

Tallinna XXI koolinoorte keemiaolümpiaadi koolivoor

2020 / 2021 õ.a

14. detsembril 2020 kell 12.00 – 15.00

Перед началом работы на титульном листе чистовика начертите и заполните таблицу по образцу:

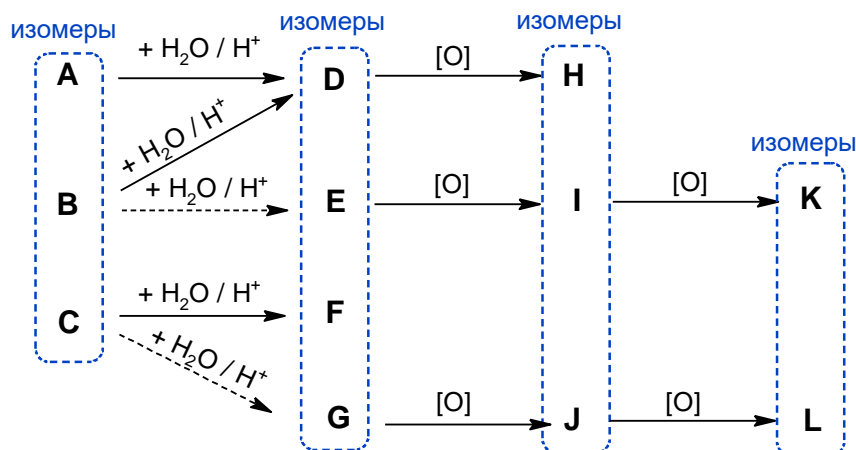
12. klass		I	II	III	IV	Σ
Õpilase nimi						
Õpetaja nimi						
KOOL						

Можно пользоваться таблицей периодической системы химических элементов, таблицей растворимости и калькулятором.

1. (10)

Вещества **A–C** представляют собой углеводороды с молярной массой 56 г/моль, которых характеризует кислотно-каталитическая гидратация. Вещества **D–G** также являются изомерами друг с другом, при этом для вещества **F** не характерна давать реакцию окисления. Окисление веществ **D, E** и **G** также приводит к образованию изомеров, из которых только **I** и **J** окисляются до карбоновых кислот.

На схеме основной продукт показан сплошной стрелкой, а побочный продукт - пунктирной стрелкой.



1. Составьте структурные формулы и систематические названия веществ **A–L**.

(6)

2. Есть ещё два других соединения, которые являются изомерами с веществами **A–C**, которые не характерны для кислотной каталитической гидратации. Составьте их структурные формулы и систематические названия. (1)
3. Составьте структурную формулу и систематическое название одного функционального изомера веществ **D–G**. (0,5)
4. Одно вещество из **A–C** имеет геометрическую изомерию. Составьте структурные формулы двух соответствующих изомеров. (0,5)

Кодируемые аминокислоты лейцин и изолейцин представляют собой изомеры, которые отличаются **расположением метильной группы**. Их молекулы содержат 10,7% азота (по массе).

5. Какова брутто-формула лейцина и изолейцина? Показать с расчетами. (1)
6. Составьте структурные формулы лейцина и изолейцина. (1)

2. (10)

Реакции нитрования могут протекать как в алифатических (молекулы без ароматического ядра), так и в ароматических органических молекулах.

Учебники пишут в основном о нитробензоле - сладком, но токсичном, запахом горького миндаля ароматическом углеродном соединении, используемом в качестве растворителя, и которого получают при нитровании бензола. Однако вокруг нас есть еще много интересных нитросоединений. Например:

- 1) **нитроцеллюлоза**, которая является легковоспламеняющимся и, следовательно, опасным эфиром азотной кислоты и целлюлозы (сама целлюлоза является полимером и, следовательно, нитроцеллюлоза также является полимером), присутствует в бездымном порохе. Нитроцеллюлоза получается путем взаимодействия целлюлозы с азотной кислотой в присутствии серной кислоты;
- 2) **нитроглицерин** – это вещество было быстродействующим сердечно-сосудистым расширителем в течение почти 150 лет, которое спасло многих людей от сердечных приступов, но также используется в производстве взрывоопасных смесей путем нитрования глицерина (то есть пропана, где все три атома углерода связаны с гидроксильными группами);
- 3) **(E)-1-нитропентадец-1-ен** – вещество, которое является одним из немногих встречающихся в природе токсичных алифатических нитроалкенов, которое синтезируется «солдатами» в гнездах термитов для уничтожения противника;
- 4) **нитрометан** – это органическое вещество, используемое в топливе нитродрагеров, которое позволяет горючему гореть при относительно небольшом количестве воздуха. В этой реакции используется пропан в

