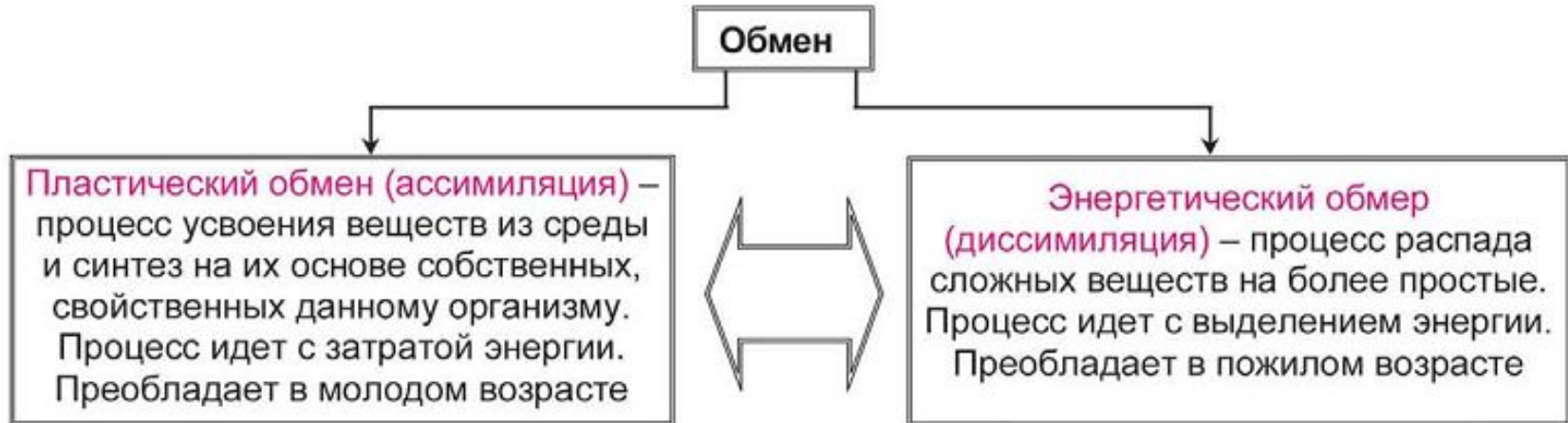
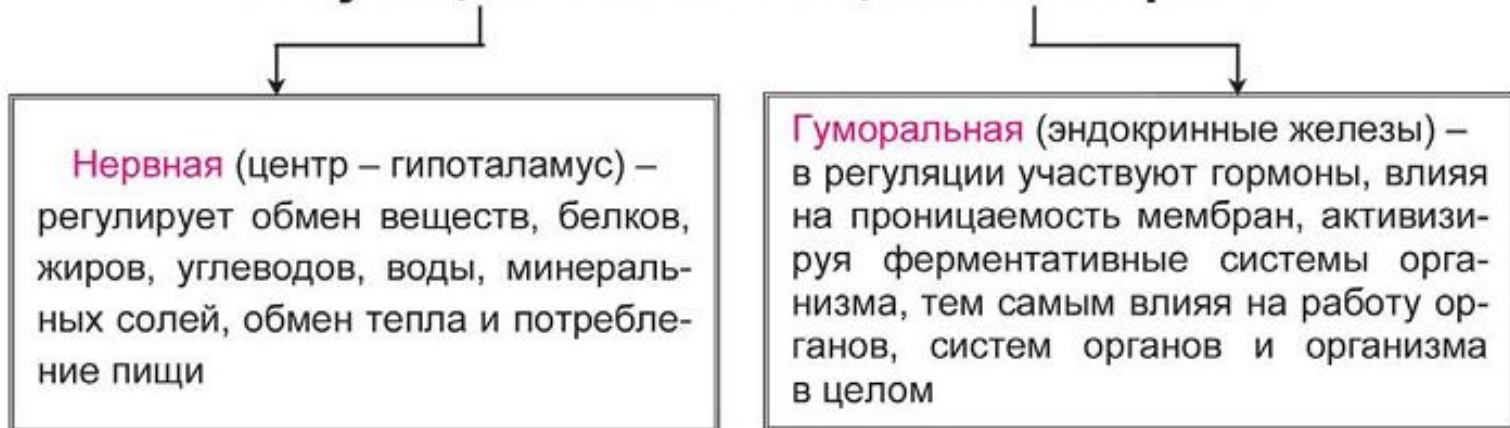


