

**Структура методических рекомендаций по подготовке к заключительному
этапу (финалу) открытой универсиады федерального государственного
автономного образовательного учреждения высшего образования
«Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»
«RUDN-ON» в 2024/2025 уч. г.**

Предметное направление

04.04.01 «Химия»

название предметного направления

1. О предметном направлении

Универсиада по предметному направлению «Химия» проводится
направлению подготовки:

– 04.04.01 Химия

Базовые дисциплины:

- *Неорганическая химия;*
- *Аналитическая химия;*
- *Органическая химия;*
- *Физическая химия.*

Специализированные дисциплины:

- *Основы квантовой химии;*
- *Химия координационных соединений;*
- *Спектральные методы анализа;*
- *Строение вещества;*
- *Методы получения новых веществ и материалов;*
- *Стратегия органического синтеза.*

2. Заключительный этап (финал)

Заключительный этап универсиады по предметному направлению 04.04.01 «Химия» проводится в форме письменной работы. Задания заключительного этапа включают 10 вопросов по базовым и специализированным дисциплинам направления «Химия». Правильный ответ на каждый вопрос оценивается в 10 баллов (максимальная оценка – **100 баллов**). В сумме участник может набрать 100 баллов по итогам заключительного этапа.

На выполнение всего заключительного этапа отводится 180 минут.

При решении задач очного этапа допускается использование тех справочных материалов (карт, таблиц и т.п.), которые включены в содержание задач, а также

- периодическую систему химических элементов Д. И. Менделеева
- таблицу растворимости
- ряд активности металлов
- непрограммируемый калькулятор

3. Критерии оценивания заданий заключительного этапа

№	Критерии оценивания открытых вопросов заключительного этапа	Баллы
1	Полнота и правильность ответа, использование профессиональной терминологии, применимость решения на практике	5
2	Логика и аргументация изложения материала - внутреннее смысловое единство, согласованность ключевых тезисов и утверждений, глубина проработки проблемы (обоснованность и комплексность решения)	5
Итого		10

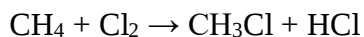
4. Список рекомендуемой литературы для подготовки

1. А.К. Молодкин. Химия элементов IA – VIIIA групп. М.: Изд-во РУДН, 2005, 175с.
2. А.К. Молодкин, Н.Я. Есина, Н.У. Венсковский. Химия переходных элементов. М.: Изд-во РУДН, 2007, 368с.
3. Я.А. Угай. Общая и неорганическая химия. М.: В.Ш., 2000, 2004, 528с.
4. М.Х. Карапетьянц, С.И. Дракин. Общая и неорганическая химия. М.: Химия, 2001, 592с.
5. Герасимов Я.И. и др. Курс физической химии.: В 2 т.// М.: Химия. 1969. Т.1-2.
6. А.Г. Стромберг, Д.П. Семченко Физическая химия.// М: Высшая школа. 2001
7. В.М. Грязнов, С.Г. Гульянова Физическая химия, ч 1//М.: РУДН, 1989/уч.пособие
8. В.М. Грязнов, С.Г. Гульянова Физическая химия, ч 2//М.: РУДН, 1992 /уч.пособие
9. Эткинс П. Физическая химия: В 2 т.// М.: Мир, 1980. Т.1, 2.
10. Еремин Е.Н. Основы химической кинетики: Учеб. пособие. М.: Высш. шк., 1976. 374 с.
11. Боженко К.В. Методические указания по изучению курса «Основы квантовой химии», раздел I «Классическая механика» // Учебное пособие. – Изд. РУДН. – 2005. – С.25.

12. Боженко К.В. Методические указания по изучению курса «Основы квантовой химии», раздел II «Квантовая механика» // Учебное пособие. – Изд. РУДН. – 2005. – С.24.
13. Цюлике Л. Квантовая химия. Т. 1: Основы и общие методы/ М.: Мир.- 1976
14. В.Д. Ягодовский Статистическая термодинамика в физической химии // М.: изд. БИНОМ. Лаборатория знаний. – 2005. – С.495.
15. Шабаров Ю.С. «Органическая химия», М., Химия, 2000 г.
16. Сайкс П. Механизмы реакций в органической химии. Вводный курс. М., “Химия”, 2000
17. Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П. «Органическая химия», т. 1-4, М., БИНОМ. Лаборатория знаний, 2019 г.
18. Илиэл Э., Вайлен С., Дойл М. “Основы органической стереохимии”. пер. с англ., изд. “Бином. Лаборатория знаний”, Москва, 2007 г.
19. Химия ароматических гетероциклических соединений / М.А. Юровская. - 3-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2021.

5. Демоверсии заданий заключительного этапа

1. При взаимодействии твердого вещества **A** и газа **B** образуется удушливый газ **AB₃**. Имеющий кислую реакцию среды водный раствор **CB**, который нельзя хранить в стеклянной таре, при взаимодействии с **AB₃** образует кислоту **D**. **NaC** восстанавливает **AB₃** в соединение **E**, которое имеет ряд гомологов. Расшифруйте указанные в задаче соединения, приведите примеры уравнений соответствующих реакций.
2. На примере валина и фенилаланина покажите применение бензилоксикарбонильной и бензильной защиты для амино- и карбоксильной групп α-аминокислот, которые могут использоваться в синтезе высокомолекулярных органических веществ (белков). В чём заключается преимущество указанных защитных функций?
3. Рассчитайте тепловой эффект реакции:



Энергия связи C-H в метане равна 435 кДж/моль, связи C-Cl в хлорметане – 350 кДж/моль, а энергия связи Cl-Cl и H-Cl соответственно равны 240 кДж/моль и 430 кДж/моль.

