

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича
Столетовых»
(ВлГУ)

Институт информационных технологий и радиоэлектроники

Кафедра радиотехники и радиосистем

ХИМИЯ РАДИОМАТЕРИАЛОВ

Методические материалы к практическим работам по дисциплине
«Химия радиоматериалов» для студентов ВлГУ,
обучающихся по направлению 11.03.02 «Инфокоммуникационные
технологии и системы связи»

Составил: д.т.н., профессор каф. РТиРС
Полушин П.А.

Владимир – 2018

I.

1. Плотность газа по воздуху равна 1,17. Определить молекулярную массу газа.

Решение: Из закона Авогадро следует, что при одном и том же давлении и одинаковых температурах массы (m) равных объемов газов относятся, как их молярные массы (M)

$$m_1/m_2 = M_1/M_2,$$

где m_1/m_2 – относительная плотность первого газа по второму, обозначаемая как D .

Следовательно, по условию задачи:

$$D = M_1/M_2 = 1,17.$$

Средняя молярная масса воздуха M_2 равна 29,0 г/моль. Тогда: $M_1 = 1,17 \cdot 29,0 = 33,9$ г/моль, что соответствует молекулярной массе, равной 33,9.

2. Определить молекулярную массу газа, если при нормальных условиях 0,824 г его занимают объем 0,260 л.

Решение. При нормальных условиях один моль любого газа занимает объем 22,4 л. Вычислив массу 22,4 л данного газа, можно узнать его молярную массу.

0,824 г газа занимают объем	0,260 л
x -----	22,4 л

$$x = 22,4 \cdot 0,824 / 0,260 = 71,0 \text{ г}$$

Следовательно, молярная масса газа равна 71,0 г/моль, а его молекулярная масса – 71.

3. Вычислить молярную массу газа, если его масса 600 мл при нормальных условиях равна 1,714 г. *Ответ:* 64,0 г/моль.

4. Масса 0,001 м³ газа (0° С, 101,33 кПа) равна 1,25 г. Вычислить: а) молярную массу газа; б) массу одной молекулы газа. *Ответ:* 28 г/моль; $4,65 \cdot 10^{-23}$ г.

5. Масса 0,001 м³ газа при нормальных условиях равна 0,0021 кг. Определить молярную массу газа и его плотность по воздуху. *Ответ:* 47 г/моль; 1,62.

6 Из скольких атомов состоят пары ртути, если плотность паров по воздуху равна 6,92? *Ответ:* из одной.

7. При некоторой температуре плотность паров серы по азоту равна 9,14. Из скольких атомов состоит молекула серы при этой температуре? *Ответ:* из восьми.

8. Чему равна плотность хлора по воздуху: а) 2,44; б) 3,0; в) можно определить только опытным путем. *Ответ:* а).

9. Газообразный оксид содержит 30,4% азота. В молекулу оксида входит один атом азота. Чему равна плотность газа по кислороду: а) 0,94; б) 1,44; в) 1,50? *Ответ:* б).

10. При нормальных условиях масса 2,24 л газа равна 2,8. Чему равна молекулярная масса газа: а) 14; б) 28; в) 42? *Ответ:* б).

II.

1. Найти простейшую формулу окиси хрома, содержащую по массе 68,4% хрома.

Решение: Обозначим число атомов хрома и кислорода в простейшей формуле окиси через x и y . Атомные массы этих элементов равны 52 и 16. Поэтому массы хрома и кислорода в составе окиси относятся, как $52x : 16y$. По условиям задачи это отношение равно $68,4 : 31,6$. Следовательно, $52x : 16y = 68,4 : 31,6$.

Отсюда $x : y = (68,4 : 52) : (31,6 : 16) = 1,32 : 1,98$.

Чтобы выразить полученное отношение целыми числами, разделим оба его члена на меньший из них:

$x : y = (1,32 : 1,32) : (1,98 : 1,32) = 1 : 1,5 = 2 : 3$.

Таким образом, простейшая формула окиси хрома : Cr_2O_3 .

2. При полном сжигании 2,66 г некоторого вещества получилось 1,54 г CO_2 и 4,48 г SO_2 . Найти простейшую формулу вещества.

Решение: Состав продуктов горения показывает, что вещество содержало углерод и серу. Кроме этих двух элементов в состав его мог входить и кислород.

