

ЭВОЛЮЦИЯ АНТРОПОГЕННЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ РОЛЬ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ

СОДЕРЖАНИЕ

- Эволюция элементов и химических веществ
 - физические и физико-химические превращения
 - химические превращения
 - биологические и микробиологические
 - радиоактивный распад
- Технологии утилизации и обезвреживания твердых отходов

АНТРОПОГЕННЫЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Эволюция элементов / веществ в окружающей среде

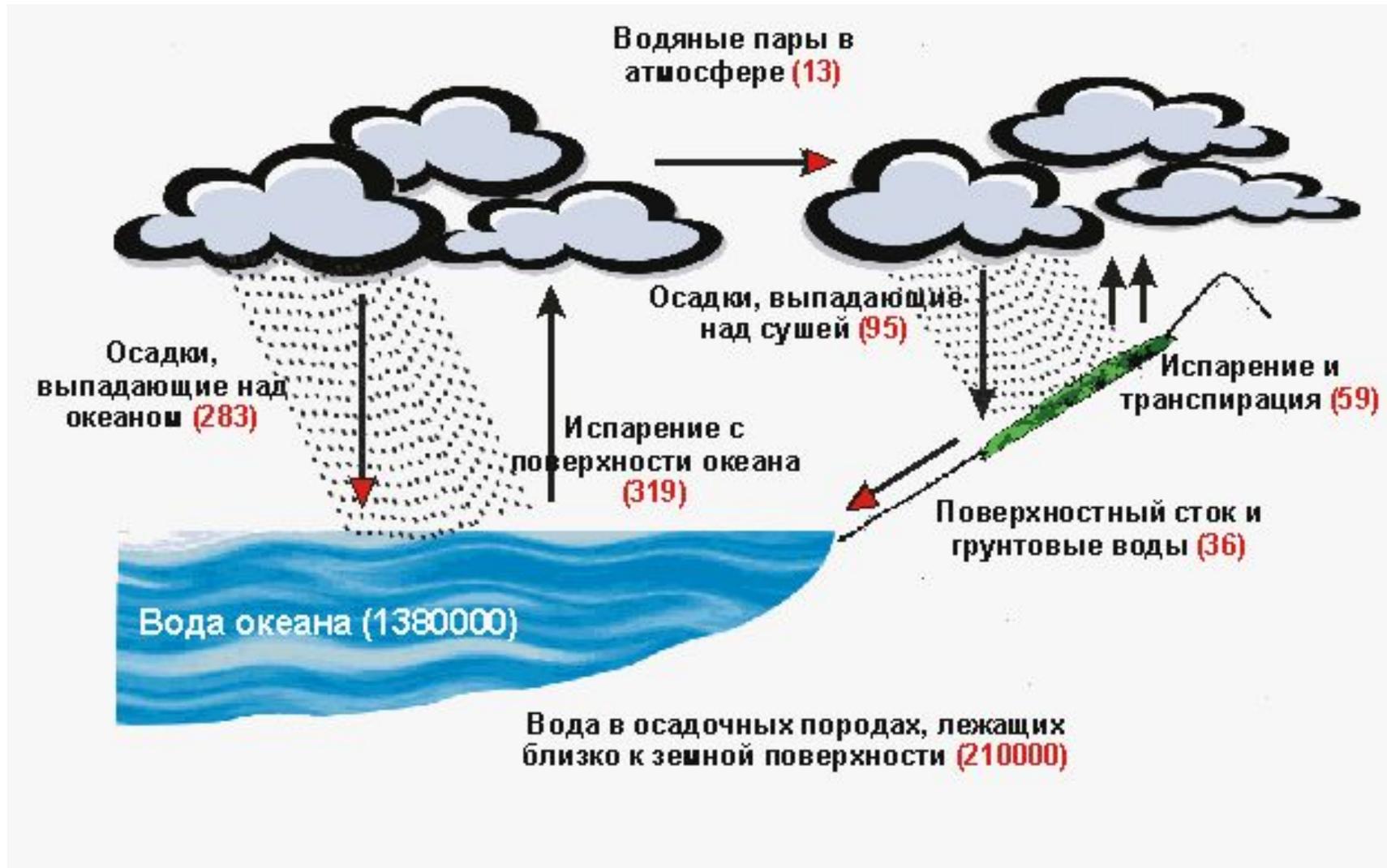
- физические и физико-химические превращения
- химические
- биологические
- ядерные реакции

-применяется ~80 000 синтетических веществ

-образуется ~100 000 веществ

**Вещества
влияют на превращения
других веществ!!!**
-непосредственно
-опосредованно

Эволюция и круговорот веществ?



ФИЗИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ

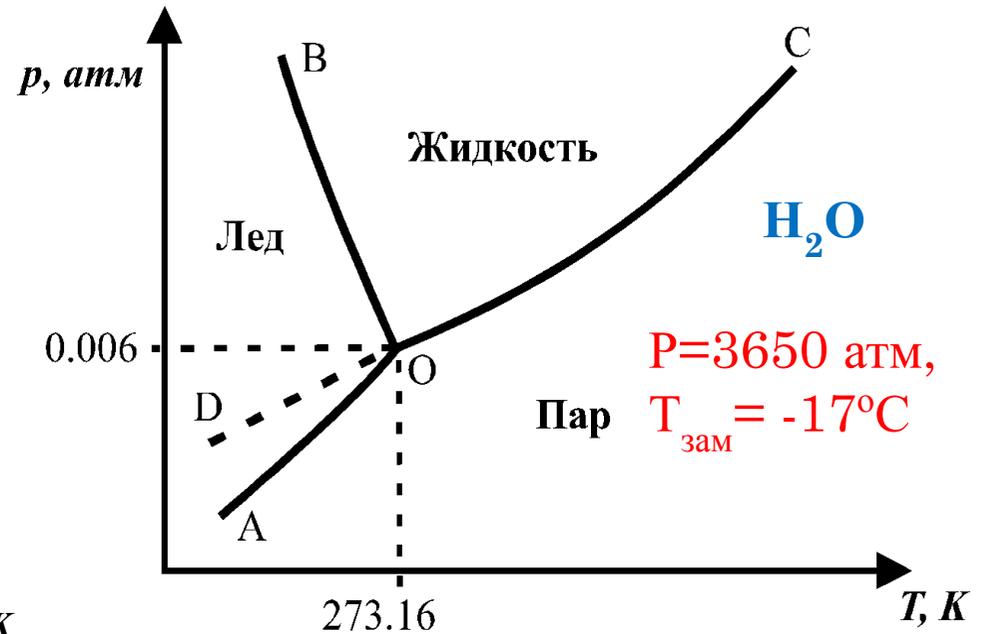
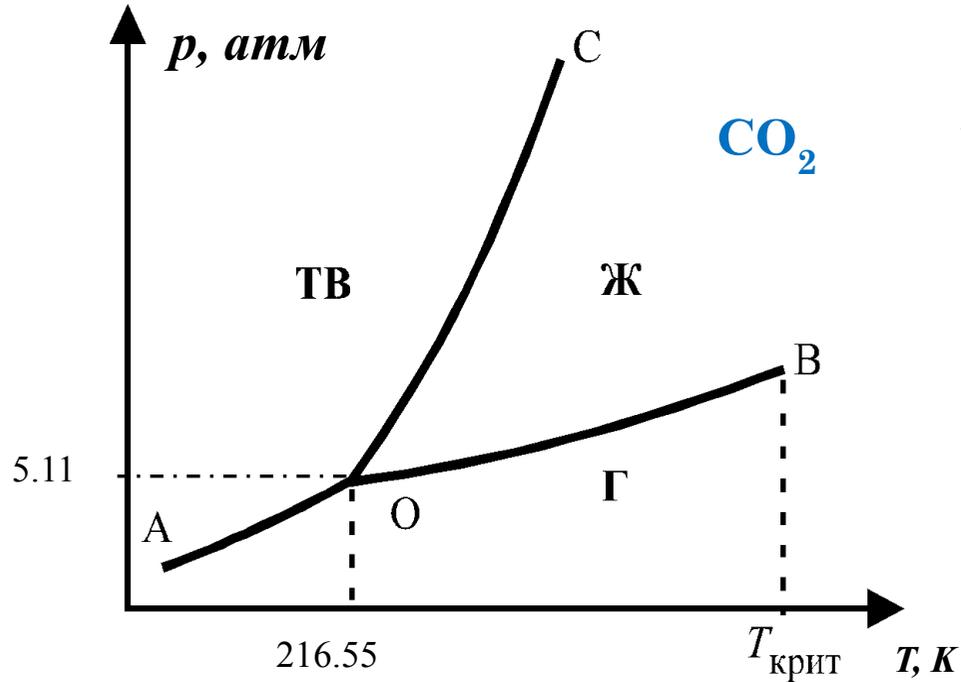
Виды превращений	Основные факторы
<p>симметрия!</p>	<p>$T, P_{нас}, P_{внешн}$</p> <p>ТД функции ($\mu, \Delta G, \Delta H...$)</p>
<p>Диффузия, миграция</p>	<p>$\mu, C (\text{grad } C), D (w_{\text{диф}})$</p>
<p>Адсорбция</p>	<p>$\mu, T, P, \Delta G, \Delta H, C$</p>
<p>Фазовые и экстракционные равновесия</p> <ul style="list-style-type: none"> -насыщенные системы -расслоение, выпадение осадка, -образование твердых растворов 	<p>μ, s, T, P</p>

ФИЗИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ

Испарение + сублимация/конденсация

Вопрос	Ответ
Что может испаряться?	
Что влияет?	Верхний слой над веществом, пленка на поверхности
Где выполняются условия для ФП?	Недра Земли...

Фазовые переходы



$$\frac{dP}{dT} = \frac{\Delta_{\text{tr}} H^\boxtimes}{T \cdot \Delta_{\text{tr}} V}$$

$$\frac{d \ln P}{dT} = \frac{\Delta_{\text{vap}} H^\boxtimes}{RT^2}$$

$$\ln \frac{P_2}{P_1} = -\frac{\Delta_{\text{vap}} H^\boxtimes}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

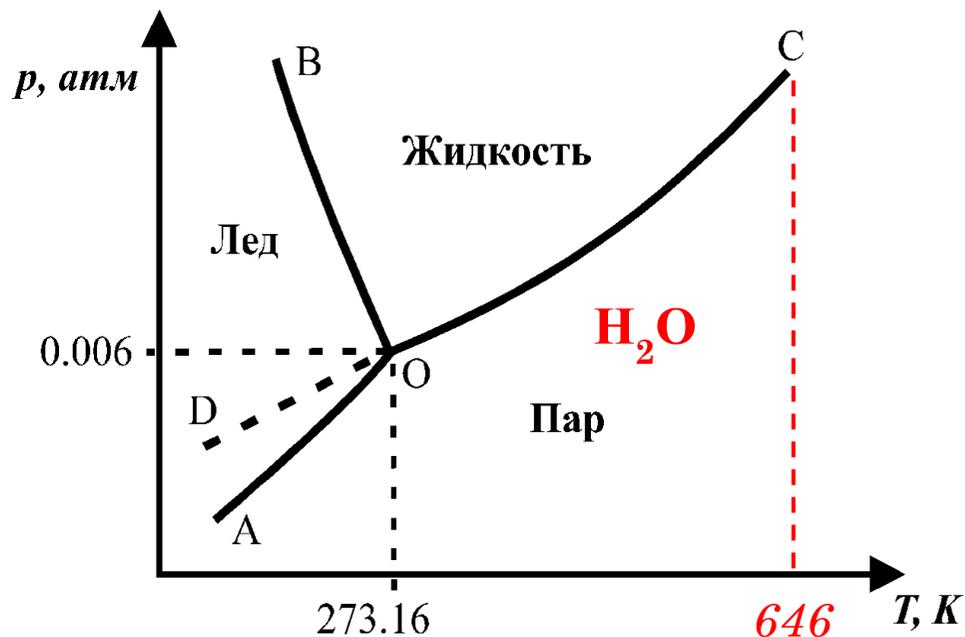
Уравнение Клаузиуса-Клапейрона

Агрегатное состояние воды? Почему CO_2 газ?

ФИЗИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ



*«Черный курильщик»,
Атлантический океан*



Самая горячая вода на планете:
 464 K ($p=298$ атм)
(191 °C)

Испарение/конденсация

Насыщенный пар...

$$p_i = p_{0i} \cdot x_i$$

Закон Рауля

$$x < 0,05$$

Растворитель

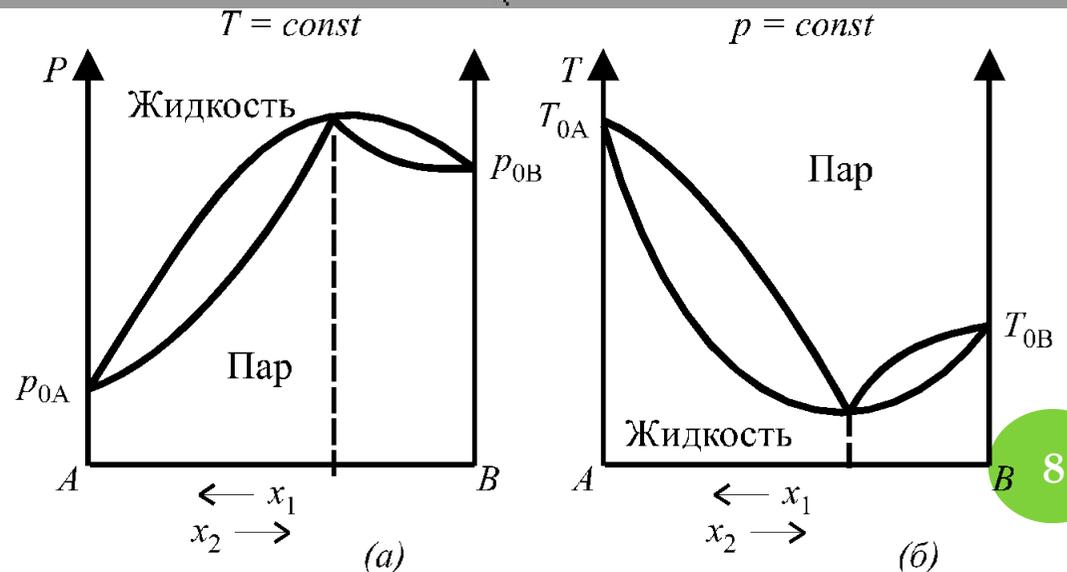
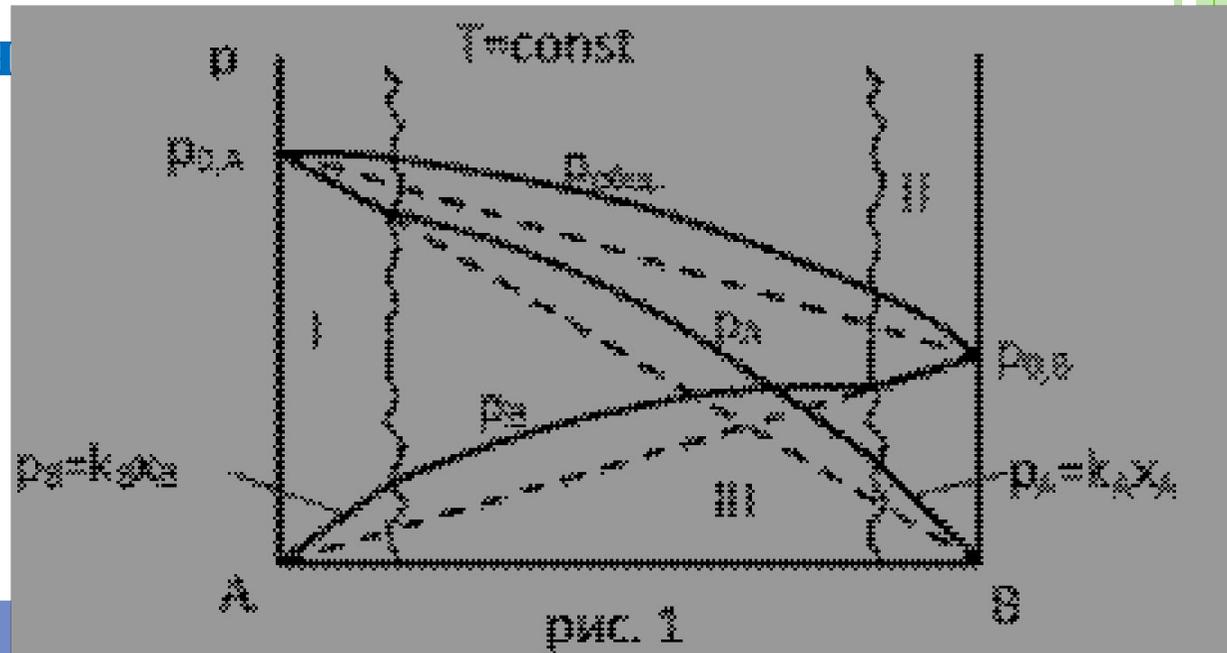
$$p_1 = p_{01} \cdot x_1$$