**Структура методических рекомендаций по подготовке к отборочному
этапу открытой универсиады федерального государственного
автономного образовательного учреждения высшего образования
«Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»
«RUDN-ON» в 2025/2026 уч. г.**

**Предметное направление
04.04.01 «Химия»**

название предметного направления

1. О предметном направлении:

Универсиада по предметному направлению «Химия» проводится
направлению подготовки:

– 04.04.01 Химия

Базовые дисциплины:

- *Неорганическая химия;*
- *Аналитическая химия;*
- *Органическая химия;*
- *Физическая химия.*

Специализированные дисциплины:

- *Основы квантовой химии;*
- *Химия координационных соединений;*
- *Спектральные методы анализа;*
- *Строение вещества;*
- *Методы получения новых веществ и материалов;*
- *Стратегия органического синтеза.*

2. Отборочный этап:

Отборочный этап универсиады по предметному направлению 04.04.01 «Химия» проводится в форме теста, формируемого электронной системой сопровождения экзаменов (ЭССЭ) методом случайной выборки заданий из подготовленного банка тестовых заданий, с автоматической проверкой ЭССЭ правильности выполненных заданий (компьютерный тест).

Компьютерный тест состоит из 30 вопросов.

20 вопросов теста – задания из части программы базовых дисциплин с выбором одного или нескольких правильных ответов из множества, вопросы на соответствия;

10 вопросов – задания повышенной сложности из базовых и специализированных дисциплин с выбором одного или нескольких правильных ответов из множества, вопросы на соответствия, вопросы с кратким ответом.

Для вопросов с выбором одного правильного ответа за правильный ответ начисляется 1 балл, за неправильный ноль. Для вопросов с выбором нескольких правильных ответов и вопросов на соответствия, учитывается каждый правильный ответ в процентном соотношении. Далее происходит автоматический пересчет полученных первичных баллов по 100 балльной шкале.

На выполнение всего теста отводится 60 минут.

3. Список рекомендуемой литературы для подготовки:

- А.К. Молодкин. Химия элементов IA – VIIIA групп. М.: Изд-во РУДН, 2005, 175с.
- А.К. Молодкин, Н.Я. Есина, Н.У. Венсковский. Химия переходных элементов. М.: Изд-во РУДН, 2007, 368с.
- Я.А. Угай. Общая и неорганическая химия. М.: В.Ш., 2000, 2004, 528с.
- М.Х. Карапетьянц, С.И. Дракин. Общая и неорганическая химия. М.: Химия, 2001, 592с.
- Герасимов Я.И. и др. Курс физической химии.: В 2 т.// М.: Химия. 1969. Т.1-2.
- А.Г. Стромберг, Д.П. Семченко Физическая химия.// М: Высшая школа. 2001
- В.М. Грязнов, С.Г. Гульянова Физическая химия, ч 1//М.: РУДН, 1989/уч.пособие
- В.М. Грязнов, С.Г. Гульянова Физическая химия, ч 2//М.: РУДН, 1992 /уч.пособие
- Эткинс П. Физическая химия: В 2 т.// М.: Мир, 1980. Т.1, 2.
- Еремин Е.Н. Основы химической кинетики: Учеб. пособие. М.: Высш. шк., 1976. 374 с.
- Боженко К.В. Методические указания по изучению курса «Основы квантовой химии», раздел I «Классическая механика» // Учебное пособие. – Изд. РУДН. – 2005. – С.25.
- Боженко К.В. Методические указания по изучению курса «Основы квантовой химии», раздел II «Квантовая механика» // Учебное пособие. – Изд. РУДН. – 2005. – С.24.
- Цюлике Л. Квантовая химия. Т. 1: Основы и общие методы/ М.: Мир.- 1976

- В.Д. Ягодовский Статистическая термодинамика в физической химии // М.: изд. БИНОМ. Лаборатория знаний. – 2005. – С.495.
- Шабаров Ю.С. «Органическая химия», М., Химия, 2000 г.
- Сайкс П. Механизмы реакций в органической химии. Вводный курс. М., “Химия”, 2000
- Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П. «Органическая химия», т. 1-4, М., БИНОМ. Лаборатория знаний, 2019 г.
- Илиэл Э., Вайлен С., Дойл М. “Основы органической стереохимии”. пер. с англ., изд. “Бином. Лаборатория знаний”, Москва, 2007 г.
- Химия ароматических гетероциклических соединений / М.А. Юровская. - 3-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2021.

4. Демоверсии заданий отборочного этапа (тесты):

1

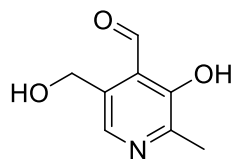
Выберите соединение, которое не будет реагировать с бензальдегидом по механизму присоединения-отщепления?		
#	Ответы	
A.	Анилин	
B.	N-Этиланилин	
C.	О-Метилгидроксиламин	
D.	Гидразин	
E.	Этиламин	

2

Какие из перечисленных гетероциклов можно нитровать нитрующей смесью		
#	Ответы	
A.	пиррол	
B.	пиридин	
C.	фуран	
D.	тиофен	
E.	индол	
F.	пирролидин	

3

Какие утверждения соответствуют структуре пиридоксаля?



