


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Директор ПИ



Н.К. Гайдай
" 28 " 12 20 20 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

С1.В.04 Физическая химия

направления подготовки (специальности)
21.05.04 «Горное дело (уровень специалитета)»

Профиль подготовки (специализация)
№6 «Обогащение полезных ископаемых»

Квалификация (степень) выпускника
Горный инженер (специалист)

Форма обучения
заочная

г. Магадан 2020 г.

Рабочая программа учебной дисциплины **С1.В.04 Физическая химия** рассмотрена и одобрена на заседании кафедры горного дела.

Протокол № 5 от 21 . 12. 2020

1. Цели освоения учебной дисциплины

Целями освоения дисциплины являются: формирование целостного, систематизированного естественно-научного мировоззрения; выработка навыков расчётов, основанных на термодинамических и кинетических закономерностях, умений использовать их для управления химическим процессом и решения технологических задач.

2. Место учебной дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к блоку дисциплин Вариативной части учебного плана направления подготовки (специальности); представляет собой целостный и фундаментальный курс, единый в своих частях; демонстрирует важнейшую роль физической химии в современном естествознании и даёт физико-химические основы технологических процессов обогащения полезных ископаемых.

Для освоения дисциплины необходимо знание курсов *Химия*, *Физика* и *Математика* для ВУЗов технического профиля.

Освоение дисциплины необходимо для полноценного освоения в последующих семестрах таких дисциплин, как Органическая химия, Материаловедение, Технология и безопасность взрывных работ, Обогащение полезных ископаемых, Обогащение редких цветных металлов, Обогащительные процессы, Технологии обогащения полезных ископаемых.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен:

– *знать*: основные понятия, законы и модели физической химии; основные начала термодинамики и термохимии, роль и значение термодинамических потенциалов, следствия закона Гесса; химическое равновесие, способы расчёта констант равновесия; фазовые равновесия, в том числе в конденсированных системах; растворы и процессы, протекающие в водных растворах, свойства разбавленных растворов и растворов электролитов; электродные потенциалы и электродвижущие силы; кинетику химических реакций; катализ; физико-химические основы поверхностных и дисперсных явлений, флотации; важнейшие свойства высокомолекулярных соединений; метрологические требования при работе с физико-химической аппаратурой;

– *уметь*: пользоваться основными приёмами и методами физико-химических расчётов и измерений; работать с основными типами приборов, используемых в физической химии; измерять физико-химические параметры растворов; обрабатывать, анализировать и обобщать результаты физико-химических наблюдений и измерений; работать со справочной литературой по физической химии; рассчитывать термодинамические функции состояния системы, тепловые эффекты химического процесса; рассчитывать константы равновесия реакции, равновесные концентрации реагентов и продуктов, равновесный выход продуктов, степень превращения реагентов; смещать равновесия в реакциях с участием газов, в реакциях, протекающих в растворах; анализировать фазовые равновесия в системе с помощью её диаграммы состояния;

– *владеть*: навыками интерпретации рассчитанных значений термодинамических функций с целью прогнозирования возможности осуществления и направления протекания химического процесса; техникой проведения основных физико-химических экспериментов; методикой измерения *pH* водного раствора; основами методов криометрии, колориметрии, спектрофотометрии, хроматографии; физико-химическими методами анализа веществ, образующих истинные растворы и дисперсные системы; навыками приготовления и способами повышения стабильности дисперсных систем; методикой оценки погрешностей физико-химических измерений.

Дисциплина способствует формированию следующих **компетенций**, предусмотренных ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 21.05.04 «Горное дело (уровень специалитета)»:

– **общепрофессиональные (ОПК):**

- готовность с естественно-научных позиций оценивать строение, химический и минеральный состав земной коры, морфологические особенности и генетические типы месторождений твёрдых полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр (**ОПК-4**);
- готовность использовать научные законы и методы при геолого-промышленной оценке месторождений твёрдых полезных ископаемых и горных отводов (**ОПК-5**);
- владение методами анализа, знанием закономерностей поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки твёрдых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных сооружений (**ОПК-9**);

– **профессиональные (ПК):**

- умение изучать и использовать научно-техническую информацию в области эксплуатационной разведки, добычи, переработки твёрдых полезных ископаемых, строительства и эксплуатации подземных объектов (**ПК-15**).

4. Структура и содержание учебной дисциплины, включая объём контактной работы

Общая трудоёмкость дисциплины (модуля) составляет **12** зачётных единиц (ЗЕ), **432** часов.

Контактная работа при проведении учебных занятий по дисциплине (модулю) включает в себя занятия лекционного типа и семинарского типа (практические занятия).

Объём (в часах) контактной работы занятий лекционного типа и семинарского типа (практические занятия) по дисциплине (модулю) определяется расчётом аудиторной учебной нагрузки по данной дисциплине (модулю) и составляет **36** часа для обучающегося заочной формы обучения (ЗФО).

Объём (в часах) для индивидуальной сдачи зачёта по дисциплине (модулю) определяется нормами времени для расчёта объёма учебной нагрузки, выполняемой профессорско-преподавательским составом, и составляет **0,15** часа на одного обучающегося.

Объём (в часах) для индивидуальной сдачи экзамена по дисциплине (модулю) определяется нормами времени для расчёта объёма учебной нагрузки, выполняемой профессорско-преподавательским составом, и составляет **0,25** часа на одного обучающегося.

Таблица 2. Заочная форма обучения

Структура и содержание учебной дисциплины

Формы промежуточного контроля по годам: на 2-м курсе – экзамен, на 3-м курсе – экзамен.

