**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ**

**ГОУ ВПО «Тверской государственный технический университет»**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_А.В. Твардовский

«\_\_\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

для специальности «Биотехнология» факультет ЗО

Тверь 2015

**1. Цель и задачи дисциплины**

Целью изучения данной дисциплины является изучение основных законов химической термодинамики**,** химической кинетики и приобретение практических навыков.

**2. Разделы дисциплины, виды занятий и бюджет времени студента на основании разделов**



**3. Содержание разделов дисциплины**

3.1 **Введение.** Предмет изучения. Цели и задачи.

3.2. **Основы химической термодинамики:** начала термодинамики,

термодинамические функции, химический потенциал и общие условия

равновесия систем, термодинамические свойства газов и газовых смесей;

3.3. **Фазовые равновесия и свойства растворов:** равновесия в

двухфазных двухкомпонентных системах, равновесия в трехкомпонентных

системах; химическое равновесие;

3.4. **Термодинамическая теория химического сродства** в растворах

электролитов; термодинамическая теория Э.Д.С.;

3.5**. Химическая кинетика:** формальная кинетика, теории

химической кинетики; кинетика сложных гомогенных, фотохимических,

цепных и гетерогенных реакций;

3.6. **Катализ:** гомогенный и ферментативный катализ, адсорбция и

гетерогенный катализ.

**Конспект лекций по разделам:**

**Введение.**

Предмет и содержание курса физической химии. Теоретические и экспериментальные методы физической химии. Основные разделы, структура курса.

**Основы химической термодинамики.**

*Основные понятия и определения химической термодинамики.*

Термодинамические системы и термодинамический метод их описания. Классификация термодинамических систем: открытые, закрытые, изолированные. Классификация термодинамических переменных: внешние, внутренние, экстенсивные, интенсивные. Состояния системы: равновесное (устойчивое, метастабильное), неравновесное, стационарное. Термодинамический процесс. Классификация термодинамических процессов: самопроизвольные, не самопроизвольные, равновесные (квазистатические).

**Начала термодинамики**

*Теплота и работа*. Вычисление работы расширения для различных процессов. *Первый закон термодинамики*, основные формулировки и следствия. Аналитическое выражение первого закона термодинамики. *Внутренняя энергия*, ее свойства как функции состояния системы. Применение первого закона термодинамики. *Термодинамические функции***.** *Закон Гесса и его следствия.* Энтальпия. *Термохимия.* Теплоты химических реакций. Термохимические уравнения. Стандартные состояния и стандартные теплоты химических реакций. Теплоты сгорания. Теплоты образования. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Формула Кирхгофа. Уравнение состояния идеального газа. Уравнения состояния реального газа. Уравнение состояния реального газа Ван-дер-Ваальса. *Второй закон термодинамики.* Самопроизвольные. Несамопроизвольные процессы. Формулировки второго начала термодинамики. Цикл Карно. Энтропия. Уравнения второго начала термодинамики для обратимых и необратимых процессов. Энтропия как критерий направленности и равновесия в изолированной системе. Абсолютная энтропия. Постулат Планка. *Характеристические функции* их свойства и значение для решения практических задач. Энергия Гельмгольца, энергия Гиббса и их свойства. *Химическое равновесие.* Закон действия масс. Константы равновесия. *Химические потенциалы.* Определение, вычисление и свойства химических потенциалов. Химический потенциал идеального и неидеального газов. Применение законов термодинамики к равновесным процессам. *Изотерма Вант-Гоффа****.***

**Фазовые равновесия и свойства растворов:** понятие *фазы, компонента, степени свободы*. Условия фазового равновесия. Правило фаз Гиббса и его вывод. Фазовые переходы первого и второго рода. Уравнение Гиббса-Дюгема для различных термодинамических функций и их использование в термодинамических расчетах. Вычисление коэффициента активности второго компонента. Равновесия в двухфазных двухкомпонентных системах. Применение метода физико-химического анализа и правила фаз Гиббса к двухкомпонентным системам. Равновесие жидкость-пар в двухкомпонентных системах. Давление насыщенного пара жидких растворов. Закон Рауля. Отклонение от закона Рауля. Коэффициенты активности компонентов бинарного раствора и их определение по давлению пара. Стандартные состояния при определении химических потенциалов. Изменение температуры затвердевания различных растворов. Законы Гиббса-Коновалова и их значение при экстракции биологически активных веществ из объектов окружающей среды, разделение и очистка веществ путем ректификации. Азеотропные смеси и их свойства. Равновесия в трехкомпонентных системах. Графическое изображение состава трехкомпонентной системы. Метод Гиббса, метод Розебума. Закон распределения и его значение в процессах ректификации.

**Электрохимия. Термодинамическая теория химического сродства в растворах электролитов.** Классификация растворов электролитов. Причины электролитической диссоциации. Преимущество и недостатки теории Аррениуса. Равновесные процессы в растворах электролитов. Понятия средней ионной активности, среднего ионного коэффициента активности. Современные положения теории электролитической диссоциации. Особенности термодинамических свойств сильных электролитов. Коэффициент активности. Ионные и средние коэффициенты активности. Строение и свойства сильных электролитов. Понятия ионной силы, ионной атмосферы. Механизм образования ионной атмосферы. Закон ионной силы. Основные положения теории Дебая-Гюккеля. *Термодинамическая теория Э.Д.С.* Электрохимический потенциал и условие электрохимического равновесия на границе раздела фаз. Механизм возникновения равновесного электродного потенциала. Понятие нулевого раствора электролита. Равновесные электрохимические цепи и их ЭДС. Классификация электродов**.** Электроды первого, второго рода **(**амальгамные,окислительно-восстановительные, ион-селективные (стеклянный электрод)**.** Зависимость электродных потенциалов от активностей компонентов электрохимической системы для различных типов электродов. Формула Нернста и уравнение Гиббса-Гельмгольца. Определение коэффициентов активностей и чисел переноса на основе измерения ЭДС. Основные положения Международной конвенции об ЭДС и электродных потенциалов. Правила записи электродных реакций, химических реакций в гальваническом элементе и полуэлементе. Виды электродных потенциалов: электрохимический потенциал (Гальвани - потенциал), поверхностный, внешний и внутренний, контактный потенциал (Вольта – потенциал) потенциалы, разности потенциалов Гальвани и Вольта и абсолютного скачка потенциала.

