



Некоммерческое
акционерное
общество

**АЛМАТИНСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ЭНЕРГЕТИКИ И
СВЯЗИ**

*Кафедра
промышленной
теплоэнергетики*

ХИМИЯ РАДИОМАТЕРИАЛОВ

Методические указания по выполнению расчетно-графических работ
для студентов специальности
5В074600 – Космическая техника и технологии

Алматы 2015

СОСТАВИТЕЛЬ: Султанбаева Б. Химия радиоматериалов.
Методические указания по выполнению расчетно-графических работ для
студентов специальности 5В074600- Космическая техника и технологии. -
Алматы: АУЭС, 2015.- 37с.

Методические указания по выполнению расчетно-графических работ
по химии радиоматериалов предназначены для бакалавров специальности
5В074600 – Космическая техника и технологии и подготовлены в
соответствии с образовательным стандартом для технических направлений
по курсу «Химия радиоматериалов».

Библиогр. - 10 назв.

Рецензент: кандидат технических наук, доцент Е.Г.Надиров

Печатается по плану издания некоммерческого акционерного общества
«Алматинский университет энергетики и связи» 2015 г.

© НАО «Алматинский университет энергетики и связи», 2015 г.
Дополнительный план 2015 г., поз.1

Султанбаева Болдых Мирсадыковна

ХИМИЯ РАДИОМАТЕРИАЛОВ

Методические указания по выполнению расчетно-графических работ
для студентов специальности
5В074600 – Космическая техника и технологии

Редактор Н.В.Голева

Специалист по стандартизации Н.К.Молдабекова

Подписано в печать

Тираж 50 экз.

Объем 2,3 уч.- изд. л.

Формат 60×84 1/16

Бумага типографская №

Заказ Цена 1150 тг.

Копировально-множительное бюро
некоммерческого акционерного общества
«Алматинский университет энергетики и связи»
050013, Алматы, Байтурсынова, 126
Некоммерческое акционерное общество
АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ
Кафедра промышленной теплоэнергетики

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методической
работе

_____ С.В. Коньшин
" ___ " _____ 2015 г.

ХИМИЯ РАДИОМАТЕРИАЛОВ

Методические указания по выполнению расчетно-графических работ
для студентов специальности
5В074600 – Космическая техника и технологии

СОГЛАСОВАНО
Начальник УМО
_____ М.А. Мустафин

" ___ " _____ 2015г.

Председатель УМК по МО и
экспертизе УМС АУЭС
_____ Б.К. Курпенов
" ___ " _____ 2015г.

Редактор

_____ 2015г.

Специалист по стандартизации

_____ 2015г.

Рассмотрено и одобрено на
заседании кафедры ПТЭ
Протокол
№ 6 от " 07 " 04 2015г.
Зав. кафедрой ПТЭ

_____ Р.А. Мусабеков

Зав. кафедрой СУАТ
_____ Б.Д. Хисаров

" ___ " _____ 2015г.

Составитель:

_____ Б.М. Султанбаева

Введение

Для создания электронных приборов необходим целый арсенал материалов и уникальных технологических процессов. Современная радиотехника и особенно высокочастотная техника (радиосвязь), приборы и аппаратура радиоэлектроники требуют большого количества конструкционных и специальных радиотехнических материалов, свойства которых должны удовлетворять самым разнообразным условиям их применения.

Под радиотехническими материалами принято понимать материалы, которые обладают особыми свойствами по отношению к электрическому, магнитному и электромагнитному полям. Они разделяются на 4 группы:

- проводники;
- диэлектрики;
- полупроводники;
- магнитные материалы.

Требования, которым должны удовлетворять радиоматериалы:

- обладать высокими электрическими (магнитными) характеристиками;
- нормально работать при повышенных, а иногда при низких температурах;
- иметь достаточную механическую прочность при различных видах нагрузки, устойчивость к тряске, вибрации, ударам;
- обладать достаточной влагостойкостью, химической стойкостью, стойкостью к облучениям;
- не иметь заметно выраженного старения;
- удовлетворять технологичности, т.е. сравнительно легко обрабатываться;
- быть недорогими и недефицитными.

Для знания основных качественных и количественных характеристик радиоматериалов различных классов, обеспечивающих возможность их практического применения, необходимо провести изучение способов их получения и проявления особых свойств в зависимости от строения и структуры.

Каждый студент выполняет и сдает в установленные сроки две расчетно-графические работы. Содержание заданий соответствует учебной программе курса и состоит из 10 блоков, включающих основные разделы. Выполнение предлагаемых заданий поможет студенту самостоятельно подготовиться к сдаче экзамена по химии радиоматериалов.

Студент выполняет в каждой теме номера задач, соответствующие двум последним цифрам номера своего студенческого билета (шифра).

1 Расчетно-графическая работа №1. Строение атома. Химическая связь. Типы взаимодействия молекул. Проводниковые материалы. Электрохимические процессы.

Целью РГР № 1 является:

- изучение основных принципов распределения электронов в атоме, структуры периодической системы, характера изменения некоторых свойств атомов элементов и их соединений;
- изучение механизма образования и свойств всех типов связи, а также типов взаимодействия молекул;
- ознакомление с классификацией, некоторыми физическими и химическими свойствами проводников;
- изучение сущности процессов, происходящих в гальваническом элементе.

Тема 1. Строение атома и периодическая система химических элементов Д.И.Менделеева

При решении вопросов, связанных с электронной структурой атомов, следует исходить из того, что любое устойчивое состояние электрона в атоме характеризуется определенными значениями квантовых чисел n , l , m и s . Состояние электрона в атоме, отвечающее определенным значениям квантовых чисел n , l и m , называется *атомной электронной орбиталью*. Каждая атомная орбиталь (АО) характеризуется определенным распределением в пространстве волновой функции ψ , квадрат которой определяет вероятность обнаружения электрона в соответствующей области пространства. Атомные орбитали, которым отвечают значения l , равные 0, 1, 2 и 3, называются соответственно s -, p -, d - и f -орбиталями.

Устойчивое состояние электрона в атоме связано с минимальным значением его энергии. Порядок заполнения электронных оболочек определяется электронной конфигурацией атома. Электроны последовательно заполняют энергетические уровни и подуровни (от низших к высшим), а число электронов каждого подуровня условно указывают индексами у соответствующего буквенного символа. Например,

алюминий Al (атомный номер 13) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$;

кремний Si (атомный номер 14) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$;

медь Cu (атомный номер 29) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$.

Химические элементы, простые вещества которых проявляют полупроводниковые свойства, расположены компактной группой в периодической системе. Все они являются p -элементами, в атомах которых постепенно заполняются электронами p -орбитали. Большинство сверхпроводников относятся к d -элементам; среди p -элементов их только 7, f – только 2, s – нет вообще.

Примеры выполнения заданий по теме 1 приведены в литературе [3, тема 5]; [6, тема 1]; [9, глава 3]; [10, глава 1].

1. Записать электронные формулы атомов элементов с зарядом ядра: а) 8; б) 13; в) 18; 23; д) 53; е) 63; ж) 83. Составить графические схемы заполнения электронами валентных орбиталей этих атомов.

2. Сколько значений магнитного квантового числа возможно для электронов энергетического подуровня, орбитальное квантовое число которого $l = 2$, $l = 3$? Ответ обосновать.

3. Среди приведенных ниже электронных конфигураций указать невозможные и объяснить причину невозможности их реализации: а) $1p^3$; б) $3p^6$; в) $3s^2$; г) $2s$; д) $2d^5$; е) $5d^2$; ж) $3f^{22}$; з) $2p^4$; и) $3p^7$.

4. Какое максимальное число электронов может содержать атом в электронном слое с главным квантовым числом $n = 4$? Ответ обосновать.

5. Сколько вакантных $3d$ – орбиталей имеют возбужденные атомы: а) Cl ; б) V ; в) Mn . Ответ обосновать.

6. Определить по правилу Клечковского последовательность заполнения электронных орбиталей, характеризующихся суммой $n+l$: а) 5; б) 6; в) 7.

7. Сколько неспаренных электронов содержат невозбужденные атомы: а) B ; б) S ; в) As ; г) Cr ; д) Hg ; е) Eu . Привести электронные и электронно-графические формулы атомов элементов.

8. Указать порядковый номер элемента, у которого: а) заканчивается заполнение электронами орбиталь $4d$; б) начинается заполнение подуровня $4p$. Записать электронную формулу атомов элементов.

9. Составить электронно-графические схемы ионов Fe^{2+} и Fe^{3+} . Чем объяснить особую устойчивость электронной конфигурации иона Fe^{3+} ?

10. Какой подуровень заполняется в атомах после подуровня $5s$? Ответ обосновать.

11. Указать особенности электронных конфигураций меди и хрома. Сколько $4s$ – электронов содержат невозбужденные атомы этих элементов?

12. У какого элемента начинает заполняться подуровень $4f$? У какого элемента завершается заполнение этого подуровня?

13. Структура валентного электронного слоя атома элемента выражается формулой: а) $5s^25p^4$; б) $3d^54s^1$. Определить порядковый номер и название элемента.

14. Какой подуровень заполняется в атомах после заполнения подуровня $5p$? После заполнения подуровня $5d$?

15. Электронная структура атома описывается формулой $1s^22s^22p^63s^23p^63d^64s^2$. Какой это элемент?

16. Объяснить ход изменения энергии ионизации (в эВ) в ряду $Mg - Al - Si$:

	<i>Mg</i>	<i>Al</i>	<i>Si</i>
I_1	7,6	6,0	8,2
I_2	15,0	18,8	16,3
I_3	80,1	28,4	33,5.

17. Написать электронные формулы ионов: а) Sn^{2+} ; б) Sn^{4+} ; в) Mn^{2+} ;

г) Cu^{2+} ; д) Cr^{3+} ; е) S^{2-} .

18. Как изменяется с ростом порядкового номера значение первого потенциала ионизации у элементов второго периода? Чем объяснить, что первый потенциал ионизации атома *Be* больше, чем атомов *Li* и *B*?

19. У элементов каких периодов электроны внешнего слоя характеризуются значением $n + l = 5$? Ответ обосновать.

20. Одинакова ли энергия ионизации атома цезия и атома лития, у которого валентный электрон предварительно возбужден на $6s$ – подуровень? Ответ обосновать.

21. Перечислить электронные аналоги среди элементов VI группы периодической системы элементов. Написать в общем виде электронные формулы валентных подуровней атомов этих элементов.

22. Значение первых потенциалов ионизации элементов I группы периодической системы элементов соответственно равны (в В): *Li* – 5,4; *Cs* – 3,9; *Cu* – 7,7; *Ag* – 9,2. Указать: а) у элементов какой подгруппы I группы металлические свойства выражены более резко; б) чем объяснить различный ход изменения значений потенциалов ионизации в подгруппах.

23. На каком основании хром и сера, фосфор и ванадий расположены в одной группе периодической системы? Почему их помещают в разных подгруппах?

24. Энергии ионизации атомов благородных газов составляют (в эВ): *He* – 24,6; *Ne* – 21,6; *Ar* – 15,8; *Kr* – 14,0; *Xe* – 12,1; *Rn* – 10,8. Объяснить ход изменения энергии ионизации в этой подгруппе.

25. Что такое изотопы? Чем можно объяснить, что у большинства элементов периодической системы атомные массы выражаются дробным числом? Могут ли атомы разных элементов иметь одинаковую массу? Как называются подобные атомы?

26. Как изменяются значения атомных радиусов в периодах и подгруппах?

27. Что называется сродством к электрону? Как изменяется значение сродства к электрону в периодах и подгруппах периодической системы элементов?

28. Что такое электроотрицательность? Как изменяется значение электроотрицательности в периодах и подгруппах периодической системы.

