Урок 1.
Биогенные элементы

Таблица кларков по декадам (по А.Е. Ферсману, 1932 г.)

№ декады	Порядок величины кларков	Элементы, входящие в декаду	
		масс. %	атомный %
I	10	O, Si	O, H, Si
II	1-10	Al, Fe, Ca, Na, Mg, K, H	Al, Na, Mg, Ca, Fe, K
III	$10^{-1} – 10^{0}$	Ti, C, Cl, P, S, Mn	C, Ti, Cl
IV	10^{-2} - 10^{-1}	Ba, F, N, Sr, Cr, Zr, V, Ni, Zn, B, Cu	F, P, N, S, Mn, B, Li
V	10^{-3} - 10^{-2}	Rb, Li, Y, Be, Ce, Co, Th, Nd, Pb, Ga, Mo, Br	Cr, V, Sr, Be, Ni, Ba, Zr, Zn, Cu, Rb, Y
VI	10^{-4} - 10^{-3}	U, Yb, Dy, Gd, Sm, Er, La, Sn, Sc, W, Cs, Cd, As, Pr, Hf, Ar, Lu, Hg, Tu, Ho, Tb, I, Ge	Co, Ce, Sc, Ga, Br, Mo, Nd, Ar, Th, As, Pb
VII	10^{-5} - 10^{-4}	Se, Sb, Nb, Ta, Eu, In, Bi, Tl, Ag	Cd, Sn, La, Sm, Gd, Di, Yb, Er, U, Cs, Pr, W, Hf, Ge, Lu, Se, I, Te, Ho, Tu
VIII	10^{-6} - 10^{-5}	Pd, Pt, Ru, Os, Po, Au, Rh, Ir, Te, He	Sb, Hg, Nb, He, Eu, Ta, Ag, In, Pd, Ru
IX	10^{-7} - 10^{-6}	Ne, Re, Tc	Tl, Bi, Os, Ne, Pt, Au, Po, Rh, Te, Ir
X	10^{-8} - 10^{-7}	Kr	Tc, Re
XI	10^{-9} - 10^{-8}	Xe	Kr
XII	10^{-10} - 10^{-9}	Ra	Xe
XIII	10^{-11} - 10^{-10}	Pa	Ra
XIV	10^{-12}		Pa

Массовые кларки главнейших химических элементов, в %

Элемент	Содержание в земной коре, массовы %
O	49,13
Si	26,00
Al	9,45
Fe	4,20
Ca	3,25
Na	2,40
Mg	2,35
K	2,35
H	1,0
Ti	0,6
C	0,9
Cl	0,2

Содержание биогенных элементов в животных и растительных организмах

Символ элемента	Содержание в живых организмах, %	Символ элемента	Содержание в живых организмах, %
O	65-75	Cl	0,05-0,10
C	15-18	Mg	0,02-0,03
H	8-10	Na	0,02-0,03
N	1,5-3	Fe	0,01-0,015
Ca	0,04-2	Zn	0,0003
P	0,20-1,00	Cu	0,0002
K	0,15-0,20	I	0,0001
S	0,15-0,20	F	0,0001

Значение биогенных элементов

Элементы	Биологическое значение
Макроэлементы	
O, C, H, N	Входят в состав всех органических веществ клетки, воды
P	Входит в состав нуклеиновых кислот, АТФ, ферментов, костной ткани и эмали зубов
Ca^{2+}	У растений входит в состав оболочки клетки, у животных – в состав костей и зубов, активизирует свертываемость крови

Элементы	Биологическое значение
Микроэлементы	
S	Входит в состав белков, витаминов и ферментов
K^+	Обусловливает проведение нервных импульсов, активатор ферментов белкового синтеза, процессов фотосинтеза, роста растений
Cl^-	Является компонентом желудочного сока в виде соляной кислоты, активизирует ферменты
Na^+	Обеспечивает проведение нервных импульсов, поддерживает осмотическое давление в клетке, стимулирует синтез гормонов
Mg^{2+}	Входит в состав молекулы хлорофилла, содержится в костях и зубах, активизирует синтез ДНК, энергетический обмен
I^-	Входит в состав гормона щитовидной железы, влияет на обмен веществ
Fe^{3+}	Входит в состав гемоглобина, миоглобина, хрусталика и роговицы глаза, активатор ферментов, участвует в синтезе хлорофилла, обеспечивает транспорт кислорода к тканям и органам

Элементы	Биологическое значение
Ультрамикроэлементы	
Cu^{2+}	Участвует в процессах кроветворения, фотосинтеза, катализирует внутриклеточные окислительные процессы
Mn^{2+}	Повышает урожайность растений, активизирует процесс фотосинтеза, влияет на процессы кроветворения
B	Влияет на ростовые процессы растений
F	Входит в состав эмали зубов, при недостатке развивается кариес, при избытке флюороз

Положение токсичных элементов в периодической системе Д.И. Менделеева

Период / группа	1	2	3	4	5	6	7	8
II		Be						
III								
IV	Cu	Zn		As		Cr		Ni
V	Ag	Cd		Sn	Sb	Te		Pd
VI	Au	Ba, Hg	Te	Pb	Bi			Pt

Биологическое значение элементов-аналогов

Элемент	Биологическое значение
II группа	
Магний	это макроэлемент, участвующий в образовании костной ткани животных и человека, хлорофилла растений, в белковом обмене, регуляции кровяного давления. Магний необходим для образования структуры и нормальной функции митохондрий.
Барий	даже в небольших количествах опасен для организма. Многие растворимые в воде соли бария очень ядовиты. При остром отравлении ими поражаются нервная система, сосуды, а при хроническом – костная ткань, костный мозг, печень. Барий вытесняет из костей кальций и фосфор, что приводит к нарушению кальциевого обмена и тяжелому поражению костной ткани – размягчению костей.
Цинк	незаменимый для живых организмов микроэлемент. Он входит в состав ферментов, влияет на рост растений и животных (недостаток его вызывает карликовость), участвует в анаэробном дыхании растений (спиртовое брожение), транспорте углекислого газа в крови позвоночных, разрушении пептидных связей при пищеварении (гидролизе белков).