**Химическая кинетика.** Формальная кинетика. Кинетический закон действия масс. Определение скорости реакции. Константа скорости и порядок реакции. Молекулярность элементарных стадий. Механизмы химических реакций. Прямая и обратная задачи химической кинетики. Теории химической кинетики. Кинетика сложных гомогенных, фотохимических, цепных и гетерогенных реакций. *Фотохимические реакции*. Элементарные фотохимические процессы и их параметры. Механизм активизации частиц в процессе фотохимических реакций в окружающей среде. Изменение физических и химических свойств химических веществ в атмосфере (фотохимический смог). Квантовый выход фотохимических процессов. Закон фотохимической эквивалентности Эйнштейна. Принцип независимости скоростей элементарных стадий. Основные положения теории активных столкновений. Основные положения теории переходного комплекса. Термодинамический аспект теории активированного комплекса. Энтропия активации. Роль диффузии в кинетике гетерогенных реакций. Энергия активации в кинетической и внутренней диффузионной области. Элементарные акты химических реакций и физический смысл энергии активации. Поверхность потенциальной энергии взаимодействия. Метод переходного состояния (активированного комплекса). Свойства активированного комплекса. Допущения теории активированного комплекса. Трансмиссионный коэффициент. Статистический расчет константы скорости.

**Катализ.** Гомогенный и ферментативный катализ, адсорбция и гетерогенный катализ. Строение, свойства и структура катализаторов. Факторы, влияющие на активность катализатора .Механизмы каталитических реакций. Теории катализа (мультиплетов Баландина, активных ансамблей Кобозева, кластеров, окислительно-восстановительная и др.). Кинетика и механизм ферментативных реакций.

**Тематика самостоятельных творческих работ студентов**

Основной вид учебных занятий студентов заочной формы обучения -

самостоятельная работа над учебным материалом. Одним из элементов

самостоятельной работы является выполнение письменных ***контрольных***

***заданий.***

***Типовые задания для выполнения контрольных работ***

1. При добавлении 7,098∙105 Па и температуре 37 0С газ занимает объем 37 л. Привести объем газа к нормальным условиям.
2. Каким законам подчиняется идеальный газ? Приведите и поясните математические выражения этих законов.
3. Смесь газов имеет следующий объемный состав: Н2 – 15%, СО2– 86%, азот – 49%. Определить весовое количество каждого компонента и парциальные давления, если объем смеси равен 10л при 63 0С и давлении 3,040∙105 Па.
4. Что такое универсальная газовая постоянная? Как рассчитать ее значение?
5. Определить объем, занимаемый 5г азота при 30 0С и 1,5атм.
6. Каковы отклонения реальных газов от законов идеального газа? Как их можно объяснить? Записать и объяснить уравнение Ван-дер-Ваальса.
7. Вычислить среднюю квадратичную скорость молекул кислорода при условии, что 2,86г кислорода занимает объем 2,8л при давлении 1,2атм.
8. Каковы основные положения молекулярно кинетической теории газов? Запишите и поясните основное уравнение молекулярно кинетической теории.
9. Газ находится в закрытом сосуде при температуре 27 0С. На сколько необходимо повысить температуру, чтобы давление удвоилось?
10. Начертите и поясните кривую распределения молекул газа по скоростям.
11. 2,476 г газа при температуре 90 0С и давлении 0,947атм. Занимают объем 1л. Определить молекулярную массу газа.
12. Начертите изотермы идеального и реального газов. Объясните их форму.
13. Сколько молекул содержится в 1см3 водорода, если 2 г его при 300 К занимают объем 5л?
14. Что понимают под критическим состоянием газа? Какими параметрами оно определяется?
15. Определить, сколько тепла выделится при сгорании 1м3 ацетилена, измеренного при нормальных условиях.
16. Записать аналитическое выражение первого закона термодинамики.
17. Определить тепловой эффект при 298 К реакции восстановления оксида железа (III) алюминием.

18. Как Вы понимаете формулировку: «Первый закон термодинамики утверждает эквивалентность различных форм энергии»?

19. Определить тепловой эффект при 298 К реакции полного восстановления оксидов железа (III) оксидом углерода (III).

20. Что такое функция состояния? Приведите примеры. Является ли объем функцией состояния? Ответ мотивируйте.

21. Вычислите тепловой эффект образования ацетона, если энтальпия его сгорания в стандартных условиях равна -1790кДж/моль.

22. При каких условиях выполняется закон Гесса и почему?

23. Рассчитать тепловые эффекты при постоянном давлении и при постоянном объеме следующих реакций:

а) Н2 + 1/2О2 = Н2О(ж) ; б) С2Н5ОН(ж) = С2Н4 + Н2О(ж) ;

в) 3С2Н2(г) + С6Н6(ж)

24. Одинаковы ли тепловые эффекты одной и той же реакции, происходящей в изохорных или изобарных условиях и почему?

25. Вычислить тепловой эффект реакции при 2980С и стандартном

давлении СаС2 +2Н2О(ж) = Са(ОН)2 + С2Н2

26. Какие процессы, связанные с превращением энергии, происходят в живом организме? Применим ли к ним первый закон термодинамики?

27. Энтальпия сгорания алмаза и графита равны соответственно -395,7кДж/моль. Вычислить энтальпию образования алмаза из графита.

28. Как практически измерить тепловой эффект реакции?

29. Рассчитать энтальпию (в кДж/моль) перехода одного моля моноклинической серы в ромбическую. Энтальпия сгорания моноклинической серы равна -71,03 ккал/моль и -70,96 ккал/моль– ромбической.

30. Как влияет температура на тепловой эффект реакции?

31. Стандартные энтальпии реакций полного окисления твердых глюкозы С6Н12О6 и мальтозы С12Н22О11 равны соответственно: -673,0 и -1350,2ккал/моль (в реакциях получения Н2О(ж)). Вычислить тепловой эффект реакции:

С12Н22О11(тв.) + Н2О(ж) = 2С6Н12О6 (тв)

При постоянном давлении.

