

# Обмен веществ



# Обмен веществ (метаболизм)

пластический обмен  
ассимиляция  
анаболизм

образование, синтез  
из простых веществ  
образуются сложные  
органические вещества

энергия  
затрачивается

энергетический обмен  
диссимиляция  
катаболизм

распад, разрушение  
органические вещества  
расщепляются до  
простых

энергия выделяется и  
запасается в АТФ

# Пластический обмен

Белки ← аминокислоты ←  $\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}, \text{NH}_3$

Липиды ← глицерин + жирные кислоты ←  $\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}$

Углеводы ← глюкоза ←  $\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}$

Чем характеризуется пластический обмен веществ в клетке

- 1) распадом органических веществ с освобождением энергии
- 2) образованием органических веществ с накоплением в них энергии
- 3) всасыванием питательных веществ в кровь
- 4) перевариванием пищи с образованием растворимых веществ

Установите соответствие между характеристикой обмена веществ в клетке и его видом

62

## ХАРАКТЕРИСТИКА ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ

## ВИД ОБМЕНА

1) происходит в лизосомах, митохондриях, цитоплазме

А) энергетический

1) происходит на рибосомах, в хлоропластах

Б) пластический

1) органические вещества расщепляются

1) органические вещества синтезируются

1) используется энергия, заключенная в молекулах АТФ

1) освобождается энергия и запасается в молекулах АТФ

Благодаря этому процессу существует весь органический мир на Земле

Это единственный процесс, когда происходит преобразование солнечной энергии в энергию органических веществ

Этот процесс обеспечивает живой мир органическими веществами

Это единственный процесс, который снабжает атмосферу кислородом

Этот процесс защищает живой мир от действия губительных ультрафиолетовых лучей

# фотосинтез



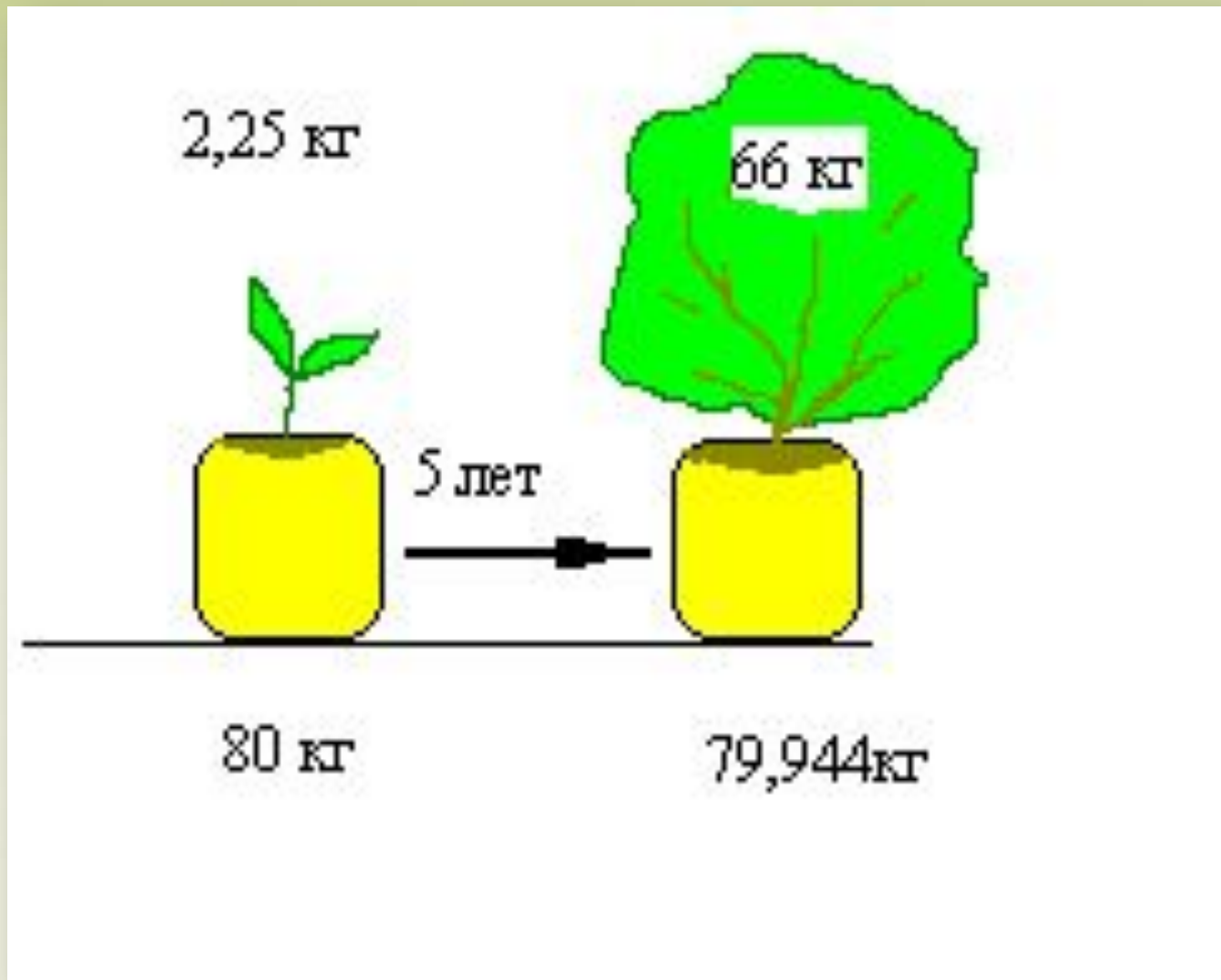
# История открытия фотосинтеза

В начале XVII в. фламандский врач Ван Гельмонт вырастил в кадке с землей дерево, которое он поливал только дождевой водой.





# Вода или почва?



Вывод:

Пищей растению служит вода.

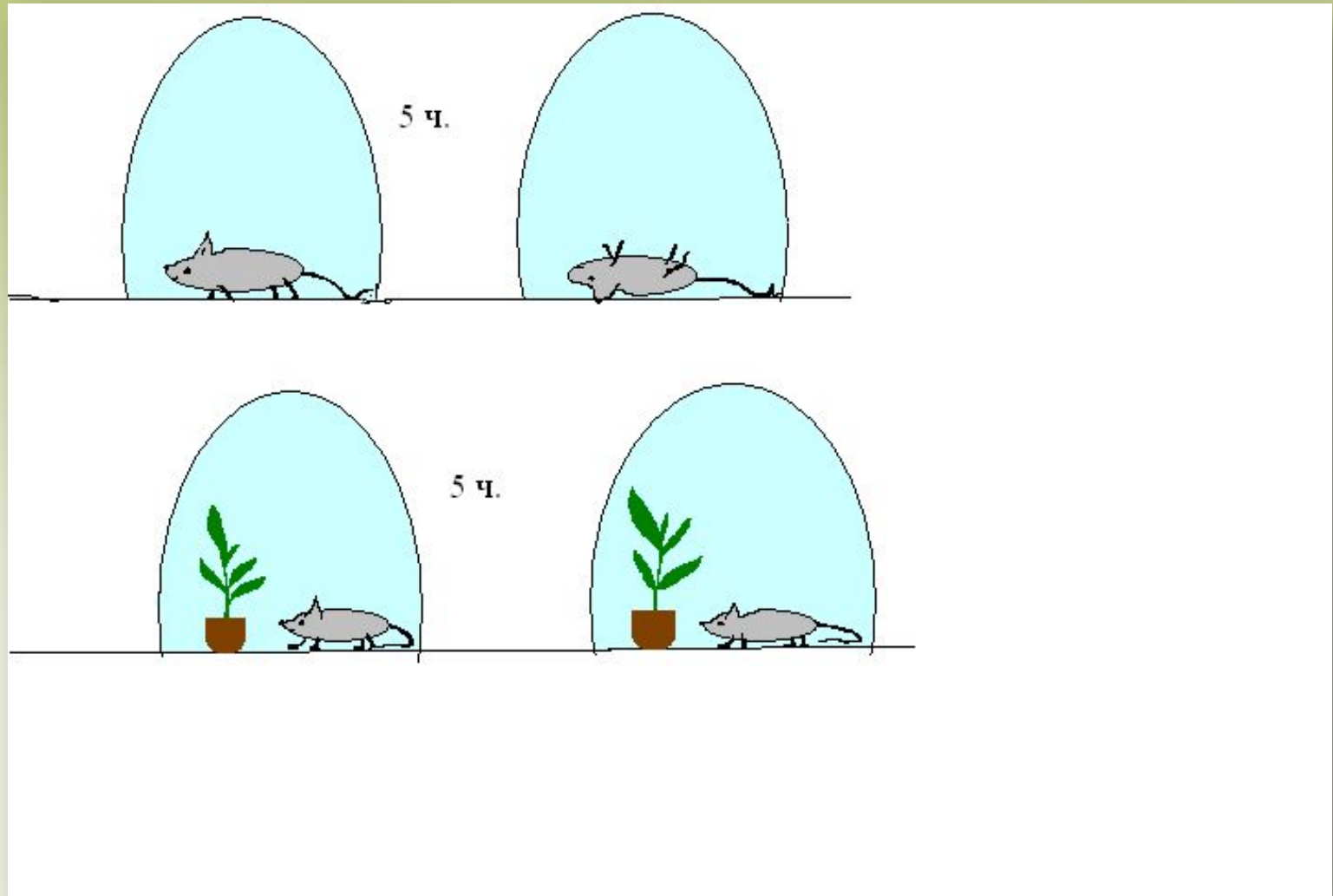
- Он заметил, что спустя пять лет, дерево выросло до больших размеров, хотя количество земли в кадке практически не уменьшилось. Ван Гельмонт, естественно, сделал вывод, что материал, из которого образовалось дерево произошел из воды, использованной для полива.
- В 1777 английский ботаник Стивен Хейлс опубликовал книгу, в которой сообщалось, что в качестве питательного вещества, необходимого для роста, растения используют главным образом воздух.



# Пристли (1733-1804)



Английский философ-материалист, химик, общественный деятель, открыл в 1774 году кислород.