Массу углерода, входившего в состав вещества, находим по массе образовавшегося CO_2 . Молярная масса CO_2 равна 44 г/моль; при этом в одном моле CO_2 содержится 12 грамм углерода. Находим массу углерода m , содержащуюся в 1,54 г CO_2 :

$44 : 12 = 1,54 : m, m = 12 \cdot 1,54 : 44 = 0,42$ г.

Вычисляя аналогичным образом массу серы, содержащуюся в 4,48 г SO_2 , получаем 2,24 г.

Таким образом, в сгоревшем веществе на 0,42 г углерода приходится 2,24 г серы. Так как сумма этих двух масс равна общей массе сгоревшего вещества (2,66 г), то кислорода в нем не содержится.

Вычисляем отношение числа атомов углерода (x) и серы (y) в молекуле сгоревшего вещества:

$$x : y = (0,42 : 12) : (2,24 : 32) = 1,035 : 0,070 = 1 : 2.$$

Следовательно, простейшая формула вещества CS_2 .

3. Газообразное соединение азота с водородом содержит по массе 12,5% водорода. Плотность соединения по водороду равна 16. Найти молекулярную формулу соединения.

Решение: Находим отношение числа атомов азота (x) к числу атомов водорода (y) в молекуле соединения:

$$x : y = (87,5 : 14) : (12,5 : 1) = 6,25 : 12,5 = 1 : 2.$$

Простейшая формула соединения NH_2 . Этой формуле отвечает молекулярная масса, равная 16. Истинную молекулярную массу вещества находим, исходя из плотности по водороду:

$$M = 2 \cdot 16 = 32.$$

Таким образом, истинная молекулярная масса вещества вдвое больше вычисленной по его простейшей формуле. Следовательно, молекулярная формула соединения N_2H_4 .

4. Найти простейшую формулу вещества, содержащего (по массе) 43,4% натрия, 11,3% углерода и 45,3% кислорода. *Ответ:* Na_2CO_3 .

5. Найти простейшую формулу вещества, в состав которого входят водород, углерод, кислород и азот в соотношении масс 1:3:4:7. *Ответ:* COH_4N_2

6. Найти простейшую формулу оксида ванадия, зная, что 2,73 г оксида содержат 1,53 г металла. *Ответ:* V_2O_5 .

7. Вещество содержит (по массе) 26,53% калия, 35,37% хрома и 38,10% кислорода. Найти его простейшую формулу. *Ответ:* $K_2Cr_2O_7$.

8. Найти молекулярную формулу масляной кислоты, содержащей (по массе) 54,5% углерода, 36,4% кислорода и 9,1% водорода, зная, что плотность ее паров по водороду равна 44. *Ответ:* $C_4H_8O_2$

9. Найти молекулярную формулу вещества, содержащего (по массе) 93,75% углерода и 6,25% водорода, если плотность этого вещества по воздуху равна 4,41. *Ответ:* $C_{10}H_8$.

10. При сгорании 4,3 г углеводорода образовалось 13,2 г CO_2 . Плотность пара углеводорода по водороду равна 43. Вывести молекулярную формулу вещества. *Ответ:* C_6H_{14} .

11. При взрыве смеси, полученной из одного объема некоторого газа и двух объемов кислорода, образуются два объема CO_2 и один объем N_2 . Найти молекулярную формулу газа. *Ответ:* C_2N_2 .

12. Найти молекулярную формулу соединения бора с водородом, если масса 1 л этого газа равна массе 1 л азота, а содержание бора в веществе составляет 78,2% (масс.). *Ответ:* B_2H_8 .

13. Вычислить массу азота, содержащегося в 1 кг: а) калийной селитры KNO_3 ; б) аммиачной селитры NH_4NO_3 ; в) аммофоса $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$. *Ответ:* а) 138,5 г; б) 350 г; в) 212 г.

14. Какую массу железа можно получить из 2 т железной руды, содержащей 94% (масс.) Fe_2O_3 ? *Ответ:* 1315 кг.

15. При сжигании 3,00 г антрацита получилось 5,30 л CO_2 , измеренного при нормальных условиях. Сколько процентов углерода (по массе) содержит антрацит? *Ответ:* 94,6%.

16. Сколько литров гремучего газа (условия нормальные) получается при разложении 1 моля воды электрическим током? *Ответ:* 33,6 л.

17. Какой объем ацетилена (условия нормальные) можно получить взаимодействием воды с 0,80 кг CaC_2 ? *Ответ:* 0,28 м³.

