

ФОТОСИНТЕЗ

A scenic landscape featuring a field of yellow wildflowers in the foreground, a dense forest of green trees in the middle ground, and blue mountains with white clouds in the background. The sky is a clear blue with some light clouds.

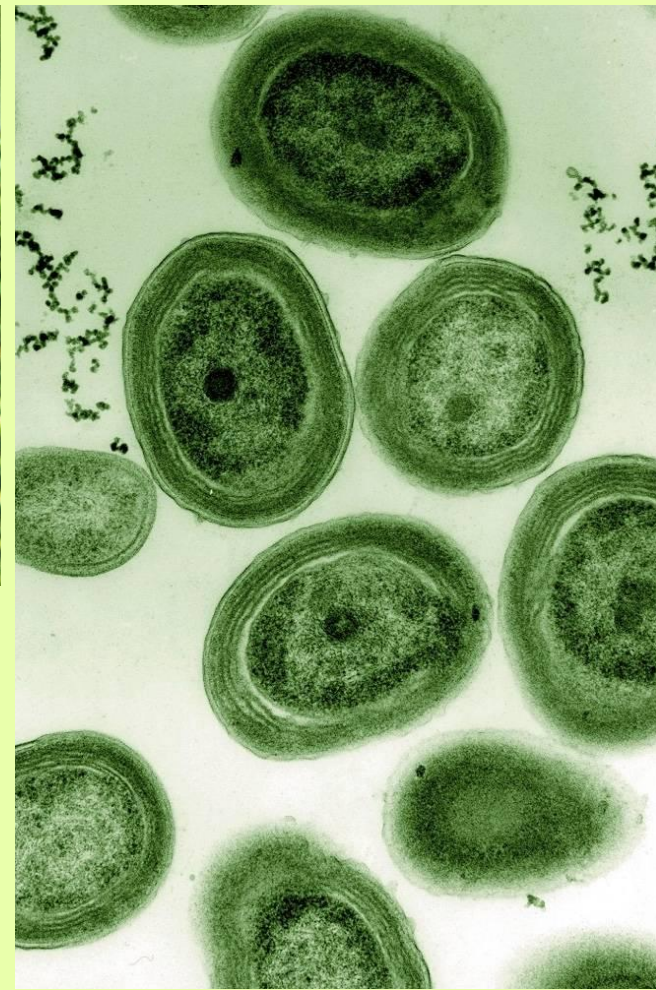
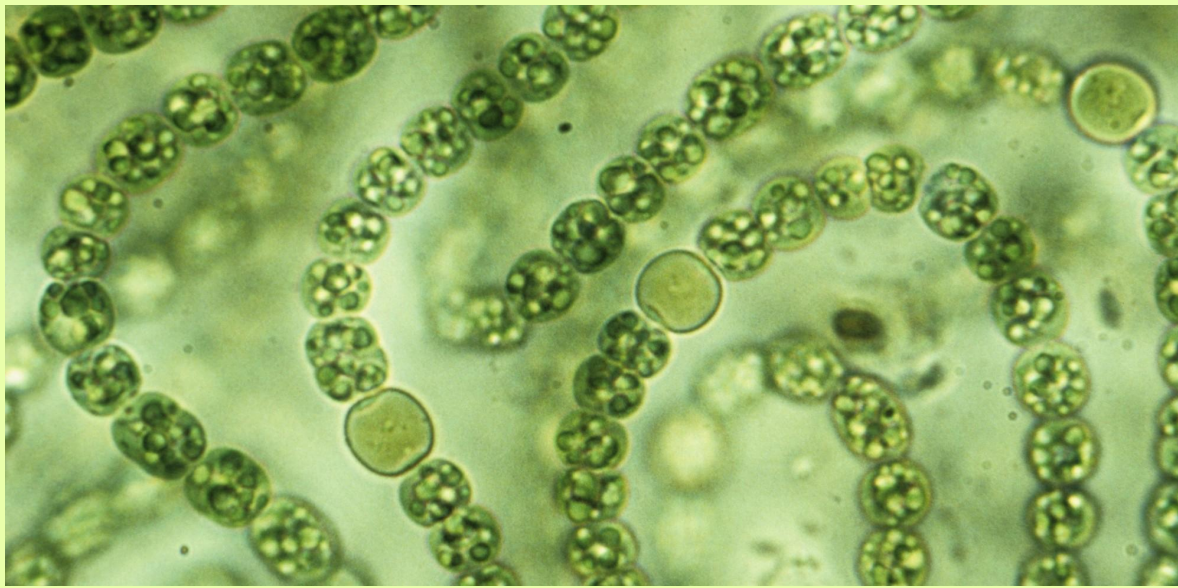
Основные положения

