

**БИОГЕННЫЕ Р-ЭЛЕМЕНТЫ–
ОРГАНОГЕНЫ И
ФИЗИОЛОГИЧЕСКИ
АКТИВНЫЕ ГАЛОГЕНЫ**

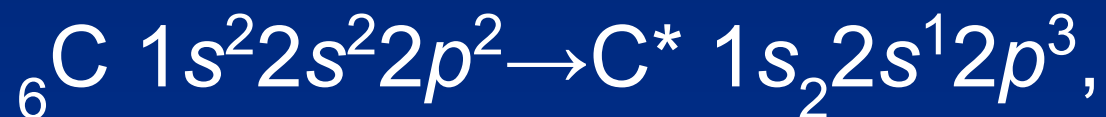


В ПСЭ 30 *p*-элементов, у которых
заполняется электронами *p*-подуровень
внешнего электронного уровня.
Жизненно необходимы: С, N, Р, О, S -
органогены; F, Cl, Br, I - галогены.



Углерод

Электронная формула:



с.о.=+4,

валентность во всех органических соединениях равна 4.



Углерод – органиоген №1, так как:

1. Атомы углерода способны соединяться друг с другом, образуя цепи, линейные и циклические, различной длины и разветвленности.
2. Атом углерода имеет оптимальный радиус атома.

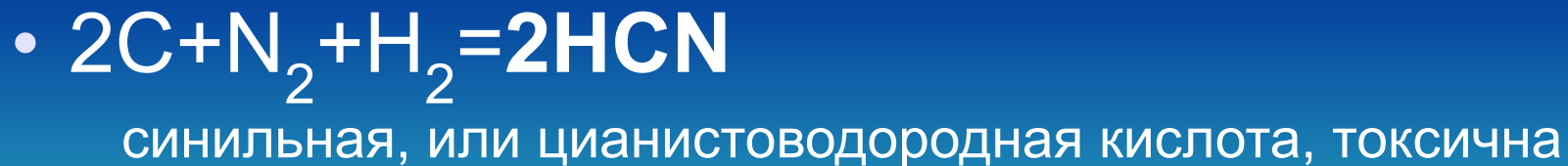
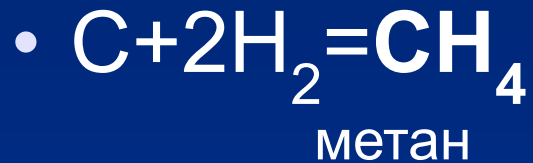


3. Среднее значение электроотрицательности углерода 2,5 позволяет ему образовывать связи и с более и менее электроотрицательными элементами.

4. Образует прочные ковалентные связи, способные к гомолитическому и гетеролитическому разрыву.



Химические превращения углерода и его соединений:



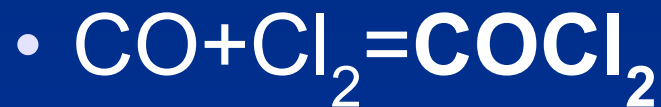


гексацианоферрат (II), прочный комплексный

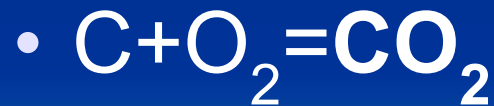
ион



угарный газ



фосген, летуч, токсичен

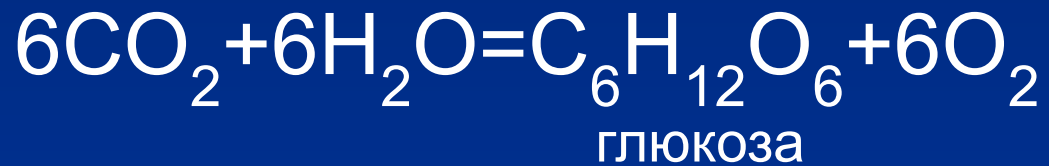


углекислый газ



мочевина

Фотосинтез, происходит в растительных
клетках с участием хлорофилла:



Гидрокарбонатная буферная система организма:

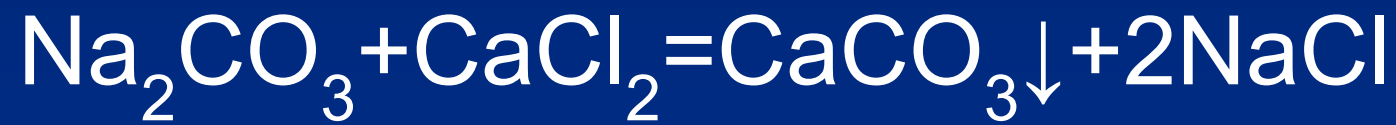


гидрокарбонат натрия. питьевая сода





карбонат натрия



гидрокарбонат кальция, растворимое

соединение



$\omega(\text{C})$ в организме = 21%, масса 14кг



Топография:

ВХОДИТ В СОСТАВ ВСЕХ КЛЕТОК И ТКАНЕЙ,

так как является основой белков, жиров,

углеводов, нуклеиновых кислот.