32. Энтальпия сгорания этанола равна -1367,66 кДж/моль. Найти энтальпию образования спирта, если при его сгорании образуется вода в жидком состоянии.

33. Определить изменение энтропии при плавлении 1 кг льда, если теплота плавления равна 335 Дж/г.

34. Поясните смысл второго закона термодинамики. Какое значение имеет этот закон в химии, биологии и развитии природных систем?

35. Рассчитать изменение энтропии при нагревании 90 г жидкой воды от 20 до 400С, если удельная теплоемкость воды равна 4,18 Дж∙г-1∙К-1.

36. Что называется обратимым и необратимым процессами? Приведите примеры.

37. Рассчитать Стандартное изменение энтропии при гидратации 12,8 г карбида кальция.

38. Что такое энтропия? Как она изменяется при протекании обратимых и необратимых процессов в изолированных системах?

39. Определить стандартное изменение энтропии при 298 К для реакции сгорания водорода.

40. Что такое термодинамические потенциалы? Приведите примеры.

41. Определите стандартное изменение энтропии при 298 К для реакции полного восстановления оксида железа (III) водородом.

42. Какими основными признаками обладает химическое равновесие?

43. Вычислить стандартное изменение изобарного потенциала для реакции сгорания этанола с образованием жидкой воды.

44. Какие факторы влияют на константу равновесия? Приведите примеры.

45. Вычислить стандартное изменение изобарного потенциала для реакции гидратации карбида кальция.

46. Как выражается константа равновесия в гетерогенных реакциях?

Приведите примеры.

47. Стандартная свободная энергия ΔG0 реакции ассоциации бензойной кислоты: 2С6Н5СООН ↔ (С6Н5СООН)2 равна -14,77 кДж/моль. Рассчитать константу равновесия.

48. Записать и пояснить уравнение изотермы, изобары и изохоры реакции. Какое значение имеют эти уравнения?

49. Определить константу равновесия реакции

SO2 + 1/2O2 ↔ SO3

При 700 К, если известно, что при 500 К Кр=2,138∙105, а энтальпия реакции в этом интервале температур равна -97,97 кДж/моль.

50. Записать и пояснить правило фаз Гиббса. Дать определение всем встречающимся в нем физико-химическим терминам.

51. Значение ΔН0 и ΔG0 для гидролиза АТФ при 36 0С и физиологических значениях рН равны соответственно -4800 и -7000 ккал/моль. Вычислить величину ΔS0 для тех же условий. Какой смысл имеет знак перед величиной ΔS0?

52. При 1000 К и 20 атм. Равновесная смесь газов содержит (по объему) 22,2% СН4, 31,8% СО2, 25,8% СО. Вычислить константы Кр и Кс равновесия реакции: 2СО + 2Н2 ↔ СН4 + СО2

53. Один из способов получения водорода основан на реакции:

Fe + H2O ↔ FeO + H2 Определить Кр при температуре 700 0С и 2 атм, если в

равновесной смеси содержится 63% водорода.

54. Для реакции: С + СО2 ↔ 2СО При 800 0С Кр= 6,6. Определить состав равновесной газовой смеси.

55. Для реакции синтеза аммиака константа равновесия Кр893 =7,3∙106

при 893К, а при 973К Кр973=2,16∙106. Определить тепловой эффект реакции в данном интервале температур и константу равновесия при 983 К.

56. Константа равновесия кс реакции

СН3СООН(ж) + С2Н5ОН(ж) ↔ СН3СООС2Н5(ж) + Н2О(ж)

Равна 4. В каком направлении пойдет реакция, если смешать 10 г

уксусной кислоты, 5,4 г спирта, 7,4 г эфира и 10,8 г воды.

57. Плотность 44%-ного раствора фосфорной кислоты равна 1,285г/см3. Определить молярность, моляльность, нормальность раствора и мольные доли компонентов.

58. Плотность 50%-ного раствора серной кислоты равна 1,390 г/см3. Выразить концентрации в моль/л, моль/1000 г воды, в г-экв.Определить мольные доли компонентов.

59. Раствор карбоната натрия концентрации 1,88 моль/л имеет плотность 1,16 г/см3. Определить процентную, моляльную и нормальную концентрации этого раствора. Вычислить мольные доли карбоната натрия и воды.

60. Что такое растворимость? Какие факторы влияют на растворимость?

61. Смешаны 200мл 0,2М раствора уксусной кислоты и 150мл 0,5М раствора ацетата натрия. Определить нормальные концентрациикислоты и соли в полученной смеси.

62. Какие растворы называются идеальными? Приведите примеры. Какие отклонения от аддитивности наблюдаются в реальных растворах?

63. К 200 мл 0,8М уксусной кислоты добавлено 0,6 г твердого КОН. Определить концентрации компонентов полученного раствора. Изменением объема пренебречь.

64. При некоторой температуре 1л воды растворяет 1л СО2, если парциальное давление СО2 равно 1 атм. Определить молярность раствора, если парциальное давление равно 0,2 атм.

65. Сколько граммов глюкозы необходимо растворить в 200 г воды, чтобы давление паров понизить на 1%?

67. Определить процентную концентрацию раствора мочевины, над которым давление пара воды на 1% ниже давления пара чистой воды.

68. Что сконденсируется в приемнике и останется в колбе при фракционной перегонке раствора состава Х2 (диаграмма состояния представлена на рис. 1?

69. Давление пара диэтилового эфира при 293 К равно 0,582 атм. Определить давление пара эфира над 5%-ным раствором анилина в диэтиловом эфире.

70. Определить процентную концентрацию водного раствора мочевины, если давление паров воды над ним такое же, как над 6%-ным раствором глюкозы.

71. При 293 К давление пара над сероуглеродом равно 0,392 атм., а над раствором, содержащим 5,168 г бензойной кислоты в 100 г сероуглерода, 0,3858 атм. Определить молекулярную массу кислоты.

72. Что такое криоскопия, где применяется это явление? Приведите примеры.

