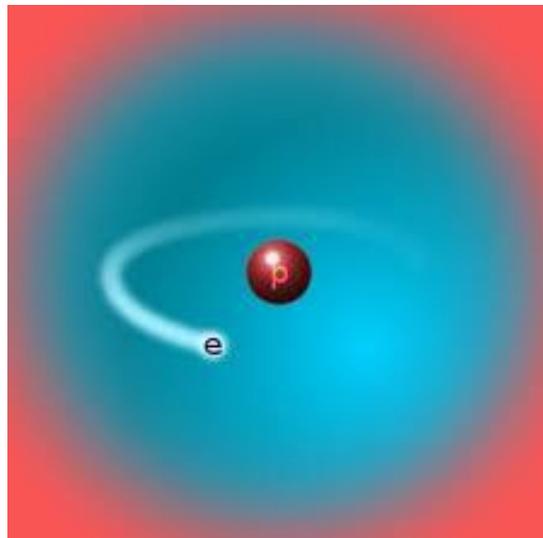


***Токсикология
неорганических
соединений***

Газообразные соединения

Водород и его соединения



Характеристика элемента

- 1-я группа периодической системы.
- Атомный номер 1.
- Два устойчивых изотопа: легкий (^1H), или протия, и тяжелый (^2H), или дейтерия.
- Искусственно получен тритий (^3H).
- При обычных условиях существует в виде двухатомных молекул H_2 .
- В большинстве соединений проявляет степень окисления +1, а в гидридах металлов –1.

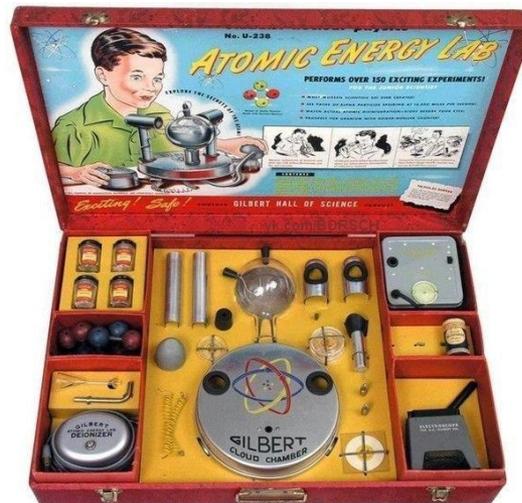
Применение

- в химической промышленности для производства аммиака, метилового и др. спиртов;
- для гидрогенизации твердого и жидкого топлива;
- для очистки нефтепродуктов, жиров, углей и смол;
- в процессах сварки и резки металлов;
- в микробиологическом синтезе.

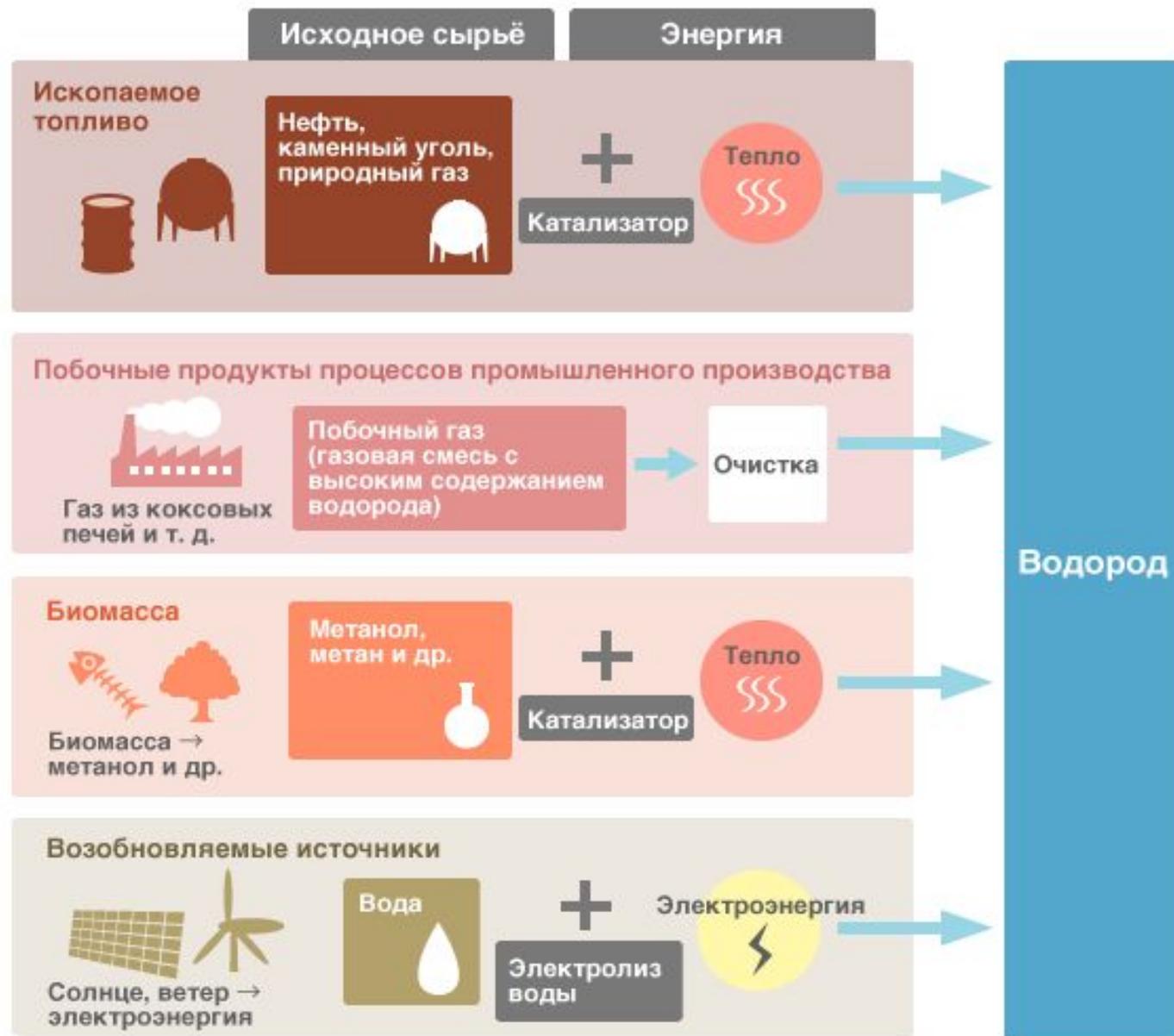


Применение

- В атомной промышленности применяются дейтерий и тритий.
- Пероксид водорода (H_2O_2) употребляют в процессах дезинфекции и стерилизации, в качестве ракетного топлива, в качестве отбеливателя.
- Оксид дейтерия применяют как замедлитель нейтронов в ядерных реакторах.



Способы получения водорода



Источник: «Белая книга энергии водорода» Организации по разработке новых энергетических и промышленных технологий (NEDO), июль 2014 г.

Токсическое действие пероксида водорода

Пороговая концентрация H_2O_2 в воде = 87 мг/л.

$DL_{50ж}$ = 2000–2538 мг/кг;

$DL_{50к}$ = 12000 мг/кг;

$ПДК_{Р.З.}$ = 1,4 мг/м³.



Острые отравления

При приеме внутрь от одного глотка до 500 мл.

Жалобы на боли в горле, пищеводе, животе, выделение кровавой пены изо рта, затем кровавая рвота, шоковым состоянием.

Результат: смерть в результате массовой газовой эмболии.

Хронические отравления

Раздражающее действие:

слезотечение, охриплость голоса, кашель, покалывание в носу, царапанье и ощущение металлического привкуса во рту.

Общетоксическое действие:

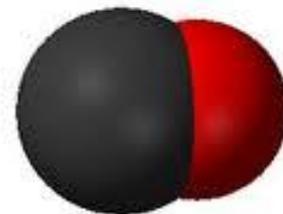
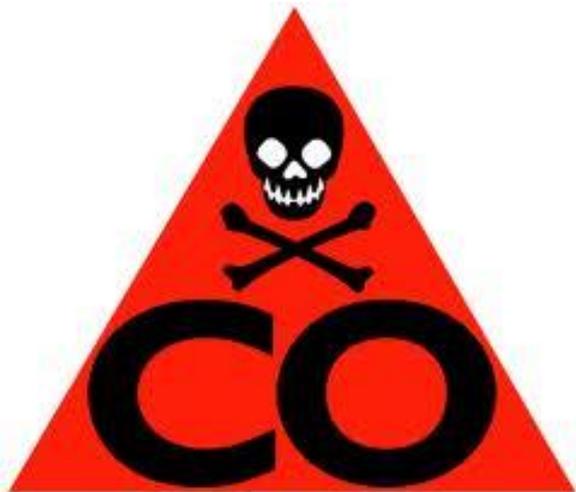
головная боль, быстрая утомляемость, сонливость.

Неотложная помощь

1. Немедленный обильный прием воды
2. Вызов рвоты
3. Анальгетики
4. Противошоковая терапия
5. Госпитализация



Угарный газ, CO

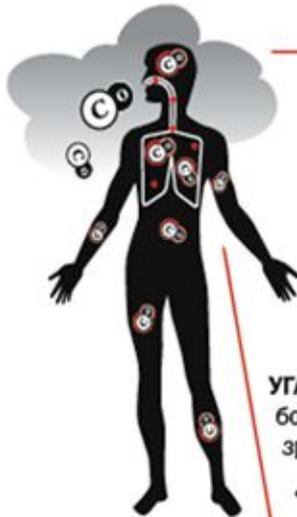


Антропогенные источники

- **бытовые источники** (неполное сгорание газа в плитах и топлива в печах);
- **пожары** (опасность отравления CO; 50% гибели при пожарах – отравление CO);
- **химическая промышленность** (производство аммиака, соды, синтез метанола, производство синтетических волокон, кокса);
- **металлургическая промышленность** (производство стали);
- **автотранспорт** (более половины антропогенного CO).

Токсическое действие

СО соединяется с гемоглобином, образуя карбоксигемоглобин, нарушается способность крови к переносу кислорода (O_2), недостаток кислорода в организме.