*Физиологические функции и
токсичность соединений
углерода.*



Углекислый газ, CO_2

бесцветный газ, тяжелее воздуха, под давлением легко сжижается, может быть получен в твердом виде (сухой лед).



В ходе метаболизма образуется 13 моль CO_2 в сутки в результате окисления белков, жиров, углеводов:

1. Участвует в регуляции дыхания, являясь стимулятором дыхательного центра.
2. Участвует в регуляции кровообращения.



3. Участвует в реакциях карбоксилирования и декарбоксилирования
4. Компонент гидрокарбонатной буферной системы



5. В закрытых помещениях при увеличении объемной доли $\phi(\text{CO}_2)$ до 10% развивается ацидоз, одышка, так как равновесие процесса



сдвигается вправо, возрастает концентрация протонов, уменьшается рН.



Угарный газ, CO

в сутки образуется 10 мл в ходе метаболизма в процессе кроветворения.

Продукт неполного сгорания углерода, газ без цвета и запаха, плохо растворим в воде, сильный восстановитель.

Очень токсичен (БОВ), ПДК = 0,03 мг/л



В окружающей среде источником CO являются

- выхлопные газы автомобилей,
- промышленные газовые отходы,
- табачный дым.



Токсическое действие CO:

1. Уменьшает кислородную емкость крови, связывая гемоглобин,
⇒ прекращается перенос кислорода,
наступает асфиксия:



оксигемоглобин

карбонилгемоглобин, в 200 раз более

прочный, чем оксигемоглобин



2. Главная мишень CO – миоглобин мышц; резко уменьшается содержание O_2 в мышцах, нарушается работа мышечного аппарата.
3. Ингибирует каталазу, ферменты углеводного обмена, синтез АТФ.



4. Нарушает кислотно-щелочное равновесие и электролитный состав биожидкостей в клетках: уровень натрия повышается $\uparrow[\text{Na}^+]$, уровень калия понижается $\downarrow[\text{K}^+]$.

5. Снижается внимание и память.



Причиной отравления угарным газом является курение.

Содержание карбонилгемоглобина в крови курильщиков, выкуривающих пачку сигарет в день, составляет 4,7%, у некурящих – всего 0,3-0,5% (от содержания гемоглобина).



Причиной более сильного отравления
может быть преждевременное закрытие
заслонки печи или
вдыхание выхлопных газов автомобиля.



При легких отравлениях (содержание
HbCO в крови 10-15%)
наблюдается головная боль, слабость,
тошнота.



При отравлениях средней степени
(содержание HbCO в крови 25-30%)

нарушается координация движений,
появляется синюшность кожи и
помутнение сознания.



При тяжелых отравлениях (содержание
HbCO в крови 60% и более)

происходит потеря сознания, судороги.

Смертельные концентрации CO
составляют 2 мг/л при 60-минутной и
5мг/л при 5-минутной экспозиции.



Лечение при отравлении CO проводят в

барокамерах, увеличивая $p(\text{O}_2)$ до 3 атм.

для выведения CO из крови.



Цианиды (CN^-)

в организме образуются при окислении аминокислот под действием аминоксидаз.

В окружающую среду попадают из гальванических производств.



Токсическое действие цианидов:

1. Ферменты, содержащие железо (каталаза, пероксидаза, цитохромы дыхательной цепи), инактивируются, прекращается перенос электронов на O_2 , смерть наступает от остановки тканевого дыхания, хотя в крови много O_2 , но он не используется.



2. Главная мишень цианидов – мозг, так как в печени происходит процесс:



роданид, не токсичен



Роданистоводородная кислота, HCNS

Не токсична, содержится в слюне,

обладает бактерицидным действием.



Лекарственные препараты углерода:

1. С – активированный уголь – адсорбент при метеоризме, пищевых интоксикациях, отравлениях.
2. $\text{CO}_2 + \text{O}_2$ – возбудитель дыхательного центра после наркоза.