119. Сколько граммов NaCl можно получить из 265 г Na_2CO_3 ? *Ответ:* 292,5 г.

18. Какой объем воздуха потребуется для сжигания 1 м³ газа, имеющего следующий состав по объему: 50% H_2 , 35% CH_4 , 8% CO , 2% C_2H_4 и 5% негорючих примесей? Объемное содержание кислорода в воздухе равно 21%. *Ответ:* 5,0 м³.

19. При пропускании водяного пара над раскаленным углем получается водяной газ, состоящий из равных объемов CO и H_2 . Какой объем водяного газа (условия нормальные) может быть получен из 3,0 кг угля? *Ответ:* 11,2 м³.

20. Карбонат кальция разлагается при нагревании на CaO и CO_2 . Какая масса природного известняка, содержащего 90% (масс.) CaCO_3 , потребуется для получения 7,0 т негашеной извести? *Ответ:* 13,9 т.

21. К раствору, содержащему 6,8 г AlCl_3 , прилили раствор, содержащий 5,0 г KOH . Найти массу образовавшегося осадка. *Ответ:* 2,3 г.

22. Через раствор, содержащий 7,4 г гидроксида кальция, пропустили 3,36 л диоксида углерода, взятого при нормальных условиях. Найти массу вещества, образовавшегося в результате реакции. *Ответ:* 10 г.

23. При обработке раствором гидроксида натрия 3,90 г смеси алюминия с его оксидом выделилось 840 мл газа, измеренного при нормальных условиях. Определить процентный состав (по массе) исходной смеси. *Ответ:* 17,3% алюминия.

24. 5,10 г порошка частично окисленного магния обработали соляной кислотой. При этом выделилось 3,74 л H_2 , измеренного при нормальных условиях. Сколько процентов магния (по массе) содержалось в образце? *Ответ:* 79,6%.

25. Из навески чугунных стружек массой 3,4260 г после соответствующей обработки получили 0,0998 г SiO_2 . Вычислить процентное содержание (по массе) кремния в анализируемом чугуне. *Ответ:* 1,36%.

26. При взаимодействии соляной кислоты с 1,20 г сплава магния с алюминием выделилось 1,42 л водорода, измеренного при 23°C и давлении 100,7 кПа. Вычислить процентный состав сплава (по массе). *Ответ:* 49,2% магния, 50,8% алюминия.

27. Простейшая формула гидразина NH_2 . Какова его истинная формула, если плотность пара гидразина по воздуху равна 1,1: а) NH_2 ; б) N_2H_4 ; в) N_3H_6 ? *Ответ:* б)

28. Простейшая формула соединения углерода с водородом CH_2 . Какова истинная формула соединения, если масса 1 л газа равна массе 1 л азота: а) C_3H_6 ; б) C_2H_4 ; в) C_4H_8 ? *Ответ:* б).

29. Какова молекулярная формула соединения азота с кислородом, если плотность этого газа по водороду равна 15: а) NO ; б) N_2O ; в) NO_2 ? *Ответ:* а).

30. При разложении CaCO_3 выделилось 11,2 л CO_2 . Чему равна масса KOH , необходимая для связывания выделившегося газа в карбонат: а) 56 г; б) 112 г; в) 28 г? *Ответ:* а).

31. Определить реакцию среды в растворе после взаимодействия 90 г NaOH с 73 г HCl : а) нейтральная; б) кислая; в) щелочная. *Ответ:* в)

III.

1. Символ одного из изотопов элемента $^{52}_{24}\text{Э}$. Указать: а) название элемента; б) число протонов и нейтронов в ядре; в) число электронов в электронной оболочке атома. *Ответ:* Cr.

2. Ядро атома некоторого элемента содержит 16 нейтронов, а электронная оболочка этого атома – 15 электронов. Назвать элемент, изотопом которого является данный атом. Привести запись его символа с указанием заряда ядра и массового числа. *Ответ:* $^{31}_{15}\text{P}$

3. Массовое число атома некоторого элемента равно 181, в электронной оболочке атома содержится 73 электрона. Указать число протонов и нейтронов в ядре атома и название элемента. *Ответ:* Ta.

