возбужденном состояниях. Определите возможные валентности этого атома.

б) Укажите типы химических связей между атомами в соединениях S_8 ; HF . Составьте структурные формулы данных веществ и укажите направление поляризации связей в этих соединениях.

59.а) Напишите электронную и электронно-графическую формулу для атома титана в основном и возбужденном состояниях. Определите возможные валентности этого атома.

б) Укажите типы химических связей между атомами в соединениях O_2 ; H_2SO_4 . Составьте структурные формулы данных веществ и укажите направление поляризации связей в этих соединениях.

60.а) Напишите электронную и электронно-графическую формулу для атома марганца в основном и возбужденном состояниях. Определите возможные валентности этого атома.

б) Укажите типы химических связей между атомами в соединениях $HClO$; KOH . Составьте структурные формулы данных веществ и укажите направление поляризации связей в этих соединениях.

61.а) Напишите электронную и электронно-графическую формулу для атома ванадия в основном и возбужденном состояниях. Определите возможные валентности этого атома.

б) Укажите типы химических связей между атомами в соединениях $Al(OH)_3$; F_2 . Составьте структурные формулы данных веществ и укажите направление поляризации связей в этих соединениях.

62.а) Напишите электронную и электронно-графическую формулу для атома хлора в основном и возбужденном состояниях. Определите возможные валентности этого атома.

б) Укажите типы химических связей между атомами в соединениях MgSO_4 ; SiH_4 . Составьте структурные формулы данных веществ и укажите направление поляризации связей в этих соединениях.

63.а) Напишите электронную и электронно-графическую формулу для атома серы в основном и возбужденном состояниях. Определите возможные валентности этого атома.

б) Укажите типы химических связей между атомами в соединениях NaOH ; I_2 . Составьте структурные формулы данных веществ и укажите направление поляризации связей в этих соединениях.

64. а) Напишите электронную и электронно-графическую формулу для атома фосфора в основном и возбужденном состояниях. Определите возможные валентности этого атома.

б) Укажите типы химических связей между атомами в соединениях Ba(OH)_2 ; PH_3 . Составьте структурные формулы данных веществ и укажите направление поляризации связей в этих соединениях.

65.а) Напишите электронную и электронно-графическую формулу для атома водорода в основном и возбужденном состояниях. Определите возможные валентности этого атома.

б) Укажите типы химических связей между атомами в соединениях NH_3 ; KCl . Составьте структурные формулы данных веществ и укажите направление поляризации связей в этих соединениях.

66.а) Напишите электронную и электронно-графическую формулу для атома лития в основном и возбужденном состояниях. Определите возможные валентности этого атома.

б) Укажите типы химических связей между атомами в соединениях Na_2SO_4 ; O_2 . Составьте структурные формулы данных веществ и укажите направление поляризации связей в этих соединениях.

67.а) Напишите электронную и электронно-графическую формулу для атома кремния в основном и возбужденном состояниях. Определите возможные валентности этого атома.

б) Укажите типы химических связей между атомами в соединениях P_4 ; HI . Составьте структурные формулы данных веществ и укажите направление поляризации связей в этих соединениях.

68. а) Напишите электронную и электронно-графическую формулу для атома алюминия в основном и возбужденном состояниях. Определите возможные валентности этого атома.

б) Укажите типы химических связей между атомами в соединениях N_2H_4 ; CaCl_2 . Составьте структурные формулы данных веществ и укажите направление поляризации связей в этих соединениях.

69.a) Напишите электронную и электронно-графическую формулу для атома кислорода в основном и возбужденном состояниях. Определите возможные валентности этого атома.

б) Укажите типы химических связей между атомами в соединениях H_2S ; CaO . Составьте структурные формулы данных веществ и укажите направление поляризации связей в этих соединениях.

70.a) Напишите электронную и электронно-графическую формулу для атома магния в основном и возбужденном состояниях. Определите возможные валентности этого атома.

б) Укажите типы химических связей между атомами в соединениях CaOHCl ; O_2 . Составьте структурные формулы данных веществ и укажите направление поляризации связей в этих соединениях.

71.a) Напишите электронную и электронно-графическую формулу для атома натрия в основном и возбужденном состояниях. Определите возможные валентности этого атома.

б) Укажите типы химических связей между атомами в соединениях H_2 ; H_2CO_3 . Составьте структурные формулы данных веществ и укажите направление поляризации связей в этих соединениях.

72.a) Напишите электронную и электронно-графическую формулу для атома фтора в основном и возбужденном состояниях. Определите возможные валентности этого атома.

б) Укажите типы химических связей между атомами в соединениях H_2SO_3 ; Br_2 . Составьте структурные формулы данных веществ и укажите направление поляризации связей в этих соединениях.

73.a) Напишите электронную и электронно-графическую формулу для атома азота в основном и возбужденном состояниях. Определите возможные валентности этого атома.

б) Укажите типы химических связей между атомами в соединениях H_2SO_4 ; Cl_2 . Составьте структурные формулы данных веществ и укажите направление поляризации связей в этих соединениях.

74.a) Напишите электронную и электронно-графическую формулу для атома углерода в основном и возбужденном состояниях. Определите возможные валентности этого атома.

б) Укажите типы химических связей между атомами в соединениях H_2CO_3 ; CaS . Составьте структурные формулы данных веществ и укажите направление поляризации связей в этих соединениях.

75.a) Напишите электронную и электронно-графическую формулу для атома бора в основном и возбужденном состояниях. Определите возможные валентности этого атома.

б) Укажите типы химических связей между атомами в соединениях H_3PO_4 ; N_2 . Составьте структурные формулы данных веществ и укажите направление поляризации связей в этих соединениях.

РАЗДЕЛ 4. ХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА И РАВНОВЕСИЕ

76. Для данной химической реакции напишите кинетическое уравнение и определите теоретический порядок реакции. Рассчитайте, как изменится скорость реакции при указанных изменениях условий протекания реакции

$2\text{B}(\text{тв}) + 3\text{H}_2(\text{г}) \rightarrow 2\text{BH}_3(\text{г})$. Во сколько раз изменится (увеличится или уменьшится) скорость реакции если:

а) увеличить давление в 4 раза;

б) повысить температуру с 20°C до 100°C ($\gamma = 2$)

77. Для данной химической реакции напишите кинетическое уравнение и определите теоретический порядок реакции. Рассчитайте, как изменится скорость реакции при указанных изменениях условий протекания реакции

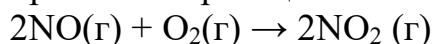


Во сколько раз изменится (увеличится или уменьшится) скорость реакции если:

а) уменьшить объем реакционной смеси в 2 раза;

б) понизить температуру с 70°C до 10°C ($\gamma = 3$)

78. Для данной химической реакции напишите кинетическое уравнение и определите теоретический порядок реакции. Рассчитайте, как изменится скорость реакции при указанных изменениях условий протекания реакции

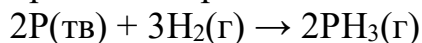


Во сколько раз изменится (увеличится или уменьшится) скорость реакции если:

а) увеличить объем реакционной смеси в 3 раза;

б) повысить температуру с 50°C до 120°C ($\gamma = 3$)

79. Для данной химической реакции напишите кинетическое уравнение и определите теоретический порядок реакции. Рассчитайте, как изменится скорость реакции при указанных изменениях условий протекания реакции

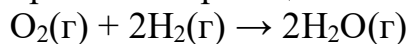


Во сколько раз изменится (увеличится или уменьшится) скорость реакции если:

а) уменьшить концентрации газовых реагентов в 3 раза;

б) понизить температуру с 80°C до 20°C ($\gamma = 3$)

80. Для данной химической реакции напишите кинетическое уравнение и определите теоретический порядок реакции. Рассчитайте, как изменится скорость реакции при указанных изменениях условий протекания реакции



Во сколько раз изменится (увеличится или уменьшится) скорость реакции если:

а) увеличить концентрации газовых реагентов в 2 раза;

б) повысить температуру с 60°C до 100°C ($\gamma = 3$).

