

Неорганические вещества в составе клетки

Минеральные вещества

В виде ионов – растворенных
заряженных частиц

Катионы: H^+ , K^+ , Mg^{2+} , Na^+ ,
 Ca^{2+} , NH_4^+
Анионы: OH^- , остатки
соляной, угольной, серной,
фосфорной кислот.

В виде соединения

Вода, нерастворимые соли
($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, CaCO_3), **оксиды**
(Na_2O , MgO , Al_2O_3 , CO_2 ,
 P_2O_5 , SO_3)

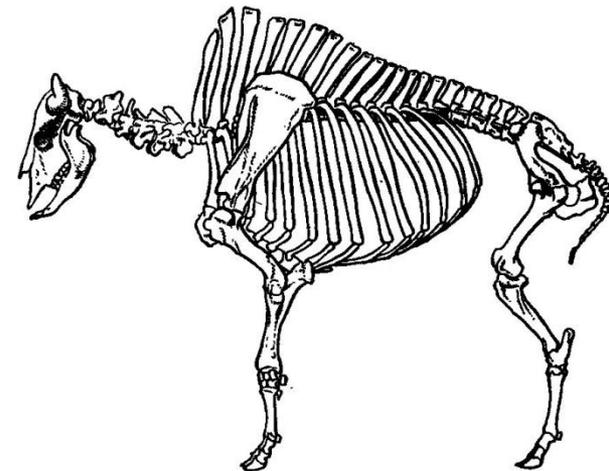
Функции неорганических веществ в клетке

- *I. Нерастворимые соли.* Имеющиеся в организме нерастворимые соли входят в состав межклеточного вещества костной ткани – $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, раковины моллюсков, хитинового панциря членистоногих животных – CaCO_3 .

Карбонаты



Фосфаты



Функции неорганических веществ в клетке

- II. Растворимые соли выполняют свои функции в ионном виде.
- 1. Анионы фосфорной кислоты необходимы для синтеза молекулы АТФ, нуклеотидов и нуклеиновых кислот.
- 2. Ионы K^+ и Na^+ создают трансмембранный потенциал клетки, обеспечивающий возбудимость ее наружной мембраны и проведение нервного импульса.
- 3. Ионы Ca^{2+} – компоненты клеточной оболочки растений, из них формируются кости и зубы животных, они влияют на реакцию свертывания крови, сокращения мышц.
- 4. Ионы Cl^- входят в состав соляной кислоты, которая является компонентом желудочного сока, активизирует деятельность пищеварительных ферментов и обеззараживает пищу.

Функции неорганических веществ в клетке

- Содержание катионов и анионов в клетке обычно значительно отличается от содержания их во внеклеточной среде.
- В частности, концентрация ионов K^+ внутри клетки очень высокая, а ионов Na^+ –низкая. Напротив, в окружающей клетку среде (крови, морской воде) очень мало ионов K^+ и довольно много ионов Na^+ .
- Например, в мышечных клетках содержание ионов K^+ в 30 раз выше, чем в крови, и, наоборот, содержание ионов Na^+ в 10 раз ниже, чем в окружающей среде.
- Пока клетка жива, эти различия в концентрации ионов K^+ и Na^+ между клеткой и межклеточной средой стойко удерживаются.

Функции неорганических веществ в клетке

- 5. Ионы Mg^{2+} - компонент молекулы хлорофилла, они содержатся в костях и зубах животных, принимают участие в биосинтезе белка, поддерживая целостность рибосом.
- 6. Ионы Fe^{2+} входят в состав гемоглобина, миоглобина, хрусталика и роговицы глаза.
- 7. Натриевые и калиевые соли азотистой и фосфорной кислот, кальциевая соль серной кислоты являются необходимыми элементами минерального питания растений.