#	Ответы
A.	Имеет ароматический цикл
B.	Содержит пиридиновый цикл
C.	Образует соли с соляной кислотой
D.	Дает реакцию серебряного зеркала
E.	Имеет хиральный атом углерода
F.	Неподеленная пара азота входит в ароматический секстет

4

Что из перечисленного справедливо для 3-метилбутанала?

#	Ответы
A.	При обработке раствором NaOH происходит альдольная конденсация.
B.	В эфирном растворе реакция с LiAlH_4 отсутствует.
C.	Избыток CH_3MgBr в эфире реагирует с образованием 4-метилпентан-2-ола.
D.	Восстановление по Кижнеру-Вульфу дает бутан.
E.	Является изомером пентан-3-ола.

5

Известно, что соединение А гидролизруется водным раствором щёлочи при нагревании с образованием аммиака, а при обработке Br_2 в растворе NaOH даёт изобутиламин. Предложите формулу этого соединения.

#	Ответы
A.	$(\text{CH}_3)_2\text{CHCN}$
B.	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C}(\text{O})\text{NHCH}_2\text{CH}_3$
C.	$(\text{CH}_3)_2\text{CHC}(\text{O})\text{NH}_2$
D.	$(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{C}(\text{O})\text{NH}_2$
E.	$\text{HC}(\text{O})\text{NHCH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$

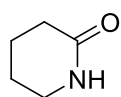
6

Назовите превалирующий продукт бромирования изопропилметилкетона молекулярным бромом в кислой среде.

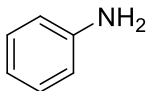
#	Ответы
A.	2,2-дибром-3-метилбутан
B.	2-бром-3-метилбутан
C.	1-бром-3-метилбутанон-2
D.	3-бром-3-метилбутанон-2
E.	1,3-дибром-3-метилбутан

7

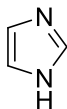
Из следующих соединений выберите, какое из них является самым сильным основанием, а какое - самой сильной кислотой?



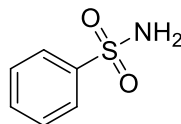
A



B



C

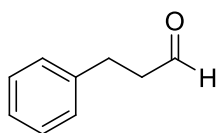


D

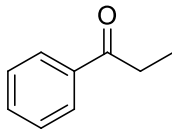
	Ответы
A.	A – самая сильная кислота C – самое сильное основание
B.	D – самая сильная кислота B – самое сильное основание
C.	C – самая сильная кислота A – самое сильное основание
D.	D – самая сильная кислота A – самое сильное основание
E.	A – самая сильная кислота B – самое сильное основание
F.	D – самая сильная кислота C – самое сильное основание

8

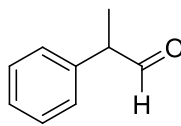
Соединение $C_9H_{10}O$ обладает сильным пиком поглощением при 1730 см^{-1} и двумя меньшими, но резкими, пиками поглощения при 2719 и 2818 см^{-1} в инфракрасном диапазоне. В спектре ЯМР 1H имеется дублет при $\delta\ 1,0\text{ ppm}$. Какое из перечисленных ниже соединений, как ожидается, будут обладать этими свойствами?



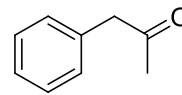
A



B



C

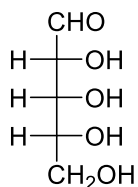


D

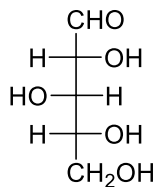
	Ответы
A.	A
B.	B
C.	C
D.	D

9

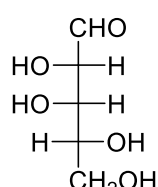
Две альдопентозы X и Y дают одно и то же производное озона. Альдопентоза X окисляется до оптически активной альдаровой кислоты действием концентрированной азотной кислоты. Дегградация по Руффу альдопентозы Y приводит к тетрозе, которая аналогичным образом окисляется до оптически активной альдаровой кислоты. Выберите структуры X и Y из следующего списка?



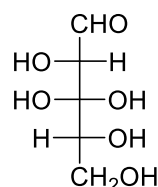
A



B



C



D

	Ответы
A.	X = C, Y = B
B.	X = C, Y = A
C.	X = A, Y = D
D.	X = B, Y = C
E.	X = A, Y = D
F.	X = D, Y = C

10

Спермацет, $\text{C}_{32}\text{H}_{64}\text{O}_2$, - вещество, содержащееся в голове кашалота. Оно обладает сильным пиком поглощением при 1735 см^{-1} в ИК. При восстановлении спермацета с помощью LiAlH_4 образуется один спирт $\text{C}_{16}\text{H}_{34}\text{O}$.

К какому классу липидов относится спермацет?