0,08%

УГАРНОГО ГАЗА В ВОЗДУХЕ вызывает легкое головокружение (головная боль, удушье, стук в висках, головокружение, боли в груди, сухой кашель, рвота, зрительные и слуховые галлюцинации, повышение артериального давления);

<0,32% — отравление средней тяжести (двигательный паралич, потеря сознания);

>0,32% — тяжелое отравление (потеря сознания после 2-3 вдохов, судороги, нарушение дыхания);

ЧЕЛОВЕК УМИРАЕТ менее чем за **3 мин.**

Острое отравление

При вдыхании концентрации до 1000 мг/м^3 – тяжесть и ощущение сдавливания головы, сильная боль во лбу и висках, головокружение, шум в ушах, покраснение и жжение кожи лица, дрожь, чувство слабости и страха, жажда, учащение пульса, ощущение недостатка воздуха, тошнота, рвота.

В дальнейшем при сохранении сознания – оцепенелость, слабость и безучастность, ощущение приятной истомы, затем нарастает сонливость и оцепенение, смутность сознания, человек теряет сознание. Далее: одышка и смерть от остановки дыхания.

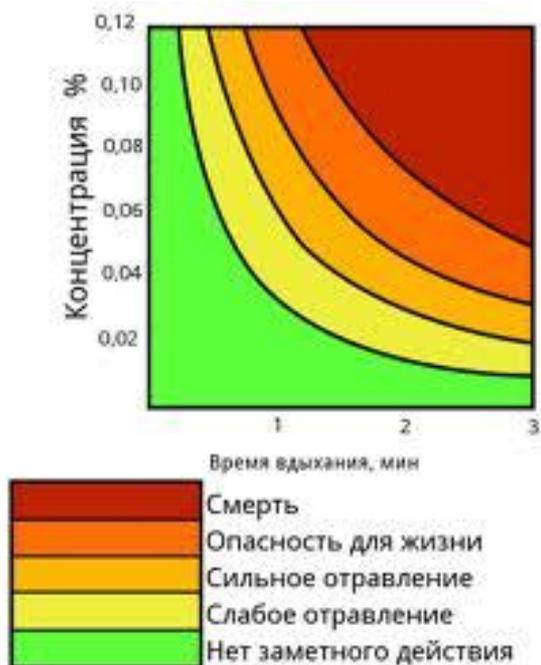
При концентрации $5\ 000 \text{ мг/м}^3$ – за 20-30 минут – слабый пульс, замедление и остановка дыхания, смерть.

При концентрации $14\ 000 \text{ мг/м}^3$ – за 1-3 минуты – потеря сознания, рвота, смерть.

Хроническое действие

Головные боли, головокружение, слабость, тошнота, исхудание, отсутствие аппетита;

при длительном контакте – нарушение сердечно-сосудистой системы, одышка, боли в области сердца.



Нормативы

<i>ПДК р.з.</i> (в течение рабочего дня)	20,0 мг/м ³
60 минут	50,0 мг/м ³
15 минут	200,0 мг/м ³
<i>ПДК м.р.</i>	5,0 мг/м ³
<i>ПДК с.с</i>	3,0 мг/м ³

4-й класс опасности.

Отравление угарным газом

Что происходит в организме человека при воздействии на него угарного газа

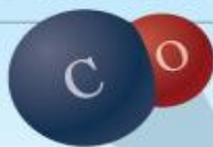
Угарный газ (CO)

Один из наиболее токсичных компонентов продуктов горения, входящих в состав дыма. Выделяется при тлении и горении почти всех горючих веществ и материалов.

Воздействие угарного газа

2 Попадая в кровеносную систему, угарный газ связывается с гемоглобином, образуя карбоксигемоглобин

Гемоглобин – сложный железосодержащий белок, обеспечивающий перенос кислорода в ткани. Содержится в эритроцитах



1

Угарный газ и кислород попадают в дыхательную систему человека

Симптомы отравления угарным газом

(содержание CO)

Легкое отравление

0,08%

Головная боль, удушье, стук в висках, головокружение, боли в груди, сухой кашель, тошнота, рвота, зрительные и слуховые галлюцинации, повышение артериального давления

Отравление средней тяжести

до 0,32%

Двигательный паралич, потеря сознания

Тяжелое отравление

выше 1,2%

Потеря сознания после 2-3 вдохов, судороги, нарушение дыхания (человек умирает менее чем через 3 мин.)

3 Карбоксигемоглобин блокирует передачу кислорода тканевым клеткам. Наступает гипоксия

Карбоксигемоглобин – труднорастворимое соединение гемоглобина и угарного газа

Гипоксия – состояние кислородного голодания как всего организма в целом, так и отдельных органов и тканей

Наиболее чувствительными к гипоксии являются центральная нервная система, сердце, ткани почек, печени

Первая помощь



Вызвать врача

До приезда врачей:



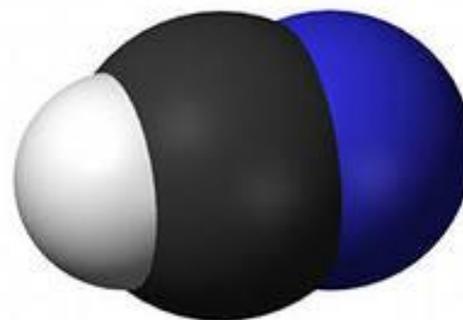
В легких случаях отравления дать пострадавшему понюхать нашатырный спирт на ватке, выпить кофе или крепкий чай