№ п/п	Наименование модуля и темы дисциплины	Количество часов				Общая трудоёмкость (с учётом экзамена) час/ЗЕ
		Аудиторные занятия			Самост. работа	
		Лекции	Семинарск (практ.) зан.	Лаб. зан.		
2-й курс		10	10	–	300	324/9
1	ПЕРВЫЙ МОДУЛЬ: «Основы химической термодинамики»	4	4	–	100	
	Тема 1.1. Термодинамические функции, первое начало термодинамики. Основы термохимии, закон Гесса, уравнение Кирхгофа	1,5	1,5	–	33	
	Тема 1.2. Второе и третье начало термодинамики, свойства энтропии	1	1	–	33	
	Тема 1.3. Энергия Гиббса, энергия Гельмгольца, химический потенциал	1,5	1,5	–	34	
2	ВТОРОЙ МОДУЛЬ: «Фазовые равновесия. Растворы»	3	3	–	100	
	Тема 2.1. Фазовые равновесия в однокомпонентных системах. Уравнение Клайперона-Клаузиуса. Правило фаз Гиббса	1	1	–	33	
	Тема 2.2. Фазовые равновесия в двухкомпонентных системах. Правило рычага. Диаграммы кипения. Азеотропия. Законы Коновалова. Диаграммы плавкости	1	1	–	34	
	Тема 2.3. Функции смешения, парциальные мольные величины. Коллигативные свойства разбавленных растворов. Экстракция	1	1	–	33	
3	ТРЕТИЙ МОДУЛЬ: «Химическое равновесие»	3	3	–	100	
	Тема 3.1. Основные признаки и свойства химического равновесия. Константа равновесия. Уравнение изотермы Вант-Гоффа	1	1	–	33	
	Тема 3.2. Различные формы записи ЗДМ. Влияние давления и температуры на химическое равновесие. Материальный баланс и равновесный состав системы	1	1	–	33	
	Тема 3.3. Основы формальной кинетики. Одностадийные реакции первого, второго, третьего и нулевого порядков	1	1	–	34	

№ п/п	Наименование модуля и темы дисциплины	Количество часов				Общая трудоём- кость (с учётом экзамена) час/ЗЕ
		Аудиторные занятия			Самост. работа	
		Лекции	Семинарск (практ.) зан.	Лаборап. зан.		
3-й курс		8	8	–	88	108/3
4	ЧЕТВЕРТЫЙ МОДУЛЬ: «Химическая кинетика. Катализ. Адсорбция»	2	2	–	30	
	Тема 4.1. Сложные двухстадийные реакции первого порядка. Теории кинетики, цепные и фотохимические реакции, реакции в растворах. Влияние температуры на скорость реакции. Уравнение Аррениуса	0,75	0,75	–	10	
	Тема 4.2. Катализ гомогенный и гетерогенный	0,5	0,5	–	10	
	Тема 4.3. Поверхностные явления. Адсорбция. Хроматография	0,75	0,75	–	10	
5	ПЯТЫЙ МОДУЛЬ: «Дисперсные системы»	3	3	–	28	
	Тема 5.1. Дисперсные системы	1	1	–	8	
	Тема 5.2. Коллоидные растворы	1	1	–	10	
	Тема 5.3. Высокомолекулярные вещества. Флотация	1	1	–	10	
6	ШЕСТОЙ МОДУЛЬ: «Электрохимия»	3	3	–	30	
	Тема 6.1. Термодинамическая и электростатическая теория растворов электролитов. Электролитическая диссоциация электролитов в растворе. Гидролиз солей. Растворимость слаборастворимых электролитов	1	1	–	10	
	Тема 6.2. Электрическая проводимость растворов электролитов	1	1	–	10	
	Тема 6.3. Термодинамика электрохимических процессов. Строение двойного электрического слоя. Потенциометрия. Электрохимические цепи	1	1	–	10	
ИТОГО по видам работы:		18	18	–	388	
ВСЕГО по учебному плану (контактная и самостоятельная работа):		424				432/12

5. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 21.05.04 «Горное дело (уровень специалитета)» №6 «Обогащение полезных ископаемых» с целью реализации компетентностного подхода предусмотрено проведение занятий по дисциплине с использованием интерактивных методов: мультимедийной презентации на лекциях; раздаточных материалов на практических занятиях; диалоговое общение студент - преподаватель при защите самостоятельных работ.

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы студентов

Всего на самостоятельную работу студентов по дисциплине запланировано: **248** час для очной формы обучения, **388** час для заочной формы обучения.

Целью самостоятельной работы студентов по дисциплине является углублённое изучение отдельных разделов читаемого курса.

Самостоятельная работа студентов по дисциплине предусматривает:

- теоретическую подготовку к лекционным и практическим занятиям;
- самостоятельное решение задач;
- самостоятельное освоение тем и вопросов, запланированных для самостоятельного или углублённого изучения отдельных разделов дисциплины;
- подготовку к защите выполненных самостоятельных (проверочных) работ (СР).

п/п	Форма самостоятельной работы	Объём работы, час	Учебно-методическое обеспечение
		ЗФО	
1.	Самостоятельное или углублённое изучение отдельных разделов дисциплины	310	Список осн. и доп. лит-ры; перечень контрол. вопросов для самост. работы; сайт sdo.svgu.ru .
2.	Теоретическая подготовка к практическим занятиям	48	Конспекты лекций; список осн. и доп. лит-ры; перечень контрол. вопросов для самост. работы; сайт sdo.svgu.ru .
3.	Подготовка к СР, а также к их защите	30	Конспекты лекций; МУ к СР; УМП; список осн. и доп. лит-ры; перечень контрол. вопросов для самост. работы; сайт sdo.svgu.ru .
Итого:		388	

Для подготовки к выполнению СР и к их защите студенты могут использовать методические указания (МУ) и учебно-методические пособия (УМП):

Попов В.А. Комплект методических указаний и учебно-методических пособий по физической химии (в электронном виде). – Магадан: изд-во СВГУ, 2016-2017.