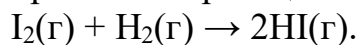
81. Для данной химической реакции напишите кинетическое уравнение и определите теоретический порядок реакции. Рассчитайте, как изменится скорость реакции при указанных изменениях условий протекания реакции $\text{S(тв)} + 2\text{Cl}_2(\text{г}) \rightarrow \text{SCl}_4(\text{г})$.

Во сколько раз изменится (увеличится или уменьшится) скорость реакции если:

а) уменьшить давление в 3 раза;

б) понизить температуру на 60°C ($\gamma = 2$).

82. Для данной химической реакции напишите кинетическое уравнение и определите теоретический порядок реакции. Рассчитайте, как изменится скорость реакции при указанных изменениях условий протекания реакции

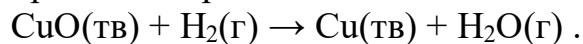


Во сколько раз изменится (увеличится или уменьшится) скорость реакции если:

а) увеличить давление в 2 раза;

б) повысить температуру на 60°C ($\gamma = 2$).

83. Для данной химической реакции напишите кинетическое уравнение и определите теоретический порядок реакции. Рассчитайте, как изменится скорость реакции при указанных изменениях условий протекания реакции

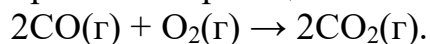


Во сколько раз изменится (увеличится или уменьшится) скорость реакции если:

а) уменьшить объем реакционной смеси в 4 раза;

б) понизить температуру на 50°C ($\gamma = 2$).

84. Для данной химической реакции напишите кинетическое уравнение и определите теоретический порядок реакции. Рассчитайте, как изменится скорость реакции при указанных изменениях условий протекания реакции



Во сколько раз изменится (увеличится или уменьшится) скорость реакции если:

а) увеличить объем реакционной смеси в 4 раза;

б) повысить температуру на 50°C ($\gamma = 2$).

85. Для данной химической реакции напишите кинетическое уравнение и определите теоретический порядок реакции. Рассчитайте, как изменится скорость реакции при указанных изменениях условий протекания реакции $2\text{S(тв)} + 2\text{NO}_2(\text{г}) \rightarrow \text{N}_2(\text{г}) + 2\text{SO}_2(\text{г})$.

Во сколько раз изменится (увеличится или уменьшится) скорость реакции если:

а) уменьшить концентрации газовых реагентов в 4 раза;

б) понизить температуру со 120°C до 90°C ($\gamma = 3$).

86. Для данной химической реакции напишите кинетическое уравнение и определите теоретический порядок реакции. Рассчитайте, как изменится скорость реакции при указанных изменениях условий протекания реакции $\text{N}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) \rightarrow 2\text{NO}(\text{г})$. Во сколько раз изменится (увеличится или уменьшится) скорость реакции если:

а) увеличить концентрации газовых реагентов в 4 раза;

б) повысить температуру с 50°C до 80°C ($\gamma = 3$).

87. Для данной химической реакции напишите кинетическое уравнение и определите теоретический порядок реакции. Рассчитайте, как изменится скорость реакции при указанных изменениях условий протекания реакции $2\text{C}_2\text{H}_6(\text{г}) \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2(\text{г}) + 3\text{H}_2(\text{г})$. Во сколько раз изменится (увеличится или уменьшится) скорость реакции если:

а) уменьшить давление в 4 раза;

б) понизить температуру на 40°C ($\gamma = 2$).

88. Для обратимой реакции $2\text{Fe}(\text{тв}) + 3\text{CO}_2(\text{г}) \leftrightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3(\text{тв}) + 3\text{CO}(\text{г}) - Q$ определите, в какую сторону сместится равновесие реакции, если:

а) увеличить температуру; б) увеличить давление; в) уменьшить концентрацию CO_2 .

Рассчитайте начальную концентрацию CO_2 и константу равновесия данной реакции, если равновесные концентрации веществ равны $[\text{CO}_2] = 0,2$ моль/л, $[\text{CO}] = 2$ моль/л.

89. Для обратимой реакции $3\text{H}_2(\text{г}) + \text{N}_2(\text{г}) \leftrightarrow 2\text{NH}_3(\text{г}) + Q$ определите, в какую сторону сместится равновесие реакции, если:

а) уменьшить температуру; б) уменьшить давление; в) увеличить концентрацию NH_3 .

Рассчитайте константу равновесия данной реакции, если начальная концентрация N_2 равна 1 моль/л, начальная концентрация H_2 равна 3 моль/л, а к моменту наступления равновесия прореагировало 75% азота.

90. Для обратимой реакции $\text{H}_2\text{S}(\text{г}) \leftrightarrow \text{S}(\text{тв}) + \text{H}_2(\text{г}) - Q$ определите, в какую сторону сместится равновесие реакции, если:

а) уменьшить давление; б) увеличить температуру; в) уменьшить концентрацию H_2S .

Рассчитайте равновесные концентрации веществ, если начальная концентрация H_2S равна 1 моль/л, а константа равновесия $K_p = 4$.

91. Для обратимой реакции $\text{C}_2\text{H}_6(\text{г}) \leftrightarrow \text{C}_2\text{H}_2(\text{г}) + 2\text{H}_2(\text{г}) - Q$ определите, в какую сторону сместится равновесие реакции, если:

а) уменьшить давление; б) уменьшить температуру; в) увеличить концентрацию C_2H_6 .

Рассчитайте начальную концентрацию C_2H_6 и константу равновесия данной реакции, если равновесные концентрации веществ равны $[C_2H_6] = 0,5$ моль/л, $[C_2H_2] = 0,3$ моль/л, $[H_2] = 0,9$ моль/л.

92. Для обратимой реакции $2HBr(g) + 2Cl_2(g) \leftrightarrow 2HCl(g) + Br_2(ж) + Q$ определите, в какую сторону сместится равновесие реакции, если:

а) уменьшить давление; б) уменьшить температуру; в) увеличить концентрацию HBr .

Рассчитайте равновесные концентрации реагентов и константу равновесия данной реакции, если начальная концентрация HBr равна 4 моль/л, начальная концентрация Cl_2 равна 2 моль/л, а к моменту наступления равновесия прореагировало 80% хлора.

93. Для обратимой реакции $2SO_3(g) \leftrightarrow 2SO_2(g) + O_2(g) - Q$ определите, в какую сторону сместится равновесие реакции, если:

а) уменьшить давление; б) уменьшить температуру; в) увеличить концентрацию SO_3 .

Рассчитайте константу равновесия данной реакции, если начальная концентрация оксида серы (VI) равна 2 моль/л, а к моменту наступления равновесия прореагировало 60% SO_3 .

94. Для обратимой реакции $Fe(тв) + H_2O(g) \leftrightarrow FeO(тв) + H_2(g) + Q$ определите, в какую сторону сместится равновесие реакции, если:

а) уменьшить давление; б) уменьшить температуру; в) увеличить концентрацию H_2O .

Рассчитайте равновесные концентрации веществ, если начальная концентрация паров воды равна 4 моль/л, а константа равновесия $K_p = 5$.

95. Для обратимой реакции $C(тв) + O_2(g) \leftrightarrow CO_2(g) + Q$ определите, в какую сторону сместится равновесие реакции, если:

а) уменьшить давление; б) уменьшить температуру; в) увеличить концентрацию CO_2 .

Рассчитайте равновесные концентрации веществ, если начальная концентрация кислорода равна 2 моль/л, а константа равновесия $K_p = 20$.

96. Для обратимой реакции $3S(тв) + H_2O(g) \leftrightarrow 2H_2S(g) + SO_2(g) - Q$ определите, в какую сторону сместится равновесие реакции, если:

а) уменьшить давление; б) увеличить температуру; в) уменьшить концентрацию H_2O .

Рассчитайте начальную концентрацию паров воды и константу равновесия данной реакции, если равновесные концентрации веществ равны $[H_2O] = 0,4$ моль/л, $[H_2S] = 0,8$ моль/л, $[SO_2] = 0,4$ моль/л.

97. Для обратимой реакции $4NO(g) \leftrightarrow N_2(g) + 2NO_2(g) - Q$ определите, в какую сторону сместится равновесие реакции, если:

а) увеличить давление; б) увеличить температуру; в) уменьшить концентрацию N_2 .

