

**Применение в медицине и  
фармации, идентификация  
неорганических лекарственных  
веществ**

**Лекции 14 - 15**

# Фармация

Фармация – комплекс научно-практических дисциплин, изучающих проблемы создания, безопасности, исследования, хранения, изготовления, отпуска и маркетинга лекарственных средств, а также поиска природных источников лекарственных субстанций.

# План лекции

Вспомнить всё о:

s-элементах,

p-элементах,

d-элементах

# Государственная фармакопея

Государственная фармакопея РБ – основной нормативный документ, сборник стандартов и положений, определяющий показатели качества выпускаемых в РБ лекарственных субстанций и изготовленных из них препаратов.

# Фармацевтический анализ

К фармацевтическому анализу относят химические, физико-химические и биологические методы, применяемые для проверки качества лекарственных средств как в процессе производства (химико-фармацевтический завод, галено-фармацевтическое производство, аптека), так и впоследствии при их распределении и хранении.

# Фармакопейный анализ

Фармакопейный анализ является разделом фармацевтического анализа и представляет собой совокупность официальных методов исследования лекарственных веществ и лекарственных форм, изложенных в фармакопее и используемых для:

- а)** подтверждения подлинности исследуемого препарата,
- б)** проверки отсутствия или предельного содержания примесей и, наконец,
- в)** количественного определения действующего вещества или ингредиентов, входящих в состав лекарственного средства.

# Подлинность лекарственного вещества

Испытание на подлинность – это подтверждение идентичности анализируемого лекарственного вещества (ЛВ), осуществляемое на основе требований Государственной Фармакопеи

Установление подлинности неорганических ЛВ основано на обнаружении с помощью химических реакций **катионов** и **анионов**, входящих в их состав

# Соли лития

J Biol Chem. 2008 Jan 4; 283(1): 350-357.

PMID: 17959600

Published online 2007 Oct 24. doi: [10.1074/jbc.M705028200](https://doi.org/10.1074/jbc.M705028200)

Pharmacogenetic Analysis of Lithium-induced Delayed Aging in *Caenorhabditis elegans*<sup>\*,§</sup>

Gawain McColl,<sup>‡,1</sup> David W. Killilea,<sup>§</sup> Alan E. Hubbard,<sup>†</sup> Maithili C. Vantipalli,<sup>‡</sup> Simon Melov,<sup>‡,2</sup> and Gordon J. Lithgow<sup>‡,3</sup>

- $\text{Li}_2\text{CO}_3$  – психотропное средство
- Подлинность – по катиону и аниону.
- Соли лития окрашивают пламя в карминно-красный цвет.
- $\text{Li}_2\text{CO}_3 \downarrow + 2\text{HCl} = 2\text{LiCl} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
- $3\text{Li}^+ + \text{HPO}_4^{2-} + \text{OH}^- = \text{Li}_3\text{PO}_4 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$   
белый



# Оттенки красного цвета



*кармин*



*красный*

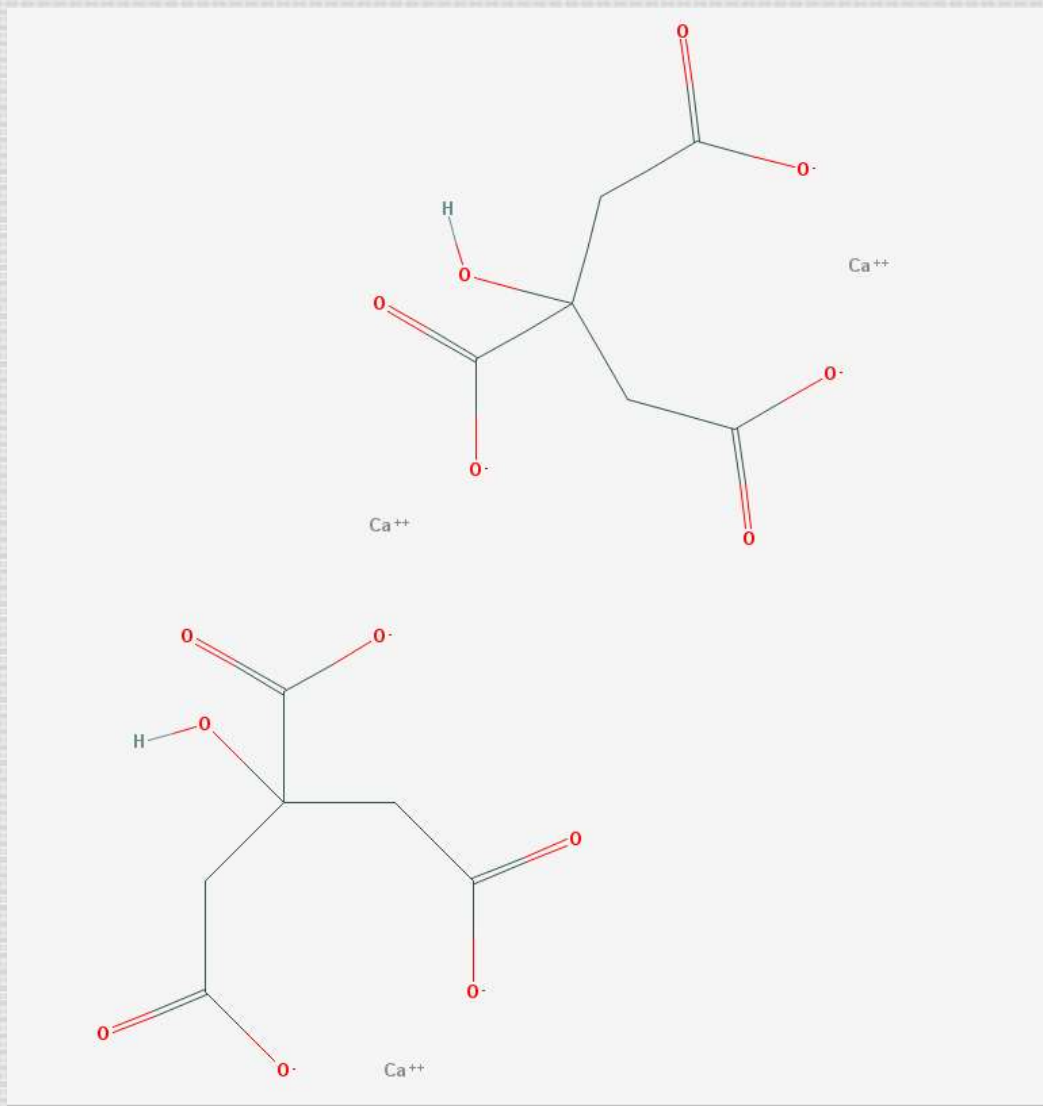


*карминно-красный*

# Соли натрия

- NaF – для профилактики кариеса
- NaCl – для приготовления плазмозамещающих растворов (0,85%) и гипертонических растворов (3, 5 и 10%)
- NaBr – успокаивающее действие
- NaI – при недостатке йода в организме
- Цитрат натрия – консервант крови

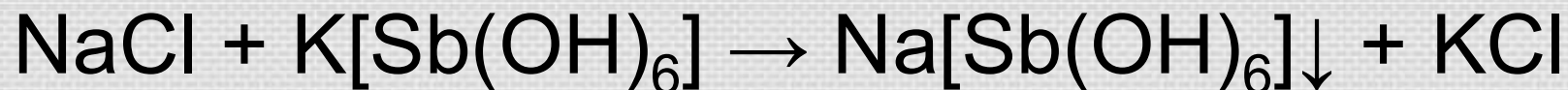
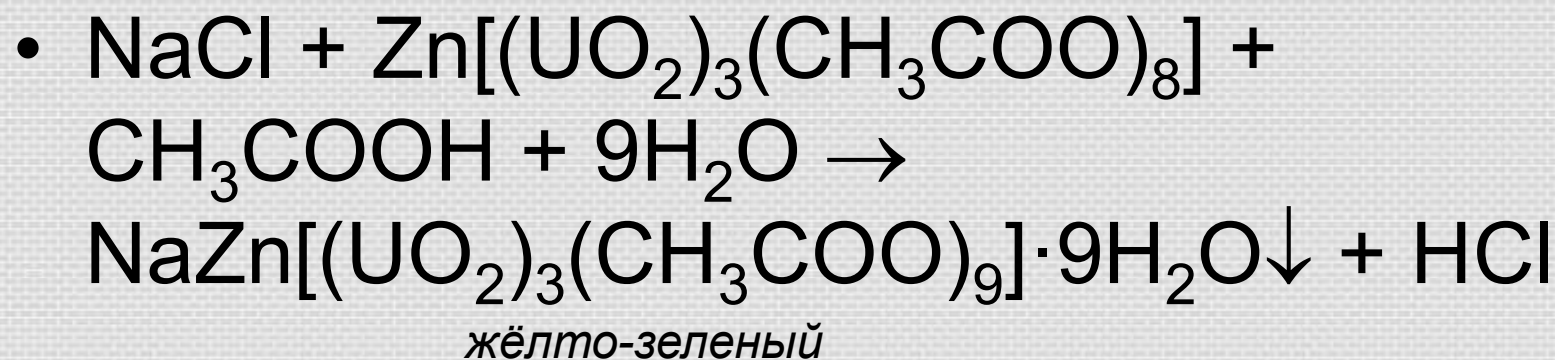
# Цитрат кальция