29. Квантовые числа для электронов внешнего энергетического уровня атомов некоторых элементов имеют следующие значения: $n=4$; $l=0$; $m_l=0$; $m_s = \pm 1/2$. Напишите электронные формулы атомов этих элементов и определите, сколько свободных $3d$ – орбиталей содержит каждый из них.

30. Почему медь имеет меньший атомный объем, чем калий, расположенный в той же группе и том же периоде?

Тема 2. Химическая связь

Проводниковые, полупроводниковые, диэлектрические свойства веществ определяются видом и свойствами химической связи между атомами и молекулами данного вещества.

Диэлектрическими свойствами обладают вещества, которые имеют либо ковалентную решетку, при очень маленьких радиусах атома (алмаз), либо ионную решетку с большой долей ионности и с малыми дефектами кристаллической решетки.

Полупроводниковые свойства определяются не столько кристаллической решеткой (дальний порядок), сколько особенностями химической связи (ближний порядок). Об этом свидетельствуют открытия стеклообразных и жидких полупроводников. Академик А.Ф. Иоффе отмечал, что все свойства полупроводника: ширина запрещенной зоны, расположение и форма энергетических уровней, подвижность носителей тока, теплопроводность, фотопроводимость и т.п. - определяются химическими связями, образующими основную ячейку твердого тела - кристаллического или аморфного.

Только металлическая связь исключает полупроводниковые свойства, поэтому в принципе к полупроводникам относят тела, не являющиеся металлами. А между полупроводниками и диэлектриками (изоляторами) разница количественная, а не качественная. Диэлектрики по сравнению с полупроводниками обладают большими значениями ширины запрещенной зоны и при жестких условиях, например, при высоких температурах, становятся полупроводниками. Так, например, ведет себя полупроводниковый оксид алюминия Al_2O_3 .

Твёрдыми проводниками являются металлы, металлические сплавы и некоторые модификации углерода. За последнее время получены также органические полимеры. Металлические проводники обладают металлической связью.

Ковалентная связь является прочной, поэтому ковалентные кристаллы обладают высокой температурой плавления ($3500^\circ C$ – алмаз, $1400^\circ C$ – Si), высокой твердостью, но отсутствием пластичности, что приводит к хрупкости веществ. Между частицами (атомами) имеется определенная электрическая плотность, т.к. электроны между атомами обобществлены и это способствует проводимости, но электронная пара локализована между атомами, поэтому эти электроны не могут участвовать в проводимости. Для того, чтобы они были носителями тока, нужно их делокализовать, т.е. разорвать химические связи, поэтому при низких температурах эти кристаллы являются диэлектриками.

По своим электрическим свойствам ионные кристаллы должны обладать диэлектрическими свойствами. Чистая ионная связь встречается крайне редко. Всякое отступление от чисто ионной связи приводит к появлению носителей тока и к появлению полупроводниковых свойств.

Примеры выполнения заданий по теме 2 приведены в литературе [6, тема 2]; [7, глава 3]; [9, глава 4].

31. Что называется металлической связью и каким образом она возникает?

32. Как метод валентных связей (ВС) объясняет угловое строение молекулы H_2S и линейное - молекулы CO_2 ?

33. Нарисуйте энергетическую схему образования молекулы He_2 и молекулярного иона He^+ по методу молекулярных орбиталей. Как метод МО объясняет устойчивость иона He_2^+ и невозможность существования молекулы He_2 ?

34. Какую химическую связь называют водородной? Между молекулами каких веществ она образуется? Почему H_2O и HF , имея меньшую молекулярную массу, плавятся и кипят при более высоких температурах чем их аналоги?

35. Какую химическую связь называют ионной? Каков механизм ее образования? Какие свойства ионной связи отличают ее от ковалентной? Приведите два примера типичных ионных соединений. Напишите уравнения превращения соответствующих ионов в нейтральные атомы.

36. Что следует понимать под степенью окисления атома? Определите степень окисления атома углерода и его валентность, обусловленную числом неспаренных электронов, в соединениях CH_4 , CH_3OH , HCOOH , CO_2 .

37. Нарисуйте энергетическую схему образования молекулы F_2 по методу молекулярных орбиталей (МО). Сколько электронов находится на связывающих и разрыхляющих орбиталях? Чему равен порядок связи в этой молекуле?

38. Нарисуйте энергетическую схему образования молекулы N_2 по методу молекулярных орбиталей (МО). Сколько электронов находится на связывающих и разрыхляющих орбиталях? Чему равен порядок связи в этой молекуле?

39. Напишите электронные формулы фтора и хлора и определите возможные валентности этих элементов в возбужденном и невозбужденном состояниях.

40. Что такое sp -гибридизация атомных орбиталей? Приведите примеры молекул, при образовании которых происходит sp -гибридизация атомных орбиталей. Какова структура этих молекул?

41. Приведите примеры молекул, в атомах которых наблюдается sp^2 -гибридизация. Какова структура этих молекул?

42. Что называется энергией связи? Какую размерность имеет энергия связи? Что называется длиной связи?

43. Какие виды химических связей вы знаете? Какую химическую связь называют ковалентной? Какие особенности характерны для ковалентной связи?

44. Какую ковалентную связь называют полярной? Что служит количественной мерой полярности ковалентной связи? Исходя из значений

электроотрицательности атомов соответствующих элементов, определите, какая из связей: HCl , ICl , BrF – наиболее полярна?

45. Какой способ образования ковалентной связи называют донорно-акцепторным? Какие химические связи имеются в ионах NH_4^+ и BF_4^- ? Укажите донора и акцептора.

46. Как метод валентных связей (ВС) объясняет линейное строение молекулы BeCl_2 и тетраэдрическое CH_4 ?

47. Что называется электрическим моментом диполя молекулы? Какая из молекул: H_2O , H_2S и H_2Se — имеет наибольший электрический момент диполя?

48. Какова структура молекул SiH_2 , SiH_4 , BeH_2 ?

49. Перекрыванием каких электронных орбиталей образуются химические связи в молекулах Cl_2 , PH_3 , BH_3 ? В какой из данных молекул происходит гибридизация атомных орбиталей?

50. Что называется электроотрицательностью? Как с помощью этой величины можно объяснить последовательность в изменении электрических моментов диполя молекул HF , HCl , HBr , HI ?

51. Какие типы химических связей вам известны? Одинаковый ли тип связи в следующих молекулах: HCl , O_2 , RbCl_3 ? Ответы поясните.

52. Силы межмолекулярного взаимодействия. Когда возникают эти силы и какова их природа?

53. Нарисуйте энергетическую схему образования молекулярного иона N_2^- и молекулы N_2 по методу молекулярных орбиталей. Где энергия связи больше? Почему?

54. Какие электроны атома бора участвуют в образовании ковалентных связей? Как метод валентных связей (ВС) объясняет симметричную треугольную форму молекулы BF_3 ?

55. Нарисуйте энергетическую схему образования молекулы O_2 по методу молекулярных орбиталей (МО). Как метод МО объясняет парамагнитные свойства молекулы кислорода?

56. Что такое sp^3 -гибридизация атомных орбиталей? Приведите примеры молекул, при образовании которых происходит sp^3 -гибридизация атомных орбиталей. Какова структура этих молекул?

57. Какую ковалентную связь называют σ -связью и какую π -связью? Разберите на примере строения молекулы азота.

58. Сколько неспаренных электронов имеет атом хлора в нормальном и возбужденном состояниях? Распределите эти электроны по квантовым ячейкам. Чему равна валентность хлора, обусловленная неспаренными электронами?

59. Распределите электроны атома серы по квантовым ячейкам. Сколько неспаренных электронов имеют ее атомы в нормальном и возбужденном состояниях?

60. Что называют электрическим моментом диполя? Какая из молекул HCl , HBr , HI имеет наибольший момент диполя? Почему?

Тема 3. Типы взаимодействия молекул

Слабые взаимодействия между нейтральными молекулами, проявляющиеся на расстояниях, превосходящих размеры частиц, называются *силами Ван-дер-Ваальса*. В зависимости от природы системы выделяют три составляющие вандерваальсовых сил: ориентационную, индукционную и дисперсионную.

Ориентационная составляющая. При сближении полярных молекул они ориентируются таким образом, чтобы положительная сторона одного диполя была ориентирована к отрицательной стороне другого. Возникающее между диполями взаимодействие называется диполь-дипольным или ориентационным.

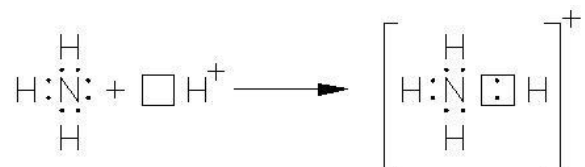
Индукционная составляющая. Диполи могут воздействовать на неполярные молекулы, превращая их в индуцированные (наведенные) диполи. Между постоянными и наведенными диполями возникает притяжение, энергия которого пропорциональна электрическому моменту диполя во второй степени и обратно пропорциональна расстоянию между центрами молекул в шестой степени.

Дисперсионная составляющая. В любой молекуле или атоме благородного газа возникают флуктуации электрической плотности, в результате чего появляются мгновенные диполи, которые в свою очередь индуцируют мгновенные диполи у соседних молекул. Движение мгновенных диполей становится согласованным, их появление и распад происходит синхронно. В результате взаимодействия мгновенных диполей энергия системы понижается.

Водородная связь. Химическая связь, образованная положительно поляризованным атомом водорода молекулы А – Н (или полярной группы А – Н) и электроотрицательным атомом В другой или той же молекулы, она называется межмолекулярной, если связь образуется между двумя группами одной и той же молекулы, то она называется внутримолекулярной.

Механизм образования ковалентной связи за счет двух электронов одного атома (донора) и свободной орбитали другого атома (акцептора) называется донорно-акцепторным. Образованная таким образом связь называется *донорно-акцепторной или координационной связью*.

В ионе аммония четыре ковалентные связи: три атома водорода присоединены к азоту обычной ковалентной связью, а четвертый – ковалентной связью, образованной по донорно-акцепторному механизму. В NH_4^+ все четыре связи равноценны, единичный положительный заряд делокализован между всеми атомами. Процесс образования иона аммония можно представить схемой:



Примеры выполнения заданий по теме 3 приведены в литературе [6, тема 3]; [9, глава 4]; [10, глава 2].

61. Какие виды химических связей в кристаллах вы знаете? Приведите примеры веществ с различными видами химических связей в кристаллах.

62. Какими свойствами обладают вещества, кристаллы которых молекулярные? Приведите примеры таких веществ. Какие свойства имеют вещества, кристаллы которых ковалентные? Какие частицы находятся в узлах кристаллов этих веществ? Приведите примеры таких веществ.

63. Приведите примеры веществ, кристаллы которых ионные? Расскажите об особенностях ионной химической связи.

64. Что такое металлические кристаллы? Какими характерными свойствами обладают металлы?

65. Какие кристаллические структуры называют ионными, атомными, молекулярными и металлическими? Кристаллы каких веществ: алмаз, хлорид натрия, диоксид углерода, цинк - имеют указанные структуры?

66. Приведите примеры полупроводников с дырочной проводимостью, обусловленной наличием дефектов в кристалле. Объясните механизм влияния примесей на электрическую проводимость.

67. Приведите примеры полупроводников с дефектами, обусловленными наличием примесей. Объясните механизм влияния примесей на электрическую проводимость.

68. Что такое линейные и плоские дефекты кристаллов и каким образом они возникают?

69. Чем отличается структура кристаллов NaCl от структуры кристаллов натрия? Какой вид связи осуществляется в этих кристаллах? Какие кристаллические решетки имеют натрий и NaCl?

70. Понятие о клатратах (интеркаляты, газовые гидраты) и области их применения.

71. Какие кристаллы со смешанной связью вы знаете? Расскажите о свойствах таких кристаллических веществ.

72. Расскажите о химических связях в кристаллах графита и о свойствах графита.