Рассчитайте равновесные концентрации веществ и константу равновесия данной реакции, если начальная концентрация оксида азота (II) равна 1 моль/л, а к моменту наступления равновесия прореагировало 65% оксида азота (II).

98. Для обратимой реакции $\text{H}_2\text{O}(\text{ж}) + \text{Cl}_2(\text{г}) \leftrightarrow \text{HCl}(\text{р-р}) + \text{HClO}(\text{р-р}) + \text{Q}$ определите, в какую сторону сместится равновесие реакции, если:

а) увеличить давление; б) увеличить температуру; в) увеличить концентрацию Cl_2 .

Рассчитайте равновесные концентрации веществ и константу равновесия данной реакции, если начальная концентрация хлора равна 3 моль/л, а к моменту наступления равновесия прореагировало 90% хлора.

99. Для обратимой реакции $\text{C}_2\text{H}_4(\text{г}) + \text{H}_2\text{O}(\text{г}) \leftrightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{г}) + \text{Q}$ определите, в какую сторону сместится равновесие реакции, если:

а) увеличить давление; б) увеличить температуру; в) увеличить концентрацию C_2H_4 .

Рассчитайте константу равновесия данной реакции, если начальная концентрация этилена равна 2 моль/л, начальная концентрация паров воды равна 2 моль/л, а к моменту наступления равновесия прореагировало 70% C_2H_4 .

100. Для обратимой реакции $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{г}) \leftrightarrow \text{C}_2\text{H}_4(\text{г}) + \text{H}_2\text{O}(\text{г}) - \text{Q}$ определите, в какую сторону сместится равновесие реакции, если:

а) увеличить давление; б) увеличить температуру; в) увеличить концентрацию C_2H_4 .

Рассчитайте константу равновесия данной реакции, если равновесные концентрации веществ равны $[\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}] = 0,4$ моль/л, $[\text{C}_2\text{H}_4] = 0,6$ моль/л, $[\text{H}_2\text{O}] = 0,6$ моль/л.

РАЗДЕЛ 5. РАСТВОРЫ И ИХ СВОЙСТВА

101. Какое количество воды следует взять, чтобы, растворив в нем 4,5 г глицерина при 27°C понизить давление пара на 399,7 Па? Давление пара воды при этой температуре 3565 Па.

102. Раствор, содержащий 16,05 г нитрата бария в 500 г воды, кипит при 100,122°C. Рассчитайте изотонический коэффициент этого раствора. $K_{\text{эб воды}} = 0,516$.

103. Рассчитайте молекулярную массу неэлектролита, если в 5 л раствора содержится 2,5 г неэлектролита. Осмотическое давление этого раствора равно $0,23 \cdot 10^5$ Па при 20°C.

104. Давление пара чистого ацетона ($\text{CO}(\text{CH}_3)_2$) при 20°C 23940 Па. Давление пара раствора камфоры в ацетоне, содержащего 5 г камфоры на

200 г ацетона при той же температуре, равно 23710 Па. Определить молекулярную массу камфоры.

105. Вычислите температуру замерзания раствора, содержащего 20 г сахара $C_{12}H_{22}O_{11}$ в 400 г воды.

106. Давление пара раствора, содержащего 155 г анилина $C_6H_4NH_2$ в 201 г эфира, при некоторой температуре равно 42900 Па. Давление пара эфира при этой температуре равно 86380 Па. Рассчитайте молекулярную массу эфира.

107. Раствор, состоящий из 9,2 г глицерина и 400 ацетона, кипит при $56,38^\circ C$. Чистый ацетон кипит при $56^\circ C$. Вычислите эбулиоскопическую константу ацетона.

108. Водный раствор, содержащий нелетучее растворенное вещество – неэлектролит, замерзает при $-3,5^\circ C$. Определить температуру кипения раствора и давление пара при $25^\circ C$. Давление пара чистой воды при этой температуре 3167,2 Па. $K_{кр}=1,86$.

109. При некоторой температуре давление пара над раствором, содержащего 62 г фенола C_6H_5OH в 60 моль эфира, равно $0,507 \cdot 10^5$ Па. Найдите давление пара эфира при этой температуре.

110. В каком количестве воды следует растворить 30 г бромида калия для получения 6%-ного раствора?

111. Сколько граммов HCl содержится в 0,25 л 10,52%-ного раствора соляной кислоты с плотностью 1050 кг/м^3 ?

112. 0,6л раствора гидроксида калия содержит 16,8 г KOH . Чему равна молярность раствора?

113. Сколько г хлорида бария содержится в 0,025 л 0,25 н. раствора?

114. Вычислите молярную концентрацию раствора сульфата калия, в 0,02 л которого содержится 2,74 г растворенного вещества.

115. Вычислите нормальную концентрацию раствора иодида калия, 1 мл которого содержит 0,0037 KI .

116. Какой из растворов будет замерзать при более низкой температуре: 5%-ный (масс.доли) раствор глицерина или 5%-ный раствор глюкозы? Дайте мотивированный ответ и приведите расчеты.

117. Вычислите осмотическое давление раствора, в литре которого содержится 0,2 моль неэлектролита: а) при $0^\circ C$; б) при $18^\circ C$.

118. Определите осмотическое давление раствора, содержащего 90,08 г глюкозы $C_6H_{12}O_6$ в 4 л раствора при $27^\circ C$.

119. Раствор, содержащий 0,162 г серы в 20 г бензола, кипит при температуре на $0,081^\circ$ выше, чем чистый бензол. Рассчитайте молекулярную массу серы в растворе. Сколько атомов содержится в одной молекуле серы?

120. В каком соотношении по массе надо смешать воду и глицерин, чтобы получить смесь, замерзающую при -20°C ?
121. Давление водяного пара при 65°C равно 25003 Па . Определите давление водяного пара над раствором, содержащим $34,2\text{ г}$ сахара $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ в 90 г воды при этой температуре.
122. Сколько граммов этилового спирта нужно растворить в 200 мл воды, чтобы осмотическое давление этого раствора при 17°C было $2,026 \cdot 10^5\text{ Па}$?
123. Сколько 50-литровых бутылей аккумуляторной 30% -ной серной кислоты с плотностью 1219 кг/м^3 можно приготовить из 12 т 60% -ной серной кислоты.
124. Сколько воды надо добавить к 5 л 50% -ного раствора гидроксида калия плотностью 1538 кг/м^3 , чтобы получить 18% раствор.
125. Какой объем 35% -ного раствора фосфорной кислоты плотностью 1216 кг/м^3 требуется для приготовления 13 л $0,15\text{ н.}$ раствора фосфорной кислоты.

РАЗДЕЛ 6. ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКАЯ ДИССОЦИАЦИЯ

126. Какова молярная концентрация раствора кислоты, если $\text{pH}=1,5$, а $K_{\text{д}}=1,5 \cdot 10^{-5}$?
127. Сколько граммов HCl содержится в 100 мл раствора хлороводородной кислоты, pH которого равен 1 ?
128. Найдите массу гидроксид-анионов $[\text{OH}^-]$ в 1 мл раствора, pH которого равен $1,7$.
129. Рассчитайте pH водных растворов уксусной кислоты и гидроксида натрия, $C_{\text{м}} = 0,1\text{ М}$, $K_{\text{д}}=1,75 \cdot 10^{-5}$.
130. Рассчитайте pH $0,2\text{ н.}$ раствора серной кислоты.
131. В 250 мл растворили $85,5\text{ г}$ $\text{Ba}(\text{OH})_2$. Плотность полученного раствора $1,145\text{ г/мл}$. Найдите pH полученного раствора.
132. Рассчитайте pH водных растворов азотной кислоты и гидроксида аммония, $C_{\text{м}} = 0,2\text{ М}$, $K_{\text{д}}=1,79 \cdot 10^{-5}$.
133. Найдите массу гидроксид-анионов $[\text{OH}^-]$ в 1 мл раствора, pH которого равен $2,9$.
134. В 500 мл воды растворили 49 г серной кислоты. Плотность полученного раствора $1,067$. Найдите pH полученного раствора.
135. Вычислите константу гидролиза карбоната натрия по I и II ступеням ($K_{\text{д}1}=4,5 \cdot 10^{-7}$, $K_{\text{д}2}=4,8 \cdot 10^{-11}$).
136. Какова молярная концентрация раствора кислоты, если $\text{pOH}=11,1$, а $K_{\text{д}}=1,5 \cdot 10^{-5}$?