	Ответы
A.	триглицериды
B.	воски
C.	терпены
D.	транс-жирные кислоты
E.	цис-жирные кислоты
F.	фосфатидилхолины
G.	глиролипиды
H.	сфингомиелины

11

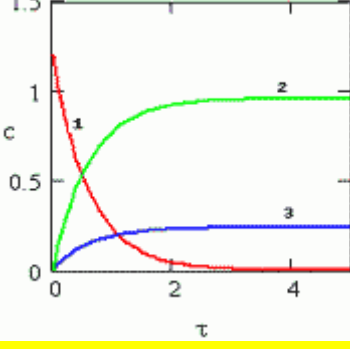
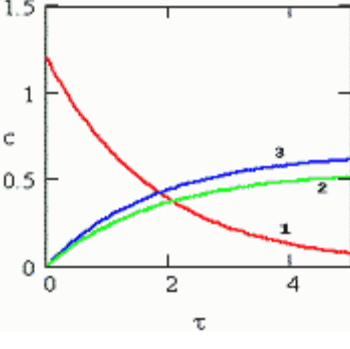
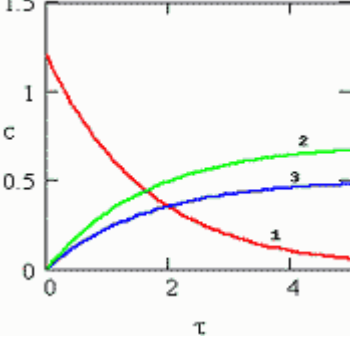
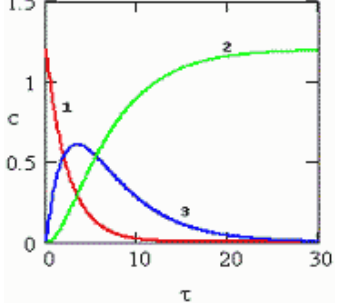
1. В каких условиях возможно самопроизвольное протекание процесса $2\text{H}_{2,\text{г}} + \text{O}_{2,\text{г}} = 2\text{H}_2\text{O}_{\text{ж}}$, если все компоненты находятся при 1 атм и $T=25^\circ\text{C}$?	
#	Ответы
A.	в изолированной системе
B.	при постоянных температуре и давлении
C.	при постоянных температуре и объеме
D.	во всех случаях

12

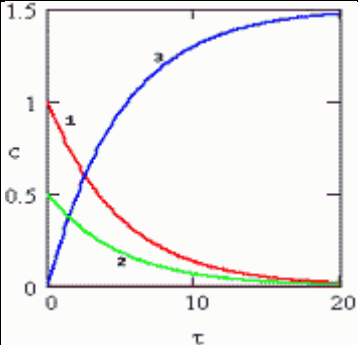
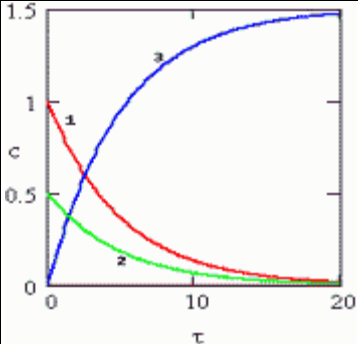
Укажите реакции, для которых можно пренебречь разностью между изменением энтальпии и изменением внутренней энергии.	
#	Ответы
A.	$2\text{AsH}_3(\text{г}) = 2\text{As}(\text{тв}) + 3\text{H}_2(\text{г})$
B.	$\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{р-р}) + \text{CO}_2(\text{г}) = \text{CaCO}_3(\text{тв}) + \text{H}_2\text{O}(\text{ж})$
C.	$\text{Pb}(\text{тв}) + \text{PbO}_2(\text{тв}) = 2\text{PbO}(\text{тв})$
D.	$\text{Sb}_2\text{O}_4(\text{тв}) + 4\text{C}(\text{тв}) = 2\text{Sb}(\text{тв}) + 4\text{CO}(\text{г})$
E.	$\text{CaO}(\text{тв}) + \text{CO}_2(\text{г}) = \text{CaCO}_3(\text{тв})$
F.	$\text{HCl}(\text{р-р}) + \text{NaOH}(\text{р-р}) = \text{NaCl}(\text{р-р}) + \text{H}_2\text{O}(\text{р-р})$

13

Кинетические кривые концентрации веществ в системе, в которой протекают две параллельные реакции первого порядка $A \rightarrow B$ (с константой скорости k_1) и $A \rightarrow C$ (с константой скорости k_2), причем $k_1 \gg k_2$

#	Ответы	
A.		
B.		
C.		
D.		

Кинетические кривые концентрации веществ в системе, в которой протекают две параллельные реакции первого порядка $A \rightarrow B$ (с константой скорости k_1) и $A \rightarrow C$ (с константой скорости k_2), причем $k_1 \gg k_2$

#	Ответы	
Е.		
Е.		

14

Число микросостояний (W) в термодинамической системе равно 1. Чему равно значение энтропии (Дж/моль·К)?

#	Ответы
А.	1
В.	0
С.	e^w
Д.	e^{-w}

15

Найдите соответствующее спектральное обозначение терма атома с электронной конфигурацией $1s^2 2s^2 2p^3 d$		
#	Ответы	
A.	3F_3	
B.	3F_4	
C.	3D_3	
D.	2D_3	

16

Чему равна предельная теплоемкость C_v ($\text{Дж} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$) при высоких температурах для молекулы He ?		
#	Ответы	
A.	$\frac{3}{2}R$	
B.	$3R$	
C.	$\frac{1}{2}R$	
D.	$9R$	

17

Предложите наилучший коагулятор для золя, имеющего отрицательно заряженную частицу		
	Ответы	
A.	хлорид кальция	
B.	фосфат калия	
C.	хлорид алюминия	
D.	хлорид калия	

18

Основным электронным состоянием молекулы водорода является состояние с термом		
	Ответы	
A.	$1\Sigma_g^-$	
B.	$3\Sigma_u^+$	
C.	$1\Sigma_g^+$	
D.	$3\Lambda_g^-$	

19

Электронный газ в металлах является ... и описывается статистикой		
	Ответы	
A.	Вырожденным/Ферми-Дирака	
B.	Невырожденным/ Ферми-Дирака	
C.	Вырожденным/Бозе-Эйнштейна	
D.	Невырожденным /Бозе-Эйнштейна	

20

К коллигативным свойствам растворов относятся		
	Ответы	
A.	диффузия	
B.	осмос	
C.	броуновское движение	
D.	понижение температуры замерзания	
E.	повышение температуры кипения	
F.	повышение температуры замерзания	

21

Как меняется металлический радиус при переходе от Al к Ga? Чем объясняется такое поведение?