73. Какие виды дефектов в кристаллах вы знаете? Каким образом возникают дефекты в кристаллах?

74. Что такое точечные дефекты кристаллов и каким образом они возникают?

75. Какую роль играют примеси при возникновении дефектов кристаллических структур? Приведите примеры кристаллов с примесными дефектами.

76. Поясните механизм возникновения водородной связи. Приведите примеры соединений, имеющих водородные связи.

77. Донорно-акцепторное взаимодействие молекул. Какие атомы молекул играют роль доноров и какие — акцепторов? Приведите примеры взаимодействия молекул по донорно-акцепторному механизму.

78. Линейная и пространственная кристаллические решетки. Ответ поясните на примерах.

79. Какие виды дефектов кристаллов вы знаете? Расскажите о соединениях переменного состава, в кристаллах которых имеются дефекты.

80. Как изменяются кратность и энергия связей в ряду молекул:

а) B_2, C_2, N_2 ; б) N_2, O_2, F_2 .

81. Как осуществляется химическая связь между молекулами NH_3 и HCl ? Какое соединение при этом образуется?

82. Объясните механизмы образования связей в молекуле $K[BF_4]$, образующейся при реакции по уравнению $BF_3 + KF = K[BF_4]$.

83. На основании чего можно сделать выбор между плоскостной и пирамидальной моделями строения молекул BF_3 и NH_3 ?

84. Что такое аморфное и кристаллическое состояния вещества? Приведите примеры аморфных и кристаллических веществ.

85. Что такое кристаллическая решетка и элементарная ячейка? Какие виды элементарных ячеек вы знаете?

86. Какие силы межмолекулярного взаимодействия называются ориентационными, индукционными и дисперсионными? Какова природа этих сил?

87. Жидкокристаллическое состояние вещества. Ответ поясните на примере.

88. Приведите примеры молекул, между атомами которых возникает водородная связь. Как влияет водородная связь на свойства веществ?

89. С какими атомами молекул взаимодействует атом водорода других молекул с образованием водородных связей? Почему температура кипения HF выше температуры кипения HCl ?

90. Что такое донорно-акцепторное взаимодействие молекул? Объясните механизм возникновения полимерных молекул $(AlCl_3)_n$.

Тема 4. Проводниковые материалы. Химия металлов

Все проводниковые материалы можно разделить на три основные группы:

- металлы;
- сплавы металлов;
- неметаллические проводящие материалы.

Металлы подразделяются на четыре группы.

1) *Металлы с высокой удельной проводимостью.* К ним относят медь ($\rho = 0,017 \text{ мкОм} \cdot \text{м}$) и алюминий ($\rho = 0,017 \text{ мкОм} \cdot \text{м}$). Это наиболее широко применяемые в электронике материалы. Они применяются для изготовления радиомонтажных проводов и кабелей, а также в качестве тонких пленок в интегральных микросхемах.

2) *Благородные металлы.* К ним относят золото, серебро, платину и палладий. Они обладают высокой химической стойкостью. Применяются в качестве контактных материалов и коррозиестойких покрытий.

3) *Тугоплавкие металлы.* Эти металлы имеют температуру плавления, превышающую 1700°C . К ним относят вольфрам, молибден, хром, рений.

4) *Металлы со средним значением температуры плавления.* К ним относятся железо, никель и кобальт, обладающие температурой плавления около 1500°C . Эти металлы имеют сильно выраженные магнитные свойства.

Сплавы металлов подразделяют на три группы:

1) *Сплавы высокого сопротивления.* К ним относят манганин (86% Cu, 12% Mn, 2% Ni), константан (60% Cr, 40% Ni), хромоникелевые сплавы. Эти сплавы имеют удельное электрическое сопротивление более $0,4 \text{ мОм}\cdot\text{м}$. Они применяются для изготовления резисторов и электронагревательных элементов.

2) *Сверхпроводящие сплавы.* Это сплавы, у которых при температурах, близких к абсолютному нулю, наблюдается резкое уменьшение удельного сопротивления. Среди таких сплавов наилучшими параметрами обладают сплавы ниобия (Nb_3Sn , Nb_3Ga , Nb_3Ge).

3) *Припои.* Это низкотемпературной сплавы, применяемые при пайке. Различают мягкие и твердые припои. Мягкие припои имеют температуру плавления ниже 300°C . В их состав входит от 10 до 90% олова, остальные свинец. Наиболее распространенными твердыми припоями, имеющими температуру плавления 300°C , являются медно-цинковые (ПМЦ) и серебряные (ПСр).

Неметаллические проводящие материалы подразделяют на три группы:

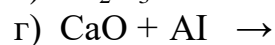
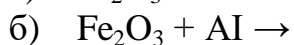
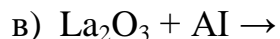
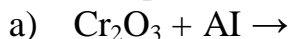
1) *Углеродистые материалы.* Наиболее широкое применение среди этих материалов имеют графит. К ценным свойствам графита относятся малое удельное сопротивление и хорошая теплопроводность, а также стойкость ко многим агрессивным химическим средам.

2) *Композиционные проводящие материалы.* Они представляют собой механическую смесь проводящего наполнителя с диэлектрической связкой. Наибольший интерес представляют контактолы и керметы. Контакттолами называют маловязкие или пастообразные композиции, применяемые в качестве токопроводящего клея или краски. Связующим веществом в них являются синтетические смолы, а токопроводящим наполнителем – мелкодисперсные порошки металлов (серебра, никеля, палладия). Керметами называют металлодиэлектрические композиции с неорганическим связующим веществом. Они обладают высоким удельным поверхностным сопротивлением, поэтому применяются для изготовления тонкопленочных резисторов. Наибольшее распространение получили микрокомпозиция Cr-SiO, тонкие пленки которой изготавливают путем напыления в вакууме на диэлектрическую подложку.

3) *Проводящие материалы на основе окислов.* Подавляющее большинство чистых оксидов являются диэлектриками, однако при неполном окислении или при введении примесей проводимость оксидов резко повышается. Практический интерес представляют тонкие пленки диоксида олова SnO_2 и оксида индия In_2O_3 .

Примеры выполнения заданий по теме 4 приведены в литературе [6, тема 10]; [9, глава 10].

91. В чем сущность процессов алюмотермии? Для данных реакций получения хрома, железа, лантана и кальция методом алюмотермии вычислите энергию Гиббса при 1500 К.



92. Можно ли получить хром восстановлением Cr_2O_3 водородом с образованием водяного пара при стандартных состояниях всех веществ и при 298 К? При каких температурах этот процесс может протекать самопроизвольно при стандартных состояниях всех веществ?

93. Опишите коррозионную стойкость и связанное с этим применение титана. Почему сплавы титана с алюминием и другими металлами используются в самолето- и ракетостроении? Как используются соединения титана: карбиды, нитриды, оксид титана (IV) и титанат бария?

94. Почему в ряду $\text{Cr} - \text{Mo} - \text{W}$

а) плотность металлов увеличивается;

б) температура плавления возрастает;

в) восстановительные свойства уменьшаются;

г) радиусы атомов молибдена и вольфрама очень близки?

95. Имеется ли область температур, при которых возможна самопроизвольная реакция восстановления оксида магния алюминием?

96. Почему никель растворяется, а платина не растворяется в соляной кислоте?

97. Указать окислитель и восстановитель в реакции взаимодействия оксида серебра (I) с пероксидом водорода, если при этом происходит выделение газообразного кислорода? Написать уравнение протекающей реакции.

98. При действии на титан концентрированной соляной кислоты образуется трихлорид титана, а при действии азотной — осадок метатитановой кислоты. Составьте уравнения соответствующих реакций.

99. При растворении титана в концентрированной серной кислоте последняя восстанавливается минимально, а титан переходит в катион с максимальной степенью окисления. Составьте уравнение реакции.

100. Диоксиды титана и циркония при сплавлении взаимодействуют со щелочами. Напишите уравнения реакций между: а) TiO_2 и BaO , б) ZrO_2 и NaOH . В первой реакции образуется метатитанат, а во второй — ортоцирконат соответствующих металлов.

101. Какие из металлов (Cu , Ag , Co , Mg) могут быть окислены кислородом при 298 К в водном растворе с рН 10 и стандартных состояниях всех веществ?

102. Какие из металлов (Ni , Pt , Zn) могут быть окислены жидким бромом при стандартных состояниях всех веществ и 298 К?

103. Какие из металлов (Cd , Au , Cu) могут быть окислены хлором при

стандартных состояниях всех веществ и 298 К?

104. Какие из металлов (Mn, Pd, Fe) могут быть окислены кислородом в водном растворе при стандартных состояниях всех веществ, $\text{pH} = 7$ и 298 К?

105. Опишите распространенность алюминия в природе и приведите формулы наиболее известных алюминий содержащих минералов (корунд, боксит, нефелин, каолин, альбит, ортоклаз, анортит). Какое отношение имеют к алюминию драгоценные камни рубин и сапфир?

106. Рассчитайте энергии Гиббса реакций восстановления оксида хрома (Cr_2O_3) алюминием и оксида железа (FeO) цинком при 298 К.

107. В настоящее время широко применяется литиевый элемент, в котором протекает токообразующая реакция $2\text{Li} + \text{CuO} = \text{Li}_2\text{O} + \text{Cu}$. Определите ЭДС этого элемента при 298 К. Как (качественно) изменяется ЭДС с увеличением температуры?

108. В литиевом элементе протекает реакция $2\text{Li} + 2\text{SO}_2(\text{г}) = \text{Li}_2\text{S}_2\text{O}_4$. При 298 К стандартная ЭДС элемента равна 3,15 В. Определите стандартную энергию Гиббса образования $\text{Li}_2\text{S}_2\text{O}_4$ при 298 К.

109. Напишите уравнения реакций калия с H_2O , H_2SO_4 и HNO_3 . Опасны ли эти реакции и почему?

110. Напишите уравнение реакции получения магния восстановлением его натрием из хлорида магния. В какой области температур эта реакция может протекать самопроизвольно?

111. Почему титан, стандартный потенциал которого значительно отрицательнее стандартного потенциала цинка, не растворяется в разбавленной серной кислоте, в то время как цинк хорошо растворим в этой кислоте?

112. Как вы можете объяснить существование в природе самородного золота и отсутствие самородного олова?

113. Как вы можете объяснить некоторые особые физические и химические свойства марганца по сравнению со свойствами соседних с ним d-металлов?

114. Почему платина не растворяется в соляной и азотной кислотах, но растворяется в их смеси («царской водке»)?

115. Как вы можете объяснить ионную проводимость смешанных кристаллов $(\text{ZrO}_2)_{0,9}(\text{Y}_2\text{O}_3)_{0,1}$?

116. Магний и его сплавы применяются в качестве протекторов для защиты от коррозии. Перечислите металлы, которые можно защитить от коррозии с помощью магниевых протекторов.

117. Почему бериллий устойчив, а кальций неустойчив на воздухе?

118. Приведите уравнение реакции образования комплексного соединения из BeCl_2 и KOH . Какие атомные орбитали предоставляет Be^{2+} для образования связей по донорно-акцепторному механизму? Напишите электронную конфигурацию лиганда.

119. В каком растворе можно растворить золото?

120. В каком растворе можно растворить тантал?

Тема 5. Электрохимические процессы. Гальванический элемент

Металл, находящийся в контакте с электролитом, называется *электродом*. Между металлической пластиной, опущенной в раствор собственной соли, и раствором при образовании двойного электрического слоя (ДЭС) возникает разность потенциалов, называемая *электродным потенциалом (E)*.

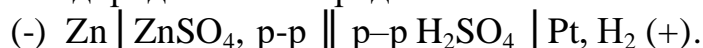
Система, состоящая из двух электродов, помещенных в раствор электролита, в которой энергия окислительно - восстановительной реакции преобразуется в электрический ток, называется *гальваническим элементом*.