137. Степень диссоциации угольной кислоты H_2CO_3 по первой ступени в 0,1 н. растворе равна $2,11 \cdot 10^{-3}$. Вычислить константу диссоциации по первой ступени.
138. При какой концентрации раствора степень диссоциации азотистой кислоты HNO_2 будет равна 0,2.
139. Рассчитайте pH водных растворов HCOOH и HCl , $C_m = 0,25 \text{ M}$, $K_d = 1,75 \cdot 10^{-5}$
140. Рассчитайте pH водных растворов NH_4OH и KOH , $C_m = 0,25 \text{ M}$, $K_d = 1,79 \cdot 10^{-5}$.
141. pH раствора равен 12,45. Чему равны в этом растворе концентрации ионов H^+ и OH^- ?
142. Рассчитайте константу диссоциации уксусной кислоты, если известно, что потенциал водородного электрода, опущенного в 1M раствор уксусной кислоты, $E = -140\text{mV}$.
143. Найдите концентрацию катионов $[\text{H}^+]$ в растворе, если гидроксильный показатель раствора равен 5,2.
144. Степень диссоциации муравьиной кислоты HCOOH в 0,2 н. растворе равна 0,03. Определить константу диссоциации кислоты и значение pH.
145. Найдите концентрацию анионов $[\text{OH}^-]$ в растворе, если водородный показатель раствора равен 4,5.
146. Один из растворов имеет pH 2,15, второй – 4,15. В каком из них выше концентрация катионов водорода и во сколько раз?
147. Вычислите pH 0,01 н. раствора уксусной кислоты, степень диссоциации которой в этом растворе равна 4,2%.
148. Напишите уравнения диссоциации и рассчитайте pH водных растворов азотистой кислоты и гидроксида натрия, $C_m = 0,2 \text{ M}$, $K_d = 5,1 \cdot 10^{-4}$.
149. Определите pH 0,002 н. раствора азотной кислоты, считая диссоциацию полной.
150. Напишите уравнения диссоциации и рассчитайте pH водных растворов азотной кислоты и азотистой кислоты, $C_m = 0,2 \text{ M}$, $K_d = 5,1 \cdot 10^{-4}$.

РАЗДЕЛ 7. РЕАКЦИИ В РАСТВОРАХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ

151. Сколько граммов иона свинца и ионов йода содержится в 1 мл насыщенного раствора йодида свинца, если при 25°C $PP = 8,7 \cdot 10^{-9}$.
152. Найти изотонический коэффициент для раствора хлористого магния, содержащего 0,1 моль MgCl_2 в 1000 г воды, зная, что раствор замерзает при $0,461^\circ\text{C}$.

153. При какой температуре должен замерзнуть раствор, содержащий 2 моля поваренной соли на 1000 г воды, если степень диссоциации NaCl в этом растворе равна 70%?
154. Для соли AlCl_3 , $C_m = 0,001 \text{ M}$ напишите уравнения гидролиза по первой ступени в молекулярной форме, полной и краткой ионной форме, определите тип гидролиза, рассчитайте константу гидролиза, степень гидролиза и pH раствора этой соли.
155. Для соли $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$, $C_m = 0,005 \text{ M}$ напишите уравнения гидролиза по первой ступени в молекулярной форме, полной и краткой ионной форме, определите тип гидролиза, рассчитайте константу гидролиза, степень гидролиза и pH раствора этой соли.
156. Для соли $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$, $C_m = 0,001 \text{ M}$ напишите уравнения гидролиза по первой ступени в молекулярной форме, полной и краткой ионной форме, определите тип гидролиза, рассчитайте константу гидролиза, степень гидролиза и pH раствора этой соли.
157. Для соли Na_3PO_4 , $C_m = 0,02 \text{ M}$ напишите уравнения гидролиза по первой ступени в молекулярной форме, полной и краткой ионной форме, определите тип гидролиза, рассчитайте константу гидролиза, степень гидролиза и pH раствора этой соли.
158. Для соли CuSO_4 , $C_m = 0,4 \text{ M}$ напишите уравнения гидролиза по первой ступени в молекулярной форме, полной и краткой ионной форме, определите тип гидролиза, рассчитайте константу гидролиза, степень гидролиза и pH раствора этой соли.
159. Для соли NH_4NO_2 , $C_m = 0,1 \text{ M}$ напишите уравнения гидролиза по первой ступени в молекулярной форме, полной и краткой ионной форме, определите тип гидролиза, рассчитайте константу гидролиза, степень гидролиза и pH раствора этой соли.
160. Какие из перечисленных солей подвергаются гидролизу: NaCN, KNO_3 , KOCl, NaNO_2 ? Для каждой из гидролизующихся солей написать уравнение гидролиза в ионно-молекулярной форме и указать реакцию раствора.
161. Найти степень гидролиза 0,001 н. раствора CH_3COOK и pH этого раствора.
162. Произведение растворимости при 15°C равно $8,7 \cdot 10^{-9}$. Вычислить концентрацию ионов свинца и йода в насыщенном растворе этой соли.
163. При какой температуре будет замерзнуть раствор, содержащий 100 г едкого натра в 1000 г воды, если степень диссоциации едкого натра в этом растворе составила 60%?
164. Изотонический коэффициент 0,2 н раствора гидроксида натрия равен 1,8. Вычислите осмотическое давление этого раствора при 10°C .
165. Раствор, содержащий 2,1 г едкого кали в 250 г воды, замерзает при $-0,519^\circ\text{C}$. Найдите изотонический коэффициент этого раствора.

166. Произведения растворимости при 25°C сульфата свинца, карбоната магния, хромата бария и гидроксида цинка составляют: $1,8 \cdot 10^{-8}$; $1,0 \cdot 10^{-5}$; $2,4 \cdot 10^{-10}$; $1,0 \cdot 10^{-17}$, соответственно. Определить концентрации ионов свинца, магния, бария, цинка в г/л насыщенного раствора каждой из перечисленных солей.
167. Раствор, содержащий 2,1 г КОН в 250 г воды, замерзает при $-0,519^\circ\text{C}$. Найти изотонический коэффициент этого раствора.
168. При 0°C осмотическое давление 0,1 н. раствора карбоната калия равно 272,6 кПа. Определить степень диссоциации карбоната калия в растворе.
169. Раствор, содержащий 0,52 г карбоната натрия в 200 г воды, кристаллизуется при $-0,13^\circ\text{C}$. Вычислить степень диссоциации соли.
170. Растворимость фосфата серебра при 20°C равна $2,0 \cdot 10^{-3}$ г/л. Вычислить произведение растворимости (ПР).
171. При 100°C давление пара раствора, содержащего 0,05 моля сульфата натрия в 450 г воды, равно 100,8 кПа. Определить степень диссоциации сульфата натрия в растворе.
172. Раствор, содержащий 33,2 г нитрата бария в 300 г воды, кипит при $100,466^\circ\text{C}$. Вычислить степень диссоциации соли в растворе.
173. Степень диссоциации соли в 3,2%-ном растворе хлорида калия составляет 0,68. Вычислить температуру кипения раствора.
174. Вычислить степень диссоциации хлорида кальция в растворе, содержащем 0,0995 моля хлорида кальция в 500 г воды. Температура кристаллизации такого раствора $-0,74^\circ\text{C}$.
175. Давление водяного пара над раствором 66,6 г CaCl_2 в 90 г воды при 90°C равно 56 690 Па. Чему равен изотонический коэффициент, если давление паров воды при этой же температуре равно 70 101 Па?

РАЗДЕЛ 8. ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОХИМИИ. КОРРОЗИЯ МЕТАЛЛОВ

176. Сколько литров воды разложится при пропускании через раствор сульфата натрия тока 5А в течение 2 часов?
177. Напишите уравнения электродных процессов при электролизе раствора нитрата свинца со свинцовым анодом.
178. Напишите уравнение коррозии сплава, содержащего Ni, Fe, С и Cr во влажном воздухе.
179. Используя ряд напряжений металлов, составьте схему гальванического элемента ΔE° которого была бы не менее 0,9В.
180. Напишите уравнение коррозии сплава, содержащего Ni, Sn, Со и Cr на воздухе.

181. Как изменится потенциал цинкового электрода, опущенного в раствор сульфата цинка, если концентрацию катионов цинка увеличить от 0,001 до 0,1 моль/л?
182. Рассчитайте ЭДС токообразующей реакции медно-цинкового гальванического элемента при стандартных условиях.
183. Вычислите ЭДС гальванического элемента, образованного магниевым и цинковым электродами, погруженными в водные растворы своих солей при концентрациях ионов соответственно (моль/л): $[Mg^{2+}] = 0,1$; $[Zn^{2+}] = 0,01$. Сравните ее с ЭДС гальванического элемента, образованного нормальными (стандартными) электродами этих же металлов.
184. Вычислите время, в течение которого должен пропускаться ток 4 А через раствор соли никеля $NiSO_4$, чтобы выделить на катоде 50 г никеля. Напишите уравнения окисления-восстановления на катоде и аноде.
185. Напишите уравнения катодного и анодного процессов и суммарное уравнение электролиза раствора фторида никеля с медным анодом. Рассчитайте массы веществ, выделившихся на аноде и катоде, при силе тока 3А за 2 часа при выходе 85%.
186. Пользуясь таблицей стандартных электродных потенциалов, составьте схему гальванического элемента, состоящего из двух металлов Sn и Fe (II), погруженных в растворы их солей с концентрацией 1М. Напишите уравнения катодного и анодного процессов, токообразующую реакцию и рассчитайте ЭДС этого элемента.
187. Пользуясь таблицей стандартных электродных потенциалов, составьте схему гальванического элемента, состоящего из двух металлов Sn и Fe (II), погруженных в растворы их солей с концентрацией 1М. Напишите уравнения катодного и анодного процессов, токообразующую реакцию и рассчитайте ЭДС этого элемента.
188. Пользуясь таблицей стандартных электродных потенциалов, подберите анодное и катодное покрытие для алюминия. Напишите уравнения коррозии металла, протекающей а) на воздухе, б) во влажном воздухе, в) в кислой среде.
189. Пользуясь таблицей стандартных электродных потенциалов, составьте схему гальванического элемента, состоящего из двух металлов Cr(III) и Mn(II), погруженных в растворы их солей с концентрацией 1М. Напишите уравнения катодного и анодного процессов, токообразующую реакцию и рассчитайте ЭДС этого элемента.
190. Пользуясь таблицей стандартных электродных потенциалов, подберите анодное и катодное покрытие для цинка. Напишите уравнения коррозии металла, протекающей а) на воздухе, б) во влажном воздухе, в) в кислой среде.
191. Вычислите величину электродного потенциала алюминия в 0,005М растворе сульфата алюминия.

192. Напишите уравнения электродных процессов при электролизе водного раствора соли AgCl с инертными электродами. Рассчитайте массы веществ, выделившихся на катоде и аноде при данной силе тока 5 A за 4 часа.
193. Напишите уравнения электродных процессов при электролизе расплава хлорида натрия с инертными электродами. Рассчитайте массы веществ, выделившихся на катоде и аноде при данной силе тока 7 A за 1 час.
194. Напишите уравнения электродных процессов при электролизе водного раствора соли FeSO_4 с инертными электродами. Рассчитайте массы веществ, выделившихся на катоде и аноде при данной силе тока 4 A за 3 часа.
195. Пользуясь таблицей стандартных электродных потенциалов, составьте схему гальванического элемента, состоящего из двух металлов Pb и Fe (II), погруженных в растворы их солей с концентрацией 1 M . Напишите уравнения катодного и анодного процессов, токообразующую реакцию и рассчитайте ЭДС этого элемента.
196. Напишите уравнения электродных процессов при электролизе расплава соли CaCl_2 с инертными электродами. Рассчитайте массы веществ, выделившихся на катоде и аноде при данной силе тока 6 A за 2 часа.
197. Составьте схему гальванического элемента, состоящего из цинкового электрода, погруженного в раствор Zn^{2+} с концентрацией $0,1$ моль/л и свинцового электрода, погруженного в раствор Pb^{2+} с концентрацией $0,02$ моль/л. Напишите уравнения катодного и анодного процессов, токообразующую реакцию и рассчитайте ЭДС этого гальванического элемента при температуре 25°C и стандартных электродных потенциалах.
198. Пользуясь таблицей стандартных электродных потенциалов, подберите анодное и катодное покрытие для олова. Напишите уравнения коррозии металла, протекающей а) на воздухе, б) во влажном воздухе, в) в кислой среде.
199. Вычислите время, в течение которого должен пропускаться ток 8 A через раствор соли никеля CoSO_4 , чтобы выделить на катоде 70 г кобальта. Напишите уравнения окисления-восстановления на катоде и аноде.
200. Напишите уравнения катодного и анодного процессов и суммарное уравнение электролиза раствора хлорида меди с медным анодом. Рассчитайте массы веществ, выделившихся на аноде и катоде, при силе тока 5 A за 3 часа при выходе 78% .

Раздел 9. Варианты заданий

вариант	Номера задач							
1	1	26	51	76	101	126	151	176
2	2	27	52	77	102	127	152	177
3	3	28	53	78	103	128	153	178
4	4	29	54	79	104	129	154	179
5	5	30	55	80	105	130	155	180
6	6	31	56	81	106	131	156	181
7	7	32	57	82	107	132	157	182
8	8	33	58	83	108	133	158	183
9	9	34	59	84	109	134	159	184
10	10	35	60	85	110	135	160	185
11	11	36	61	86	111	136	161	186
12	12	37	62	87	112	137	162	187
13	13	38	63	88	113	138	163	188
14	14	39	64	89	114	139	164	189
15	15	40	65	90	115	140	165	190
16	16	41	66	91	116	141	166	191
17	17	42	67	92	117	142	167	192
18	18	43	68	93	118	14	168	193
19	19	44	69	94	119	144	169	194
20	20	45	70	95	120	145	170	195
21	21	46	71	96	121	146	171	196
22	22	47	72	97	122	147	172	197
23	23	48	73	98	123	148	173	198
24	24	49	74	99	124	149	174	199
25	25	50	75	100	125	150	175	200