Перечень примерных контрольных вопросов для самостоятельной работы по модулям

ПЕРВЫЙ МОДУЛЬ: «Основы химической термодинамики»

1. Какие формулировки первого закона термодинамики вам известны?
2. Какие величины являются функциями состояния и какими свойствами они обладают?
3. Работа какого процесса (обратимого или необратимого) больше и почему?
4. Что такое стандартные теплоты (энтальпии) образования? сгорания?
5. Как вычислить тепловой эффект (энтальпию) реакции по стандартным теплотам образования? сгорания?
6. Как формулируется закон Гесса и где он применяется?
7. Что такое теплоёмкость вещества и какова её зависимость от температуры?

8. Как зависит тепловой эффект химической реакции от температуры?
9. Рассчитайте тепловой эффект реакции при стандартных условиях:

$$4C_9H_9O_4N_{(ж)} + 9Fe_{(тв)} + 4H_2O_{(ж)} = 4C_9H_{11}O_2N_{(ж)} + 3Fe_3O_4_{(тв)}$$
 если известны стандартные теплоты образования участников реакции:
- | вещество | $\Delta_f H_{298}^\circ$, кДж/моль |
|-----------------------|-------------------------------------|
| $C_9H_9O_4N_{(ж)}$ | -463,2 |
| $C_9H_{11}O_2N_{(ж)}$ | -463,2 |
| $H_2O_{(ж)}$ | -1759,0 |
| $Fe_3O_4_{(тв)}$ | -1068,0 |
- Ответ: $\Delta_r H_{298}^\circ = -7285$ кДж/моль
10. Рассчитайте тепловой эффект реакции при стандартных условиях по реакции:

$$C_2H_{6(г)} + H_{2(г)} = 2CH_{4(г)}$$
 если известны стандартные теплоты сгорания участников реакции:
- | вещество | $\Delta_c H_{298}^\circ$, кДж/моль |
|---------------|-------------------------------------|
| $C_2H_{6(г)}$ | -1491,2 |
| $CH_{4(г)}$ | -851,2 |
| $H_{2(г)}$ | -273,2 |
- Ответ: $\Delta_r H_{298}^\circ = +620$ кДж/моль
11. Алюминий плавится при 931,5 К, а его скрытая удельная энтальпия плавления равна 386,6 Дж/г. Вычислить, сколько тепла потребуется на плавление 500 г алюминия, если начальная температура была равна 298 К. Температурная зависимость молярной теплоёмкости алюминия при постоянном давлении выражается уравнением: $C_p(Al) = 20,67 + 12,38 \cdot 10^{-3} \cdot T$ (Дж/(моль·К))
- Ответ: $\Delta_r H_{298}^\circ = +525,094$ кДж
12. В калориметре смешали 50 г льда, взятого при 273 К, и 150 г воды, взятой при 323 К. Определите конечную температуру системы, если удельная энтальпия плавления льда $\Delta_{пл} H_{уд.} = 334,7$ Дж/г и удельная теплоёмкость воды $C_{уд.} = 4,184$ Дж/(г·К).
- Ответ: $T_x = 290,5$ К
13. В чем заключается суть второго закона термодинамики?
14. Как математически выражается второй закон термодинамики для химических процессов, протекающих при изобарных условиях?
15. Напишите математическое выражение для энтропии.
16. Какое значение имеет третий закон термодинамики?
17. Для решения каких вопросов термодинамики используется энтропия?
18. Как зависит энтропия вещества, процесса и химической реакции от температуры?
19. Рассчитайте изменение энтропии при нагревании 0,7 моль моноклинной серы от 25 до 200°C при давлении 1 атм. Молярная теплоёмкость серы равна:
- $$C_p(S_{мон.}) = 23,64 \text{ Дж/(моль·К)}$$
- $$C_p(S_{ж.}) = 35,73 + 1,17 \cdot 10^{-3} \cdot T \text{ Дж/(моль·К)}$$
- Ответ: $\Delta S = +11,88$ Дж/К
20. Рассчитайте изменение энтропии 1,0 кг воды в результате её замерзания при -5°C. Теплота плавления льда при 0°C равна 6008 Дж/моль. Теплоёмкости льда и воды равны 34,7 и 75,3 Дж/(моль·К), соответственно. Объясните, почему энтропия при замерзании уменьшается, а процесс тем не менее – самопроизвольный.
- Ответ: $\Delta S = -1181$ Дж/К
21. Стандартная энтропия золота при 25°C: $S_{298}^\circ = 47,404$ Дж/(моль·К). При нагревании до 484°C энтропия золота увеличивается в 1,5 раза. До какой температуры надо охладить золото, чтобы его стандартная энтропия была в два раза меньше, чем при 298 К? Теплоёмкость золота можно считать не зависящей от температуры.
- Ответ: $T_x = 649,66$ К
22. В ходе некоторого процесса система получила 1,50 кДж теплоты при 350 К. При этом энтропия системы изменилась на +5,51 Дж/К. Можно ли считать этот процесс термодинамически обратимым? Ответ обоснуйте.
23. Что характеризуют термодинамические потенциалы? Где они применяются?
24. Что представляет собой химический потенциал? От чего он зависит? Где применяется?
25. Что является критерием самопроизвольного протекания химической реакции в условиях постоянства давления и температуры?
26. В каком направлении протекают самопроизвольные изохорно-изотермические процессы?
27. При каком условии возможно самопроизвольное протекание химических реакций в изолированной системе?
28. Два моля гелия (считать идеальным газом, молярная теплоёмкость $C_p = 5/2 R$) нагревают от 100°C до 200°C при $p = 1$ атм. Вычислите изменение энергии Гиббса в этом процессе, если известно значение энтропии гелия: $S_{373}^\circ = 131,7$ Дж/(моль·К). Можно ли считать этот процесс самопроизвольным?
- Ответ: $\Delta G = -268,50$ кДж
29. Вычислите стандартную энергию Гиббса образования ($\Delta_f G_{298}^\circ$) жидкой и газообразной воды, если известны следующие данные:
- | | |
|--|---|
| $\Delta_f H_{298}^\circ(H_2O_{(г)}) = -241,8$ кДж/моль | $S_{298}^\circ(H_2O_{(г)}) = 188,5$ Дж/(моль·К) |
| $\Delta_f H_{298}^\circ(H_2O_{(ж)}) = -285,6$ кДж/моль | $S_{298}^\circ(H_2O_{(ж)}) = 69,8$ Дж/(моль·К) |
| $S_{298}^\circ(H_{2(г)}) = 130,6$ Дж/(моль·К) | $S_{298}^\circ(O_{2(г)}) = 205,0$ Дж/(моль·К) |