Биологическое значение элементов-аналогов

Элемент	Биологическое значение
Кадмий	в небольших количествах необходим, поскольку регулирует содержание сахара в крови. Но его содержание в живом организме минимально. При избытке кадмий проявляет канцерогенные свойства, снижает активность пищеварительных ферментов, угнетает синтез гликогена в печени, влияет на углеводный обмен, вызывает декальцификацию скелета, приводящую к его деформации, угнетению роста костей, сильным болям в пояснице, мышцах ног, к хрупкости костей, раку легких, прямой кишки, поражению почек. Тормозит процессы самоочищения в природных водоемах, накапливается в растениях (например, табаке).
Ртуть	в ультрамикроколичествах участвует в синтезе простых белков и передаче наследственной информации. В то же время в повышенных дозах ионы ртути разрушают белковые молекулы, образуя с ними устойчивые соединения, затрудняют работу сердца, вызывают расстройства нервной системы, угнетают синтез фитопланктона.

Элемент	Биологическое значение
III группа	
Бор	входит в число обязательных для организма микроэлементов. Этот элемент положительно влияет на рост растений, процесс дыхания, углеводный обмен. Недостаток его приводит к отмиранию у растений точек роста стеблей и корней.
Галлий и Таллий	сильно ядовиты, их концентрация в организме человека очень мала: 10-6 и 10-12% соответственно.
IV группа	
Углерод	основа жизни.
Свинец (10-6 и 10-12%) и его соединения	яды, вызывающие рак почек, желудочно-кишечного тракта. Препятствуют газообмену у рыб (уплотняют слизь, покрывающую жабры). Хроническое свинцовое отравление оказывает угнетающее влияние на функции центральной нервной системы: ослабевает воля, снижается быстрота реакций.

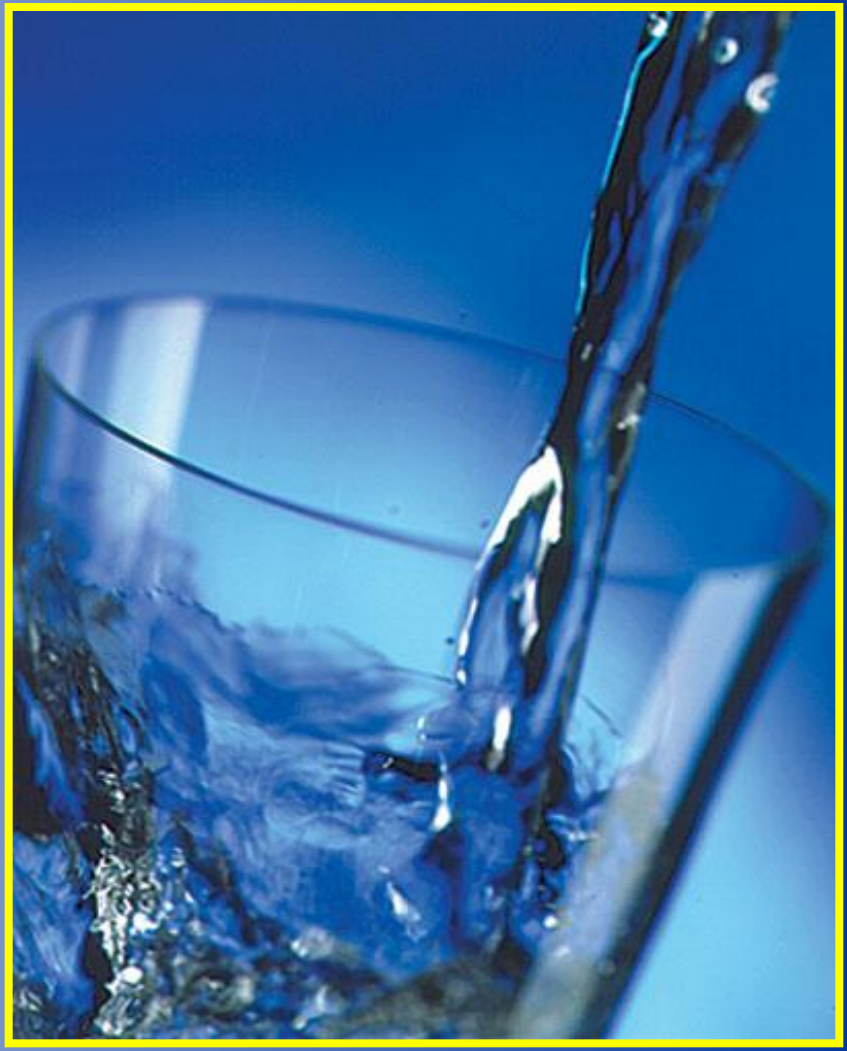
Элемент	Биологическое значение
V группа	
Азот и фосфор	образуют живое вещество биосферы.
Мышьяк (10-6 %)	в больших концентрациях вызывает нарушение тканевого дыхания и снижение энергетических ресурсов клетки, закисление организма (ацидоз), изменение толщины стенок сосудов, расстройство сердечной деятельности, обезвоживание организма, потерю солей, нарушает транспорт кислорода из-за включения в молекулу гемоглобина (развивается анемия). Доказана взаимосвязь между воздействием мышьяка и повышенной заболеваемости раком кожи, лимфатической системы и желудочно-кишечного тракта. Заменяя в организме фосфор, мышьяк тем самым разрушает молекулу ДНК.
VI группа	
Сера	структурный компонент клетки.
Селен (10-5 %)	единственный элемент, который при высоком содержании в растениях может вызвать смерть животных и человека, употребивших их в пищу. Селен замещает серу в аминокислотах, белках, эфирных маслах.