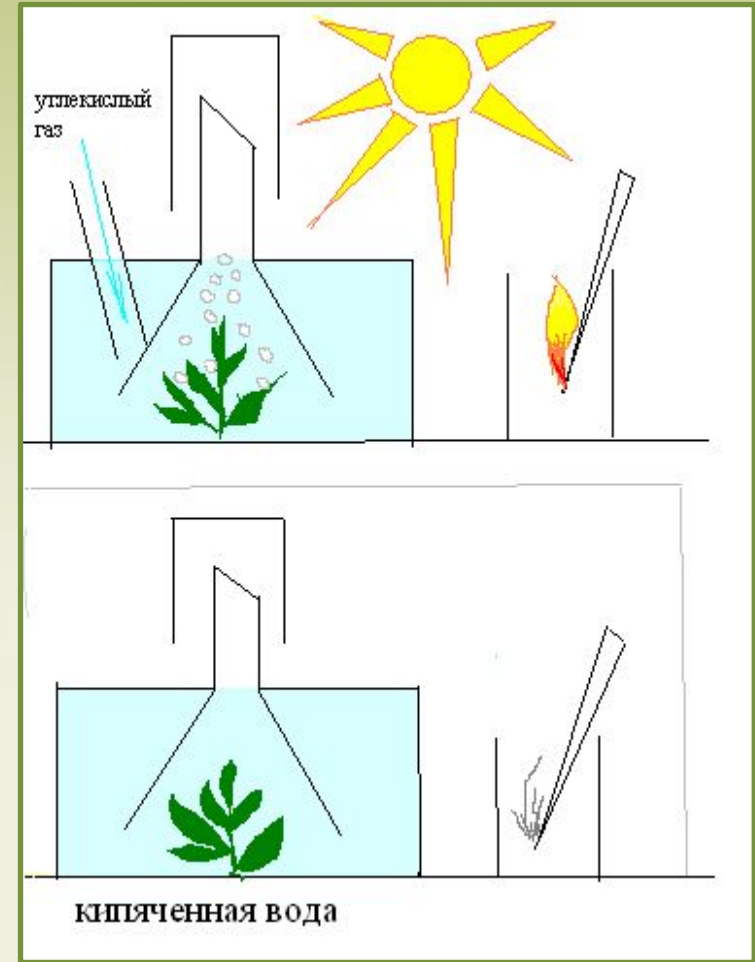
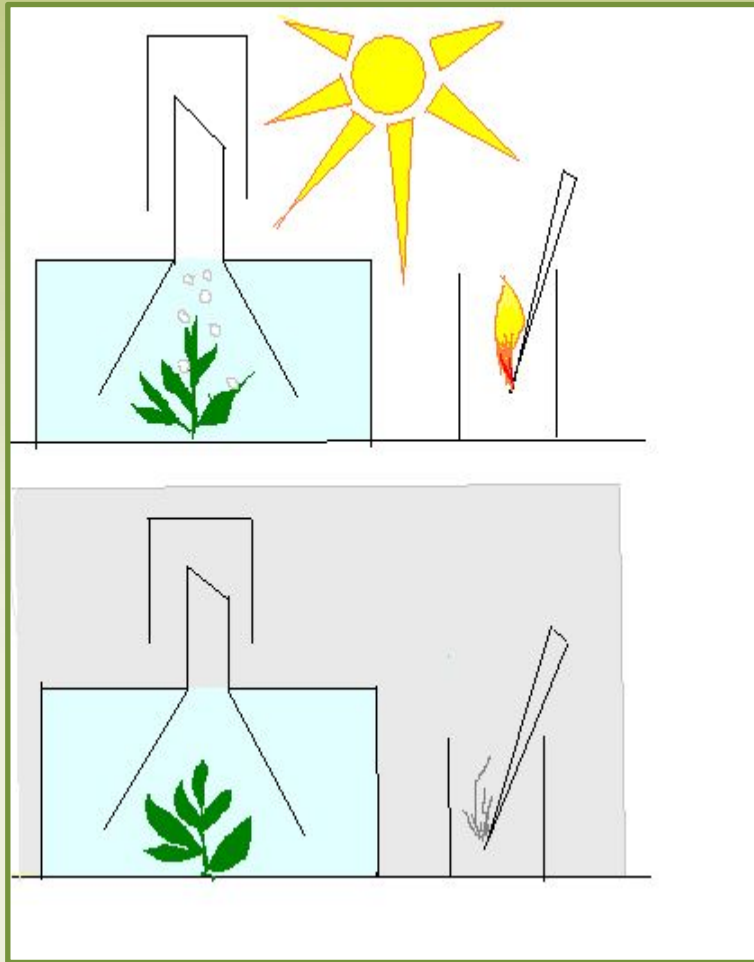
Вывод:

Растения выделяют кислород.

# Вот что писал о своем открытии в 1772 году сам Пристли

«Мне посчастливилось случайно напасть на метод исправления воздуха, который был испорчен горением свечи, и открыть по крайней мере один из исправителей, которым Природа пользуется для этой цели. Это растительность. Можно было бы себе представить, что поскольку обычный воздух необходим для жизни как растений так и животных, то растения и животные действуют на него одинаково. Признаюсь, что и я так предполагал, когда поместил пучок мяты в стеклянный кувшин, опрокинутый в сосуд с водой, но когда она продолжала расти там несколько месяцев, я убедился, что этот воздух не тушит свечи и не вредит мышам, которую я туда поместил...»

# Опыты Ингенхауза и Сенебье



Вывод:

Кислород выделяется только на свету.

Растения, используя воду и углекислый газ на свету выделяет кислород.



# Климент Аркадьевич Тимирязев

Установил, что ассимиляция растениями углерода из углекислоты воздуха происходит за счёт энергии солнечного света, главным образом в красных и синих лучах, наиболее полно поглощаемых хлорофиллом. Т. впервые высказал мнение, что хлорофилл не только физически, но и химически участвует в процессе фотосинтеза.

Он показал, что интенсивность фотосинтеза пропорциональна поглощённой энергии.

✓ Экспериментально установил, что фотосинтез осуществляется преимущественно в красных и синих лучах видимого спектра



Углекислый  
газ

вода



хлоропласт



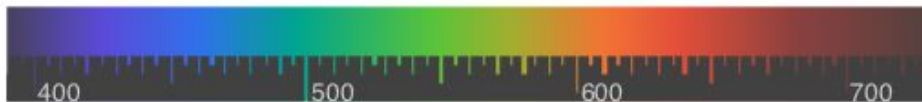
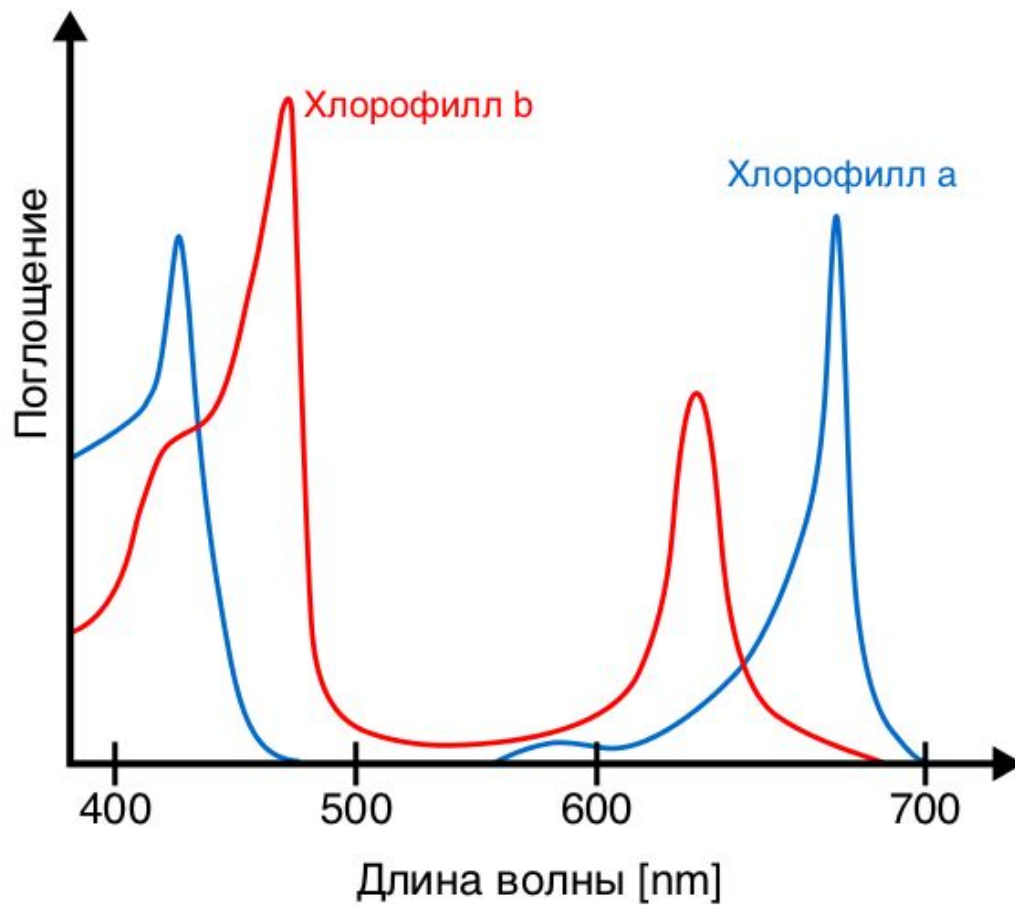
Органическое  
вещество

кислород



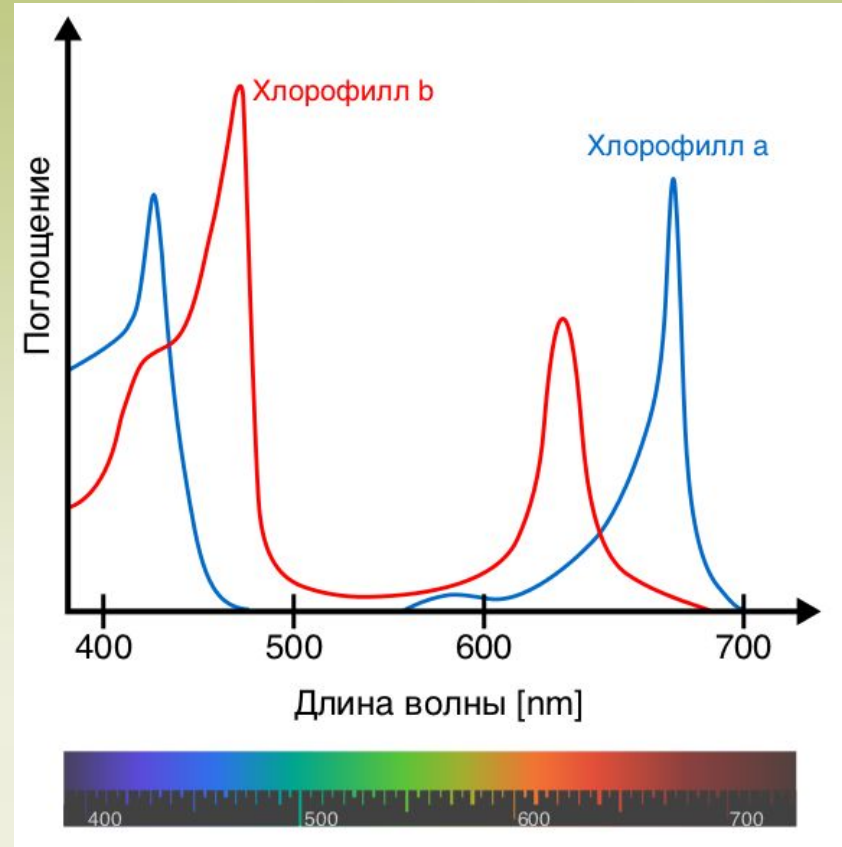
# Где происходит фотосинтез





Фотосинтез наиболее интенсивно идет при длине волны света в синей и красной частях видимого спектра.