$$\text{Ответ: } \Delta_f G_{298}^\circ(H_2O_{(г)}) = -228,50 \text{ кДж/моль}$$

$$\Delta_f G_{298}^\circ(H_2O_{(ж)}) = -236,90 \text{ кДж/моль}$$

ВТОРОЙ МОДУЛЬ: «Фазовые равновесия. Растворы»

30. Что называют фазой? компонентом? степенью свободы?
31. Каковы условия фазовых равновесий?
32. Какой вид принимает правило фаз Гиббса для однокомпонентных систем?
33. Для каких фазовых переходов применимо уравнение Клапейрона?
34. Объясните, почему кривая, выражающая зависимость температуры плавления льда от давления наклонена влево?
35. Вычислите значение dp/dT и температуру плавления фенола при $5,066 \cdot 10^{-7}$ Па, если плотность твёрдого фенола 1072 кг/м^3 , а жидкого 1056 кг/м^3 , теплота плавления $1,044 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$, а температура затвердевания $314,2 \text{ К}$.
 Ответ: $dp/dT = 2,373 \cdot 10^7 \text{ Па/К}$; $T_{пл} = 316,33 \text{ К}$
36. Какие типы неограниченно растворимых и ограниченно растворимых жидкостей вы знаете?
37. Какими свойствами обладают азеотропные смеси?
38. Что такое жидкая и твёрдая эвтектика?
39. Камфора (компонент А) и тимол (компонент В) неограниченно взаимно растворимы в жидком и нерастворимы в твёрдом состоянии. Постройте диаграмму состояния системы камфора–тимол по следующим данным:

Содержание А, мас. %	100	80	60	40	20	0
Температура начала кристаллизации, °С	170	100	20	35	45	50
Температура эвтектики 20°С.						
Состав эвтектики 60% А.						
- Объясните, что представляет собой система, состоящая из 10% В и 90% А при 180°С?
 Какой компонент будет кристаллизоваться при охлаждении системы?
 Что произойдёт с системой, если её охладить до 60°С?
 Сколько степеней свободы у системы в этом состоянии?
40. Какие способы выражения концентраций вы знаете?
41. Что называют парциальными молярными величинами и какое значение они имеют? Где их применяют?
42. В чем заключается закон Вант-Гоффа и для решения каких вопросов его применяют?
43. Какие формы закона Рауля вам известны?
44. Какие растворы называют идеальными? предельно разбавленными? неидеальными?
45. Для решения каких вопросов используют коллигативные свойства растворов?
46. Что такое эбулиоскопическая и криоскопическая постоянные? Чему они равны и что характеризуют?
47. Что вы знаете о температуре замёрзания растворителя и раствора?
48. Напишите формулы для расчёта молярной массы вещества при использовании криоскопического, эбулиоскопического и осмотического методов.
49. Какие отклонения от законов идеальных растворов вы знаете?
50. Объясните, почему для раствора, содержащего $7,74 \cdot 10^{-4}$ кг уксусной кислоты в $2,6 \cdot 10^{-2}$ кг воды, $\Delta T_{зам} = 0,937^\circ\text{C}$, а для раствора, содержащего $6,11 \cdot 10^{-4}$ кг уксусной кислоты в $2,0 \cdot 10^{-2}$ кг бензола, $\Delta T_{зам} = 1,254^\circ\text{C}$.
51. На каком условии фазовых равновесий основан вывод закона распределения?
52. Какие факторы влияют на значение коэффициента распределения (K_d)?
53. Напишите уравнения для однократной и дробной экстракции.
54. Какая экстракция эффективнее: однократная или дробная?
55. Сколько нужно провести экстракций, чтобы извлечь йод на 99% из 4 дм^3 водного раствора с концентрацией $0,1 \text{ г/дм}^3$, если йод экстрагируется порциями сероуглерода по 100 мл. Величина $K_d = 59,0$.

Ответ: 2 экстракции.

ТРЕТИЙ МОДУЛЬ: «Химическое равновесие»

56. В чем заключается кинетический вывод закона действующих масс?
57. Выведите соотношение между K_p и K_c .
58. Какие величины входят в уравнение изотермы химической реакции?
59. Что представляет собой энергия Гиббса в стандартных условиях, как её обозначают и каков её физический смысл?
60. Какие задачи можно решать с помощью уравнения изотермы химической реакции?
61. С помощью каких уравнений можно рассчитать константу равновесия и выход продукта химической реакции?
62. Как влияет давление на глубину протекания химических реакций?
63. Вычислите величину $\Delta_r G_{298}^\circ$ реакции: $\text{CH}_3\text{OH}_{(г)} \rightleftharpoons \text{HCHO}_{(г)} + \frac{1}{2} \text{H}_2_{(г)}$ и определите возможное её направление при ст. условиях. Стандартные теплоты образования и энтропии участников реакции возьмите из справочных таблиц.
 Ответ: $\Delta_r G_{298}^\circ = +140,6 \text{ кДж}$
64. Найдите значение константы равновесия при 400 К, если среднее значение теплового эффекта реакции:

$$2\text{CH}_3\text{COOH}_{(г)} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COCCH}_3_{(г)} + \text{CO}_2_{(г)} + \text{H}_2\text{O}_{(г)}$$
 в интервале 298–400 К $\Delta_r H = +51,3 \text{ кДж/моль}$, а величина $\lg K_p(298) = 2,13$ при 298 К и атмосферном давлении. Как влияет температура на это равновесие?