Урок 2.
Вода и сельское хозяйство

Вода и селькое хозяйство

«Вода! Вода, у тебя нет ни вкуса, ни цвета, ни запаха, тебя невозможно описать, тобою наслаждаются, не ведая, что ты такое! Нельзя сказать, что ты необходима для жизни: ты – сама жизнь. Ты наполняешь нас радостью, которую не объяснишь нашими чувствами… Ты самое большое богатство на свете…»

Антуан де Сент-Экзюпери

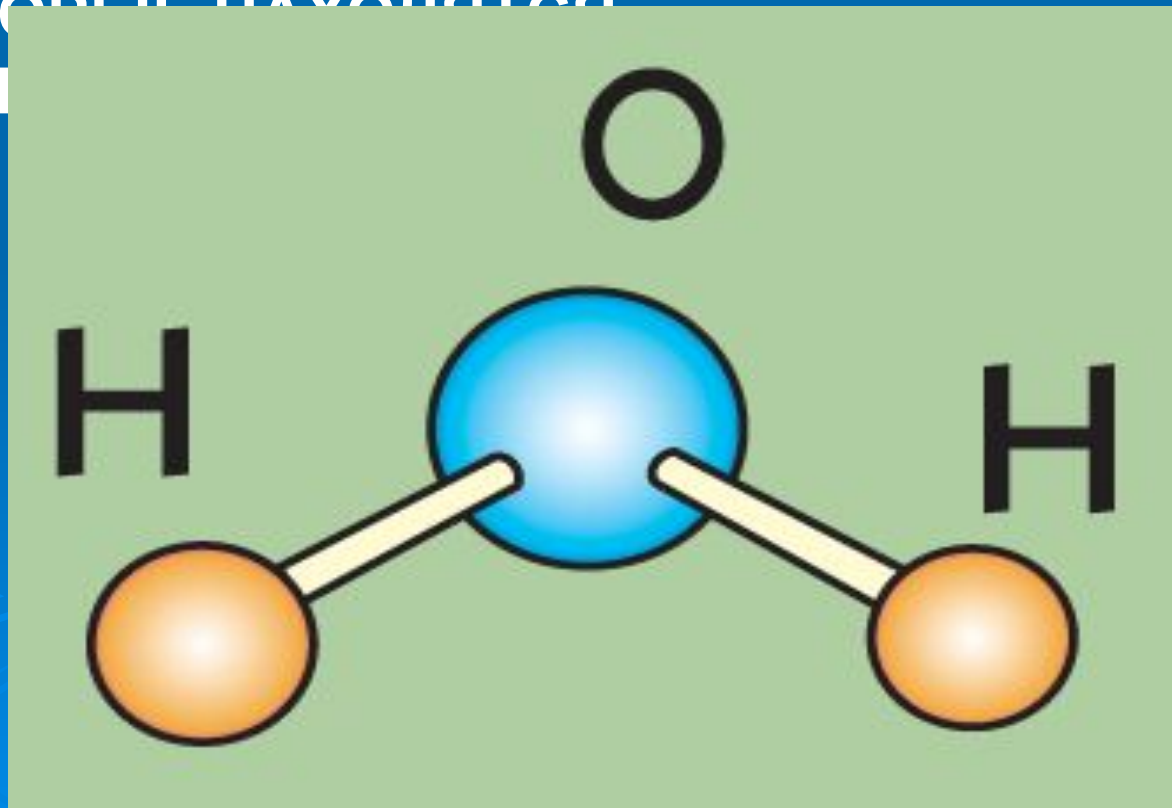


Аномальные свойства воды

	Свойство воды	Значение в природе
1	Сильный растворитель	Является средой для передвижения и обмена веществ, основная часть живых организмов. Растворяет питательные вещества для их усвоения.
2	При плавлении уменьшается в объеме	Водоемы при охлаждении не промерзают до дна, что позволяет водным растениям и животным выжить в зимнее время.
3	Уменьшение плотности воды при t = 4°C	Холодная вода опускается вниз до тех пор, пока температура всего водоема не снизится до +4. При этом растворимость газов увеличивается, что обеспечивает снабжение кислородом глубинных слоев водоемов.
4	Высокое значение теплоемкости	Смягчает климат на земном шаре. Весной и летом медленно нагревается и охлаждается воздух, осенью остывает, согревая воздух.
5	Высокая скрытая теплота плавления	Позволяет почве впитывать достаточное количество влаги при таянии снега.
6	Высокое поверхностное натяжение	Вода может двигаться против действия силы тяжести в узких сосудах или промежутках между частицами, что имеет большое значение для передвижения в почве.

СТРОЕНИЕ МОЛЕКУЛЫ ВОДЫ.

МОЛЕКУЛА ВОДЫ СОСТОИТ ИЗ 2 АТОМОВ ВОДОРОДА И 1 АТОМА КИСЛОРОДА, КОТО
ДРУГ ОТНОСИТЕЛ
УГЛОМ 105°



ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВОДЫ.

- **ЧИСТАЯ (ДИСТИЛЛИРОВАННАЯ) ВОДА – БЕСЦВЕТНАЯ ЖИДКОСТЬ, БЕЗ ЗАПАХА И ВКУСА**

- **ЕДИНСТВЕННОЕ ВЕЩЕСТВО, КОТОРОЕ НА ЗЕМЛЕ СУЩЕСТВУЕТ В ТРЕХ АГРЕГАТНЫХ СОСТОЯНИЯХ**

- **ТЕМПЕРАТУРА КИПЕНИЯ 100°С**

- **ТЕМПЕРАТУРА КРИСТАЛЛИЗАЦИИ (ПЛАВЛЕНИЯ) 0°С**

ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВОДЫ.

1. С МЕТАЛЛАМИ.

а) очень активные металлы при взаимодействии с водой образуют гидроксид и водород

$$2Na + 2H_2O = 2NaOH + H_2$$

гидроксид натрия

$$2K + 2H_2O = 2KOH + H_2$$

гидроксид калия

$$Ca + 2H_2O = Ca(OH)_2 + H_2$$

гидроксид кальция

б) средние по активности металлы при взаимодействии с водой при нагревании образуют оксид металла и водород

$$Zn + H_2O = ZnO + H_2$$

оксид цинка

в) малоактивные металлы с водой не реагируют

2. С ОКСИДАМИ.

а) оксиды металлов при взаимодействии с водой образуют гидроксиды

$$CaO + H_2O = Ca(OH)_2$$

гидроксид кальция

б) оксиды неметаллов при взаимодействии водой образуют кислоты

$$SO_3 + H_2O = H_2SO_4$$

серная кислота

3. РАЗЛОЖЕНИЕ (ЭЛЕКТРОЛИЗ)

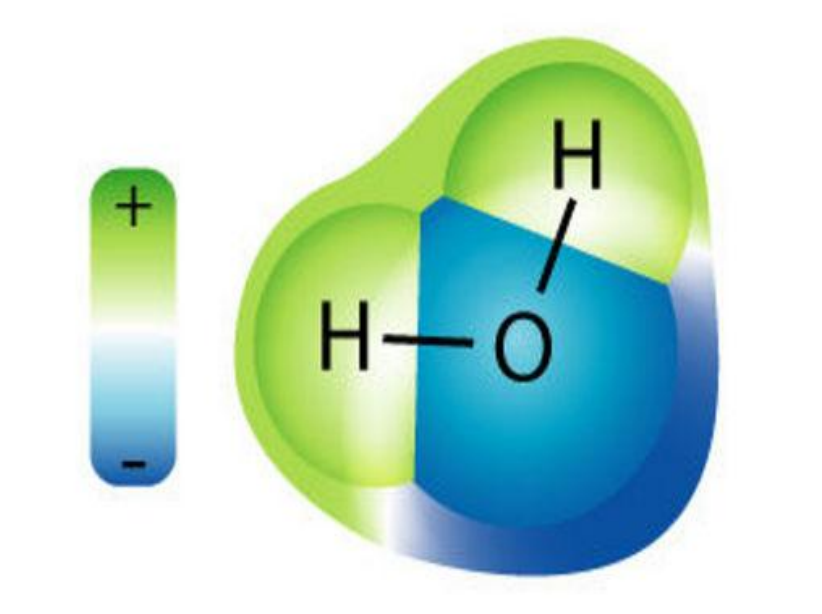
$$2H_2O = 2H_2 + O_2$$

Вода и сельское хозяйство

«плюсы»	«минусы»

Урок 3.
Вода. Источники и виды загрязнения воды

Вода. Источники и виды загрязнения воды



Аквафор

Аквариум

Акваланг

Акварель

Акватория

1. Среди указанных физических свойств выберите те, которые относятся к свойствам воды:

а) бесцветная,

б) прозрачная,

в) имеет цвет,

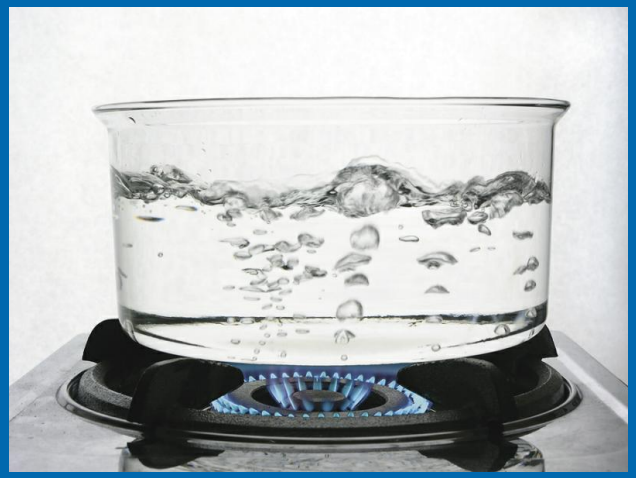
г) кипит при температуре 90^0 С,

д) плотность равна 1г/мл

е) вязкая жидкость,

ж) кипит при температуре 100^0 С,

з) замерзает при 0^0 С.

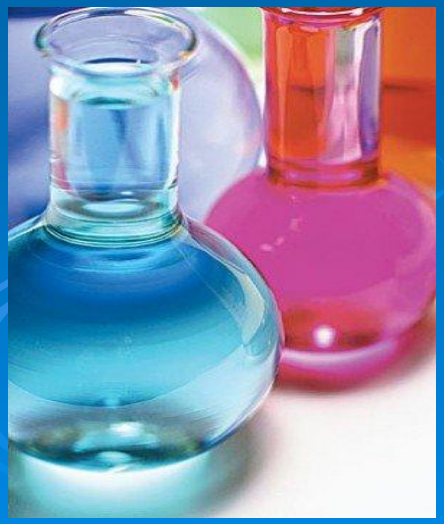


2. Вода, содержащая много растворённых солей, является:

а) водопроводной,
б) дистиллированной,
в) речной,
г) колодезной,
д) морской.