Фотосинтез наиболее интенсивно идет при длине волны света в синей и красной частях видимого спектра.



Хлорофилл поглощает красную (680 нм) и синюю (450 нм) части спектра. Зеленый цвет они отражают и поэтому придают растениям зеленую окраску

Фотосинтез – (от греч. foto – «свет» и synthesis – «соединение»)

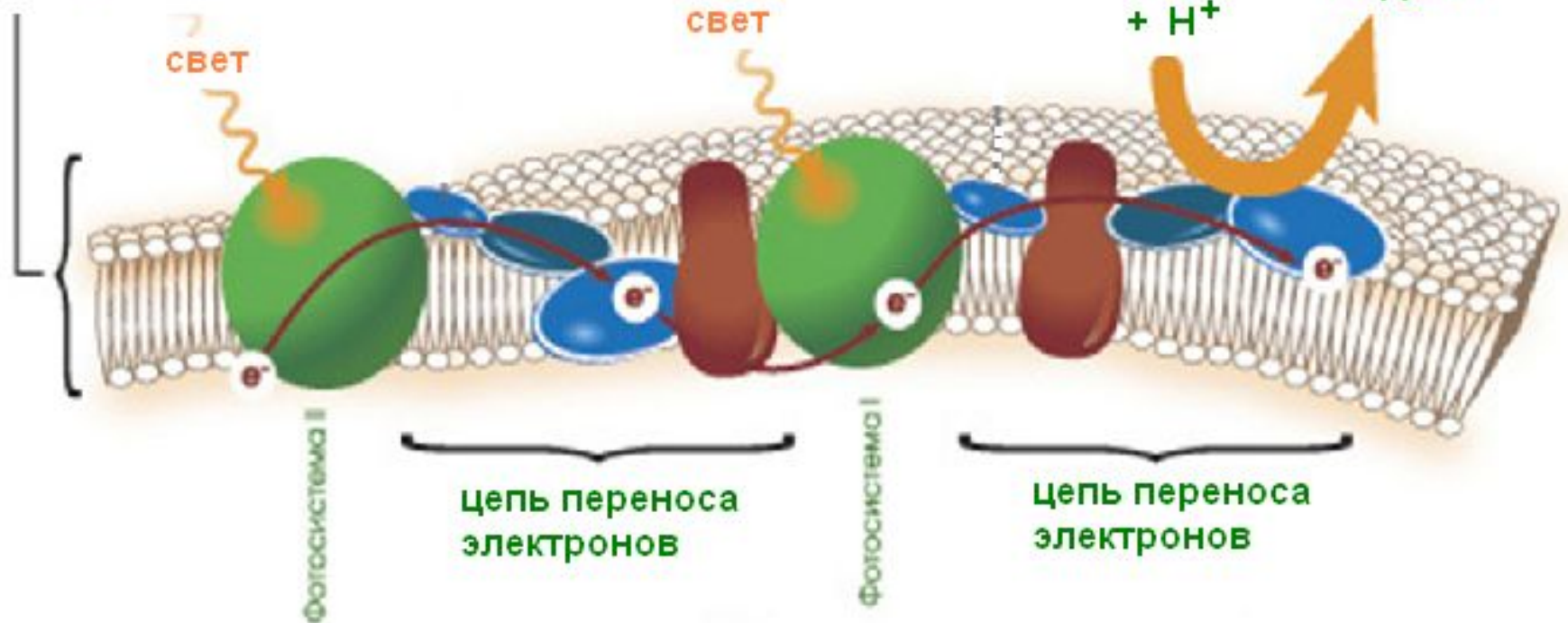
Фотосинтез – образование (синтез) органических веществ (углеводов) из неорганических веществ ( $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ ) с использованием энергии света

Фотосинтез – совокупность физических и химических процессов, в ходе которых происходит преобразование энергии света в энергию химических связей органических веществ.



# Строение хлоропласта

мембрана тилакоида



$S$  листьев 1 дерева = 120 кв. м

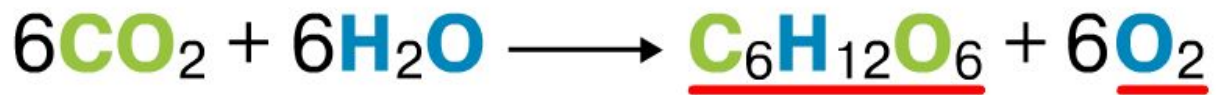
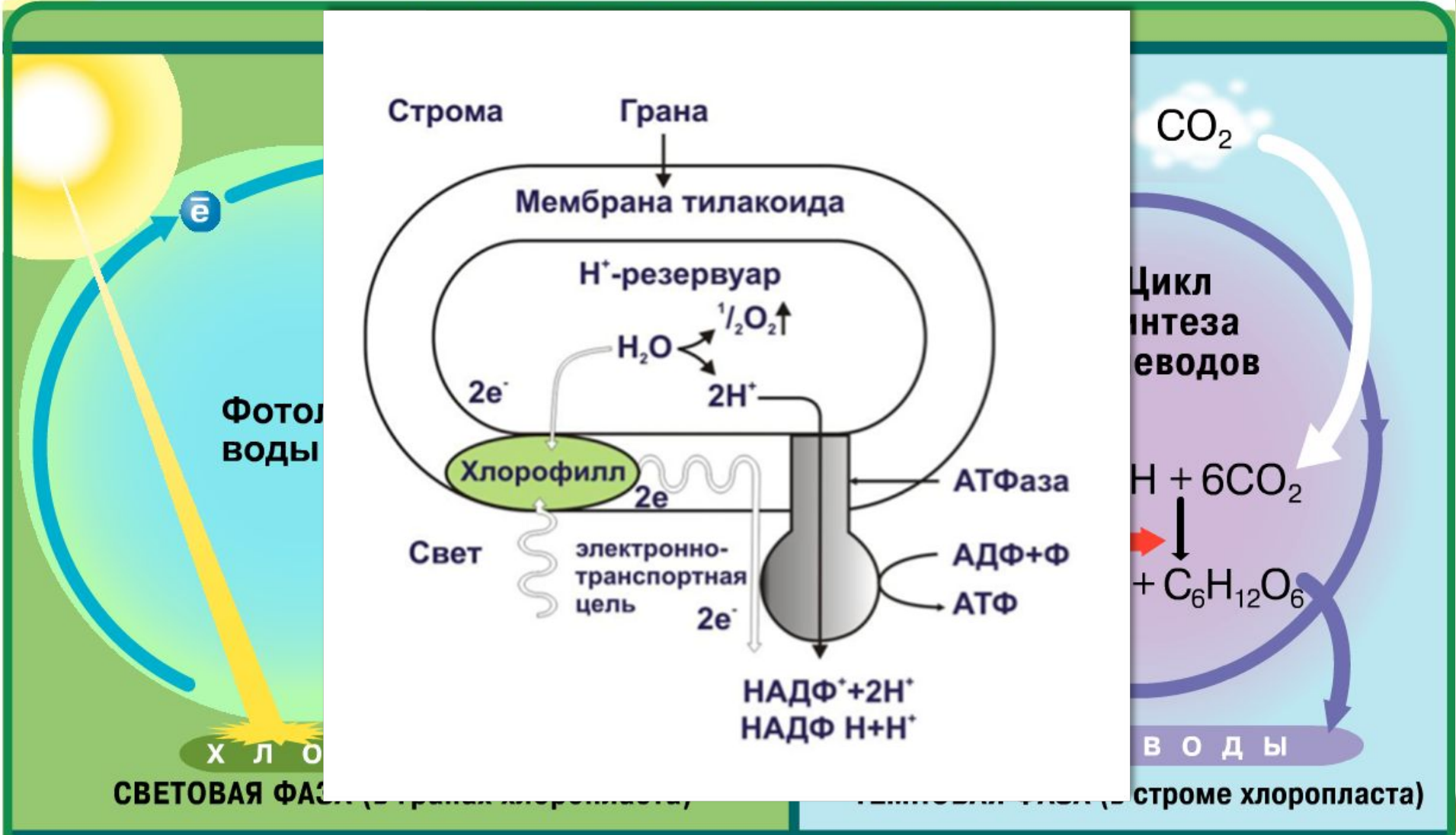
$S$  хлоропл. листа = 1800 кв. м

1. Световая фаза – протекает в тилакоидах хлоропласта под влиянием энергии света

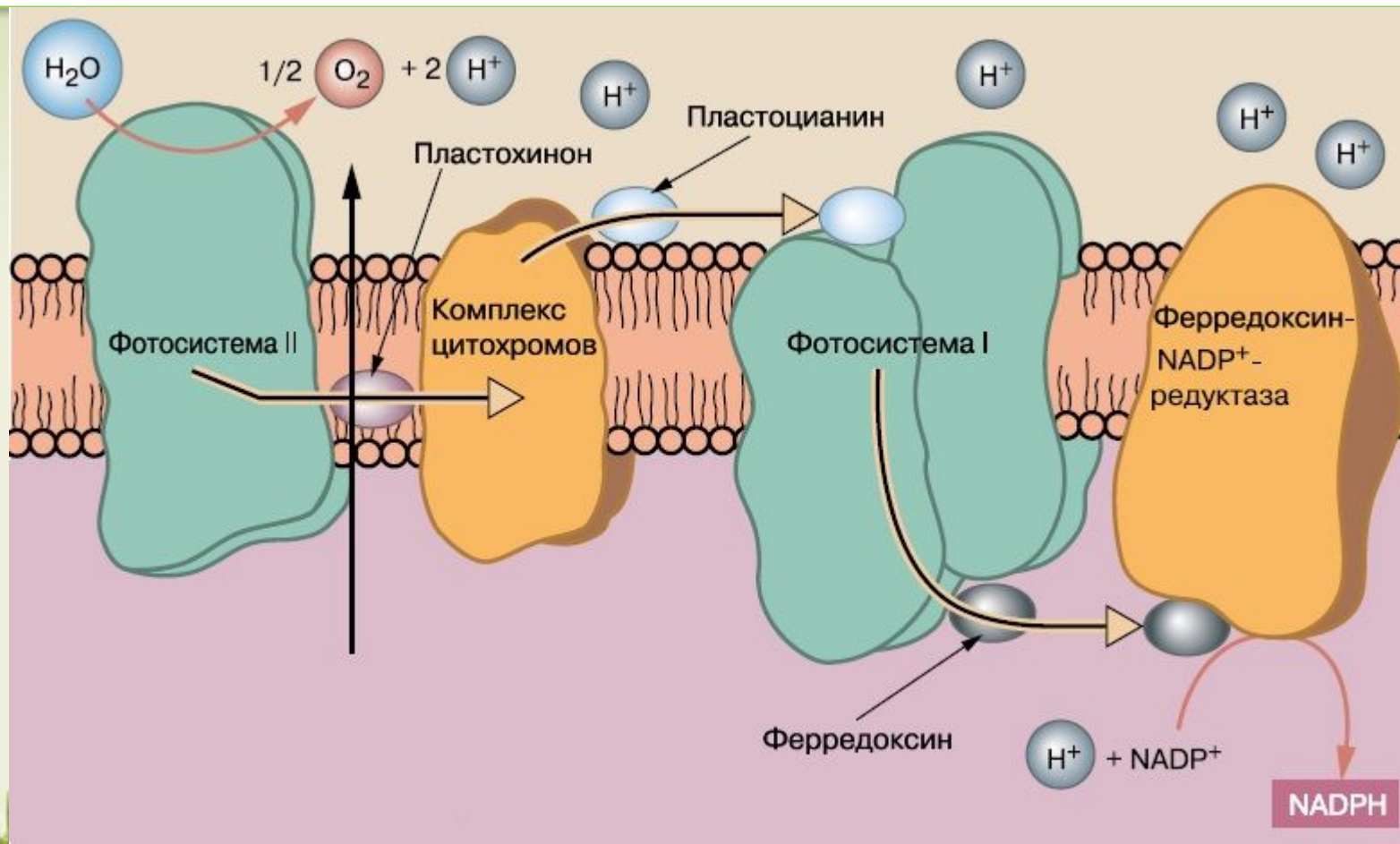


2. Темновая фаза – протекает в строме хлоропласта, для ее реакций не нужна энергия света