Ответ: $lg K_p(400) = 3,28$

65. Рассчитайте выход толуола по уравнению реакции $C_6H_{11}CH_3(g) \rightleftharpoons C_6H_5CH_3(g) + 3H_2(g)$ при температуре 600 К и атмосферном давлении, если $K_p(600) = 18,62$, а для проведения реакции взят 1 моль реагента.

Ответ: $n(C_6H_5CH_3) = 0,976$ моль.

ЧЕТВЕРТЫЙ МОДУЛЬ: «Химическая кинетика. Катализ. Адсорбция»

66. Что такое порядок и молекулярность химических реакций? В каких случаях они не совпадают?
67. Перечислите известные вам методы определения порядка химических реакций.
68. Для реакции превращения цианата аммония в мочевины получены $t_{1/2} = 9,45; 18,9; 37,8$ г при $c_0 = 0,20; 0,10; 0,05$ кмоль/м³. Определите порядок этой реакции.
- Ответ: Второго порядка.
69. Напишите выражения для константы скорости химической реакции разных порядков. Каков физический смысл константы скорости реакции?
70. Как зависит скорость реакции от температуры и природы реагирующих веществ?
71. Каковы основные положения теорий активных соударений и переходного состояния?
72. Что такое энергия активации? Как зависит скорость реакции от энергии активации?
73. Как можно определить энергию активации?
74. В чем суть гомогенного и гетерогенного катализа?
75. Какие теории гетерогенного катализа вам известны?
76. В чем состоит роль промоторов и третеров?
77. Какой катализ называют специфическим кислотно-основным? Какова его сущность?
78. В чем заключается понятие «отравление катализатора»?
79. Какие вещества называют ингибиторами?
80. Что называют внутренним давлением жидкости? Каков механизм возникновения поверхностного натяжения? Как формулируются энергетическое и силовое определения поверхностного натяжения (σ)? В каких единицах выражают σ ?
81. Как формулируется правило Антонава? Для каких систем оно справедливо?
82. Что такое адгезия? когезия? Где и какую роль играют эти явления?
83. Что такое адсорбция? Какие причины вызывают этот процесс? Каков характер этого процесса — протекает ли он самопроизвольно?
84. Что называют изотермой адсорбции? Какие известны типы изотерм адсорбции?
85. Напишите уравнение изотермы адсорбции Гиббса, проанализируйте входящие в него величины, укажите условия и область применения.
86. Напишите уравнение изотермы адсорбции, охарактеризуйте входящие в уравнение величины, область применения. Как определяют константы этого уравнения?
87. Как формулируют правило Дюкло – Трубе? Как его можно записать? Как выглядят изотермы поверхностного натяжения двух соседних гомологов с числом атомов углерода n и $n + 1$?
88. Напишите уравнение изотермы адсорбции Ленгмюра, проанализируйте его. Какова область применения уравнения? Как определяют его константы?
89. Что такое хроматография? В чем состоит основной принцип хроматографических методов?
90. На какие виды подразделяют хроматографию по механизму процесса? по технике выполнения? по природе применяемых фаз?
91. Каковы особенности бумажной, газовой и жидкостной хроматографии и области их применения?

ПЯТЫЙ МОДУЛЬ: «Дисперсные системы»

92. Какие явления называют поверхностными и каковы причины, их вызывающие?
93. Что такое поверхностное натяжение жидкостей и как его измеряют?
94. Сформулируйте правило Антонава. Какое значение оно имеет?
95. В чем заключаются явления смачивания и растекания? Как определяют угол смачивания?
96. Что такое теплота смачивания и как её определяют? Что она характеризует?
97. В чем заключается инверсия смачивания и какое практическое значение она имеет?
98. Что такое когезия и адгезия? Чем они отличаются?
99. Что называют работой когезии и работой адгезии? Как они определяются?
100. Какое значение имеют поверхностные явления для науки и практики?
101. Что называют дисперсными системами? Какова их классификация?
102. Каковы особенности молекулярно-кинетических свойств коллоидных систем?
103. Назовите основные методы определения размеров коллоидных частиц, основанные на их молекулярно-кинетических свойствах.
104. Влияет ли форма коллоидных частиц на молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем? Какие методы можно использовать для установления формы частиц?
105. Какими методами можно изучать полидисперсность коллоидных систем? Каким образом строят кривые распределения? В чем их значение?
106. Что называют седиментационно-диффузионным равновесием?
107. Что называют вязкостью? В чем сущность законов Ньютона и Пуазейля?
108. Какие жидкости относят к ньютоновским? неньютоновским?
109. Какие оптические свойства характерны для коллоидных систем?
110. Чем отличаются явления рассеяния света в коллоидных и (истинных) молекулярных растворах?