# Соли натрия

- Подлинность по катиону и аниону
- Катион  $\text{Na}^+$  окрашивает бесцветное пламя горелки в жёлтый цвет

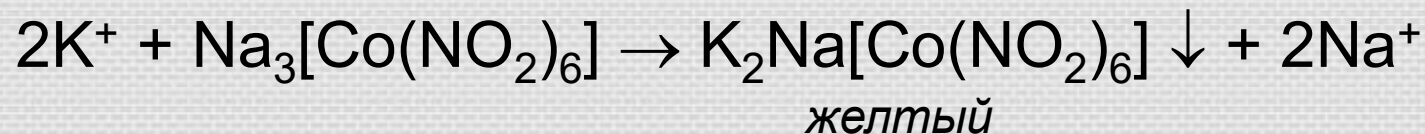
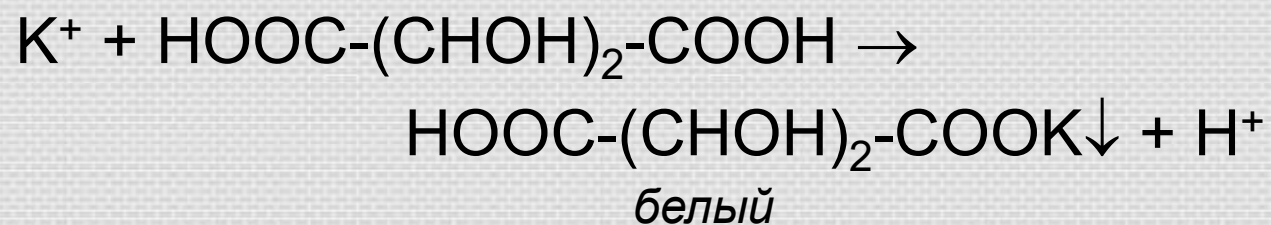
*уранилацетат цинка*



# Соли калия

- KCl – восполняющее дефицит калия
- KBr – успокоительное
- KI – восполняющее дефицит йода
- Качественные реакции на K<sup>+</sup>:

*винная кислота*

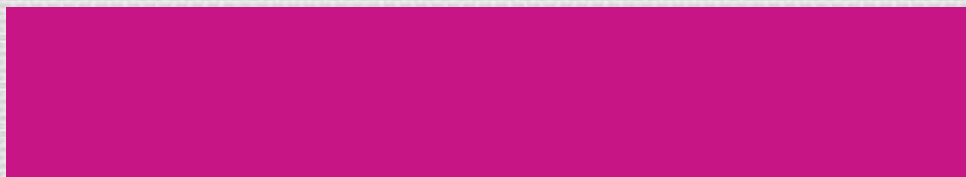


# Соли калия

- Соли калия окрашивают бесцветное пламя горелки в фиолетовый цвет (при рассмотрении через синее стекло – в пурпурно-красный)



*фиолетовый*



*пурпурно-красный*

# Ядовитость бериллия

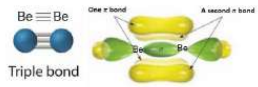
- Летучие и растворимые соединения бериллия высокотоксичны. Бериллий обладает выраженным аллергическим и канцерогенным действием. Вдыхание воздуха, содержащего бериллий, приводит к тяжёлому заболеванию органов дыхания – бериллиозу.

ChemPhysChem 10.1002/cphc.201900051

COMMUNICATION WILEY-VCH

COMMUNICATION

The existence of  $\text{Be}\equiv\text{Be}$  bond has been confirmed for the first time by high level *abinitio* calculations. Calculations reveal that the Be-Be triple bond should be considered as ultra-weak metal-metal triple bond.



Shahnaz S. Rohman, Lakhya J. Mazumder, Chayanika Kashyap, Sabnam S. Ullah, Ankur K. Guha\* and Pankaj K. Sarma\*

Page No.1 – Page No. 3

Ultra-Weak Metal-Metal Bonding: Is There a Beryllium-Beryllium Triple Bond Exist?

# Соли магния

- $\text{MgSO}_4$  – успокаивающее, снотворное, противосудорожное, гипотензивное, желчегонное, слабительное
- $\text{MgCO}_3$  – антацидное, противоязвенное
- Цитрат магния – восполняет дефицит  $\text{Mg}^{2+}$
- Витаминные комплексы с лактатом, оротатом, аспарагинатом магния.



# Соли магния

- Подлинность по катиону
- Соединения магния сгорают с ослепительно белым пламенем
- $\text{MgSO}_4 + \text{Na}_2\text{HPO}_4 + \text{NH}_3 \rightarrow \text{MgNH}_4\text{PO}_4 \downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$   
*белый,*  
*растворим в  $\text{CH}_3\text{COOH}$*

# Соли кальция

- $\text{CaCl}_2$  – противоаллергическое, гемостатическое
- $\text{CaCO}_3$  – антацидное, противоязвенное
- Лактат, пангамат, пантетонат, глюконат кальция – противоаллергическое, гемостатическое, восполняющее дефицит кальция

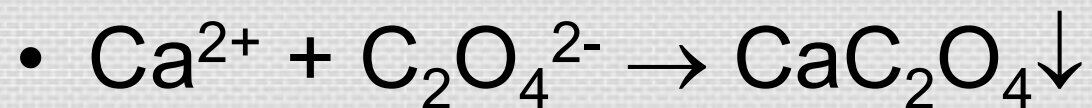
# Соли кальция

- Подлинность по катиону и аниону
- Соединения кальция окрашивают бесцветное пламя горелки в кирпично-красный цвет



*кирпично-красный*

## Соли кальция ( $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ )



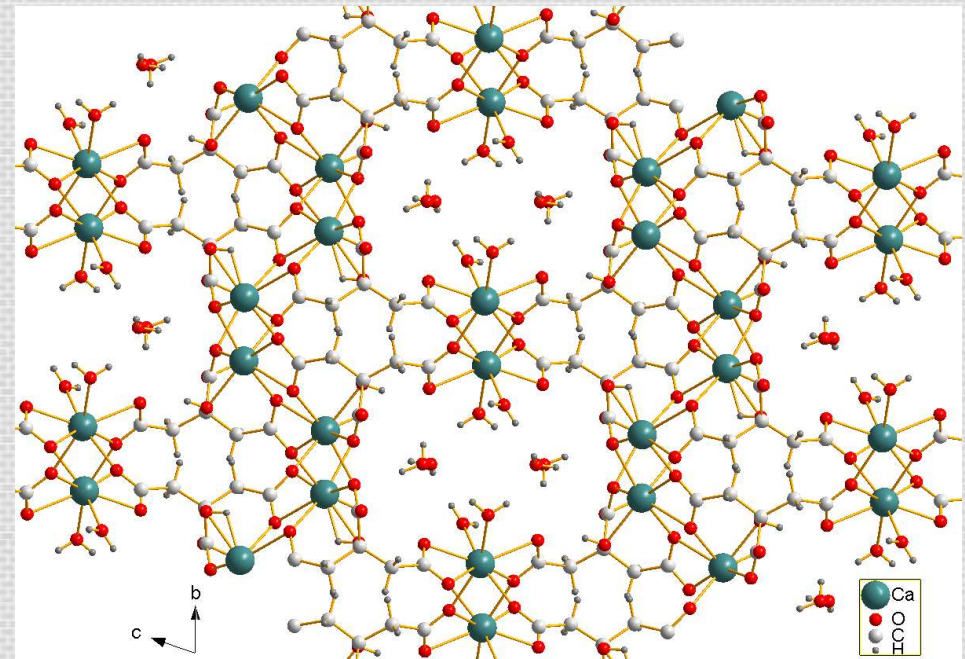
*белый осадок, растворим в минеральных кислотах,  
но не растворяется в уксусной кислоте*



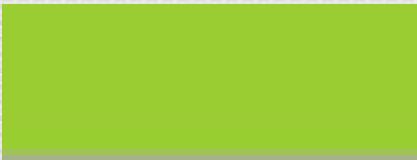
*жёлтый*

# Соли кальция (цитрат)

- Цитрат-ион +  $\text{CaCl}_2 \rightarrow$  белый осадок
- Осадок образуется только при нагревании



# Соли бария

- $\text{BaSO}_4$  – для рентгенологического исследования ЖКТ
- Подлинность
- Соединения бария окрашивают бесцветное пламя горелки в жёлто-зеленый цвет: 
- Для проведения анализа на подлинность препарат кипятят с насыщенным раствором  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ :
- $\text{BaSO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{BaCO}_3 \downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$

# Соли бария

- Осадок отфильтровывают, а в фильтрате определяют сульфат-ионы
- Осадок  $\text{BaCO}_3$  растворяют в  $\text{HCl}$  и в полученном растворе определяют ионы бария
- Проверка на чистоту (на наличие  $\text{BaCO}_3$ ): к определенному количеству препарата добавляют уксусную кислоту.  $\text{BaSO}_4$  отфильтровывают, а в фильтрате обнаруживают ионы бария.