3. CO_2 (твердый) – в дерматологии для вымораживания.

4. NaHCO_3 – питьевая сода, антацидное:



и антисептическое средство:



Азот

Электронная формула: ${}_7\text{N } 1s^2 2s^2 2p^3$

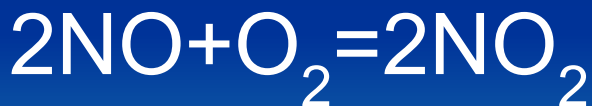


<i>-3 in vivo</i>	<i>0</i>	<i>+1</i>	<i>+2</i>	<i>+3</i>	<i>+4</i>	<i>+5</i>
NH_3	N_2	N_2O	NO	N_2O_3	NO_2	N_2O_5
слабое основание		несолеобразующий оксид	несолеобразующий оксид	кислотный оксид	кислотный оксид	кислотный оксид
NH_4OH				HNO_2 слабая кислота	HNO_2 , HNO_3	HNO_3 сильная кислота
NH_4Cl				NaNO_2	NaNO_2 , NaNO_3	NaNO_3
восстановитель	Окислительно-восстановительная двойственность					окислитель



Окислительно-восстановительные свойства соединений азота

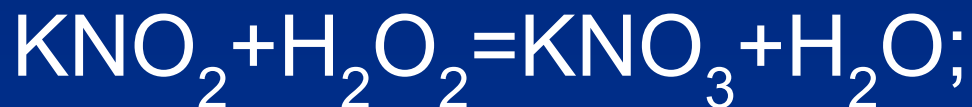
Восстановительные свойства:
(с.о.=-3, низшая):



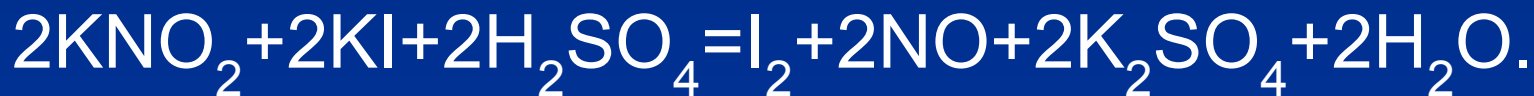
2. Окислительно-восстановительная двойственность нитритов

(с.о.=+3, промежуточная):

восстановительные свойства:



окислительные свойства:



3. Окислительные свойства азотной кислоты

(с.о.=+5, высшая).



разб.



*Физиологическая роль и токсичность
соединений азота.*



Аммиак, NH_3 - метаболитический

образуется при дезаминировании аминокислот.



Причины токсического действия:

1. Легко проходит через мембраны, действует на мозг.



2. Электронодонор (ЭД), конкурент биогенных лигандов L_б , ингибирует ферменты:



Связывание аммиака в нетоксичные соединения:



Ионы аммония не проходят через мембраны, не оказывают токсического действия.



Из-за образования H^+ pH уменьшается,
для нейтрализации мобилизуется Na^+ ,

с ним удаляется определенное
количество воды, поэтому NH_4Cl
используется как мочегонное средство.



Оксид азота (IV), NO_2

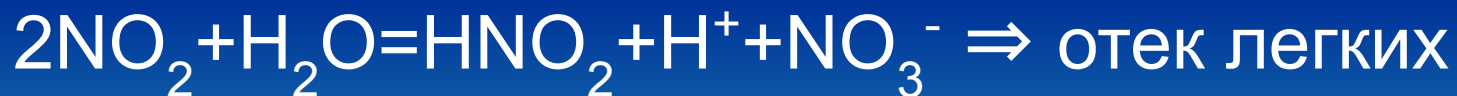
источники в окружающей среде –
автотранспорт, металлургия,
производство HNO_3 .



Токсическое действие NO_2 :

1. Поражает слизистую носоглотки, открывая путь аллергенам.

2. При взаимодействии NO_2 с влажной поверхностью легких образуются кислоты, которые вызывают отек легких:



3. В крови оксид азота (IV) образует нитриты и нитраты, которые в организме восстанавливаются до нитритов. Нитриты окисляют гемоглобин в метгемоглобин, не способный переносить кислород



⇒ нарушается транспорт O_2 ⇒ гипоксия



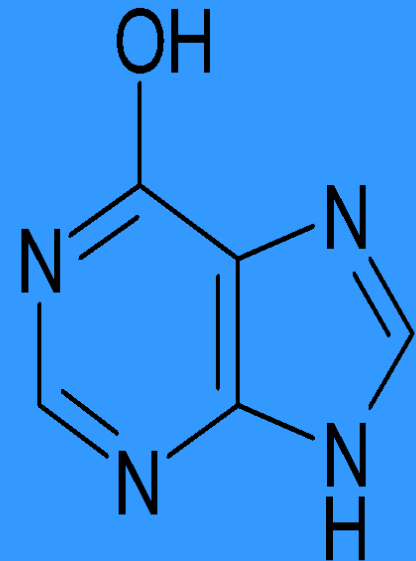
4. В желудочно-кишечном тракте азотистая кислота взаимодействует со вторичными аминами с образованием нитрозаминов, которые являются канцерогенами:



5. Азотистая кислота и нитриты являются химическими мутагенами, окисляют аминогруппы нуклеиновых оснований, входящих в состав ДНК, что приводит к изменению структуры ДНК



аденин



ГИПОКСАНТИН

6. NO_2 является компонентом *фотохимического смога*. В настоящее время в связи с увеличением числа транспортных средств в больших городах фотохимический смог представляет угрозу для горожан.



Для образования смога необходимы следующие условия:

- интенсивное солнечное излучение;
- наличие в воздухе углеводородов и их производных;
- наличие оксидов азота;
- наличие в приземном слое атмосферы застойной зоны.



Эти компоненты фотохимического

смога образуются при горении бензина
в двигателях внутреннего сгорания.



ФОТОХИМИЧЕСКИЙ СМОГ

При недостатке кислорода:



При избытке кислорода:



Взаимодействие этих продуктов под действием солнечной радиации приводит к образованию сильно токсичных пероксиацилнитратов (ПАН)



пары бензина

перекись ацилнитрата (ПАН)



ПАН вызывают сильное раздражение слизистых оболочек дыхательных путей и глаз, так как при контакте с водой образуют различные кислоты и активные радикалы, которые повреждают живые ткани.



Сохранение смоговой ситуации приводит к повышению заболеваемости и смертности прежде всего детей и пожилых людей. Смог губительно действует и на флору.

O, O₃, ПАН – фотооксиданты, губительно действуют на легкие.



Лекарственные препараты:

1. NH_4Cl - мочегонное, для коррекции алкалоза ($\text{pH} < 7$).
2. N_2 - жидкий азот, лечение кожных заболеваний.
3. N_2O - “веселящий газ”, для ингаляционного наркоза в хирургии.



4. NH_4OH (10%-й водный раствор)-
нашатырный спирт, возбуждающее
средство при обмороках.

5. AgNO_3 - “ляпис”, прижигающее
действие.

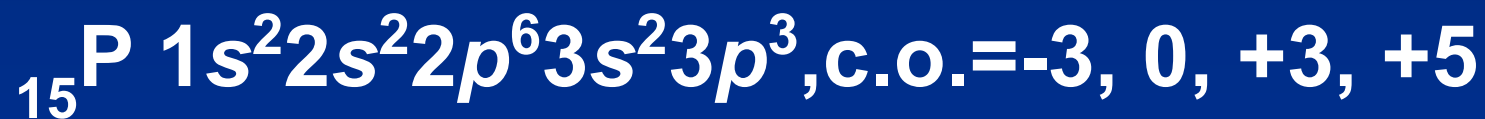


6. R-O-NO₂, R-O-NO - органические и неорганические нитраты и нитриты, например, нитроглицерин, улучшают коронарное кровообращение, для профилактики при ишемической болезни сердца и снятия приступов стенокардии.



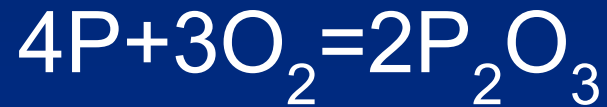
Фосфор

Электронная формула:



Химические превращения фосфора и его соединений:





оксид фосфора (III), кислотный оксид,

восстановитель



фосфористая кислота, слабая кислота





оксид фосфора (V), кислотный оксид



фосфорная кислота, трехосновная кислота

средней силы



дигидрофосфат натрия, кислая соль





гидрофосфат натрия, кислая соль



фосфат натрия, средняя соль



$\omega(\text{P})$ в организме = 1%,
масса фосфора 650 г.



Топография:

костная и зубная ткань в виде гидроксиапатита $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ и фторапатита $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$; в мозге, нервных клетках, печени, сердце, почках, мышцах в виде АТФ, фосфолипидов, нуклеиновых кислот.



Биороль фосфора:

1. Влияет на кроветворение.
2. Строительный материал костной и зубной ткани.
3. Влияет на состояние нервной системы:
«Фосфор – это элемент мысли»
(Вернадский).



4. Биосинтез идет через обязательную стадию фосфорилирования мономеров.
5. АТФ – аккумулятор и источник энергии в организме.