111. Какие оптические методы применяют для измерений размеров и формы коллоидных частиц?
112. На каком принципе основано применение ультрамикроскопа? Для каких исследований его используют?
113. В чем состоит принцип электронной микроскопии и какова область её применения?
114. Как образуется двойной электрический слой?
115. Каково строение ДЭС согласно теориям Гельмгольца, Гуи, Штерна?
116. Что называют поверхностным и электрокинетическим потенциалами? В чем их различие? От каких факторов они зависят?
117. Какими методами измеряют электрокинетический потенциал? Как рассчитывают его величину?
118. Как построена мицелла гидрофобного золя? Приведите конкретный пример.
119. Как влияют электролиты на строение двойного электрического слоя? Какие специфические явления наблюдаются при этом?
120. Какими методами получают коллоидные системы?
121. На чем основаны конденсационные методы получения коллоидных систем? Приведите примеры.
122. В чем сущность диспергационных методов получения коллоидных систем? Приведите примеры.
123. Что называют пептизацией? Какие способы пептизации применяют? Приведите примеры.
124. Чем вызвана необходимость очистки коллоидных систем?
125. Что такое диализ и ультрафильтрация? На каких явлениях основаны эти методы?
126. Что называют электродиализом? Каков механизм этого процесса? Приведите схему электродиализатора.
127. Какие мембраны называют электрохимически активными? Что значит катодная мембрана, анодная мембрана?
128. Какие виды устойчивости характерны для гидрофобных зольей? Какими факторами обусловлены различные виды устойчивости?
129. Приведите анализ потенциальной кривой для двух частиц гидрозоля. Какие силы преобладают при сближении частиц устойчивой дисперсной системы? агрегативно неустойчивой коллоидной системы?
130. Что такое коагуляция? Какие факторы могут её вызвать? Что называют порогом коагуляции и как он зависит от заряда иона-коагулятора?
131. Каковы основные положения теории устойчивости и коагуляции коллоидных систем по Дерягину–Ландау? Сравните потенциальные кривые (в координатах энергия взаимодействия – расстояние) для устойчивой коллоидной системы и системы астабилизированной.
132. Как протекает коагуляция смесями электролитов? Какие возможны типы взаимодействия между электролитами?
133. Каково строение и имеет мицеллы ПАВ в разбавленном и концентрированном водном растворе? Имеется ли отличие от мицеллы гидрофобного золя?
134. Что такое ККМ? Какими способами можно определить эту величину?
135. Какие коллоидные ПАВ называют анионактивными? катионактивными? В чем их отличие? Приведите примеры.
136. В чем состоит механизм соллобилизации? Используется ли это явление в практике?
137. Какие системы называют суспензиями? гидросуспензиями? органосуспензиями? Каковы области применения суспензий?
138. Каков механизм стабилизации эмульсий поверхностно-активными веществами? твердыми эмульгаторами (порошками)?
139. Что такое пены? Какие вещества являются пенообразователями? Что называют кратностью пены?
140. Каковы свойства растворов полимеров?
141. Что такое ограниченное и неограниченное набухание?
142. Что называют потенциальным барьером вращения? Какие полимеры им обладают? От каких факторов он зависит?
143. Какими методами определяют молекулярную массу полимеров?
144. Как связано осмотическое давление раствора полимера с его концентрацией и молекулярной массой?
145. В чем сущность процесса высаливания?
146. Что такое застудневание? Какими свойствами обладают студни?
147. Какие факторы способствуют гелеобразованию?
148. В чем состоит отличие гелей от студней?
149. Что такое синерезис?

ШЕСТОЙ МОДУЛЬ: «Электрохимия»

150. Напишите выражения для константы и степени диссоциации пропионовой кислоты, укажите факторы, от которых зависит степень диссоциации.
151. Напишите уравнение реакции диссоциации триэтиламина в муравьиной кислоте. Что называют основанием по теории Бренстеда–Лоури?
152. От каких факторов зависит степень гидролиза соли? Напишите выражение для степени гидролиза.
153. Объясните механизм буферного действия раствора, состоящего из муравьиной кислоты и формиата натрия. От каких факторов зависит буферная ёмкость?
154. Какова ионная сила водного раствора, содержащего 0,1 моль/л KCl и 0,2 моль/л $CuSO_4$?
155. Каков pH буферного раствора, приготовленного смешением 20 мл 0,2 М водного раствора NH_4OH и 50 мл 0,5 М водного раствора NH_4Cl ? $K_d(NH_4OH) = 1,8 \cdot 10^{-5}$.
156. Определите pH буферного раствора, содержащего в 1 л 0,4 моль муравьиной кислоты и 1,0 моль формиата натрия, до разбавления и после разбавления в 50 раз, если $pK_{HCOOH} = 3,75$.
 Ответ: $pH = 4,15$
157. Что называют ионной атмосферой и от каких факторов зависит её толщина?
158. Как зависит коэффициент активности от концентрации?
159. При диссоциации молекулы 1,1-валентного электролита образуются один катион и один анион. Чему равны c_{\pm} , ν_{\pm} , a_{\pm} ?
160. Рассчитайте средний коэффициент активности для водных растворов $MgCl_2$ при концентрациях 0,002 и 0,01 моль/л