Фотосинтез – это процесс создания в клетке органических веществ из неорганических с использованием энергии света

Справка: название процесса происходит от греческих слов *φωτός* – «свет» и *σύνθεσις* – «соединение, складывание, связывание»

Фотосинтез является основным способом создания органических веществ на Земле. А поскольку получение органических веществ путем их синтеза из неорганических называется **автотрофным питанием**, то фотосинтез является основным способом автотрофного питания в природе.

Далеко не все живые организмы способны осуществлять фотосинтез, поскольку этот процесс требует использования сложных белковых комплексов и многочисленных дополнительных компонентов, таких как пигменты, кофакторы и ионы металлов.



Большая часть фотосинтезирующих организмов – это **бактерии**. В первую очередь, это различные виды цианобактерий, которых прежде называли **синезелеными водорослями**.

Среди **эукариотов** к фотосинтезу способны только те, кто сумел в свое время вступить в симбиоз с цианобактериями. Симбиотические цианобактерии в ходе эволюции превратились в такие органоиды клетки, как **хлоропласты**.

Фотосинтезирующие эукариоты:

Диатомовая водоросль
слева

Травянистое растение
(папоротник)
справа

Дерево (клен)
внизу



Из эукариотов к фотосинтезу способны некоторые группы одноклеточных и единственное царство многоклеточных — Растения.



A. Mikhailov 2013

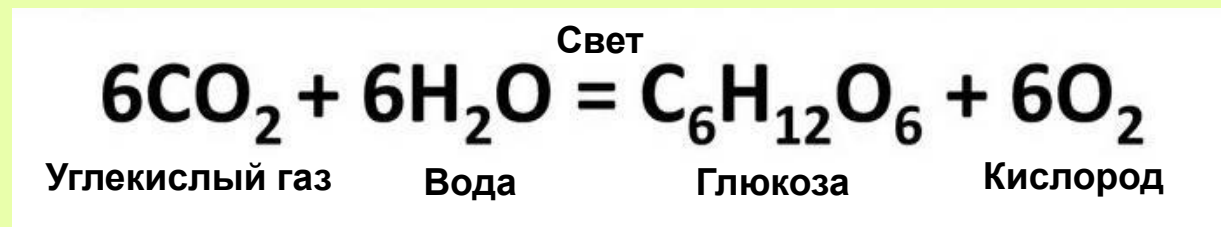
10 μ m



Хлоропласт – двумембранный органоид клетки, выполняющий функцию фотосинтеза. Хлоропласт является потомком древних цианобактерий, когда-то захваченных предками эукариотических клеток, в процессе эволюции претерпевшим существенные изменения, направленные, прежде всего, на повышение эффективности его работы.

Именно в хлоропластах и происходит у эукариотов процесс фотосинтеза.

Суть процесса можно выразить уравнением:

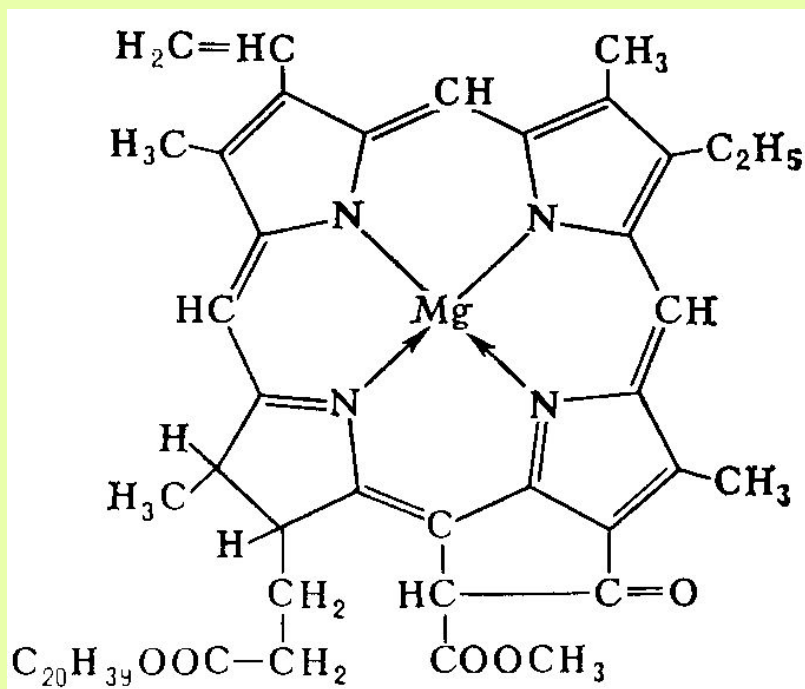


То есть в процессе фотосинтеза происходит построение молекулы глюкозы из углекислого газа и воды с использованием энергии света. При этом одним из продуктов реакции является кислород.

