

Федеральное агентство по образованию

Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ И ПИЩЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ



Кафедра общей, неорганической  
и аналитической химии

## ХИМИЯ

Методические указания и контрольные задания  
для студентов 1-го курса  
специальностей 070200, 170600, 060800  
факультета заочного обучения и экстерната



*Handwritten signature in blue ink, possibly reading 'И. Б. Б.' or similar.*

Санкт-Петербург 2004

32. Почему марганец проявляет металлические свойства, а хлор – неметаллические? Ответ мотивируйте строением атомов этих элементов. Напишите формулы оксидов и гидроксидов этих элементов.

33. Какую низшую степень окисления проявляют водород, фтор, сера и азот? Почему? Составьте формулы соединений кальция с данными элементами в этой их степени окисления. Как называют соответствующие соединения?

34. У какого из *p*-элементов пятой группы периодической системы – фосфора или сурьмы – сильнее выражены неметаллические свойства? Какое из водородных соединений данных элементов является более сильным восстановителем? Ответ мотивируйте строением атома этих элементов.

35. Какую высшую степень окисления могут проявлять германий, ванадий, марганец и ксенон? Почему? Составьте формулы оксидов данных элементов, отвечающих этой степени окисления.

36. Распределите электроны атома серы по квантовым ячейкам. Сколько неспаренных электронов у атома серы в нормальном и возбужденном состояниях? Как объясняет спиновая теория наличие у серы четной переменной валентности?

37. Распределите электроны атома хлора по квантовым ячейкам. Сколько неспаренных электронов у его атома в нормальном и возбужденном состояниях? Как объясняет спиновая теория наличие у хлора нечетной переменной валентности?

38. Что следует понимать под спинвалентностью атома того или иного элемента в отличие от его степени окисления (окислительного числа)? Чему равны спинвалентность и степень окисления азота в соединениях  $N_2$ ,  $NH_2OH$ ,  $N_2H_4$ ,  $NH_3$ ?

39. Как объясняет спиновая теория валентности четырехвалентность углерода в большинстве его соединений? Чему равна степень окисления (окислительное число) углерода в соединениях  $HCN$ ,  $CF_4$ ,  $HCOOH$  и  $CO_2$ ?

40. Распределите электроны атома азота и фосфора по квантовым ячейкам. Объясните, почему, с точки зрения спинвалентности, пятивалентное состояние для азота невозможно, а для фосфора – возможно.

## Тема 2. ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ

41. Что называется электрическим моментом диполя? В каких единицах он выражается? Какие из молекул HF, HCl, ICl, HI имеют наибольший момент диполя? Ответ мотивируйте исходя из электроотрицательности соответствующих элементов.

42. Какую химическую связь называют ионной? Как она образуется и какими свойствами обладает? Что следует понимать под эффективным зарядом атома в соединении?

43. Какой тип связи осуществляется в кристаллах металлов? Какие кристаллические структуры называют ионными, атомными, молекулярными и металлическими?

44. Какую химическую связь называют водородной? В каких случаях она осуществляется? Почему температура кипения воды аномально высокая в сравнении с ее аналогами?

45. Какие силы молекулярного взаимодействия называют ориентационными, индукционными и дисперсионными?

46. Исходя из значений электроотрицательности определите, какой характер – чисто ионный, чисто ковалентный или ковалентно-полярный – имеет связь в соединениях: а) CaO; б) NH<sub>3</sub>; в) O<sub>2</sub>; г) CO<sub>2</sub>?

47. В чем сущность донорно-акцепторного механизма образования ковалентной связи? Чему равна максимальная ковалентность азота? Какие связи осуществляются в ионе NH<sub>4</sub><sup>+</sup>?

48. Как метод ВС объясняет линейную структуру молекулы CO<sub>2</sub>? Сколько σ- и π-связей и за счет каких электронов образует углерод в этой молекуле? Имеет ли молекула CO<sub>2</sub> электрический момент диполя? Почему?

49. Как метод ВС объясняет строение молекулы H<sub>2</sub>O? Почему угол между связями Н–О близок к тетраэдрическому?