# Темновая фаза:



✓ Пигменты растений, участвующие в фотосинтезе, "упакованы" в мембранах тилакоидов в виде функциональных единиц, называемых фотосистемами



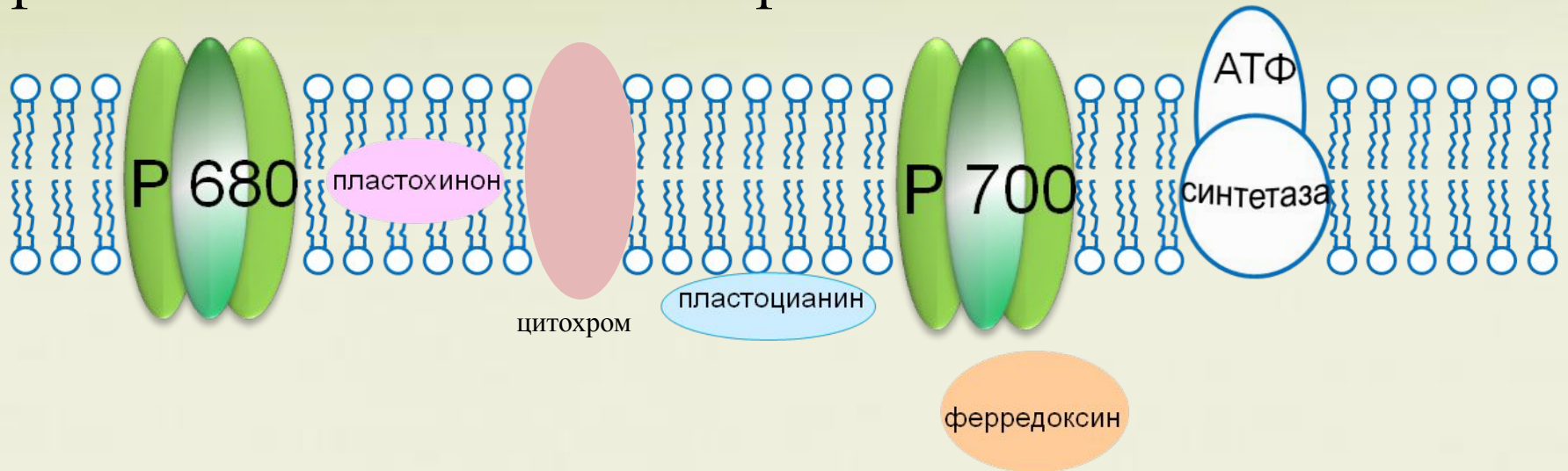


# Фотосистемы:

внутри тилакоида

фотосистема II

фотосистема I



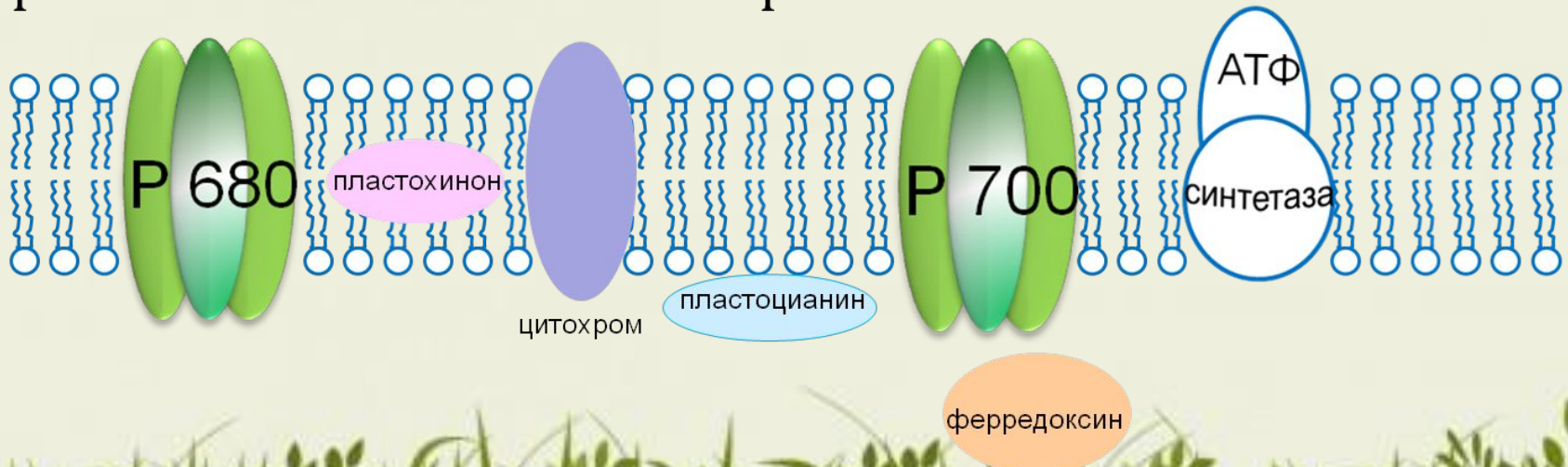
снаружи тилакоида

# ФОТОСИСТЕМЫ:

- ✓ Основными ловцами световых частиц являются две формы хлорофилла:  $P_{700}$  и  $P_{680}$  ( $P$  – пигмент, 700 и 680 – максимум поглощения света в нм). Другие пигменты выполняют вспомогательную роль

фотосистема II

фотосистема I



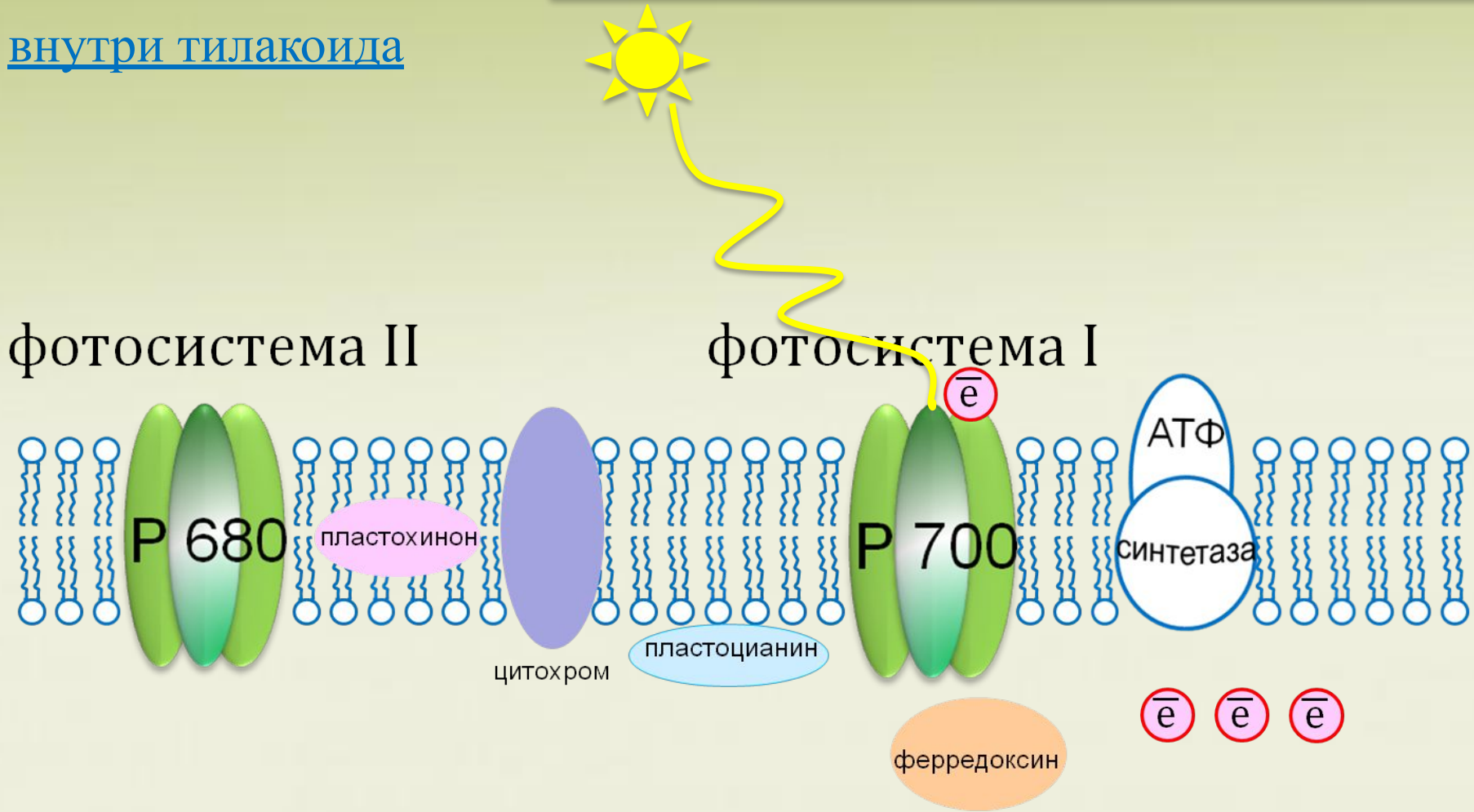
# Световая фаза:

1. Молекула хлорофилла фотосистемы I поглощает квант света и переходит в возбужденное состояние. При этом электрон выбивается из молекулы хлорофилла

2. Богатый энергией электроны, поступает в особую цепь переносчиков и передаются на наружную поверхность мембраны тилакоидов, где накапливаются и мембрана заряжается отрицательно