	Ответы	
A.	уменьшается; лантаноидное сжатие у Ga	
B.	увеличивается; увеличение количества энергетических уровней	
C.	уменьшается; d-сжатие у Ga	
D.	увеличивается; увеличение числа энергетических уровней и подуровней	

22

Реакции элементов IIIA группы с какими из приведенных реагентов указывают на то, что В – неметалл, а остальные элементы группы – металлы:

- 1) HNO_3 (конц.), $t^\circ\text{C}$
- 2) HNO_3 (разб.), $t^\circ\text{C}$
- 3) NaOH (раствор), $t^\circ\text{C}$
- 4) NaOH (конц.), $t^\circ\text{C}$
- 5) H_2SO_4 (конц.), $t^\circ\text{C}$
- 6) H_2SO_4 (разб.), $t^\circ\text{C}$,

	Ответы	
A.	1, 4, 5	
B.	2, 6	
C.	2, 4, 5	
D.	1, 5	

23

Из приведенного ряда реагентов выберите те, с которыми реагирует аморфный бор при нагревании: HCl (конц.), HNO_3 (конц.), NaOH (раствор), HF (конц.), H_2SO_4 (конц.), H_2 , C ?

	Ответы
A.	HF (конц.), H_2SO_4 (конц.), H_2
B.	HCl (конц.), HNO_3 (конц.), NaOH (раствор)
C.	H_2SO_4 (конц.), C , HF (конц.)
D.	HNO_3(конц.), H_2SO_4(конц.), C

24

Укажите, какие алюминий содержащие продукты образуются при взаимодействии раствора хлорида алюминия с растворами:

- 1) карбоната натрия
- 2) сульфида аммония
- 3) гидроксида аммония.

	Ответы
A.	$\text{Al}_2(\text{CO}_3)_3$; Al_2S_3 ; $\text{Al}(\text{OH})_3$
B.	$\text{Al}(\text{OH})_3$; Al_2S_3 ; $\text{Al}(\text{OH})_3$
C.	$\text{Al}_2(\text{CO}_3)_3$; $\text{Al}(\text{OH})_3$; $\text{Al}(\text{OH})_3$
D.	$\text{Al}(\text{OH})_3$; $\text{Al}(\text{OH})_3$; $\text{Al}(\text{OH})_3$

25

Что общего у элементов IVA группы?

- 1) Одинаковое число валентных электронов
- 2) Одинаковое число энергетических уровней
- 3) Одинаковое число электронов на внешнем уровне
- 4) Одинаковая способность отдавать электроны
- 5) Одинаковая способность принимать электроны
- 6) Одинаковое число ковалентных связей в соединениях

	Ответы
A.	1, 3, 6
B.	4, 6
C.	1, 3
D.	1, 4, 6

26

Как меняется геометрия молекул в ряду $\text{CH}_2\text{Cl}_2 - \text{COCl}_2 - \text{CO}_2$?		
	Ответы	
A.	тетраэдр-пирамида-треугольник	
B.	треугольник-пирамида-линейная	
C.	тетраэдр-треугольник-линейная	
D.	пирамида-линейная-треугольник	

27

С помощью каких реагентов можно разделить угарный и углекислый газы:		
1) конц. соляная кислота		
2) раствор NaOH		
3) конц. раствор NaOH		
4) конц. серная кислота		
5) насыщ. раствор $\text{Ba}(\text{OH})_2$		
6) конц. раствор HF		
	Ответы	
A.	3, 5, 6	
B.	2, 3, 5	
C.	1, 4, 6	
D.	2, 5, 6	

28

Математическим выражением основного закона светопоглощения Бугера-Ламберта-Бера является формула:		
	Ответы	
A.	$F = k \cdot (q_1 \cdot q_2) / (\epsilon \cdot r^2)$	
B.	$\pi = i \cdot C \cdot R \cdot T$	
C.	$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$	
D.	$A = \epsilon \cdot C \cdot l$	

29

Фактор эквивалентности перманганата калия в окислительно-восстановительных реакциях, протекающих в кислой среде равен:		
	Ответы	
A.	$\frac{1}{2}$	
B.	$\frac{1}{3}$	
C.	$\frac{1}{6}$	
D.	$\frac{1}{5}$	

30

В потенциометрии экспериментально измеряемой величиной является:		
	Ответы	
A.	Электропроводность	
B.	Оптическая плотность	
C.	Сила тока	
D.	Разность потенциалов	

ЗАДАНИЯ

заключительного этапа Универсиады РУДН

по предметному направлению

«ХИМИЯ»

МОСКВА

2026

Заключительный этап универсиады по предметному направлению 04.04.01 «Химия» проводится в форме письменной работы. Задания заключительного этапа включают 10 вопросов по базовым и специализированным дисциплинам направления «Химия». Правильный ответ на каждый вопрос оценивается в 10 баллов (максимальная оценка – **100 баллов**). В сумме участник может набрать 100 баллов по итогам заключительного этапа.

