

# Тема урока: «Фотосинтез»



**К. А. Тимирязев писал:**

**«Дайте самому лучшему повару сколько угодно свежего воздуха, солнечного свет и целую речку чистой воды и попросите, чтобы из всего этого он приготовил вам сахар, крахмал, жиры и зерно – он решит, что вы над ним смеётесь».**

**О чём говорил учёный?**

- Фотосинтез, являющийся одним из самых распространенных процессов на Земле, обуславливает природные круговороты углерода, кислорода и других элементов и обеспечивает материальную и энергетическую основу жизни на нашей планете. Фотосинтез является единственным источником атмосферного кислорода.
- Процесс фотосинтеза является основой питания всех живых существ, а также снабжает человечество топливом (древесина, уголь, нефть), волокнами (целлюлоза) и бесчисленными полезными химическими соединениями. Из диоксида углерода и воды, связанных из воздуха в ходе фотосинтеза, образуется около 90-95% сухого веса урожая. Остальные 5-10% приходятся на минеральные соли и азот, полученные из почвы.
- Человек использует около 7% продуктов фотосинтеза в пищу, в качестве корма для животных и в виде топлива и строительных материалов.

# Фотосинтез

Фотосинтез — это процесс образования органического вещества из углекислого газа и воды на свету при участии фотосинтетических пигментов.

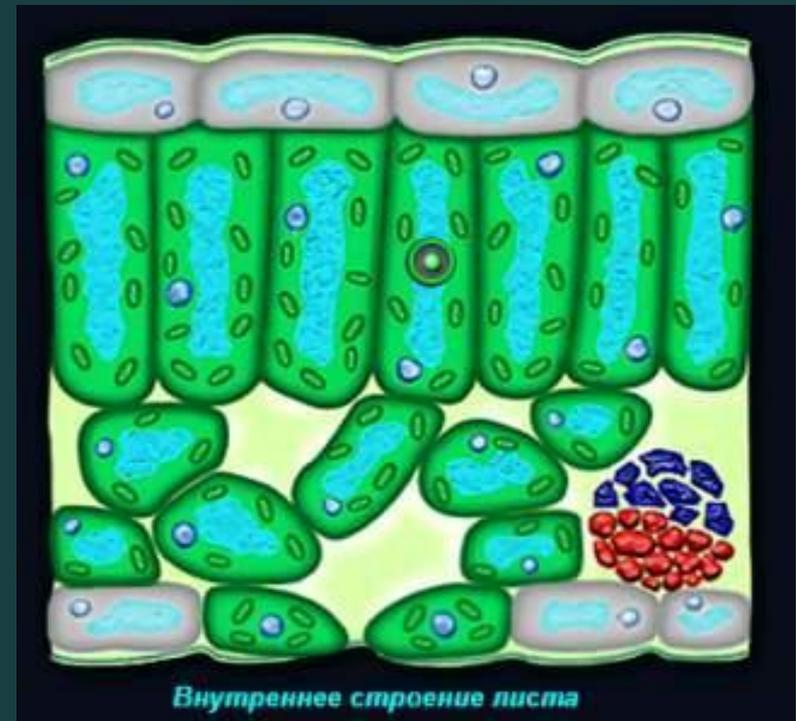
Суммарное уравнение фотосинтеза:



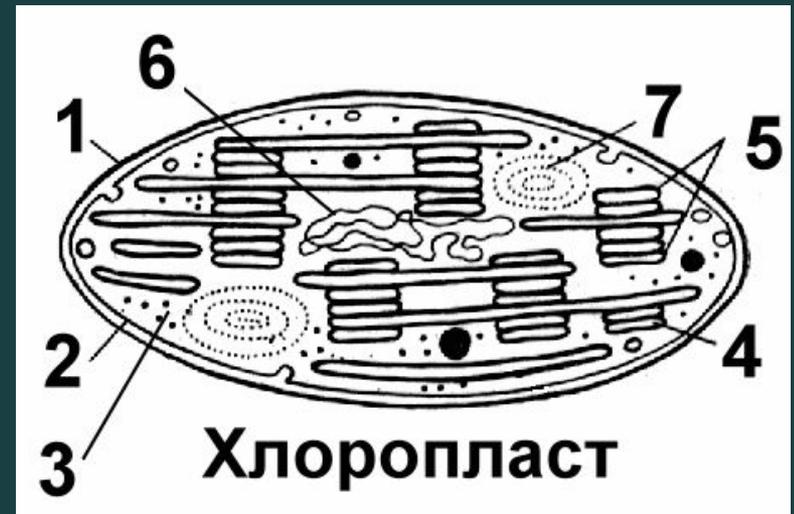
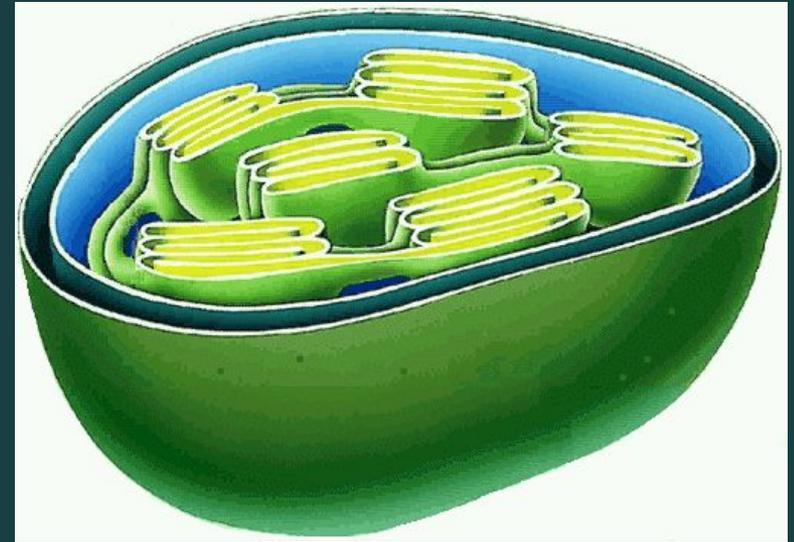
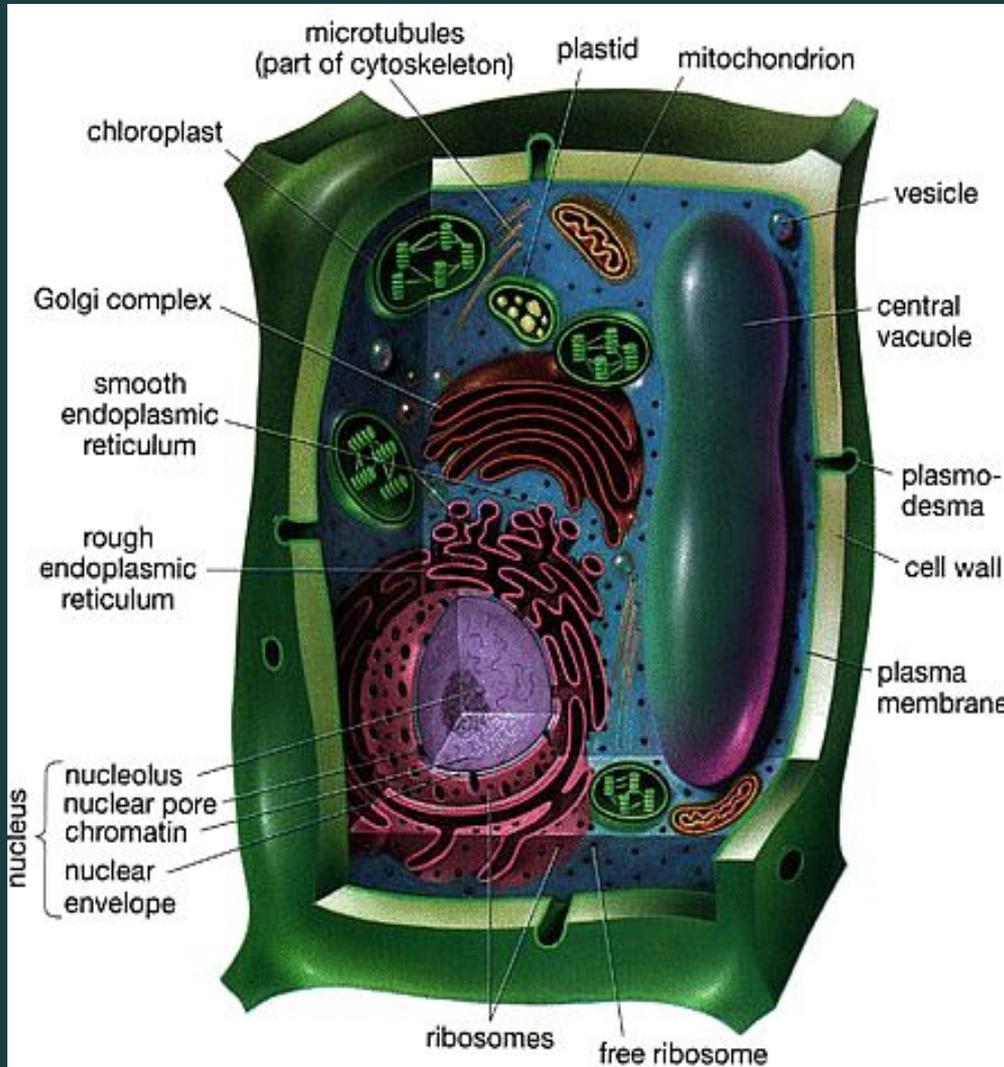
В современной физиологии растений под фотосинтезом чаще понимается фотоавтотрофная функция - совокупность процессов поглощения, превращения и использования энергии квантов света в реакциях превращения углекислого газа в органические вещества.