# Световая фаза:

внутри тилакоида



снаружи тилакоида

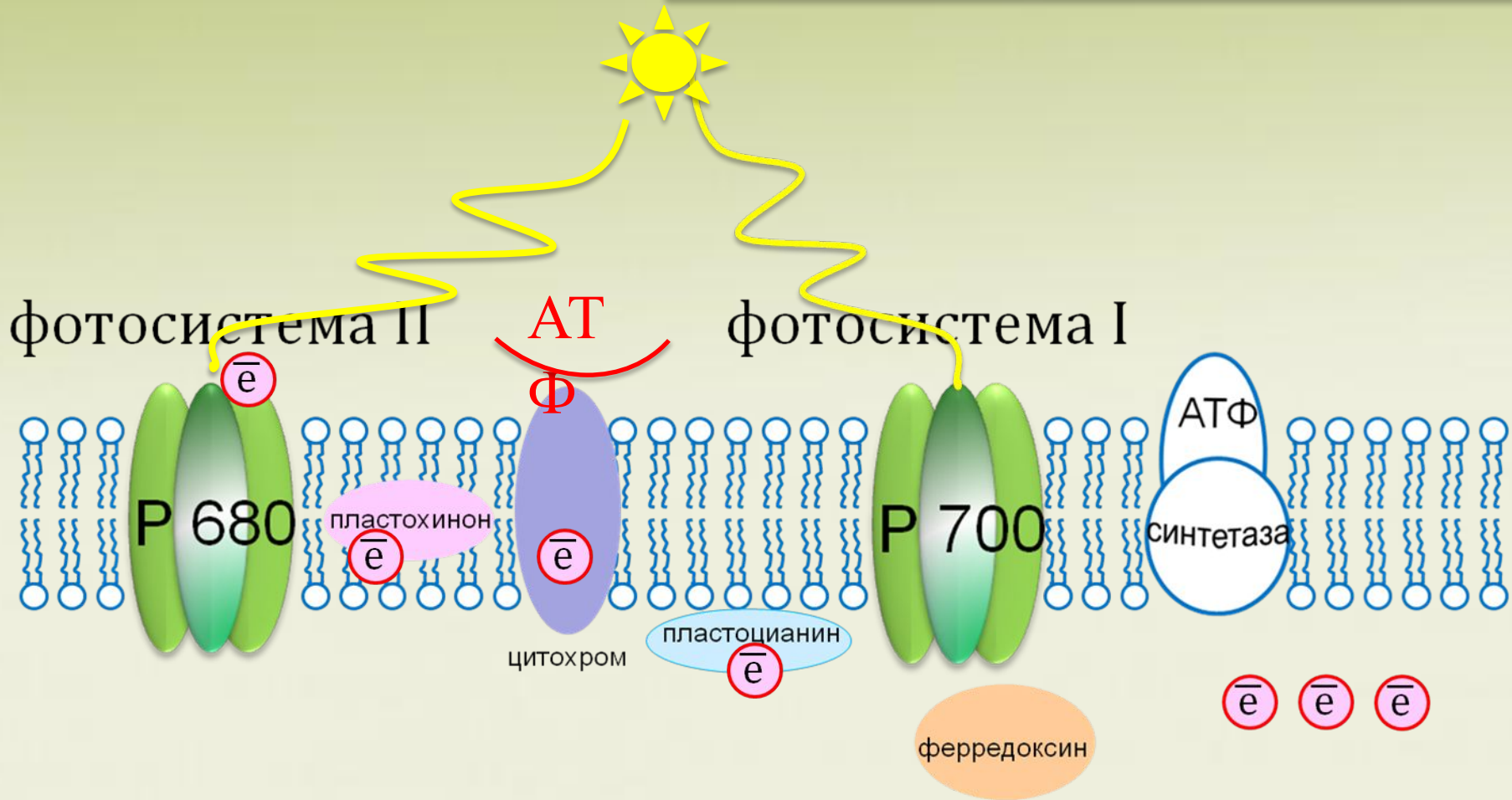


# Световая фаза:

3. Квант красного света, поглощенный хлорофиллом П680 фотосистемы II, переводит электрон в возбужденное состояние и выбивает его из молекулы

4. Электрон захватывается акцепторами переносчиками, перемещаясь от одного акцептора к другому, он теряет энергию, которая используется для синтеза АТФ

# Световая фаза:

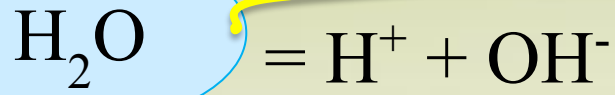


# Световая фаза:

5. Электрон поступает в фотосистему I и восстанавливает молекулу  $P_{700}$ . При этом молекула  $P_{700}$  возвращается в исходное состояние и становится вновь способной поглощать свет

6. Молекула хлорофилла  $P_{680}$  фотосистемы II восстанавливает свой электрон за счет фотолиза воды, т.е. расщепление воды под действием энергии света на  $H^+ + OH^-$

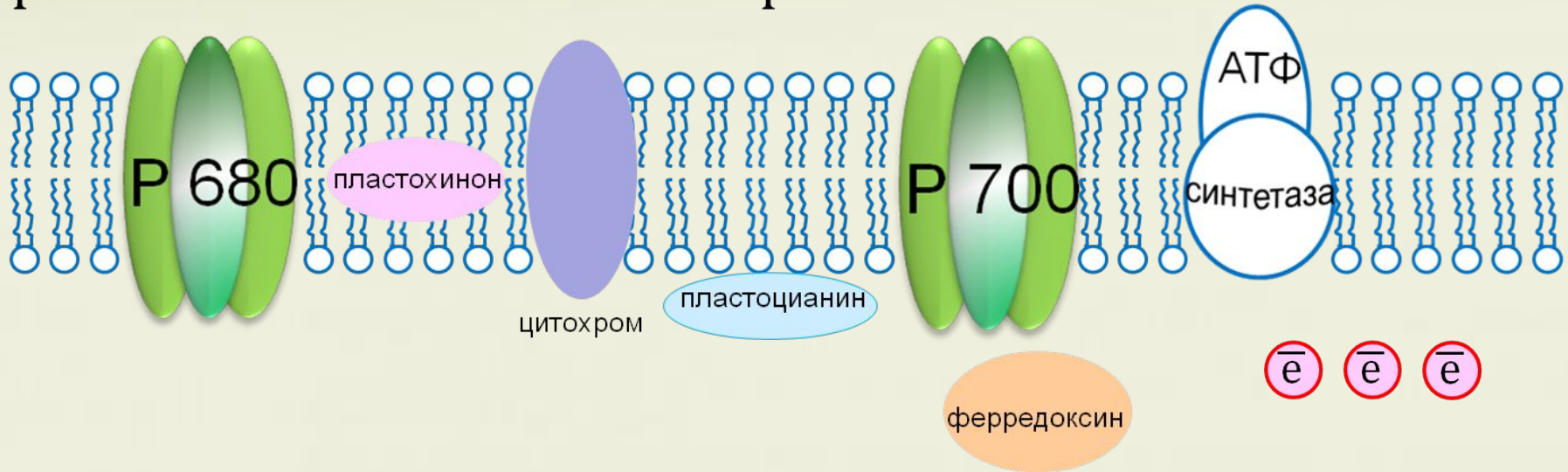
# Световая фаза:



фотосистема II

фотосистема I

$\text{H}^+ \text{H}^+ \text{H}^+$



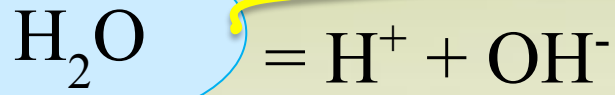


# Световая фаза:

7. Протоны водорода накапливаются внутри тилакоида, создавая  $H^+$ -резервуар. В результате внутренняя поверхность мембраны заряжается положительно

8. При достижении критической величины разности потенциалов протоны  $H^+$  проталкиваются через канал АТФ-синтетазы. Освобождающаяся при этом энергия используется для синтеза молекул АТФ

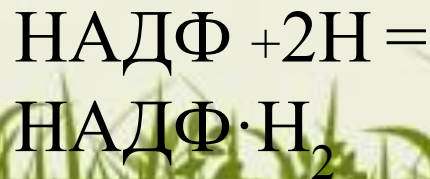
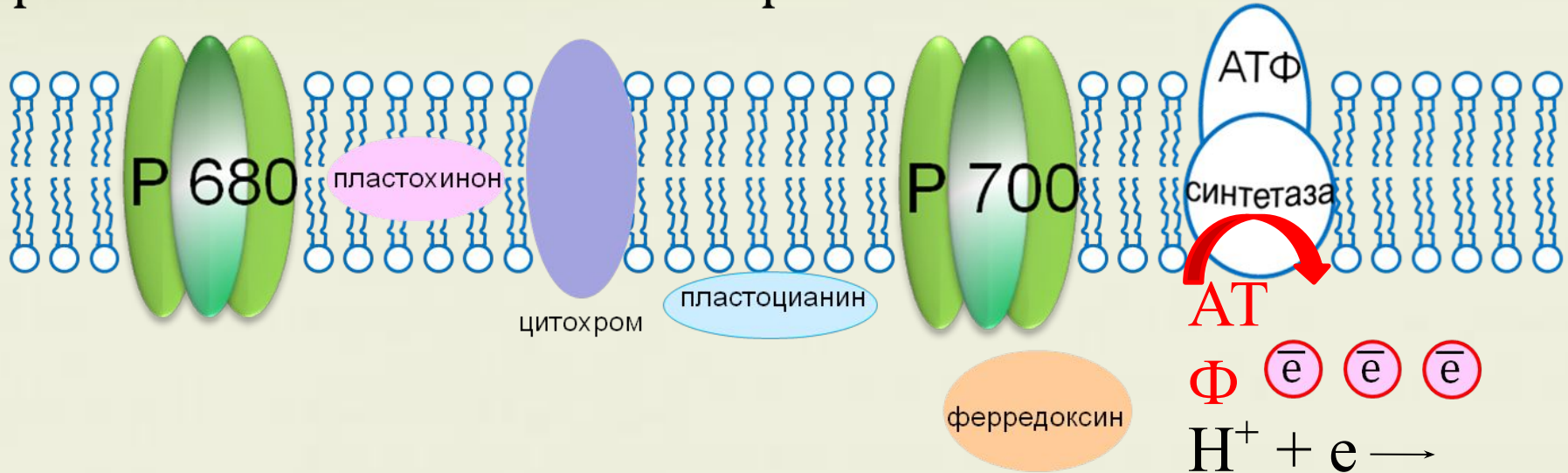
# Световая фаза:



фотосистема II

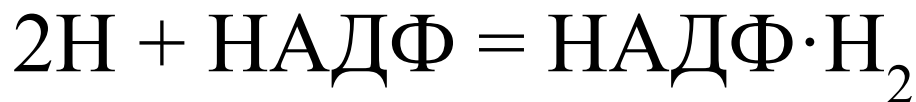
фотосистема I

$\text{H}^+ \text{H}^+ \text{H}^+$

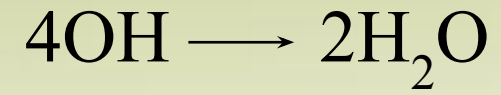
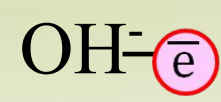
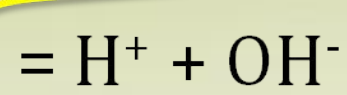
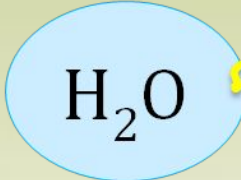