На выполнение всего заключительного этапа отводится 180 минут.

При решении задач очного этапа допускается использование тех справочных материалов (карт, таблиц и т.п.), которые включены в содержание задач, а также

- периодическую систему химических элементов Д. И. Менделеева
- таблицу растворимости
- ряд активности металлов
- непрограммируемый калькулятор

Критерии оценивания заданий заключительного этапа

№	Критерии оценивания открытых вопросов заключительного этапа	Баллы
1	Полнота и правильность ответа, использование профессиональной терминологии, применимость решения на практике	5
2	Логика и аргументация изложения материала - внутреннее смысловое единство, согласованность ключевых тезисов и утверждений, глубина проработки проблемы (обоснованность и комплексность решения)	5
Итого		10

Задание 1

Ниже приведены некоторые экспериментальные данные о неизвестном неорганическом веществе **X**:

X – белое, расплывающееся на воздухе вещество, хорошо растворяется в воде, возгоняется при нагревании. Экспериментально определенный молекулярный вес пара равен 266.

При добавлении к водному раствору вещества **X** водного раствора аммиака образуется белый студенистый осадок.

Раствор вещества **X** также дает белый творожистый осадок **Y** при добавлении разбавленного раствора нитрата серебра. Этот белый осадок не растворяется при добавлении азотной кислоты, но легко растворяется в водном растворе аммиака, а при добавлении избытка аммиака образуется студенистый осадок **Z**.

Осадок **Z** был отфильтрован и растворен в избытке NaOH с образованием прозрачного раствора **W** со следующими свойствами: при пропускании CO₂ через него снова выпадает осадок **Z**.

Вещество **X** растворяется в безводном эфире без разложения. При взаимодействии этого раствора с LiH образуется продукт **U**. Если LiH взят в избытке, **U** превращается в **V**.

- 1) Определите вещества **V** - **Z**.
- 2) Запишите уравнения реакций, соответствующие описанным превращениям.

Задание 2

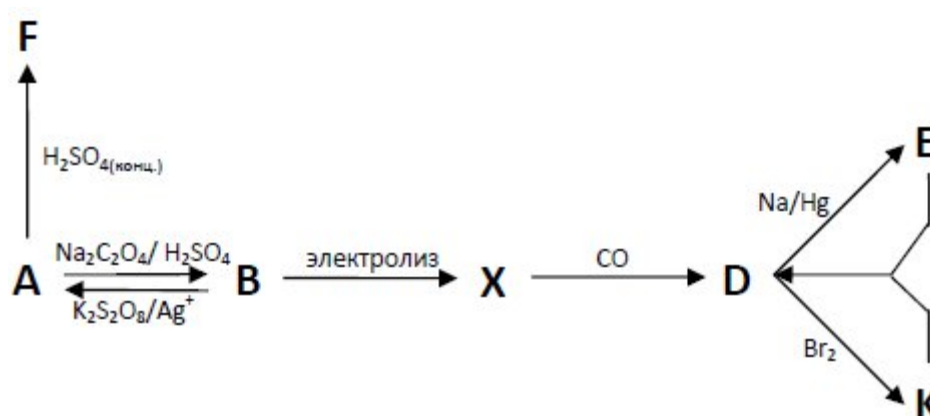
1. Большинство синтетических моющих средств содержат добавку натриевой соли кислородсодержащей кислоты элемента **Y** (внешняя электронная конфигурация элемента **Y** имеет вид ns^2np^3). Данная кислота используется для снижения жесткости водопроводной воды. Соль этой кислоты получают при нагревании однородной смеси, состоящей из двух кислых натриевых солей самой известной кислоты данного элемента. Известно, что в молекуле кислоты содержится три атома **Y**, в составе данной соли нет атомов водорода, а при ее получении описанным способом воды по молям образуется в два раза больше, чем соли.

2. Установите формулу соли. Назовите соль и напишите описанное уравнение реакции её получения. Изобразите структурную формулу кислоты.

3. Оцените pH раствора, полученного при растворении в воде смеси двух кислых натриевых солей самой известной кислоты данного элемента **Y**, взятых в том же мольном

соотношении, что и для получения искомой соли. Константа диссоциации самой известной кислоты данного элемента Y в водном растворе по первой ступени равна $7 \cdot 10^{-3}$, а константы диссоциации по каждой последующей ступени меньше предыдущей приблизительно на 5 порядков.

Задание 3



Фиолетовое кристаллическое вещество **A**, являющееся сильным окислителем, взаимодействует с $Na_2C_2O_4$ в среде разбавленной H_2SO_4 по реакции, широко используемой в аналитической химии, образуя соль **B** (реакция 1). С другой стороны, соль **B** при взаимодействии с $K_2S_2O_8$ в присутствии ионов серебра превращается в вещество **A** (реакция 2).

При осторожном добавлении $H_2SO_{4(конц.)}$ к твёрдому веществу **A** образуется маслянистая жидкость **F** (реакция 3), обладающая цветовым дихроизмом.