4. В природных соединениях хлор находится в виде изотопов ^{35}Cl [75,5% (масс.)] и ^{37}Cl [24,5% (масс.)]. Вычислить среднюю атомную массу природного хлора. *Ответ:* 35,49

5. Природный магний состоит из изотопов ^{24}Mg , ^{25}Mg , ^{26}Mg . Вычислить среднюю атомную массу природного магния, если содержание отдельных изотопов в атомных процентах соответственно равно 78,6, 10,1 и 11,3. *Ответ:* 24,32.

6. Природный галлий состоит из изотопов ^{71}Ga и ^{69}Ga . В каком количественном соотношении находятся между собой числа атомов этих изотопов, если средняя атомная масса галлия равна 69,72? *Ответ:* 1 : 1,78.

7. Найти массу изотопа ^{81}Sr ($T_{1/2}=8,5$ ч), оставшуюся через 25,5 ч хранения, если первоначальная масса его составляла 200 мг. *Ответ:* 25 мг.

8. Вычислить процент атомов изотопа ^{128}I ($T_{1/2}=25$ мин), оставшихся не распавшимися после его хранения в течение 2,5 ч. *Ответ:* 1,56%.

9. Сколько α и β^- -частиц должно было потерять ядро ^{226}Ra для получения дочернего элемента с массовым числом 206, принадлежащего IV группе периодической системы элементов? Назвать этот элемент. *Ответ:* $^{206}_{82}\text{Pb}$.

10. Изотоп ^{40}K превращается в изотоп ^{40}Ca . Какой тип радиоактивного распада при этом реализуется: а) α -распад; б) β^- -распад; в) β^+ -распад; г) захват электрона; д) спонтанное деление? *Ответ:* б)

11. Как изменяется массовое число и заряд атома при испускании одной α -частицы и двух β^- -частиц: а) заряд уменьшится на 2, а массовое число – на 4; б) заряд увеличится на 2, а массовое число уменьшится на 4; в) заряд не

изменится, а массовое число уменьшится на 4; г) ни заряд, ни массовое число не изменятся? *Ответ:* в).

IV.

1. В каком направлении будут перемещаться электроны во внешней цепи следующих гальванических элементов: а) $\text{Mg}|\text{Mg}^{2+}||\text{Pb}^{2+}|\text{Pb}$; б) $\text{Pb}|\text{Pb}^{2+}||\text{Cu}^{2+}|\text{Cu}$; в) $\text{Cu}|\text{Cu}^{2+}||\text{Ag}^{+}|\text{Ag}$, если все растворы электролитов одномолярные? Какой металл будет растворяться в каждом из этих случаев? *Ответ:* а) от Mg к Pb; б) от Pb к Cu; в) от Cu к Ag.

2. Гальванический элемент состоит из серебряного электрода, погруженного в 1М раствор AgNO_3 , и стандартного водородного электрода. Написать уравнения электродных процессов и суммарной реакции, происходящей при работе элемента. Чему равна его э.д.с.? *Ответ:* 0,80 В.

3. Э.д.с. гальванического элемента, состоящего из стандартного водородного электрода и свинцового электрода, погруженного в 1 М раствор соли свинца, равна 126 мВ. При замыкании элемента электроны во внешней цепи перемещаются от свинцового к водородному электроду. Чему равен потенциал свинцового электрода? Составить схему элемента. Какие процессы протекают на его электродах? *Ответ:* – 0,126 В.

4. Рассчитать электродные потенциалы магния в растворе его соли при концентрациях иона Mg^{2+} 0,1, 0,01 и 0,001 моль/л. *Ответ:* –2,39 В; - 0,21 В; - 0,63 В.

5. Вычислить потенциал водородного электрода, погруженного: в чистую воду; в раствор с $\text{pH}=3,5$; в раствор с $\text{pH}=10,7$. *Ответ:* – 0,41 В; – 0,21 В; – 0,63 В.

6. Потенциал водородного электрода в некотором водном растворе равен - 118 мВ. Вычислить активность ионов H^+ в этом растворе. *Ответ:* 0,01 моль/л.

7. Вычислить потенциал свинцового электрода в насыщенном растворе PbBr_2 , если $[\text{Br}^-]=1$ моль/л, а $\text{PP}(\text{PbBr}_2)=9,1 \cdot 10^{-6}$. *Ответ:* – 0,28 В.

659. Можно ли составить такой гальванический элемент, во внешней цепи которого электроны перемещались бы от электрода с более положительным стандартным потенциалом к электроду с более отрицательным стандартным потенциалом? Дать объяснение. *Ответ:* Можно.