# Световая фаза:

9. Катионы водорода на наружной стороне мембраны присоединяют электроны молекулы хлорофилла, образуя атомарный водород, который с помощью переносчика **НАДФ** (*никотинамидадениндинуклеотидфосфат*) поступает в строму хлоропласта на синтез ГЛЮКОЗЫ



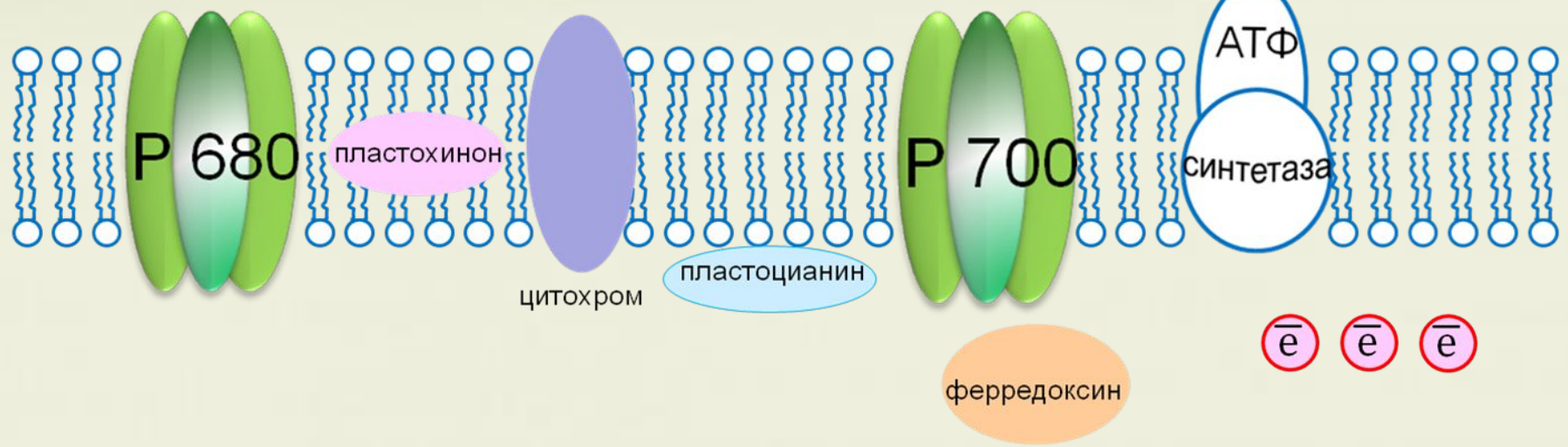
# Световая фаза:



фотосистема II

фотосистема I

$H^+ H^+ H^+$

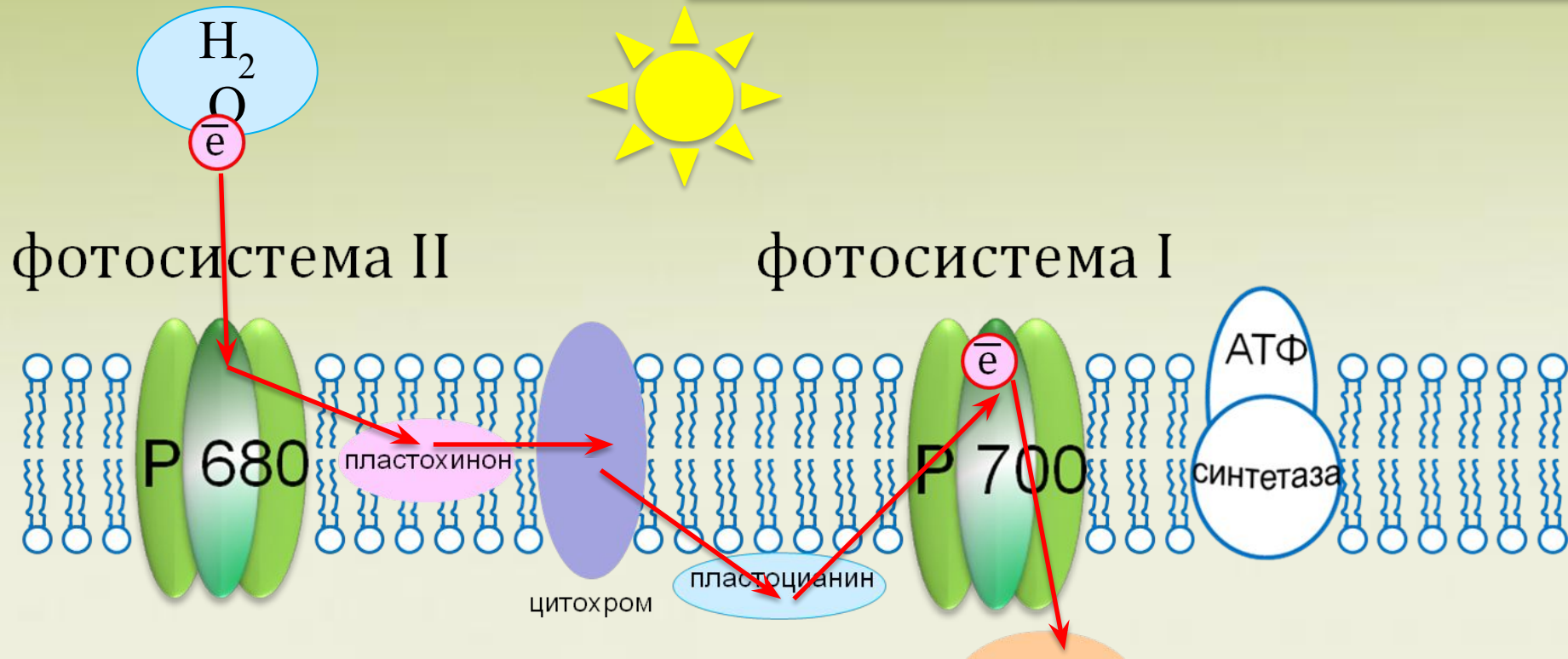


# Световая фаза:

Ионы гидроксильной группы отдают свои электроны, превращаясь в радикалы:  
 $\text{OH}^- \rightarrow \text{OH} \cdot$ . Этот электрон закрывает «дыру» в молекуле хлорофилла фотосистемы II.  
 $4\text{OH} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$

Таким образом, в результате переноса электронов и протонов через мембрану происходит превращение световой энергии в химическую энергию связей молекул АТФ – фотофосфорилирование

# Световая фаза:



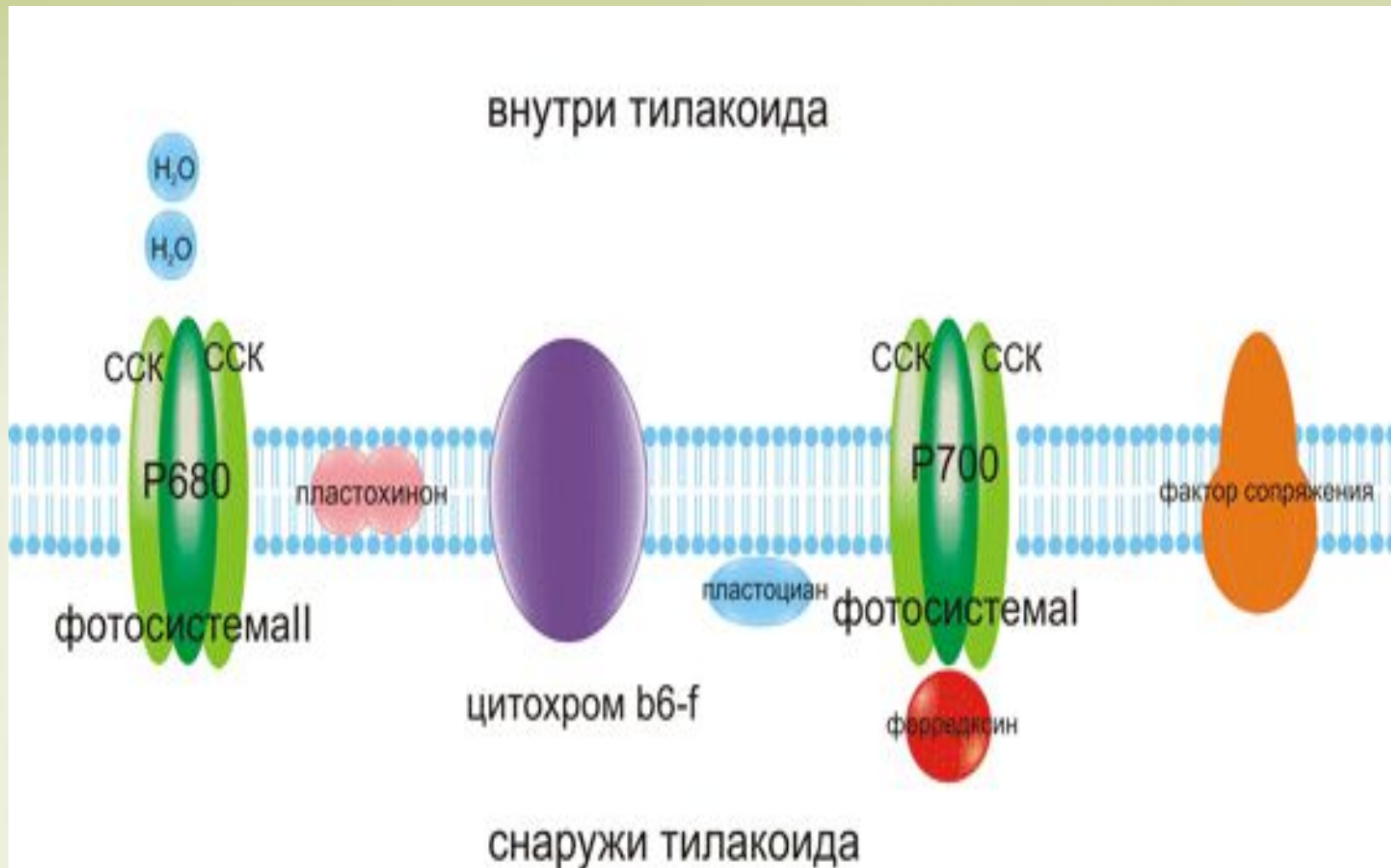
Следовательно, на свету электроны перемещаются от воды к фотосистемам II и I, и затем к НАДФ – нециклический поток электронов

# Световая фаза:

Таким образом, энергия солнечного света порождает три процесса:

- 1) Образование кислорода вследствие фотолиза воды
- 2) Синтез АТФ
- 3) Образование атомов водорода в форме НАДФ·Н<sub>2</sub>