# Фотосинтез

Главным органом фотосинтеза является лист, в клетках которого имеются специализированные органоиды, ответственные за фотосинтез — хлоропласты.



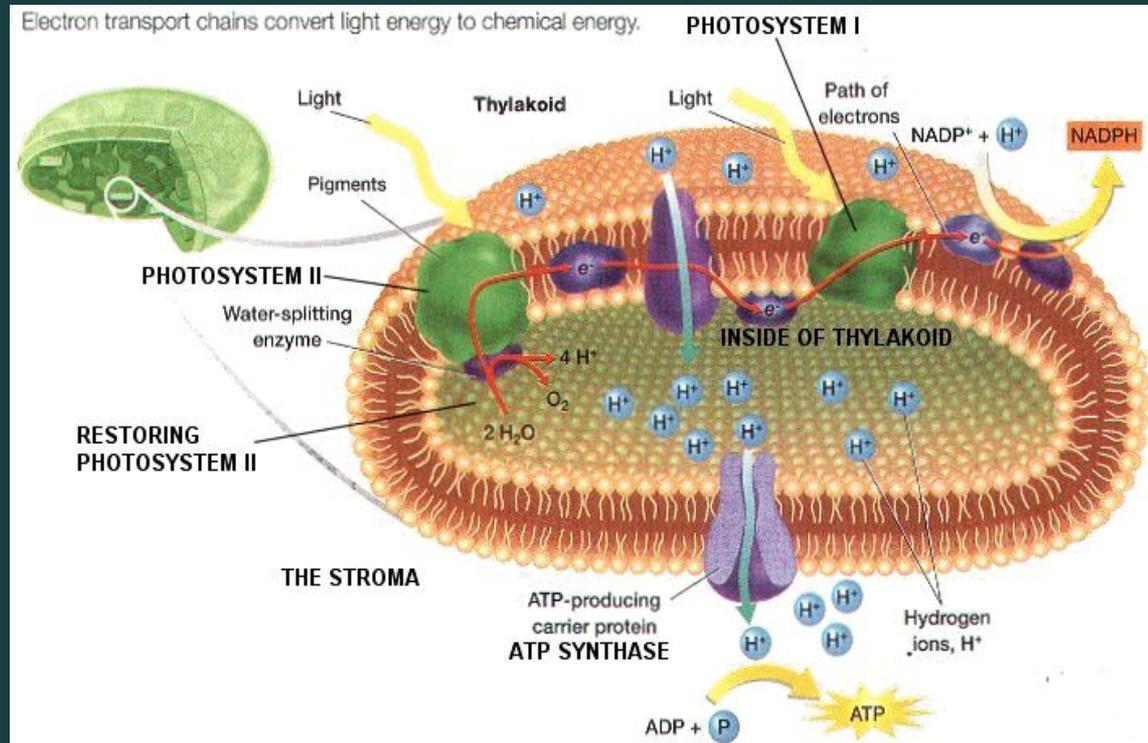
# Хлоропласты



# Фотосинтез

В процессе фотосинтеза различают две фазы: световую и темновую.

Световая фаза происходит только на свету в мембранах тилакоидов, содержащих молекулы хлорофилла, белки цепи переноса электронов и особые ферменты – АТФ-синтетазы.

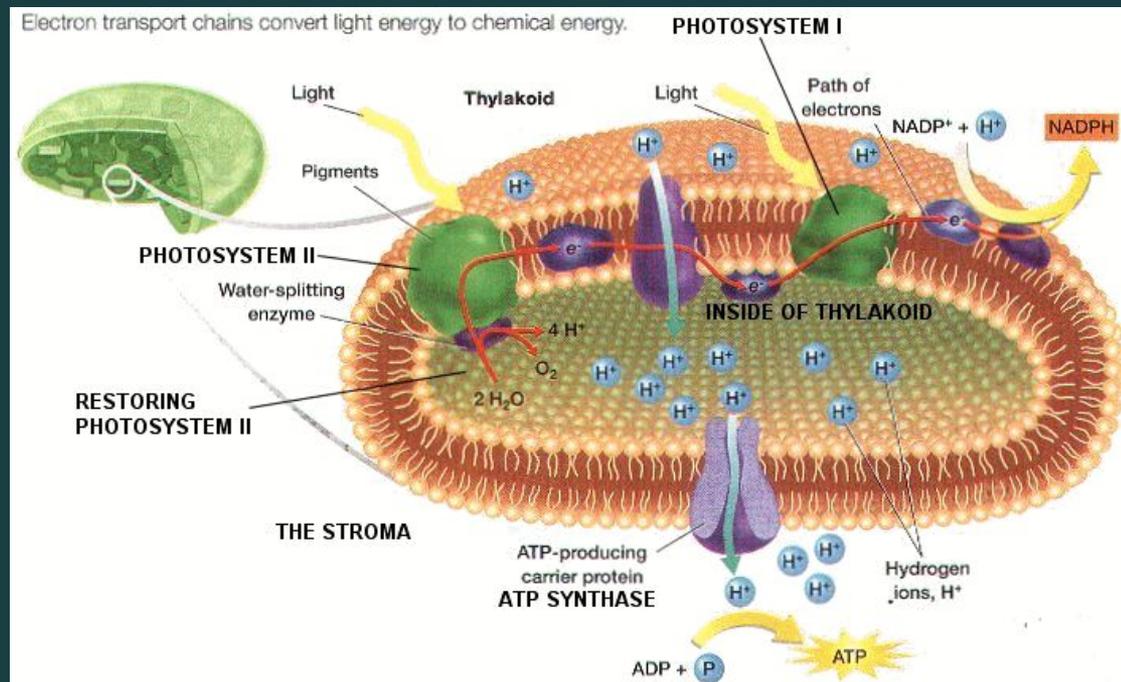


# Фотосинтез

фаза	световая	темновая
место протекания реакций	в хлоропластах на мембранах тилакоидов	в строме хлоропластов
начальные продукты	$H_2O$ , АДФ, хлорофилл, энергия света	$CO_2$ , рибулозобисфосфат, АТФ; НАДФ· $H_2$
суть процесса	фотолиз воды, фосфорилирование	карбоксилирование, гидрирование, дефосфорилирование
конечные продукты	$O_2$ ; АТФ; НАДФ· $H_2$	$C_6H_{12}O_6$