73. При какой температуре замерзает 10-ный раствор сахарозы?

74. Не вычисляя понижения температуры замерзания, расположить в порядке возрастания температур замерзания растворы, содержащие в 100 г воды по одному грамму следующих веществ: метилового спирта, мочевины, глюкозы, сахарозы, глицерина. Ответ обосновать.

75. К 70 г 10%-ного водного раствора мочевины добавлено 100 г воды. При какой максимальной температуре замерзнет полученный раствор?

76. Сколько молекул этанола приходится на 100 г воды, если этот раствор замерзает при -1,0 0С?

77. Водный раствор содержит 1% мочевины и 2% глюкозы. Какова

его температура замерзания?

78. 0,5685 г нафталина (С10Н8) растворены в 25 г п-толуидина. Температура кристаллизации раствора при этом понижается на 0,942 0С. Температура плавления п-толуидина равна 43 0С. Определить удельную теплоту плавления п-толуидина.

79. Температура плавления бензола 5,5 0С, а температура замерзания раствора 0,2242 г камфары в 30,60 г бензола 5,254 0С. Определить молекулярную массу камфары.

80. Почему растворы при постоянном давлении кипят при более высокой температуре, чем растворитель?

81. При какой температуре кипит 10%-ный водный раствор мочевины при нормальном атмосферном давлении?

82. Что такое эбуллиоскопическая постоянная растворителя, от каких факторов она зависит?

83. Определить температуру кипения раствора, содержащего 0,02 моля камфары в 30 г ацетона. Температура кипения ацетона 56,8 0С, а удельная теплота его испарения при этой температуре 129 кал/г.

84. Бензол кипит при 80,1 0С, а его молярная теплота испарения при этой температуре равна 7,355 ккал/моль. При какой температуре кипит раствор нелетучего вещества в бензоле, если его мольная доля равна 0,02?

85. 3,42 г сахарозы растворены в 100 г воды. Определить температуру кипения раствора при давлении 1 атм., если теплота испарения воды при температуре кипения равна 539 кал/г.

86. Сколько граммов сахарозы должно содержаться в 250 мл водного раствора, чтобы он был изотоничен 0,1М раствору мочевины?

87. Сколько граммов сахарозы содержится в 100 г водного раствора при Т=300К, если его осмотическое давление равно 3,03∙105 н/м2?

88. Что представляет собой плазмолиз с точки зрения физической химии?

89. При какой температуре замерзает водный раствор глюкозы, если его осмотическое давление равно 2 атм? Плотность раствора равна единице.

90. Осмотическое давление жидкости в некоторых протопластах равно 5 атм. Какова концентрация водного раствора сахарозы, если он изосмотичен по отношению к жидкости в этих клетках при 30 0С?

91. 60 г вещества растворено в 600 г воды. Плотность этого раствора при 25 0С равна 1,03 г/см3, а осмотическое давление – 2,8 атм. Вычислить молекулярную массу вещества.

92. Что называется степень и константой диссоциации? Какие факторы влияют на эту величину?

93. Раствор, содержащий 3,04 г бензойной кислоты в 125 г воды, кипит при 100…104 0С (давление 1 атм.). К слабым или сильным электролитам относится бензойная кислота?

94. Почему электролиты в растворах диссоциируют на ионы?

95. Раствор, содержащий 0,938 г бромида натрия в 33,5 г воды, замерзает при -0,944 0С. Вычислить кажущуюся степень диссоциации соли в этом растворе? Какой физический смысл имеет кажущуюся степень диссоциации?

96. Сформулируйте основные положения теории электролитической диссоциации. К каким электролитам она применима?

97. Давление пара раствора, содержащего 2,21 г СаСl2 в 100 г воды при 293 К равно 2319,8 Н/м2, а давление пара воды при этой же температуре 2338,5 Н/м2. Вычислить кажущуюся молекулярную массу и кажущуюся степень диссоциации хлорида кальция.

98. Удельная электропроводность 5,96%-ной уксусной кислоты (плотность 1,007 г/см3) равна 0,1320 ом-1∙м-1. Определить эквивалентную электропроводность этого раствора.

99. Определить кажущуюся степень диссоциации хлорида кальция в растворе, содержащем 6,582 г СаСl2 в 200 г воды, если он кипит при 373,18 К, а давление таково, что чистая вода кипит при 372,40 К. Эбуллиоскопическая константа воды равна 0,526.

100. Объясните наблюдаемую на опыте зависимость удельной электропроводности растворов слабых и сильных электролитов от концентрации.

101. Сопротивление ячейки, заполненной 0,01 М КСl (удельная электропроводность при 298 К 0,001413 ом-1∙см-1) равно 31,4 ом. Определить сопротивление 0,0313 М раствора уксусной кислоты в этой ячейке, если эквивалентная электропроводность его 9,2 ом-1∙см2∙г-экв.-1

102. Что называется эквивалентной электропроводностью, почему она растет по мере разбавления раствора?

103. Используя величину константы диссоциации муравьиной кислоты, определить эквивалентную электропроводность ее 0,1М раствора.

104. Удельная электропроводность 0,05 М раствора уксусной кислоты равна 3,24∙10-4 ом-1∙см-1. Вычислить константу диссоциации.

105. Предельная эквивалентная электропроводность перхлората натрия при 25 0С равна 11,746 ом-1∙м2∙кг-экв.-1, подвижность ионов натрия 5,01 ом-1∙м2∙кг-экв.-1. Вычислить подвижность перхлорат-ионов и его число переноса при бесконечном разбавлении.

106. Одинаковые ли числа переноса анионов в растворе хлорида калия и в соляной кислоте одинаковой молярной концентрации? Ответ мотивируйте.

107. Чему равна ионная сила раствора, содержащего в 0,5л 0,1 моля НСl 0,05 моля СаСl2?

108. Что называется водородным показателем, для чего он вводится? Может ли рН иметь отрицательную величину? Ответ мотивируйте.

109. Определить рН 0,2М раствора уксусной кислоты.

110. Какую роль в биологии играет величина рН? Приведите примеры.