В гальваническом элементе можно осуществить ту окислительно-восстановительную реакцию, которая протекает самопроизвольно. Причиной возникновения электрического тока в любом гальваническом элементе является разность потенциалов между электродами.

Чем больше разность потенциалов двух электродов гальванического элемента, тем больше его электродвижущая сила (ЭДС).

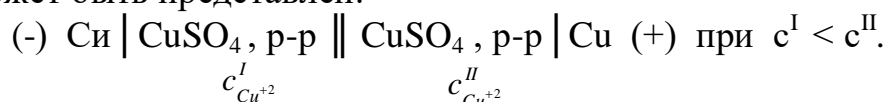
Для удобства устройство гальванического элемента изображают не рисунком, а электрохимической схемой.

Состав цинк-водородного электрода может быть описан схемой:

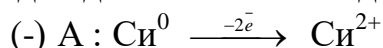


Гальванические элементы, в которых электрическая энергия получается за счет химической энергии вследствие различной природы электродов, называются *химическими*. Например, описанный выше цинк - водородный гальванический электрод.

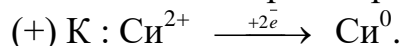
Существуют *концентрационные* гальванические элементы. Концентрационный гальванический элемент состоит из двух одинаковых металлов, опущенных в растворы солей с различной активностью ионов. Примером концентрационных гальванических элементов может служить гальванический элемент с медными электродами, погруженными в растворы сульфата меди (II) с концентрацией ионов меди c^I и c^{II} . Схематически такой элемент может быть представлен:



В концентрационной гальванической цепи анодом является электрод, погруженный в раствор с меньшей концентрацией ионов. При работе гальванической цепи на аноде идет окисление меди:



на катоде – восстановление ионов меди из раствора:

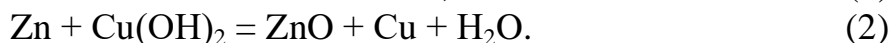
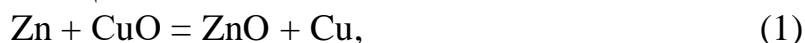


Электродный потенциал концентрационного гальванического элемента зависит от соотношения концентраций ионов электролита; при $c^I < c^{II}$

$$E = \frac{0,059}{n} \lg \frac{c^{II}}{c^I}.$$

Примеры выполнения заданий по теме 5 приведены в литературе [3, тема 5]; [6, тема 8]; [9, глава 8]; [10, глава 7].

121. С помощью термодинамического расчета определите, за счет какой из реакций (1) или (2) можно реализовать гальванический медно-цинковый элемент с большей ЭДС. Расчет проводите для 298 К при стандартных состояниях всех веществ:



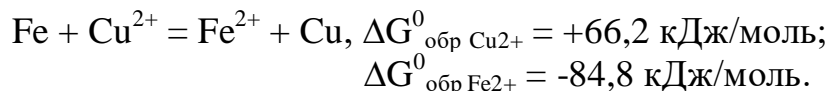
122. Как устроен стандартный водородный электрод? Что такое водородная шкала потенциалов?

123. Как получают значение потенциала металлического электрода по водородной шкале потенциалов? Ответ поясните на примере конкретного электрода.

124. Рассчитайте константу равновесия реакции, протекающей в серебряно-магниевом элементе $2\text{Ag}^+ + \text{Mg} = 2\text{Ag} + \text{Mg}^{2+}$ при стандартных состояниях веществ и 298 К. Определите, чему равна максимальная полезная работа, которую можно совершить за счет протекания этой реакции ($p, T = \text{const}$).

125. Рассчитайте стандартную ЭДС кислородно-метанового элемента, в котором протекает следующая реакция $\text{CH}_{4(\text{г})} + 2\text{O}_{2(\text{г})} = \text{CO}_{2(\text{г})} + 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{г})}$ при 298 К. Вычислите константу равновесия данной реакции.

126. Рассчитайте стандартную ЭДС элемента, в котором установилось равновесие:



127. Рассчитайте стандартную ЭДС элемента, в котором установилось равновесие $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{HCl}(\text{г})$, $\Delta G_{\text{обр HCl}(\text{г})}^0 = -94,86 \text{ кДж/моль}$.

128. Рассчитайте стандартную ЭДС элемента, в котором установилось равновесие $\text{Cu} + \frac{1}{2}\text{O}_2 = \text{CuO}$, $\Delta G_{\text{обр CuO}}^0 = -129,46 \text{ кДж/моль}$.

129. Рассчитайте стандартную ЭДС элемента, в котором установилось равновесие $2\text{Na} + \text{H}_2\text{O}(\text{г}) + \frac{1}{2}\text{O}_2 = 2\text{NaOH}(\text{к})$,
 $\Delta G_{\text{обр H}_2\text{O}(\text{г})}^0 = -228,76 \text{ кДж/моль}; \Delta G_{\text{обр NaOH}}^0 = -380,46 \text{ кДж/моль}$.

130. Рассчитайте стандартную ЭДС элемента, в котором установилось равновесие $\text{Zn} + 2\text{Ag}^+ = \text{Zn}^{2+} + 2\text{Ag}$, $\Delta G_{\text{обр Zn}^{2+}}^0 = -146,5 \text{ кДж/моль};$
 $\Delta G_{\text{обр Ag}^+}^0 = +77,2 \text{ кДж/моль}$.

131. Вычислите максимальную полезную работу, которую можно совершить за счет протекания реакции: $\text{H}_{2(\text{г})} + 2\text{Ag}^+ = 2\text{Ag}_{(\text{т})}^0 + 2\text{H}^+$ при pH раствора, равном 5, $p_{\text{H}_2} = 10$, $T = 298 \text{ К}$, $a_{\text{Ag}^+} = 0,1 \text{ моль/л}$.

132. По величине ЭДС элемента $\text{Cd} | \text{CdCl}_2 || \text{HCl} | \text{Cl}_2, \text{Pt}$ при 298 К, равной 1,821 В определите активность иона Cd в растворе, если активность иона Cl⁻ равна 1 моль/л, а $P_{\text{Cl}_2} = 1$.

133. Для питания различной аппаратуры используется сухой

марганцево-цинковый элемент (+) MnO_2 , C | NH_4Cl | Zn (—). Какова должна быть минимальная масса цинкового анода для получения 3,0 Вт·ч энергии при ЭДС элемента, равной 1,5 В. Составьте уравнение анодной реакции.

134. Напишите уравнение Нернста для реакции $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e}^- = \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$. Составьте уравнение зависимости потенциала данной реакции от pH и рассчитайте его значение при 298 К, активностях ионов Mn^{2+} , MnO_4^- , равных 1, и pH, равных 1 и 10 соответственно.

135. Составьте схему концентрационного элемента при $a_{\text{Ag}^+} = 10^{-1}$ моль/л у одного электрода и $a_{\text{Ag}^+} = 10^{-4}$ моль/л у другого электрода. Укажите, какой из электродов будет анодом, какой — катодом. Рассчитайте э.д.с. элемента.

136. Рассчитайте равновесный потенциал медного анода при 298 К в сернокислом электролите для меднения следующего состава: CuSO_4 — 0,01 моль/л, H_2SO_4 — 0,01 моль/л.

137. Рассчитайте равновесный потенциал цинкового электрода в сульфатном растворе цинкования при 50°C. Состав электролита следующий: ZnSO_4 — 0,05 моль/л, Na_2SO_4 — 0,01 моль/л, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ — 0,001 моль/л. Принять, что $E^0_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}}$, 323 К = $E^0_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}}$, 298 К.

138. Составьте схему цинкового концентрационного элемента с активностями иона Zn^{2+} , равными 10^{-2} моль/л у одного электрода и 10^{-6} у другого электрода. Рассчитайте ЭДС этого элемента при 298 К.

139. Рассчитайте ЭДС серебряно-цинкового элемента при 298 К, токообразующей реакцией в котором является $\text{AgO} + \text{Zn} = \text{Ag} + \text{ZnO}$. Объясните, почему полученное значение не совпадает с напряжением этого элемента, равным 1,6 В.

140. Рассчитайте ЭДС элемента, в котором при 298 К установилось равновесие $\text{Cd} + \text{Sn}^{2+} = \text{Cd}^{2+} + \text{Sn}$ при $a_{\text{Cd}^{2+}} = 10^{-4}$ моль/л и $a_{\text{Sn}^{2+}} = 10^{-3}$ моль/л. Составьте уравнения электродных реакций.

141. Рассчитайте э. д. с. элемента, в котором при 298 К установилось равновесие $\text{Zn} + \text{Sn}^{2+} = \text{Zn}^{2+} + \text{Sn}$ при $a_{\text{Zn}^{2+}} = 10^{-4}$ моль/л, $a_{\text{Sn}^{2+}} = 10^{-2}$ моль/л. Напишите уравнение электродных реакций.

142. Рассчитайте э.д.с. элемента, в котором при 298 К установилось равновесие $\text{Cd} + \text{Cu}^{2+} = \text{Cd}^{2+} + \text{Cu}$ при $a_{\text{Cd}^{2+}} = 10^{-4}$ моль/л, $a_{\text{Cu}^{2+}} = 10^{-2}$ моль/л.

143. Рассчитайте э.д.с. элемента, в котором при 298 К установилось равновесие $\text{Fe} + 2\text{Ag}^+ = \text{Fe}^{2+} + 2\text{Ag}$ при $a_{\text{Fe}^{2+}} = 10^{-2}$ моль/л, $a_{\text{Ag}^+} = 10^{-3}$ моль/л.

144. Рассчитайте потенциал электрода, на котором при температуре 298 К установилось равновесие $\text{Cl}_2 + 2\text{e}^- = 2\text{Cl}^-$ при $P_{\text{Cl}_2} = 10$ и $a_{\text{Cl}^-} = 10^{-2}$ моль/л.

145. Рассчитайте равновесный потенциал кислородного электрода при $P_{\text{O}_2} = 21000$ Па, pH 7, температуре 25°C.

146. Рассчитайте ЭДС свинцового аккумулятора, в котором в качестве электролита используется раствор серной кислоты с активностью ионов H^+ , равной 6 моль/л, активностью ионов SO_4^{2-} — 3 моль/л и активностью воды —

0,72 моль/л.

147. Определите ЭДС концентрационного водородного элемента с активностью ионов водорода H^+ , равной 1 моль/л, при относительном парциальном давлении водорода у первого электрода, равном 1 и у второго— 10 при 298 К.

148. Составьте схему, напишите уравнения электродных процессов и рассчитайте э.д.с. элемента, состоящего из медной и кадмиевой пластин, опущенных в раствор собственных ионов с $a_{Cd^{2+}} = 0,1$, $a_{Cu^{2+}} = 0,1$ моль/л. Изменится ли э.д.с, если активность каждого вида ионов возрастет в 10 раз?

149. Используя схему гальванического элемента $Zn | ZnCl_2 || HCl | H_2, Pt$, составьте уравнения электродных и токообразующей реакций. Рассчитайте ЭДС элемента при 298 К, концентрации раствора HCl, равной 0,1 моль/л, концентрации раствора $ZnCl_2$, равной 0,025 моль/л, $p_{H_2} = 1$.

150. Потенциал водородного электрода в некотором водном растворе равен -118 мВ. Вычислить активность ионов H^+ в этом растворе.

2 Расчетно-графическая работа №2. Электролиз. Коррозия и защита металлов. Полупроводниковые материалы. Диэлектрические материалы. Полимеры. Магнитные материалы

Целью РГР № 2 является:

- изучение характера электролиза в зависимости от природы электролита и электродов, количественных соотношений при электролизе;
- изучение механизма процесса коррозии и методов защиты металлов от коррозии;
- ознакомление с классификацией, а также химическими свойствами полупроводников;
- изучение химических свойств, способов получения органических диэлектриков;
- изучение классификации, свойств и способов получения магнитных материалов.