Растворенное
вещество

$$p_2 = k_2 \cdot x$$

Законы Коновалова

Перегонка, ректификация



ФИЗИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ

Плавление/ кристаллизация

Вопрос	Ответ
Что может плавиться?	
Что влияет?	
Где выполняются условия для таких ФП?	Недра Земли – жидкое ядро Кратер вулканов – магма

ФИЗИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ

Плавление/ кристаллизация



□ Таяние ледников

- Повышение T воздуха
- Мультидекадные осцилляции – квазипериодические колебания T поверхности океана
- Теплые течения

Круговорот воды и необратимые изменения...

ФИЗИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ

Плавление/кристаллизация

Температура замерзания...

$$\Delta T_{\text{зам}} \neq 0 \text{ K} = \cdot C_{m_2}$$

Морской лед: -2°C

-очистка воды

-концентрирование

Криоскопия

$$K = \frac{RT_{01}^2 \cdot M_1}{\Delta_{\text{плав}} H_1 \cdot 1000}$$

ФИЗИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ

образование и разрушение минералов

Выпадение осадка, кристаллизация,
образование твердых растворов



- ❖ Сталактиты
(свешиваются с потолка)
- ❖ Сталагмиты
(растут снизу вверх)
- ❖ Сталагматы
- ❖ Геликтиты

