

**Вопросы для кандидатского экзамена по научной специальности  
2.6.12. Химическая технология топлива и высокоэнергетических  
веществ**

1. Термодинамические расчеты термической деструкции алифатических и ароматических углеводородов.
2. Радикально-цепной механизм термической деструкции углеводородов.
3. Каталитический механизм термической деструкции углеводородов.
4. Основные теории механизма каталитического формирования твердого углерода на подложке.
5. Основные теории механизма каталитического формирования твердого углерода в газовой фазе.
6. Селективность термической деструкции углеводородных газов.
7. Кинетика гомогенных процессов в газовой фазе, ее отличия от жидкофазной кинетики.
8. Кинетическое моделирование реакций, протекающих с изменением объема газовой фазы. Коэффициент изменения объема для простых и сложных реакций.
9. Условия формирования частиц сажи в разных условиях синтеза.
10. Условия формирования пироуглерода и пирографита в разных условиях осаждения.
12. Условия роста нанотрубок. Роль катализатора в формировании структуры материала.
13. Селективность формирования малослойных и многослойных нанотрубок.
14. Оценка направления использования углеродных материалов различной природы и морфологии.
15. Основные принципы проектирования устройств для получения сажи.
16. Основные принципы проектирования устройств для получения пироуглерода и пирографита.
17. Основные принципы проектирования устройств для получения нанотрубок.
18. В периодическом реакторе протекает двухстадийная реакция:



Начальные концентрации, моль/л	CA0	CY0	CB0	CZ0
-----------------------------------	-----	-----	-----	-----

	1,0	2,0	0	0
Текущие концентрации, моль/л	CA	CY	CB	CZ
	0,5			0,2

Рассчитать недостающие концентрации реагентов и удельные химические переменные стадий. Найти дифференциальную и интегральную селективности продуктов В и Z относительно исходного вещества А.

19. В периодическом реакторе протекает двухстадийная реакция:



Начальные концентрации, моль/л	CA0	CY0	CB0	CZ0
	0,5	0	0	0
Текущие концентрации, моль/л	CA	CY	CB	CZ
	0,2		0,1	

Рассчитать недостающие концентрации реагентов и удельные химические переменные стадий. Найти дифференциальную и интегральную селективности продуктов В и Z относительно исходного вещества А.

20. В периодическом реакторе протекает двухстадийная реакция:



Начальные концентрации, моль/л	CA0	CY0	CB0	CZ0
	4,0	4,0	0	0
Текущие концентрации, моль/л	CA	CY	CB	CZ
	0,6	0,4		

Рассчитать недостающие концентрации реагентов и удельные химические переменные стадий. Найти дифференциальную и интегральную селективности продуктов В и Z относительно исходного вещества А.

21. В периодическом реакторе протекает двухстадийная реакция:



Начальные концентрации, моль/л	CA0	CY0	CB0	CZ0
	3,0	1,0	0	0
Текущие концентрации, моль/л	CA	CY	CB	CZ
		0,8	0,2	

Рассчитать недостающие концентрации реагентов и удельные химические переменные стадий. Найти дифференциальную и интегральную селективности продуктов В и Z относительно исходного вещества А.

22. В периодическом реакторе протекает двухстадийная реакция:



Начальные концентрации, моль/л	CA0	CY0	CB0	CZ0
	1,3	1,3	0	0
Текущие концентрации, моль/л	CA	CY	CB	CZ
	0,3			2,0

Рассчитать недостающие концентрации реагентов и удельные химические переменные стадий. Найти дифференциальную и интегральную селективности продуктов В и Z относительно исходного вещества А.

23. В периодическом реакторе протекает двухстадийная реакция:  
 $2A+Y \rightarrow 3B$ ;  $B \rightarrow 2Z$

Начальные концентрации, моль/л	CA0	CY0	CB0	CZ0
	2,2	2,0	0	0
Текущие концентрации, моль/л	CA	CY	CB	CZ
	0,4		1,5	

Рассчитать недостающие концентрации реагентов и удельные химические переменные стадий. Найти дифференциальную и интегральную селективности продуктов В и Z относительно исходного вещества А.