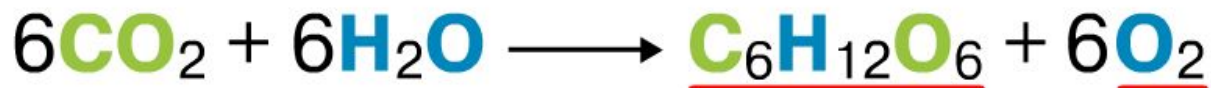
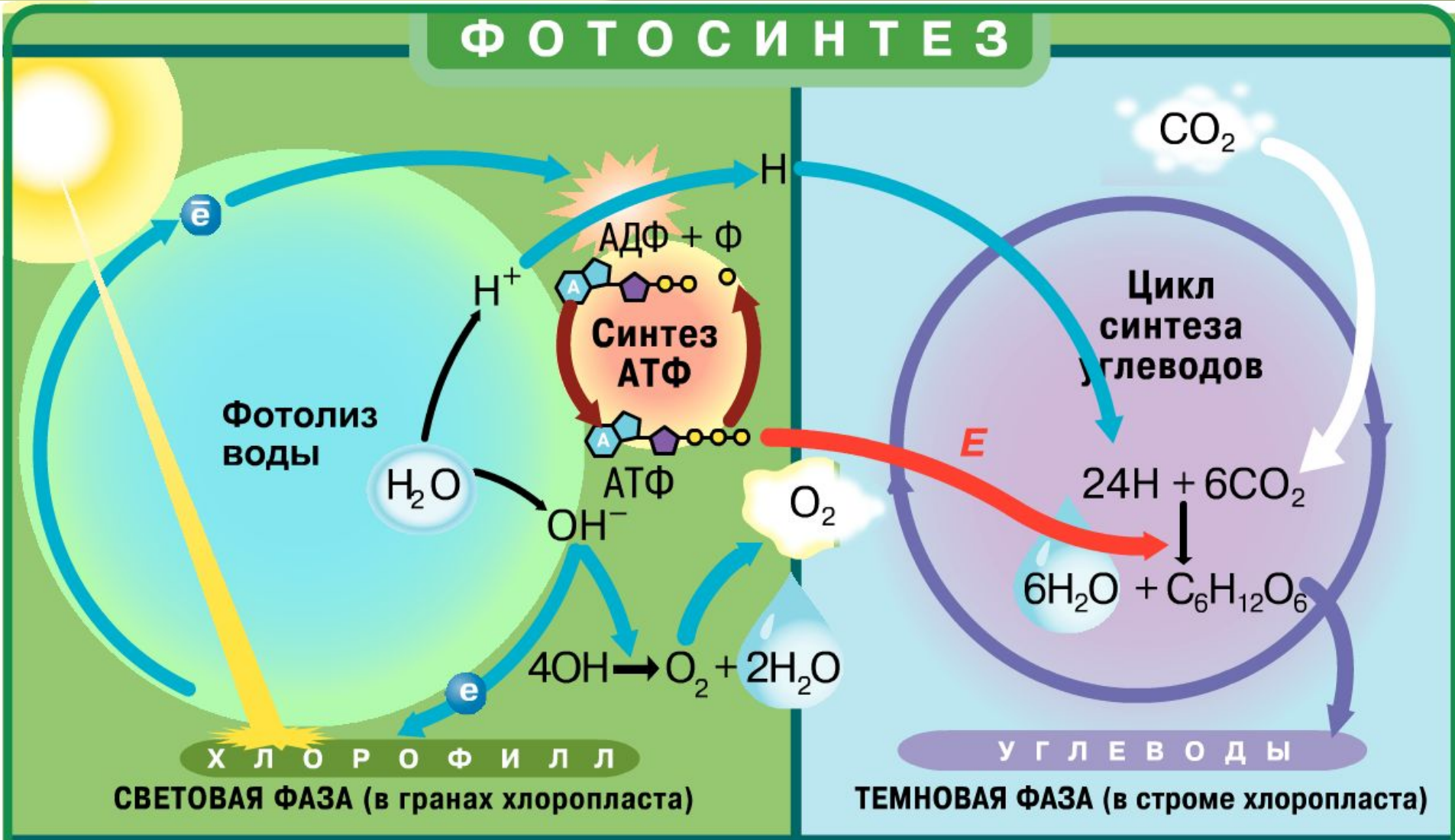
# Световая фаза:





# Темновая фаза:

## ФОТОСИНТЕЗ

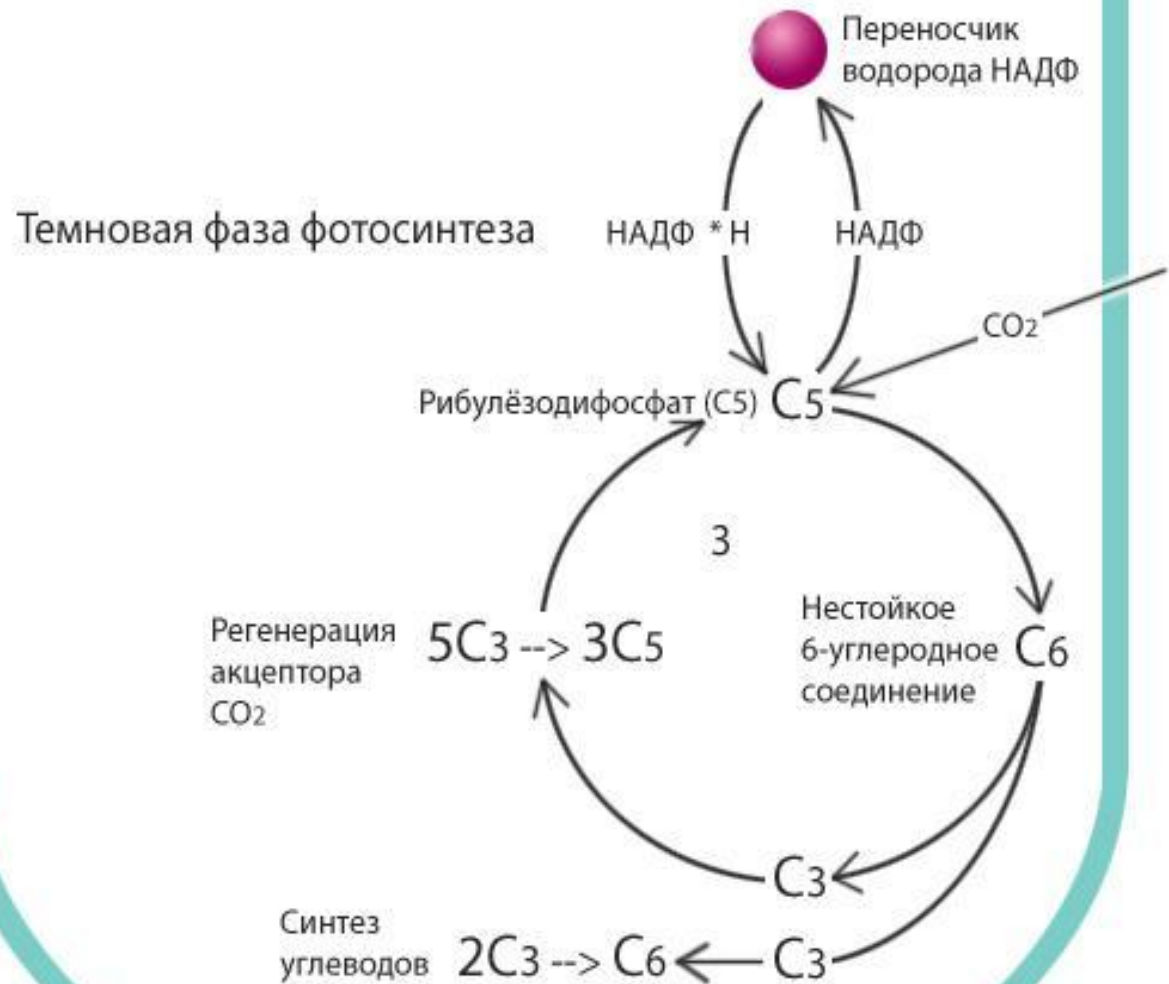


# Темновая фаза:

1. Протекает в строме хлоропласта как на свету, так и в темноте и представляет собой ряд последовательных преобразований  $\text{CO}_2$

2. Ферменты связывают пятиуглеродный сахар с углекислым газом воздуха. При этом образуются соединения, которые последовательно восстанавливаются до молекулы глюкозы

# Цикл Кальвина:



# Световая фаза фотосинтеза

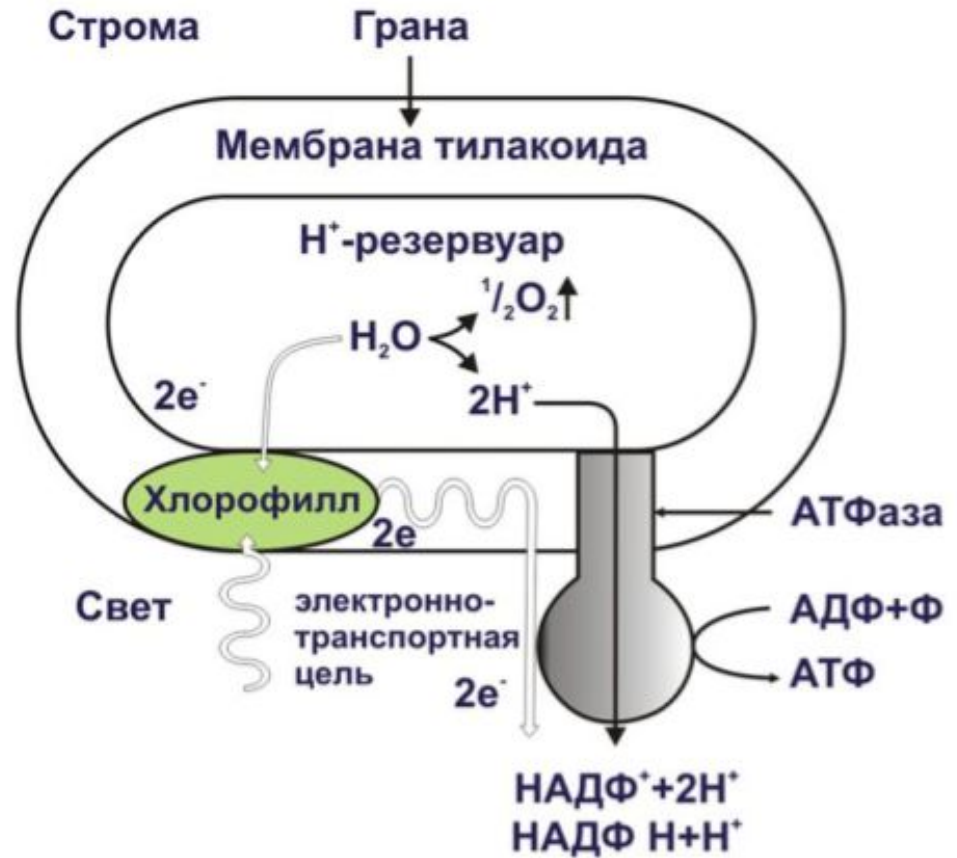


# Световая фаза фотосинтеза

1. Активация хлорофилла
2. Фотолиз воды
3. Синтез АТФ
4. Восстановление НАДФ<sup>+</sup> до НАДФ\*Н + Н<sup>+</sup>

