Фотосинтез

Процесс образования органических веществ
из углекислого газа и воды за счет энергии солнечного света

Биологический смысл:

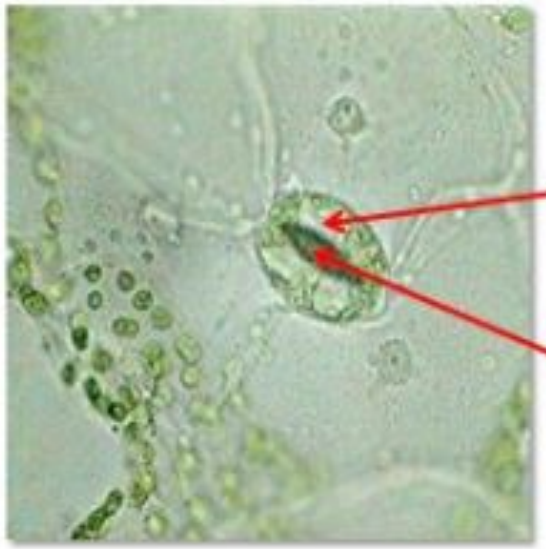
Преобразование солнечной энергии
в химическую энергию органических соединений

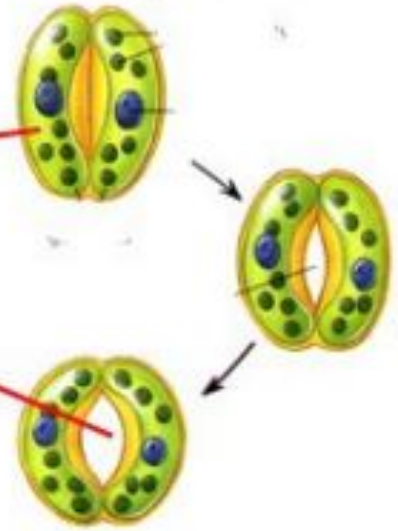
Покровная ткань листа

Эпидерма листьев

- Один слой прозрачных клеток с утолщенной наружной стенкой
- Имеются устьица – отверстия в эпидермисе

Устьице





Функции:

- Газообмен
- Транспирация

Приспособленность к фотосинтезу

Строение хлоропласта

Наружная мембрана

Внутренняя мембрана

Тилакоиды

Уплощенные, ограниченные мембранами мешочки

Граны

Стопки тилакоидов

Ламеллы

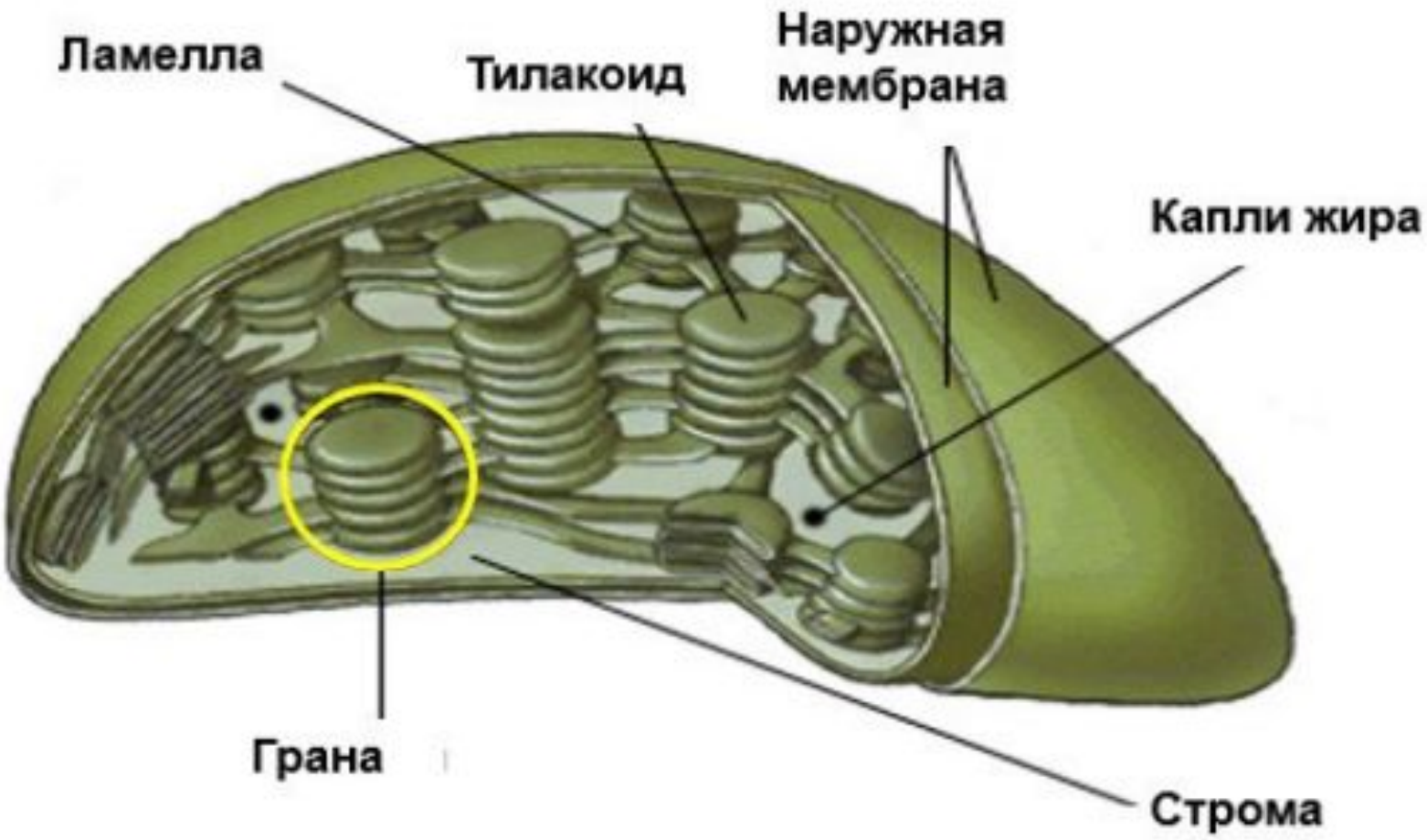
Длиннее тилакоидов, соединяют граны

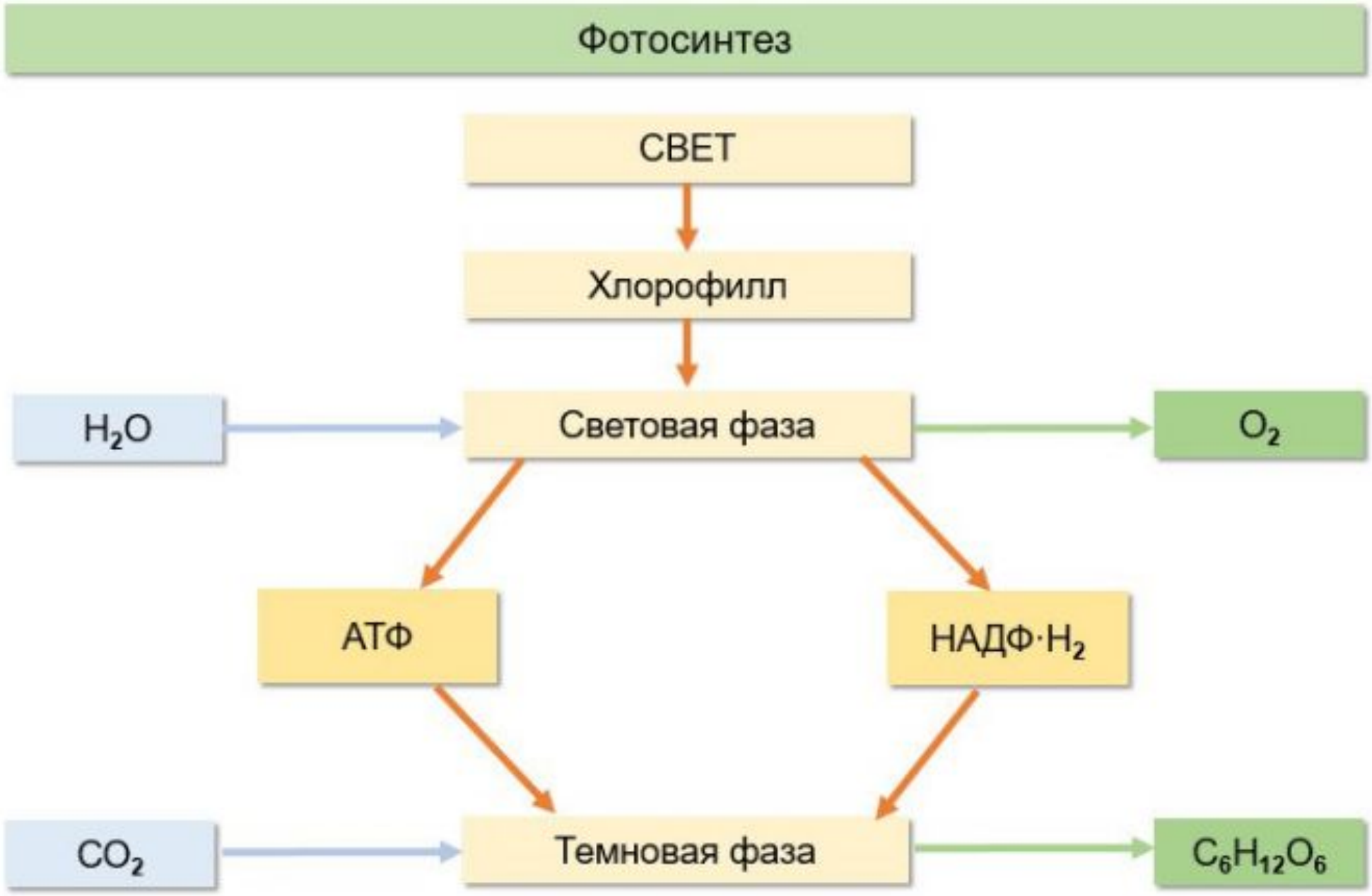
Строма

Внутренняя полужидкая среда