Фотосинтез происходит в два этапа, поэтому принято говорить о двух фазах фотосинтеза: **световой** и **темновой**.

Световая фаза фотосинтеза называется так, потому что именно на этом этапе происходит **поглощение хлоропластом света**.

Для поглощения света используются специальные вещества – пигменты, важнейшим из которых является **хлорофилл**.

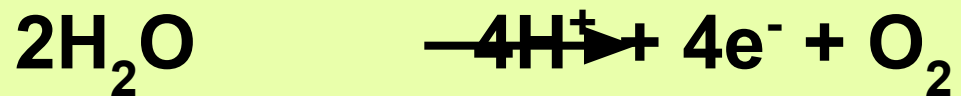


Хлорофилл- сложное органическое вещество из группы порфиринов. В его состав также входит ион магния.

Хлорофилл – зелёный пигмент. Именно он придает окраску листьям растений.

Хлорофилл поглощает красную и синюю части солнечного спектра, и энергия именно этих лучей используется в дальнейшем для фотосинтеза.

В световой фазе фотосинтеза энергия поглощенного хлорофиллом света передается белкам, находящимся во **внутренней мембране** хлоропласта. Эти белки используют полученную энергию для разрушения молекулы **воды**. Этот процесс называется **фотолизом воды**.

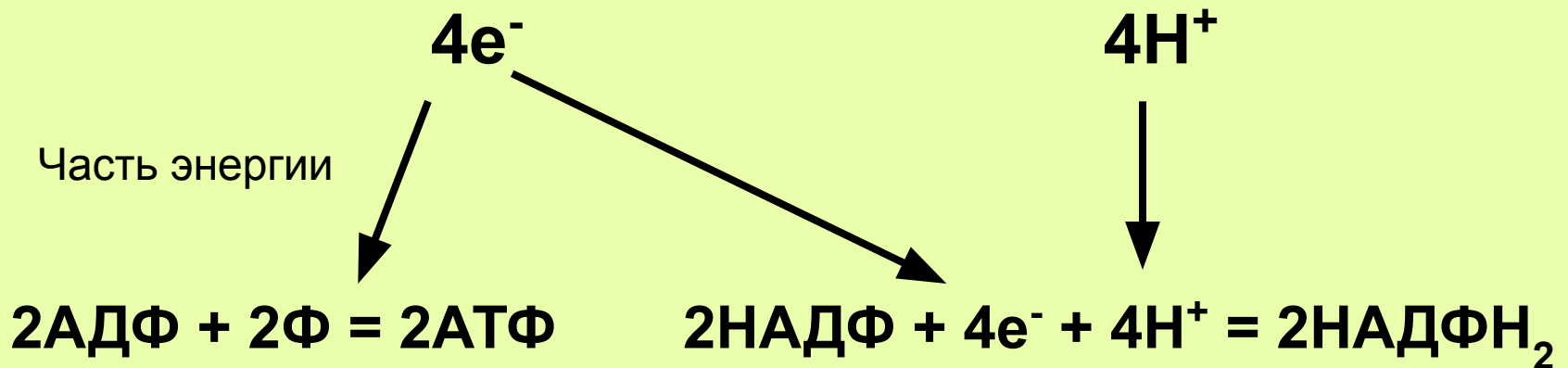


Вода разлагается на четыре иона водорода, четыре электрона, которым передается энергия света, и молекулу **кислорода**. Кислород выделяется в окружающую среду именно на этом этапе.

Важно отметить, что весь кислород, который присутствует в атмосфере Земли, был выделен туда бактериями и растениями в результате фотосинтеза. Именно поэтому леса и болота часто называют «легкими планеты».