24. В периодическом реакторе протекает простая реакция  $A \rightarrow B$ . Проведены два эксперимента, результаты которых представлены в табл.

Опыт №1		Опыт №2	
Время, мин	Концентрация А, моль/л	Время, мин	Концентрация А, моль/л
0	0,497	0	0,993
3	0,361	2	0,663
6	0,284	6	0,410
10	0,224	10	0,286
15	0,173	15	0,223
20	0,138	20	0,158

Была выдвинута гипотеза о порядке реакции равном 1/2. Задание: 1) визуально проверить адекватность гипотезы; 2) выдвинуть новую гипотезу о порядке реакции и проверить ее адекватность; 3) определить константу скорости и ее размерность в каждом из опытов; 4) рассчитать объем РИВ для данной реакции при  $X_A=0,8$ .

25. В периодическом реакторе протекает простая реакция  $A \rightarrow B$ . Проведены два эксперимента, результаты которых представлены в табл.

Опыт №1		Опыт №2	
Время, мин	Концентрация А, моль/л	Время, мин	Концентрация А, моль/л
0	0,493	0	1,025
5	0,387	5	0,834

10	0,308	10	0,700
15	0,229	15	0,577
20	0,164	20	0,483
30	0,077	30	0,323

Была выдвинута гипотеза о порядке реакции равном  $3/2$ . Задание: 1) визуально проверить адекватность гипотезы; 2) выдвинуть новую гипотезу о порядке реакции и проверить ее адекватность; 3) определить константу скорости и ее размерность в каждом из опытов; 4) рассчитать объем РИС-П для данной реакции при  $X_A=0,8$  и  $\tau_{нз}=0,2\tau$ .

26. В периодическом реакторе протекает простая реакция  $A \rightarrow B$ . Проведены два эксперимента, результаты которых представлены в табл.

Опыт №1		Опыт №2	
Время, мин	Концентрация А, моль/л	Время, мин	Концентрация А, моль/л
0	0,495	0	1,003
15	0,403	15	0,799
30	0,317	30	0,621
45	0,250	45	0,505
60	0,209	60	0,389
75	0,166	75	0,325

Была выдвинута гипотеза о порядке реакции равном  $3/2$ . Задание: 1) визуально проверить адекватность гипотезы; 2) выдвинуть новую гипотезу о порядке реакции и проверить ее адекватность; ; 3) определить константу скорости и ее размерность в каждом из опытов; 4) рассчитать объем РИС-Н для данной реакции при  $X_A=0,9$ .

27. В периодическом реакторе протекает простая реакция  $A \rightarrow B$ . Проведены два эксперимента, результаты которых представлены в табл.

Опыт №1		Опыт №2	
Время, мин	Концентрация А, моль/л	Время, мин	Концентрация А, моль/л
0	0,498	0	1,012
0,3	0,397	0,3	0,806
0,6	0,318	0,6	0,621
1,1	0,212	1,1	0,433
1,7	0,141	1,7	0,273
2,5	0,083	2,5	0,177

Была выдвинута гипотеза о порядке реакции равном  $1/2$ . Задание: 1) визуально проверить адекватность гипотезы; 2) выдвинуть новую гипотезу о порядке реакции и проверить ее адекватность; ; 3) определить константу

скорости и ее размерность в каждом из опытов; 4) рассчитать объем РИВ для данной реакции при  $X_A=0,75$ .

28. В периодическом реакторе протекает простая реакция  $A \rightarrow B$ . Проведены два эксперимента, результаты которых представлены в табл.

Опыт №1		Опыт №2	
Время, мин	Концентрация А, моль/л	Время, мин	Концентрация А, моль/л
0	0,502	0	1,011
3	0,400	3	0,695
6	0,307	6	0,551
9	0,273	9	0,424
12	0,210	12	0,352
15	0,198	15	0,301

Была выдвинута гипотеза о порядке реакции равном  $1/2$ . Задание: 1) визуально проверить адекватность гипотезы; 2) выдвинуть новую гипотезу о порядке реакции и проверить ее адекватность; ; 3) определить константу скорости и ее размерность в каждом из опытов; 4) рассчитать объем РИС-П для данной реакции при  $X_A=0,9$  и  $\tau_{нз}=0,2\tau$ .