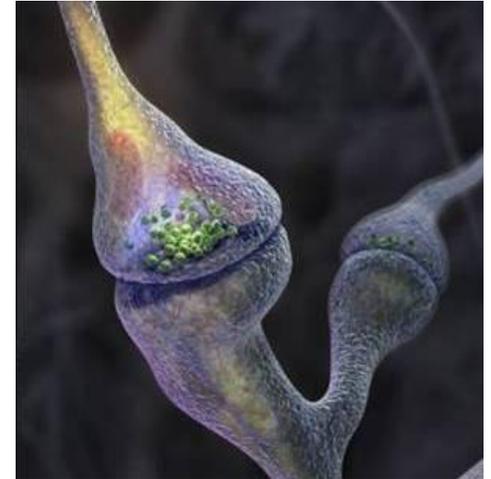
Функции неорганических веществ в клетке

- **8. Обеспечение буферных свойств.** С растворимыми ионами связано также поддержание постоянства внутренней среды клетки. Они служат компонентами т.н. **буферных систем**, которые избирательно связывают избыточные ионы H^+ и OH^- и позволяют поддерживать рН внутренней среды клетки на определенном уровне. В норме реакция клетки **слабощелочная**, почти нейтральная – **рН 7,2**. И это несмотря на то, что в процессе жизнедеятельности в клетке постоянно образуются как кислоты, так и щелочи.
- **Буферностью** называют способность клетки сохранять определенную концентрацию водородных ионов (рН).

Функции неорганических веществ в клетке

- В клетке действуют **три** буферные системы: **фосфатная** ($\text{HPO}_4^{2-} / \text{H}_2\text{PO}_4^-$), **карбонатная** ($\text{H}_2\text{CO}_3 / \text{HCO}_3^-$) и **белковая**.
- При избытке ионов водорода они связываются с первой частью системы (акцептор):
 - $\text{H}^+ + \text{HPO}_4^{2-} \rightarrow \text{H}_2\text{PO}_4^-$;
- При избытке гидроксид-ионов вступает в действие второй компонент системы:
 - $\text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{OH}^- \rightarrow \text{HPO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$
- Аналогично действует и бикарбонатная буферная система.

10. Обеспечение потенциала действия



- **Потенциал действия** — электрический сигнал, волна возбуждения, перемещающаяся по мембране живой клетки (нервной, мышечной) в процессе передачи нервного сигнала под действием химического сигнала (синаптическая передача).
- В основе возникновения потенциала действия лежит работа **транспортных каналов**.

- 1.** Химическое воздействие какого-либо медиатора при синаптической передаче;
- 2.** Временное открытие Na^+ -канала;
- 3.** Ионы Na^+ устремляются в клетку (по градиенту концентрации);
- 4.** Заряд с внутренней стороны мембраны резко возрастает с -60 мВ до $+30$ мВ), а с внешней стороны локально становится «-»;
- 5.** Закрытие Na^+ -канала;
- 6.** Ионы K^+ активно покидают клетку через K^+ -каналы (открытые всегда), заряд с внутренней стороны мембраны восстанавливается до нормы;
- 7.** Возникший ПД за счет электрического поля способен деполяризовать мембрану соседнего участка до критического уровня, в результате чего на соседнем участке генерируются новые ПД.



Вода

Вода

- Ее концентрация в разных клетках различна, но в большинстве случаев она составляет более **2/3** массы клетки.
- У человека концентрация воды варьирует от **10%** в клетках эмали зубов и **20%** в костной ткани до **85%** в головном мозге. Еще больше - **95%** воды в теле медузы.
- Даже в сухих покоящихся семенах, концентрация воды достигает **10-12 %**.
- *Характерно, что чем выше интенсивность обмена веществ, тем больше воды содержится в клетке.*

Вода в клетке находится в 2-х состояниях:

- **Свободная**, легко вступающая в любые реакции. Она находится в межклеточных пространствах, сосудах, вакуолях, полостях органов.
- **Связанная**, на которую приходится до **45%** всей воды. Связанная вода находится в химическом взаимодействии с белковыми молекулами и не может принимать участие в химических реакциях. Эта вода не испаряется и не замерзает при минусовых температурах и свойства ее нельзя рассматривать без взаимосвязи с белковым компонентом.
- В ходе процессов жизнедеятельности происходит **полное обновление воды** в разных клетках организма. У амёбы на это уходит 7 дней, у человека – около месяца, у кактуса - несколько лет.