5. Фосфатный буфер $\text{H}_2\text{PO}_4^{-} / \text{HPO}_4^{2-}$ обеспечивает поддержание кислотно-щелочного равновесия в организме.



Фосфорорганические соединения, содержащие связь C—P, являются сильными ядами нервно-паралитического действия, входят в состав боевых отравляющих веществ,

некоторые соединения используются в качестве ядохимикатов (карбофос, тиофос, хлорофос).



Суточная потребность – 1,3 г фосфора.

Фосфор содержится в рыбе, мясе, яйцах, овощах.

Дефицит фосфора вызывает рахит у детей, нарушение фосфорно-кальциевого обмена (атеросклероз), неврастению.



Лекарственные препараты:

1. АТФ (Na-соль) – при мышечной дистрофии, стенокардии.
2. Са-глицерофосфат – нормализует функции нервной системы.



3. Фитин (органический препарат фосфора) – стимулирует кроветворение, усиливает рост и развитие костной ткани.

4. H_3PO_4 – фосфорная кислота, применяется в стоматологии; в приготовлении пломб при перемешивании образуются малорастворимые фосфаты металлов,



Сера

Электронная формула:



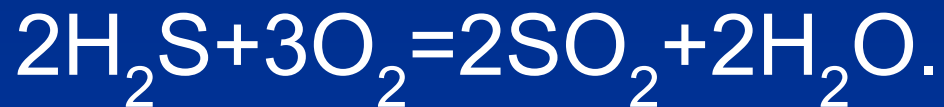
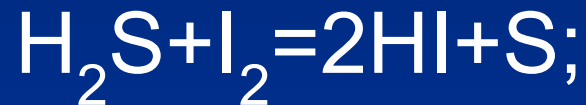
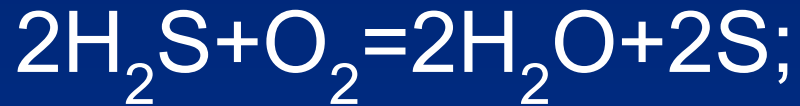
-2	0	+4	+6
H_2S	S	SO_2	SO_3
Слабая кислота		Кислотный оксид	Кислотный оксид
H_2S		H_2SO_3 средняя кислота	H_2SO_4 сильная кислота
$NaHS, Na_2S$		$NaHSO_3, Na_2SO_3$	$NaHSO_4, Na_2SO_4$
Восстановитель	Окислительно-восстановительная двойственность		Окислитель



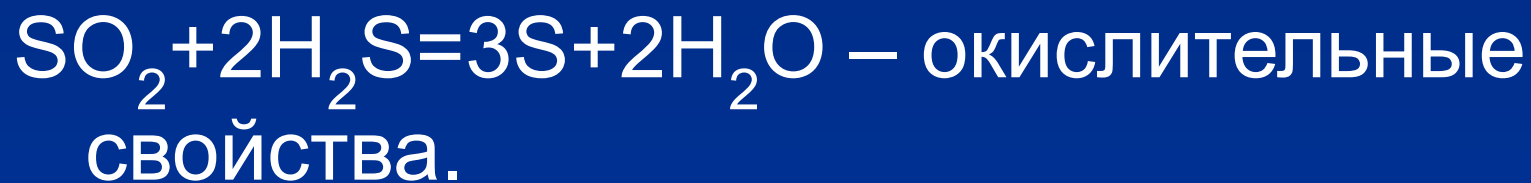
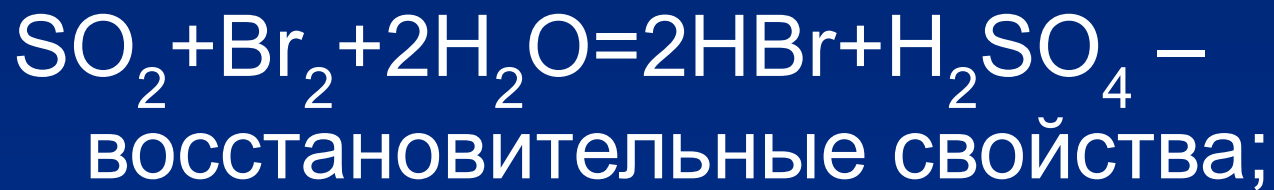
*Окислительно-восстановительные
свойства соединений серы*



Сероводород, с.о.=-2, низшая,
восстановитель:



Оксид серы (IV), с.о.=+4,
промежуточная, ОВ-двойственность:



Серная кислота, с.о.=+6, высшая,
окислительные свойства:



$\omega(S)$ в организме = 0,16%, масса
115г, суточная потребность 4-5г.