Обмен веществ и энергии

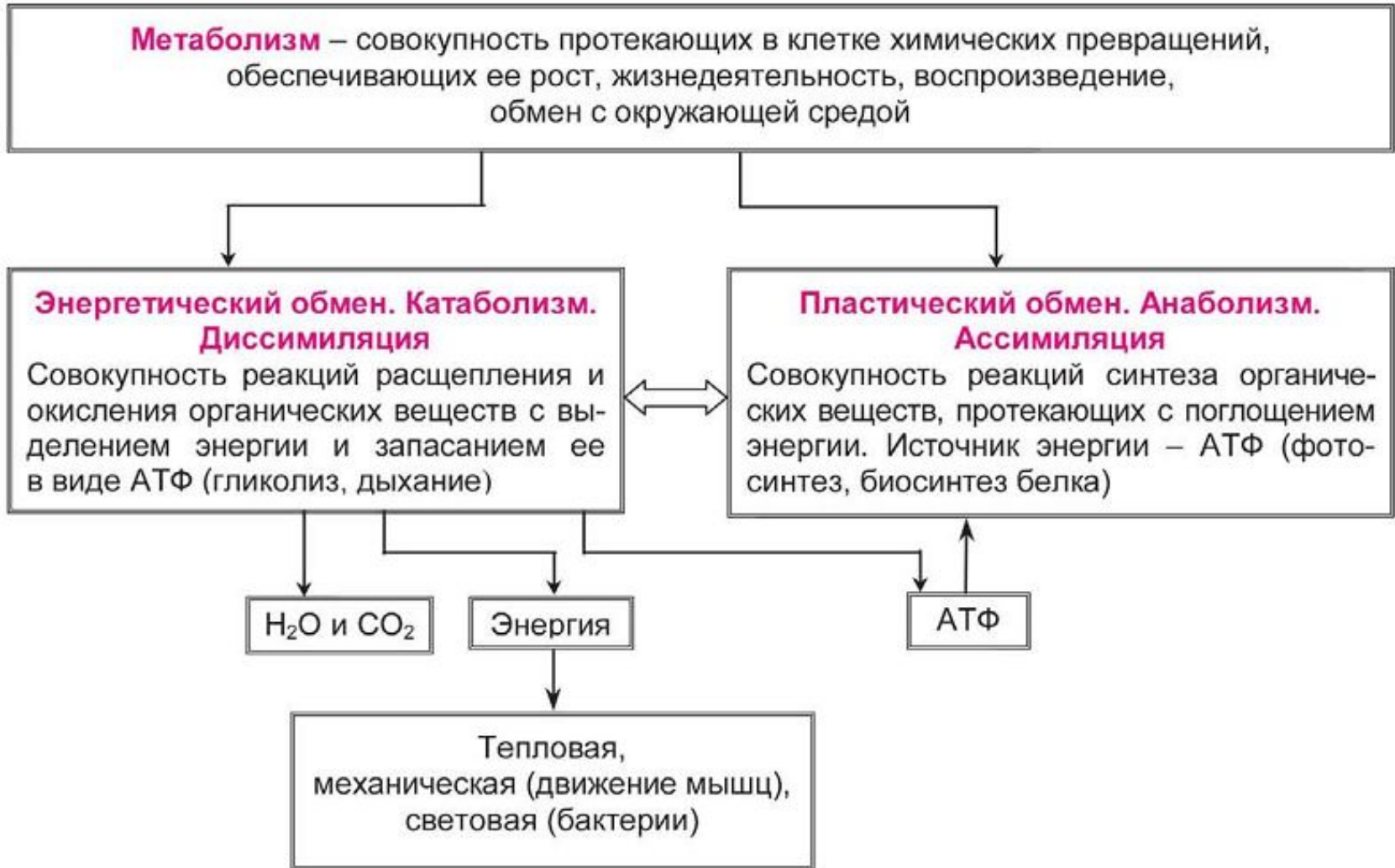
Обмен веществ – это сложная цепь превращений веществ в организме, начиная с момента поступления из внешней среды и кончая удалением конечных продуктов распада.



Регуляция обмена веществ и энергии



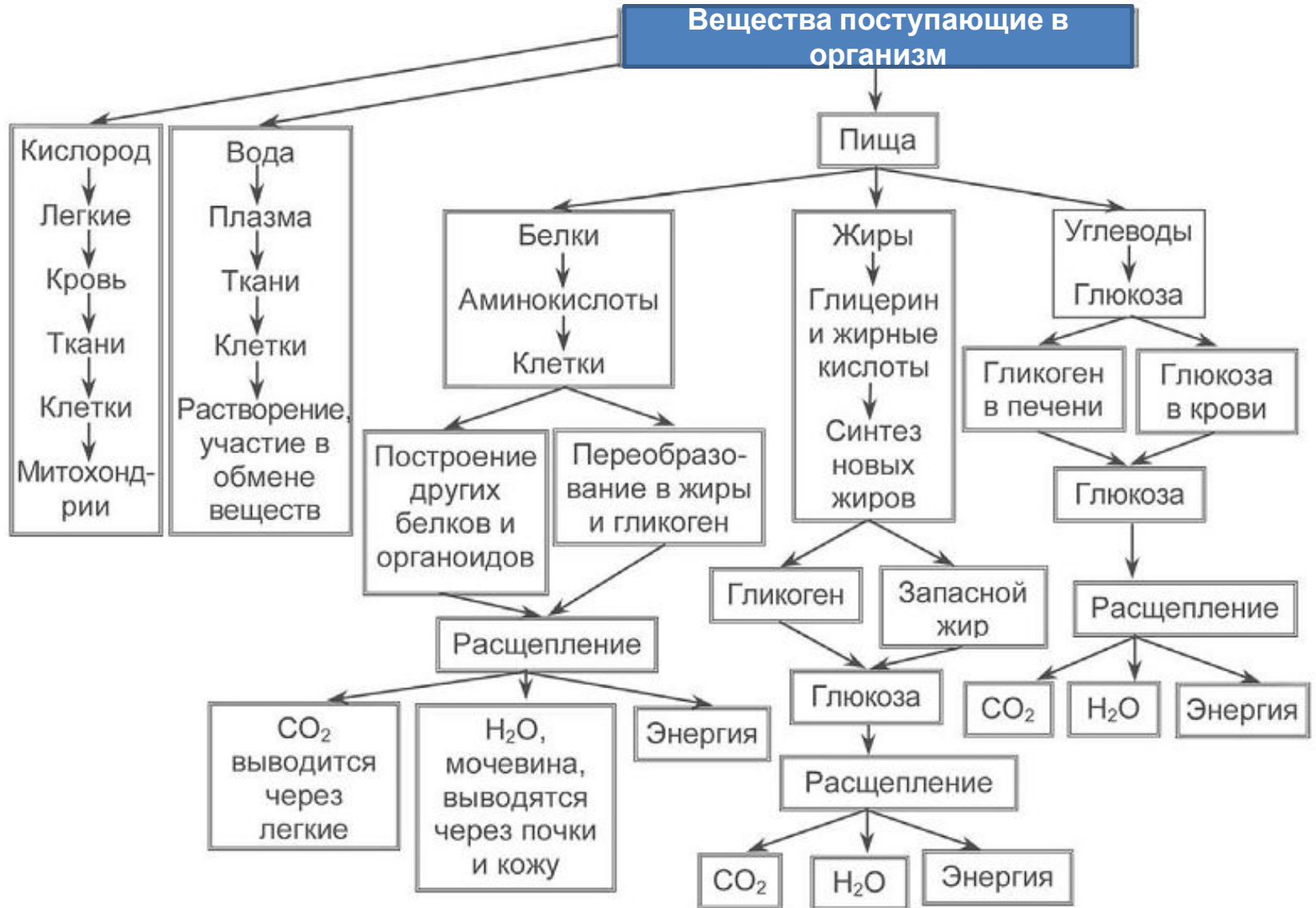
Обмен веществ и энергии (метаболизм)