Свойства воды

- Наличие водородных связей между молекулами воды объясняет тот факт, что вода, несмотря на небольшую молекулярную массу, в обычном состоянии является жидкостью, а не газом, как другие оксиды неметаллов (азота, углерода, серы, фосфора, хлора).
- Водородные связи обеспечивают также образование пленки на поверхности воды, благодаря чему создается высокое поверхностное натяжение воды и ее капиллярные свойства.

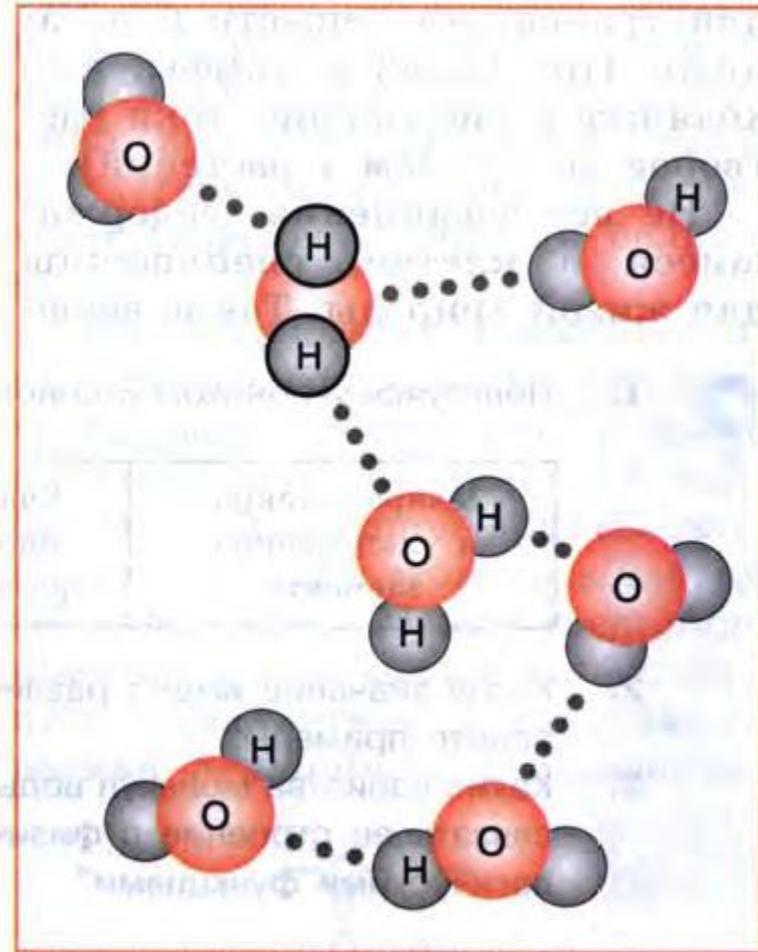


Рис. 5. Образование водородных связей между молекулами воды

Свойства воды

- Наличием водородных связей объясняется и тот факт, что вода в твердом состоянии легче, чем в жидком, поэтому лед плавает на поверхности воды. Большинство веществ при замерзании сжимается, и их плотность увеличивается. Вода же наибольшую плотность имеет при температуре +4. При охлаждении до нуля расстояние между молекулами воды за счет водородных связей немного увеличивается. Следовательно, одно и то же количество воды занимает в твердом состоянии больший объем, чем в жидком. Именно поэтому, кристаллизуясь в замкнутых сосудах или живых клетках, вода может разорвать их стенки, разрушить органоиды.