111. В 100 мл раствора содержится 3 г уксусной кислоты. Определите рН раствора.

112. Какова биологическая роль буферных растворов? Приведите примеры. С помощью уравнений реакций объясните механизм

буферного действия белков и аминокислот.

113. Рассчитать рН 0,5М раствора аммиака.

114. Смешаны 300 мл 0,3 М раствора аммиака и 200 мл 0,2М соляной кислоты. Определить рН полученного раствора.

115. Определить рН раствора, полученного при добавлении 4,1 г безводного ацетата натрия к 250 мл 0,3М раствора уксусной кислоты. Принять, что объем полученного раствора равен объему исходной кислоты.

116. Определить рН раствора, полученного при смешении 200 мл 0,4М пропионовой кислоты и 150 мл 0,3М едкого натра.

117. Определить рН соляной кислоты, концентрация которой равна 0,2 моль/1000 г Н2О. Средний коэффициент активности при этом равен 0,767.

118. Что такое активность и коэффициент активности? Почему при расчетах свойств растворов электролитов необходимо пользоваться величиной активности?

119. Определить среднюю ионную активность сульфата натрия в растворе, содержащем 1,775г соли в 250 г воды. γ± = 0,586.

120. Что называется ионной силой раствора? Приведите примеры расчета ионной силы раствора, содержащего одновременно две

соли. Для чего вводится понятие ионной силы?

121. Определить рН 1,9%-ного раствора хлорной кислоты, если γ± =0,78.

122. Укажите свойства, различные для растворов сильных и слабых электролитов.

123. рН раствора, содержащего 0,09 моль/л хлорида калия и 0,01 моль/л НСl при 298 К равен 2,078. Определить средний коэффициент активности соляной кислоты в этом растворе.

124. При растворении хлорной кислоты в безводной уксусной кислоте

образуются ионы СlО4- и СН3СООН2+. Объясните это явление с точки зрения кислотности теории Бренста-Лоури.

125. Анализируя величину константы диссоциации гидрата окиси аммония, вычислить рН 1,0М раствора хлорида аммония.

126. Почему азотная кислота в некоторых растворителях является слабой кислотой?

127. Анализируя величину константы диссоциации уксусной кислоты, вычислить рН 0,7М раствора уксусной кислоты.

128. Что называется ионным произведением воды? Почему его величина постоянна при постоянной температуре? Почему температура влияет на величину ионного произведения?

129. Определить электродвижущуюся силу эл6емента Даниэля-Якоби, если в электролитах находятся растворы сульфатов меди и цинка (молярность 0,02), средние ионные, коэффициенты которых равны соответственно 0,317 и 0,298.

130. Что называется электродвижущей силой элемента? Что означает положительный или отрицательный знак э.д.с.? Приведите примеры.

131. Электродный потенциал цинкового электрода в растворе сульфата цинка равен -813 В. Определите средний коэффициент активности соли, воды, если ее моляльность равна 0,2.

132. Почему на границе металл-электролит возникает скачок потенциала? Какие факторы влияют на знак и величину этого скачка?

133. Электродный потенциал цинкового электрода равен -0,8 В. Определить среднюю ионную активность сульфата цинка в электроде.

134. Что называется электродным потенциалом? Почему возникает необходимость введения этой величины?

135. Рассчитать электродный потенциал водородного электрода в соляной кислоте (моляльность равна 0,5), если средний коэффициент активности равен 0,757, а парциальное давление водорода ≈ 1,5 атм.

136. Что называется стандартным электродным потенциалом? Какую информацию несут его величина и знак?

137. Записать схему и вычислить э.д.с. элемента, образованного каломельным и водородным электродами, заполненными одномолярным раствором соляной кислотой (средний коэффициент равен 0,809).

138. Записать уравнения процессов, происходящих на электродах и в элементе в целом, если элемент образован водородным и каломельным электродом. Записать схему этого элемента.

139. Вычислить электродные потенциалы водородного электрода в 0,1М растворе уксусной кислоты при 250С.

140. Какие термодинамические параметры реакции, протекающей в гальваническом элементе, можно определить на основании измерения э.д.с. элемента? Приведите соответствующие выражения.

141. По величинам соответствующих стандартных электродных потенциалов определить константу равновесия Ка реакции окисления ионов Sn 2+ ионами Fe3+.

142. Для чего используются электроды сравнения? Приведите примеры наибольшего распространения электродов сравнения и запишите уравнения реакций, протекающих на них.

143. Определите электродный потенциал каломельного электрода, заполненного децинормальным раствором КСl, если средний коэффициент активности равен 0,796.

144. Как предсказать направление окислительно-восстановительной реакции, не проводя ее? Поясните на примере.

145. Э.д.с. элемента, образованного насыщенным каломельным электродом (электродный потенциал 0,242 В) и исследуемым электродом, равна 1,0 В. Какие значения может иметь электродный потенциал исследуемого электрода?

146. Э.д.с. элемента, составленного из насыщенного каломельного электрода (электродный потенциал 0,242 В) и водородного (парциальное давление водорода 1 атм.), равна 0,522 В. Вычислить рН раствора в водородном электроде.

147. Запишите схему элемента, образованного серебряными электродами, заполненными 0,1- и 1,0 нормальными растворами нитрата серебра. Средние коэффициенты активности равны соответственно0,734 и 0,429. Рассчитать э.д.с., если диффузионный потенциал устранен.

148. Опишите работу стеклянного электрода, приведя соответствующие выражения. Почему он используется для измерения рН?

149. Дан элемент - Pt│Pt2+(aPt2+=1,0)║Ag+(aAg+=1.0)│Ag . Вычислить

э.д.с. при 298 К. Напишите уравнения реакции, протекающие в элементе и рассчитайте изменение изобарного потенциала

(энергии Гиббса).

150. Где как возникает диффузионный потенциал? Какие растворы и

почему используют для его устранения?

151. Дан элемент - Cd│Cd2+(aCd 2+=0,2)║H+(рH 2 =1,0атм.),Pt .

Вычислить его э.д.с. при 298 К. Напишите уравнение реакции, идущей в элементе и рассчитайте изменение изобарногопотенциала (энергии Гиббса).