Катаболизм (от греч. katabole - разрушение)

Анаболизм (от греч. anabole - подъем)

Обмен веществ в организме



Энергетический обмен

	<p>В кристах</p>	<p>Окисление атомов водорода до катионов в мембране крист; $\text{H} - \text{e}^- \rightarrow \text{H}^+$ Катионы переносятся белками-переносчиками на наружную поверхность мембраны. Образование анионов кислорода на внутренней поверхности мембраны крист с помощью фермента – оксидазы. $\text{O}_2 + \text{e}^- \rightarrow \text{O}_2^-$ Катионы и анионы скапливаются по разные стороны мембраны. Когда разность потенциалов достигает 200 мВ в молекулах ферментов АТФ-синтетаз открывается протонный канал. Эти молекулы встроены во внутреннюю мембрану. По этому каналу протоны водорода устремляются на внутреннюю поверхность мембраны, отдавая большое количество энергии. Энергия идет на синтез АТФ. Протоны водорода соединяются с анионами кислорода, с образованием воды. $4\text{H}^+ + 2\text{O}_2^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$</p>	<p>Происходит образование 36 молекул АТФ</p>
<p>Общее уравнение гидролиза (дыхания) $2\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3 + 6\text{O}_2 + 36\text{H}_3\text{PO}_4 + 36\text{АДФ} \rightarrow 6\text{CO}_2 + 38\text{H}_2\text{O} + 36\text{АТФ}$</p>			
<p>Общее уравнение расщепления глюкозы $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 + 38\text{H}_3\text{PO}_4 + 38\text{АДФ} \rightarrow 6\text{CO}_2 + 38\text{АТФ} + 6\text{H}_2\text{O}$</p>			

ФОТОСИНТЕЗ

Фазы	Локализация в клетке	Процессы
Световая	Тилакоиды гран	<ol style="list-style-type: none"> 1. Свет, попадает на молекулы хлорофилла, расположенные в мембране тилакоида, переводя их в возбужденное состояние. 2. Электрон отрывается от молекулы хлорофилла и при помощи переносчиков переносится на наружную поверхность мембраны тилакоида. 3. Там электроны накапливаются, создавая отрицательно заряженное электрическое поле. 4. Внутри тилакоида происходит фотолиз воды (разложение воды под действием света) $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- + \text{O}_2\uparrow$ 5. Образовавшиеся электроны «замещают» утраченные электроны хлорофилла. 6. Протоны водорода скапливаются на внутренней поверхности мембраны тилакоида, заряжая ее положительно. Кислород уходит в атмосферу. 7. В результате наружная поверхность мембраны заряжается отрицательно, а внутренняя – положительно. Возникает электрический потенциал, когда он достигает критической величины, в мембране открывается «протонный канал» и протоны устремляются наружу. Энергия протонов с участием фермента АТФ-синтазы используется на синтез АТФ из АДФ. 8. Электроны, находящиеся на наружной поверхности мембраны тилакоида, объединяются попарно с протоном водорода и присоединяются к молекуле переносчика НАДФ⁺ $2\text{e}^- + \text{H}^+ + \text{НАДФ}^+ \rightarrow \text{НАДФ} \cdot \text{H}$