Топография:

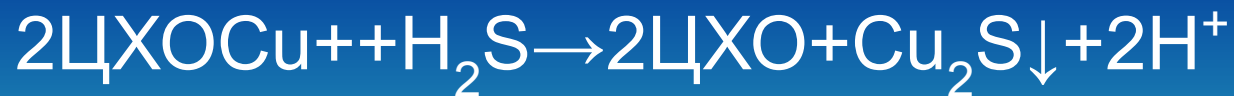
белки (особенно кератин волос и ногтей),
костная и нервная ткань, инсулин;

сера входит в состав >100 ферментов в виде
CoASH.



Биороль и токсичность соединений серы:

1. Сера в виде SH- групп формирует активный центр ферментов, входит в состав коферментов (КоASH, липоевая кислота).
2. H_2S – образуется при гниении белков, входит в состав серных минеральных вод, токсичен, т.к. блокирует цитохромоксидазу (ЦХО), при вдыхании сероводорода – обморок и смерть:



3. RSH в клетках выполняет защитную функцию: водородсульфидные группы связывают активные радикалы при облучении:



4. При формировании третичной и четвертичной структуры белков SH-группы участвуют в образовании дисульфидных мостиков:



5. Оксиды серы токсичны, являются компонентами химического смога, при их участии образуются «кислотные дожди»:



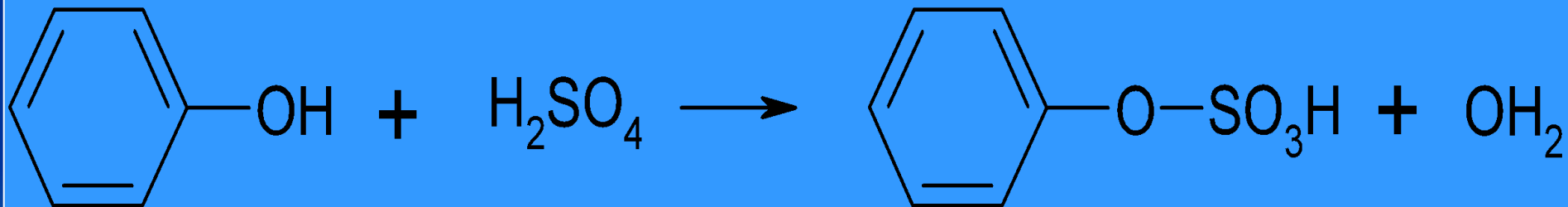
При выпадении кислотных дождей
закисляются почвы \Rightarrow снижается
урожайность;

снижается рН воды в природных водоемах \Rightarrow
гибнет рыба;

увеличивается растворимость природных
соединений тяжелых металлов \Rightarrow токсичные
катионы попадают в гидросферу и в организм
человека.



6. Сера выполняет обезвреживающую функцию. Образующаяся в организме эндогенная серная кислота и ее соли участвует в обезвреживании токсических веществ, например, продуктов гниения белков в кишечнике, аминокислот: фенолов, крезолов, индолов,



лекарственных препаратов и
продуктов их метаболизма, при этом
образуются нетоксичные хорошо
растворимые эфиры, которые легко
выводятся из организма



Лекарственные препараты:

1. $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ – слабительное средство;

2. $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – гипотензивное, желчегонное, слабительное;

3. $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – антисептические. вяжущие, рвотные;

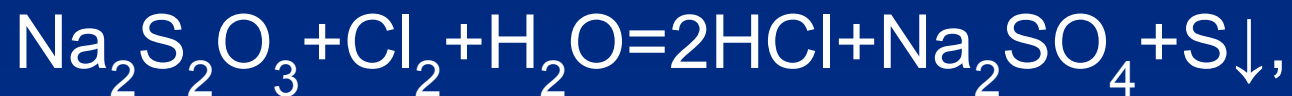


4. BaSO_4 – контрастное вещество при рентгенологии желудка и пищевода;

5. Тиосульфат натрия $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ используют для лечения чесотки:



как универсальный антидот при отравлении хлором, йодом, цианидами, солями тяжелых металлов:



Биороль физиологически активных галогенов



Хлор

Электронная формула:



<i>-1</i>	<i>0</i>	<i>+1</i>	<i>+3</i>	<i>+5</i>	<i>+7</i>
HCl	Cl ₂	HClO	HClO ₂	HClO ₃	HClO ₄
соляная		хлорноватистая	хлористая	хлорноватая	хлорная
NaCl		NaClO	NaClO ₂	NaClO ₃	NaClO ₄
хлорид		Гипохлорит	хлорит	хлорат	перхлорат



$\omega (Cl) = 0.15\%$, масса 100 г,

макроэлемент, жизненно необходимый
внеклеточный элемент.