ДНК

Строение хлоропласта

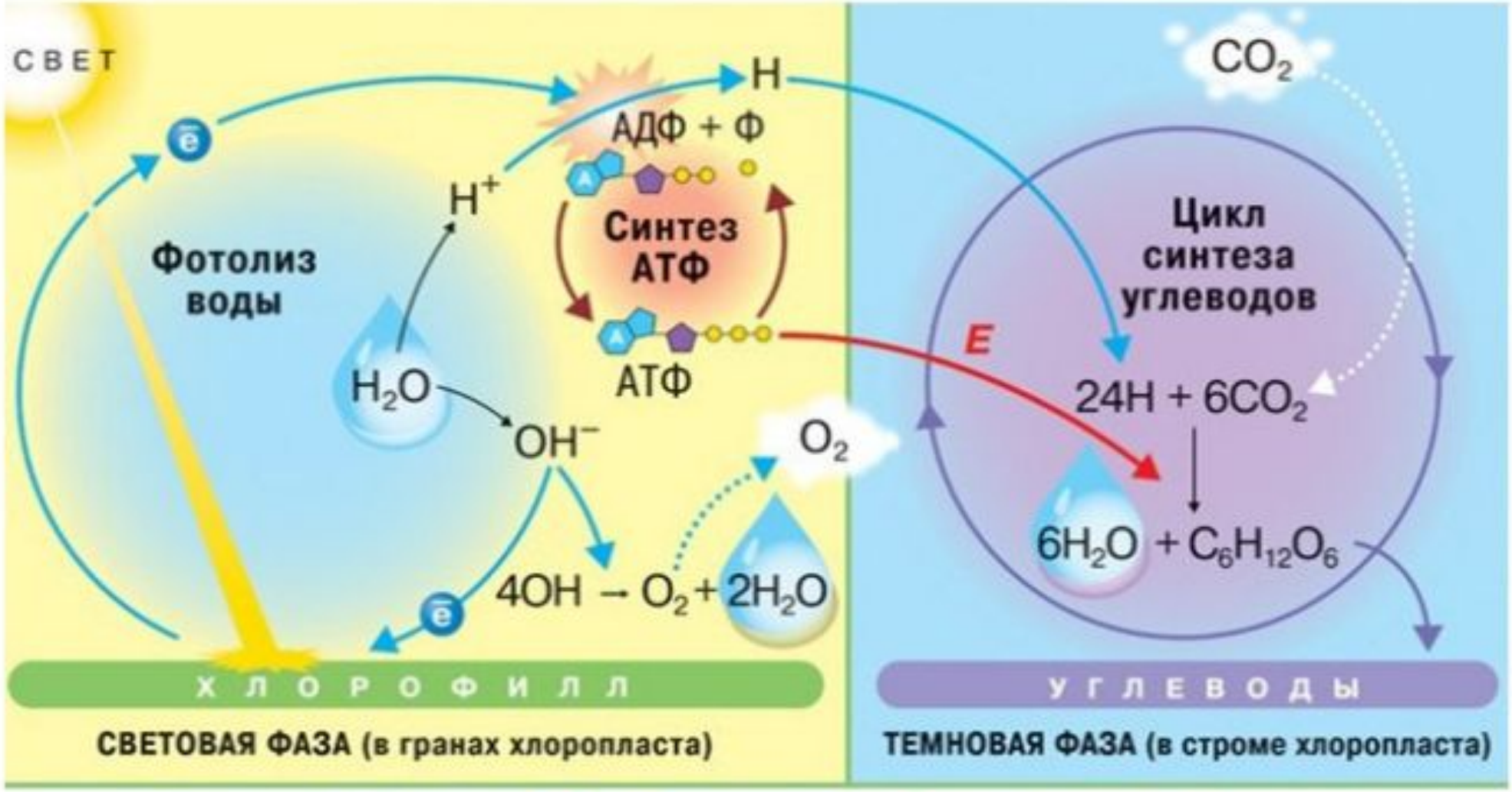



Фотосинтез
СВЕТ
Хлорофилл
H_2O
Световая фаза
O_2
АТФ
НАДФ·H_2
CO_2
Темновая фаза
$C_6H_{12}O_6$