152. Опишите комненсационный метод измерения э.д.с. Изобразитесхему используемой установки.

153. Изобразите схему элемента, в которой протекает реакция:

Cu + 2Ag+(aAg+=1,0) = Cu2+(aCu2+=1.0) + 2Ag

Рассчитайте э.д.с. элемента (диффузионный потенциал устранен).

Определите изменение изобарного потенциала (энергия Гиббса).

154. Что называют поляризацией электрода? Опишите основные

причины ее возникновения.

155. В гальваническом элементе, образованном медным и серебряным электродами, активности в электродах одинаковы и равны 0,1. Рассчитайте э.д.с. элемента. Определите константу равновесия реакции окисления меди ионами серебра.

156. Почему напряжения разложения щелочей и кислородных кислот практически одинаковы? Ответ подтвердите соответствующими уравнениями.

157. Раствор серной кислоты подвергается электролизу током 2,0 А в течение 3 часов. Запишите уравнения процессов, идущих на электродах. Определите количества веществ, выделившихся на электродах.

158. Какие процессы протекают на электродах, и какие вещества при этом образуются, если электролиз сульфата меди производится:а) с угольными электродами, б) с медными электродами?

159. При электролизе раствора хлорида натрия на катоде выделяется 4,97 л водорода, измеренного при 300С и давлении 1,0 атм. Какой продукт и в каком количестве выделяется на аноде (условия те же). Определите количество электричества, прошедшего через электролизер.

160. Почему при пропускании через раствор одного и того же количества электричества на электродах вступают в реакцию и образуются одинаковое количество грамм-эквивалентов любых веществ?

161. Одинаковые ли электрохимические эквиваленты ионов Fe2+ и Fe3+, если оба иона восстанавливаются до свободного железа. Ответ подтвердите расчетом.

162. Опишите основные методы борьбы с электрохимической коррозией. Дайте им физико-химическое толкование.

163. Металлическую пластинку размером 10х30 см необходимо покрыть слоем никеля 80 мкм. Сколько часов необходимо для этого пропустить ток силой 3,0 А при электролизе. Плотность никеля равна 8,96 г∙см-3.

164. При измерении э.д.с. элемента отрезок реохорда, на котором происходит компенсация э.д.с. равен 733 мм. Э.д.с. нормального электрода (1,0185 В) компенсируется на отрезке 920 мм. Определить э.д.с. исследуемого элемента.

165. Скорость реакции: aA + bB ↔ cC + dD при увеличении концентрации вещества А в 3 раза увеличивается в 3 раза, а при удвоении концентрации В – в 1,4 раза. Определить порядок реакции.

166. Что такое скорость химической реакции? Какие факторы влияют на эту величину? Привести, где возможно, соответствующие выражения.

167. Реакция 2А → В имеет второй порядок Как изменится скорость реакции, если концентрацию вещества А увеличить в 10 раз? 168. Что называется порядком реакции?

169. Скорость реакции А + В → С выражается уравнением

V = k∙C *А*

2∙CB

Как изменится скорость реакции при одновременном трехкратном увеличении концентрации вещества А и двукратном уменьшении концентрации вещества В?

170. В каких случаях реакции с участием нескольких веществ имеют первый порядок? Приведите примеры.

171. Период полураспада для химической реакции первого порядка равен 10 минут. Определите константу скорости реакции.

172. Скорость реакции aA + bB ↔ cC + dD растет в четыре раза при двукратном увеличении концентрации В и не зависит от концентрации А. Определить порядок реакции. Записать уравнение зависимости скорости данной реакции от концентрации.

173. При изучении скорости гидролиза сахарозы были получены следующие данные:

Время, мин. 9,72 59,6 142,9

Израсходовано

Сахарозы, % 3,5 19,7 40,9

Рассчитать константу скорости реакции.

174. Почему температура влияет на скорость химических реакций?

175. Определите среднее значение константы скорости реакции разложения Н2О2 в вводном растворе, если на титрование одинаковых объемов проб раствора, взятых через время τ с начала реакции, израсходованы следующие объемы V

перманганата калия:

τ, мин. 0 10 20 30

V, мл 38,9 22,3 13,0 7,4

176. Что называется энергией активации? Почему для протекания реакции необходима активация? Как изменяется скорость реакции при увеличении энергии активации?

177. Константа скорости некоторой реакции при 100С равна 1,08∙10-4

с-1, а при 300С – 1,63∙10-3 с-1. Определить энергию активации реакции и константу скорости при 200С.

178. В чем суть теории активированного комплекса? Изобразите графически связь между энергией активации прямой и обратной реакции и тепловым эффектом.

179. При повышении температуры с 250С до 400С скорость реакции увеличивается в 3 раза. Рассчитать энергию активации реакции.

180. Как экспериментально определить энергию активации? Приведите соответствующие выражения и график.

181. Константа скорости реакции при 200С равна 6,3∙10-4 с-1, энергия активации равна 180 кДж/моль. Определить константу скорости при 400С.

182. Почему катализаторы изменяют скорость реакций? Какая общая черта характерна для механизма действия любых катализаторов?

183. При какой температуре доля активных столкновений молекул равнаь10-25, если энергия активации равна 188 кДж/моль?

184. Рассмотрите действие ферментов с точки зрения физической химии.

185. При какой температуре доля активных столкновений молекул в 10 раз выше, чем при 118 0С, если энергия активации реакции равна 167 кДж/моль?

186. Что такое цепные реакции? Перечислите их важнейшие особенности, приведите примеры.

187. При температуре 36 0С фермент каталаза снижает энергию активации разложения перекиси водорода с 18 до 1,5 ккал/моль. Во сколько раз при этом изменяется скорость реакции?

188. Рассмотрите фотосинтез с точки зрения физической химии. Какова роль хлорофилла?

189. Энергия активации реакции разложения хлористого этила на этилен и хлористый водород равна 247,5 кДж/моль, энтальпия этой реакции составляет 15,54 ккал/моль. Определите энергию активации реакции взаимодействия этилена и хлористого водорода.