ПРИЛОЖЕНИЯ

Константы диссоциации некоторых слабых электролитов

<i>Вещество</i>	<i>K_д</i>	<i>Вещество</i>	<i>K_д</i>
<i>HCOOH</i>	$K = 1,77 \cdot 10^{-4}$	<i>H₂O</i>	$K = 1,8 \cdot 10^{-16}$
<i>CH₃COOH</i>	$K = 1,75 \cdot 10^{-5}$	<i>NH₄OH</i>	$K = 1,79 \cdot 10^{-5}$
<i>HCN</i>	$K = 7,9 \cdot 10^{-10}$	<i>Al(OH)₃</i>	$K_3 = 1,38 \cdot 10^{-9}$
<i>H₂CO₃</i>	$K_1 = 4,45 \cdot 10^{-7}$	<i>Zn(OH)₂</i>	$K_1 = 4,4 \cdot 10^{-5}$
	$K_2 = 4,8 \cdot 10^{-11}$		$K_2 = 1,5 \cdot 10^{-9}$
<i>HNO₂</i>	$K = 5,1 \cdot 10^{-4}$	<i>Fe(OH)₂</i>	$K_2 = 1,3 \cdot 10^{-4}$
<i>H₂SO₃</i>	$K_1 = 1,7 \cdot 10^{-2}$	<i>Fe(OH)₃</i>	$K_2 = 1,82 \cdot 10^{-11}$
	$K_2 = 6,3 \cdot 10^{-8}$		$K_3 = 1,35 \cdot 10^{-12}$
<i>H₂S</i>	$K_1 = 1,1 \cdot 10^{-7}$	<i>Cu(OH)₂</i>	$K_2 = 3,4 \cdot 10^{-7}$
	$K_2 = 1 \cdot 10^{-14}$	<i>Ni(OH)₂</i>	$K_2 = 2,5 \cdot 10^{-5}$
<i>H₂SO₄</i>	$K_2 = 1,2 \cdot 10^{-2}$	<i>Ba(OH)₂</i>	$K_2 = 2,3 \cdot 10^{-1}$
<i>H₂SiO₃</i>	$K_1 = 1,3 \cdot 10^{-10}$	<i>Cr(OH)₃</i>	$K_3 = 1 \cdot 10^{-10}$
	$K_2 = 2 \cdot 10^{-12}$	<i>AgOH</i>	$K = 1,1 \cdot 10^{-4}$
<i>HF</i>	$K = 6,61 \cdot 10^{-4}$	<i>LiOH</i>	$K = 6,8 \cdot 10^{-1}$
<i>H₃PO₄</i>	$K_1 = 7,5 \cdot 10^{-3}$	<i>Pb(OH)₂</i>	$K_1 = 9,6 \cdot 10^{-4}$
	$K_2 = 6,31 \cdot 10^{-8}$		$K_2 = 3 \cdot 10^{-8}$
	$K_3 = 1,3 \cdot 10^{-12}$	<i>Co(OH)₂</i>	$(1,6 \cdot 10^{-5})$
<i>H₄P₂O₇</i>	$K_1 = 3,0 \cdot 10^{-2}$	<i>Ca(OH)₂</i>	$K_2 = 4,0 \cdot 10^{-2}$
	$K_2 = 2,3 \cdot 10^{-3}$	<i>AgOH</i>	$K = 5,0 \cdot 10^{-3}$
	$K_3 = 2,0 \cdot 10^{-7}$	<i>H₂O₂ = H⁺ + HO₂⁻</i>	$K = 2,0 \cdot 10^{-12}$
	$K_4 = 4,3 \cdot 10^{-10}$	<i>H₂Cr₂O₇</i>	$K_2 = 2,3 \cdot 10^{-2}$
<i>HAIO₂</i>	$K = 6 \cdot 10^{-13}$	<i>H₂CrO₄</i>	$K_1 = 1,1 \cdot 10^{-1}$
<i>HSCN</i>	$K = 1,4 \cdot 10^{-1}$		$K_2 = 3,2 \cdot 10^{-7}$
<i>HClO</i>	$K = 5,0 \cdot 10^{-8}$	<i>NH₂CH₂COOH</i>	$K = 1,7 \cdot 10^{-10}$
<i>HClO₂</i>	$K = 1,1 \cdot 10^{-8}$	<i>C₆H₅COOH</i>	$K = 6,2 \cdot 10^{-5}$
<i>H₃BO₃</i>	$K_1 = 5,8 \cdot 10^{-10}$	<i>H₃AsO₄</i>	$K_1 = 6,0 \cdot 10^{-3}$
	$K_2 = 1,8 \cdot 10^{-13}$		$K_2 = 1,05 \cdot 10^{-7}$
	$K_3 = 1,6 \cdot 10^{-14}$		$K_3 = 2,95 \cdot 10^{-12}$

Термодинамические потенциалы некоторых веществ

<i>Вещество</i>	ΔH°_{298} <i>кДж</i> <i>моль</i>	S°_{298} <i>Дж</i> <i>моль·К</i>	<i>Вещество</i>	ΔH°_{298} <i>кДж</i> <i>моль</i>	S°_{298} <i>Дж</i> <i>моль·К</i>
<i>CO (г)</i>	-110,5	197,4	<i>H₂ (г)</i>	0	130,6
<i>CO₂ (г)</i>	-393,51	213,6	<i>O₂ (г)</i>	0	205,03
<i>H₂O (к)</i>	-291,85	44,1	<i>O₃ (г, озон)</i>	142,3	238,8
<i>H₂O (ж)</i>	-285,84	69,96	<i>C (графит)</i>	0	5,74
<i>H₂O (г)</i>	-241,84	188,74	<i>C (алмаз)</i>	1,897	2,38
<i>H₂O₂ (ж)</i>	-187,02	105,86	<i>N₂ (г)</i>	0	191,5
<i>H₂S (г)</i>	-20,15	205,64	<i>Cl₂ (г)</i>	0	223,0
<i>H₂SO₄ (ж)</i>	-805	156,9	<i>Al (к)</i>	0	28,31
<i>Al₂O₃ (к)</i>	-1675	50,94	<i>Mg (к)</i>	0	32,55
<i>CaO (к)</i>	-635,1	39,7	<i>Fe (т)</i>	0	27,15
<i>CaCO₃ (т)</i>	-1206	92,9	<i>S (ромбическая)</i>	0	31,88
<i>FeO (т)</i>	-263,68	58,79	<i>CH₄ (г) метан</i>	-74,85	186,19
<i>Fe₂O₃ (к)</i>	-821,32	89,96	<i>C₂H₂ (г)</i> <i>ацетилен (этин)</i>	226,8	200,8
<i>HCl (г)</i>	-92,30	186,70	<i>C₂H₄ (г) этилен</i> <i>(этен)</i>	52,28	219,4
<i>MgO (к)</i>	-601,24	26,94	<i>C₂H₆ (г) этан</i>	-84,67	229,5
<i>MgCO₃ (т)</i>	-1096,21	65,69	<i>CCl₄ (г)</i> <i>тетрахлорметан</i>	-106,7	309,7
<i>NH₃ (г)</i>	-46,9	192,50	<i>CH₄O (ж)</i> <i>метиловый спирт</i>	-238,7	126,7
<i>NO (г)</i>	90,37	210,62	<i>CH₄O (г)</i> <i>метиловый спирт</i>	-201,2	239,7
<i>NO₂ (г)</i>	33,89	240,45	<i>C₂H₆O (ж)</i> <i>этиловый спирт</i>	-277,6	160,7
<i>N₂O₄ (г)</i>	9,37	304,3	<i>C₂H₆O (г)</i> <i>этиловый спирт</i>	-235,3	282,0
<i>SO₂ (г)</i>	-296,9	248,1	<i>C₂H₄O₂ (ж)</i> <i>уксусная к-та</i>	-484,9	159,8
<i>SO₃ (г)</i>	-395,2	256,23	<i>C₂H₄O₂ (г)</i> <i>уксусная к-та</i>	-437,4	282,5
<i>COCl₂(г)</i>	-223,0	289,2	<i>CH₃-CHO(ж)</i>	-166,0	264,2
<i>Si(тв)</i>	0	18,72	<i>C₆H₆(ж) бензол</i>	49,04	173,2
<i>SiO₂(тв)</i>	-859,3	42,09	<i>NH₄Cl(тв)</i>	-	94,56
				315,39	
<i>Al₂O₃(тв)</i>	-1675	50,94	<i>SiH₄(г)</i>	34,7	204,56

Электроотрицательности элементов по Полингу

H 2,2									
Li 0,98	Be 1,57	B 2,04	C 2,55	N 3,04	O 3,44	F 3,98			
Na 0,93	Mg 1,31	Al 1,61	Si 1,9	P 2,19	S 2,58	Cl 3,16			
K 0,82	Ca 1,0	Sc 1,36	Ti 1,54	V 1,63	Cr 1,66	Mn 1,55	Fe 1,83	Co 1,88	Ni 1,91
Cu 2,00	Zn 1,65	Ga 1,81	Ge 2,01	As 2,18	Se 2,55	Br 2,96			
Rb 0,82	Sr 0,95	Y 1,22	Zr 1,33	Nb 1,6	Mo 2,16	Tc 1,9	Ru 2,2	Rh 2,28	Pd 2,2
Ag 1,93	Cd 1,69	In 1,78	Sn 1,8	Sb 2,05	Te 2,1	I 2,66			
Cs 0,79	Ba 0,89	La 1,1	Hf 1,3	Ta 1,5	W 2,36	Re 1,9	Os 2,2	Ir 2,2	Pt 2,28
Au 2,54	Hg 2,0	Tl 2,04	Pb 2,33	Bi 2,02	Po 2,0	At 2,2			
Fr 0,7	Ra 0,9	<i>Ac</i> 1,1	<i>Rf</i> --	<i>Db</i> --	<i>Sg</i> --	<i>Bh</i> --	<i>Hs</i> --	<i>Mt</i> --	<i>Ds</i> --