Фазы фотосинтеза

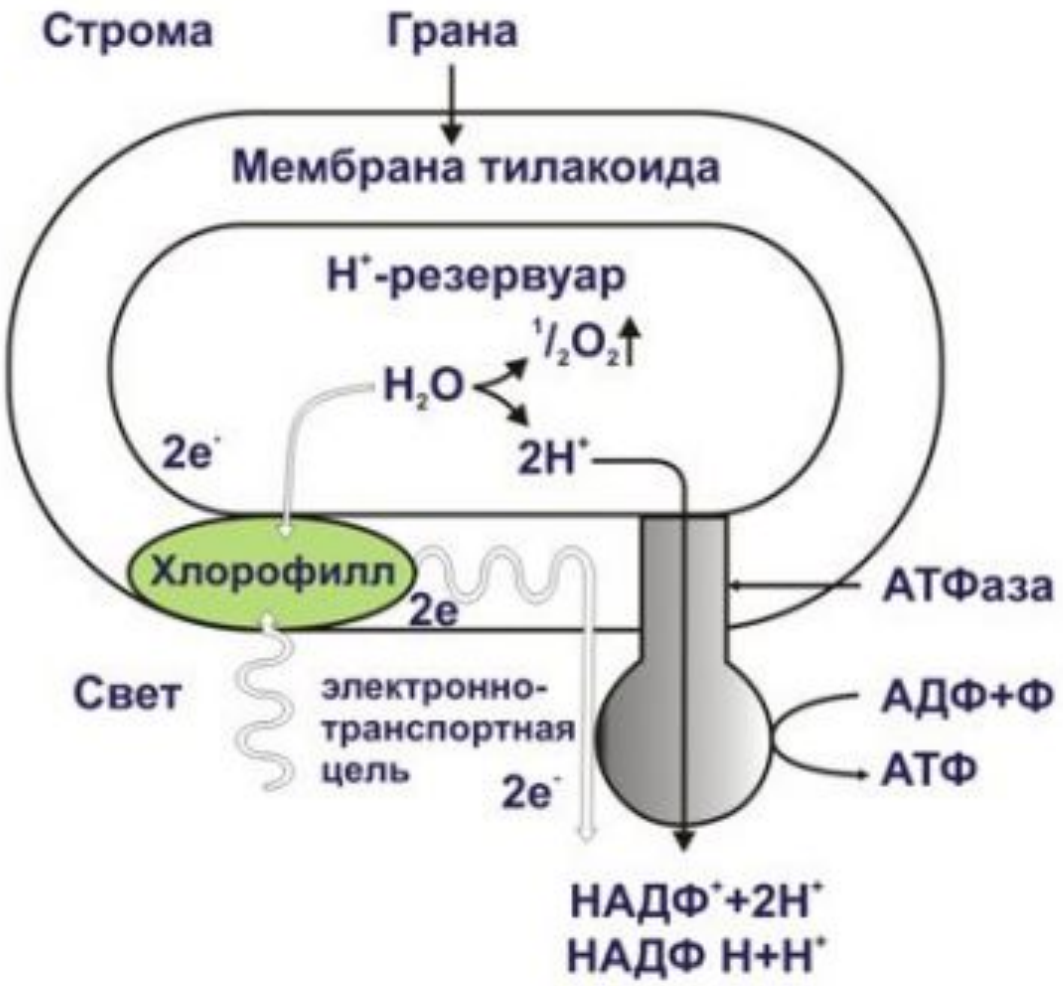
Фаза	Световая	Темновая
Солнечный свет	Необходим	Не требуется
Место протекания	На мембранах гран хлоропластов	В строме хлоропластов
Начальные продукты	H_2O, АДФ, хлорофилл, энергия света	CO_2, АТФ; НАДФ·H_2
Основные процессы	1.Возбуждение хлорофилла 2.Фотолиз воды (разложение воды под действием солнечного света 3.Образование АТФ (фосфорилирование)	1.Связывание CO_2 2.Образование глюкозы 3.Расщепление АТФ
Продукты	O_2, АТФ, атомы Н (НАДФ·H_2)	Глюкоза $C_6H_{12}O_6$
Дальнейшая «судьба» образовавшихся веществ	1.АТФ – темновая фаза источник энергии для связывания CO_2 2.Н – темновая фаза для синтеза глюкозы 3.O_2 – выделяется в атмосферу	Полимеризация глюкозы (синтез крахмала)