190. При 250С константа скорости реакции между ионами Н+ и ОН- равна 1,34∙1011 л∙моль-1∙с-1, а константа скорости диссоциации воды на ионы Н+ и ОН- - 2,43∙10-5 с-1. Определить ионное произведение воды, исходя из этих данных.

191. Константа скорости реакции первого порядка разложения равна:



Рассчитать: а) период полураспада при 00С, б) время, за которое

реакция пройдет на 95% при 600С.

Универсальную газовую постоянную выразить в кал∙моль-1∙К.

***Варианты контрольных работ***



Для самостоятельной проверки усвоения теоретического материала

рекомендуется ответить на контрольные вопросы по темам.

***Контрольные вопросы***

1.Какова роль ферментативного катализа в живой природе и современной технологии?

2. В чем состоят особенности кинетики реакций в растворах?

3. Каков механизм действия излучения высоких энергий на химические

и живые системы?

4. Какова роль радикальных процессов полимеризации в кинетике деструкции вторичных полимерных материалов и охраны окружающей

среды?

5. Какие законы обосновывают процессы экстракции?

6. Какое значение имеют законы экстракции при определении показателей качества окружающей среды?

7. Каковы современные теоретические представления о гетерогенном катализе?

8. Каково значение кинетики иммобилизации ферментов для снижения техногенного воздействия на окружающую среду?

9. Каковы современные теории кислородного и водородного перенапряжений и их роль для решения практических задач (снижения коррозии трубопроводов)?

10. Что понимают под электрохимической коррозией?

11. Какие физико-химические закономерности лежат в основе электрохимической коррозии?

12. Какие закономерности характерны для кинетики гомогенных химических реакций в режиме идеального перемешивания?

13.Какое значение имеет физико-химический анализ при оценке качества окружающей среды?

14. Какое значение имеет кинетика фотохимических реакций при моделировании химических превращений в атмосферном воздухе?

**Методические указания для студентов по выполнению**

**самостоятельной работы**

Контрольная работа выполняется по варианту. Работа оформляется в ученической тетради или на писчей бумаге форматом А-4. При решении типовых задач необходимо приступать после усвоения теоретического материала. Решение задач и ответы на теоретические вопросы должны быть изложены кратко, четко, логически последовательно, обоснованно. Номера и условия задач переписывать в том порядке, в каком они указаны в задании. В конце работы привести список использованной литературы. Контрольная работа должна быть прислана на рецензирование не позднее, чем за месяц до начала экзаменационной сессии. На замечания рецензента студент может ответить во время сессии после прослушивания лекционного курса или собеседования на консультации. Исправления следует выполнять в конце работы.

Контрольная работа, выполненная не по своему варианту, не рецензируется и не засчитывается как сданная. К сдаче экзамена допускаются студенты, которые выполнили контрольные задания и сдали зачет по лабораторному практикуму. Объем самостоятельной контрольной работы не должен превышать 10 страниц печатного текста.

Самостоятельная работа содержит следующие структурные элементы:

- Титульный лист.

- Задания по варианту.

- Обоснование математических уравнений используемых при решении типовых задач.

- Решение типовых задач с подробными вычислениями. Полученный

ответ фиксируется в выводе в виде числового значения и объясняется его значения для решения практических задач.

**Источники учебной информации**

а) *основная литература*

1. Байрамов, В.М. Основы электрохимии [Текст]: учеб. пособие для студентов вузов по спец. 011000 "Химия" и напр. 510500 "Химия" / [под ред. В.В. Лунина] - М.: Академия, 2005. - 237 с. - (47579-12)

2. Буданов, В.В. Химическая термодинамика [Текст]: учеб. пособие для вузов по напр. "Хим. технология и биотехнология" / Буданов, В.В., Максимов, А.И. ; под ред. О.И.Койфмана - М.: Академкнига, 2007. - 311 с. - (67323-20)

3. Карякин, Н.В. Основы химической термодинамики: учеб. пособие для вузов - М.;Нижний Новгород: Академия: Нижегородский государственный ун-т им. Н.И. Лобачевского, 2003. - 462 с. - (15720-20)

4. Стромберг, А.Г. Физическая химия [Текст]: учеб. для студентов вузов по хим. спец. / Стромберг, А.Г., Семченко, Д.П. ; под ред. А.Г. Стромберга - М.: Высшая школа, 2006. - 527 с. - (59130-10)

б*) дополнительная литература*

1. Горшков, В.И. Основы физической химии [Текст]: учебник для вузов по

направлению и специальности "Биология" / Горшков, В.И., Кузнецов, И.А. - М.: БИНОМ.

Лаборатория знаний, 2010. - 407 с. - (83538-5)

2. Дамаскин, Б.Б. Электрохимия [Текст]: учебник / Дамаскин, Б.Б., Петрий,

О.А., Цирлина, Г.А. - М.: Химия: КолосС, 2006. - 670 с. - (60810-15)

3. Еремин, В.В. Задачи по физической химии: учеб. пособие по спец. и напр.

"Химия" / Еремин, В.В., Каргов, С.И., Успенская, И.А. , [и др.] - М.: Экзамен, 2003. - 318с. - (11274-2)

4. Ипполитов, Е.Г. Физическая химия [Текст]: учеб. для вузов по спец. 032300 "Химия" / Ипполитов, Е.Г., Артемов, А.В., Батраков, В.В. ; под ред. Е.Г. Ипполитова - М.:Академия, 2005. - 448 с. - (59168-42)

5. Краткий справочник физико-химических величин [Текст] / под ред. А.А.