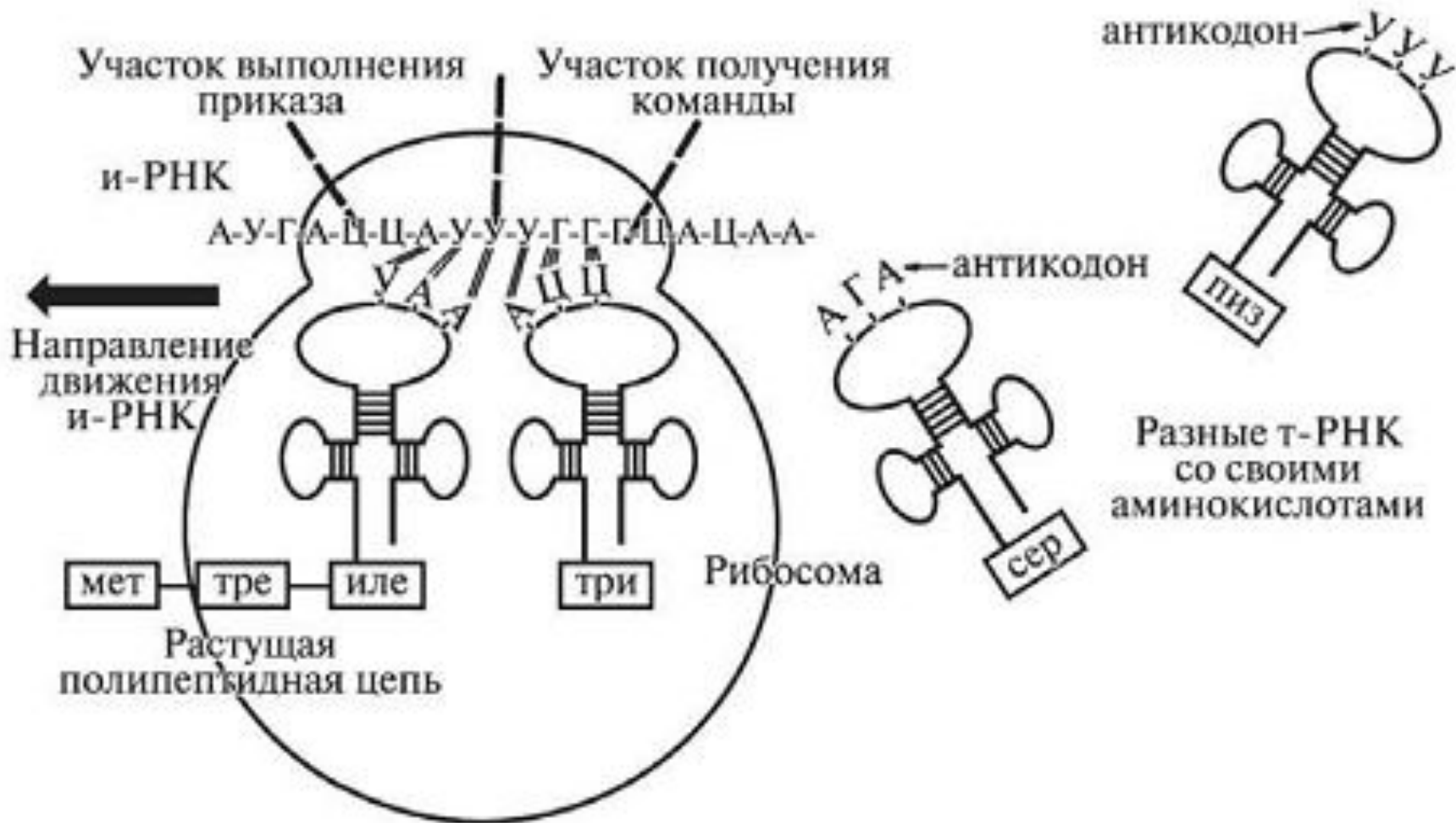
Фотосинтез

Темновая фаза (фиксация углерода)	Строма хлоропласта	<ol style="list-style-type: none">1. Представляет собой ферментативную цепь реакций, приводящую к образованию органических веществ с использованием CO_2 (фиксация углекислого газа). Для этих реакций не обязательно наличие света.2. В строму хлоропласта поступают АТФ и НАДФ Н, образовавшиеся в результате световой фазы и CO_2 из воздуха.3. В строме постоянно присутствуют пятиуглеродные сахара C_5, образующиеся в цикле фиксации углерода (Кальвина):<ul style="list-style-type: none">– Молекулы C_5 фиксируют CO_2, образуя нестойкое шестиуглеродное соединение$\text{CO}_2 + \text{C}_5 \rightarrow \text{C}_6 \text{ (нестойкое).}$– Шестиуглеродное соединение под действием ферментов распадается на две трехуглеродные молекулы (фосфоглицериновой кислоты) ФГК$\text{C}_6 \rightarrow 2\text{C}_3 \text{ (ФГК)}$– С помощью энергии АТФ и НАДФ+Н из трехуглеродных молекул образуются молекулы глюкозы (которые затем превращаются в запасное вещество – крахмал)$2\text{C}_3 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ и молекулы пятиуглеродного сахара (которые опять включаются в цикл) $5\text{C}_3 \rightarrow 3\text{C}_5$
-----------------------------------	--------------------	---

Суммарное уравнение фотосинтеза:



Биосинтез белка



Последовательность биосинтеза белка

Локализация в клетке	Описание этапов
Этапы биосинтеза: Транскрипция (переписывание)	
В ядре	<p>Биосинтез всех видов молекул РНК на матрице ДНК. Осуществляется в синтетическую фазу в хромосомах.</p> <ol style="list-style-type: none">1. С помощью ферментов на определенных участках одной цепочки ДНК – генах синтезируются 20 транспортных ДНК, рРНК и иРНК.2. рРНК встраиваются в субъединицы рибосом, тРНК и иРНК выходят в цитоплазму.3. Рибосомы так же выходят в цитоплазм
Трансляция (передача)	
В цитоплазме. На гранулярной эндоплазматической сети	<ol style="list-style-type: none">1. Синтез полипептидных цепей белков, осуществляется на рибосомах.2. Присоединение субъединиц рибосомы к иРНК, с того конца, откуда начинался ее синтез с ДНК.3. Образование ФЦР (функционального центра рибосомы), состоящего из иРНК и рибосомы. В ФЦР находится 2 триплета (6 нуклеотидов) и РНК. Они образуют два активных центра: аминокислотный – центр узнавания аминокислоты и пептидный – центр присоединения аминокислоты к пептидной цепочке.4. Транспортировка аминокислот из цитоплазмы к месту синтеза. Осуществляется тРНК. Каждая аминокислота соединяется с соответствующей ей тРНК, антикодон которой соответствует кодону иРНК. Присоединение идет с помощью индивидуальных для каждой АК ферментов, за счет энергии АТФ.5. Проверка соответствия антикодона кодону происходит в аминокислотном активном центре, в случае комплиментарности, тРНК с кислотой присоединяется к иРНК.6. Образовавшаяся связь служит сигналом к продвижению рибосомы по иРНК. тРНК с аминокислотой перемещается в пептидный активный центр, где происходит присоединение аминокислоты к цепочке. тРНК покидает молекулу и «уходит» в цитоплазму.7. Процесс повторяется каждый раз, когда тРНК приносит аминокислоту, рибосома продвигается скачком по иРНК, а пептидная цепочка удлиняется.8. Сигналом к окончанию синтеза являются знаки препинания (УАА, УАГ, УГА). Рибосомы соскакивают с иРНК и распадаются на две единицы.9. Полипептидная цепь одновременно соскакивает с рибосомы и поступает в ЭПС, где приобретает вторичную, третичную и четвертичную структуры белка

Трансляция (передача)