50. Как метод ВС объясняет направленность ковалентной связи? Как метод ВС объясняет строение молекулы NH<sub>3</sub>? Почему угол между связями Н–N близок к тетраэдрическому?

51. Как метод ВС объясняет линейную форму молекулы BeCl<sub>2</sub>? Почему угол между связями в молекуле H<sub>2</sub>O близок к тетраэдрическому?

52. Как метод ВС объясняет строение молекул BF<sub>3</sub> и CH<sub>4</sub>?

### Тема 3. КЛАССЫ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

71. На сжигание 0,5 г металла требуется 0,23 л кислорода (н.у.). Какой это металл, если его валентность равна двум?

72. Некоторый элемент образует водородное соединение, содержащее 8,9 % водорода. Вычислите относительную атомную массу элемента, если в этом соединении он трехвалентен. Составьте формулу данного гидрида.

73. При растворении в кислоте 0,45 г металла выделилось 0,25 л водорода. Определить, какой металл был взят, если известно, что его валентность равна двум.

74. При растворении в кислоте 11,2 г металла выделилось 6,72 л водорода. Определить, какой это металл, если его валентность равна трем?

75. На нейтрализацию 8,2 г фосфористой кислоты  $H_3PO_3$  израсходовано 11,2 г КОН. Вычислите количество вещества и основность кислоты и напишите уравнение реакции.

76. На нейтрализацию гидросульфата натрия затратили 0,20 г гидроксида натрия. Написать уравнение реакции и рассчитать массу продукта.

77. Вычислите количество вещества нитрата гидроксомеди  $CuOHNO_3$ , находящейся в растворе, если сероводород, пропущенный через раствор соли объемом 11,2 л, полностью прореагировал.

78. Вычислите количество вещества и массы гидрофосфата натрия в реакции его с хлоридом алюминия, если масса образовавшегося фосфата алюминия равна 12,2 г.

79. На нейтрализацию 6,6 г фосфорноватистой кислоты  $H_3PO_2$  пошло 4,0 г гидроксида натрия. Вычислите количество вещества фосфорноватистой кислоты, ее основность и напишите уравнение реакции нейтрализации.

80. Сколько граммов магния надо взять, чтобы получить такой же объем водорода, какой был получен при взаимодействии 26,97 г алюминия с серной кислотой?

81. Ацетат гидроксожелеза (III)  $Fe(OH)_2CH_3COO$  нейтрализован азотной кислотой. Напишите уравнение реакции и рассчитайте массу азотной кислоты, если в исходном растворе 2 моль основной соли.

129. Для растворения 8,4 г металла потребовалось 7,35 г серной кислоты. Вычислите молярную массу эквивалента металла и объем выделившегося водорода.

130. Вычислите молярные массы эквивалентов металла и серы, если 6,48 г металла образуют 6,96 г оксида и 7,44 г сульфида.

### Тема 5. ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОТЕКАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

131. Что называют теплотой образования (энтальпией) данного соединения? Вычислите, сколько литров азота (н. у.) участвовало в реакции с водородом при образовании аммиака, если оказалось, что при этом выделилось 18,45 кДж теплоты.

132. При сгорании газообразного этана образуются  $\text{CO}_2(\text{г})$  и  $\text{H}_2\text{O}(\text{ж})$ . Напишите термохимическое уравнение этой реакции, вычислив ее тепловой эффект.

133. Тепловой эффект реакции сгорания моля жидкого бензола с образованием паров воды и диоксида углерода равен  $-3135,48$  кДж. Напишите термохимическое уравнение этой реакции и вычислите теплоту образования  $\text{C}_6\text{H}_6(\text{ж})$ .

134. Вычислите теплоту образования гидроксида кальция исходя из термохимических уравнений



135. При сгорании 1 моля жидкого бензола образуются диоксид углерода и пары воды. Приведите термохимическое уравнение этой реакции, вычислив ее тепловой эффект, если известно, что мольная теплота парообразования  $\text{C}_6\text{H}_6(\text{ж})$  равна  $+33,9$  кДж.