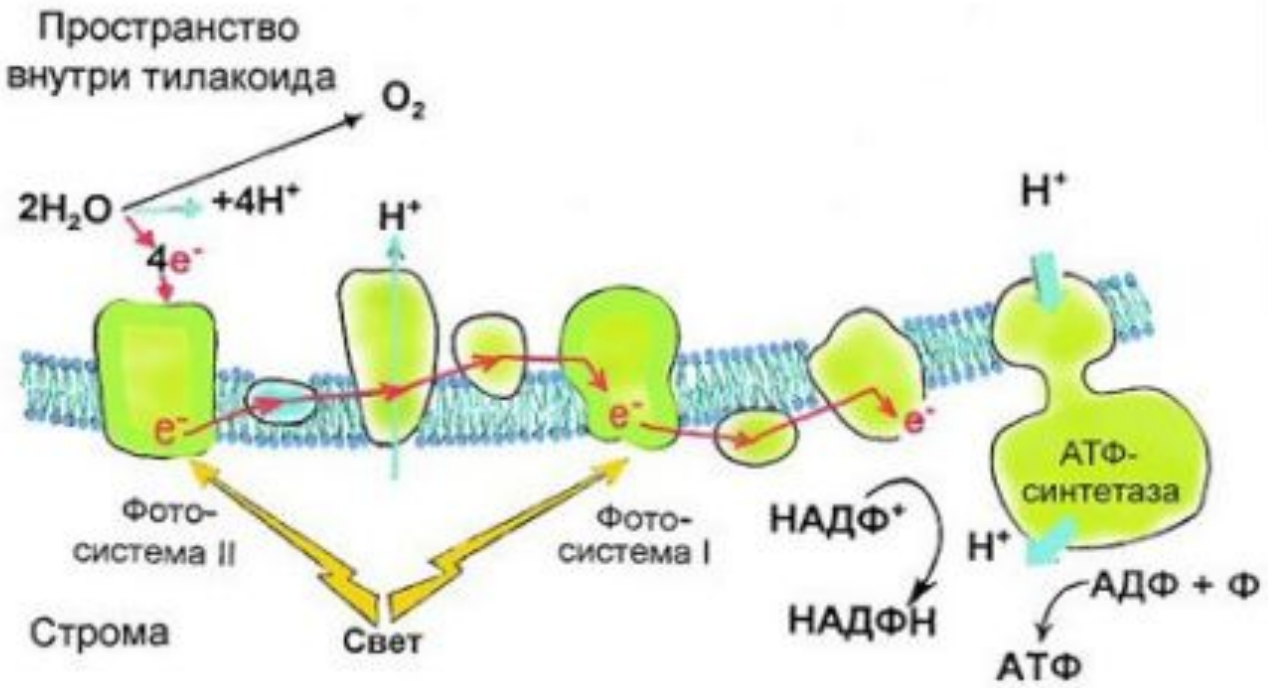
Фазы фотосинтеза



$$6CO_2 + 6H_2O \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

Световая фаза фотосинтеза





Световая фаза фотосинтеза

I. Молекула хлорофилла:

а) поглощение квантов солнечного света – хлорофилл переходит в возбужденное состояние

б) хлорофилл теряет электроны

в) электроны поступают в электроннотранспортную цепь, находящуюся в мембранах гран

хлорофилл ——(свет)——> хлорофилл* + е

II. Мембрана гран:

При движении электрона через цепь электроннотранспортную цепь выделяется энергия и синтезируется АТФ – фосфорилирование АДФ → АТФ

III. Внутреннее пространство гран:

Фотолиз воды – вода под действием света распадается на ионы H^+ и OH^-

H_2O ——(свет)——> $H^+ + OH^-$

H^+ ——> соединяются с молекулами переносчика $НАДФ^+ + 2H^+ + 4\,e$ ——> $НАДФ{\cdot}H_2$

OH^- - отдают электроны хлорофиллу и образуют свободные радикалы OH, которые взаимодействуют друг с другом, образуя воду и кислород

е + хлорофилл* ——> хлорофилл

OH^- ——> OH^- – е ——>4OH ——>$2H_2O$ и O_2 (выделяется в атмосферу)

Темновая фаза фотосинтеза

Накопленная в световую фазу АТФ используется для синтеза глюкозы из CO_2 (из воздуха) и

H – отсоединяется от $НАДФ{\cdot}H_2$

Космическая роль фотосинтеза

- Синтез большого количества органических соединений
- Накопление в атмосфере кислорода
- Образование озона, защищающего организмы от ультрафиолета
- Поглощение из атмосферы огромного количества углекислого газа
- Накопление запасов солнечной энергии в виде каменного угля, торфа, нефти