8. Гальванический элемент составлен из стандартного цинкового электрода и хромового электрода, погруженного в раствор, содержащий ионы Cr^{3+} . При

какой концентрации ионов Cr^{3+} э.д.с. этого элемента будет равна нулю?

Ответ: 0,1 моль/л.

9. Э.д.с. гальванического элемента, составленного из двух водородных электродов, равна 272 мВ. Чему равен рН раствора, в который погружен анод, если катод погружен в раствор с рН=3? *Ответ:* 7,6.

10. Имеется окислительно-восстановительная система $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} + e^- \leftrightarrow [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$. При соотношении концентраций окисленной и восстановленной форм потенциал этой системы будет равен 0,28 В? *Ответ:* 0,044.

1. Чему равен потенциал водородного электрода при рН=10: а) -0,59 В; б) -0,30 В; в) 0,30 В; г) 0,59 В? *Ответ:* а).

12. На сколько изменится потенциал цинкового электрода, если раствор соли цинка, в который он погружен, разбавить в 10 раз: а) возрастет на 59 мВ; б) уменьшится на 59 мВ; в) возрастет на 30 мВ; г) уменьшится на 30 мВ? *Ответ:* г).

13. Водородный электрод погружен в раствор с рН=0. На сколько изменится потенциал электрода, если раствор нейтрализовать до рН=7: а) увеличится на 59 мВ; б) увеличится на 0,41 В; в) уменьшится на 0,41 В; г) уменьшится на 59 мВ? *Ответ:* в).

14. Имеется гальванический элемент $\text{Pb}|\text{Pb}^{2+}||\text{Ag}^+|\text{Ag}$. Как изменится его э.д.с., если в раствор, содержащий ионы свинца, добавить сероводород: а) увеличится; б) уменьшится; в) останется неизменной? *Ответ:* а).

15. Каким из предлагаемых способов можно увеличить э.д.с. гальванического элемента $\text{Pt}, \text{H}_2|\text{HCl}(\text{C}_1)||\text{HCl}(\text{C}_2)|\text{H}_2, \text{Pt}$: а) уменьшить концентрацию HCl у катода; б) уменьшить концентрацию HCl у анода; в) увеличить концентрацию HCl у катода; г) увеличить концентрацию HCl у анода? *Ответ:* б); в).

16. Гальванический элемент составлен из двух водородных электродов, из которых один – стандартный. В какой из перечисленных растворов следует погрузить другой электрод для получения наибольшей э.д.с.: а) 0,1 М HCl ; б) 0,1 М CH_3COOH ; в) 0,1 М H_3PO_4 ? *Ответ:* б).

V.

1. По какому принципу элементы объединяются в группы и подгруппы?
2. Почему у элемента VII группы – марганца преобладают металлические свойства, тогда как стоящие в той же группе галогены являются типичными неметаллами? дать ответ, исходя из строения атомов указанных элементов.
3. Как изменяются валентные возможности и координационные числа элементов главных подгрупп с ростом заряда ядер их атомов? Разобрать на примере элементов VI группы. Написать формулы серной, селеновой и теллуровой кислот.
4. Как изменяется устойчивость высших оксидов и гидроксидов в главных и побочных подгруппах с ростом заряда ядер атомов элемента? Ответ подтвердить примерами.
5. Чем объясняется отличие свойств элементов 2-го периода от свойств их электронных аналогов в последующих периодах?
6. В чем проявляется диагональное сходство элементов? Какие причины его вызывают? Сравнить свойства бериллия, магния и алюминия.
7. Каковы общие закономерности изменения физических и химических свойств простых веществ, образуемых элементами главных подгрупп периодической системы элементов: а) в периоде; б) в группе?
8. Как изменяются кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства высших оксидов и гидроксидов элементов с ростом заряда их ядер: а) в пределах периода; б) в пределах группы?
9. Чем объяснить сходство химических свойств лантаноидов?
10. С каким элементом более сходен молибден по свойствам – с селеном или с хромом? Чем это объясняется?
11. Исходя из положения элементов в периодической системе, определить: а) у какого из гидроксидов – $\text{Sn}(\text{OH})_2$ или $\text{Pb}(\text{OH})_2$ – более выражены основные свойства; б) какая из солей гидролизует в большей степени: станнат натрия или плюмбат натрия; в) какой из оксидов является более сильным окислителем: SnO_2 или PbO_2 .
12. Какими химическими свойствами обладает искусственно полученный элемент с порядковым номером 87? С каким из элементов периодической системы он наиболее сходен?