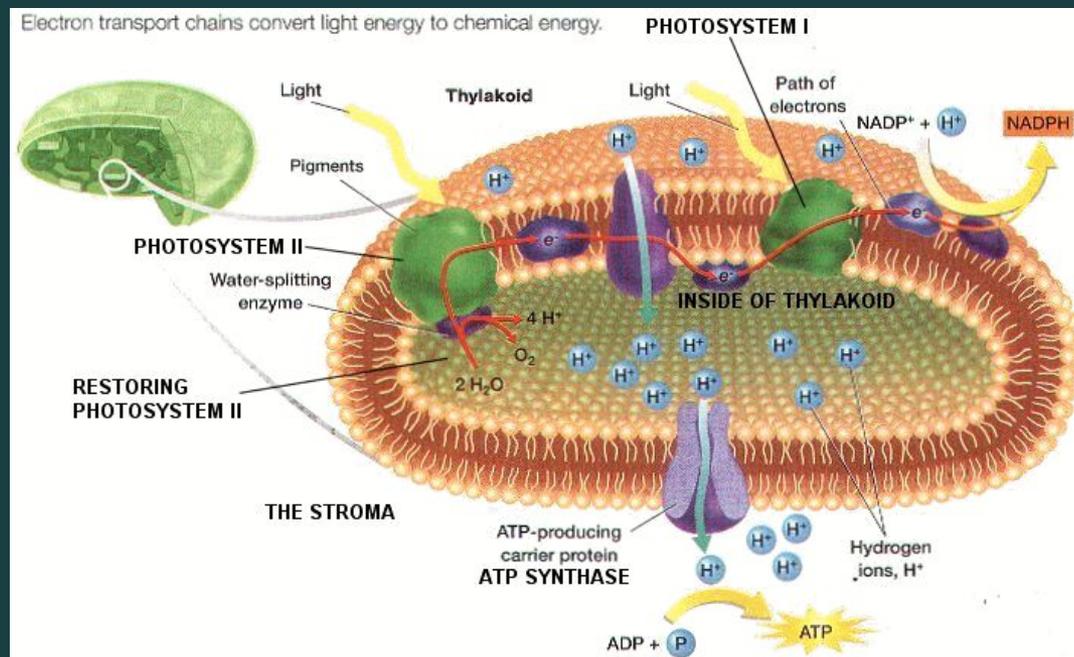
# Световая фаза фотосинтеза

Под действием энергии кванта света электроны хлорофилла возбуждаются, покидают молекулу и попадают на внешнюю сторону мембраны тилакоида, которая в итоге заряжается отрицательно.



# Световая фаза фотосинтеза

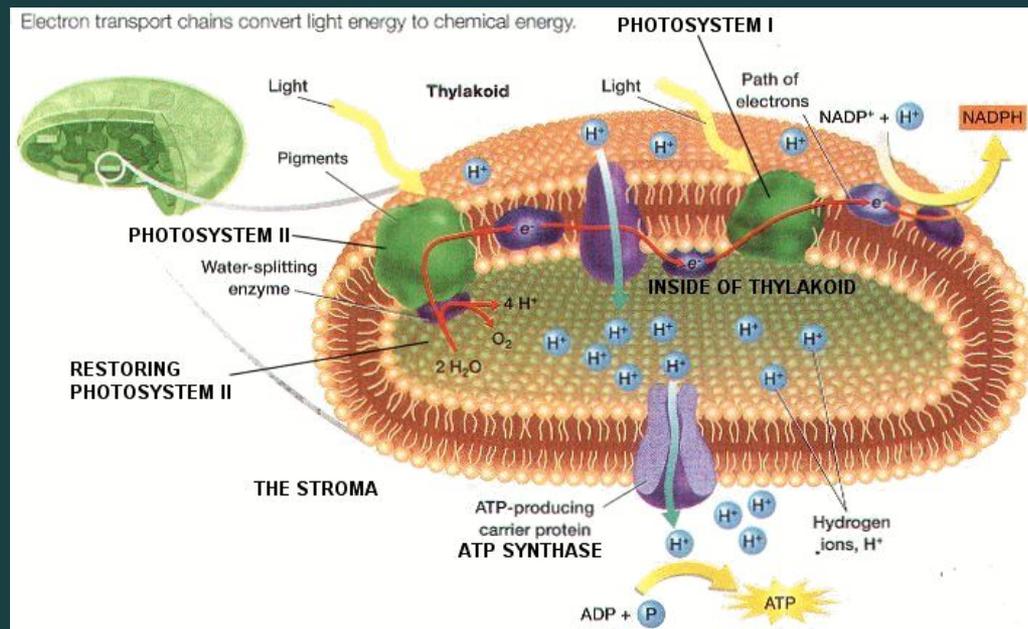
Окисленные молекулы хлорофилла восстанавливаются, разлагая воду - отбирая электроны у водорода воды с помощью особого фермента, связанного с фотосистемой-2. Кислород при этом удаляется во внешнюю среду, а протоны накапливаются в «протонном резервуаре».