При электролизе водного раствора соли **B** на катоде выделяется металл **X**. **X** взаимодействует с CO , образуя комплексное соединение **D** (реакция 5), содержащее связь $X-X$. Соединение **D** реагирует с амальгамой натрия с образованием соли **E** (реакция 6). При реакции соединения **D** с Br_2 в отношении 1 : 1 получается вещество **K** (реакция 7). Вещества **E** и **K** вступают в реакцию (в соотношении 1 : 1) образуя вещество **D** (реакция 8). Вещества **E** и **K** являются комплексными соединениями, в которых элемент **X** находится в нехарактерных степенях окисления. Массовая доля **X** в соединении **E** равна 25,23 %, а в соединении **K** равна 20 %.

1. Определите вещества **A**, **B**, **D**, **E**, **F**, **K** и элемент **X**.
2. Напишите уравнения всех упомянутых в тексте задачи реакций (кроме реакции электролиза).

3. Укажите степень окисления элемента **X** в соединениях **E** и **K**.

Задание 4

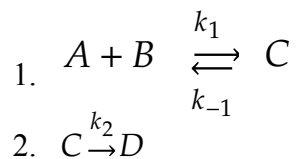
Парадоксом Гиббса иногда называют “кажущуюся неаддитивность” энтропии при смешении двух объемов газа. Рассчитайте энтропию смешения ΔS идеальных *разных* газов после открытия дверцы в перегородке, если до этого они находились в ящике с перегородкой делящей ящик на две части; обе части имели одинаковые объёмы $V(A) = V(B) = V$ и содержали по $n(A) = n(B) = n$ молей газов с температурой T (это автоматически означает равенство давлений в обеих частях ящика); ящик помещён в термостат с той же температурой T . Мольные теплоёмкости газов по обе стороны перегородки принимаем одинаковыми. Как изменится ΔS , если по обе стороны перегородки были бы *одинаковые* газы?

Задание 5

Для гипотетической реакции $2A_{(г)} = A_{2(г)}$ $\Delta C_p = 1 + 2 \cdot 10^{-3} \cdot T$, кал/К и $\Delta H_{298}^0 = -5 \text{ ккал}$. Определите для этой реакции температуру, при которой $\Delta H^0 = 0$ при постоянном давлении.

Задание 6

Химическое превращение в газовой системе протекает с участием компонентов реакции A, B, C и D, причем A и B – исходные вещества, C – промежуточное вещество, D – конечный продукт. Опытным путем установлено, что скорость изменения концентрации продукта D прямо пропорциональна произведению концентрации исходных веществ $\frac{dC_D}{d\tau} = k^{\text{эфф}} C_A C_B$, где $k^{\text{эфф}} = k_2 \frac{k_1}{k_{-1}}$. Предполагается, что химическое превращение реализуется в виде совокупных стадий:

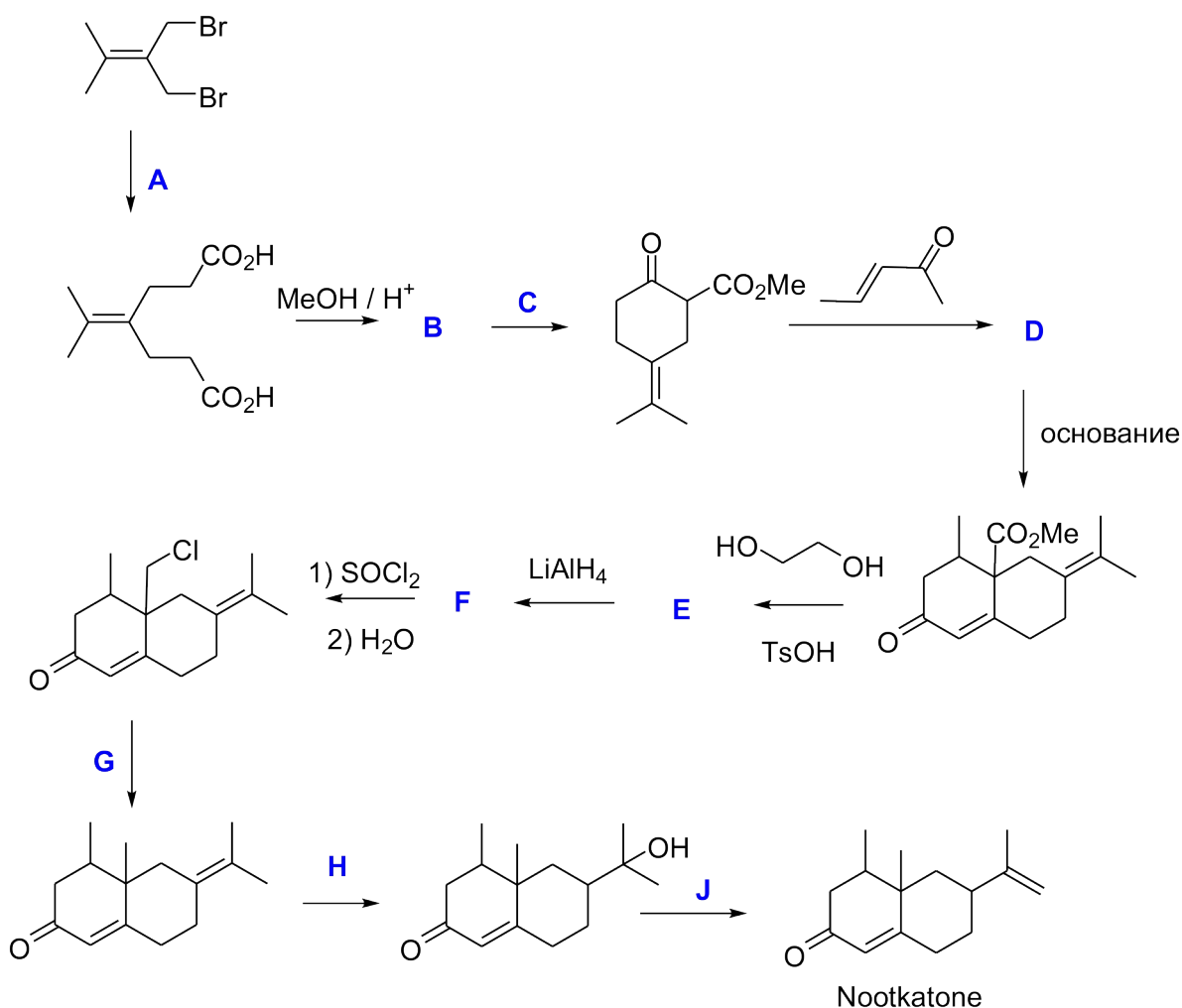


из которых стадия 1 является кинетически двусторонним процессом (с константами скоростей k_1 и k_{-1}), находящимся в каждый момент времени практически в равновесном состоянии, а стадия 2 является односторонним процессом (с константой скорости k_2) и

остается далекой от равновесного состояния вплоть до полной выработки веществ А и В. Приняв дополнительно, что все константы скоростей подчиняются уравнению Аррениуса, установить связь опытной энергии активации $E_{\text{оп}}$ с энергиями активации E_1 , E_{-1} и E_2 .

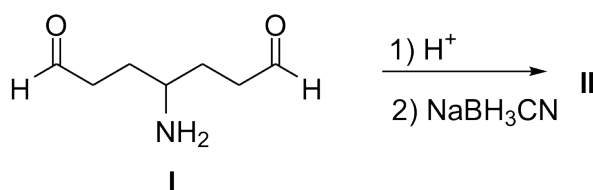
Задание 7

Бициклический кетон Nootkatone является универсальным и безопасным репеллентом и инсектицидом. Nootkatone содержится в грейпфруте, но присутствует в кожуре плода лишь в незначительных количествах. В предложенном синтетическом пути синтеза укажите пропущенные реагенты и заполните схему превращений.



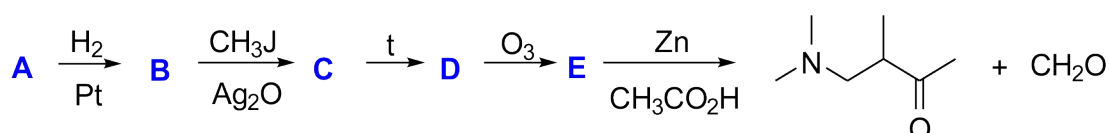
Задание 8

Предложите пошаговый механизм для образования гексагидро-1*H*-пирролизина **II** из соединения **I**.



Задание 9

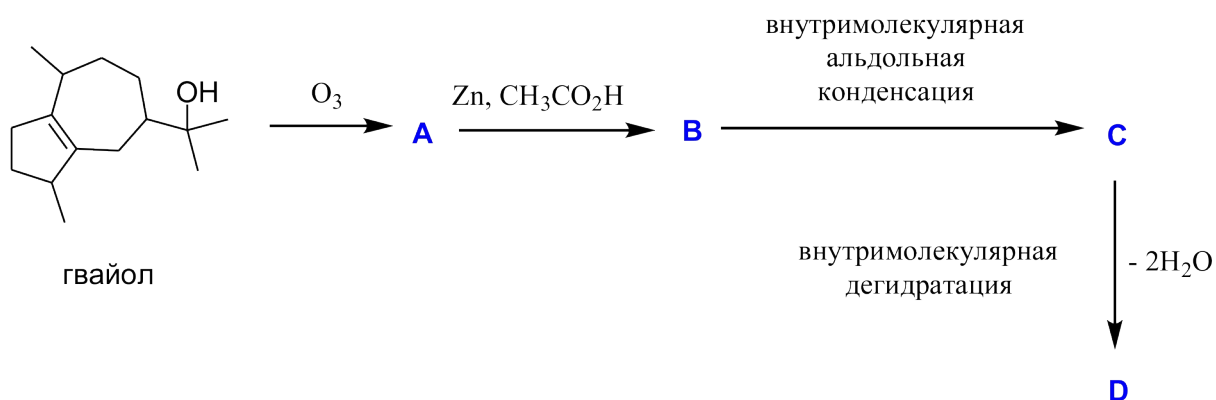
Заполните схему превращений. Укажите тип реакций для каждого превращения.



A – гетероциклическое соединение

Задание 10

Это соединение **1** впервые было получено еще в 15 веке из эфирного масла ромашки. Название соединения **1** получило из-за своего синего цвета. Производные соединения **1** достаточно широко встречаются в природных эфирных маслах. Одно из его производных *сесквитерпеновый спирт – гвайол* (используется в парфюмерии) было выделено из гваякового дерева. Строение гвайола было установлено с помощью указанных реакций.



1. Заполните схему превращений.
2. Выделите в структуре гвайола изопреновые звенья
3. Приведите формулу соединения **1**