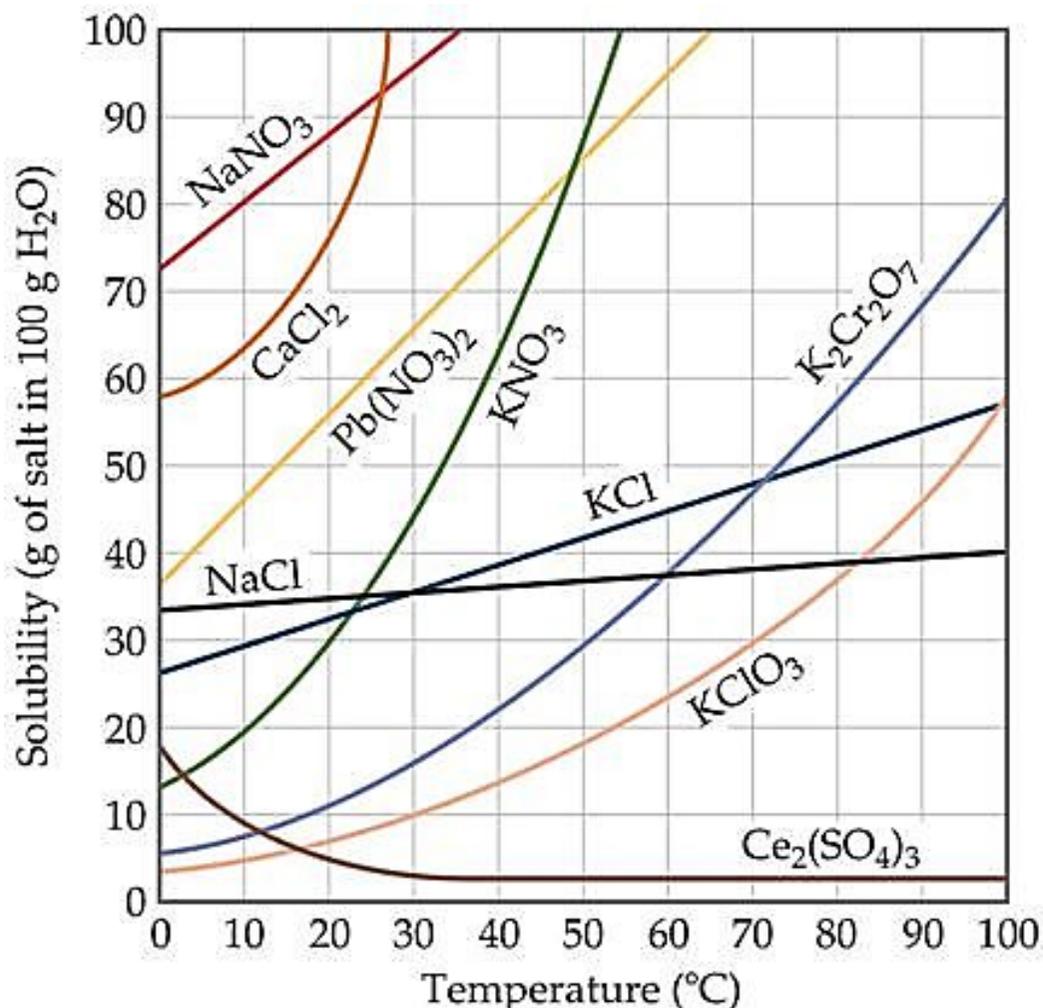
1 см/100 лет, иногда 4-5 см/100 лет

МЕРТВОЕ МОРЕ



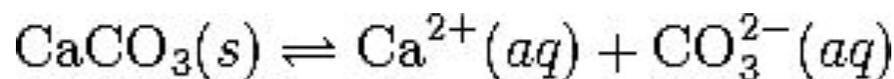
Проблема пересыхания

РАСТВОРЕНИЕ ТВЕРДЫХ ТЕЛ



Уравнение

$$\ln x_{\text{нас.}} = -\frac{\Delta_{\text{пл}} H_2}{R} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_{\text{пл}}} \right)$$



$$K = \frac{\{\text{Ca}^{2+}(aq)\} \{\text{CO}_3^{2-}(aq)\}}{\{\text{CaCO}_3(s)\}}$$

$$K_{\text{sp}} = [\text{Ca}^{2+}(aq)] [\text{CO}_3^{2-}(aq)]$$

$$K_{\text{sp}} = [\text{A}^{n+}(aq)]^m [\text{B}^{m-}(aq)]^n$$

$$S = \sqrt[m+n]{\frac{K_{\text{sp}}}{m^m \cdot n^n}}$$

Влияние кривизны поверхности

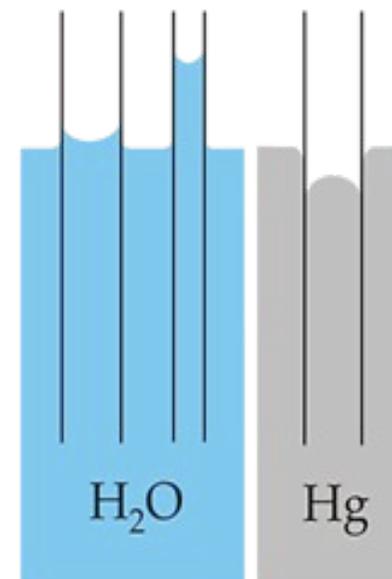
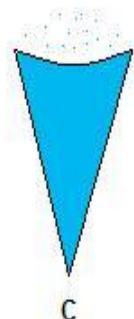


$$\frac{dS}{dV} = \pm \frac{2}{r} > 0 \Rightarrow p_r > p_\infty$$

$$\frac{dS}{dV} = \pm \frac{2}{r} < 0 \Rightarrow p_r < p_\infty$$

уравнение Томсона (Кельвина)

$$\ln \frac{p_r}{p_\infty} = \pm \frac{2\sigma \cdot V_M}{rRT}$$



капиллярная конденсация

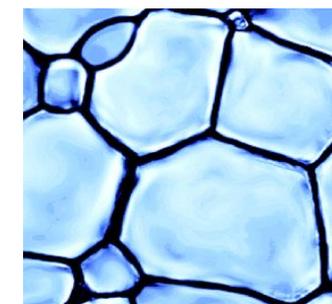
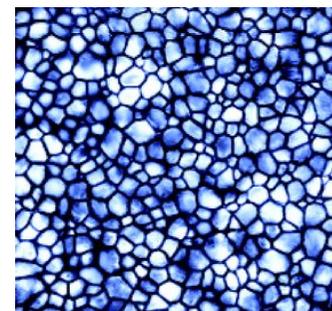
Влияние кривизны поверхности на растворимость твердых тел