VI.

943. Охарактеризовать аллотропные модификации углерода и указать причину различия их свойств.

945. Охарактеризовать физические и химические свойства диоксида углерода и области его практического применения.

946. Какие равновесия устанавливаются в водном растворе CO_2 ? Как влияет повышение температуры раствора на смещение этих равновесий? Можно ли приготовить 1 н. раствор угольной кислоты?

947. Можно ли получить нейтральный раствор, прибавив к раствору угольной кислоты строго эквивалентное количество щелочи? Ответ мотивировать.

948. Почему при получении диоксида углерода из мрамора на последний действуют соляной кислотой, а не серной? Какой объем CO_2 (условия нормальные) можно получить из 1 кг мрамора, содержащего 96% (масс.) CaCO_3 ? *Ответ:* 215 л.

950. Вычислить рН 0,01 М раствора карбоната калия. *Ответ:* 11,16.

951. Для получения соды раствор NaOH разделили на две равные порции, одну из них насытили CO_2 , после чего смешали с другой порцией. Какое вещество образовалось после насыщения первой порции? Какая реакция произошла при смешении первой порции со второй? 952. Как химическим путем можно освободить CO_2 от примеси SO_2 ?

954. Какой объем CO_2 (условия нормальные) можно получить из 210 г NaHCO_3 : а) прокаливанием; б) действием кислоты? *Ответ:* а) 28 л; б) 56 л.

955. Описать свойства оксида углерода (II), указав: а) электронное строение молекулы с позиций методов ВС и МО; б) отношение к воде и к водным

956. В каких случаях при горении угля образуется CO ? Почему опасность появления угара при закрывании печи уменьшается по мере уменьшения накала углей

958. Карбид кальция получают по схеме $\text{CaO} + \text{C} \rightarrow \text{CaC}_2 + \text{CO}$. Вычислить массу CaO , необходимую для получения 6,4 т CaC_2 . Какой объем CO при этом образуется (условия нормальные)? *Ответ:* 5,6 т; 2240 м³.

959. Указать состав и свойства синильной кислоты. Почему соли этой кислоты необходимо хранить в плотно закрытых сосудах?
960. Дать краткую характеристику кремния, указав: а) электронное строение атома и его валентные возможности; б) химические свойства свободного кремния.
961. Охарактеризовать физические и химические свойства диоксида кремния, его отношение к воде, кислотам и щелочам.
963. Какую кислоту нельзя хранить ни в обычной стеклянной посуде, ни в посуде из кварцевого стекла? Почему?
965. Написать уравнение гидролиза Na_2SiO_3 . Как изменится степень гидролиза Na_2SiO_3 при добавлении к раствору хлорида аммония?
967. Какие из перечисленных газов при пропускании их через раствор щелочи вступают с ней в реакцию: а) CO ; б) CO_2 ; в) HCN ; г) CF_4 ? *Ответ: б); в).*

Литература

Основная литература

1. Аналитическая химия. Теоретические основы и лабораторный практикум. В 2 кн. Кн. 2. Физико-химические методы анализа [Электронный ресурс]: практикум / Александрова Э.А., Гайдукова Н.Г. - М. : КолосС, 2013. - (Учебники и учебные пособия для студентов высших учеб. заведений). - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785953207423.html>
2. Химия и физика полимеров [Электронный ресурс] / Кулезнев В.Н., Шершнева В.А. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : КолосС, 2013. - (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений). - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785953204668.html>
3. Общая и неорганическая химия. Программа, методические указания, примеры решения задач и контрольные задания для студентов заочников химико-технологических специальностей вузов [Электронный ресурс] / В.И. Елфимов, А.И. Бережной, И.Б. Аликина, А.И. Ярошинский. - М. : Абрис, 2012. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200377.html>

Дополнительная литература

1. Физико-технологические основы макро-, микро- и наноэлектроники [Электронный ресурс] / Барыбин А.А., Томилин В.И., Шаповалов В.И. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2011. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922113212.html>
2. Справочник по общей и неорганической химии [Электронный ресурс] / Лидин Р. А. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : КолосС, 2013. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785953204651.html>
3. Физическая и коллоидная химия. Практикум обработки экспериментальных результатов [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Беляев А.П. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2015. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970434864.html>