При сильном отравлении, пострадавшего вынести на свежий воздух или надеть изолирующий противогаз, освободить от стесняющей дыхание одежды, придать телу удобное положение, при необходимости сделать искусственное дыхание

Циановодород (синильная кислота)

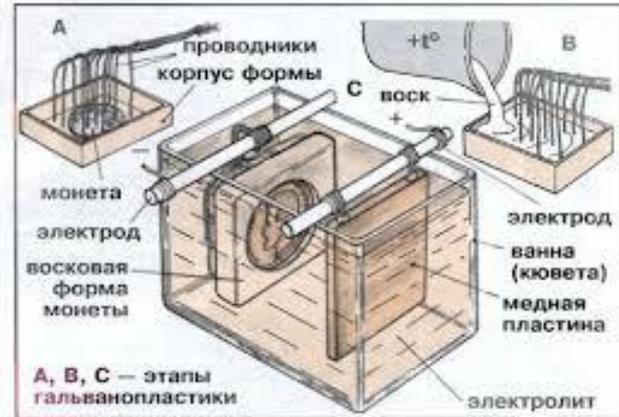
- Легкоподвижная жидкость, в водных растворах имеет запах горького миндаля.
- Порог распознавания 2-5 мг/м³.



HCN

Содержится в:

- некоторых растениях,
- коксовом газе,
- табачном дыме



- Является исходным соединением для многих органических синтезов.
- Выделяется в воздух при производстве бензола, толуола и ксилола, на коксохимических заводах, при гальванопластических процессах, нагревании полимерных композиций, при цианировании стали.

Действие солей

Токсичность солей HCN – за счет образования HCN при их гидролизе.



Потенциально смертельная доза цианистого калия (140 мг)



Одним из антидотов является **глюкоза**

Действие синильной кислоты

- Вызывает **быстрое удушение** из-за блокирования дыхательных ферментов и расстройства тканевого дыхания.
- Цианиды ингибируют процессы **в нервных клетках**, а также угнетают **ферменты, катализирующие биотрансформацию ряда аминокислот.**
- Понижается **способность тканей потреблять кислород.**



Острое отравление

Первоначально учащается дыхание, затем оно затрудняется и останавливается. Возникают параличи и судороги.

При высоких концентрациях почти мгновенно человек теряет сознание, наступает паралич дыхания, а вскоре и паралич сердца.



На самом деле, Гитлера погубило вегетарианство.

Стадии отравления при меньших концентрациях

Начальная стадия: ощущение царапанья в горле, жгуче-горький вкус во рту, слюнотечение, онемение рта и зева, покраснение конъюнктивы, мышечная слабость, пошатывание, затруднение речи, головокружение, острая головная боль, тошнота, рвота, позывы к дефекации; дыхание несколько учащено, затем делается более глубоким. Прилив крови к голове, сердцебиение. При выходе на свежий воздух на этой стадии все симптомы быстро исчезают.

Стадии отравления при меньших концентрациях

Стадия одышки: постепенно усиливающаяся общая слабость, боли и чувство стеснения в области сердца, редкое и глубокое дыхание, замедление пульса; сильная одышка, иногда отдельные короткие вдохи, сопровождающиеся длительными выдохами, тошнота, рвота, расширение зрачков.

Стадии отравления при меньших концентрациях

Стадия судорог: чувство тоски, усиливающаяся одышка, потеря сознания, сильные судороги (чаще тетанические). Судорожное сведение жевательной мускулатуры с прикусом языка.

Стадия паралича или асфиксии: полная потеря чувствительности и рефлексов, непроизвольные мочеиспускание и дефекация, дыхание учащается, делается поверхностным, наступает смерть.

Повторение и хроническое отравление.

НСН ***не накапливается*** в организме при повторных отравлениях, но вызываемые им нарушения ***постепенно углубляются***. Возникают головная боль, слабость, быстрая утомляемость, общее недомогание, нарушение координации движений, потливость, приливы в виде гиперемии верхней половины туловища, повышенная раздражительность, тошнота, боли в подложечной области, диспептические расстройства, боли в конечностях, в сердце, тахикардия. Низкое давление, учащенное мочеиспускание, снижение фагоцитарной активности лейкоцитов, увеличение щитовидной железы, болезненная реакция на алкоголь

Концентрация HCN, мг/м ³	Токсическое действие
1	Пороговая концентрация по запаху
5 – 20	У отдельных лиц боли и головокружение
20 – 50	При длительном вдыхании (часами) головная боль, тошнота, рвота, сердцебиение
50 – 60	Переносится 30 мин – 1 ч без немедленного или более позднего действия
100	Опасна для жизни; обычно смерть наступает в течение первого часа
120 – 150	Смерть после 30 мин – 1 ч
200	Смерть после 10 мин
300	В покое человек может выдержать без головокружения в течение 2 мин
550	Без серьезных последствий может выдержать 1 мин
7000 – 12000	Уже при 5-минутном пребывании опасно из-за отравления через кожу (дыхание через противогаз)

Нормативы для HCN и ее солей (в пересчете на циановодород)

ПДКр.з.	0,3 мг/м ³
ПДКс.с.	0,01 мг/м ³
ПДКв. (в воде водоисточников)	0,1 мг/л

1-й класс опасности.