# Неорганические соединения $s^1$ и $s^2$ элементов в фармации

- $K_3[Fe(CN)_6]$  – кач. опр.  $Fe^{2+}$ ;
- $K_4[Fe(CN)_6]$  – кач. опр.  $Zn^{2+}$  и  $Cu^{2+}$ ;
- $Na_2HPO_4$  – кач. опр.  $Mg^{2+}$ ;
- $Na_3[Co(NO_2)_6]$  – кач. опр.  $K^+$ ;
- $Na_2S_2O_3$  – колич. опр.  $I_2$ ;
- $KMnO_4$  – колич. опр.  $Fe^{2+}$ ;
- $Na_2B_4O_7$  – колич. опр.  $HCl$ ;
- $CaCl_2$  – кач. опр. цитрат-иона (нагревание);
- $BaCl_2$  – кач. опр. сульфат-иона



# Соединения бора

- $\text{H}_3\text{BO}_3$  – антибактериальное, противогрибковое, вяжущее, коагулирует белки микробной клетки
- $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  – антисептик, инсектицид. Пищевая добавка E285.

# Соединения бора

- Подлинность  $\text{H}_3\text{BO}_3$ :
- При прокаливании борной кислоты наблюдается появление характерной стеклообразной массы  $\text{B}_2\text{O}_3$
- $\text{B}(\text{OH})_3 + 3\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow \text{B}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
- $\text{B}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$  горит пламенем с характерной зелёной каймой

# «Холодный» огонь

# Соединения бора

- Подлинность  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  :
- Включает реакции на ион  $\text{Na}^+$  и реакцию, используемую для борной кислоты – образование борноэтилового эфира
- $\text{Na}^+ + \text{Zn}[(\text{UO}_2)_3(\text{CH}_3\text{COO})_8] + \text{CH}_3\text{COOH} + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaZn}[(\text{UO}_2)_3(\text{CH}_3\text{COO})_9] \cdot 6\text{H}_2\text{O} \downarrow + \text{H}^+$

*желто-зеленый*

# Соли алюминия

- $\text{Al}(\text{OH})_3$  – антацидное, обволакивающее, противоязвенное
- $\text{AlPO}_4$  - антацидное, обволакивающее, противоязвенное

# Соли алюминия



- Подлинность  $\text{Al}(\text{OH})_3$ :
- $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$
- $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + \text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{NaCl} + \text{NH}_4\text{OH}$
- $4\text{Al}(\text{OH})_3 + 2\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \xrightarrow{\text{сплав}} 2\text{Co}(\text{AlO}_2)_2 + 4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$   
*тенарова синь*

# Соли алюминия

- Подлинность  $\text{AlPO}_4$  – включает реакции на ион  $\text{Al}^{3+}$  и ион  $\text{PO}_4^{3-}$
- $$\text{H}_3\text{PO}_4 + 12(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4 + 21\text{HNO}_3 \rightarrow$$
$$(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{MoO}_3 \downarrow + 21\text{NH}_4\text{NO}_3 +$$
$$12\text{H}_2\text{O}$$

*желтый*

# Соединения углерода

- С – уголь активированный (карболен) в таблетках – адсорбент;
- С – уголь активированный как адсорбент при гемо- и лимфосорбции;
- $\text{CO}_2$  – в смеси с кислородом (5%  $\text{CO}_2$ ) – активизирует деятельность дыхательного центра;
- $\text{CO}_2$  – сухой лёд – криотерапия.



# Соединения углерода

- $\text{NaHCO}_3$  – антацидное;
- Подлинность  $\text{NaHCO}_3$  устанавливают по наличию иона  $\text{Na}^+$  и гидрокарбонат-иона.
- $\text{Li}_2\text{CO}_3$  – успокоительное;
- Подлинность  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  устанавливают по наличию иона  $\text{Li}^+$  и карбонат-иона.

# Соединения углерода

- $\text{CaCO}_3 + (\text{MgOH})_2\text{CO}_3$  – «Ренни» – антацидное средство
- $\text{CaCO}_3$  – входит в состав кальцемина
- В фармации:
- $\text{NaHCO}_3$  – для создания слабощелочной среды при качественном и количественном анализе ЛС
- $\text{Na}_2\text{CO}_3$  – для качественного анализа диагностических и ЛС ( $\text{BaSO}_4$ , никотиновая кислота)

# Соединения кремния

- $\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_3$  – белая глина – «Смекта» – обволакивающее, адсорбирующее (присыпки, пасты, мази);
- $2\text{MgO} \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  – трисиликат магния – обволакивающее, адсорбирующее, антацидное.
- $3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  – тальк – присыпки, приготовление паст и таблеток

# Соединения свинца

- PbO (свинцовый пластырь) – антимикробное;
- Pb(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub> – вяжущее действие
- PbO и Pb(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub> – используются при качественном анализе различных ЛС (меркаптопурин, фолиевая кислота, фенотиазины, йодид-ионы и т.д.)
- Например:  $\text{Pb}^{2+} + 2\text{I}^- \rightarrow \text{PbI}_2$

*желтый*

# Соединения олова

- $\text{SnCl}_2$  используется в качественном анализе различных ЛС: обнаружение сульфат- и фосфат-ионов, платины
- Фторид олова входит в состав зубных паст – предотвращает прикрепление бактерий к поверхности эмали, их рост и ферментативную активность.

# Соединения азота

- $\text{N}_2\text{O}$  – в смеси с кислородом используется для наркоза
- $\text{NH}_3$  – раствор аммиака применяется для возбуждения дыхания при обморочных состояниях
- $\text{NaNO}_2$  – коронарорасширяющее при стенокардии

# Соединения азота

- В фармации:
- $\text{NaNO}_2$  – как окислитель в качественном и количественном определении (нитритометрия) различных ЛС (фенол, анастезин, новокаин, фуросемид, бенадиазепины, сульфониламиды и т.д.)
- $\text{NH}_4\text{VO}_3$  – как окислитель для определения ЛС, обладающих восстановительными свойствами (ванадатометрия)
- $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$  – общеосадительный реактив на алкалоиды

# Соединения мышьяка

- $\text{As}_2\text{O}_3$  – в стоматологии для некротизации пульпы
- $\text{K}_3\text{AsO}_3$  – общеукрепляющее и тонизирующее средство
- $\text{Na}_2\text{HAsO}_4$  – общеукрепляющее и тонизирующее средство
- Подлинность:
- $\text{AsO}_3^{3-} + 3\text{Ag}^+ \rightarrow \text{Ag}_3\text{AsO}_3 \downarrow$  (жёлтый)
- $\text{AsO}_4^{3-} + 3\text{Ag}^+ \rightarrow \text{Ag}_3\text{AsO}_4 \downarrow$  (коричневый)



# Соединения мышьяка

- $K_3AsO_4$  – используется для качественного анализа различных ЛС.
- Например:
- Морфин +  $K_3AsO_4$  = темно-зеленое окрашивание
- Кодеин +  $K_3AsO_4$  = синее окрашивание
- Папаверин +  $K_3AsO_4$  = красное окрашивание

# Соединения сурьмы

- $\text{SbCl}_3$  – качественное и количественное определение витаминов
- $\text{VitA} + \text{SbCl}_3 \rightarrow$  синее окрашивание
- $\text{VitD2} + \text{SbCl}_3 \rightarrow$  оранжево-желтое окрашивание

# Соединения висмута

- $\text{Bi}(\text{OH})(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{Bi}(\text{OH})_2\text{NO}_3 \cdot \text{BiONO}_3 \cdot \text{Bi}_2\text{O}_3$   
– основной нитрат висмута –  
обволакивающее, вяжущее,  
противовоспалительное – применяется  
при язвенной болезни (викалин, викаир)
- Субгаллат Bi, субсалицилат Bi,  
дицитрат K, Bi – обволакивающее,  
вяжущее, противовоспалительное

# Соединения серы

- S – сера очищенная – противоглистное средство
- S – сера осажденная – мази и присыпки для лечения кожных заболеваний
- $\text{MgSO}_4$  – успокаивающее, снотворное, противосудорожное, гипотензивное, желчегонное, слабительное
- $\text{BaSO}_4$  – для рентгенологического исследования ЖКТ
- $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  – глауберова соль – слабительное средство
- $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$  – медицинский гипс

# Соединения серы

- $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$  – количественное определение ЛС, обладающих восстановительными свойствами (цериметрия)
- $\text{H}_2\text{SO}_4$  – создание кислой среды
- $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  – количественное определение йода

# Соли меди

- $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  – антисептическое, вяжущее, прижигающее (глазные капли, растворы для промывания желудка)
- $\text{CuSO}_4$  – минерально-витаминные комплексы (Витрум, Юникап М)

# Соли меди

- Подлинность:
- Соли  $\text{Cu}^{2+}$  окрашивают бесцветное пламя горелки в зелёный цвет
- $\text{Cu}^{2+} + \text{OH}^- \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$  (голубой)
- $\text{Cu}(\text{OH})_2 + 4\text{NH}_3 \rightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 2\text{OH}^-$
- $2\text{Cu}^{2+} + [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-} \rightarrow \text{Cu}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6] \downarrow$

*красно-бурый*

# Соли меди

- $\text{CuSO}_4$  входит в состав реактива Фелинга, применяемого в реакциях подлинности на лекарственные средства, обладающие восстанавливающими свойствами, – такие, как глюкоза, аскорбиновая кислота, аспирин, альдегиды и их производные и т.д.