161. Рассчитайте коэффициент активности и активную концентрацию раствора хлорида натрия при температуре 25°C, если его концентрация равна 0,45 мас. %
- Ответ: $\gamma_{\pm} = 0,72$; $a = 0,054$ моль/л
162. Чему равна константа ассоциации амидопиррина в водном растворе, если константа диссоциации $1 \cdot 10^{-7}$?
163. Что называют произведением растворимости слабо растворимого электролита?
164. Как зависит растворимость слабо растворимого электролита от величины его произведения растворимости?
165. Как влияет добавление постороннего электролита $NaCl$ на растворимость слабо растворимого электролита $AgCl$?
166. Как влияет добавление постороннего электролита $NaOH$ на растворимость слабо растворимого электролита $AgCl$?
167. Как влияет добавление постороннего электролита NaN_3 на растворимость слабо растворимого электролита $AgCl$?
168. От каких факторов зависит устойчивость сольватов и как она определяется?
169. Что называют скоростью движения ионов? абсолютной скоростью? подвижностью?
170. Дайте формулировки удельной (κ) и эквивалентной (λ) электрической проводимости и приведите формулы для их расчёта. Как они взаимосвязаны?
171. От каких факторов зависят величины κ и λ ?
172. Как измеряют электрическое сопротивление растворов?
173. Как измеряют электрическую проводимость растворов?
174. Какие физико-химические величины можно определить на основе электрической проводимости растворов?
175. Какие виды кондуктометрического титрования вы знаете? Объясните вид кондуктограмм.
176. Вычислите эквивалентную электрическую проводимость HCl при бесконечном разбавлении.
- Ответ: $\lambda_{HCl}^{\infty} = 426,1 \cdot 10^{-4}$ см²/моль
177. Рассчитайте удельную электрическую проводимость раствора KCl концентрации 0,05 моль/л при 25°C. Справочные значения подвижностей ионов при 25°C: $\lambda_K^{\infty}(K^+) = 73,5 \cdot 10^{-4}$ и $\lambda_{Cl}^{\infty}(Cl^-) = 76,3 \cdot 10^{-4}$ см²/моль.
178. Что называют электродвижущей силой элемента?
179. Какие виды электрохимических цепей вам известны?
180. Охарактеризуйте электроды стеклянный, водородный, хингидронный, хлорсеребряный и каломельный. Какие у них преимущества и недостатки?
181. Какие физико-химические величины можно определять методом ЭДС? Какова сущность этих определений?
182. Каков принцип определения pH ? Приведите примеры определений.
183. Охарактеризуйте кислотно-основное, осадительное и окислительно-восстановительное потенциометрическое титрование.
184. Каковы особенности и преимущества неводного титрования?
185. Чем отличаются свойства неравновесных электрохимических систем от соответствующих систем при равновесии?
186. Дайте определение электрохимическому эквиваленту и законам Фарадея.
187. Что такое выход по току? Как зависит скорость электрохимической реакции от силы тока?
188. Что называют катодной поляризацией? В чем её суть? В чем заключается концентрационная и химическая поляризация?
189. Какое значение имеет деполаризация при осуществлении электрохимических процессов?
190. Какие вы знаете основные стадии электрохимического процесса?
191. Что такое электролиз и напряжение разложения?
192. Нарисуйте схему установки для электролиза и полярографии.
193. Как определить очередность окисления и восстановления веществ при электролизе?
194. Объясните суть полярографии.
195. Каковы особенности ртутного каплющего электрода?
196. Что называют полярографической волной, потенциалом полуволны, диффузионным током?
197. На чем основан качественный и количественный полярографический анализ?
198. Назовите причины искажения полярографических волн.
199. Напишите уравнение Ильковича и охарактеризуйте его значение для полярографии.
200. В чем заключается принцип амперометрического титрования?
201. Нарисуйте и проанализируйте наиболее важные кривые амперометрического титрования.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**основная литература**

1. Луков, В.В. Физическая химия: учебник для студентов очного и очно-заочного отделений химических факультетов вузов / В.В. Луков, А.Н. Морозов ; Министерство науки и высшего образования РФ, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет». – 2-е изд., расшир. и доп. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2018. – 238 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=561130> (дата обращения: 17.01.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9275-2976-6. – Текст : электронный.
2. Физическая химия : учебное пособие / В.И. Грызунов, И.Р. Кузеев, Е.В. Пояркова и др. – 2-е изд., стер. – Москва : Флинта, 2014. – 250 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=461081> (дата обращения: 17.01.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9765-1963-3. – Текст : электронный.

дополнительная литература

1. Физическая химия: курсовые работы / Е.И. Степановских, Т.П. Большикова, Л.А. Брусницына и др. ; отв. ред. Е.И. Степановских ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2014. – 188 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275805> (дата обращения: 17.01.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7996-1237-5. – Текст : электронный.

программное обеспечение и интернет-ресурсы

1. <https://sdo.svgu.ru/> система дистанционного обучения СВГУ, раздел «Политехнический институт», учебный курс «Химия_ПИ»
2. <http://www.himikatus.ru/physchem.php> Учебные материалы по физической химии
3. <http://www.chem.msu.su/gus/elibrary/> Электронная библиотека учебных материалов по химии
4. <http://chem21.info/> Сайт "Справочник химика 21 века"
5. <http://chemistry-chemists.com/Uchebniki.html/> Учебники, практикумы и справочники по химии
6. <http://chemistry-chemists.com/Uchebniki.html/> Учебники, практикумы и справочники по химии
7. <http://www.xumuk.ru/> Сайт о химии
8. <http://www.himikatus.ru/art/phase-diagr1/diagrams.php/> Фазовые T-x-диаграммы около 2500 важнейших бинарных систем
9. <http://www.svgu.ru/library/> Электронный каталог библиотеки СВГУ
10. <http://www.svgu.local/stud-support>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование	Год изготовления	№ ауд.
Периодическая система элементов	2000	5211
Комплект плакатов	1985	5211
Шкаф вытяжной	1980	5211
Столы химические	1980	5211
Штативы лабораторные для реактивов	1983	5211
Штативы пробирочные	1989	5211
Штативы лабораторные	1983	5211

Химическая посуда	1980	5211
Химические реактивы	1985	5211
Универсальная индикаторная бумага		5211
Фильтры бумажные		5211
Плитки лабораторные электрические	1990	5211
Весы технические	1980	5211
Весы аналитические	1980	5211
Перемешивающее устройство		5211
Центрифуга лабораторная		5211
Магнитные мешалки		5211
Шкаф сушильный		5211
Фотоэлектроколориметры		5211
Пипетки автоматические		5211

9. Рейтинг-план дисциплины

Не предусмотрен.

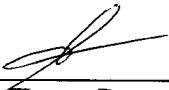
10. Протокол согласования программы с другими дисциплинами направления подготовки (Приложение 2).

11. Приложения

Приложение 1 Ф СВГУ «Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по дисциплине».


Приложение 3 Лист изменений и дополнений.

Программа составлена на основании ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 21.05.04 «Горное дело (уровень специалитета)», утверждённого Министерством образования и науки РФ (приказ №1298 от 17.10.2016 г.).



Автор(ы): Попов Владимир Анатольевич
к.х.н., доцент кафедры Геологии и физики Земли

« 14 » 12 2020 г.



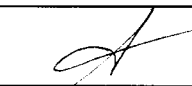
Заведующий кафедрой Геологии и физики Земли
Калинина Лада Юрьевна, к.г.-м.н., доцент


« 14 » декабря 2020 г.