# Световая фаза фотосинтеза

Когда разность потенциалов между наружной и внутренней сторонами мембраны тилакоида достигает 200 мВ, срабатывает фермент АТФ-синтетаза, протоны проталкиваются через его канал и происходит фосфорилирование АДФ до АТФ, а атомарный водород идет на восстановление специфического переносчика  $\text{НАДФ}^+$  до  $\text{НАДФ}\cdot\text{H}_2$ .



# Световая фаза фотосинтеза

**АДФ → АТФ**

$4e^- + 4H^+ + 2НАДФ = 2НАДФ \cdot H_2 + Q$

2 и 1 - фотосистемы. Только 2 способна отбирать  $e^-$  у воды

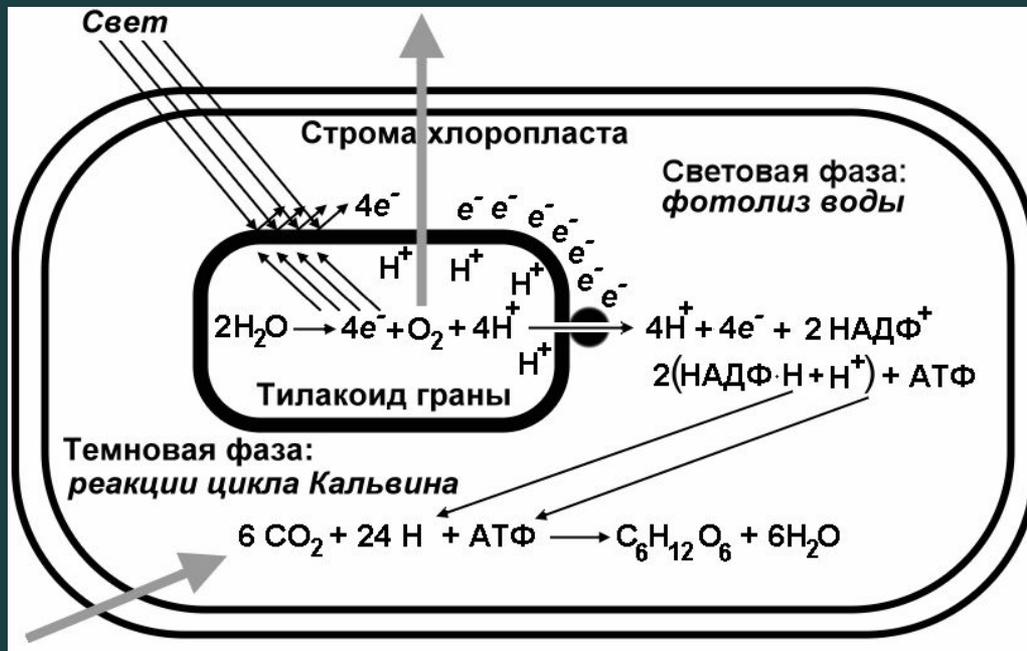
Световая фаза, фотолиз воды:

1. Выделение  $O_2$
2. Образование  $НАДФ \cdot H_2$
3. Образование АТФ.