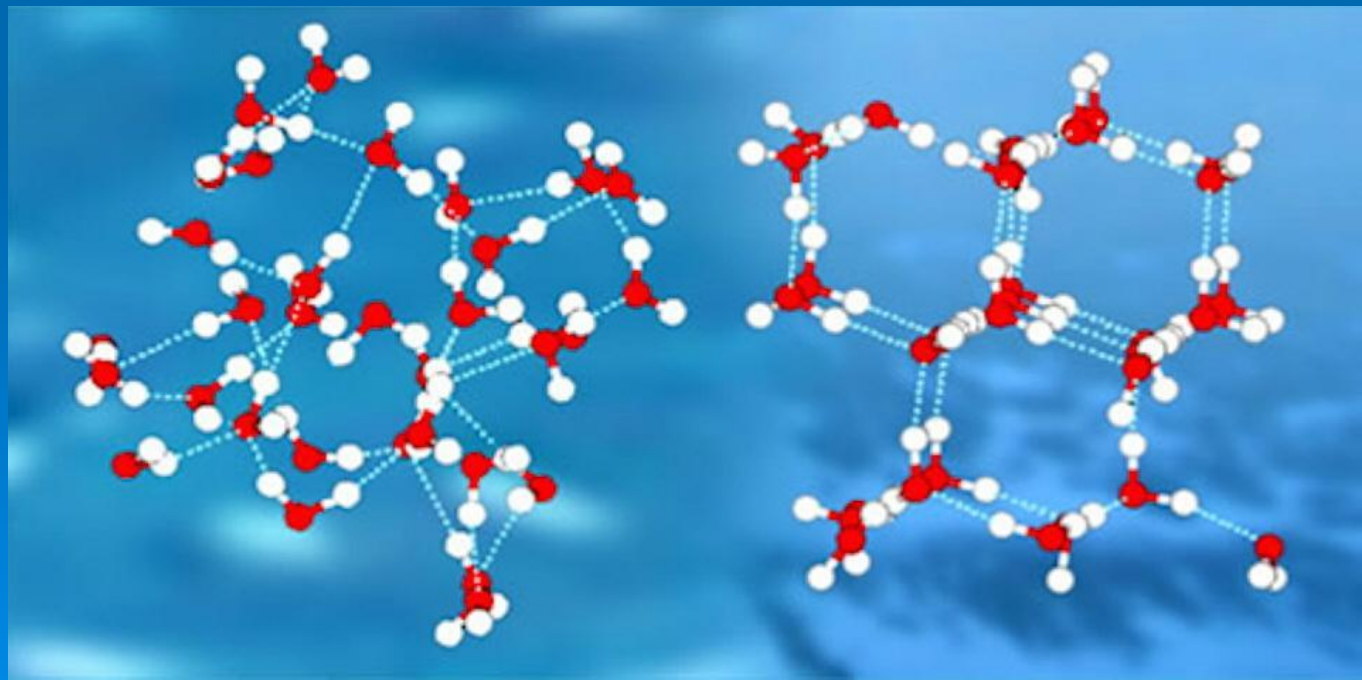
3. С каким свойством воды связано присутствие в ней растворимых примесей:

а) жидкость,
б) растворитель,
в) большая теплоемкость,
г) плотность.



4. Вода, не содержащая никаких примесей, является:

а) водопроводной,
б) дистиллированной,
в) речной,
г) колодезной.



Основные виды загрязнения воды

Виды загрязнения воды

- **Механическое**
- **Химическое**
- **Биологическое**
- **Тепловое**

Основные факторы, загрязняющие окружающую среду.

канализационные стоки

кислотные дожди

опилки

минеральные удобрения

бензин

пластмассовые бутылки и пакеты

шлак

Соли тяжелых металлов и другие

Загрязнение природной воды

Вид загрязнения	Загрязняющий фактор	Источник загрязнения	Устранение загрязнения

КАК ОЧИЩАЮТ ВОДУ?

Питьевая вода, должна отвечать трем основным требованиям:

1. Не содержать посторонних веществ в концентрациях, которые могут вредно влиять на здоровье человека.
2. Не содержать болезнетворных организмов.
3. Не иметь запаха, цвета, быть прозрачной и приятной на вкус.

Урок 4.
Определение чистоты воды

Определение чистоты воды

«Вода стоит особняком в истории нашей планеты…. Нет земного вещества – минерала, горной породы, живого тела, которое ее бы не заключало. Все земное вещество… ею проникнуто и охвачено»
В.И.Вернадский

Объект исследования: вода из разных источников.

Исследуемые показатели:

1. Прозрачность
2. Запах
3. Концентрация ионов водорода
4. Содержание ионов железа (II)
5. Содержание ионов железа (III)
6. Содержание хлорид-ионов
7. Содержание сульфат-ионов
8. Содержание ионов аммония
9. Наличие ионов кальция
10. Наличие нитрат-иона
11. Наличие сероводорода
12. Холодная окисляемость

Определение силы запаха в баллах

Балл	Характеристика запаха
1 – нет или очень слабый	Запах обычно не замечается
2 – слабый	Обнаруживается, если на запах обратить внимание.
3 – заметный	Легко замечаемый и могущий вызвать неодобрительные отзывы о воде
4 – отчетливый	Могущий заставить воздержаться от питья
5 – очень сильный	Запах настолько сильный, что вода совершенно не пригодна для питья

Определение концентрации ионов водорода.

Питьевая вода должна иметь pH в пределах 6,5 – 9,6

Зависимость окраски раствора от концентрации ионов железа (II)

Окраска раствора	Концентрация ионов Fe^{2+}
Светло-сине-зеленая	1 – 6 мг/л
Сине-зеленая	6 – 10 мг/л
Синяя	10 – 15 мг/л
Темно-синяя	15 – 30 мг/л

Зависимость окраски раствора от концентрации ионов железа (III)

Окраска раствора	Концентрация ионов Fe^{3+}
Слабо-красновато-желтоватая	0,095 – 0,4 мг/л
Желтовато-красная	0,4 – 1,0 мг/л
Красная	1 – 3 мг/л
Ярко-красная	3 – 10 мг/л

Зависимость интенсивности помутнения раствора от концентрации хлорид-ионов

Интенсивность помутнения	Концентрация ионов Cl^-
Опалесценция	1 – 10 мг/л
Сильная муть	10 – 50 мг/л
Хлопья, осаждаются сразу	50 – 100 мг/л
Белый объемистый осадок	Более 100 мг/л