Меры защиты и неотложная ПОМОЩЬ

Защита органов дыхания: фильтрующие промышленные противогазами.

Защита глаз: защитные очки,

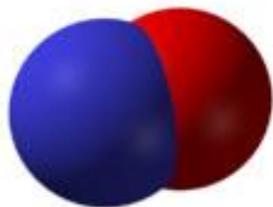
Защита кожи рук: перчатки.

После работы следует обработать руки 0,2 % раствором KMnO_4 или перекисью водорода, тщательно прополоскать рот и принять душ.

Неотложная помощь:

вынести пострадавшего на свежий воздух, дать вдыхать амилнитрит на ватке, снять загрязненную одежду. Покой, тепло, антидотная терапия.

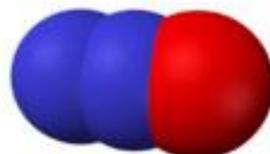
Оксиды азота



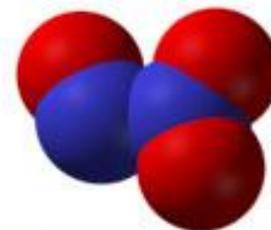
Оксид азота, NO



Оксид азота, NO₂



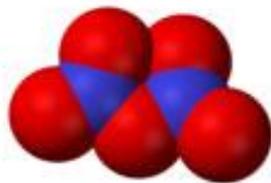
Оксид азота, N₂O



Оксид азота, N₂O₃



Оксид азота, N₂O₄

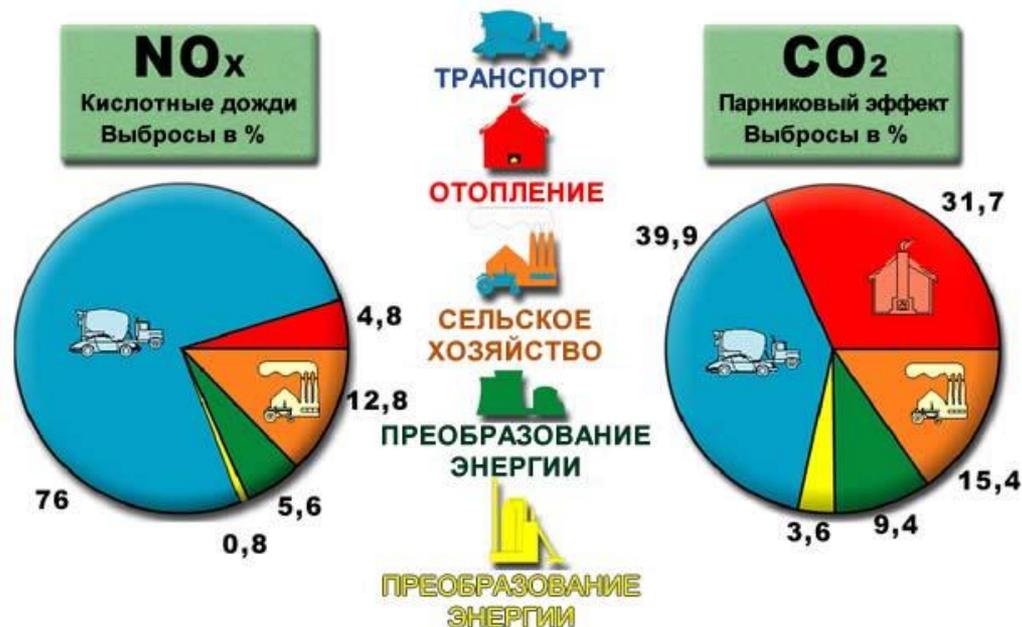


Азотный
ангидрид, N₂O₅

Антропогенные источники

- сгорание ископаемого топлива;
- транспорт;
- производство азотной и серной кислот;
- бактериальное разложение силоса.

Горение и окружающая среда



Токсическое действие

NO – кровяной яд, препятствует переносу кислорода гемоглобином, воздействует на ЦНС

NO₂ – выраженное раздражающее и прижигающее действие на дыхательные пути, приводит к развитию отека легких; тиоловый яд, блокирует SH-группы белков.

Веселящий газ

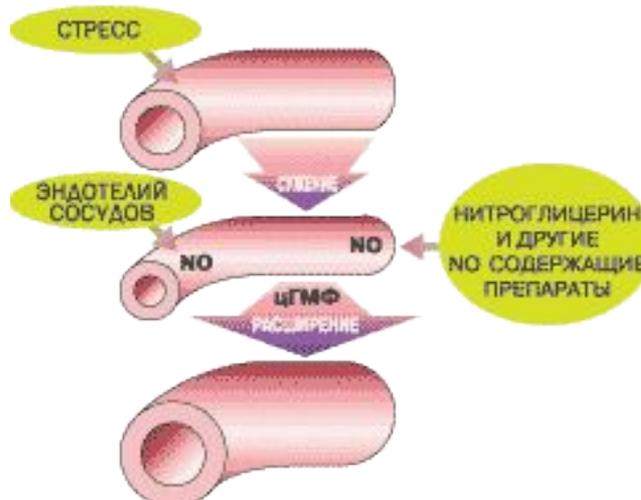
Оксид азота (I) N_2O (веселящий газ) обладает наркозным эффектом и используется в хирургической практике

«Веселящий газ» может привести к поражению мозга и нервной системы.