Тема 6. Электролиз

Электролиз - это окислительно-восстановительный процесс, возникающий на электродах при прохождении электрического тока через раствор или расплав электролита.

При электролизе в расплавах солей на катоде происходит восстановление катионов активных и малоактивных металлов, а на аноде – окисление анионов бескислородных и кислородсодержащих кислот, причем, при окислении анионов кислородсодержащих кислот получается смесь различных продуктов.

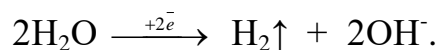
Если электролит является водным раствором, то на катоде и аноде могут разряжаться не только ионы электролита, но и конкурирующие с ними молекулы H_2O .

Последовательность восстановления катионов определяется значениями электродных потенциалов $E_{\text{Me}^{n+}/\text{Me}}^0$: чем положительнее этот потенциал, тем легче идет восстановление катионов.

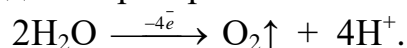
Последовательность окисления аниона зависит как от присутствия молекул воды, так и от вещества, из которого сделан анод.

На аноде легче будут окисляться те частицы, для которых $E_{\text{ОВ/ВФ}}^0$ меньше (более отрицательное). В первую очередь окисляются простые анионы в порядке возрастания величины их стандартных потенциалов, не превышающих 1,5 В (S^{2-} , I^- , Br^- , Cl^-). Если же раствор содержит анионы кислородсодержащих кислот или фторид-ионы, то на аноде вместо них окисляются молекулы воды с выделением кислорода.

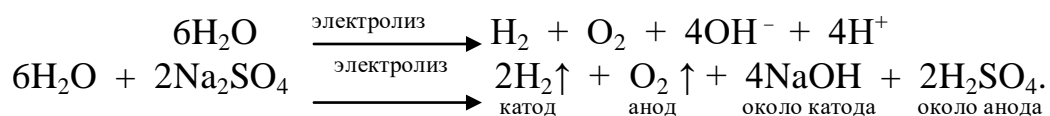
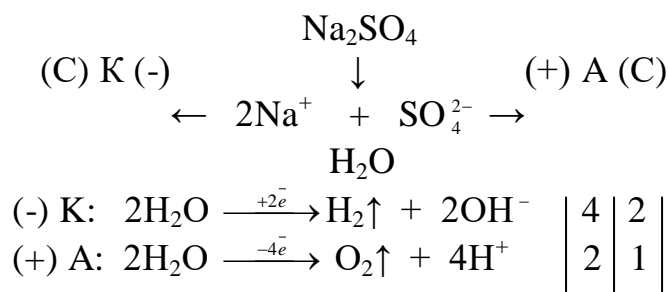
Рассмотрим электролиз водного раствора сульфата натрия с инертными электродами. Стандартный электродный потенциал системы $E_{\text{Na}^+/\text{Na}} = -2,71\text{В}$ значительно отрицательнее потенциала водородного электрода в нейтральной водной среде. Поэтому на катоде будет происходить восстановление молекул воды, а ионы Na^+ , приходящие к катоду, будут накапливаться в прилегающей к нему части раствора (катодное пространство).



На аноде будет происходить окисление молекул воды, приводящее к выделению кислорода, так как SO_4^{2-} -ионы являются трудноразряжаемыми: стандартный электродный потенциал разложения SO_4^{2-} -ионов (2,01 В) значительно выше, чем стандартный электродный потенциал разложения молекул воды (1,23 В). Ионы SO_4^{2-} , движущиеся при электролизе к аноду, будут накапливаться в анодном пространстве.



Схематически процесс электролиза можно представить следующим образом:



В катодном пространстве накапливаются ионы Na^+ и ионы OH^- , то есть образуется щелочь, а около анода среда становится кислой за счет образования серной кислоты. Следовательно, электролиз водного раствора сульфата натрия сводится к электролизу воды.

Примеры выполнения заданий по теме 6 приведены в литературе [3, тема 6]; [6, тема 8]; [7, глава 10]; [9, глава 8]; [10, глава 7].

151. Какое количество граммов RbOH образовалось у катода при электролизе раствора сульфата рубидия, если на катоде выделилось 1,12 л водорода, измеренного при н.у.

152. Напишите уравнения реакций, протекающих на электродах при электролизе водного раствора сульфата кадмия: а) с графитовым анодом; б) с кадмиевым анодом. Если через раствор пропускать ток силой 134 А в течение 2 ч., то как изменится количество кадмия в растворе в обоих случаях, если выход по току кадмия на катоде равен 80%, а на аноде — 100%?

153. Что такое поляризация? Какие виды поляризации вы знаете и каковы причины их возникновения?

154. Через раствор сульфата цинка пропущено 10 F электричества. Как изменится количество цинка в растворе, если электроды: а) графитовые; б) цинковые и выход по току цинка составляет на катоде 50%, а на аноде — 100%?

155. Что такое концентрационная поляризация и от каких факторов она зависит? Что такое предельный ток?

156. Какие вещества и в каком объеме можно получить при нормальных условиях на нерастворимых электродах при электролизе водного раствора KOH , если пропустить ток 13,4 А в течение двух часов?

157. Составьте уравнения реакций, протекающих на электродах при электролизе водного раствора сульфата кадмия: а) с графитовым анодом; б) с кадмиевым анодом. Как изменится количество кадмия в растворе в случае (а) и в случае (б), если выход по току кадмия на катоде равен 80% для (а) и (б), а на аноде — 0% для (а) и 100% для (б) после прохождения количества электричества, равного 10 F?

158. Составьте уравнение реакций, протекающих на графитовых электродах при электролизе: а) расплава хлорида кальция; б) раствора хлорида кальция. Сколько времени (в час) потребуется для выделения на катоде вещества массой 4 г для случаев (а) и (б) при токе 1 А.

159. Через водный раствор сульфата цинка пропущено 40 А·ч электричества. При этом на катоде выделилось 32,5 г цинка. Составьте уравнения реакций, протекающих на цинковых электродах и рассчитайте катодный выход цинка по току (в %).

160. При электролизе расплава хлорида кальция на катоде выделилось 7 кг кальция (при выходе по току, равном 70%). Рассчитайте массу хлорида кальция (в кг), израсходованного на электролиз, если массовая доля примесей в нем составляла 30%.

161. Сколько времени (в мин.) нужно для электрохимического сверления в медной заготовке отверстия площадью 1 см^2 , глубиной 0,1 см при токе 10 А и выходе по току меди, равном 1 в водном растворе NaNO_3 . Плотность меди равна 8,9 г/см^3 .

162. Какое время (в час) необходимо для рафинирования меди,

содержащей примеси цинка и серебра, в водном растворе H_2SO_4 , чтобы при токе 100 А на аноде растворилось 1,37 кг меди, при анодном выходе меди по току, равном 99%.

163. Электролиз раствора сульфата цинка проводили с нерастворимым анодом в течение 6,7 ч., в результате чего выделилось 5,6 л кислорода, измеренного при н. у. Вычислите силу тока и количество осажденного цинка при выходе его по току 70%. *Ответ:* 4 А; 22,88 г.

164. Напишите уравнения реакций, протекающих на нерастворимых электродах при электролизе водного раствора KOH. Какие вещества и в каком объеме можно получить при н. у., если пропустить ток силой 13,4 А в течение 2 ч.?

165. Сколько граммов H_2SO_4 образуется около нерастворимого анода при электролизе раствора Na_2SO_4 , если на аноде выделяется 1,12 л кислорода, измеренного при н.у.? Вычислите массу вещества, выделяющегося на катоде.

166. Рассчитайте ток в цепи при электролизе водного раствора поваренной соли на графитовых электродах, если за 1 ч 40 мин 25 с. на катоде выделилось 1,4 л водорода, измеренного при нормальных условиях.

167. Как изменится количество цинка в водном растворе $ZnSO_4$ при электролизе с цинковыми электродами, если через раствор пропустить количество электричества, равное одному Фарадею, при катодном выходе по току цинка, равном 50%, а анодном — 100%?

168. Какая масса (в г) гидроксида калия образовалась у катода при электролизе водного раствора K_2SO_4 на нерастворимых электродах, если на аноде выделилось 11,2 л газа, измеренного при нормальных условиях?

169. Рассчитайте ток в цепи, массу вещества, которое подверглось разложению, и выход кислорода по току (в %) при электролизе водного раствора сульфата калия на никелевых электродах, если за 5 мин. электролиза на катоде выделилось 4 мл газа, на аноде — 1,8 мл газа при 298 К и давлении, равном 99,67 кПа.

170. Напишите уравнения реакций, протекающих на электродах при электролизе водного раствора сульфата меди (II): а) с графитовым анодом; б) с медным анодом. Если через раствор прошло 2 F электричества, то как изменилось количество меди в растворе в обоих случаях, если выход по току меди на катоде и аноде равен 100%?

171. В двух электролизерах с графитовыми электродами происходит электролиз: а) раствора едкого натра; б) расплава едкого натра. Напишите уравнение электродных реакций. Рассчитайте массу веществ, выделившихся на катоде, при прохождении 26,8 А·ч электричества в электролизерах.

172. Напишите уравнения реакций, протекающих на электродах при электролизе водного раствора сульфата никеля. Рассмотрите при этом: а) электроды никелевые; б) электроды нерастворимые. Какой должна быть сила тока, чтобы за 10 ч. на катоде выделилось 47 г никеля. Выход по току - 80%.

173. При электролизе раствора бромиды меди (II) (нерастворимые

электроды) на одном из электродов выделилось 0,635 г меди. Сколько граммов брома выделилось на другом электроде, если выход по току брома 90%? Составьте уравнения реакций, протекающих на электродах.

174. Что такое электрохимическая поляризация и от каких факторов она зависит? Какое влияние оказывает поляризация на процессы электролиза?

175. Какие вещества и в каких количествах выделяются на угольных катодах при последовательном прохождении тока через электролизеры с водными растворами AgNO_3 , K_2SO_4 , CuCl_2 , если известно, что в электролизере с AgNO_3 выделилось 108 г Ag (при выходе серебра по току, равном 1)?

176. Определите расход электроэнергии на получение 100 кг серебра при электролизе водного раствора нитрата серебра на угольных электродах, принимая выход по току серебра, равным 1, если напряжение разложения составило 1,3 В.

177. При электрохимическом оксидировании магниевой детали в щелочном растворе выделилось 11,2 мл кислорода (измеренного при нормальных условиях). Каков выход по току магния (в %), если масса изделия уменьшилась при оксидировании на 100 мг?

178. При электрохимической обработке отверстия молибденовой детали в водном растворе на основе NaOH на катоде выделилось 2,24 л газа при температуре 80°C и давлении 99272 Па. Какое количество металла растворилось (в моль экв), если выход его по току составил 60%.

179. Определите ток, идущий на выделение водорода на платиновом (а) и свинцовом (б) электродах, площадь поверхности которых равна 1 м² из щелочного раствора при электрохимической поляризации электродов, равной 0,5 В, учитывая соответствующие константы из справочника. Рассчитайте объем выделившегося водорода за 1 ч. на электродах (а) и (б), измеренный при нормальных условиях.

180. При рафинировании свинца с примесями серебра в водном растворе фторосиликата свинца $\text{Pb}[\text{SiF}_6]$ на свинцовом катоде выделилось за 0,5 ч. 2,07 г Pb. Какова величина прошедшего тока и каков расход энергии на рафинирование, если напряжение при рафинировании составило 1 В, а катодный выход свинца по току — 98%? Где окажутся примеси серебра после рафинирования?

Тема 7. Коррозия и защита металлов

Коррозией называется самопроизвольное разрушение металлов, происходящее в результате взаимодействия с окружающей средой. Коррозия металлов является неконтролирующим окислительно-восстановительным процессом, при котором металл, теряя электроны, окисляется. Процесс коррозии сопровождается выделением энергии и рассеиванием металла.