29. В периодическом реакторе протекает простая реакция  $A \rightarrow B$ . Проведены два эксперимента, результаты которых представлены в табл.

Опыт №1		Опыт №2	
Время, мин	Концентрация А, моль/л	Время, мин	Концентрация А, моль/л
0	0,499	0	0,986
5	0,397	5	0,711
10	0,326	10	0,535
17	0,251	17	0,385
25	0,193	25	0,284
35	0,148	35	0,192

Была выдвинута гипотеза о порядке реакции равном 1. Задание: 1) визуально проверить адекватность гипотезы; 2) выдвинуть новую гипотезу о порядке реакции и проверить ее адекватность; ; 3) определить константу скорости и ее размерность в каждом из опытов; 4) рассчитать объем РИС-П для данной реакции при  $X_A=0,8$  и  $\tau_{нз}=0,2\tau$ .

30. В периодическом реакторе протекает простая реакция  $A \rightarrow B$ . Проведены два эксперимента, результаты которых представлены в табл.

Опыт №1		Опыт №2	
Время, мин	Концентрация А, моль/л	Время, мин	Концентрация А, моль/л
0	0,498	0	0,990
3	0,395	3	0,842

6	0,315	6	0,731
9	0,234	9	0,615
12	0,169	12	0,478
15	0,104	15	0,388

Была выдвинута гипотеза о порядке реакции равном 1. Задание: 1) визуально проверить адекватность гипотезы; 2) выдвинуть новую гипотезу о порядке реакции и проверить ее адекватность; 3) определить константу скорости и ее размерность в каждом из опытов; 4) рассчитать объем РИС-Н для данной реакции при  $X_A=0,8$ .

37. В периодическом реакторе протекает простая реакция  $A \rightarrow B$ . Проведены два эксперимента, результаты которых представлены в табл.

Опыт №1		Опыт №2	
Время, мин	Концентрация А, моль/л	Время, мин	Концентрация А, моль/л
0	0,493	0	1,002
1,5	0,411	1,5	0,860
3	0,324	3	0,748
5	0,225	5	0,609
8	0,120	8	0,402
12	0,022	12	0,223

Была выдвинута гипотеза о порядке реакции равном 3/2. Задание: 1) визуально проверить адекватность гипотезы; 2) выдвинуть новую гипотезу о порядке реакции и проверить ее адекватность; ; 3) определить константу скорости и ее размерность в каждом из опытов; 4) рассчитать объем РИС-П для данной реакции при  $X_A=0,8$  и  $\tau_{нз}=0,2\tau$ .

38. Кинетика и механизм электрофильного нитрования. Особенности нитрования на различных стадиях получения тринитротолуола. Основные и побочные реакции. Кинетический и диффузионный режимы.

39. Реакции нуклеофильного замещения в технологии нитросоединений. Стадия очистки тротила. Использование этой реакции при получении термостойких ВВ.

40. Каталитическое восстановление нитросоединений. Механизм реакции, кинетика процесса, основные носители и катализаторы, их влияние на направление и скорость процесса

41. Технология циклических нитраминов. Особенности получения N-нитросоединений. Технология октогена. Технология гексогена. Нитролизный способ: достоинства и недостатки по сравнению с другими методами

42. Термостойкие и малочувствительные взрывчатые вещества. Основные требования к ним. Принципы создания. Основные представители.

43. Химия и технология нитроэфиров, общие подходы и технологическое оформление. Основные представители. Особенности нитрования целлюлозы.

44. Термический распад C-O, C-N и N-N нитросоединений.

45. Адиабатический "тепловой взрыв" Максимальная скорость реакции, обратный максимальный безразмерный разогрев. Период индукции.

46. Теория "теплого взрыва" по Н.Н. Семенову (Тепловой взрыв в условиях теплообмена). Различие между адиабатическим "тепловым взрывом" и тепловым взрывом в условиях теплообмена. Критерии.

47. Основные уравнения теории горения: закон сохранения массы, закон сохранения энергии, уравнение Фурье, подобие полей концентраций полю температуры в пламени. Пренебрежение начальной скоростью реакции и метод разложения экспонента.