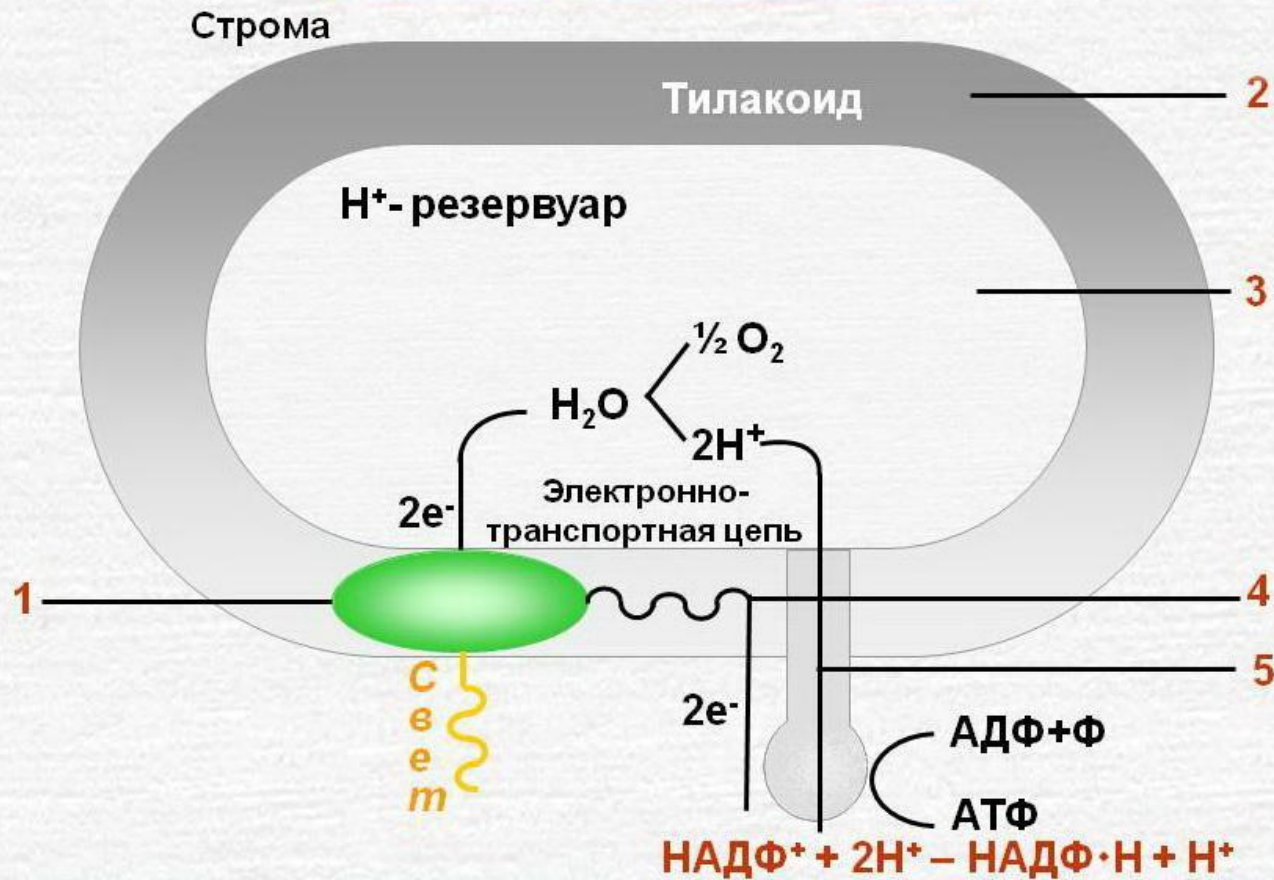
Электроны, получившие дополнительную энергию в результате поглощения света, в течение световой фазы фотосинтеза **теряют часть этой энергии**, отдавая ее на синтез двух молекул **АТФ**.

В конце световой фазы эти **электроны и ионы водорода** передаются на специальные молекулы-переносчики, которые называются **НАДФ**.