# Реактив Фелинга

# Соединения меди

- Свежеприготовленный  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  используется в реакции на подлинность глицерина – глицерат меди (*раствор синего цвета*)
- Метионин +  $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \rightarrow$  сиренево-синий осадок

# Соединения серебра

- $\text{AgNO}_3$  – антисептическое, вяжущее, прижигающее
- Колларгол (>70% Ag) и протаргол (7,8 – 8,3% Ag) – коллоидные препараты серебра – антисептическое, противовоспалительное, вяжущее

# Соединения серебра

- Подлинность:
- $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl} \downarrow$  (белый)
- $\text{AgCl} + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightarrow [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl} + 2\text{H}_2\text{O}$
- $\text{AgNO}_3 + \text{KI} \rightarrow \text{KNO}_3 + \text{AgI} \downarrow$  (желтый)
- $\text{NO}_3^- +$  дифениламин  $\rightarrow$  синее окрашивание
- Серебро в коллоидных препаратах не находится в виде иона. Поэтому проводят минерализацию полным озолением с последующей обработкой остатка азотной кислотой, затем проводят реакции на  $\text{Ag}^+$

# Серебра протеинат

- Коллоидное соединение оксида серебра, нитрата серебра или другой соли серебра с желатином, сывороточным альбумином, казеином или пептоном

# Соединения серебра

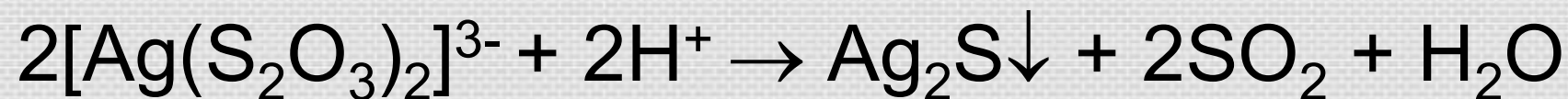
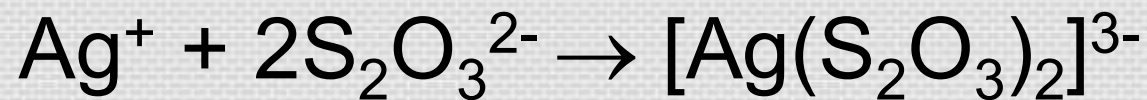
- Фармацевтический анализ:

Cl<sup>-</sup>, Br<sup>-</sup>, I<sup>-</sup>,

*белый      светло-желтый      желтый*

S<sup>2-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, CrO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>,

*черный      белый      кирпично-красный      желтый*



# Соединения серебра

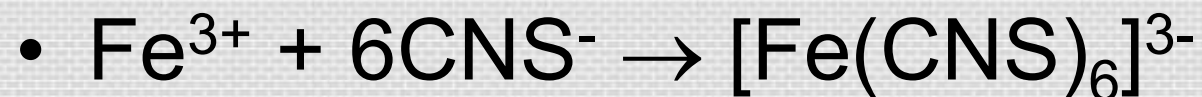
- $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{NO}_3$  – реактив Толленса, даёт реакцию «серебряного зеркала» с глюкозой, аскорбиновой кислотой, формальдегидом и т.д.

# Реакция «серебряного зеркала»

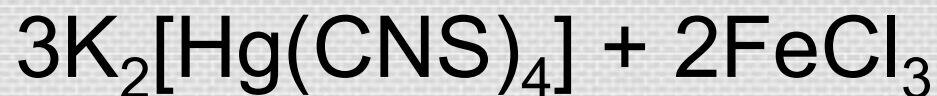
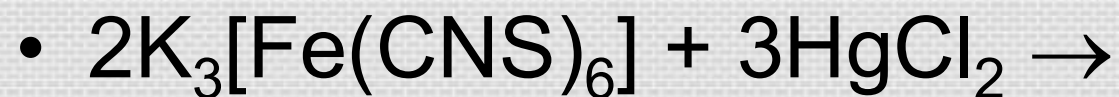


# Соединения ртути

- $\text{HgCl}_2$  – качественное определение  $\text{Fe}^{3+}$ :



*красное окрашивание*



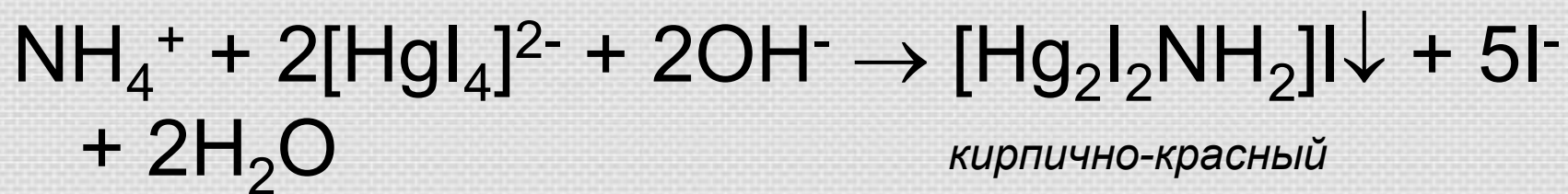
*окраска раствора исчезает*

# Соединения ртути

- $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$  – качественное и количественное определение  $\text{I}^-$ -ионов:
- $\text{Hg}^{2+} + 2\text{I}^- \rightarrow \text{HgI}_2 \downarrow$   
*оранжевый*
- $\text{HgI}_2 + 2\text{KI} \rightarrow \text{K}_2[\text{HgI}_4]$   
*бесцветный раствор*
- При добавлении избыточной капли титрованного раствора  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$  вновь выпадает оранжевый осадок, свидетельствующий о конце титрования:
- $\text{K}_2[\text{HgI}_4] + \text{Hg}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow 2\text{HgI}_2 \downarrow + 2\text{KNO}_3$   
*оранжевый*

# Соединения ртути

- Реактив Несслера: щелочной раствор  $K_2[HgI_4]$  – для определения примесей альдегидов и солей аммония в других лекарственных средствах:



# Соединения железа

- Железо входит в состав гемоглобина, миоглобина, цитохромов и ряда ферментов, играет важную роль в процессе кроветворения. Недостаток железа приводит к развитию анемии.
- $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  (входит в состав комплексных препаратов – Ферроплекс, Феррум-лек, Ферро-фольгамма) - противоанемическое

# Соединения железа

- Глюконат железа –  
противоанемическое
- Фумарат железа (Ферретап, Юникап-М)  
– противоанемическое
- Феррамид ( $\text{FeCl}_2$ ) – противоанемическое

# Соединения железа

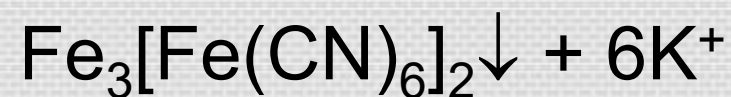
- Подлинность  $\text{FeSO}_4$ :
- $\text{Fe}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow$

*белый*

- $\text{Fe}^{2+} + \text{S}^{2-} \rightarrow \text{FeS} \downarrow$

*черный*

- $3\text{Fe}^{2+} + 2\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6] \rightarrow$



*синий*

Реакция на сульфат-ион



# Соединения железа

- $\text{FeCl}_3$  – обнаружение ацетат-, бензоат-, глюконат-, салицилат-ионов
- $\text{FeCl}_3$  – подлинность цистеина и ацетилцистеина
- $\text{FeCl}_3$  – подлинность фенола
- $\text{FeCl}_3$  – подлинность тетрациклинов
- $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  – обнаружение  $\text{Fe}^{2+}$
- $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  – обнаружение  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$

# Соединения церия

- $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$  – как сильный окислитель используется в качестве титрованного раствора для количественного определения лекарственных веществ, обладающих восстановительными свойствами (цериметрическое титрование)



## Сульфат церия (IV)

- $\text{Ce}^{4+} + e \rightarrow \text{Ce}^{3+}$
- $2\text{FeSO}_4 + 2\text{Ce}(\text{SO}_4)_2 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3$
- $\text{Fe}^{2+}$  + дипиридил = красное окрашивание
- $\text{HCHO} + 2\text{Ce}(\text{SO}_4)_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$   
 $\text{HCOOH} + \text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$

Аспирин, фенол, парацетамол,  
витамины Е и К и т.д.