48. Горение газов и летучих взрывчатых веществ.

49. Влияние начальной температуры и давления на скорость горения конденсированных систем.

50. Горение взрывчатых веществ с тепловыделением в конденсированной фазе.

51. Волны в экзотермически реагирующем веществе. Детонация и дефлаграция.

52. Уравнения сохранения для стационарных волн. Основные соотношения для волн сжатия в инертном веществе.

53. Теория детонации конденсированных ВВ Ландау-Станюковича.

54. Критический диаметр детонации. Принцип Харитона. Критический диаметр в случае гомогенного и баллистического механизма взрывчатого превращения.

55. Уравнение состояния вещества при сверхвысоких давлениях: с использованием ударно волновых измерений; теории кристаллической решетки; в пренебрежении тепловой составляющей давления.

56. Детонация Чепмена-Жуге в идеальном газе. Сравнение теории и эксперимента.

57. Гидродинамическая теория детонации. Правило отбора Чепмена-Жуге.

## Рекомендуемая литература

### Основная литература

1. Гремячкин, В. М. Гетерогенное горение частиц твердых топлив [Текст] / В. М. Гремячкин. - М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015. - 231 с. : ил. ; 14,5 усл.печ.л. - Библиогр.: с. 216-229. - 500 экз. - ISBN 978-5-7038-4132-7
2. Кауфман, А.А. Отечественные и зарубежные коксовые печи : конструкции и оборудование [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.А. Кауфман, Ю.Я. Филоненко. — Электрон. дан. — Екатеринбург : УрФУ, 2014. — 88 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/98966>. — Загл. с экрана.
3. Потехин, В.М. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки [Электронный ресурс]: учеб. / В.М. Потехин, В.В. Потехин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2014. — 896 с.
4. Комарова, Т. В. Углеродные материалы: учебное пособие / Т. В. Комарова, С. В. Вержичинская. - М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. - 192 с. : ил. - Библиогр.: с. 191-192. - ISBN 978-5-7237-1040-5
5. Орлова, Е. Ю. Химия и технология бризантных взрывчатых веществ [Текст]: учебник для вузов / Е.Ю. Орлова. - 3-е изд., перераб. - Л. : Химия, 1981. – 312 с. (базовый учебник).
6. Жилин, В. Ф. Малочувствительные взрывчатые вещества [Текст]: учебное пособие / В. Ф. Жилин, В. Л. Збарский, Н. В. Юдин. - М.: РХТУ. Издат. центр, 2008. - 172 с. : ил. - Библиогр.: с. 161-172. - ISBN 978-5-7237-0678-1.
7. Синдицкий, В. П. Термическое разложение энергетических материалов [Текст]: учебное пособие / В. П. Синдицкий, В. В. Серушкин. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. - 151 с.: ил. - Библиогр.: с. 151. - ISBN 978-5-7237-0988-1.
8. Серушкин, В. В. Термодинамика процессов горения и детонации [Текст]: учебное пособие / В. В. Серушкин, В. П. Синдицкий. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. - 112 с. : ил. - Библиогр.: с. 112. - ISBN 978-5-7237-0990-4
9. Денисюк, А. П. Определение баллистических характеристик и параметров горения порохов и ТРТ [Текст]: лабораторный практикум : Учебное пособие / А. П. Денисюк, Ю. Г. Шепелев. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2009. - 136 с. : ил. - Библиогр.: с. 134. - ISBN 978-5-7237-0724-5



**Дополнительная литература**

1. Серушкин, В. В. Термодинамика процессов горения и детонации [Текст]: учебное пособие / В. В. Серушкин, В. П. Синдицкий. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. - 112 с. : ил. - Библиогр.: с. 112. - ISBN 978-5-7237-0990-4
2. Переработка нефти: теоретические и технологические аспекты: учебное пособие / Т. В. Бухаркина [и др.] ; ред.: Н. Г. Дигуров, Б. П. Туманян. - М.: Техника, 2012. - 495 с. : ил. - Библиогр.: с. 487-489. - ISBN 5-93969-040-8