136. При взаимодействии газообразных метана и сероводорода образуются сероуглерод  $\text{CS}_2(\text{г})$  и водород. Напишите термохимическое уравнение этой реакции, вычислив ее тепловой эффект.

137. Кристаллический хлорид аммония образуется при взаимодействии газообразных  $\text{NH}_3$  и  $\text{HCl}$ . Приведите термохимическое уравнение этой реакции, вычислив ее тепловой эффект. Сколько теплоты выделится, если в реакции было израсходовано 10 л аммиака в пересчете на н.у.?

172. До какого объема надо довести раствор, содержащий 33,6 гидроксида калия, чтобы его концентрация стала 0,1 моль/л?

173. Какой объем раствора гидроксида калия с массовой долей 25 % надо взять для приготовления 2,5 л 0,8 М раствора? (плотность 25 %-го раствора составляет 1,24 г/см<sup>3</sup>).

174. Какой объем раствора серной кислоты с массовой долей 10 % надо взять для приготовления 3,0 л 0,6 М раствора? (плотность 10 %-го раствора составляет 1,066 г/см<sup>3</sup>).

175. Какой объем раствора гидроксида натрия с массовой долей 15 % надо взять для осаждения всего железа из 700 мл 1,8 М раствора FeCl<sub>3</sub>? (плотность 15 %-го раствора составляет 1,165 г/см<sup>3</sup>).

176. Вычислить молярную и моляльную концентрации раствора гидроксида калия с массовой долей 30 % ( $\rho = 1,290$  г/см<sup>3</sup>).

177. Вычислить молярную и моляльную концентрации раствора гидроксида натрия, в 300 мл которого содержится 120 г NaOH ( $\rho = 1,330$  г/см<sup>3</sup>).

178. Вычислить молярную и моляльную концентрации раствора ортофосфорной кислоты, в 500 мл которого содержится 294 г H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> ( $\rho = 1,2$  г/см<sup>3</sup>).

179. Определить молярность и моляльность раствора серной кислоты с массовой долей 28 % ( $\rho = 1,202$  г/см<sup>3</sup>). Сколько такого раствора нужно использовать для нейтрализации 800 мл 0,5 М раствора NaOH?

180. Плотность раствора NaCl с массовой долей 20 % равна 1,148 г/см<sup>3</sup>. Вычислите молярность и моляльность этого раствора.

181. Вычислите молярность, моляльность и массовую долю раствора азотной кислоты, в 300 мл которого содержится 158 г HNO<sub>3</sub> ( $\rho = 1,257$  г/см<sup>3</sup>).

182. К 100 мл 80 %-го раствора азотной кислоты ( $\rho = 1,455$  г/см<sup>3</sup>) прибавили 400 мл воды. Получили раствор с плотностью 1,128 г/см<sup>3</sup>. Чему равны массовая доля, молярность и моляльность полученного раствора?

183. Для полного осаждения бария из 100 г 15 %-го (по массе) раствора хлорида бария потребовалось 14,4 мл раствора серной кислоты. Найти молярность раствора серной кислоты.

184. Какой объем 36,5 %-го раствора хлороводородной кислоты необходимо взять для приготовления 1 л 0,15 М раствора? ( $\rho(36,5\%) = 1,180$  г/см<sup>3</sup>).

198. Давление пара воды при  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  равно  $1,01325 \cdot 10^5$  Па. Вычислить давление пара над раствором карбамида  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  с массовой долей  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  4 % при данной температуре.

199. Давление пара эфира при  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$  равно  $0,86392 \cdot 10^5$  Па. Сколько молей вещества надо растворить в 40 молях эфира, чтобы понизить давление пара при данной температуре на  $0,13303 \cdot 10^5$  Па?

200. В 5 г воды содержится  $1,2 \cdot 10^{22}$  молекул карбамида  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ . Каково давление насыщенных паров воды над этим раствором при  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ?

201. Какой из растворов, взятых в одинаковом объеме и содержащих равное число граммов растворенного вещества, имеет при одинаковой температуре большее осмотическое давление – нафталина  $\text{C}_{10}\text{H}_{18}$  или антрацена  $\text{C}_{14}\text{H}_{10}$ ?