В цитоплазме.
На гранулярной
эндоплазматической сети

1. Синтез полипептидных цепей белков, осуществляется на **рибосомах**.
2. Присоединение субъединиц рибосомы к иРНК, с того конца, откуда начинался ее синтез с ДНК.
3. Образование ФЦР (функционального центра рибосомы), состоящего из иРНК и рибосомы. В ФЦР находится 2 триплета (6 нуклеотидов) и РНК. Они образуют два активных центра: **аминокислотный** – центр узнавания аминокислоты и **пептидный** – центр присоединения аминокислоты к пептидной цепочке.
4. Транспортировка аминокислот из цитоплазмы к месту синтеза. Осуществляется тРНК. Каждая аминокислота соединяется с соответствующей ей тРНК, антикодон которой соответствует кодону иРНК. Присоединение идет с помощью индивидуальных для каждой АК ферментов, за счет энергии АТФ.
5. Проверка соответствия антикодона кодону происходит в аминокислотном активном центре, в случае комплиментарности, тРНК с кислотой присоединяется к иРНК.
6. Образовавшаяся связь служит сигналом к продвижению рибосомы по иРНК. тРНК с аминокислотой перемещается в пептидный активный центр, где происходит присоединение аминокислоты к цепочке. тРНК покидает молекулу и «уходит» в цитоплазму.
7. Процесс повторяется каждый раз, когда тРНК приносит аминокислоту, рибосома продвигается скачком по иРНК, а пептидная цепочка удлиняется.
8. Сигналом к окончанию синтеза являются знаки препинания (УАА, УАГ, УГА). Рибосомы соскакивают с иРНК и распадаются на две единицы.
9. Полипептидная цепь одновременно соскакивает с рибосомы и поступает в ЭПС, где приобретает вторичную, третичную и четвертичную структуры белка

Фазы фотосинтеза

Световая

Темновая

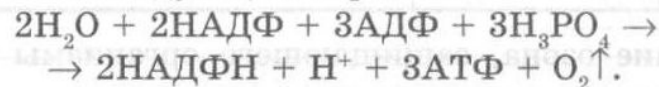
Скорость световых реакций возрастает пропорционально нарастанию силы света и не зависит от температуры. Световые реакции протекают на мембранах тилакоидов.

Кислород является побочным продуктом фотосинтеза, а вода — его источником.

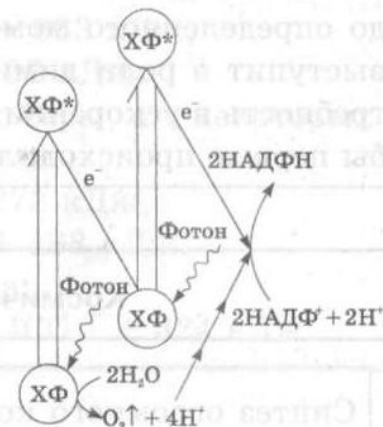
Протоны водорода вытекают из тилакоида через канал в мембранном белке — АТФ-синтетазе, при этом из АДФ синтезируется АТФ.

Данный процесс носит название *фотофосфорилирования*, не требует участия кислорода и дает в 30 раз больше АТФ, чем митохондрии в процессе окисления.

Суммарное уравнение реакций световой фазы фотосинтеза можно записать следующим образом:

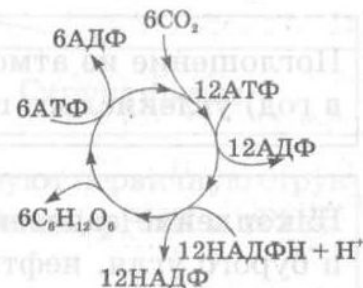


Световая фаза

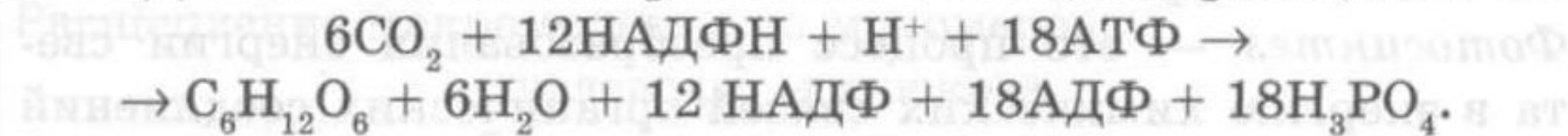


Скорость темновых реакций, напротив, возрастает с повышением температуры, однако по достижении температурного порога в 30°C этот рост прекращается, что свидетельствует о ферментативном характере этих превращений, происходящих в строме.

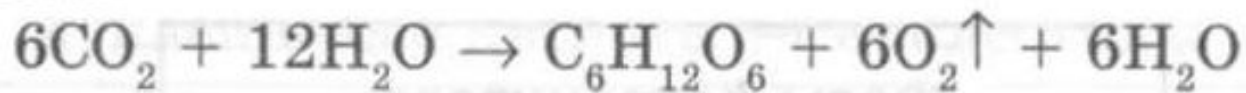
Темновая фаза



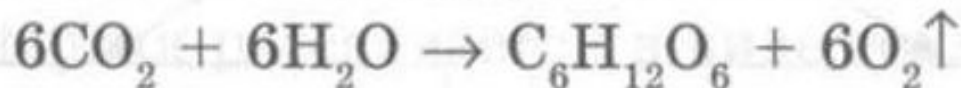
В ходе темновых реакций фотосинтеза происходит связывание молекул CO_2 , на которое расходуются молекулы АТФ и НАДФН + H^+ , синтезированные в световых реакциях:



Суммарное уравнение фотосинтеза можно записать следующим образом:



или



Реакции световой и темновой фаз фотосинтеза взаимосвязаны, так как увеличение скорости одной группы реакций влияет на интенсивность всего процесса фотосинтеза только до определенного момента, пока вторая группа реакций не выступит в роли лимитирующего фактора, и возникает потребность в ускорении реакций второй группы для того, чтобы первые происходили без ограничений