**Фотофосфорилирование АДФ до АТФ АТФ-синтетазой**

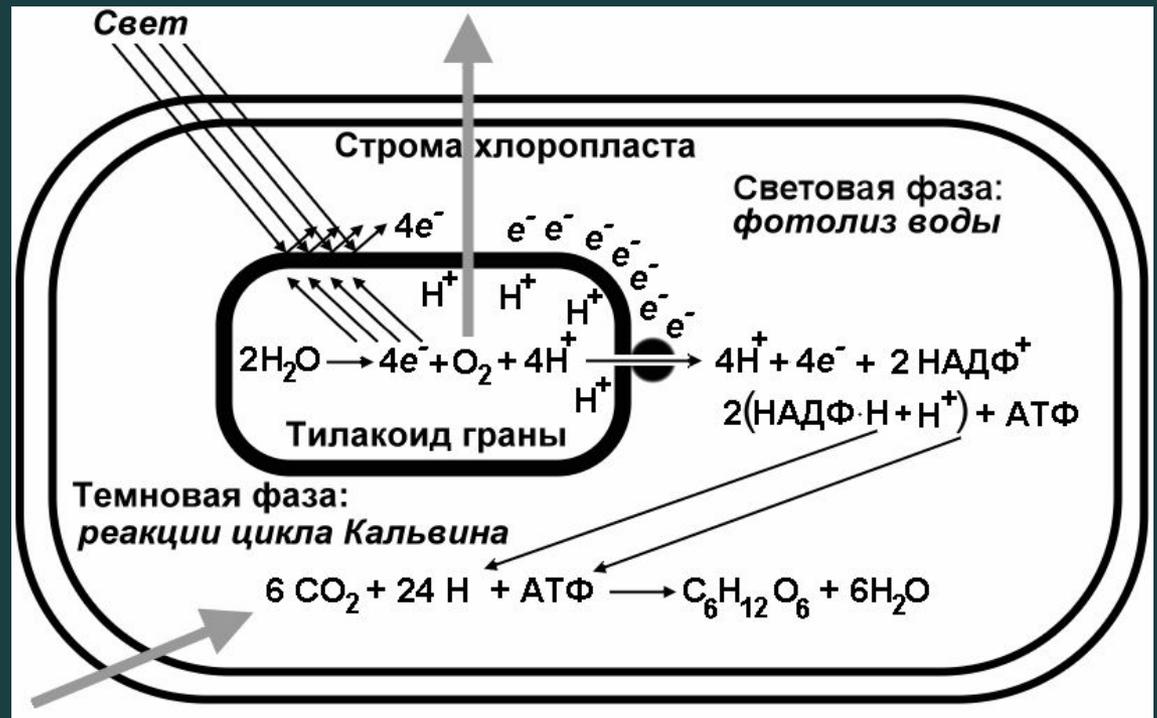
# Темновая фаза

Темновая фаза протекает в другое время и в другом месте - в строме хлоропласта. Для ее реакций не нужна энергия света. Происходит фиксация углекислого газа, содержащегося в воздухе, причем акцептором углекислого газа является пятиуглеродный сахар рибулозобисфосфат.