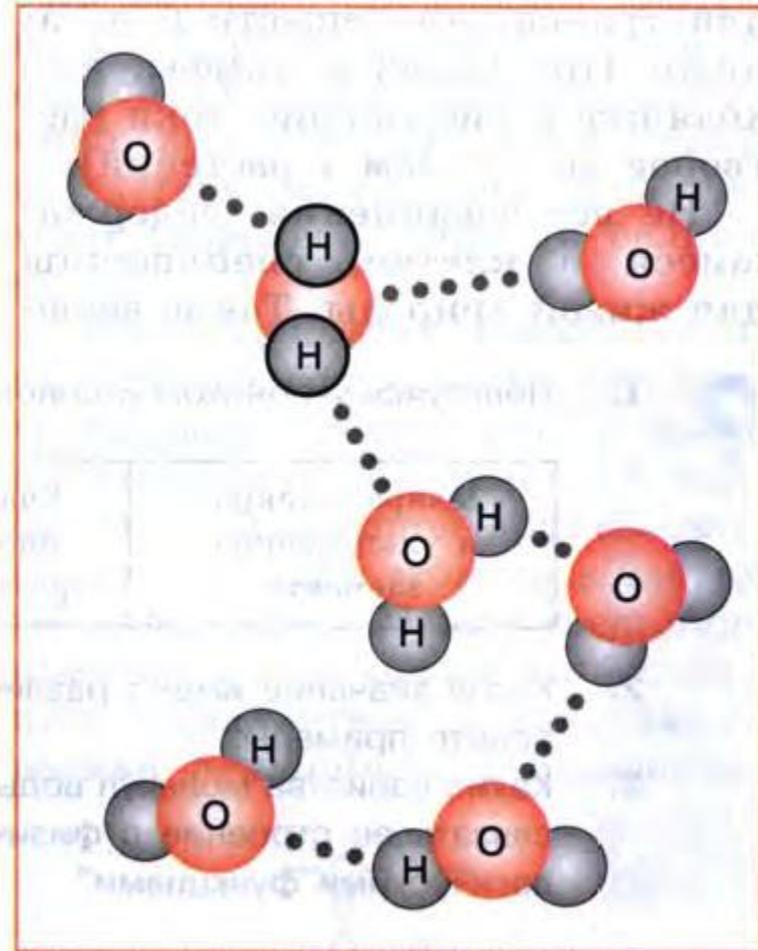


Рис. 5. Образование водородных связей между молекулами воды

Значение воды

- 1. Вода – универсальный растворитель для полярных веществ.

По отношению к воде вещества бывают:

Гидрофильные

Соли, сахара, АМК, спирты, кислоты.

Гидрофобные

Жиры, воскоподобные вещества

Диполь



Кристалл хлорида натрия
(NaCl)

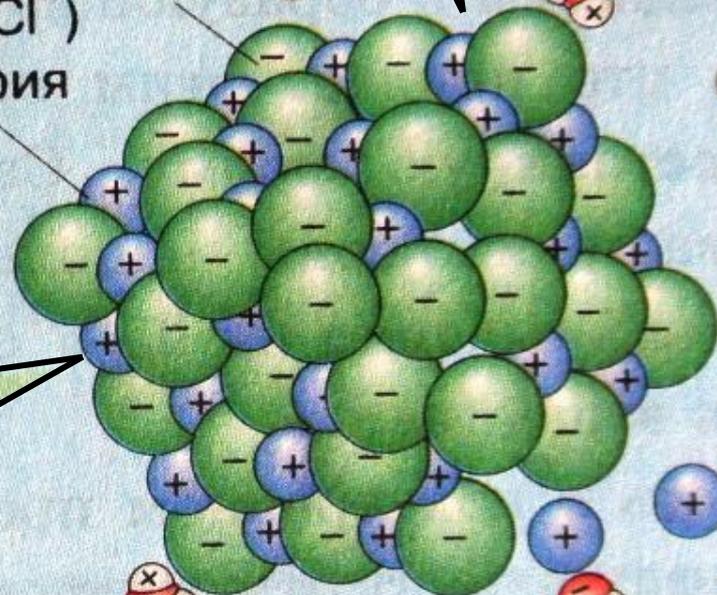
Молекулы
ВОДЫ

Ион хлора
(Cl⁻)

Ион натрия
(Na⁺)