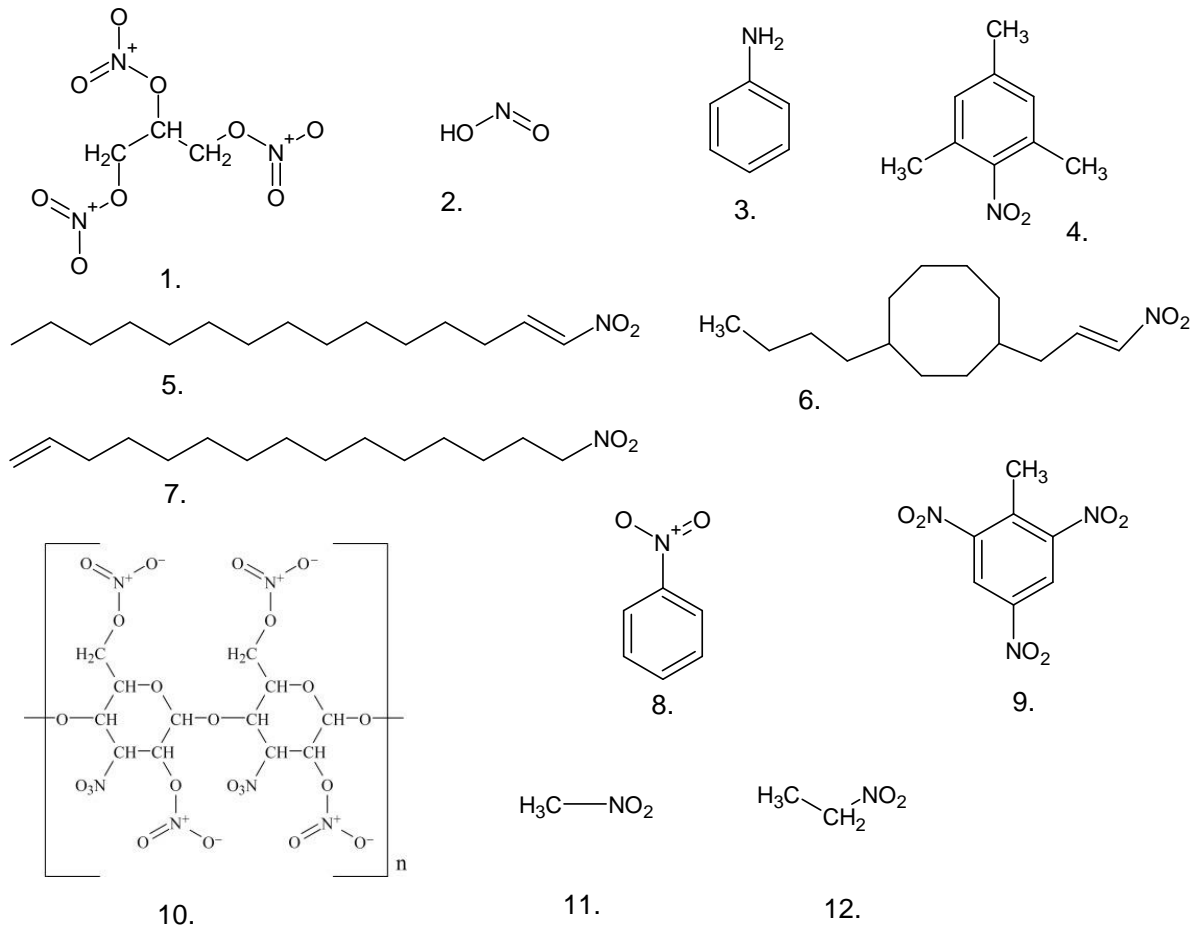
газовой фазе, который нитрируют азотной кислотой при высокой температуре и давлении. Нитроэтан, 1-нитропропан и 2-нитропропан также могут быть получены во время процесса;

5) **2,4,6-тринитротолуол или TNT** – кристаллическое и широко используемое взрывчатое вещество, получаемое нитрованием метилбензола.

1. Решите, какая из молекул на рисунке характеризует молекулы веществ, описанных выше. Напишите соответствующий номер за каждым названием.

(3)

- a) нитробензол
- b) нитроцеллюлоза
- c) нитроглицерин
- d) (E)-1-нитропентадец-1-ен
- e) нитрометан
- f) 2,4,6-тринитротолуол

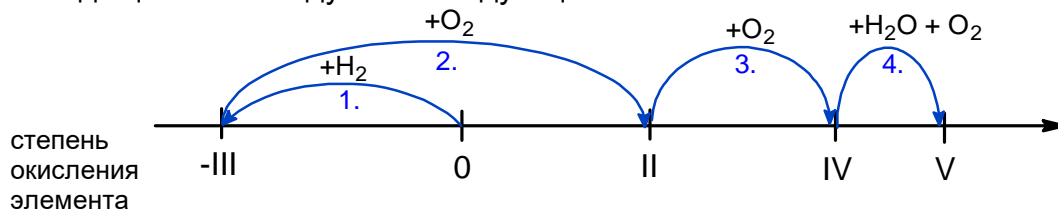


3. Укажите тип стереоизомерии в молекуле цитраля и обозначайте изомеры гераниаль (формула I) и нераль (формула II) определяя соответствующие конфигурации. (2)
4. Укажите вещества, с которыми реагирует цитраль: этиловый спирт, натрий, кислый раствор перманганата калия, бутан, бромная вода, рубидий, водород (каждый правильный ответ + 0,5 балла, неправильный ответ -0,5 балла, минимальное количество баллов = 0). (2)
5. Напишите реакцию полного горения цитраля и рассчитайте, сколько моль кислорода потребуется для полного горения 5 моль цитраля. (1,5)
6. Составьте уравнения следующих химических реакций: (1,5)
 - 6.1. реакция цитраля с оксидом серебра(I) (окисление);
 - 6.2. реакция цитраля с этанолом до полуацетала (нуклеофильное присоединение);
 - 6.3. реакция между продуктом предыдущей реакции (6.2.) с этанолом до ацетала.