По механизму протекания (по механизму взаимодействия с окружающей средой) различают химическую и электрохимическую

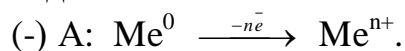
коррозию.

Химическая коррозия протекает в коррозионных средах, не проводящих электрический ток. Химической коррозии подвергаются сопла реактивных двигателей, элементы электронагревателей, арматура печей и т.д.

Электрохимическая коррозия характерна для сред с ионной проводимостью (водных растворов солей, кислот и щелочей, морской и пресной воды, почвы, атмосферы любого влажного газа). В ее основе также лежит гетерогенная окислительно-восстановительная реакция, протекающая на поверхности металлов и сплавов.

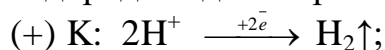
К примеру, на поверхности железа, содержащего включения углерода, образуются микрогальванические элементы, в результате работы которых и происходит разрушение металла. Участки с отрицательным электродным потенциалом являются анодными (железо), а с положительным потенциалом – катодными (углерод). Электроны переходят с анодных к катодным участкам, а внутренняя цепь коррозионного микрогальванического элемента замыкается ионами электролита.

На анодных участках идет окисление металла:

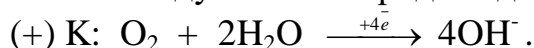


На катодных участках – процесс восстановления окислителя:

а) в кислых средах – водородная деполяризация:



б) в условиях влажного воздуха – кислородная деполяризация:



Продукт коррозии:

а) в кислой среде – соль металла соответствующей кислоты;

б) в нейтральной среде – гидроксид металла: $\text{Me}^{n+} + n(\text{OH}^-) \rightarrow \text{Me}(\text{OH})_n$.

На скорость электрохимической коррозии большое влияние оказывают состав электролита и его кислотность.

Увеличение концентрации ионов водорода ускоряет коррозию большинства металлов. Повышение содержания ионов OH^- не влияет на скорость разрушения никеля и кадмия, уменьшает коррозию железа и магния, ускоряет коррозию алюминия, цинка и свинца, так как гидроксиды этих металлов растворимы в щелочах. Ионы хлора (активатор коррозии) увеличивают, а фосфат-ионы PO_4^{3-} , хромат-ионы CrO_4^{2-} уменьшают скорость разрушения металлов (ингибиторы коррозии).

На скорость коррозии большое влияние оказывают также чистота обработки и однородность поверхности металла. Чем меньше посторонних включений содержит металл и чем выше чистота обработки его поверхности, тем меньше скорость коррозии. В сухом и чистом воздухе коррозия идет медленно.

Примеры выполнения заданий по теме 7 приведены в литературе [3, тема 7]; [6, тема 9]; [10, глава 8].

181. Какие факторы влияют на скорость химической коррозии? Какая

форма зависимости изменения толщины окисной пленки во времени наблюдается для различных металлов?

182. Какие методы защиты от газовой коррозии вы знаете? Что такое жаростойкость и жаропрочность?

183. Какие катодные процессы в основном протекают при электрохимической коррозии? Напишите уравнения этих процессов. Приведите примеры коррозии металлов с различными катодными процессами.

184. Какие факторы влияют на скорость коррозии с выделением водорода? Как и почему изменится скорость коррозии с выделением водорода с уменьшением рН среды? Влияет ли природа катодных участков и перемешивание раствора на скорость коррозии металла с выделением водорода?

185. Какие факторы влияют на скорость коррозии с поглощением кислорода? Влияет ли природа катодных участков и перемешивание раствора на скорость коррозии с поглощением кислорода?

186. Магний (Mg) корродирует в морской воде (рН= 8) при контакте с воздухом. Напишите уравнения реакций анодного и катодного процессов.

187. Назовите металлы, которые могут корродировать с выделением водорода в водном растворе, имеющем рН: а) 2,0; б) 7,0; в) 10,0.

188. Назовите металлы, которые могут корродировать с поглощением кислорода в водном растворе, имеющем рН: а) 2,0; б) 5,0; в) 8,0.

189. Что такое скорость коррозии и в каких единицах она измеряется? Приведите пример расчета скорости коррозии какого-нибудь металла.

190. Что называется химической коррозией? Рассчитайте значение парциального давления кислорода, ниже которого химическая коррозия меди с образованием CuO невозможна.

191. Что такое пассивность металлов и каков механизм ее возникновения? Приведите примеры металлов, склонных к пассивированию.

192. Определите возможность электрохимической коррозии изделия из Pb в 0,02 М растворе $Pb(NO_3)_2$ при комнатной температуре при относительных парциальных давлениях водорода и кислорода: $\overline{p}_{H_2} = 1,2$; $\overline{p}_{O_2} = 0,8$. Напишите уравнения анодного и катодного процессов.

193. Будет ли протекать электрохимическая коррозия изделия из Al в 0,02 М растворе $AlCl_3$ при комнатной температуре, если относительные парциальные давления водорода и кислорода равны $\overline{p}_{H_2} = 1,2$ и $\overline{p}_{O_2} = 0,2$? Напишите уравнения анодного и катодного процессов.

194. Изделие из цинка погрузили в 0,03 М раствор $ZnSO_4$ при 70°C. Будет ли цинк корродировать?

195. Определите возможность электрохимической коррозии гальванической пары Fe — Cd, погруженной в 0,01 М раствор $FeCl_2$ при комнатной температуре, принимая коррозию избирательной. Как изменится ЭДС коррозионного элемента, если концентрация раствора возросла до 0,02 моль/л?

196. Как происходит атмосферная коррозия луженого железа и луженой меди при нарушении покрытия? Составьте уравнения анодной и катодной реакций.

197. В чем сущность протекторной защиты металлов от коррозии? Приведите пример протекторной защиты железа в электролите, содержащем растворенный кислород. Составьте уравнения анодного и катодного процессов.

198. Напишите уравнения реакций электрохимической коррозии пары Fe — Pd при pH 10 и 25°C. Сколько и какого металла прокорродировало, если в процессе коррозии поглотилось 28 мл O₂ и выделилось 112 мл H₂. Определите, чему равен коррозионный ток, если продолжительность коррозии составляет 3,5 мин. Предложите анодное и катодное покрытие для защиты сплава от электрохимической коррозии.

199. Сколько и какого металла прокорродировало, если пара Cu — Zn находилась при pH 12 в течение 2,5 мин. при комнатной температуре. Установлено, что при этом выделилось 28 мл H₂ и поглотилось 56 мл O₂. Предложите анодное и катодное покрытия для защиты сплава от электрохимической коррозии.

200. Какие анодные и катодные процессы протекают при коррозии Ni — Pt сплава при комнатной температуре, если поглотилось 56 мл O₂ и выделилось 56 мл H₂ в течение 4 мин. Сплав помещен в среду с pH 2. Сколько металла (в г) прокорродировало? Предложите анодные и катодные покрытия для защиты сплава от электрохимической коррозии.

201. Определите термодинамическую возможность газовой коррозии изделия из никеля (Ni) до NiO под действием кислорода с относительным давлением $\bar{p}_{O_2} = 1,4$ при температуре 800°C. Определите парциальное давление кислорода, при котором прекращается газовая коррозия при указанной температуре.

202. Объясните, почему в атмосферных условиях цинк корродирует, а золото нет? Ответ подтвердите расчетами.

203. Возможна ли коррозия олова в водном растворе с pH 6 при контакте с воздухом? При каких значениях pH возможна коррозия с выделением водорода?

204. Возможна ли электрохимическая коррозия свинца (Pb) в водном растворе при pH 6 при контакте с воздухом. Напишите уравнения реакций анодного и катодного процессов. При каких значениях pH возможна коррозия с выделением водорода?

205. Определите, будет ли корродировать медь (Cu) в деаэрированном (без содержания кислорода) растворе при pH = 0.

206. Будет ли протекать электрохимическая коррозия изделия пары Ni — Cu в растворе NiSO₄, имеющего концентрацию 0,04 моль/л при 25°C? Как изменится ЭДС коррозионного элемента, если концентрация ионов Ni²⁺ возросла до 0,06 моль/л?

207. Изделие из железа с алюминиевым покрытием погрузили в 0,01 М

раствор $AlCl_3$. Будет ли протекать коррозия этого изделия при комнатной температуре? Будет ли изменяться ЭДС и как, если концентрация раствора возрастет до 0,03 моль/л?

208. К какому типу покрытий относится олово на меди и на железе? Какие процессы будут протекать при атмосферной коррозии указанных пар в нейтральной среде? Напишите уравнения катодных и анодных реакций.

209. Железное изделие покрыли свинцом. Какое это покрытие — анодное или катодное? Составьте уравнения анодного и катодного процессов коррозии этого изделия при нарушении цельности покрытий во влажном воздухе и в растворе соляной кислоты.

210. Какой металл может служить протектором при защите железа от коррозии в водном растворе с рН 10 в контакте с воздухом. Напишите уравнения протекающих реакций.

Тема 8. Полупроводниковые материалы

Среди простых веществ полупроводниками являются бор, кремний, германий, серое олово, некоторые модификации фосфора, мышьяк и сурьмы, а также селен, теллур и иод. Совсем недавно открыта новая модификация углерода - фуллерит, который является полупроводником в отличие от алмаза и графита. Помимо них известны многочисленные полупроводниковые соединения: оксиды, сульфиды, селениды, теллуриды, арсениды, антимониды, интерметаллические полупроводники, тройные и более сложные полупроводниковые соединения.

Удельная проводимость полупроводников находится в интервале 10^{-10} до $10^4 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ при 300 К. Проводимость полупроводников промежуточная между металлами, с одной стороны, и изоляторами - с другой.

С точки зрения зонной теории полупроводниковые свойства проявляют вещества с полностью заполненной валентной зоной и шириной запрещенной зоны не более 3 эВ ($\approx 290 \text{ кДж/моль}$).

Неорганические полупроводниковые вещества, как правило, обладают координационной структурой, то есть в их пространственных решетках отсутствуют молекулы. Другими словами, они обладают немолекулярной структурой. Поэтому макроскопическое тело полупроводника состоит либо из большого числа одинаковых атомов (простое вещество), либо также из большого числа (порядка числа Авогадро) различных атомов (соединение).

Важнейшая задача химии полупроводников - создание новых полупроводниковых материалов. В настоящее время широкое практическое применение получили полупроводники, являющиеся простыми веществами, прежде всего германий и кремний, а также соединения элементов V группы периодической системы с элементами III группы, например: GaAs, GaP, InAs и другие бинарные полупроводники. Все они имеют кристаллическую решетку, подобную решетке алмаза, и называются алмазоподобными полупроводниками.

Важнейшая область применения полупроводниковых материалов-

микроэлектроника. Полупроводниковые материалы составляют основу современных интегральных схем, которые делают главным образом на основе Si. В больших масштабах используют полупроводниковые материалы для изготовления "силовых" электронных приборов (вентили, тиристоры, мощные транзисторы). Здесь также основным материалом является Si, а дальнейшее продвижение в область более высоких рабочих температур связано с применением GaAs, SiC и других широкозонных полупроводниковых материалов.

Примеры выполнения заданий по теме 8 приведены в литературе [2, раздел 5]; [5, 8]; [9, глава 11]; [10, глава 7].

211. Охарактеризуйте элементы, расположенные в 4 группе главной подгруппы Периодической системы. Какие из них проявляют полупроводниковые свойства?

212. Охарактеризуйте элементы, расположенные в 5 группе главной подгруппы Периодической системы. Какие из них используются для получения примесных полупроводников?

213. Охарактеризуйте элементы, расположенные в 6 группе главной подгруппы Периодической системы. Какие из них проявляют полупроводниковые свойства?

214. Охарактеризуйте элементы, расположенные в 7 группе главной подгруппы Периодической системы. Какие из них используют для получения полупроводников?