Топография:

все органы и ткани, биологические жидкости. В организме находится в виде гидратированных ионов Cl^- , суточная потребность 5-10 г,

Источник – пищевая добавка NaCl .



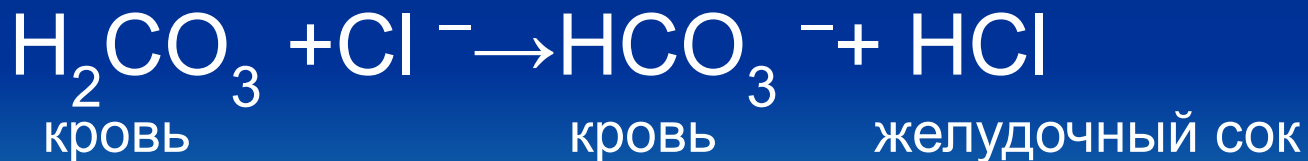
Биороль Cl^- :

1. Активирует ферменты (пепсин желудочного сока, катализирующий гидролиз белков).
2. Обеспечивает ионные потоки через клеточные мембраны, поскольку хлорид-ион имеет оптимальный радиус.



3. Поддерживает постоянство осмотического давления.

4. Необходим для выработки соляной кислоты желудочного сока, которая вырабатывается под действием ферментов в количестве 1-4 ммоль/ч



Соляная кислота участвует в процессе переваривания, а также выполняет барьерную функцию: уничтожает болезнетворные бактерии.



Соединения хлора:

Cl₂ –тяжелый газ, высокотоксичен (БОВ) , предельно допустимая концентрация хлора в воздухе 0.001 мг/л

действует на органы дыхания, слизистые глаз, оказывает раздражающее и удушающее действие.



Хлор используется для
обеззараживания питьевой воды:



[O] и HClO - сильные окислители, оказывают дезинфицирующее и отбеливающее действие.

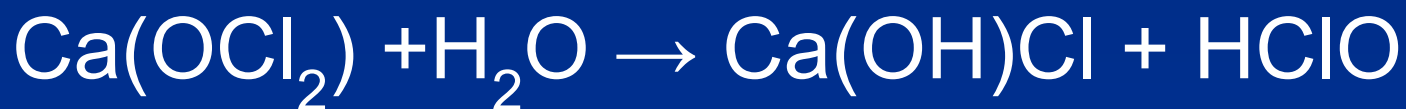
HClO действует и как окислитель, и как хлорирующее вещество. При этом хлор замещает водород пептидных связей, нарушает вторичную структуру, денатурирует белки микроорганизмов:



Таким же действием обладает хлорная (белильная) известь – смешанная соль соляной и хлорноватистой кислот, которая образуется при действии хлора на гидроксид кальция:



На влажном воздухе $\text{Ca}(\text{OCl}_2)$
гидролизуется с образованием HClO :



Лекарственные препараты:

1. HCl - 8%-ный раствор, при пониженной кислотности желудочного сока;
2. NaCl – физиологический и гипертонический раствор;
3. KCl – при гипокалиемии;



Фтор

Электронная формула:



Степень окисления постоянная: -1

$\omega(F) = 10^{-5} \%$, масса 7 мг, микроэлемент,
примесный элемент.



Топография:

зубная эмаль (99.4%), ногти, костная ткань.

В организме находится в виде труднорастворимого неорганического соединения – фторапатита $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$.



Для поддержания постоянного содержания

фтора в организме

необходимо обогащение питьевой воды

фтором до концентрации 1 мг/л.



При недостатке фтора (содержание в воде < 0,5 мг/л) развивается кариес, при этом под действием кислот, вырабатываемых бактериями, разрушается не внешняя поверхность зуба, а внутренние участки дентина:



Для предотвращения кариеса используют фторированные зубные пасты, содержащие NaF:



Происходит восстановление эмали, а также подщелачивание среды ротовой полости, что способствует нейтрализации кислот.



При избытке фтора (содержание в воде $>1,2$ мг/л) возникает заболевание – *флуороз (фтороз)*, зубная эмаль становится хрупкой, легко разрушается, повышается хрупкость костей.





Бром

Электронная формула:



Степень окисления от -1 до $+7$.

$$\omega(\text{Br}) = 10^{-5} \%,$$

масса 7 мг, микроэлемент, примесный.



Топография:

гипофиз и другие железы внутренней секреции, в организме находится в виде гидратированных ионов Br^- .