Зависимость интенсивности помутнения раствора от концентрации сульфат-ионов

Интенсивность помутнения	Концентрация ионов SO_4^{2-}
Слабая муть через несколько минут	1 – 10 мг/л
Слабая муть сразу	10 – 100 мг/л
Сильная муть	100 – 500 мг/л
Большой осадок, быстро оседающий	Более 500 мг/л

Зависимость окраски раствора от концентрации ионов аммония

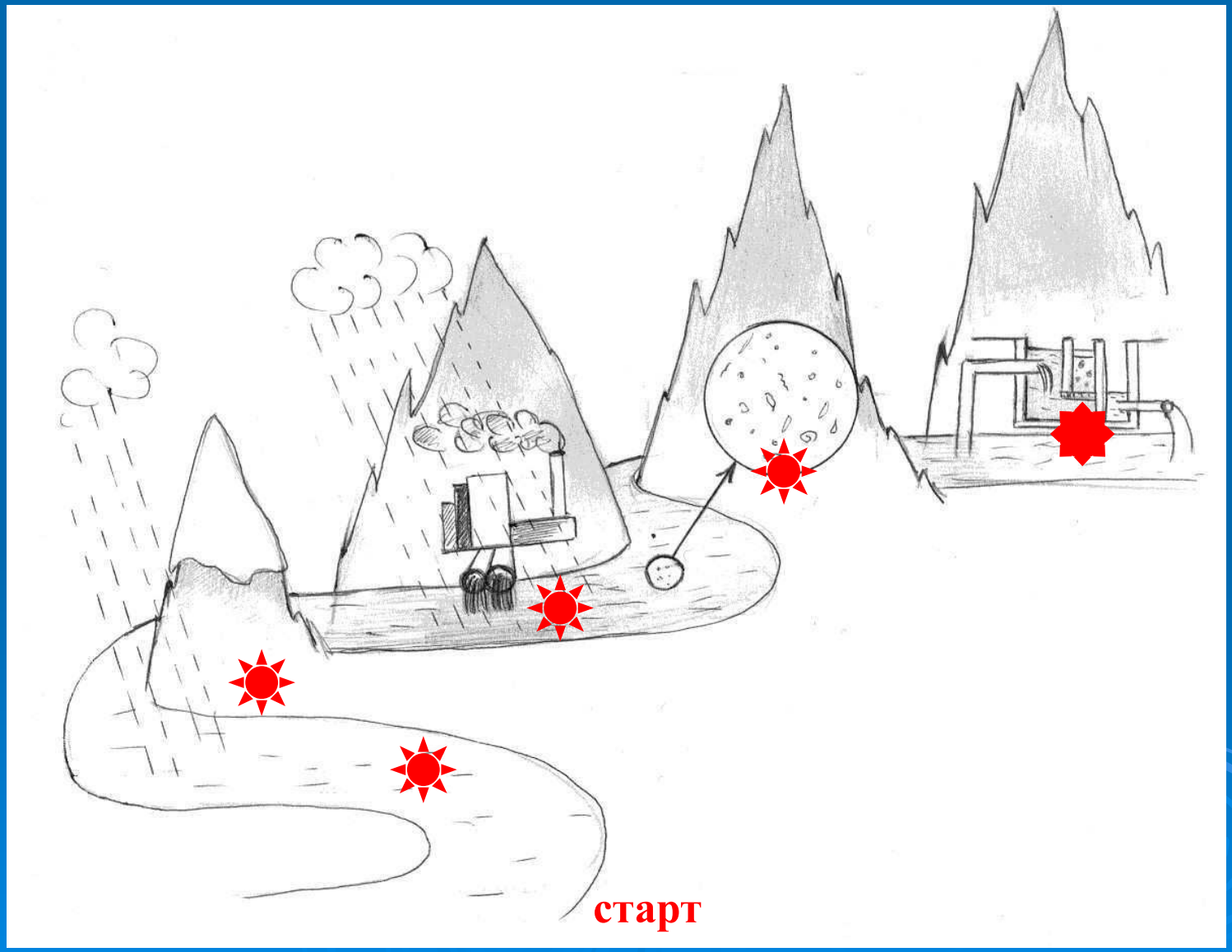
Окраска раствора	Концентрация ионов NH_4^+
Слабо-желтая	0,05 – 0,3 мг/л
Желтоватая	0,3 – 0,6 мг/л
Светло-желтая	0,6 – 1,0 мг/л
Желтая	1,0 – 2,0 мг/л
Буро-желтая	2 – 7 мг/л
Буро-желаяй мутная	7 – 12 мг/л
Темно-оранжевый осадок	Более 20 мг/л

Характеристика анализируемых показателей

Исследуемые показатели	*Характеристика показателей*
1.Прозрачность	
2. Запах	
3. Концентрация ионов водорода	
4. Содержание ионов Fe^{2+}	
5. Содержание ионов Fe^{3+}	
6. **Содержание хлорид-ионов**	
7. Содержание сульфат-ионов	
8. Содержание ионов аммония	
9. Наличие ионов кальция	
10.Наличие нитрат-ионов	
11.Наличие сероводорода	
12.Холодная окисляемость	

Урок 5.
В поисках чистой воды

Маршрут эстафеты "В поисках чистой воды"



Водные ресурсы Земли

Резервуар	Объем воды, тыс. км^3
Мировой океан	1370323
Подземные воды	60000
Ледники	24000
Озера	280
Почвенная влага	85
Влага атмосферы	14
Реки	1,2
Всего:	1457703,2

Расход воды на хозяйственные нужды (км^3)

Вид водоснабжения	Водозабор из источников	Безвозвратный расход воды	Сброс сточных вод
Хозяйственно-питьевое	98	56	42
Промышленность	200	40	160
Животноводство	40	30	10
Энергетика	225	15	210

Вещества, загрязняющие водную среду

Консервативные
не разлагающиеся или разлагающиеся в природной среде очень медленно (минеральные удобрения, пестициды, углеводороды)

Биогенные
участвующие в биологическом круговороте (минеральные формы азота и фосфора, легкоусвояемые органические соединения)