В итоге, поглощенная энергия света оказывается переданной на 2 молекулы **АТФ** и 2 молекулы **НАДФН₂**

Световая фаза фотосинтеза



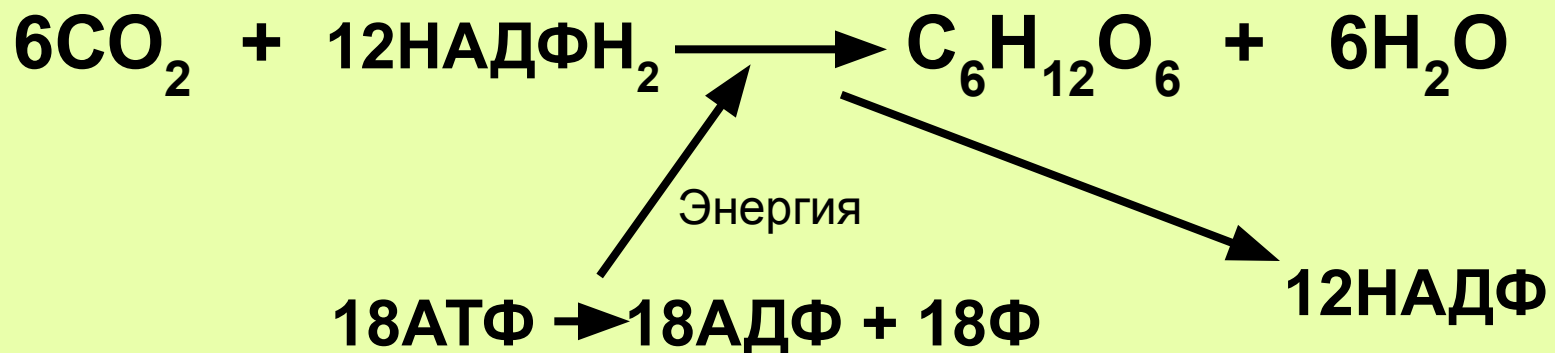
1 – хлорофилл; 2 – мембрана тилакоида; 3 – внутренняя часть тилакоида; 4 – цепь электронпереносящих ферментов; 5 – канал с ферментом АТФ-синтетазой

Все процессы световой фазы фотосинтеза происходят на **внутренней мембране** хлоропласта, в основном, в структурах, которые называются **гранами**.

На рисунке показан тот же процесс для 2-х электронов.

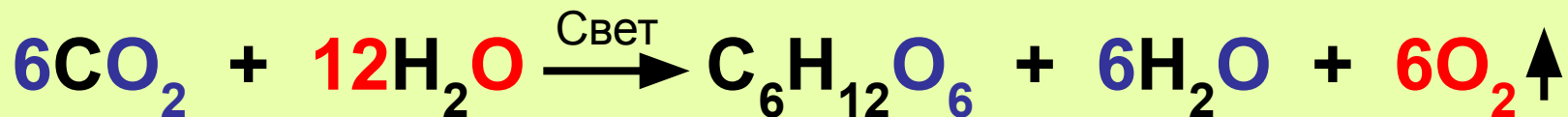
Темновая фаза фотосинтеза протекает в **строме** хлоропласта. В темновой фазе из окружающей среды поглощается **углекислый газ**. Этот углекислый газ затем используется белками-ферментами для синтеза глюкозы.

Синтез глюкозы – процесс, требующий **затрат энергии**. Как источники энергии для темновой фазы используются молекулы АТФ и НАДН₂, полученные в световой фазе.

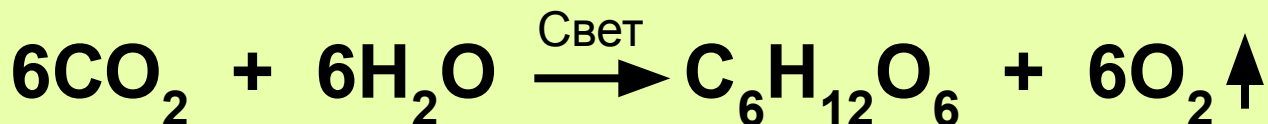


То есть в темновой фазе фотосинтеза происходит синтез глюкозы из углекислого газа с использованием энергии света, поглощенной в световой фазе.

Итоговое уравнение фотосинтеза будет выглядеть так:



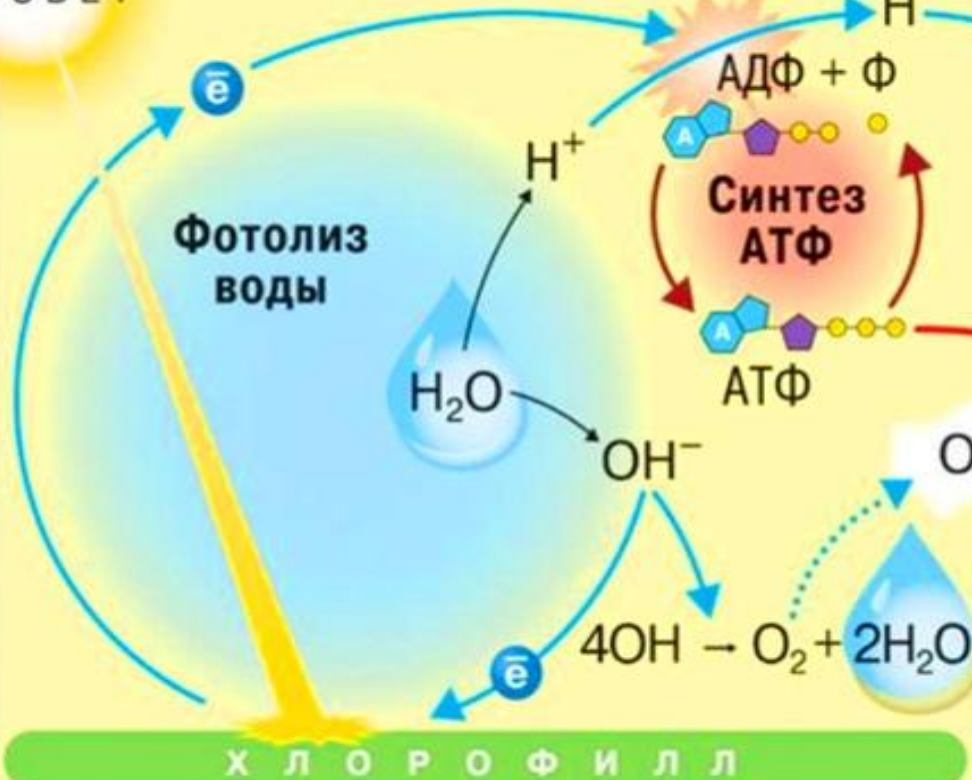
При сокращении воды в левой и правой части получим уже знакомое нам уравнение:



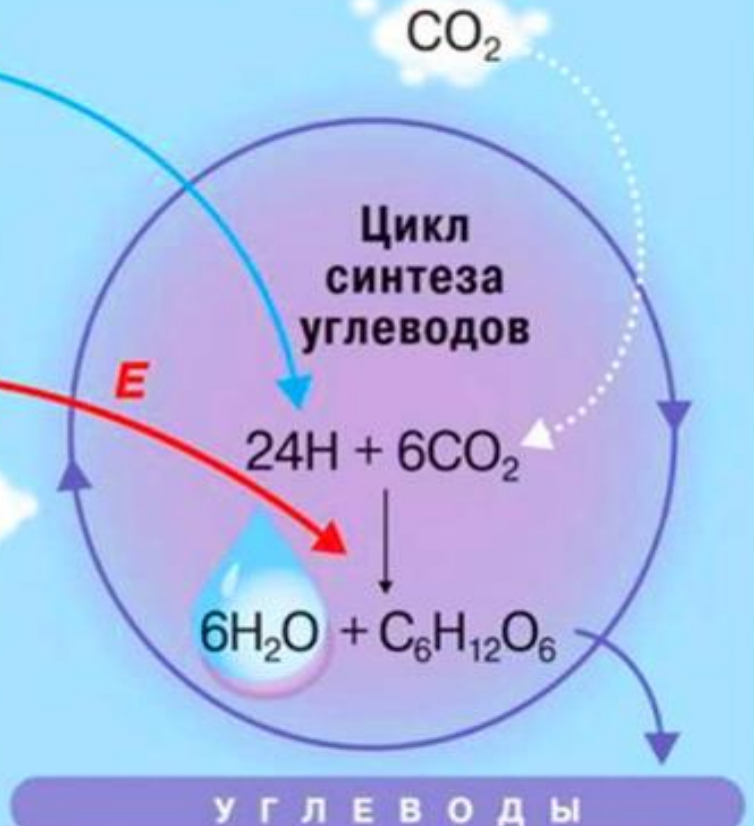
При этом стоит быть внимательным и помнить, что весь кислород, необходимый для синтеза глюкозы, получается исключительно из углекислого газа, а весь молекулярный кислород, выделяемый в результате фотосинтеза, берется исключительно из воды. После сокращения уравнения этот факт перестает быть очевидным.

ФОТОСИНТЕЗ

СВЕТ



СВЕТОВАЯ ФАЗА (в гранах хлоропласта)



ТЕМНОВАЯ ФАЗА (в строме хлоропласта)



Эта схема иллюстрирует все, сказанное ранее.