

Программа кандидатского экзамена по научной специальности

«2.6.7 – Технология неорганических веществ»

1. Вопросы кандидатского экзамена

1. Уравнение материального баланса химической системы.
2. Характеристические функции.
3. Зависимость термодинамических характеристик от температуры.
4. Зависимость термодинамических характеристик от давления.
5. Диаграммы состояния реальных веществ.
6. Вычисление энтропии веществ и ее изменения в различных процессах.
7. Вычисление энтальпии образования веществ и химических реакций.
8. Расчет изменения энергии Гиббса химических реакций.
9. Выпаривание растворов. Тепловой и материальный балансы процессов выпаривания растворов в технологии неорганических веществ.
10. Растворение твердых веществ. Термодинамика процессов растворения. Диффузионно-кинетическая теория процессов растворения. Влияние различных факторов на скорость растворения.
11. Адсорбция и смачивание в технологии неорганических веществ. Природа сил адсорбции. Изотермы и изобары адсорбции.
12. Энтальпия смачивания. Краевой угол смачивания. Оценка адсорбционной способности вещества.
13. Основные принципы построения диаграмм состояния: энтальпийная диаграмма и диаграмма растворимости.
14. Фазовые диаграммы с явно выраженным максимумом.
15. Фазовые диаграммы со скрытым максимумом.
16. Принцип построения трехкомпонентных фазовых диаграмм.
17. Процесс испарения на трехкомпонентных фазовых диаграммах безводных солей.
18. Процесс испарения на трехкомпонентных фазовых диаграммах с кристаллогидратами.
19. Процесс испарения на трехкомпонентных фазовых диаграммах с двойной солью.
20. Диаграммы плавкости.
21. Правило соединительной прямой и правило рычага.
22. Принцип непрерывности. Правила фаз.
23. Фигуративная точка, правило соединительной прямой и правило рычага.
24. Политерма трехкомпонентной системы.
25. Свойства концентрированных растворов полиэлектролитов.
26. Солевые (электролитические) эффекты.
27. Значение соединений азота. Методы фиксации азота.
28. Методы производства водорода и азота.
29. Конверсия углеводородных газов с водяным паром. Равновесие и кинетика процесса. Катализатор конверсии метана. Контактные яды.

30. Конверсия углеводородных газов со смесью окислителей. Конверсия оксида углерода (II). Физико-химические основы процесса. Катализатор конверсии оксида углерода (II). Контактные яды.

31. Промышленные установки конверсии. Технологическая схема. Основная аппаратура процессов конверсии. Контактные аппараты. Сравнительная технико-экономическая характеристика способов конверсии.

32. Производство синтез-газа методом газификации топлив. Теоретические основы и технологическое осуществление процесса.

33. Фракционное разделение газов (метод глубокого охлаждения).

34. Очистка технологических газов от соединений серы. Сравнение различных способов сероочистки.

35. Способы очистки технологического газа от сероводорода. Технологические установки.

36. Способы очистки технологического газа от органических соединений серы. Технологические установки.

37. Способы очистки технологического газа от диоксида углерода. Технологические установки.

38. Способы очистки технологического газа от оксида углерода(II). Технологические установки.

39. Синтез аммиака. Физико-химические основы процесса. Равновесие и кинетика процесса.

40. Катализаторы синтеза аммиака. Контактные яды.

41. Технико-экономическое сравнение способов получения аммиака при различных давлениях.

42. Установки синтеза аммиака среднего и высокого давления. Оборудование синтеза аммиака. Устройство колонны синтеза.

43. Производство неконцентрированной азотной кислоты. Контактное окисление аммиака. Влияние технологических параметров процесса.

44. Реактор контактного окисления аммиака.

45. Катализаторы контактного окисления аммиака. Потери, отравление, регенерация.

46. Производство неконцентрированной азотной кислоты. Окисление и переработка оксида азота (II) в азотную кислоту.

47. Производство разбавленной азотной кислоты. Технологическая схема процесса.

48. Основная аппаратура производства азотной кислоты.

49. Концентрирование азотной кислоты. Оценка различных способов.

50. Производство концентрированной азотной кислоты.

51. Методы обезвреживания отходящих газов производства азотной кислоты.

52. Основные конструкционные материалы азотнокислотного производства.

53. Катализаторы в азотной промышленности.

54. Перспективы развития технологии связанного азота.

55. Характеристика реактивов и особо чистых веществ.

56. Классификация веществ по чистоте.

57. Влияние чистоты веществ на их технологические и физико-химические свойства.

58. Примеси вводимые с сырьем, водой и продуктами коррозии оборудования.

59. Методы очистки веществ. Химические и физические способы разделения смесей.

60. Очистка веществ методом перекристаллизации.