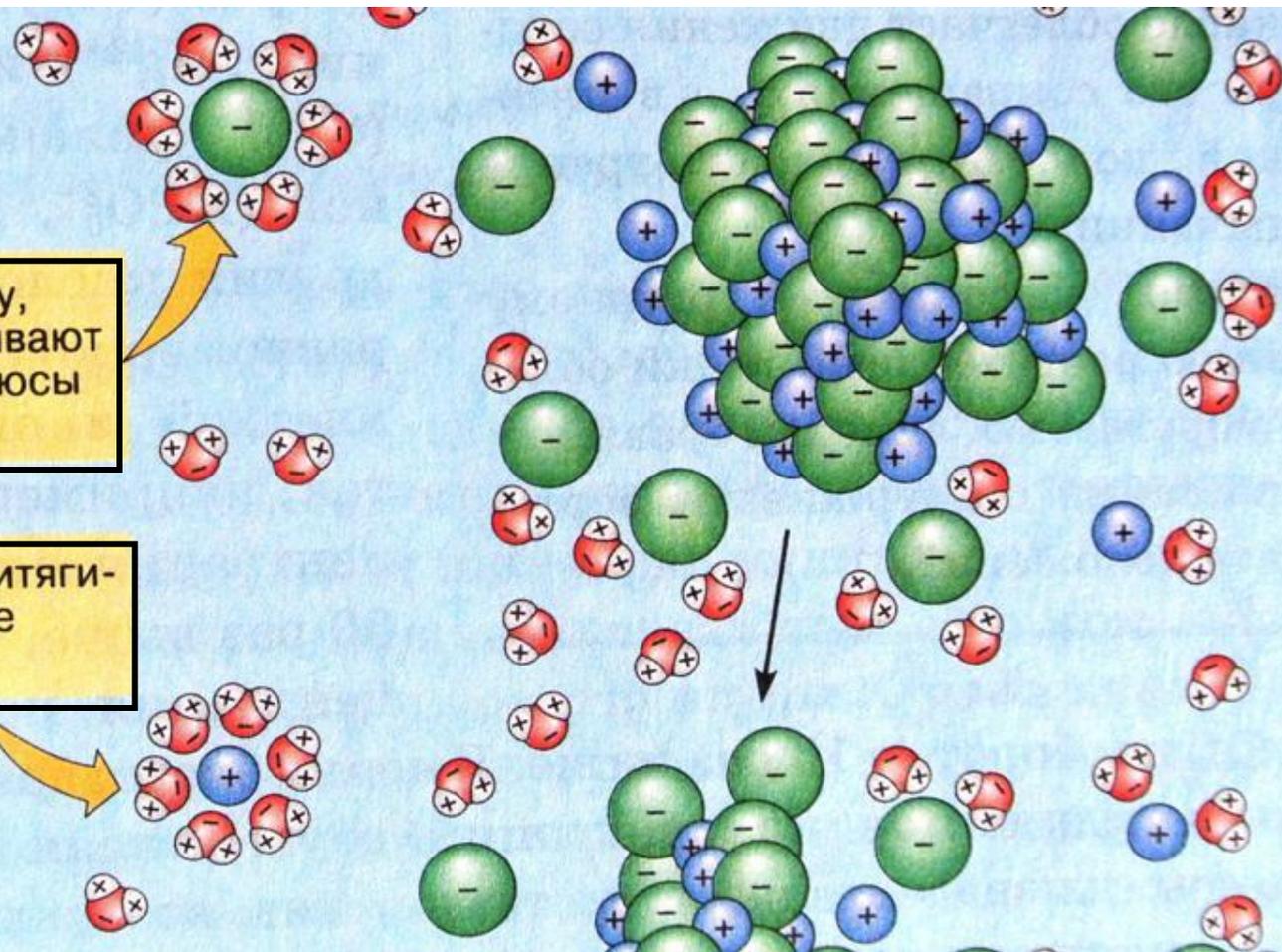
Ионные связи между
Na⁺ и Cl⁻
удерживают ионы
вместе,
образуя кристаллы