# Соединения кобальта

- $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$  – обнаружение  $\text{K}^+$
- $\text{Co}(\text{OH})_2$  – обнаружение сахарозы (фиолетовое окрашивание) и барбитуратов (фиолетово-синее окрашивание)
- $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$  – обнаружение  $\text{Zn}^{2+}$  и  $\text{Al}^{3+}$
- $\text{ZnO} + \text{Co}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{CoZnO}_2 + 2\text{NO}_2 + \frac{1}{2}\text{O}_2$   
*зелень Ринмана*
- $4\text{Al}(\text{OH})_3 + 2\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow 2\text{Co}(\text{AlO}_2)_2 + 4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$   
*тенарова синь*

# Соединения хрома

- $\text{K}_2\text{CrO}_4$  – обнаружение  $\text{Pb}^{2+}$
- $\text{Pb}^{2+} + \text{CrO}_4^{2-} \rightarrow \text{PbCrO}_4 \downarrow$   
*желтый*
- $\text{H}_2\text{CrO}_4$  – обнаружение кокаина
- $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  – дихроматометрия – количественное определение лекарственных веществ, обладающих восстановительными свойствами
- $3\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 3\text{CH}_3\text{COH} + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 7\text{H}_2\text{O}$
- $6\text{Fe}^{2+} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ \rightarrow 6\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$

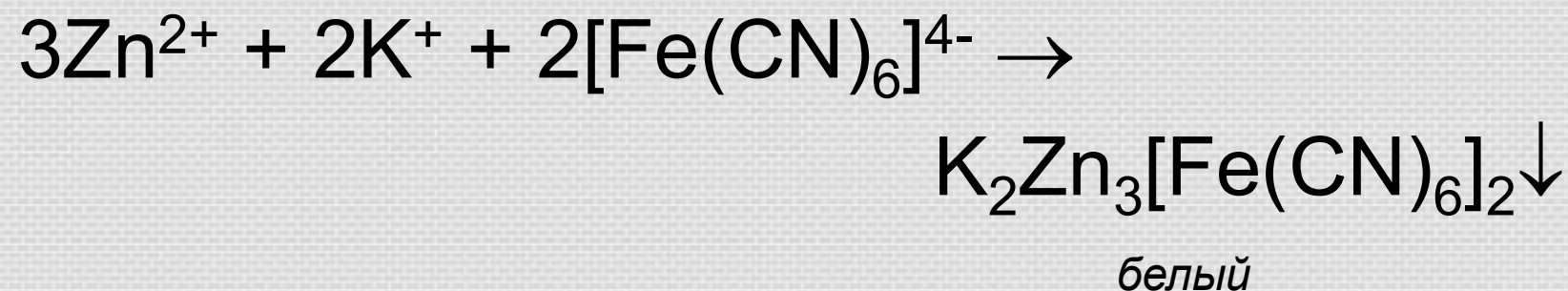
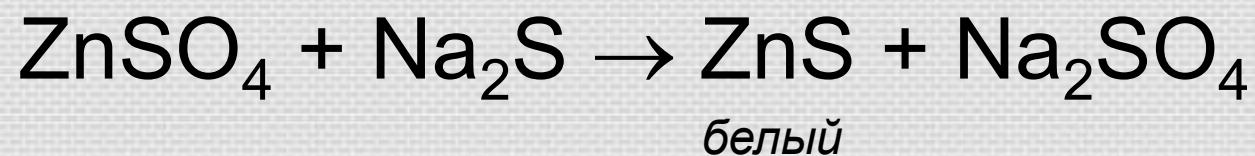
# Соединения молибдена

- $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$  – обнаружение  $\text{PO}_4^{3-}$ , скополамина
- $\text{H}_3\text{PO}_4 + 12(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4 + 21\text{HNO}_3 \rightarrow$   
 $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{MoO}_3 \downarrow + 21\text{NH}_4\text{NO}_3 + 12\text{H}_2\text{O}$   
*желтый*
- $\text{H}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{MoO}_3$  – фосфорномолибденовая кислота –  
общеалкалоидный осадительный реактив
- $((\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4 + \text{NH}_4\text{VO}_3)$  – молибденово-ванадиевый  
реактив – обнаружение  $\text{PO}_4^{3-}$

# Соединения вольфрама

- $\text{H}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{WO}_3$  – фосфорновольфрамовая кислота – общеалкалоидный осадительный реактив
- $\text{H}_8[\text{Si}(\text{W}_2\text{O}_7)_6]$  – кремневольфрамовая кислота – общеалкалоидный осадительный реактив

# Соединения цинка



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!!!



**Ответы на некоторые  
каверзные экзаменационные  
вопросы**



# Химическая совместимость и несовместимость лекарственных веществ

- ЛС – являются химическими веществами, которые способны взаимодействовать не только с другими веществами, но и друг с другом. Эти взаимодействия могут привести к повышению или снижению эффекта от приема ЛС. Таким образом, совместимость ЛС необходимо учитывать в процессе лечения. Кроме того, эти факты должны учитываться при разработке и производстве комплексных препаратов.

# Химическая совместимость и несовместимость лекарственных веществ

- В состав комбинированных лекарств стараются не включать компоненты, которые отрицательно влияют на сохранность, усвоение или фармакологическое действие друг друга.
- Пример: ионы цинка и фолиевая кислота могут образовывать нерастворимые комплексы при хранении содержащих их комплексных препаратов, что приводит к снижению эффективности таких препаратов.

# Виды взаимодействий ЛС

- **Фармацевтические** – химические реакции при производстве и хранении (фолиевая кислота и ионы цинка)
- **Фармакокинетические взаимодействия** – при всасывании в просвете кишечника (VitD3 и  $\text{Ca}^{2+}$  – Кальцемин; аскорбиновая кислота и  $\text{Fe}^{2+}$  – Ферроплекс; антациды ( $\text{Al}(\text{OH})_3$  или  $\text{AlPO}_4$ ) – снижают усвоение  $\text{Fe}^{2+}$ )
- **Фармакодинамические** – влияние одного ЛС на процесс возникновения и реализации фармакологического эффекта другого ЛС

# Виды фармацевтической несовместимости

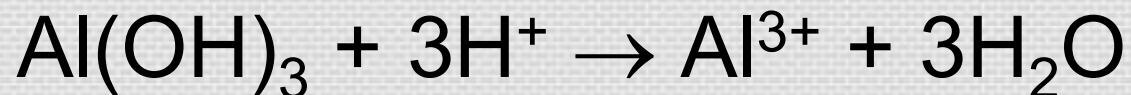
- Физическая или физико-химическая несовместимость.
- Например, отсыревание и потеря сыпучести сложных порошков:
  - увеличение гигроскопичности
  - выделение воды в процессе взаимодействия между ЛС

# Виды фармацевтической несовместимости

- Химическая несовместимость.  
Основные виды:
  - Образование осадков↓ ( $\text{CaCl}_2$  несовместим с карбонатами, сульфатами, фосфатами)
  - Образование газообразных продуктов↑ ( $\text{CaCO}_3$  и  $\text{NaHCO}_3$  несовместимы с более сильными кислотами, чем угольная)
  - ОВР ( $\text{KMnO}_4$  несовместим с большинством органических веществ, с  $\text{NaNO}_2$ ,  $\text{HCl}$  и её солями, йодидами, бромидами,  $\text{H}_2\text{O}_2$ , этанолом и т.д.)

Роль ионных, в том числе  
кислотно-основных,  
взаимодействий при  
метаболизме лекарств, в  
анализе лекарственных  
препаратов, при приготовлении  
лекарственных смесей

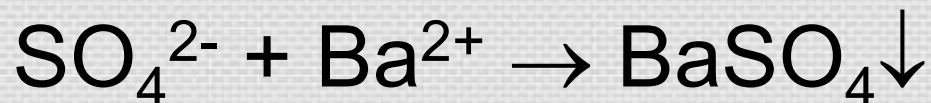
- При метаболизме ЛС (при поступлении в желудок антацидов):



- В анализе подлинности ЛС ( $\text{MgSO}_4$ ):



*белый*



*белый*

- При приготовлении лекарственных смесей (Антигриппин)

В состав лекарственной смеси Антигриппин входят димедрол и аскорбиновая кислота, которые химически взаимодействуют друг с другом, что приводит к отсыреванию и изменению окраски ЛС. Путём отдельного гранулирования аскорбиновой кислоты от остальных компонентов значительно увеличивается срок годности ЛС.