N_2O дезорганизует мыслительную деятельность, затрудняет работу мышц, ухудшает зрение и слух.



Действие NO



Острое отравление NO

- ❑ Общая слабость, головокружение, онемение ног.
- ❑ **При более сильном отравлении** – тошнота, рвота, усиление слабости и головокружения, снижение кровяного давления.
- ❑ **При тяжелом отравлении** – синюшность губ, слабый пульс, легкий озноб.
- ❑ Через несколько часов – улучшение состояния, через 1-3 дня – резкая слабость, сильная головная боль, онемение рук и ног, сонливость, головокружение.

Острое отравление NO_2

Для острого отравления характерны две фазы:

- отек,
- бронхит и его последствия.

При 8 мг/м^3 – запах и небольшое раздражение.

При 14 мг/м^3 – раздражение глаз и носа.

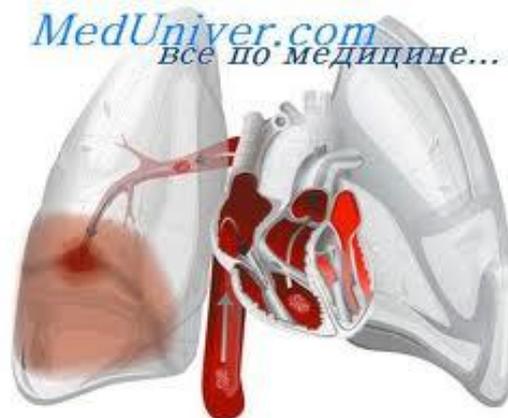
Вдыхание в течение 5 минут $510\text{-}760 \text{ мг/м}^3$ – пневмония.

950 мг/м^3 – отек легких в течение 5 минут.

Хроническое отравление

NO: нарушение функций органов дыхания и кровообращения;

NO₂: воспаление слизистой оболочки десен, хронический бронхит.



Нормативы

NO:

ПДК_{м.р.} 0,4 мг/м³

ПДК_{с.с.} 0,06 мг/м³

NO₂:

ПДК_{м.р.} 0,085 мг/м³

ПДК_{с.с.} 0,04 мг/м³

3-й класс опасности

2-й класс опасности

Неотложная помощь

Создать пострадавшему абсолютный физический покой, как минимум на 24 ч (даже при кажущихся «легких случаях»), предохранять от переохлаждения.

Транспортировка только в лежачем положении.
При попадании газов в глаза – немедленное промывание водой в течение 15 мин.



Оксид серы (IV) – сернистый газ SO_2



Причины образования кислотных дождей

Ежегодно в атмосферу Земли выбрасывается около 200 млн. т твердых частиц (пыль, сажа и др.), 200 млн. т сернистого газа (SO_2), 700 млн. т оксида углерода (II), 150 млн. т оксидов азота (NO_x), что составляет в среднем более 1 млрд. т вредных веществ.

Источниками повышенного содержания кислотных осадков являются соединения серы и азота.

Антропогенные источники

Сжигание угля и нефтепродуктов:

- 80% - в промышленности и быту;
- 19% - металлургия;
- 1% - транспорт.

Min S – природный газ, max S – уголь, нефть
(зависит от сорта).

В металлургии – при выплавке меди, цинка, свинца, никеля; из сульфидных руд (колчеданов)



Механизм действия

Оказывает многостороннее общетоксическое действие:

- Нарушает углеводный и белковый обмен, ингибирует ферменты.
- Обладает раздражающим действием.
- Нарушает функцию печени, желудочно-кишечного тракта, сердечно-сосудистой системы, почек.



Острое отравление

В легких случаях (концентрация ~ 0,001 % по объему) – раздражение верхних дыхательных путей и глаз. Слезотечение, чихание, першение в горле, кашель, осиплость голоса.

При поражении средней тяжести: общая слабость, сухой кашель, боль в носу и горле, тошнота, боли в подложечной области, носовые кровотечения.

В тяжелых случаях – острое удушье, мучительный кашель, отек легких, смерть.

Хроническое отравление

Нарушение дыхательной, сердечно-сосудистой систем и желудочно-кишечного тракта.

Поражение дыхательной системы – бронхиты: кашель, боли в груди, одышка, слабость, утомляемость, потливость.

Поражение печени – токсический гепатит – тяжесть и боль в правой подреберной области, тошнота, горечь во рту.

Поражение желудка – боль натощак или после еды, изжога, тошнота, снижение аппетита, язва желудка и двенадцатиперстной кишки.