Ce 1,12	Pr 1,13	Nd 1,14	Pm ---	Sm 1,17	Eu ---	Gd 1,2	Tb ---	Dy 1,22	Ho 1,23	Er 1,24	Tm 1,25	Yb ---	Lu 1,27
Th 1,3	Pa 1,5	U 1,7	Np 1,3	Pu 1,3	Am 1,3	Cm 1,3	Bk 1,3	Cf 1,3	Es 1,3	Fm 1,3	Md 1,3	No 1,3	Lr ---

Периодическая система элементов Д.И. Менделеева

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1 H 1,00079 Водород -1,1 1s ¹ 2,20						1 H 1,0079 Водород -1,1 1s 2,20	2 He 4,00280 Гелий 1s ²
2	3 Li 6,94 Литий 1 2s ¹ 0,98	4 Be 9,01218 Бериллий 2 2s ² 1,57	5 B 10,81 Бор 3,(1) 2s ² 2p ¹ 2,04	6 C 12,011 Углерод 4,2,4,(3) 2s ² 2p ² 2,55	7 N 14,0067 Азот -3,1,2,4,3,5,(-1,-2) 2s ² 2p ³ 3,04	8 O 15,999 Кислород -2 2s ² 2p ⁴ 3,44	9 F 18,998403 Фтор -1 2s ² 2p ⁵ 3,98	10 Ne 20,17 Неон 2s ² 2p ⁶
3	11 Na 22,98977 Натрий 1 3s ¹ 0,93	12 Mg 24,305 Магний 2 3s ² 1,31	13 Al 26,98154 Алюминий 3,(1) 3s ² 3p ¹ 1,61	14 Si 28,085 Кремний 4,4,(1,2,3) 3s ² 3p ² 1,99	15 P 30,97367 Фосфор -3,3,5,(1,4) 3s ² 3p ³ 2,19	16 S 32,06 Сера -2,4,6,(1,3,5) 3s ² 3p ⁴ 2,58	17 Cl 35,453 Хлор -1,1,5,7,(3) 3s ² 3p ⁵ 3,16	18 Ar 39,94 Аргон 3s ² 3p ⁶
4	19 K 39,098 Калий 1 4s ¹ 0,89	20 Ca 40,08 Кальций 2 4s ² 1,00	21 Sc 44,96 Скандий 3 3d ¹ 4s ² 1,36	22 Ti 47,90 Титан 3,4,(2) 3d ² 4s ² 1,54	23 V 50,94 Вандий 3,5,(2,4) 3d ³ 4s ² 1,63	24 Cr 51,99 Хром 2,3,6,(4,5) 3d ⁵ 4s ¹ 1,66	25 Mn 54,94 Марганец 2,4,7,(3,5,6) 3d ⁵ 4s ² 1,55	26 Fe 55,85 Железо 2,3,(1,4,5) 3d ⁶ 4s ² 1,83
	29 Cu 63,54 Медь 1,2,(3,4) 3d ¹⁰ 4s ¹ 1,90	30 Zn 65,38 Цинк 2 3d ¹⁰ 4s ² 1,65	31 Ga 69,72 Галлий 3,(1,2) 4s ² 4p ¹ 1,81	32 Ge 72,59 Германий 2,4 4s ² 4p ² 2,01	33 As 74,9216 Мышьяк -3,3,5,(2) 4s ² 4p ³ 2,18	34 Se 78,96 Селен -2,4,6,(1,2) 4s ² 4p ⁴ 2,55	35 Br 79,904 Бром -1,1,5,(3,7) 4s ² 4p ⁵ 2,96	36 Kr 83,80 Криптон 4s ² 4p ⁶
5	37 Rb 85,467 Рубидий 1 5s ¹ 0,82	38 Sr 87,62 Стронций 2 5s ² 0,95	39 Y 88,91 Иттрий 3 4d ¹ 5s ² 1,22	40 Zr 91,22 Цирконий 4,(1,2,3) 4d ² 5s ² 1,33	41 Nb 92,91 Ниобий 3,5,(2,4) 4d ⁴ 5s ¹ 1,6	42 Mo 95,94 Молибден 4,6,(3) 4d ⁵ 5s ² 1,6	43 Tc 98,91 Технеций 4,7,(2,5,6) 4d ⁵ 5s ² 1,9	44 Ru 101,07 Рутений 4,8,(1,2,3,5,6,7) 4d ⁷ 5s ² 2,2
	47 Ag 107,87 Серебро 1,(2,3) 4d ¹⁰ 5s ¹ 1,93	48 Cd 112,41 Кадмий 2,(1) 4d ¹⁰ 5s ² 1,69	49 In 114,82 Индий 3,(1,2) 5s ² 5p ¹ 1,78	50 Sn 118,69 Олово 2,4 5s ² 5p ² 1,96	51 Sb 121,75 Сурьма -3,3,5 5s ² 5p ³ 2,05	52 Te 102,60 Теллур -2,4,6,(1,2) 4s ² 4p ⁴ 2,1	53 I 126,9045 Иод -1,1,5,7,(3) 5s ² 5p ⁵ 2,66	54 Xe 131,30 Ксенон (2,4,6) 5s ² 5p ⁶ 2,6
6	55 Cs 132,9054 Цезий 1 6s ¹ 0,79	56 Ba 137,33 Барий 2 6s ² 0,89	57 La 138,91 Лантан 3,(4) 5d ¹ 6s ² 1,10	72 Hf 178,49 Гафний 4 5d ² 6s ² 1,3	73 Ta 180,95 Тантал 5,(4) 5d ³ 6s ² 1,5	74 W 183,85 Вольфрам 6 5d ⁴ 6s ² 2,36	75 Re 186,21 Рений 4,7,(1,2,3,5,6) 5d ⁵ 6s ² 1,9	76 Os 190,2 Осмий 4,8,(1,2,3,5,6,7) 5d ⁶ 6s ² 2,2
	79 Au 196,97 Золото 3,(1) 5d ¹⁰ 6s 2,54	80 Hg 200,59 Ртуть 2,(1) 5d ¹⁰ 6s ² 2,00	81 Tl 204,37 Таллий 1,3 6s ² 6p ¹ 1,62	82 Pb 207,20 Свинец 2,4 6s ² 6p ² 2,33	83 Bi 208,9804 Висмут 3,5 6s ² 6p ³ 2,02	84 Po [209] Полоний 2,4,(2) 6s ² 6p ⁴ 2,0	85 At [210] Астат -1,3,7 6s ² 6p ⁵ 2,2	86 Rn [222] Радон 7s ² 7p ⁶

7	87 Fr [223] Франций I 7s ¹ 0,7	88 Ra 226,0254 Радий 2 7s ² 0,89	89 Ac [227] Актиний 3 6d¹7s² 1,1	104 Rf [261] Резерфордий 6d²7s²	105 Db [262] Дубний 6d³7s²	106 Sg [263] Сиборгий 6d⁴7s²	107 Bh [262] Борий 6d⁵7s²	108 Hn [265] Ханий 6d⁶7s²
---	--	--	--	---	--	--	---	---

Лантаниды							
6	58 Ce 140,1 Церий 3,4 4f⁵5d¹6s² 1,12	59 Pr 140,91 Празеодим 3,(4) 4f⁶6s² 1,13	60 Nd 144,24 Неодим 3 4f⁶6s² 1,14	61 Pm [145] Прометий 3 4f⁶6s² (1,07)	62 Sm 150,40 Самарий 2,3 4f⁶6s² 1,17	63 Eu 151,96 Европий 2,3 4f⁷6s² (1,01)	64 Gd 157,25 Гадолиний 3 4f⁷5d¹6s² 1,20
Актиниды							
7	90 Th 232,04 Торий 4 6d²7s² 1,3	91 Pa 231,04 Протактиний 5 5f⁶6d7s² 1,5	92 U 238,03 Уран 4,5,(3,6) 5f⁶6d7s² 1,38	93 Np 237,05 Нептуний 5 5f⁶6d7s² 1,36	94 Pu [244] Плутоний 4 5f⁶7s² 1,28	95 Am [243] Америций 3 5f⁷7s² 1,3	96 Cm [247] Кюрий 3 5f⁶6d7s² 1,3

Пояснение к периодической системе элементов Д.И. Менделеева:

В каждой соответствующей элементу клетке таблицы 1.2. по рядам сверху вниз приведена следующая информация: 1 ряд – атомный номер – символ (жирным шрифтом выделены символы элементов главных подгрупп) – атомная масса элемента; 2 ряд – название элемента (курсивом выделены названия элементов побочных подгрупп); 3 ряд – характерные степени окисления (с.о.) элемента (с.о. в соединениях основного характера выделены жирным шрифтом, амфотерного – курсивом, в несолеобразующих оксидах – подчеркнуты, менее характерные приведены в круглых скобках); 4 ряд – структура внешнего и застраивающихся электронных подуровней (жирным шрифтом выделены отступления от правила Клечковского) – электроотрицательность по Полингу (в скобках – по Олдреду).