Космическая роль фотосинтеза

Синтез огромного количества ($4 \cdot 10^7$ т в год) органических соединений

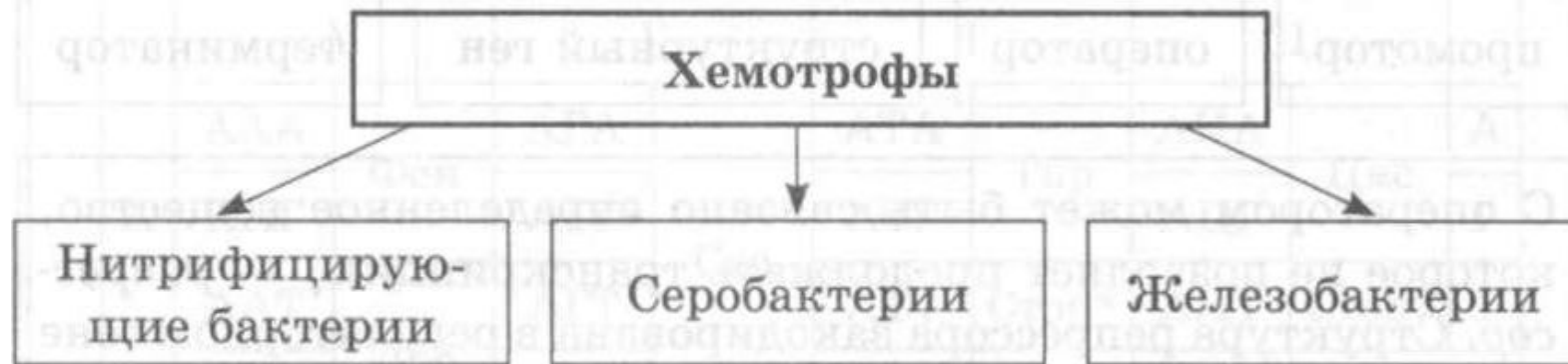
Накопление в атмосфере кислорода, необходимого для поддержания жизнедеятельности аэробных организмов

Образование озона, защищающего организмы от ультрафиолетового солнечного излучения

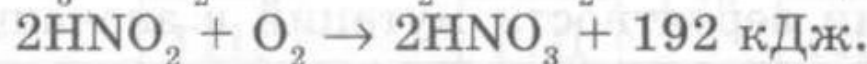
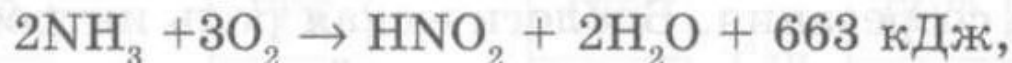
Поглощение из атмосферы огромного количества ($1,7 \cdot 10^8$ т в год) углекислого газа

Накопление запасов солнечной энергии в виде каменного и бурого угля, нефти, газа, торфа и т. д.

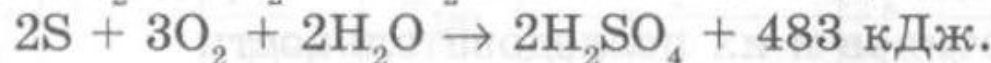
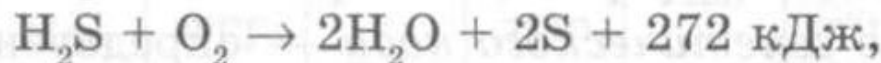
Хемосинтез — это процесс синтеза органических соединений за счет энергии окислительно-восстановительных реакций неорганических соединений



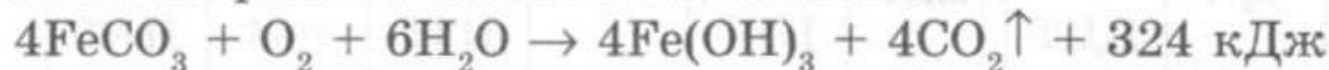
Нитрифицирующие бактерии окисляют образованный из атмосферного азота азотфиксирующими бактериями аммиак до нитритов и нитратов:



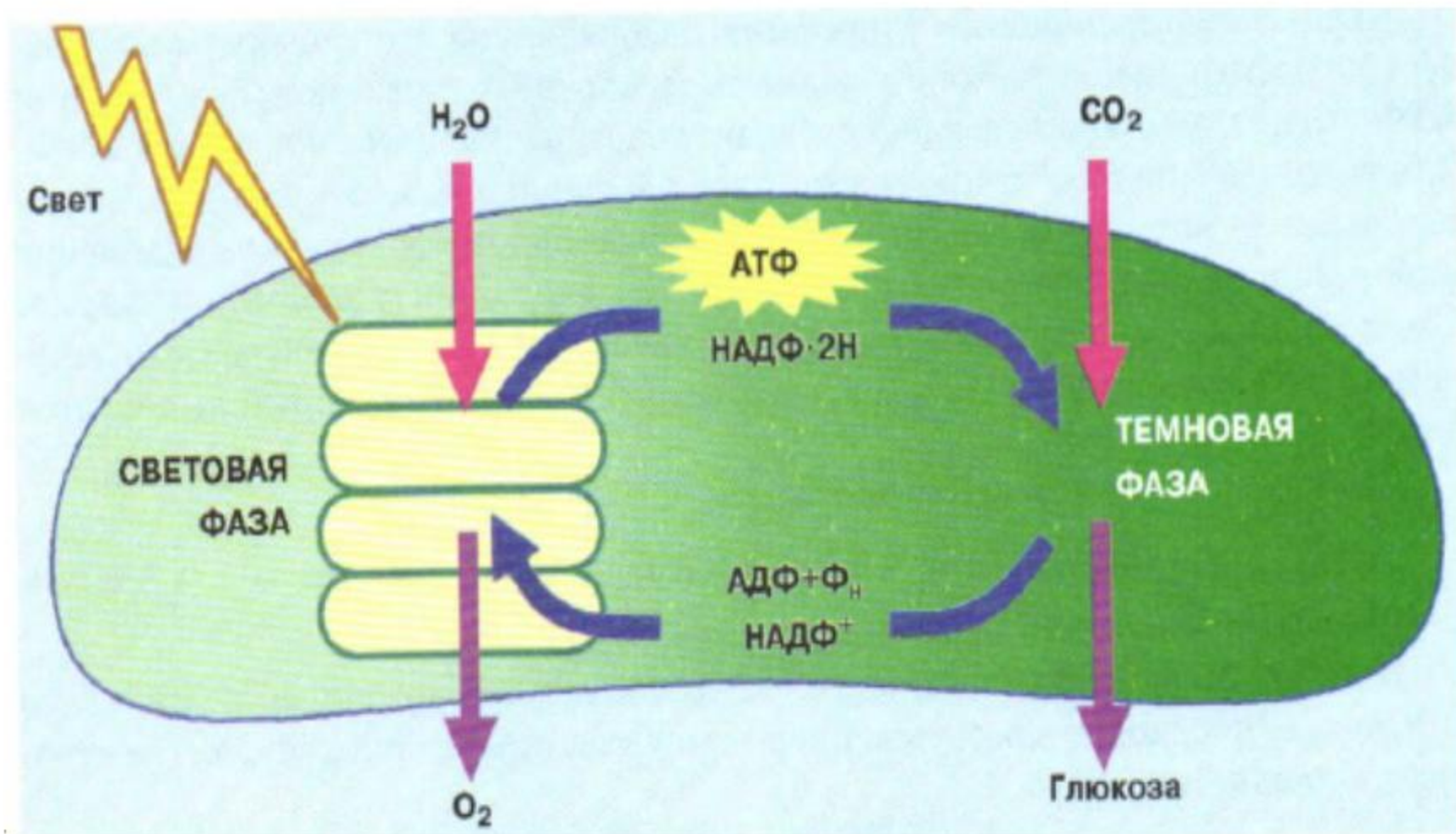
Серобактерии окисляют сероводород до серы, а в некоторых случаях и до серной кислоты:

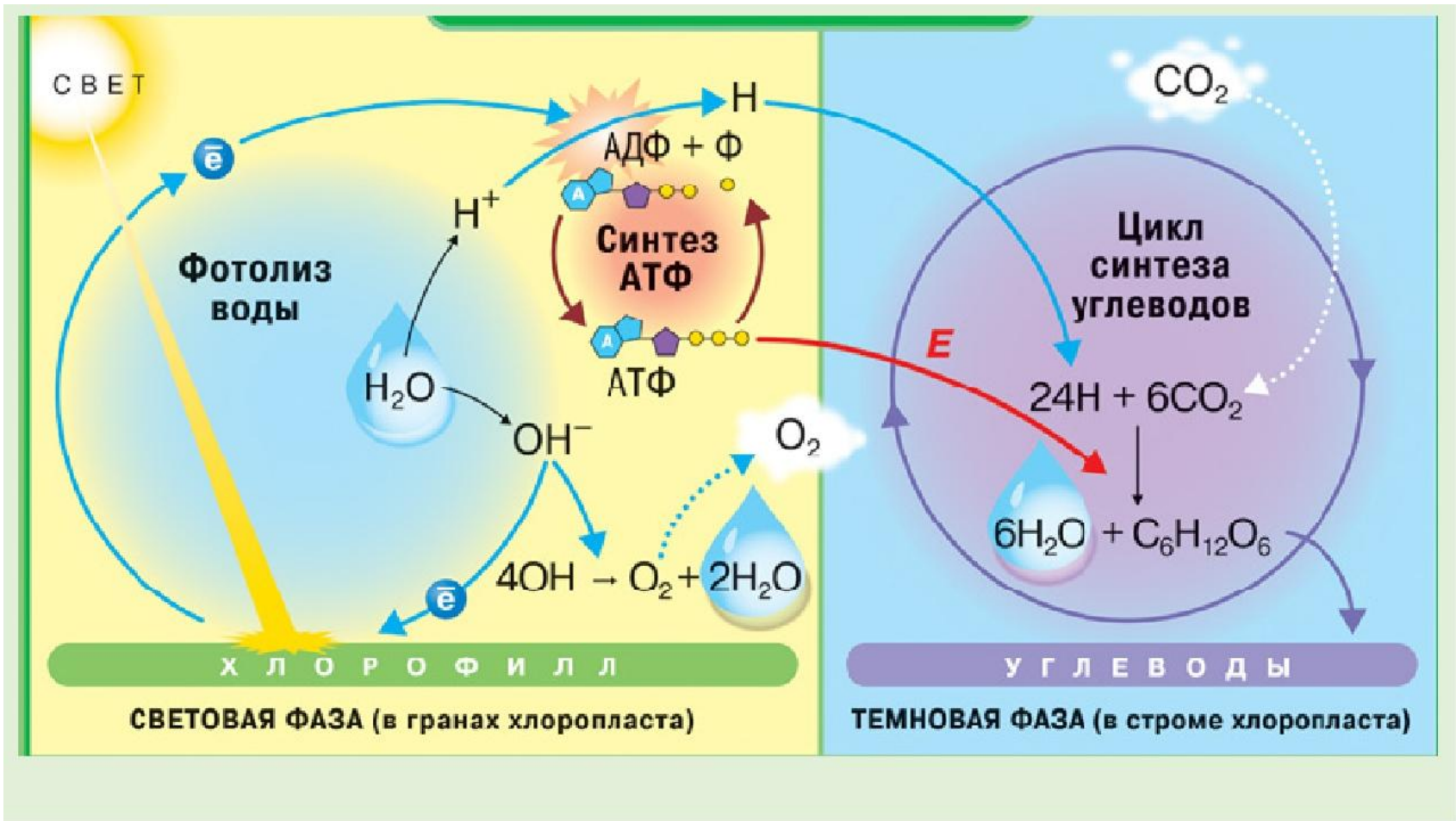


Железобактерии окисляют соли железа:

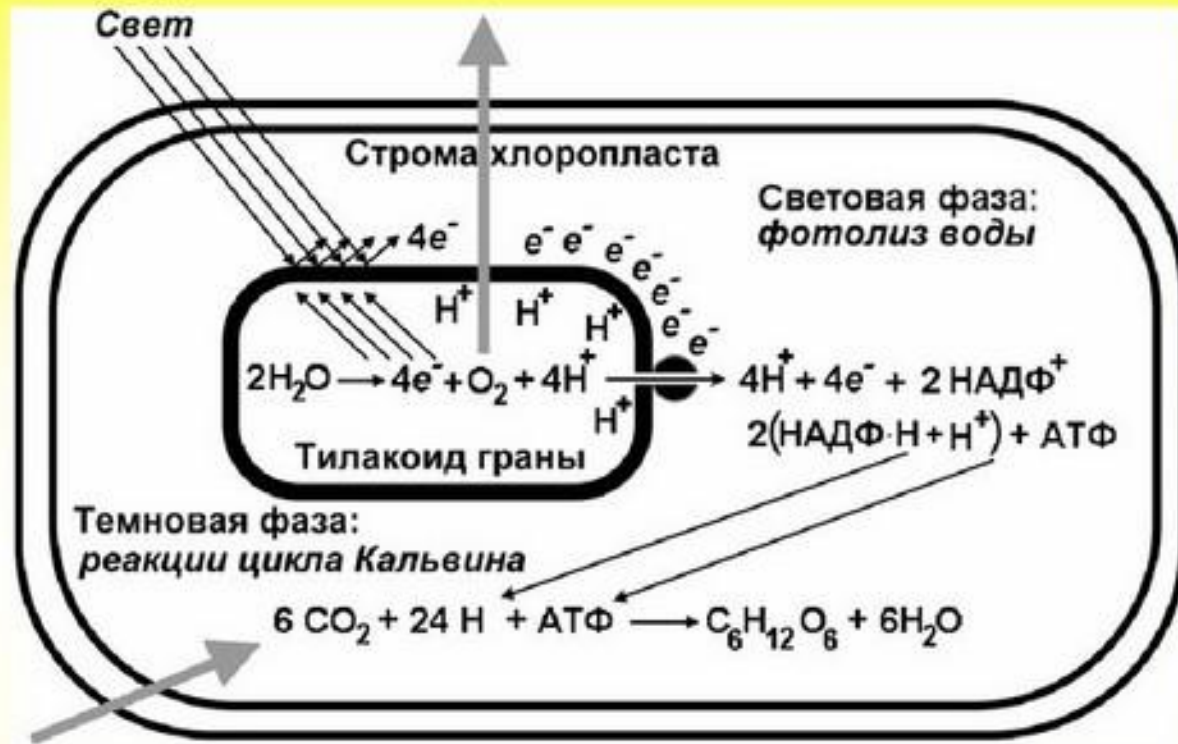


Фазы фотосинтеза





Темновая фаза фотосинтеза



Мелвин Кальвин, лауреат Нобелевской премии, показал, как происходит образование углеводов в темновую фазу фотосинтеза. Происходит поглощение CO_2 и карбоксилирование пятиуглеродного сахара **рибулозобисфосфата** с образованием 6-углеродного соединения. Затем происходит **цикл реакций Кальвина**, в которых через ряд промежуточных продуктов происходит образование глюкозы.

Сравнительная характеристика фаз фотосинтеза

Признаки сравнения	СВЕТОВАЯ ФАЗА	ТЕМНОВАЯ ФАЗА
Место протекания в хлоропластах	На гранах хлоропластов	В строме хлоропластов
Условия реакций	Наличие света, воды	Свет не нужен
Источник энергии	Солнечный свет	НАДФ ⁺ Н, АТФ
Исходные вещества	Вода	Углекислый газ
Продукты реакции	НАДФ ⁺ , АТФ, кислород	Глюкоза
Основные процессы	Фотолиз воды Синтез АТФ	Фиксация углерода Синтез углеводов Цикл Кальвина

Хлоропласты (от греч. χλωρός — «зелёный» и от πλαστός — *вылепленный*) — зелёные пластиды, которые встречаются в клетках фотосинтезирующих эукариот. С их помощью происходит фотосинтез. Хлоропласты содержат хлорофилл. У зелёных растений являются двумембранными органеллами. Под двойной мембраной имеются тилакоиды (мембранные образования, в которых находится электронтранспортная цепь хлоропластов). Тилакоиды высших растений группируются в граны, которые представляют собой стопки сплюснутых и тесно прижатых друг к другу тилакоидов, имеющих форму дисков. Соединяются граны с помощью ламелл. Пространство между оболочкой хлоропласта и тилакоидами называется стромой. В строме содержатся хлоропластные молекулы РНК, пластидная ДНК, рибосомы, крахмальные зёрна,

Никотинамидадениндинуклеотидфосфат (НАДФ, NADP) — широко распространённый в природе кофермент некоторых дегидрогеназ — ферментов, катализирующих окислительно-восстановительные реакции в живых клетках. НАДФ принимает на себя водород и электроны окисляемого соединения и передаёт их на другие вещества.

В хлоропластах растительных клеток НАДФ восстанавливается при световых реакциях фотосинтеза и затем обеспечивает водородом синтез углеводов при темновых реакциях. НАДФ, — кофермент, отличающийся от НАД содержанием ещё одного остатка фосфорной кислоты, присоединённого к гидроксилу одного из остатков D-рибозы, обнаружен во всех типах клеток.