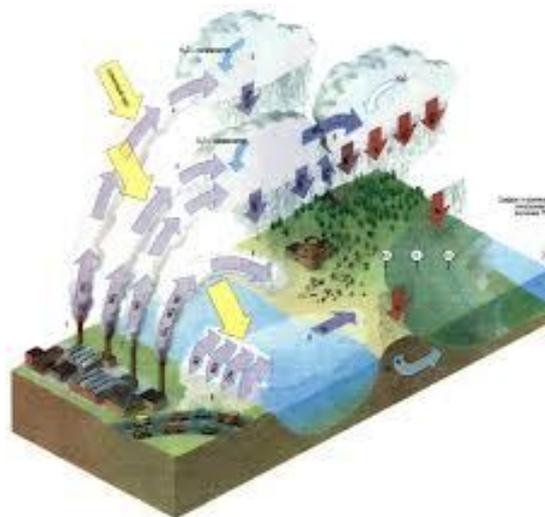
Нормативы

ПДК_{р.з.} 10 мг/м³

ПДК_{м.р.} 0,5 мг/м³

ПДК_{с.с.} 0,05 мг/м³

2-й класс опасности.



Неотложная помощь

Вывести пострадавшего на свежий воздух, освободить от стесняющей одежды, дать кислород, промыть глаза и прополоскать горло водой или 2 % раствором гидрокарбоната натрия; в нос закапать 0,5 % раствор дикаина с адреналином; внутрь кодеин.

***Токсикология
неорганических
соединений***

Твердые соединения



Мышьяк (As)



Антропогенные источники

- ❑ **металлургия** (мышьяк – примесь во многих рудах): производство Pb, Zn, Ni, Cu, Sn, Mo, W;
- ❑ **производство серной кислоты** и суперфосфата;
- ❑ **сжигание** каменного угля, нефти, торфа;
- ❑ **производство мышьяка** и As-содержащих ядохимикатов;
- ❑ **кожевенные заводы;**
- ❑ **выбросы** в воздух с дымом и со сточными водами.

Токсическое действие

Тиоловый яд широкий спектр действия:

- нарушение обмена веществ;
- повышение проницаемости стенок сосудов, разрушение эритроцитов (гемолиз);
- разрушение тканей в месте их прямого контакта с мышьяком;
- канцерогенное действие;
- эмбриотоксический и тератогенный эффект.

Острое отравление

Легкие отравления

общее недомогание, головная боль, тошнота;
затем – боли в правом подреберье и пояснице,
тошнота, рвота.

Тяжелые отравления:

При поступлении через рот –
металлический привкус, жжение и сухость во
рту, боли при глотании через несколько часов
после отравления.

Острое отравление 2.

При поступлении через органы дыхания – раздражение верхних дыхательных путей и глаз – слезы, чихание, кашель, кровохарканье, боль в груди, отек лица и век.

Затем – сильная слабость, головокружение, головная боль, тошнота, рвота, боли в животе, онемение пальцев рук и ног. Возможна неукротимая рвота с кровью, судороги, носовые кровотечения, кровоизлияния в различных частях тела.

Через 8-15 дней – резкие боли в конечностях, резкая слабость, сонливость, сильные головные боли, судороги, паралич, смерть от паралича дыхания.

Хроническое отравление

Повышенная утомляемость, исхудание, тошнота, головокружение, боли в конечностях, желудке, кишечнике, груди, горле, кашель, отек лица и век.

Выпадение волос и ногтей, кровоизлияние, потемнение кожи. Раздражительность, рвота, неустойчивый стул, отсутствие аппетита.

Нормативы

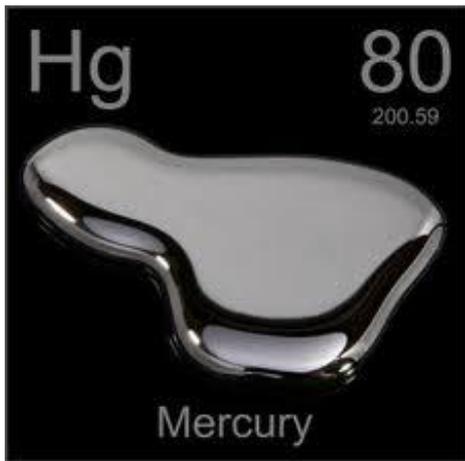
Мышьяк и его неорганические соединения (в пересчете на мышьяк):

ПДК *с.с.* 0,003 мг/м³

ПДК *в. (воды)* 0,05 мг/л

2-й класс опасности.





Ртуть, Hg



Антропогенные источники

- получение ртути и ртутьсодержащих веществ;
- сжигание органического топлива;
- цветная металлургия;
- коксование угля;
- производство хлора и соды;
- сжигание мусора.

Поступление: в виде паров, водорастворимость солей и органических соединений.

Токсическое действие

Тиоловый яд, широкий спектр действия.

Проявление токсического эффекта зависит от формы, в которой ртуть поступила в организм.

Особенность паров ртути – нейтротоксичность, действие на высшую нервную деятельность.



Острое отравление

Пары ртути:

- Симптомы появляются через 8-24 часа после отравления.
- Общая слабость, головная боль, боль при глотании, повышение температуры, кровоточивость, воспаление в полости рта, боли в животе, поражение желудка (тошнота, рвота, жидкий стул), поражение почек.

Хроническое отравление

Действие на *центральную нервную систему*:

- ❑ Снижение работоспособности, быстрая утомляемость, повышенная возбудимость. Ослабление памяти, беспокойство, неуверенность в себе, раздражительность, головные боли.
- ❑ Слабость, сонливость, апатия, эмоциональная неустойчивость, дрожание рук, языка, век (в тяжелых случаях всего тела). Повышенная психическая возбудимость, пугливость, общая подавленность, упрямость и раздражительность, ослабление памяти, невралгия.