# Азот, фосфор, мышьяк в организме, их биологическая роль. Производные фосфорной кислоты в живых организмах

- N – составная часть всех белков и нуклеиновых кислот
- P – составная часть нуклеиновых кислот, входит в состав фосфорилированных белков и фосфолипидов
- $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$  и  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$  – минеральная основа костной и зубной ткани
- АТФ, АДФ, АМФ, цАМФ, цГМФ и т.д.

# Применение $O_2$ , $O_3$ и $H_2O_2$ в медицине и фармации

- Дыхательная смесь – 40 – 60%  $O_2$  в смеси с воздухом – при кислородной недостаточности (гипоксии): отёк легких, С/С недостаточность, отравление  $CO$ ,  $H_2CN$ ,  $Cl_2$  и  $COCl_2$ .
- Карбоген – 95%  $O_2$  и 5%  $CO_2$  – показания те же.
- $O_2$  – в смеси с ингаляционными наркотиками в анестезиологии
- $O_2$  – в лечебных целях подкожно
- $O_2$  – энтеральная оксигенотерапия (кислородные коктейли)
- $O_2$  – кислородная баротерапия

# Применение $O_2$ , $O_3$ и $H_2O_2$ в медицине и фармации

- $O_3$  – озонирование воды и лечебных помещений
- $H_2O_2$  – дезинфицирующее средство
- $H_2O_2$  – депигментирующее средство (в клинике кожных болезней)
- $H_2O_2$  – минерализация органических соединений

# Биологическая роль серы: сульфгидрильные группы и дисульфидные мостики в белках

Содержащаяся в белках сера принадлежит:

- 1) сульфгидрильным (-SH) группам остатков цистеина – необходимы для проявления биологической активности многих ферментов
- 2) дисульфидным мостикам (-S-S-) между двумя остатками цистеина – играют важную роль в поддержании третичной структуры белков
- 3) тиоэфирным (-S-CH<sub>3</sub>) группам остатков метионина – играют важную роль в формировании гидрофобных и серо-ароматических взаимодействий

# Биологическая роль селена

- Входит в состав белков в виде 21-й аминокислоты – селеноцистеина
- Входит в состав ряда ферментов: глутатионпероксидаза; пероксидаза; ферменты дейодирования тиреоидных гормонов
- Селен, входя в состав ряда ферментов, предотвращает окисление липидов и белков клеточных мембран, то есть, является антиоксидантом
- Дефицит селена повышает риск возникновения С/С патологии и онкологических заболеваний
- Соединения селена предохраняют от отравления ртутью и кадмием (результат конкурентного связывания с белками)
- Селен и VitE усиливают антиоксидантное действие друг друга

# Применение диоксида титана и метаванадата аммония в фармации

- $\text{TiO}_2$  – используется в качестве добавки в полимеры (полиэтилен, полипропилен) для придания им непрозрачности, чтобы защитить лекарственное средство от света (таблетки, покрытые оболочкой).

# Применение диоксида титана и метаванадата аммония в фармации

- $\text{NH}_4\text{VO}_3$  – как сильный окислитель используется в качестве титранта для количественного определения лекарственных веществ, обладающих восстановительными свойствами (ванадатометрия)

# Применение диоксида титана и метаванадата аммония в фармации

- $\text{VO}^{3-} + 2\text{H}^+ + e \rightarrow \text{VO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{NH}_4\text{VO}_3$  – входит в состав молибденованадиевого реактива  $((\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4 + \text{NH}_4\text{VO}_3)$  – используется для обнаружения фосфат-ионов
- $\text{PO}_4^{3-} + \text{MBP} = \text{желтое окрашивание}$



# Применение титана, ниобия и тантала в хирургии

- Сплавы на основе титана используются для изготовления деталей эндопротезов, имплантантов, скоб и других изделий, предназначенных для применения в травматологии, ортопедии, стоматологии и челюстно-лицевой хирургии. Состав одного из используемых сплавов (в масс. %): титан 84%; ниобий 7,5%; алюминий 6,5%; молибден 1,5%; тантал 0,5%.

# Химические основы токсичности цианидов

- Цитохромы – группа железосодержащих белков, участвующих в переносе электронов в митохондриях. Они в определенной последовательности переносят электроны от флавопротеидов к молекулярному кислороду. Все цитохромы содержат железопорфириновые простетические группы. Последний цитохром в цепи – тот, который реагирует с кислородом, – называется цитохромоксидазой. Цианиды блокируют перенос электронов от цитохрома b к цитохрому c, а также конечную стадию процесса переноса электронов на уровне цитохромоксидазы. Наступает тканевая гипоксия: сердечно-сосудистая недостаточность и остановка дыхания.

# Применение соединений кобальта в медицине и фармации

- Цианокобаламин – сложный органический кобальтовый комплекс – антианемическое средство
- Гидрокобаламин – антианемическое средство
- Кобамид – коферментная форма витамина В12 – антианемическое средство
- Витамин В12 в организме превращается в кофермент – кобамид, входящий в состав многочисленных ферментов. Сам витамин В12 не обладает свойствами кофермента.

# Кобальт и никель как микроэлементы, кофермент В12

- Активность многих ферментов проявляется только в присутствии определенных соединений небелковой природы, называемых коферментами. В качестве коферментов могут выступать ионы металлов или органические соединения.
- $\text{Co}^{2+}$  - активирует карбоксилазу, полипептидазу, лецитиназу, аргиназу.
- $\text{Ni}^{2+}$  - активирует аргиназу.

# Применение $\text{KMnO}_4$ как антисептического средства и в фармацевтическом анализе

- $\text{KMnO}_4$  – антисептик – денатурирует белки. Используется для промывания ран, смазывания язвенных и ожоговых поверхностей, полоскания рта и горла, промывания желудка при различных отравлениях.
- $\text{KMnO}_4$  – подлинность этанола:
- $5\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 5\text{CH}_3\text{COH} + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$

# Применение $\text{KMnO}_4$ как антисептического средства и в фармацевтическом анализе

- $\text{KMnO}_4$  – используется в качественном и количественном анализе кокаина, фолиевой кислоты, лактата,  $\text{Fe}^{2+}$
- $10\text{FeSO}_4 + 2\text{KMnO}_4 + 8\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 5\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$

# Применение ОВР в медицине и фармации

- Раствор  $\text{H}_2\text{O}_2$  применяют в качестве антисептического и дезодорирующего средства (промывание, полоскание)
- $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow$  (каталаза, пероксидаза)  $2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2\uparrow$
- Подлинность  $\text{H}_2\text{O}_2$ :
- $2\text{I}^- + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- Количественное определение  $\text{H}_2\text{O}_2$ :
- $2\text{KMnO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}_2 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$   
 $\rightarrow 2\text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 8\text{H}_2\text{O} + 5\text{O}_2\uparrow$

# Применение комплексных соединений в медицине и фармации

- Vit B12 – цианокобаламин
- Цис-платин – противоопухолевое
- Оксалиплатин – противоопухолевое
- Подлинность ЛС:
- $\text{Na}^+ + \text{Zn}^{2+} + [(\text{UO}_2)_3(\text{CH}_3\text{COO})_8]^{2-} + \text{CH}_3\text{COOH} + 9\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaZn}[(\text{UO}_2)_3(\text{CH}_3\text{COO})_9] \cdot 9\text{H}_2\text{O} \downarrow + \text{H}^+$   
*желто-зелёный*
- $2\text{K}^+ + \text{Na}^+ [\text{Co}(\text{NO}_2)_6]^{3-} \rightarrow \text{K}_2\text{Na}[\text{Co}(\text{NO}_2)_6] \downarrow$   
*желтый*



## Соединения кальция в костной ткани, сходство ионов кальция и стронция, изоморфное замещение (проблема стронция-90)

- $[\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6](\text{OH})_2$  – гидроксиапатит
- $[\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6]\text{CO}_3$  – карбонатапатит
- Изоморфизм — свойство элементов замещать друг друга в структуре минерала
- У кальция и стронция одинаковый тип кристаллической решетки – кубическая гранецентрированная

- Стронций является аналогом кальция, поэтому он наиболее эффективно откладывается в костной ткани. Радиоактивный изотоп стронция (Стронций-90, бета-излучатель, период полураспада – 29 лет) облучает костную ткань и костный мозг, что увеличивает риск заболевания раком костного мозга. При поступлении большого количества изотопа может вызвать лучевую болезнь.