Биороль брома:

способствует восстановлению
равновесия между процессами
возбуждения и торможения,

усиливает активность коры
надпочечников, угнетает функцию
щитовидной железы.



Лекарственные препараты:

NaBr, KBr, NH₄Br при расстройствах
высшей нервной деятельности



Иод

Электронная формула внешнего энергетического
уровня:



Степень окисления от -1 до $+7$.

$$\omega(\text{I}) = 4 \cdot 10^{-5} \%$$

масса 25 мг, микроэлемент, незаменимый.



Топография:

Щитовидная железа, кровь.

В щитовидной железе йод находится в связанном виде – в виде гормонов тироксина и трийодтиронина – (15 мг) и около 1% в виде иодид-иона.

Остальной йод содержится в других органах.



В крови содержание йода поддерживается постоянным 10^{-4} - $10^{-5}\%$.

Это йодное зеркало крови.



Суточная потребность 0,2 мг.

Йод содержится в небольшом количестве в морской капусте, хурме, а также в йодированной соли.



Биороль йода:

1. Участвует в синтезе гормонов щитовидной железы тироксина и трийодтиронина.
2. Влияет на синтез и обмен белков, жиров, углеводов.
3. Влияет на водно-солевой обмен.
4. Положительно влияет на иммунитет.

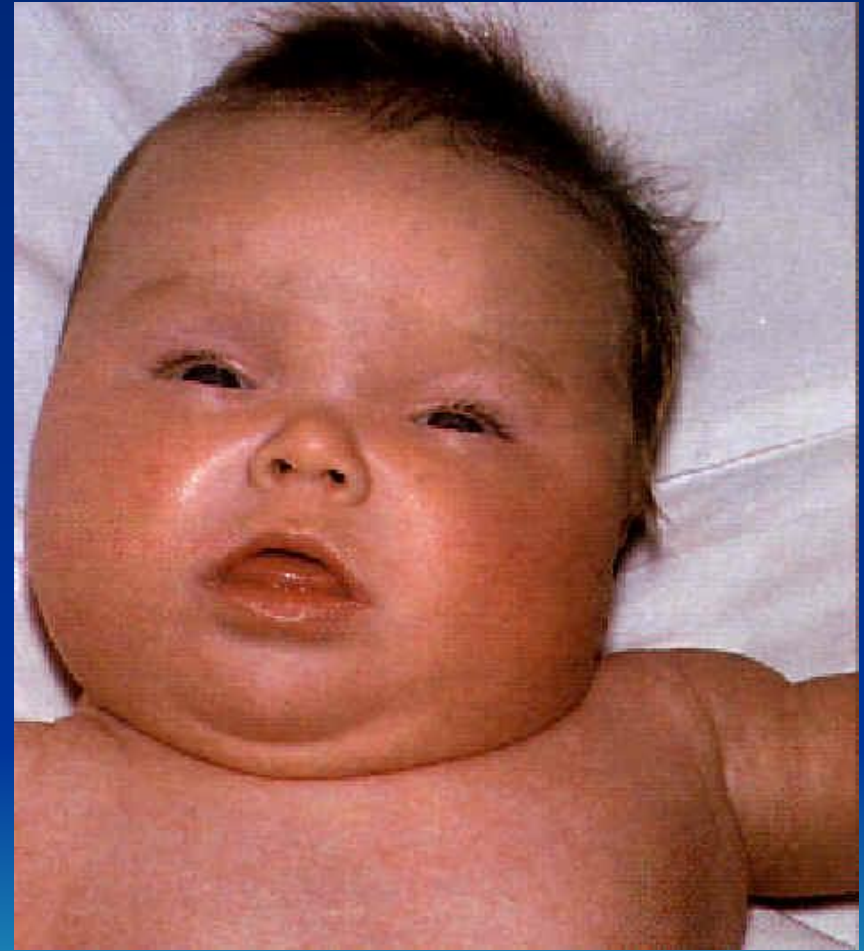


При недостатке I – наблюдается пониженная функция щитовидной железы (гипотиреоз), что связано с уменьшением ее способности накапливать йодид-ионы,

а также с недостатком йода в пище (эндемический зоб).

В детском возрасте – умственная и физическая отсталость (кретинизм).







При избытке I^- -
повышенная
активность
щитовидной
железы
(гипертиреоз),
ускоренный
метаболизм,
истощение
организма.



Лекарственные препараты:

1. I_2 – 5-10%-ный раствор, антисептик (окисляет –SH и $-NH_2$ группы белков микробных клеток).
2. KI, NaI-при электрофорезе для лечения гипертонии.



Спасибо за внимание