Равделя, А.М.Пономаревой; сост. Н.М. Барон, А.М. Пономарева, А.А. Равдель, З.Н.Тимофеев - М.: АРИС, 2010. - 238 с. - (47710-50)

6. Лукомский Ю.Я. Физико-химические основы электрохимии [Текст]:

учебник для хим. и хим.-технолог. специальностей ун-тов / Лукомский Ю.Я., ГамбургЮ.Д. - М.: Интеллект, 2008. - 423 с. - (75936-5)

7. Молекулярная спектроскопия [Текст]: метод. указ. к практ. и лаб. занятиям

по курсу "Физич. химия" для студентов спец. 240901 Биотехнология, 250500 Хим.технология высокомолекулярных соединений, 011000 Химия, 320700 Охранаокружающей среды / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. БТиХ; сост.: И.П. Шкилева, Е.А.Клингер, Э.М. Сульман - Тверь: ТГТУ, 2009. - 22 с. - (79244-95)

8. Основы физической химии. Теория и задачи [Текст]: учеб. пособие по спец.011000 - Химия и по напр. 510500 - Химия / Еремин, В.В., Каргов, С.И., Успенская, И.А.,[и др.] ; Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова - М.: Экзамен, 2005. - 478 с. - (58702-6)

9. Практикум по физической химии [Текст]: учеб. пособие для студентов

(бакалавров, преп.) технол. спец. вузов по прогр. курса "Физ. химия" / Гельфман, М.И.,Кирсанова, Н.В., Ковалевич, О.В., [и др.] ; под ред. М.И. Гельфмана - СПб. [и др.]: Лань,2004. - 254 с. - (47676-20)

10. Практикум по физической химии [Текст]: учеб. пособие для студентов

(бакалавров, преп.) технол. спец. вузов по прогр. курса "Физ. химия" / Гельфман, М.И.,Кирсанова, Н.В., Ковалевич, О.В., [и др.] ; под ред. М.И. Гельфмана - СПб. [и др.]: Лань, 2004. - 254 с. - (47676-20)

11. Сборник задач по электрохимии [Текст]: учеб. пособие для вузов по напр.

"Химия" / Колпакова, Н.А., Анисимова, Н.С., Пикула, Н.А., [и др.] ; под ред. Н.А.Колпаковой - М.: Высшая школа, 2003. - 143 с. - (22548-40)

12. Сборник задач по электрохимии [Текст]: учеб. пособие для вузов по напр.

"Химия" / Колпакова, Н.А., Анисимова, Н.С., Пикула, Н.А., [и др.] ; под ред. Н.А.Колпаковой - М.: Высшая школа, 2003. - 143 с. - (22548-40)

13. Сборник контрольных заданий по физической химии: метод. указ. для спец.655500 Биотехнология; 250500 Хим. технология высокомолекуляр. соединений / сост.И.П. Шкилева [и др.]; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. БТиХ - Тверь: ТГТУ, 2002. - 68 с. -(8789-89)

14. Физическая химия: в 2 кн. Кн. 1 / авт. кол.: К.С. Краснов, Н.К. Воробьев,

И.Н. Годнев [и др.]; под ред. К.С. Краснова - М.: Высшая школа, 2001. - 512 с. - (7772-5)

15. Физическая химия: в 2 кн. Кн. 2 / авт. кол.: К.С. Краснов, Н.К. Воробьев,

И.Н. Годнев [и др.]; под ред. К.С. Краснова - М.: Высшая школа, 2001. - 319 с. - (7774-5)

16. Химическая термодинамика. Термохимия [Электронный ресурс]: метод.

указ. к лаб. занятиям по курсу "Физ. химия" для студентов спец. 250500 - Хим. технология высокомолекулярных соединений, 070100 - Биотехнология, 011000 - "Химия" / Тверской гос. техн. ун-т; сост.: И.П. Шкилева, А.И. Сидоров, Э.М. Сульман; ред. В.А. Румянцева -Тверь: ТГТУ, 2007. - Сервер. - (65419-1)

17. Шершавина, А.А. Физическая и коллоидная химия. Методы физико-

химического анализа [Текст]: учеб. пособие - М.: Новое знание, 2005. - 799 с. - (57746-10)

18. Шкилева, И.П. Методические указания для самостоятельной подготовки

студентов к практическим занятиям по курсу "Физическая химия" для студентов

специальностей 240901 Биотехнология, 250500 Химическая технология

высокомолекулярных соединений, 011000 Химия, 320700 Охрана окружающей среды [Текст] / Шкилева, И.П., Сульман, Э.М., Мельникова, М.В.; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. БТиХ - Тверь: ТГТУ, 2010. - 44 с. - (84188-95)

19. Электродвижущие силы [Текст]: метод. указ. к практ. и лаб. занятиям по

курсу "Физ. химия" для спец. 240901 "Биотехнология", 250500 "Хим. технология высокомолекулярных соединений", 011000 "Химия", 320700 "Охрана окр. среды" / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. БТиХ; сост.: И.П. Шкилева, Э.М. Сульман - Тверь: ТГТУ, 2009. - 20 с. - (78376-1)

20. Электродвижущие силы [Электронный ресурс]: метод. указ. к практ. и лаб. занятиям по курсу "Физ. химия" для спец. 240901 "Биотехнология", 250500 "Хим. технология высокомолекулярных соединений", 011000 "Химия", 320700 "Охрана окр. среды" / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. БТиХ; сост.: И.П. Шкилева, Э.М.Сульман - Тверь: ТГТУ, 2009. - Сервер;Дискета. - (78351-2)

21. Эткинс, П. Физическая химия [Текст]: в 3 ч.;пер. с англ. Ч. 1 / Эткинс, П.,

Паула де, Д. - М.: Мир, 2007. - 494 с. - (66467-1)

*в*) *периодические издания*

1. Вестник Московского университета. Сер. 2. Химия

2. Журнал физической химии

3. Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология

5. Известия РАН. Серия Химическая

6. Успехи химии

7. Химия и жизнь

8. Химия и жизнь ХХI век

9. Химия и химики

10. Энциклопедия инженера-химика

г) *программное и коммуникационное обеспечение*

Операционные системы Windows, стандартные офисные программы.

Электронные каталоги и библиотеки

1. www.xumuk.ru

2. www.himhelp.ru

3. www.alhimikov.net

4. www.chemport.ru

5. www.chemistry-chemists.com

6. www.chemind.ru

7. libedu.ru/voyucki/kurs\_kolloidnoi\_himii

8. physchem.chimfak.rsu.ru

9. www.bookforall.ucoz.ru

10. Электронно-библиотечная система издательства «Лань». – Режим доступа:http://e.lanbook.com/register.php