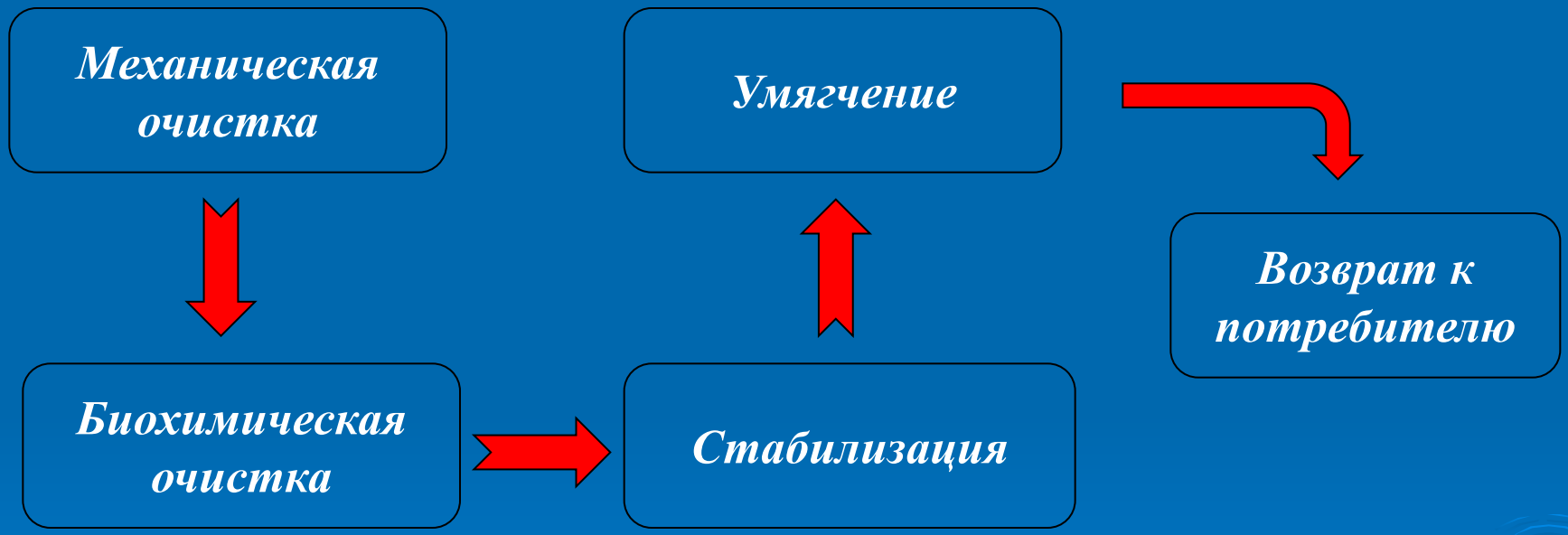
Водо-растворимые
не вовлекаемые в биологический круговорот (токсичные вещества промышленного или сельскохозяйственного происхождения)

Каковы последствия загрязнения сточными водами? Проведите соответствие.

Виды загрязнения	Последствия
1) тепловое;	а) происходит интенсификация процессов жизнедеятельности водных организмов;
2) минеральными солями;	б) меняется водный режим одноклеточных организмов, обменивающихся с внешней средой путем осмоса;
3) взвешенными частицами;	в) ухудшается прозрачность вод, что снижает фотосинтетическую аэрацию водной среды;
4) тяжелыми металлами;	г) губительно действуют на водную флору и фауну;
5) нефтепродуктами;	д) образуется пленка, препятствующая газообмену воды с атмосферой;
6) органическими веществами;	е) возникает токсикологическая ситуация;
7) биогенными элементами.	ж) возникают вторичные эффекты.

Схема
очистки промышленной воды

Схема
очистки питьевой воды



Урок 6.
Кислотность почв

путешествие

Маршрут по Кислотной области

Станция 1. ПОЧВЕННАЯ

Станция 2. ХИМИЧЕСКАЯ

Станция 3. СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ

Станция 4. ИНДИКАТОРНАЯ

Станция 5. ИЗВЕСТКОВАЯ

Станция 1. Почвенная

Фазы почвы: газовая, жидкая, твердая

- *Почвенный воздух* содержит большое количество CO_2
- *Почвенный раствор* содержит минеральные (анионы HCO^{3-}, Cl^-, NO^{3-}, SO_4^{2-}, $H_2PO_4^-$ и катионы Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^+, NH_4^+, K^+, H^+) и органические вещества, а также растворенные газы (CO_2, NH_3, O_2 и др.).
- *Твердая фаза* состоит из минеральной и органической части.

Почвенный поглощающий комплекс (ППК) – совокупность мелкодисперсных частиц почвы, как органических, так и минеральных, участвующих в обменных процессах с участием катионов. Имеет отрицательный заряд. В его состав входят поглощенные катионы: Ca^{2+}, Mg^{2+}, H^+, Al^{3+}, Na^+, NH^{4+} и др.

Станция 2. Химическая

Кислотность почвы – свойство почвы, обусловленное содержанием H^+ и Al^{3+} .

Кислотность почвы

Актуальная (активная)

Пассивная («скрытая»)

Кислотность почвенного раствора

Обусловлена концентрацией H^+ или Al^{3+}, содержащимися в ППК

Кислотность почв

Типы почв в зависимости от pH

Тип почвы	pH
Сильнокислая	менее 4,5
Среднекислая	pH до 5
Слабокислая	до 5,5
Близкая к нейтральной	до 6,4
Нейтральная	до 7,3
Слабощелочная	до 8,0
Щелочная	до 8,5
Сильнощелочная	более 8,5

Станция 3. Сельскохозяйственная

Опасность кислых почв состоит в следующем:

- в кислой среде не усваиваются основные элементы питания (азот, фосфор, калий);
- при высокой кислотности в почвенный раствор выделяются алюминий и марганец в избыточном количестве, которые являются вредными для растений;
- кислая среда подавляет деятельность полезных бактерий.