Нормативы

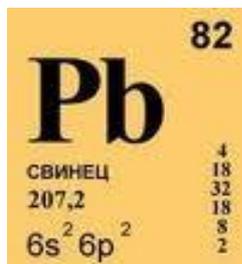
Металлическая ртуть (пары):

ПДК_{р.з.} 0,01 мг/м³

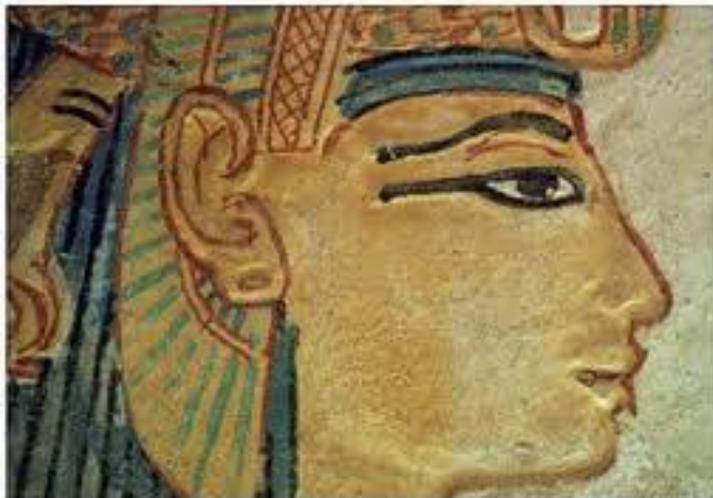
ПДК_{с.с.} 0,0003 мг/м³

1-й класс опасности.





Свинец, Pb



Антропогенные источники

- свинцовые и свинцово-цинковые заводы (цветная металлургия);
- выхлопные газы автомобилей (тетраэтил свинец добавляют для повышения октанового числа);
- сточные воды следующих производств: металлообрабатывающего, машиностроительного,
- нефтехимического, спичечного, фотоматериалов;
- сжигание каменного угля и бытового мусора.

Токсическое действие

Тиоловый яд, но менее токсичен,
чем ртуть и мышьяк.

Поражает ЦНС, периферическую
нервную систему, костный мозг,
кровь, сосуды, генетический
аппарат, клетки.

Острое отравление

отравление солями свинца:

- схваткообразные боли в животе, запор, общая слабость, головокружение, боли в конечностях и пояснице.



Хроническое отравление

Внешне: свинцовая (черная) кайма по краю десен, землисто-серая окраска кожи.

Изменение нервной системы: головная боль, головокружение, утомляемость, раздражительность, нарушение сна, ухудшение памяти, эпилептические припадки.

Двигательные расстройства: параличи отдельных мышц, дрожания рук, век и языка; боли в конечностях, изменения системы крови – свинцовая анемия, обменные и эндокринные нарушения, нарушения желудочно-кишечного тракта, сердечно-сосудистой системы.

Нормативы

Pb металл.

ПДК_{р.з.} 0,01 мг/м³

ПДК_{с.с.} 0,003 мг/м³.

2-й класс опасности.

соли Pb

ПДК_{с.с.} 0,0003 мг/м³

МЕДЬ		
63,546	Cu	1,90
29		
[Ar]3d ¹⁰ 4s ¹		
1083,4		
+1	2567	1
+2	8,96	18
+3		8
		2
<i>Cuprum</i>		



Медь, Cu



Антропогенные источники

- предприятия цветной металлургии;
- медь-содержащие пестициды;
- гальванические производства;
- сжигание угля и нефти.



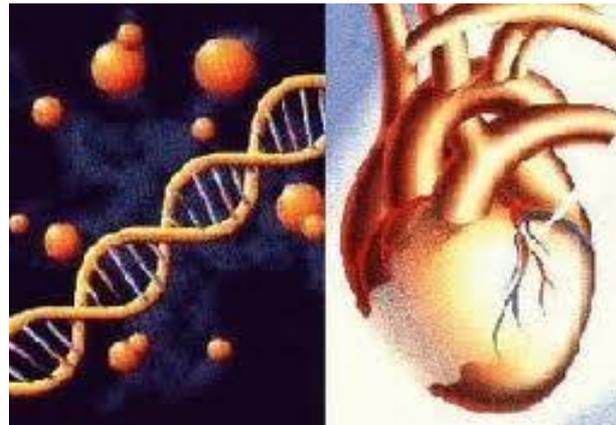
Острое отравление

$CuSO_4$

- ❖ При попадании в желудок – тошнота, рвота с кровью, боль в животе, понос, нарушение координации движений, смерть от почечной недостаточности.
- ❖ При вдыхании аэрозоля – приступы кашля, боли в животе, носовое кровотечение. Повышение температуры.

Хроническое отравление

- ❑ Расстройства нервной системы,
- ❑ печени,
- ❑ почек,
- ❑ разрушение носовой перегородки.



Нормативы



ПДК_{р.з.} 0,5 мг/м³

ПДК_{м.р.} 0,003 мг/м³

ПДК_{с.с.} 0,001 мг/м³

2-й класс опасности.