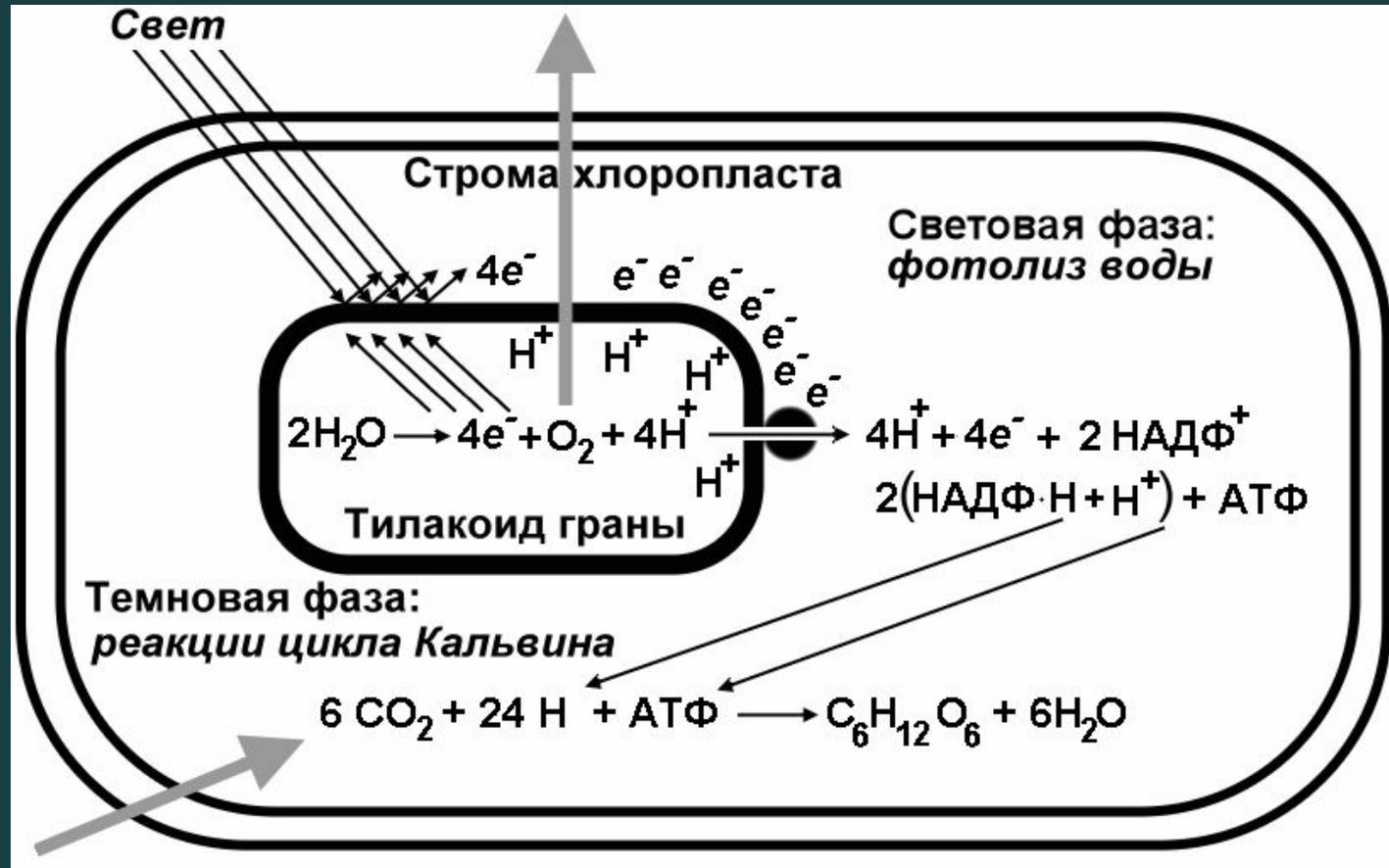
# Темновая фаза

Мелвин Кальвин, лауреат Нобелевской премии, показал, как происходит образование углеводов в темновую фазу фотосинтеза. Происходит поглощение  $\text{CO}_2$  и карбоксилирование пятиуглеродного сахара рибулозобисфосфата с образованием 6-углеродного соединения.



# Темновая фаза

Затем происходит цикл реакций Кальвина, в которых через ряд промежуточных продуктов происходит образование глюкозы.



# Фотосинтез

Фотосинтез — это процесс образования органического вещества из углекислого газа и воды на свету при участии фотосинтетических пигментов.

Суммарное уравнение фотосинтеза:



В современной физиологии растений под фотосинтезом чаще понимается фотоавтотрофная функция - совокупность процессов поглощения, превращения и использования энергии квантов света в реакциях превращения углекислого газа в органические вещества.