215. Охарактеризуйте элементы, расположенные в 8 группе главной подгруппы Периодической системы. Назовите области применения этих элементов?

216. Отличие полупроводниковых материалов от проводников и изоляторов.

217. Электронная и дырочная типы проводимости в полупроводниках.

218. Магнитные свойства полупроводниковых материалов.

219. Почему оксиды d-элементов являются типичными полупроводниками, а оксиды металлов главных подгрупп в обычных условиях - диэлектрики?

220. p-n-переход в полупроводниках.

221. С точки зрения зонной теории какие вещества и почему проявляют полупроводниковые свойства?

222. В чем заключается принципиальное отличие зонной перекристаллизации германия и кремния?

223. Почему при формировании областей p-типа в кремниевых приборах в качестве диффундирующей примеси используется бор, хотя галлий и алюминий имеют более высокие коэффициенты диффузии?

224. Факторы, влияющие на электрическую проводимость полупроводников.

225. Приведите основные характеристики некоторых, наиболее широко употребляемых полупроводниковых материалов.

226. Почему для изготовления большинства полупроводниковых приборов требуются монокристаллы и не могут быть использованы поликристаллические образцы?

227. Какие преимущества кремния обуславливают его широкое применение при изготовлении транзисторов и интегральных микросхем?

228. Основные физико-химические свойства силицидов и области их применения.

229. Какие виды точечных дефектов могут существовать в элементарных полупроводниках?

230. Стеклообразные полупроводниковые материалы - халькогенидные и оксидные: получение, свойства и области применения.

231. Легирование полупроводниковых материалов электронного и дырочного типов проводимости.

232. Использование примесей тяжелых и благородных металлов (Fe, Ni, Cr, W, Cu, Ag, Au и др.) в полупроводниковых материалах.

233. Основные характеристики наиболее распространенных примесей в важнейших полупроводниковых материалах.

234. Дайте характеристику собственным точечным дефектам в Ge и Si.

235. Области применения полупроводниковых материалов в зависимости от состава и свойств.

236. Некристаллические полупроводниковые материалы. Приведите примеры.

237. Органические полупроводники. Приведите примеры.

238. Методы получения полупроводников.

239. Химические методы очистки материалов.

240. Охарактеризуйте элементы, расположенные в 3 группе главной подгруппы Периодической системы. Какие из них проявляют полупроводниковые свойства?

Тема 9. Диэлектрические материалы. Полимеры

Электроизоляционными материалами (диэлектриками) называют вещества, слабо проводящие электрический ток. Они применяются для электроизоляции, то есть для электрического отделения друг от друга проводящих частей, находящихся под разными электрическими потенциалами.

По свойствам и технологии изготовления диэлектрики разделяют на органические и неорганические.

Органические изоляционные материалы – это разнообразные соединения углерода с другими химическими элементами (водородом H, кислородом O, азотом N, галогенами и другими). Эти материалы обладают высокими электротехническими и механическими свойствами, однако, имеют относительно низкую нагревостойкость и склонность к старению.

Неорганические изоляционные материалы содержат кремний, кислород, алюминий и другие металлы. Они отличаются нагревостойкостью

и стабильностью свойств во время эксплуатации.

Промежуточными свойствами обладают *элементоорганические* изоляционные материалы – вещества, в химический состав которых помимо углерода входят такие элементы, как кремний, алюминий, фосфор и другие.

Полиэтилен высокого давления имеет степень кристалличности $< 60\%$, температура плавления $= 115^\circ\text{C}$. Полиэтилен весьма устойчив к действию агрессивных сред. Ценное качество – диэлектричность. Широко применяется для изготовления высокочастотных кабелей. Этот материал может использоваться как в чистом виде, так и в совокупности с другими полимерами, в виде пленок, лаков, компаундов, обладающих высокой водо- и химической стойкостью.

Подобными свойствами обладает также полистирол. Он линеен и неполярен, термопластичен, не гигроскопичен и обладает устойчивостью к воде, кислотам и щелочам, но растворяется в ацетоне, эфире и некоторых других растворителях. Он является очень хорошим диэлектриком и широко применяется в высококачественной изоляции, в телевидении и средствах связи. Из полистирола готовят конденсаторы, антенны, высокочастотные кабели, он используется как важный материал в приборостроении, особенно, когда нужно высокое сопротивление деформации. На основе полистирола изготавливают компаунды, лаки, пленки, поропласты. Недостаток – низкая теплостойкость и хрупкость, температура размягчения $80 - 85^\circ\text{C}$.

Примеры выполнения заданий по теме 9 приведены в литературе [1, раздел 4, глава 13, 14]; [2, тема 3]; [5, главы 8, 9, 10].

241. Волокно лавсан является продуктом поликонденсации терефталевой кислоты и этиленгликоля. Какая масса терефталевой кислоты вступает в реакцию со 150 г раствора этиленгликоля $\text{C}_2\text{H}_4(\text{OH})_2$ ($\omega = 35\%$)? Соотношение между числом молекул терефталевой кислоты и этиленгликоля $2 : 1$. Какая масса смолы при этом образуется?

242. Рассчитайте массу глифталевой смолы, которая образуется, если в реакции поликонденсации участвует 115 г ортофталевой кислоты. Соотношение между числом молекул ортофталевой кислоты и глицерина равно $2 : 1$. Какая масса раствора глицерина $\text{C}_2\text{H}_5(\text{OH})_3$ ($\omega = 25\%$) необходима для реакции?

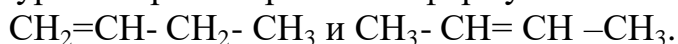
243. Составьте схему процесса сополимеризации бутилена и стирола, приняв, что число молекул бутилена и стирола, входящих в состав макромолекулы полимера, находится в соотношении $2 : 3$. Вычислите, какой объем бутилена (н. у.) и какая масса стирола нужны для получения 425 кг полимера, если производственные потери составляют 25% .

244. Составьте уравнение реакции полимеризации стирола. Определите массу стирола, которую нужно взять для получения 1 т полистирола, если потери в производстве составляют 15% . Рассчитайте коэффициент полимеризации.

245. Напишите уравнение реакции получения метилового эфира метакриловой кислоты и реакцию полимеризации его в

полиметилметакрилат. Рассчитайте массу полиметилметакрилата, которая получится, если 43,0 г метакриловой кислоты взаимодействует с избытком метилового спирта, а коэффициент полимеризации равен 150.

246. Напишите уравнения реакции полимеризации изомеров бутилена, структура которых выражается формулами



Представьте изотактическую и атактическую структуру полимеров.

247. Как осуществить следующие превращения



Составьте уравнения реакций.

248. Напишите уравнение реакции полимеризации пропилена. Представьте изотактическую и атактическую структуры полимера.

249. Составьте уравнение реакции получения изопренового каучука полимеризацией изопрена.

250. Для получения синтетического волокна «нитрон» в качестве мономера используют акрилонитрил $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CN}$. Составьте уравнение полимеризации этого мономера.

251. Напишите уравнение реакции поликонденсации карбамида с уксусным альдегидом, исходя из того, что с каждым 3 моль карбамида вступают в реакцию 2 моль альдегида. Рассчитайте массу смолы, которая получится, если в реакции участвуют 15 кг карбамида и 12 кг альдегида.

252. В производстве ацетатного волокна получают эфир целлюлозы и уксусной кислоты. Составьте уравнение реакции, считая, что при этерификации образуется диацетилцеллюлоза. Найдите массу диацетилцеллюлозы, которая образовалась при взаимодействии целлюлозы с 500 мл раствора с концентрацией 1 моль/л CH_3COOH .

253. Какая масса раствора акриловой кислоты ($\omega = 15\%$) вступит в реакцию с этиловым спиртом, если в результате реакции образовалось 53 г этилакрилата? Сколько граммов раствора этилового спирта ($\omega=40\%$) вступило в реакцию? Чему равен коэффициент полимеризации этилакрилата, если в результате реакции образовалось 1590 г смолы?

254. Определите массу этилакриловой кислоты, которая вступает в реакцию с 225 г раствора пропилового спирта $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$ ($\omega=30\%$). Какая масса полимера получится в результате реакции, если коэффициент полимеризации равен 32?

255. Волокно энант получают поликонденсацией аминоксантовой кислоты (энантовая кислота — седьмой член в гомологическом ряду предельных одноосновных карбоновых кислот). Напишите уравнение реакции поликонденсации и определите массу аминоксантовой кислоты, которая потребуется для получения 150 г смолы.

256. Напишите схему сополимера стирола и акрилонитрила, считая, что образуется полимер с регулярным чередованием мономерных звеньев в соотношении 1 : 1.

257. Каковы различия в свойствах предельных и непредельных

углеводородов? Составьте схему образования каучука из дивинила и стирола. Что такое вулканизация?

258. Какие соединения называют элементоорганическими, кремнийорганическими? Укажите важнейшие свойства кремнийорганических полимеров. Как влияет на свойства кремнийорганических полимеров увеличение числа органических радикалов, связанных с атомами кремния?

259. Какие соединения называют диолефинами? Составьте схему полимеризации одного из диолефинов. Укажите три состояния линейных полимеров. Чем характеризуется переход из одного состояния в другое?

260. Полимером какого непредельного углеводорода является натуральный каучук? Напишите структурную формулу этого углеводорода. Как называют процесс превращения каучука в резину? Чем по строению и свойствам различаются каучук и резина?

261. Составьте уравнение полимеризации масляного альдегида. Определите массу раствора масляного альдегида ($\omega = 12\%$), необходимую для получения 500 кг полимера. Чему равен коэффициент полимеризации?

262. Составьте уравнения реакций получения полихлорвинила, если в качестве исходного вещества взять ацетилен.

263. Напишите уравнения реакции полимеризации формальдегида. Какое количество полимера образуется, если для реакции взято 250 кг раствора формальдегида с массовой долей НСОН 40 %? Определите коэффициент полимеризации, если массовая доля потерь 10 %.

264. Составьте схему реакции поликонденсации между уксусным альдегидом и фенолятом натрия, считая, что на 2 моль фенолята натрия потребуется 1 моль уксусного альдегида. Какая масса $\text{СН}_3\text{СООН}$ ($\omega = 35\%$) потребуется для получения 300 кг смолы?

265. Муравьиный альдегид вступает в реакцию поликонденсации с мочевиной (карбамидом) $\text{СО}(\text{NH}_2)_2$ и образует синтетическую карбамидную смолу. Напишите уравнение реакции поликонденсации, считая, что на 2 моля карбамида необходим 1 моль формальдегида. Определите массу карбамида, которая потребуется для получения 50 кг смолы

266. Напишите уравнение реакции полимеризации формальдегида и определите коэффициент полимеризации в реакции получения полиформальдегида со средней молекулярной массой, равной 45 000.

267. Напишите уравнение реакции холодной вулканизации дивинилового (бутадиенового) каучука и рассчитайте массу SCl_2 , необходимую для вулканизации 200 кг каучука, если вулканизированный каучук содержит 5 % серы.

268. Напишите уравнение реакции получения политетрафторэтилена (фторопласта-4) и определите среднюю молекулярную массу полимера, если коэффициент полимеризации равен 1200.

269. Чему равен коэффициент полимеризации бутадиен нитрильного каучука, если средняя молекулярная масса его составляет 395 000?

Составьте уравнение реакции полимеризации.

270. Определите содержание (%) стирольных звеньев в образце бутадиенстирольного каучука, если при титровании бромом 0,274 г каучука присоединяют 0,173 г Br_2 .

Тема 10. Магнитные материалы

Магнитными называются материалы (вещества), способные под действием внешнего магнитного поля приобретать специфические свойства.