## **Применение в медицине и фармации соляной кислоты, фторидов, бромидов, хлоридов и йодидов**

- Применяют 2 лекарственных препарата хлористоводородной кислоты:
- 1 – кислота хлористоводородная 24,8 – 25,2%
- 2 – кислота хлористоводородная разведенная 8,2 – 8,4 %
- Разведенную применяют при недостаточной кислотности желудочного сока

## Применение в медицине и фармации соляной кислоты, фторидов, бромидов, хлоридов и йодидов

- NaCl – основная составная часть солевых и коллоидно-солевых растворов, применяемых в качестве плазмозамещающих жидкостей
- KCl – антиаритмическое средство, применяется при гипокалиемии, а входит в состав плазмозамещающих жидкостей

## Применение в медицине и фармации соляной кислоты, фторидов, бромидов, хлоридов и йодидов

- NaBr, KBr – успокаивающее средство
- NaI, KI – при недостатке йода в организме
- NaF – в стоматологии для профилактики кариеса у детей

# Хлориды

- Реакция на галогенид-ионы с  $\text{AgNO}_3$
- $\text{NaCl} + \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{AgCl} \downarrow + \text{NaNO}_3$   
*белый*
- Осадок растворим в  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
- $\text{AgCl} + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightarrow [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl} + 2\text{H}_2\text{O}$

# Бромиды

- Реакция на галогенид-ионы с  $\text{AgNO}_3$
- $\text{NaBr} + \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{AgBr}\downarrow + \text{NaNO}_3$   
*светло-жёлтый*
- Осадок малорастворим в  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
- $\text{AgBr} + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightarrow [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Br} + 2\text{H}_2\text{O}$

# Йодиды

- Реакция на галогенид-ионы с  $\text{AgNO}_3$
- $\text{NaI} + \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{AgI} \downarrow + \text{NaNO}_3$   
*жёлтый*
- Осадок нерастворим в  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$



*жёлтый*



*светло-жёлтый*



*белый*



# Бромид и йодид ионы

- Бромид- и йодид-ионы окисляют хлором:
- $2\text{Br}^- + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{Br}_2 + 2\text{Cl}^-$
- $2\text{I}^- + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{I}_2 + 2\text{Cl}^-$
- Выделившийся бром окрашивает слой хлороформа в оранжевый цвет, а йод – в фиолетовый
- Йод обнаруживают по синему окрашиванию крахмального клейстера

# Фториды

- AgF, в отличие от других галогенидов серебра, растворим в воде
- $2\text{NaF} + \text{CaCl}_2 \rightarrow \text{CaF}_2 \downarrow + 2\text{NaCl}$   
*белый*
- Фторид-ионы обесцвечивают красную окраску раствора роданида железа:  
 $[\text{Fe}(\text{CNS})_6]^{3-} + 6\text{F}^- \rightarrow [\text{FeF}_6]^{3-} + 6\text{CNS}^-$

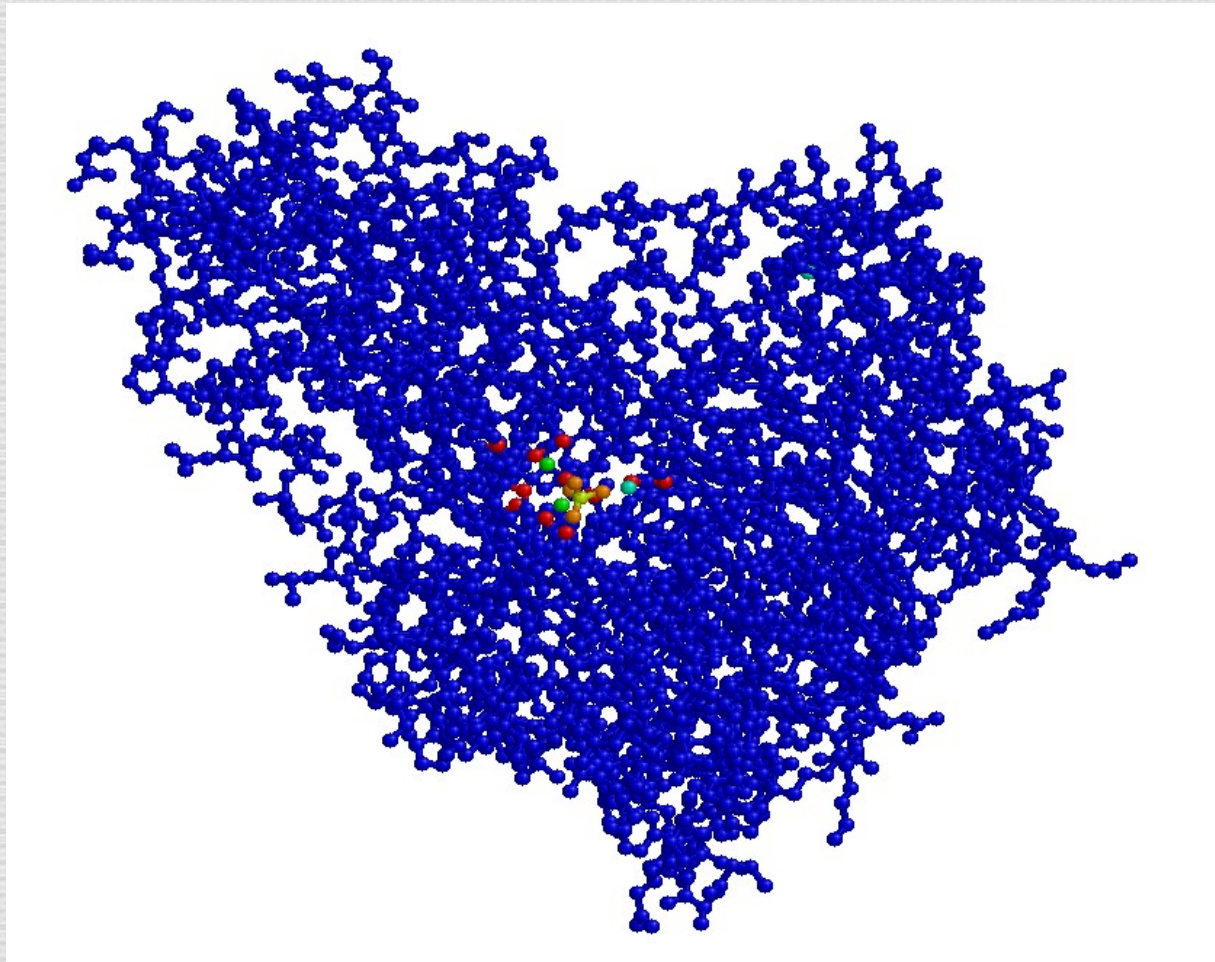
# Применение в медицине золота и его соединений

- В настоящее время от препаратов золота отказываются из-за их высокой токсичности
- Ранее золото широко использовалось в стоматологии
- Ауранофин – содержит 29% металлического золота – противовоспалительное, иммунодепрессивное действие. Применяется при ревматоидном и псориатическом артрите.

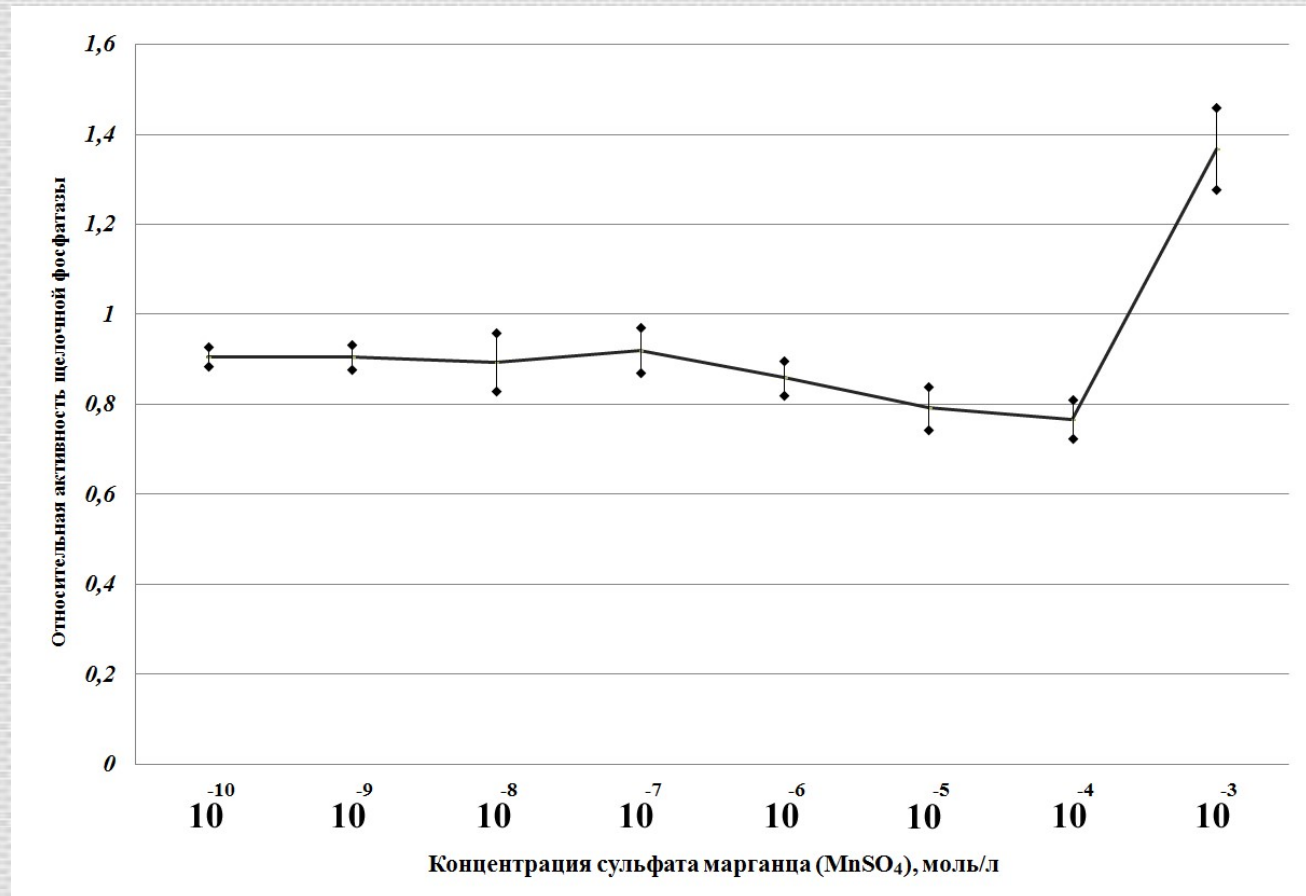
# Комплексная природа цинксодержащих ферментов