61. Дистилляционные методы, зонная кристаллизация, ионообменные и мембранные методы получения чистых веществ.

62. Общая характеристика и продукты содовой промышленности. Добыча, приготовление и обработка рассола. Аммонизация рассола. Карбонизация аммонизированного рассола.

63. Получение продукта и регенерация аммиака.

64. Получение гидроксида натрия химическим путем.

65. Электрохимические методы получения гидроксида натрия.

66. Получение известкового молока.

67. Аппаратура и конструкционные материалы в производстве соды и щелочей.

68. Серная кислота важнейшая из минеральных кислот, ее применение. Строение и свойства серной кислоты. Технология и оборудование.

69. Технология хлорида водорода и хлоридоводородной кислоты. Свойства хлорида водорода и кислоты. Производственные схемы получения. Конструкционные материалы в производстве.

70. Технология и оборудование производства фосфорной кислоты. Получение полифосфорных кислот. Утилизация фтористых соединений.

71. Азотные удобрения, их виды, превращения и потери в почве. Экологический аспект применения. Технология и оборудование в производстве карбамида.

72. Получение простого и двойного суперфосфата. Получение термофосфатов, обесфторенных фосфатов и полифосфатов. Кормовые фосфаты.

73. Круговорот калия в природе. Поглощение ионов калия растениями, фиксация их почвой. Калийные удобрения (хлоридные, бесхлоридные), взаимодействие их с почвой.

74. Способы приготовления катализаторов. Важнейшие промышленные гетерогенные катализатора и области их применения.

75. Основные понятия инновации и инновационных технологий. Критерии оценки инновационных технологий.

76. Новые виды функциональной оксидной и бескислородной керамики.

77. Керамические композиты. Трансформационное упрочнение.

78. Перколяционные явления.

79. Возобновляемые источники энергии.

80. Поликристаллический кремний. Способы получения и использование

81. Использование плазмохимических технологий при получении неорганических веществ.

82. Применение ультразвука и магнитного поля в технологии неорганических веществ. Влияние на кинетику процессов.

83. Нанотехнологии. Основные типы.

84. Нанокompозиты, адсорбенты и катализаторы.

85. Инновационные технологии силикатов и силикатных композитов.

86. Халькогенидные стекла, фторидные стекла.

87. Стеклоуглерод. Свойства и технология.

88. Высокопрочные и магнитные материалы на основе металлических стекол.
89. Современные физико-химические процессы получения дисперсных материалов.
90. Золь-гель метод, криохимическая технология, пиролиз аэрозолей.
91. Новые формы углерода и материалы на их основе.
92. Графлекс. Углеродные волокна, химические принципы получения, применение.
93. Фуллерены, их получение и очистка.
94. Углеродные нанотрубки, получение и свойства.
95. Инновации в экологии. Малоотходные технологии неорганических веществ и материалов из техногенных отходов.
96. Получение наноматериалов методом молекулярного наслаивания.
97. Использование доступного природного сырья в технологии неорганических веществ и функциональных материалов.
98. Процесс изотермического испарения на диаграмме трехкомпонентной системы.
99. Диаграмма трехкомпонентных систем, в которых образуются двойные соли и кристаллогидраты.
100. Диаграмма четырехкомпонентной системы, в которой протекает только независимая реакция.
101. Кристаллизация из растворов. Закономерность зародышеобразования кристаллов.
102. Кинетика роста кристаллов. Массовая кристаллизация. Методы промышленной кристаллизации. Старение осадка.
103. Взаимные системы.

2. Учебно-методическое и информационное обеспечение

2.1. Литература

а) основная литература:

1. Ахметов, Т.Г. Химическая технология неорганических веществ [Учебники]: в 2 кн.: учеб. пособие. Кн.1 / Т.Г. Ахметов [и др.]; под ред. Т.Г. Ахметова. –СПб; М.; Краснодар: Лань, 2021. –688 с.
2. Ахметов, Т.Г. Химическая технология неорганических веществ [Учебники]: в 2 кн.: учеб. пособие. Кн.2 / Т.Г. Ахметов [и др.]; под ред. Т.Г. Ахметова. –СПб; М.; Краснодар: Лань, 2021. –533 с.
3. Ахметов Т.Г., Бусыгин В.М., Гайсин Л.Г., Ахметова Р.Т. Химическая технология неорганических веществ: Учебное пособие / Под ред. Т.Г. Ахметова. – СПб: Издательство «Лань», 2019. – 452 с.
4. Ильин А.П. Производство азотной кислоты / А.П. Ильин, А.В. Кунин. –СПб: Издательство «Лань». 2013. – 256 с.
4. Позин М.Е. Физико-химические основы неорганической технологии. /М.Е. Позин, Р.Ю. Зинюк. –Л.: Химия, 1985. –384 с.
5. Карапетьянц М.Х. Введение в теорию химических процессов. /М.Х. Карапетьянц. –М.: Высш. шк., 1981. –333 с.
6. Основы жидкостной экстракции /Под ред. Г.А. Ягодина. –М.: Химия, 1981. –400 с.