Стандартные электродные потенциалы (при 25 °С)

Электрод	Электродная реакция	ε° , В
Li ⁺ /Li	Li ⁺ + e = Li	-3,045
Rb ⁺ /Rb	Rb ⁺ + e = Rb	-2,925
K ⁺ /K	K ⁺ + e = K	-2,925
Cs ⁺ /Cs	Cs ⁺ + e = Cs	-2,923
Ra ⁺² /Ra	Ra ⁺² + 2e = Ra	-2,916
Ba ⁺² /Ba	Ba ⁺² + 2e = Ba	-2,906
Ca ⁺² /Ca	Ca ⁺² + 2e = Ca	-2,866
Na ⁺ /Na	Na ⁺ + e = Na	-2,714
La ⁺³ /La	La ⁺³ + 3e = La	-2,522
Mg ⁺² /Mg	Mg ⁺² + 2e = Mg	-2,363
Be ⁺² /Be	Be ⁺² + 2e = Be	-1,847
Al ⁺³ /Al	Al ⁺³ + 3e = Al	-1,662
Ti ⁺² /Ti	Ti ⁺² + 2e = Ti	-1,628
V ⁺³ /V	V ⁺³ + 3e = V	-1,186
Mn ⁺² /Mn	Mn ⁺² + 2e = Mn	-1,180
Zn ⁺² /Zn	Zn ⁺² + 2e = Zn	-0,763
Cr ⁺³ /Cr	Cr ⁺³ + 3e = Cr	-0,744
S/S ⁻²	S ⁰ + 2e = S ⁻²	-0,51
Fe ⁺² /Fe	Fe ⁺² + 2e = Fe	-0,44
Cd ⁺² /Cd	Cd ⁺² + 2e = Cd	-0,403
Co ⁺² /Co	Co ⁺² + 2e = Co	-0,277
Ni ⁺² /Ni	Ni ⁺² + 2e = Ni	-0,25
Sn ⁺² /Sn	Sn ⁺² + 2e = Sn	-0,136
Pb ⁺² /Pb	Pb ⁺² + 2e = Pb	-0,126
Fe ⁺³ /Fe	Fe ⁺³ + 3e = Fe	-0,036
H⁺/1/2H₂	H⁺ + e = 1/2H₂	0
Ge ⁺² /Ge	Ge ⁺² + 2e = Ge	0,01
Cu ⁺² /Cu	Cu ⁺² + 2e = Cu	0,337
1/2O ₂ /2OH ⁻	1/2O ₂ + H ₂ O + 2e = 2OH ⁻	0,401
Cu ⁺ /Cu	Cu ⁺ + e = Cu	0,521
I ₂ /I ⁻	1/2I ₂ + e = I ⁻	0,535
Ag ⁺ /Ag	Ag ⁺ + e = Ag	0,799
Hg ⁺² /Hg	Hg ⁺² + 2e = Hg	0,854
Pd ⁺² /Pd	Pd ⁺² + 2e = Pd	0,987
Br ₂ /Br ⁻	1/2Br ₂ + e = Br ⁻	1,065
Pt ⁺² /Pt	Pt ⁺² + 2e = Pt	1,2
Cl ₂ /Cl ⁻	1/2Cl ₂ + e = Cl ⁻	1,359
Au ⁺³ /Au	Au ⁺³ + 3e = Au	1,498
Au ⁺ /Au	Au ⁺ + e = Au	1,691
H ₂ /H ⁻	1/2H ₂ + e = H ⁻	2,2
F ₂ /F ⁻	1/2F ₂ + e = F ⁻	2,87

Электрохимический ряд напряжений металлов

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ МЕТАЛЛОВ (ряд стандартных электродных потенциалов в водной среде при 25°C)																																			
ОКИСЛЕННАЯ ФОРМА	УСИЛЕНИЕ ОКИСЛИТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ																																		
	Li ⁺	Cs ⁺	Rb ⁺	K ⁺	Ba ²⁺	Sr ²⁺	Ca ²⁺	Na ⁺	Mg ²⁺	Be ²⁺	Al ³⁺	Mn ²⁺	Zn ²⁺	Cr ³⁺	Fe ²⁺	Cd ²⁺	Co ²⁺	Ni ²⁺	Sn ²⁺	Pb ²⁺	2H ⁺	Cu ²⁺	Ag ⁺	Hg ²⁺	Pt ²⁺	Au ³⁺									
E ⁰ , В	-3,04	-3,03	-2,98	-2,93	-2,91	-2,89	-2,87	-2,71	-2,37	-1,85	-1,66	-1,18	-0,76	-0,74	-0,45	-0,40	-0,28	-0,26	-0,14	-0,13	0,00	+0,34	+0,80	+0,85	+1,18	+1,50									
ВОССТАНОВЛЕННАЯ ФОРМА	Li	Cs	Rb	K	Ba	Sr	Ca	Na	Mg	Be	Al	Mn	Zn	Cr	Fe	Cd	Co	Ni	Sn	Pb	H ₂	Cu	Ag	Hg	Pt	Au									
ЭЛЕКТРОД	УСИЛЕНИЕ ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ												УСИЛЕНИЕ ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ																						
	От Li до Al в электрохимическом ряду напряжений металлов ионы металлов не восстанавливаются на катоде. Вместо них восстанавливаются молекулы воды. $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2\uparrow + 2\text{OH}^-$												От Mn до H ₂ в электрохимическом ряду напряжений металлов ионы металлов восстанавливаются на катоде одновременно с молекулами воды $\text{Me}^{\text{n}+} + \text{ne}^- = \text{Me}^0$ $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2\uparrow + 2\text{OH}^-$												От Cu до Au в электрохимическом ряду напряжений металлов ионы металлов практически полностью восстанавливаются на катоде $\text{Me}^{\text{n}+} + \text{ne}^- = \text{Me}^0$										
катодные процессы в водных растворах солей	анодные процессы в водных растворах солей												анодные процессы в водных растворах солей																						
растворимый анод	бескислородный												кислородсодержащий																						
нерастворимый анод	окисление аниона (кроме фторидов) $\text{Ap}^{\text{n}-} - \text{ne}^- = \text{Ap}^0$												окисление металла анода $\text{Me}^0 - \text{ne}^- = \text{Me}^{\text{n}+}$ анод раствор																						
	в щелочной среде $4\text{OH}^- + 4\text{e}^- = \text{O}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ в кислой и нейтральной средах $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = \text{O}_2\uparrow + 4\text{H}^+$												в щелочной среде $4\text{OH}^- + 4\text{e}^- = \text{O}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ в кислой и нейтральной средах $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = \text{O}_2\uparrow + 4\text{H}^+$																						

Л.Ю. Демина, Г.Г. Гимальдинова

Химия

Учебно-методическое пособие

В авторской редакции

Подписано в печать 06.10.2021 г.
Формат 60x84/16 Печ. л. 2 Усл. печ. л. 1,86
Заказ № 816/0616-УМП26 Тираж 30 экз.

Московский государственный технический университет ГА
125993, Москва, Кронштадтский бульвар, д. 20

Издательский дом Академии имени Н. Е. Жуковского
125167, Москва, 8-го Марта 4-я ул., д. 6А
Тел.: (495) 973-45-68
E-mail: zakaz@itsbook.ru