202. Равные объемы растворов формалина  $\text{HCHO}$  и глюкозы  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  при данной температуре обладают одинаковым осмотическим давлением. В каком весовом отношении взяты эти вещества?

203. Вычислите криоскопическую константу бензола, зная, что при растворении 0,0125 моля вещества в 125 г бензола температура его кристаллизации понижается на 0,512 град.

204. Температура кипения сероуглерода  $46,20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а эбуллиоскопическая константа его 2,36 град. Раствор, содержащий 0,512 г серы и 10 г сероуглерода, кипит при  $46,67\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Из скольких атомов состоят молекулы серы, растворенной в сероуглероде?

205. Найти истинную формулу бороводорода, если растворение 2,43 г вещества в 500 г бензола повышает температуру кипения последнего на  $0,452\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $E_{\text{бенз.}} = 2,57$ ), а массовая доля в соединении составляет 78,2 %.

206. При растворении 15 г хлороформа в 400 г эфира температура кипения повысилась на  $0,665\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Определите молекулярную массу хлороформа ( $E_{\text{эф}} = 2,12$ ).

207. Водный раствор, содержащий 5,18 г растворенного вещества в 155,18 г раствора, кристаллизуется при  $-1,39\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Вычислите молекулярную массу растворенного вещества ( $K_{\text{H}_2\text{O}} = 1,86$ ).

293. Составьте схемы двух гальванических элементов, в одном из которых медный электрод выполнял бы роль катода, а в другом – анода. Напишите для каждого из этих элементов электронные уравнения реакций, протекающих на катоде и аноде.

294. При какой концентрации катионов  $[\text{Cu}^{2+}]$  в водном растворе в моль/л значение потенциала медного электрода становится равным стандартному потенциалу водородного электрода?

295. Составьте схему, напишите электронные уравнения электродных процессов и вычислите ЭДС гальванического элемента, состоящего из серебряных электродов, погруженных первый в 0,01 моль/л, а второй – в 0,1 моль/л водные растворы нитрата серебра.

296. Составьте схемы двух гальванических элементов, в одном из которых никелевый электрод выполнял бы роль катода, а в другом – анода. Напишите для каждого из этих элементов электронные уравнения реакций, протекающих на катоде и аноде.

297. Железная и серебряная пластины соединены внешним проводником и погружены в раствор серной кислоты. Составьте схему данного гальванического элемента и напишите электронные уравнения процессов, протекающих на катоде и аноде.

298. Составьте схему, напишите электронные уравнения электродных процессов и вычислите ЭДС гальванического элемента, состоящего из пластин кадмия и магния, погруженных в водные растворы своих солей с концентрацией катионов  $[\text{Mg}^{2+}] = [\text{Cd}^{2+}] = 0,01$  моль/л. Изменится ли величина ЭДС, если концентрацию каждого из ионов повысить до 1,0 моль/л?

299. При какой концентрации катионов  $[\text{Fe}^{2+}]$  в водном растворе в моль/л значение потенциала железного электрода будет на 0,02 В меньше его стандартного электродного потенциала?

300. Цинковый электрод в водном растворе его соли имеет потенциал минус 0,87 В. Вычислить молярную концентрацию катионов  $[\text{Zn}^{2+}]$ .

301. При какой концентрации катионов  $[\text{Pb}^{2+}]$  в водном растворе значение потенциала свинцового электрода станет равным значению стандартного потенциала водородного электрода?

302. Вычислить ЭДС гальванического элемента, составленного из цинкового электрода, погруженного в водный раствор сульфата цинка с молярной концентрацией растворенного вещества 0,01 моль/л,



322. Электролиз водного раствора серной кислоты проводили при силе тока 6А в течение 5 ч. Составьте электронные уравнения процессов, происходящих на электродах, и вычислите объемы (н.у.) выделившихся на электродах веществ.

323. Электролиз водного раствора гидроксида калия проводили при силе тока 0,5А в течение 4 ч. Составьте электронные уравнения процессов, происходящих на электродах, и вычислите объемы (н.у.) выделившихся на электродах веществ.