$$\ln \frac{c_r}{c_\infty} = \pm \frac{2\sigma \cdot V_M}{rRT}$$

уравнение Гиббса – Фрейндлиха – Оствальда

Рекристаллизация

$\frac{dS}{dV} > 0 \rightarrow c_r > c_\infty$ выступы растворяются
↓
плоская поверхность
↑
 $\frac{dS}{dV} < 0 \rightarrow c_r < c_\infty$ углубления зарастают



-фазовые переходы
-реакционная способность



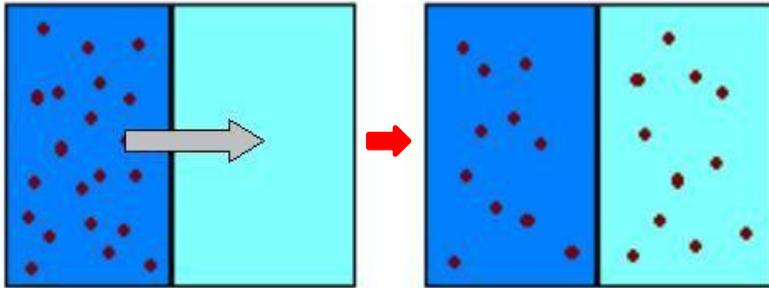
ФИЗИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ

Диффузия & миграция

- ❖ Химических элементов (геохимическая эволюция)
- ❖ Химических веществ

Основные параметры	Факторы
▪Скорость процесса, ▪Глубина проникновения	

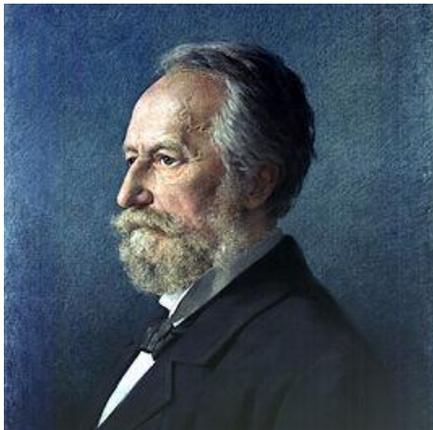
Диффузия



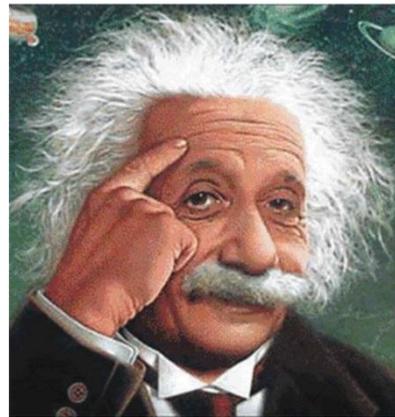
стационарна
я

$$\frac{dc}{d\tau} = \text{const:}$$

$$dQ = -D \frac{dc}{dx} \cdot s \cdot d\tau \quad \text{1-й закон Фика}$$



Адольф Фик (1829-1901)



Альберт
Эйнштейн

- ❖ Диффузия необратима;
- ❖ Идет из области с **большей** концентрацией в область **меньшей**

$$D = \frac{\mathcal{E}_B}{B} = \frac{k T_B}{6\pi r \eta}$$

уравнение
Эйнштейн
 $D = f(T, r, \eta)$

Частицы	$D, \text{ м}^2/\text{с}$
Ионы	$\sim 10^{-8}$
Молекулы	$\sim 10^{-9}$
Коллоидн. част.	$10^{-10} \div 10^{-13}$

Адсорбция... техническое и коллоиднохимическое определения



(a)



(b)



(c)



(d)

Причина адсорбции...