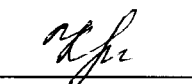
**ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ
С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ**

Наименование базовых дисциплин и разделов (тем), усвоение которых необходимо для данной дисциплины	Предложения базовым дисциплинам об изменениях в пропорциях материала, порядок изложения, введение новых тем курса и т.д.
<p>Химия</p> <p>Растворы и концентрации</p> <p>Основы химической кинетики</p> <p>Основы химического равновесия</p> <p>Основы химической термодинамики</p> <p>ОВ-процессы</p>	<p>Виды концентраций: молярность, моляльность, массовая, атомная и мольная доли. pH водного раствора. Произведение растворимости.</p> <p>Скорость химической реакции, ЗДМ, кинетическое уравнение.</p> <p>Константа равновесия. Смещение равновесия. Фаза. Гомогенные и гетерогенные системы. Правило фаз Гиббса.</p> <p>Функции перехода и функции состояния. Понятие энтальпии, энтропии и энергии Гиббса.</p> <p>Электродный и окислительно-восстановительный потенциал. Формула Нернста.</p>
<p>Физика</p> <p>Термодинамика</p>	<p>Уравнения состояния идеального и реального газов. Термодинамические параметры. Функции состояния и функции процесса. Теплота и работа. Внутренняя энергия, энтропия и энтальпия. Теплоёмкость. Температурная зависимость теплоёмкости. Основные постулаты и законы термодинамики.</p>
<p>Математика</p> <p>Дифференциальное и интегральное исчисления</p>	<p>Дифференцирование функций одной и многих переменных. Обыкновенные дифференциальные уравнения и дифференциальные уравнения в частных производных. Интегральное исчисление функций одной переменной. Свойства определённых и неопределённых интегралов.</p>

Ведущие лекторы

 Громов В.А. (Ф.И.О.)

 Колесникова Л.П. (Ф.И.О.)

 Мironov А.А. (Ф.И.О.)

А Н Н О Т А Ц И Я

учебной дисциплины

С1.В.04 Физическая химия

направления подготовки (специальности)

21.05.04 «Горное дело (уровень специалитета)»,

Профиль подготовки (специализация)

№6 «Обогащение полезных ископаемых»

Общая трудоёмкость дисциплины: 12 зачётных единиц (432 часов).

Цели и задачи дисциплины: формирование целостного, систематизированного естественно-научного мировоззрения; выработка навыков расчётов, основанных на термодинамических и кинетических закономерностях, умений использовать их для управления химическим процессом и решения технологических задач.

Основные дидактические единицы (разделы) дисциплины:

ПЕРВЫЙ МОДУЛЬ: «Основы химической термодинамики»

ВТОРОЙ МОДУЛЬ: «Фазовые равновесия. Растворы»

ТРЕТИЙ МОДУЛЬ: «Химическое равновесие»

ЧЕТВЕРТЫЙ МОДУЛЬ: «Химическая кинетика. Катализ. Адсорбция»

ПЯТЫЙ МОДУЛЬ: «Дисперсные системы»

ШЕСТОЙ МОДУЛЬ: «Электрохимия»

В результате освоения дисциплины студент должен:

– *знать*: основные понятия, законы и модели физической химии; основные начала термодинамики и термохимии, роль и значение термодинамических потенциалов, следствия закона Гесса; химическое равновесие, способы расчёта констант равновесия; фазовые равновесия, в том числе в конденсированных системах; растворы и процессы, протекающие в водных растворах, свойства разбавленных растворов и растворов электролитов; электродные потенциалы и электродвижущие силы; кинетику химических реакций; катализ; физико-химические основы поверхностных и дисперсных явлений, флотации; важнейшие свойства высокомолекулярных соединений; метрологические требования при работе с физико-химической аппаратурой;

– *уметь*: пользоваться основными приёмами и методами физико-химических расчётов и измерений; работать с основными типами приборов, используемых в физической химии; измерять физико-химические параметры растворов; обрабатывать, анализировать и обобщать результаты физико-химических наблюдений и измерений; работать со справочной литературой по физической химии; рассчитывать термодинамические функции состояния системы, тепловые эффекты химического процесса; рассчитывать константы равновесия реакции, равновесные концентрации реагентов и продуктов, равновесный выход продуктов, степень превращения реагентов; смещать равновесия в реакциях с участием газов, в реакциях, протекающих в растворах; анализировать фазовые равновесия в системе с помощью её диаграммы состояния;

– *владеть*: навыками интерпретации рассчитанных значений термодинамических функций с целью прогнозирования возможности осуществления и направления протекания химического процесса; техникой проведения основных физико-химических экспериментов; методикой измерения pH водного раствора; основами методов криометрии, рефрактометрии, колориметрии, спектрофотометрии, поляриметрии, потенциометрии, хроматографии; физико-химическими методами анализа веществ, образующих истинные растворы и дисперсные системы; навыками приготовления и способами повышения стабильности дисперсных систем; методикой оценки погрешностей физико-химических измерений.

Компетенции, формируемые у студента при освоении дисциплины:

– *общепрофессиональные (ОПК):*

- готовность с естественно-научных позиций оценивать строение, химический и минеральный состав земной коры, морфологические особенности и генетические типы месторождений твёрдых полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр (**ОПК-4**);
- готовность использовать научные законы и методы при геолого-промышленной оценке месторождений твёрдых полезных ископаемых и горных отводов (**ОПК-5**);
- владение методами анализа, знанием закономерностей поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки твёрдых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных сооружений (**ОПК-9**);

– *профессиональные (ПК):*

- умение изучать и использовать научно-техническую информацию в области эксплуатационной разведки, добычи, переработки твёрдых полезных ископаемых, строительства и эксплуатации подземных объектов (**ПК-15**).

Виды учебной работы: лекции, практические (семинарские) занятия, самостоятельные работы, самостоятельная подготовка (работа) студентов.

Изучение дисциплины заканчивается **экзаменом**.