324. Электролиз водного раствора хлорида натрия проводили при силе тока 5А в течение 3 ч. Составьте электронные уравнения процессов, происходящих на электродах, и вычислите объемы (н.у.) выделившихся на электродах веществ.

325. При электролизе водного раствора соли трехвалентного металла при силе тока 1,5А в течение 30 мин на катоде выделилось 1,071 г металла. Вычислить атомную массу металла.

326. При электролизе расплава хлорида щелочного металла образовалось 0,448 л хлора (н.у.) и 1,56 г металла. Определите, хлорид какого металла подвергли электролизу?

327. В растворе содержится 6,2 г сульфата никеля. Определите силу тока, при которой можно выделить весь никель из раствора в течение 2 ч.

328. На сколько граммов уменьшится масса серебряного анода, если электролиз водного раствора нитрата серебра проводить при силе тока 2А в течение 45 мин? Составьте электронные уравнения процессов, происходящих на электродах.

329. При электролизе водного раствора соли двухвалентного металла при силе тока 5А в течение 6 ч на катоде выделилось 32,8 г металла. Вычислите атомную массу металла.

330. Сколько времени потребуется для разложения 2 молей воды при силе тока 2А? Составьте электронные уравнения процессов, протекающих на электродах.

331. Составьте электронные уравнения процессов, происходящих на графитовых электродах при электролизе водного раствора гидроксида калия. Сколько литров газа (н.у.) выделится на аноде, если электролиз проводить в течение 30 мин при силе тока 0,5А?

420. Вычислите объемные доли газов в кислородно-гелиевой смеси с плотностью по водороду, равной 15.

421. Сколько электричества (в А·ч) потребуется для выделения 1 м<sup>3</sup> водорода (н.у.) при электролизе воды? Какой объем кислорода выделится при этом?

422. При какой силе тока производительность электролитической ванны составит 100 м<sup>3</sup> водорода (при н.у.) в сутки?

423. Сколько литров водорода (20 °С и 100 кПа) выделится при взаимодействии 165 г железа с 1 кг 30 %-го раствора HCl? Сколько граммов HCl не войдет при этом в реакцию?

424. Вычислите  $\Delta G_{298}^{\circ}$  процессов окисления аммиака с образованием соответственно оксида азота (II) и молекулярного азота. Какой из этих процессов наиболее вероятен при сжигании аммиака? Каким образом достигают преимущественного течения процесса окисления NH<sub>3</sub> в NO в промышленности?

425. Вычислите  $\Delta G_{298}^{\circ}$  реакций разложения KClO<sub>3</sub>(к) и Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(к), имея в виду выделение кислорода и образование KCl(к) и Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>(к). Какое из этих соединений менее устойчиво к нагреванию и может быть использовано для получения кислорода?

426. Для определения содержания кислорода в воздухе 200 мл последнего смешали со 100 мл водорода, затем смесь взорвали. После окончания реакции и конденсации паров воды остаток газов составил 174 мл. Учитывая, что все объемы газов определялись при одинаковых условиях, рассчитайте объемную долю кислорода в воздухе. Определите количество тепла, которое выделилось в процессе этой реакции.

427. Нарисуйте приближенную фазовую диаграмму состояния для CO<sub>2</sub>. Изобразите правильно наклон каждой кривой, отметьте положение тройной и критической точек и соответствующие им давление и температуру. В каком диапазоне давлений твердый CO<sub>2</sub> должен сублимировать? Для построения диаграммы воспользуйтесь следующими физическими характеристиками диоксида углерода:

$$t_{\text{кр}} = 31,04 \text{ }^{\circ}\text{C}; p_{\text{кр}} = 0,51 \text{ МПа}; t_{\text{т.т}} = -56,8 \text{ }^{\circ}\text{C}; p_{\text{т.т}} = 0,1 \text{ МПа}.$$

428. Какой объем водорода (27 °С и 99,7 кПа) получится при разложении 21 г гидроксида кальция? Какой объем 20 %-го раствора HCl ( $\rho = 1,098 \text{ г/см}^3$ ) потребуется для нейтрализации полученного раствора?