Соль

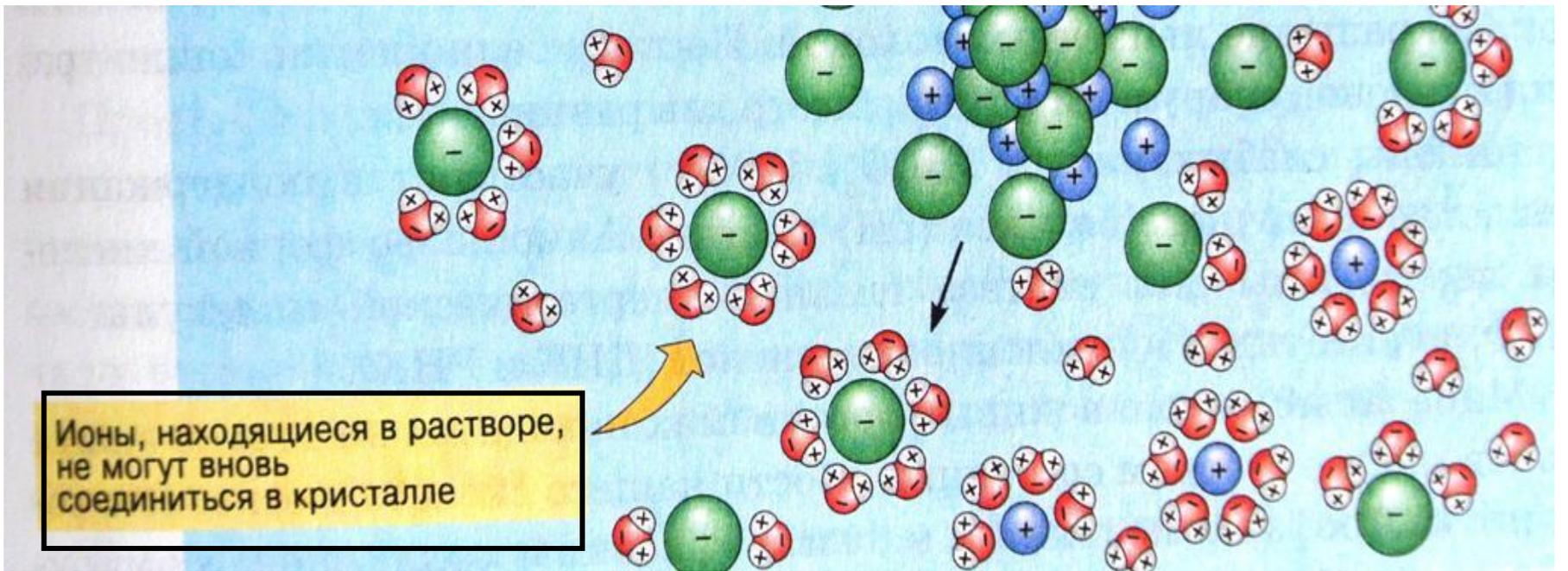


Когда NaCl попадает в воду, анионы хлора (Cl^-) притягивают к себе положительные полюсы молекул воды...

...катионы натрия (Na^+) притягивают к себе отрицательные полюсы молекулы воды



Ионы, находящиеся в растворе,
не могут вновь
соединиться в кристалле



Значение воды

- **2. Вода обеспечивает поддержание теплового баланса организма** при значительных перепадах температуры в окружающей среде. Это возможно благодаря высокой теплоемкости, теплопроводности и высокой теплоте парообразования воды.
- **3. Вода - непосредственный участник реакций (гидролиз)**. В реакциях гидролиза белки расщепляются до АМК, а крахмал до глюкозы. Высвобождение энергии происходит при взаимодействии с водой главной энергетической молекулы – АТФ.

Значение воды

- **5. Транспортная функция** (кровь, лимфа, ток веществ у растений).
- **6. Обеспечение тургора** клетки, а у некоторых животных выполняет опорную функцию, являясь **гидроскелетом** (круглые и кольчатые черви, иглокожие, кишечнополостные). Вода практически не сжимается. Околоплодные воды в матке защищают и поддерживают плод у млекопитающих.
- **Тургор** – напряженное состояние плазматической мембраны, создаваемое давлением внутриклеточной жидкости.
- **7. Вода – донор** электронов, источник ионов водорода и свободного кислорода при фотосинтезе.

- **Домашнее задание:**
- **Пасечник - § 7, 8**
- **Шумный, Дымшиц - § 2 до конца**