7. Кельцев Н.В. Основы адсорбционной техники. /Н.В. Кельцев. –М.: Химия, 1984. –592 с.
8. Электротермические процессы химической технологии /Под ред. В.А. Ершова. –Л.: Химия, 1984. –464 с.
9. Бесков В.С. Общая химическая технология и основы промышленной экологии. / В.С. Бесков, В.С. Сафронов. –М.: Химия, 1999. –471 с.
10. Степин Б.Д. Методы получения особо чистых неорганических веществ /Б.Д. Степин, И.Г. Горштейн, Г.З. Блюм и др. –Л.: Химия, 1969. –480 с.
11. Андреев Б.М. Разделение стабильных изотопов физико-химическими методами. /Б.М. Андреев, Я.М. Зельвенский, С.Г. Катальников. –М.: Энергоатомиздат, 1982. –376 с.
12. Семенов В.П. Производство аммиака. /В.П. Семенов, Г.Ф. Кисилев, А.А. Орлов. –М.: Химия, 1985. –376 с.
13. Васильев Б.Т. Технология серной кислоты. /Б.Т. Васильев, М.И. Отвагина. –М.: Химия, 1985. –384 с.
14. Основы проектирования химических производств: Учебн. для вузов /Под ред. А.И. Михайличенко. М.: ИКЦ «Академкнига», 2006. –332с.

б) дополнительная литература:

16. Козадерова О. А. Расчеты материальных и тепловых балансов в технологии минеральных удобрений: учебное пособие, Воронежский государственный университет инженерных технологий / О.А. Козадерова, С.И. Нифталиев. – Воронеж: ВГУИТ, 2018. –57 с.
17. Химическая технология серы: учебное пособие / Р.Т. Порфирьева, Т.Г. Ахметов, А.И. Хацринов, Л.Т. Ахметова. –Казань: КГТУ, 2009. –74 с.
18. Хуснутдинов В.А. Производство извести и диоксида углерода. Добыча солей и отчистка рассолов. [Электронный ресурс] / В.А. Хуснутдинов, Р.Х. Хузиахметов. –Электрон. дан. –Казань: КНИТУ, 2007. –104 с.
19. Химическая технология серной кислоты: учебное пособие / Р.Т. Ахметова [и др.]. –Казань: Изд-во КНИТУ, 2019. –140 с.
20. Позин М.Е. Технология минеральных удобрений. /М.Е. Позин. –Л.: Химия, 1989. –326 с.
21. Третьяков Ю.Д. Твердофазные реакции. /Ю.Д. Третьяков. –М.: Химия, 1978. –360 с.
22. Пархоменко В.Д. Технология плазмохимических процессов. /В.Д. Пархоменко, П.Н. Цыбунов, Ю.И. Краснокутский. –Киев: Выща школа, 1991. –256 с.
23. Розовский А.Я. Гетерогенные химические реакции. /А.Я. Розовски. –М.: Наука, 1980. –324 с.
24. Широков Ю.Г. Теоретические основы технологии неорганических веществ. /Ю.Г. Широков. –Иваново: ИГХТУ, 2000. –336 с.
25. Беляков А. В. Методы получения неорганических неметаллических наночастиц. /А.В. Беляков. –М.: РХТУ им. Менделеева, 2003. –80 с.
26. Сайфуллин Р.С., Сайфуллин А.Р. Современная химико-физическая энциклопедия-лексикон (на русском и английском языках). Справочное и учебное издание. /Р.С. Сайфуллин, А.Р. Сайфуллин. –Казань: Изд-во Фэн АН РТ, 2010. –696 с.

27. Сайфуллин Р.С. Достижения естественных наук и эра Нобелевских премий (на русск. и англ. яз). /Р.С. Сайфуллин, С.В Водопьянова, А.Р. Сайфуллин –Казань: Фэн, 2005. –364 с.

2.2 Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. ЭБС «Лань»:Режим доступа: <https://e.lanbook.com>.
2. Образовательная платформа «Юрайт»: Режим доступа: <https://urait.ru/>
3. ЭБС «Znanium.com»: Режим доступа: <http://znanium.com/>
4. Научная электронная библиотека <https://elibrary.ru/>
5. Базы данных: Scopus Доступ свободный: www.scopus.com
6. Web of Science Доступ свободный: apps.webofknowledge.com

Разработчики программы:
Зав. каф. ТНВМ

Доцент каф. ТНВМ



Хацринов А.И.

Водопьянова С.В.