Оптимальная кислотность для различных растений

Тип почвы	Подходящие растения
Среднекислая и близкая к нейтральной	Картофель, подсолнечник, щавель, дыня, кукуруза, земляника, гортензия метельчатая, крыжовник, вишня, яблоня
Слабокислая или нейтральная	Розы, лилии
Нейтральная	Большинство огородных растений, цикорий, абрикос, виноград, черная смородина, сирень, хризантемы, крокусы
От нейтральной до слабощелочной	Морковь, репчатый лук, кочанная и цветная капуста, петрушка, спаржа, сельдерей, артишок, тюльпаны

Станция 4. Индикаторная

Индикаторы – вещества, способные менять свою окраску в присутствии кислоты или щелочи:

- фенолфталеин,
- лакмус,
- метилоранжевый.

Станция 5. Известковая

- В целях преодоления избыточной кислотности почвы с pH менее 5,5 известкуют.

$$CaCO_3 + H_2O + CO_2 \rightarrow Ca(HCO_3)_2$$

$$Ca(HCO_3)_2 + 2H_2O \leftrightarrow Ca(OH)_2 + 2H_2O + 2CO_2$$

$$(ППК)^{Ca}_{H}{}^{H} + Ca^{2+} + 2HCO_3^- \rightarrow (ППК)^{Ca}_{Ca} + 2H_2CO_3$$

$$(ППК)^{Ca}_{H}{}^{H} + Ca^{2+} + 2OH^- \rightarrow (ППК)^{Ca}_{Ca} + 2H_2O$$

Урок 7.
Минеральные удобрения

Минеральные удобрения

Удобрения (по происхождению)

- **Органические** (навоз, компост, птичий помет, торф, сапропель)
- **Органоминеральные** (аммиак + торф, сланцы + фосфорная кислота)
- **Минеральные** (по действию на почву)
- **Бактериальные** (азотобактерии, нитрагин почвенный)

Минеральные

- ***Прямые*** **(по составу)**
- ***Косвенные***

Прямые (по составу)

- **Простые**
- **Комплексные**

Простые

Азотные

1. ***Аммиачные*** (жидкий аммиак, аммиачная вода)
2. ***Аммонийные*** NH_4Cl, $(NH_4)_2SO_4$
3. ***Амидные*** (мочевина)
4. ***Нитратные*** ($NaNO_3$, $Ca(NO_3)_2$)

Фосфорные

1. ***Суперфосфат простой***
2. ***Суперфосфат двойной***
3. ***Преципитат***
4. ***Фосфоритная мука***

Калийные

1. ***Концентрированные***
   а) хлоридные (KCl)
   б) бесхлорные (K_2SO_4)
2. ***Сырые соли*** (сильвинит $KCl + NaCl$)
3. ***Древесная и торфяная зола*** (K_2CO_3)

Микроудобрения

1. ***Борные*** (H_3BO_3)
2. ***Медные*** ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$)
3. ***Марганцевые*** ($MnSO_4$)
4. ***Цинковые соли*** ($ZnSO_4$)
5. ***Молибденовые*** (суперфосфат молибденизированный)
6. ***Кобальтовые*** ($CoCl_2$)

Комплексные

Смешанные

1. *Смесь* NH_4NO_3 *+ суперфосфат*
2. $(NH_4)_2SO_4$ *+ уперфосфат*

Сложные

1. *Аммофосы*
2. KNO_3
3. *Нитрофоска*

Азотные удобрения

Название удобрения	Химический состав
Простые	
Твердые	
Аммиачная селитра	NH_4NO_3
Карбамид (мочевина)	$(NH_2)_2CO$
Сульфат аммония	$(NH_4)_2SO_4$
Натриевая селитра	$NaNO_3$
Кальциевая селитра	$Ca(NO_3)_2$
Жидкие	
Жидкий безводный аммиак	NH_3
Аммиачная вода	$NH_3 + H_2O$
Водный раствор аммиачной селитры и аммиака	$NH_4NO_3 + NH_3 + H_2O$
Комплексные	
Калиевая селитра	KNO_3
Аммофос	$(NH_4)_2HPO_4 + NH_4H_2PO_4$
Аммофоска	$(NH_4)_2HPO_4 + NH_4H_2PO_4 + KCl$
Нитроаммофос	$NH_4H_2PO_4 + NH_4NO_3$
Нитроаммофоска	$NH_4H_2PO_4 + NH_4NO_3 + KCl$

Фосфорные удобрения

Название	Состав
Растворимые в воде	
Простой суперфосфат	$Ca(H_2PO_4)_2$ и $CaSO_4$
Двойной суперфосфат	$Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$
Нерастворимые в воде, но слабых кислотах	
Преципитат	$CaHPO_4 \cdot 2H_2O$
Томаксилак	$4CaO \cdot P_2O_5 + 4CaO \cdot P_2O_5 \cdot CaSiO_3$
Термофосфаты	$Na_2O \cdot 3CaO \cdot P_2O_5 + SiO_2$
Нерастворимые в воде, растворимы только в сильных кислотах	
Фосфорная мука	$Ca_3(PO_4)_2$

Калийные удобрения

Название удобрения	Химический состав
Простые	
Хлорид калия	KCl
Сульфат калия	K_2SO_4
Зола растительного происхождения	Сложный состав, содержит K_2CO_3
Комплексные	
Калиевая селитра	KNO_3
Фосфат калия	K_3PO_4
Аммофоска	$(NH_4)_2HPO_4 + NH_4H_2PO_4 + KCl$

Кластер «Негативное действие минеральных удобрений на окружающую среду»

Синквейн

- Удобрения
- Минеральные, органические
- Кормят, всасываются, загрязняют
- Удобрения увеличивают плодородие почвы
- Необходимы