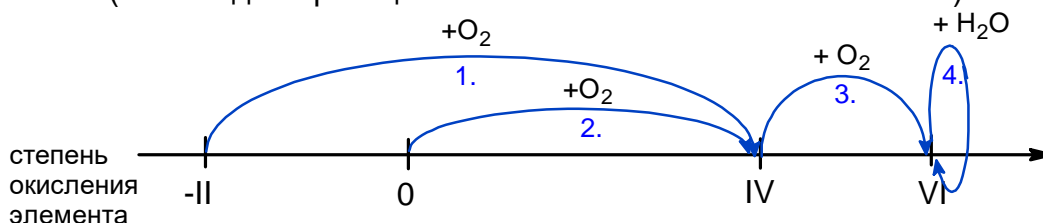
4. (10)

Первая часть

Кислоты **A** и **B** – широко используемые сильные кислоты, в которых неметаллический элемент имеет максимальную степень окисления. Кислота **A** (*aqua fortis*) готовится в основном из газообразного простого вещества находящегося в воздухе по следующей схеме:



Кислота **B** (*oleum vitrioli*), которая используется в качестве аккумуляторной кислоты, получают как из простого вещества, так и из соединений по следующей схеме (в последней реакции степень окисления не изменяется):



Реакция кислоты **A** с желтым твердым неметаллом образует кислоту **B**, при которой восстановитель отдает шесть электронов, а окислитель присоединяет один электрон. Кислота **A** и кислота **B** реагируют с металлами, такими как олово. Соль олова(II), образующаяся при реакции кислоты **B** с оловом, окисляется до соли олова(IV) под действием перманганата калия в кислой среде, причем степень окисления марганца изменяется на пять единиц.

1. Составьте уравнения и расставьте коэффициенты в уравнениях четырех химических реакций, которые происходят при получении кислоты **A** из простого вещества. (1)

2. Составьте уравнения и расставьте коэффициенты в уравнениях четырех химических реакций, которые происходят при получении кислоты **B**. (Выберите соответствующее исходное вещество, в котором степень окисления соответствующего неметаллического элемента составляет -II). (1)
3. Составьте уравнения и расставьте коэффициенты в уравнениях следующих реакций на основе приведенных схем (на схемах указаны не все вещества). (4)
- i) кислота **A** + желтое простое вещество → кислота **B**
 - ii) кислота **A** + олово → соль олова(II) + нитрат аммония
 - iii) кислота **B** + олово → соль олова(II) + оксид с острым запахом
 - iv) соль олова(II) + перманганат калия + серная кислота → соль олова(IV) + сульфат марганца(II)

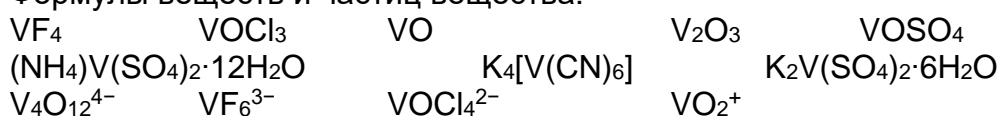
Вторая часть

Степень окисления ванадия в соединениях находится в пределах II... V.

4. Определите степень окисления ванадия в ванадийсодержащих веществах и частицах вещества и разместите формулы в нужном месте в таблице. (1,5)

степень окисления ванадия	II	III	IV	V
вещества и частицы вещества				

Формулы веществ и частиц вещества:



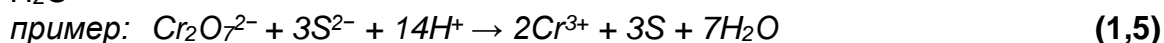
Многие соединения ванадия имеют цвет, который зависит от степени окисления ванадия.

VO ₂ ⁺	VO ²⁺	V ³⁺	V ²⁺
желтый	синий	зеленоватый	фиолетовый

5. Когда цинк вступает в реакцию с (кислотным) раствором, содержащим VO₂⁺, заметно последовательное изменение цвета:

- i) желтый → синий
- ii) синий → зеленоватый
- iii) зеленоватый → фиолетовый

Постройте уравнения соответствующих реакций и расставьте коэффициенты, если исходным веществом для каждой реакции является ванадийсодержащая частица и Zn. При составлении уравнений реакции при необходимости добавьте к исходным веществам и/или продуктам H⁺ и/или H₂O



При зарядке аккумулятора, содержащего соединения ванадия, происходят частичные реакции:



6. Постройте общее уравнение реакции при использовании аккумулятора содержащего соединения ванадия. На каком электроде реагирует V²⁺ при использовании аккумулятора, на аноде или на катоде? (1)