- Карбоангидраза – катализирует обратимую гидратацию  $\text{CO}_2$  – важен для дыхания
- Карбоксипептидаза – катализирует отщепление С-концевой аминокислоты от белка
- Аминопептидаза – катализирует отщепление N-концевой аминокислоты от белка
- Щелочная фосфатаза – катализирует гидролиз эфиров фосфорной кислоты

# Вытеснение ионов цинка ионами марганца в активном центре щелочной фосфатазы



# Влияние сульфата марганца на активность щелочной фосфатазы



# Токсическое действие соединений кадмия и ртути

- Механизм токсического действия кадмия заключается в связывании карбоксильных, аминных и особенно сульфгидрильных (-SH) групп белковых молекул, в результате чего угнетается активность ферментных систем
- Кадмий легко накапливается в быстроразмножающихся клетках (например в опухолевых или половых).

# Токсическое действие соединений кадмия и ртути

- Механизм токсического действия соединений ртути включает, помимо связывания с карбоксильными, аминными и сульфгидрильными группами, необратимое ингибирование активности ферментов, содержащих селен (например, тиоредоксин редуктазы, играющей важную роль в борьбе с окислительным стрессом).



Применение в медицине,  
санитарии и фармации хлорной  
воды, хлорной извести,  
препаратов активного хлора

- Неорганические ЛС производные галогенов делятся на 2 группы:
  - препараты свободных (в молекулярном состоянии) галогенов
    - йод и его спиртовые растворы. В медицине используется спиртовой раствор йода (5%) в качестве антисептического средства (обработка ран, подготовка операционного поля)
    - Действие таких препаратов, как хлорная известь (смесь  $\text{Ca}(\text{ClO})_2$  и  $\text{CaCl}_2$ ), хлорамин и пантоцид (хлорорганические соединения) также основано на выделении молекулярного галогена – хлора.
  - неорганические ЛС, в состав которых галогены входят в виде анионов ( $\text{F}^-$ ;  $\text{Cl}^-$ ;  $\text{Br}^-$ ;  $\text{I}^-$ )

- Антисептические свойства хлорамина Б и пантоцида связаны с образованием хлорноватистой кислоты.
- Эти вещества используются для дезинфекции рук, инструментария, лечения инфицированных ран.
- Пантоцид преимущественно используется для обеззараживания воды.

- Белильная (хлорная) известь используется в качестве дезинфицирующего средства при обработке выгребных ям, трупов павших животных и т.д.
- Белильная известь используется в качестве окислителя при установлении подлинности фенолов

# Понятие о химизме бактерицидного действия хлора и йода

- Хлор, реагируя с водой, образует хлорноватистую кислоту:
- $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HClO} + \text{HCl}$
- В присутствии соляной кислоты в растворе устанавливается равновесие, сильно смещенное влево. Поэтому водные растворы хлора содержат незначительные количества хлорноватистой кислоты.

- В кислой среде при комнатной температуре идет медленная реакция:
- $4\text{HClO} \rightarrow 2\text{Cl}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- В слабокислых и нейтральных растворах идет распад  $\text{HClO}$ , ускоряемый видимым светом:
- $2\text{HClO} \rightarrow \text{O}_2 + 2\text{HCl}$
- В слабощелочных средах, особенно при повышенной температуре, идет реакция диспропорционирования с образованием хлорат-ионов:
- $2\text{HClO} + \text{ClO}^- \rightarrow \text{ClO}_3^- + 2\text{H}^+ + 2\text{Cl}^-$

# Активный хлор

- Активный хлор – это хлор, который выделяется в свободном виде при взаимодействии данного хлорсодержащего вещества с соляной кислотой. Выделение хлора происходит в результате ОВР соляной кислоты с соединениями, в которых хлор имеет положительные степени окисления (чаще всего: +1; +3 и +5)
- $\text{NaClO} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$

- Хлорная вода обладает дезинфицирующим действием. На этом основано использование хлора для обеззараживания питьевой воды.
- Свободная  $\text{HClO}$  почти в 300 раз более активна, чем гипохлорид ионы  $\text{ClO}^-$ ; это объясняется уникальной способностью  $\text{HClO}$  проникать сквозь мембраны бактерий.



- Йод относится к группе галогеновых антисептиков, спектр действия которых распространяется на грамположительные и грамотрицательные бактерии, грибы, вирусы и простейшие. Бактерицидное действие йода обусловлено его выраженными окислительными свойствами, он активно взаимодействует с аминокислотами, в результате чего изменяется структура белков. В основном, йод нарушает структуры бактериальных трансмембранных структурных белков и белков-ферментов, не имеющих мембранной защиты.

# Биологическая роль соединений фтора, хлора, брома и йода

- Фтор –  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{F}_2$  – фторапатит – входит в состав эмали зубов. Фториды вводят в состав зубных паст для предотвращения разрушения зубной эмали ( $\text{SnF}_2$ ).
- Хлор –  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{Cl}_2$  – хлорапатит – входит в состав дентина. Хлорид-ионы играют важную роль в поддержании осмотического равновесия в организме.  $\text{HCl}$  – составная часть желудочного сока.

# Биологическая роль соединений фтора, хлора, брома и йода

- Бром – функция неизвестна. Бромид-ионы обладают успокаивающим действием.
- Йод – основной физиологической ролью йода является участие в метаболизме щитовидной железы. Тиреоидные гормоны имеют множественное воздействие на организм, в частности, принимают участие в регуляции температуры тела.

# Применение инертных газов в медицине

- Все инертные газы (He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn) обладают наркотическим действием при повышенном давлении.
- Наркотический эффект от вдыхания аргона проявляется только при барометрическом давлении свыше 0,2 МПа.
- В 1999 году ксенон был разрешён к медицинскому применению в качестве средства для общего ингаляционного наркоза.
- Идеальным средством для наркоза считается дыхательная смесь из 80% ксенона и 20% кислорода.
- В высоких концентрациях инертные газы вызывают асфиксию (удушье).

# Применение инертных газов в медицине

- Искусственный воздух, представляющий собой смесь кислорода с инертными газами (в т.ч. неоно-гелиевая смесь), используется для дыхания океанавтов, водолазов, людей, работающих при повышенных давлениях, чтобы избежать газовой эмболии и «азотного» наркоза.

# Применение инертных газов в медицине

- Лёгкий неоно-гелиевый воздух облегчает состояние больных, страдающих расстройствами дыхания (бронхиальной астмой).
- Радиоактивные изотопы ( $^{127}\text{Xe}$ ,  $^{133}\text{Xe}$ ,  $^{137}\text{Xe}$ , и др.) применяют в качестве источников излучения в радиографии и для диагностики в медицине.

# Применение радона в медицине

- Радоновые воды (как природные, так и искусственные) принимают внутрь;
- Принимают радоновые ванны, души, грязи;
- В ингаляториях больные дышат воздухом, обогащенным радоном и вдыхают распыленную радоновую воду (аэрозоль).

# Применение радона в медицине

- Под влиянием радоновых ванн ускоряются процессы заживления, Радоновые ванны обладают выраженным успокоительным и болеутоляющим действием, улучшают деятельность сердца, способствуют нормализации артериального давления.
- Однако клиническая эффективность радоновых ванн считается недоказанной. Более того, по данным ВОЗ, радиоактивный газ радон является второй по значимости причиной развития рака лёгких во многих странах.



**Спасибо за внимание!**  
**Удачи на экзамене!**