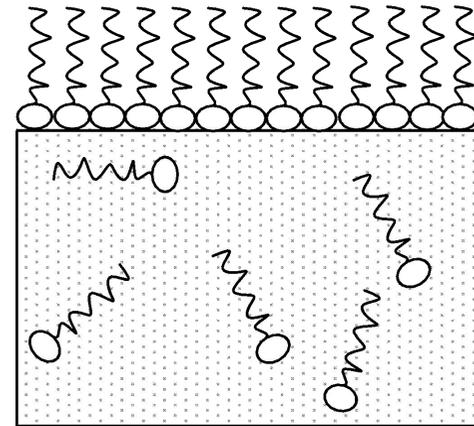
Вещества могут концентрироваться на поверхности или уходить в объем фаз
(Самопроизвольное расхождение концентрации, а не их выравнивание!)



Свойства системы
(устойчивость, межфазная энергия)

Роль адсорбции?

Примеры!



Адсорбция – универсальный процесс!



ФИЗИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ

Виды превращений	Роль и место антропогенных загрязнений	Современные технологии для защиты ОС
Диффузия, миграция	<ul style="list-style-type: none">❖ Основной путь загрязнения ОС❖ Ускорение/ухудшение естественных процессов	<ul style="list-style-type: none">• Предотвращение загрязнения: методы очистки жидких и газообразных выбросов
Адсорбция	<ul style="list-style-type: none">❖ Концентрирование (аккумуляция) загрязняющих веществ, усиление их токсического действия❖ Конкурентная адсорбция веществ❖ Изменение свойств почвы❖ Образование пленок и поверхностных слоев (нефтепродукты), нарушающих естественных процессов	<ul style="list-style-type: none">▪ Предотвращение загрязнения▪ Десорбция компонентов▪ Очистка загрязненных сред

Виды превращений	Роль и место антропогенных загрязнений	Современные технологии для защиты ОС
<p>Фазовые переходы:</p> <p>Ж↔ Г</p> <p>Ж↔ ТВ</p> <p>ТВ↔ Г</p>	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Вовлечение в и нарушение естественного круговорота веществ ❖ Изменение условий фазовых переходов (CO₂) ❖ ФП самих загрязнений, увеличение их негативного влияния на организмы и ОС 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Предотвращение загрязнения: методы очистки жидких и газообразных выбросов ▪ Переработка и утилизация твердых отходов
<p>Фазовые и экстракционные равновесия</p> <p>-насыщенные системы</p> <p>-расслоение,</p> <p>-выпадение осадка,</p> <p>-образование твердых растворов</p>	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Вовлечение в естественные процессы и их нарушение ❖ Уменьшение растворимости исходных компонентов, явление высаливания ❖ Образование «совместных» соединений, концентрирование токсичных элементов 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Предотвращение загрязнения ▪ Очистка загрязненных сред

ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ

- Химические реакции обмена, замещения, вытеснения....
- Окислительно-восстановительные реакции
- Гидролиз
- Фотохимические реакции (свободно-радикальные процессы в атмосфере, фотосинтез)
- Образование комплексных соединений (гидросфера, почвы, литосфера)

Результат



Образование новых материалов
Разрушение уже существующих

- ❖ минералы литосферы
- ❖ почвы
- ❖ растения и живые организмы

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ

- Естественный круговорот веществ, метаболические процессы, жизнедеятельность организмов
- Разложение органических веществ
- Формирование почв
- Восстановление почв
- Биохимическая очистка

АНТРОПОГЕННЫЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ

По поведению в окружающей среде

- **Разложимые биологически вещества**
 - подвергаются атаке микроорганизмов, ведущей к их деградации и полному удалению
 - подходящий субстрат для микробной активности
- **Биологически неразложимые вещества**
 - не изменяются под действием микроорганизмов.
 - сохраняются в окружающей среде в неизменной форме, несмотря на то, что они могут растворяться или транспортироваться
- **Химически разложимые вещества**
 - уничтожаются в ходе химических реакций в окружающей среде (например, кислоты)

УТИЛИЗАЦИЯ И ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ ОТХОДОВ

Основные подходы:

- Переработка и повторное использование
- Обезвреживание и захоронение



Сортировка мусора...

**Банк данных технологий
использования и обезвреживания
отходов**

<http://www.solidwaste.ru/technology.html>



*«Украина хочет отправлять свои
радиоактивные отходы в космос»*

<http://ubr.ua/ukraine-and-world/society/ukraine-obezvredit-radioaktivnyye-othody-za-25-mln-252287>

18.09.2013 г.