Сравнение фотосинтеза и дыхания

Фотосинтез	Признаки сравнения	Дыхание
1. Происходит только на свету	1. Отношение к солнечному свету	1.Происходит и на свету, и в темноте
2. Только зелёные клетки, содержащие хлорофилл	2. Место протекания	2. Все живые клетки растения
3. Углекислый газ и вода	3. Исходные вещества	3. Органические вещества и кислород
4. Органические вещества и кислород	4. Конечные продукты	4. Углекислый газ и вода
5. 2 фазы: световая и темновая	5. Основные этапы процесса	5. 3 этапа: подготовительный, бескислородный(гликолиз), кислородный(гидролиз)
6. Поглощается(преобразуется энергия солнечного света в энергию химических связей органических веществ)	6. Превращение энергии	6. Выделяется (преобразуется энергия солнечного света в энергию химических связей органических веществ)
7. Хлоропласты	7. Место образование АТФ	7. Митохондрии

Хемосинтез

Процесс синтеза органических соединений из неорганических за счет химической энергии окисления неорганических веществ (серы, сероводорода, железа, аммиака, водорода, нитрита и др.)

Хемосинтезирующие организмы

- Нитрифицирующие бактерии
- Водородные бактерии
- Азотфиксирующие бактерии
- Серобактерии
- Железобактерии

Сравнение фотосинтеза и хемосинтеза

Фотосинтез	Признаки сравнения	Хемосинтез
1. Солнечный свет	1. Используемая энергия	1.Энергия окисления неорганических веществ
2. Растения	2. Организмы	2. Бактерии
3. Выделяется в атмосферу	3. Кислород	3. Используется для окисления

Значение хемосинтеза

1) разрушение горных пород
2) очищение сточных вод
3) образование полезных ископаемых

Примеры хемосинтеза

- Нитрифицирующие бактерии окисляют аммиак, образующийся при гниении органических остатков, сначала до азотистой, а затем до азотной кислоты:

$$2NH_3 + 3O_2 = 2HNO_2 + 2H_2O + 663 \text{ кДж}$$

$$2HNO_2 + O_2 = 2HNO_3 + 142 \text{ кДж}$$

Азотная кислота, реагируя с минеральными веществами почвы, образует нитраты, которые хорошо усваиваются растениями

- Бесцветные серобактерии окисляют сероводород и накапливают в своих клетках серу:

$$2H_2S + O_2 = 2H_2O + 2S + 272 \text{ кДж}$$

При недостатке сероводорода бактерии производят дальнейшее окисление серы до H_2SO_4 :

$$2S + 3O_2 + 2H_2O = 2H_2SO_4 + 636 \text{ кДж}$$

- Железобактерии окисляют двухвалентное железо до трехвалентного:

$$4FeCO_3 + O_2 + H_2O = 4Fe(OH)_3 + 4CO_2 + 324 \text{ кДж}$$

- Водородные бактерии используют энергию, выделяющуюся при окислении водорода:

$$2H_2 + O_2 = 2H_2O + 235 \text{ кДж}$$

Суммарные уравнения и частные реакции фотосинтеза

Общая реакция фотосинтеза	$12H_2O + 6CO_2 \xrightarrow{\text{энергия света}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O$
Фотолиз воды	$12H_2O \xrightarrow{\text{энергия света}} 6O_2 + 24H^+ + 24\bar{e}$
Образование восстановителя	$12НАДФ^+ + 24H^+ + 24\bar{e} \xrightarrow{\text{энергия света}} 12НАДФ \cdot H_2$
Фото-фосфорилирование	$18АДФ + 18Ⓟ \xrightarrow{\text{энергия света}} 18АТФ$
Все световые реакции вместе	$12H_2O + 12НАДФ^+ + 18АДФ + 18Ⓟ \xrightarrow{\text{энергия света}}$ $\longrightarrow 6O_2\uparrow + 12НАДФ \cdot H_2 + 18АТФ$ +
Все темновые реакции	$6CO_2 + 12НАДФ \cdot H_2 + 18АТФ \longrightarrow$ $\longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 12НАДФ^+ + 18АДФ + 18Ⓟ + 6H_2O$