Магнитные свойства вещества определяются природой атомных носителей магнетизма и видом их взаимодействия. В зависимости от внешних условий одно и то же вещество может обладать различными магнитными свойствами. Источником магнетизма вещества являются внутримолекулярные и внутриатомные электрические токи. Элементарным источником магнетизма вещества считают замкнутый (круговой) ток, который возникает за счет орбитального вращения электрона в атомах и вращения электрона вокруг своей оси (электронный спин). Основной величиной, характеризующей магнитные свойства вещества, является *магнитный момент* – произведение тока замкнутого контура и его площади. Магнитным моментом обладают элементарные частицы, атомное ядро, электронные оболочки атомов и молекул.

Все материалы по магнитным свойствам классифицируются на слабомагнитные (диамагнетики и парамагнетики) и сильномагнитные (ферромагнетики и ферриты).

Диамагнетик – вещество, способное слабо намагничиваться во внешнем магнитном поле. В отсутствие внешнего магнитного поля это вещество немагнитно. К диамагнетикам относятся, например, кремний Si, фосфор P, цинк Zn, медь Cu, золото Au, серебро Ag, а также многие органические и неорганические соединения.

Парамагнетик – вещество, способное намагничиваться во внешнем магнитном поле по направлению поля. В отсутствие поля – вещество немагнитно. Образец парамагнитного вещества притягивается к полюсам магнита (диамагнитные – отталкиваются). К парамагнетикам относятся, например, алюминий Al, титан Ti, ванадий V.

Ферромагнетик – кристаллическое вещество, имеющее магнитоупорядоченное состояние (ферромагнитный порядок) при температурах ниже точки Кюри, при котором происходит параллельная ориентация атомных носителей магнитных моментов. Среди химических элементов ферромагнитны железо Fe, кобальт Co и никель Ni.

Феррит – вещество, содержащее сложные окислы железа и других химических элементов. Феррит сочетает ферромагнитные, полупроводниковые и диэлектрические свойства. Остов кристаллической структуры феррита составляют анионы кислорода, в промежутках между которыми располагаются катионы железа и других металлов. В таком веществе возникает магнитное упорядочение со значительными уровнями намагниченности и высокими

значениями температуры Кюри. Феррит широко используют для производства сердечников высокочастотных контуров, ферритовых антенн, СВЧ вентиляей, небольших постоянных магнитов динамических громкоговорителей и другое.

Примеры выполнения заданий по теме 10 приведены в [1, раздел 4, глава 11]; [2, тема 4].

271. Можно ли получить железо восстановлением водородом магнетита Fe_3O_4 , с образованием водяного пара при стандартных состояниях всех веществ и 298 К? Определите области температур, при которых этот процесс может протекать самопроизвольно при стандартных состояниях всех веществ.

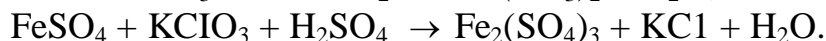
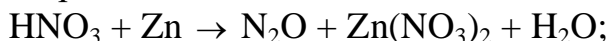
272. Можно ли получить железо восстановлением магнетита углеродом с образованием CO_2 при 298 К и стандартных состояниях всех веществ? Определите области температур, при которых этот процесс может протекать самопроизвольно при стандартных состояниях всех веществ.

273. Можно ли получить железо восстановлением монооксидом углерода при стандартных состояниях всех веществ и 298 К? При каких температурах этот процесс может протекать самопроизвольно?

274. Можно ли получить железо восстановлением Fe_2O_3 алюминием при 298 К?

275. Почему комплекс $[\text{PtCl}_4]^{2-}$ парамагнитен, а комплекс $[\text{PtCl}_6]^{2-}$ диамагнитен?

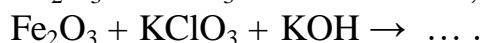
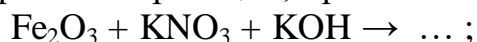
276. Реакции выражаются схемами:



Составьте электронные уравнения. Расставьте коэффициенты в уравнениях реакций. Для каждой реакции укажите, какое вещество является окислителем, какое — восстановителем; какое вещество окисляется, какое — восстанавливается.

277. При действии хлора на суспензию гидроксида железа (III) в растворе KOH образуется K_2FeO_4 . Напишите уравнение реакции.

278. Закончите уравнения реакций, протекающих при сплавлении:

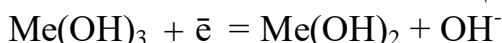


279. Напишите уравнение реакции между BaFeO_4 и концентрированной соляной кислотой. Ответ обосновать.

280. Напишите уравнение реакции между K_2FeO_4 и иодидом калия в серноокислой среде. Ответ обосновать.

281. Что происходит со взвесью малорастворимого карбоната железа (II) в воде а) при насыщении ее диоксидом углерода; б) при стоянии на воздухе. Напишите уравнения реакций.

282. Окислительно-восстановительные потенциалы систем



имеют для гидроксидов железа (II), кобальта (II) и никеля (II) соответственно следующие значения: - 0,56; +0,20 и 0,49 В. Объясните различное поведение

гидроксидов железа, кобальта и никеля в щелочной среде по отношению к кислороду воздуха.

283. Как относятся гидроксиды железа (III), кобальта (III) и никеля (III) к соляной кислоте, серной кислоте. Напишите уравнения реакций.

284. Какие соединения образует железо, кобальт и никель с оксидом углерода. Как объяснить различный состав этих соединений, исходя из электронных структур незаряженных атомов Fe, Co и Ni.

285. Какие степени окисления характерны для металлов семейства железа. Ответ обосновать.

286. Как превратить а) соль железа (III) в соль железа (II); б) соль железа (II) в соль железа (III). Привести примеры реакций.

287. Описать электронное строение карбонильных соединений железа и никеля. Для чего применяются эти соединения?

288. Как изменяется устойчивость к окислению в ряду Fe(II) – Co(II) – Ni(II)? Как изменяется окислительная способность в ряду Fe(III) – Co(III) – Ni(III)?

289. Какие железоуглеродные сплавы называют сталями, какие – чугунами. Каковы их свойства?

290. Перечислить известные способы переработки чугуна в сталь. Какие химические процессы протекают при этом?

291. Написать уравнения реакций взаимодействия алюминия: а) с разбавленными серной и азотной кислотами; б) с концентрированными серной и азотной; в) с водным раствором гидроксида натрия.

292. При работе гальванического элемента
$$\text{Al} / \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 // \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 / \text{Cr}$$
восстановилось до свободного металла 31,2 г хрома. Определить, насколько уменьшилась масса алюминиевого электрода.

293. Дать краткую характеристику кремния, указав: а) электронное строение атома и его валентные возможности; б) химические свойства свободного кремния.

294. Указать аллотропные модификации фосфора и различия в их свойствах. Сохраняются ли эти различия после перехода фосфора в газообразное состояние? Как доказать, что красный и белый фосфор представляют собой аллотропные модификации одного и того же элемента?

295. Написать уравнение реакций растворения цинка в кислотах: а) хлороводородной; б) серной (концентрированной и разбавленной); в) азотной (концентрированной и разбавленной); г) в щелочи.

296. На основании значения стандартных окислительно-восстановительных потенциалов решить, в какой среде цинк является более сильным окислителем.

297. Гидроксид меди (II) растворим в разбавленных кислотах и в растворе аммиака. Однотипны ли протекающие при этом реакции? Написать в молекулярном и ионном виде соответствующие уравнения реакций?

298. Что произойдет при действии на медь кислотами: а)

хлороводородной разбавленной; б) азотной разбавленной; в) азотной концентрированной? Написать уравнения протекающих реакций.

299. В чем заключается процесс рафинирования меди? Что происходит при этом с содержащимися в черновой меди примесями более активных (Zn, Ni) и менее активных (Ag, Hg) металлов?

300. Из навески латуни массой 1,6645 г при анализе получено 1,3466 г Cu (SCN)₂ и 0,0840 г. SnO₂. Вычислить массовую долю меди, олова и цинка в анализируемой пробе.

Таблица 1 - Варианты заданий

Номер вар-та	Номера задач, относящихся к данному заданию									
01	1	31	61	91	121	151	181	211	241	271
02	2	32	62	92	122	152	182	212	242	272
03	3	33	63	93	123	153	183	213	243	273
04	4	34	64	94	124	154	184	214	244	274
05	5	35	65	95	125	155	185	215	245	275
06	6	36	66	96	126	156	186	216	246	276
07	7	37	67	97	127	157	187	217	247	277
08	8	38	68	98	128	158	188	218	248	278
09	9	39	69	99	129	159	189	219	249	279
10	10	40	70	100	130	160	190	220	250	280
11	11	41	71	101	131	161	191	221	251	281
12	12	42	72	102	132	162	192	222	252	282
13	13	43	73	103	133	163	193	223	253	283
14	14	44	74	104	134	164	194	224	254	284
15	15	45	75	105	135	165	195	225	255	285
16	16	46	76	106	136	166	196	226	256	286
17	17	47	77	107	137	167	197	227	257	287
18	18	48	78	108	138	168	198	228	258	288
19	19	49	79	109	139	169	199	229	259	289
20	20	50	80	110	140	170	200	230	260	290
21	21	51	81	111	141	171	201	231	261	291
22	22	52	82	112	142	172	202	232	262	292
23	23	53	83	113	143	173	203	233	263	293
24	24	54	84	114	144	174	204	234	264	294
25	25	55	85	115	145	175	205	235	265	295
26	26	56	86	116	146	176	206	236	266	296
27	27	57	87	117	147	177	207	237	267	297
28	28	58	88	118	148	178	208	238	268	298
29	29	59	89	119	149	179	209	239	269	299
30	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300

Список литературы

- 1 Коровин Н.В. Общая химия. - М.: Высшая школа, 2005.
- 2 Покровский Ф.Н. Материалы и компоненты радиоэлектронных систем: Учебное пособие для вузов. - М.: Горячая линия – Телеком, 2005.
- 3 Султанбаева Б.М. Химия: Учебное пособие. - Алматы: АУЭС, 2011.- 81 с.
- 4 Глинка Н.Л. Общая химия. - М.: Юрайт, 2011.
- 5 Материаловедение. Технология конструкционных материалов: Учебное пособие под редакцией В.С.Чередниченко. - М.: Омега – Л, 2006.
- 6 Коровин Н.В. Задачи и упражнения по общей химии. - М.: Астрель, 2006.
- 7 Батаева Е.В., Буданова А.А. Задачи и упражнения по общей химии. - М.: Издательский центр «Академия», 2010.- 160 с.
- 8 Артюхин В.В. Компоненты электроники в радиотехнических устройствах: Учебное пособие. – Алматы: АУЭС, 2012.- 249 с.
- 9 Глинка Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии.- М.: Кнорус, 2012.
- 10 Общая химия. Теория и задачи: Учебное пособие/Под ред. Н.В. Коровина и Н.В. Кулешова. - СПб.: Издательство «Лань», 2014.- 496 с.

Содержание

Введение	3
1 Расчетно-графическая работа №1. Строение атома. Химическая связь. Типы взаимодействия молекул. Проводниковые материалы. Электрохимические процессы.....	4
Тема 1. Строение атома. Периодическая система химических элементов Д.И.Менделеева.....	4
Тема 2. Химическая связь.....	7
Тема 3. Типы взаимодействия молекул.....	10
Тема 4. Проводниковые материалы. Химия металлов.....	12
Тема 5. Электрохимические процессы. Гальванический элемент...	16
2 Расчетно-графическая работа №2. Электролиз. Коррозия и защита металлов. Полупроводниковые материалы. Диэлектрические материалы. Магнитные материалы.....	19
Тема 6. Электролиз.....	19
Тема 7. Коррозия и защита металлов.....	23
Тема 8. Полупроводниковые материалы.	27
Тема 9. Диэлектрические материалы. Полимеры.....	29
Тема 10. Магнитные материалы.....	33
Варианты заданий.....	36
Список литературы	37