строма

матрикс тилакоида



# Световая фаза

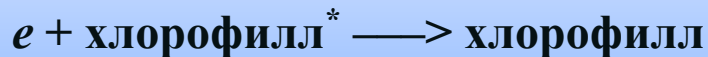
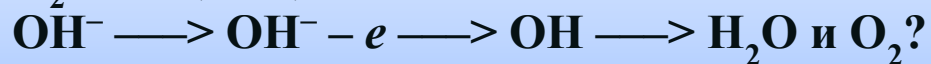
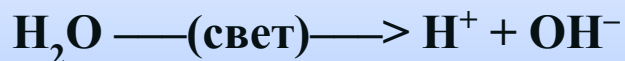


ТИЛАКОИД

строма

- а) хлорофилл  $\xrightarrow{\text{свет}}$  хлорофилл<sup>\*</sup> +  $e$
- б)  $e$  + белки-переносчики  $\rightarrow$  на наружную поверхность мембраны тилакоида
- в)  $\text{НАДФ}^+ + 2\text{H}^+ + 4e \rightarrow \text{НАДФ} \cdot \text{H}_2$

Фотолиз воды



$\text{H}^+$  – источник энергии, необходимой для синтеза АТФ из АДФ +  $\Phi_{\text{H}}$

# Темновая фаза

Строма  
хлоропласт

ТИЛАКОИД

НАДФ·Н

АТФ

CO<sub>2</sub>

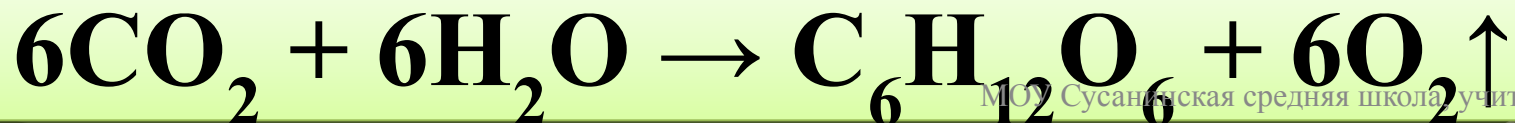
ЦИКЛ  
Кальвина

ГЛЮКОЗА

C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>

крахмал

фиксация углерода







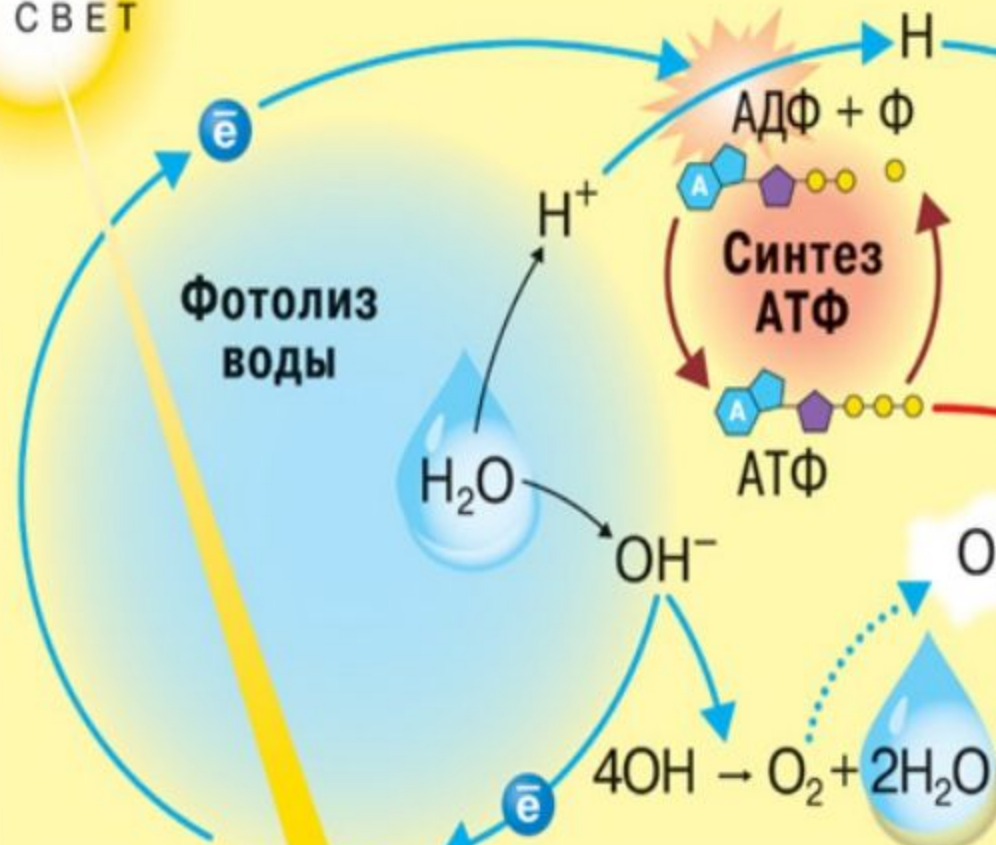
# Заполните таблицу «Сравнение световой и темновой фаз фотосинтеза»

Критерии для сравнения	Световая фаза	Темновая фаза
Локализация		
Основные процессы		
Исходные вещества		
Образующиеся продукты		
Источник энергии		

Критерии для сравнения	Световая фаза	Темновая фаза
Локализация	Мембрана тилакоидов	Строма хлоропласта
Основные процессы	Фотолиз воды Восстановление НАДФ <sup>+</sup> до НАДФ* Н <sub>2</sub> Синтез АТФ	Окисление НАДФ* Н <sub>2</sub> Распад АТФ до АДФ и Ф. Фиксация СО <sub>2</sub> Цикл Кальвина)
Исходные вещества	Вода, АДФ, Ф, НАДФ <sup>+</sup>	АТФ, НАДФ* Н <sub>2</sub> , рибулёзомонофосфат
Образующиеся продукты	НАДФ* Н <sub>2</sub> , АТФ	Глюкоза, аминокислоты и т.п.
Источник энергии	Световая энергия	Энергия АТФ

# ФОТОСИНТЕЗ

СВЕТ



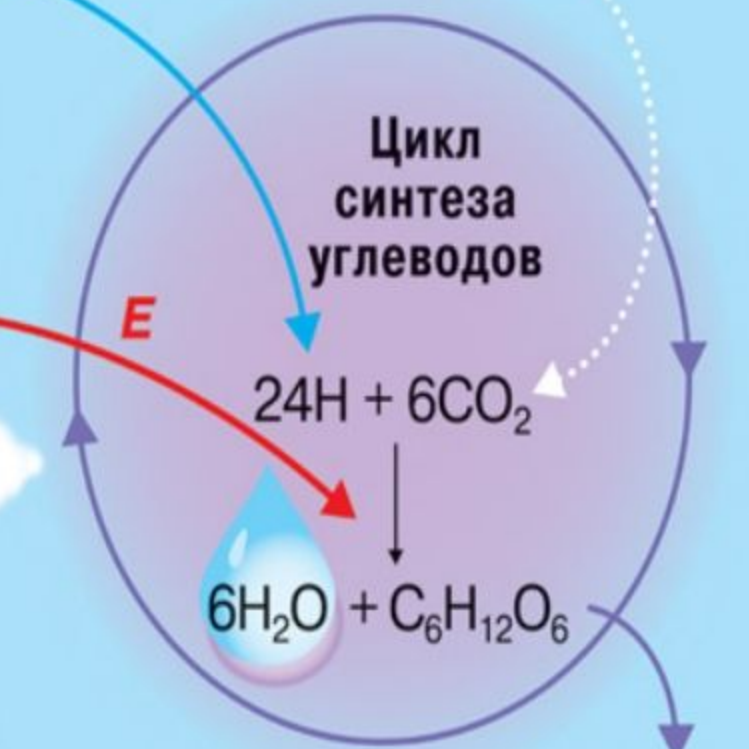
Фотоллиз  
воды

АДФ + Ф  
Синтез  
АТФ  
АТФ

Х Л О Р О Ф И Л Л

СВЕТОВАЯ ФАЗА (в гранах хлоропласта)

CO<sub>2</sub>



Цикл  
синтеза  
углеводов

24H + 6CO<sub>2</sub>

6H<sub>2</sub>O + C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>

У Г Л Е В О Д Ы

ТЕМНОВАЯ ФАЗА (в строме хлоропласта)



- Хлорофилл а – реакционный центр; использует поглощённую энергию в фотохимических реакциях
- 250 – 400 молекул различных пигментов (антенные); поглощают кванты света
- Первой включается фотосистема II затем фотосистема I
- Обе фотосистемы работают синхронно и непрерывно
- Значение: улавливают любую энергию света



# Фотосистемы

## Фотосистема I

- Реакционный центр этой фотосистемы образован специфичной молекулой хлорофилла а и обозначается P700
- P – это пигмент
- 700 – это длина волны

## Фотосистема II

- Реакционный центр этой фотосистемы образован тоже хлорофиллом а и обозначается P680



# Световые реакции

1. Свет, попадая на молекулы хлорофилла, которые находятся в мембранах тилакоидов гран, приводит их в возбуждённое состояние. В результате этого электроны сходят со своих орбит и переносятся с помощью переносчиков за пределы мембраны тилакоида, где и накапливаются, создавая отрицательно заряженное электрическое поле.

СВЕТЛОВАЯ ФАЗА

ТЕМНОВАЯ ФАЗА

С  
М  
Р  
О  
М  
А

---

М  
В  
М  
Б  
Р  
А  
Н  
А

---

СВЕТОВАЯ ФАЗА      ТЕМНОВАЯ ФАЗА

С  
Т  
Р  
О  
М  
А



М  
Е  
М  
Б  
Р  
А  
Н  
А



СВЕТЛОВАЯ ФАЗА

ТЕМНОВАЯ ФАЗА

Ц  
П  
Р  
О  
М  
А



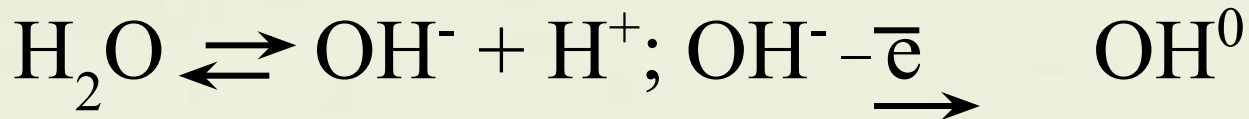
е е е е е

М  
Е  
М  
Б  
Р  
А  
Н  
А



# Световые реакции

2. Место вышедших электронов в молекулах хлорофилла занимают электроны воды, так как вода под действием света подвергается фоторазложению (фотолизу):



Гидроксилы  $\text{OH}^-$ , став радикалами  $\text{OH}^0$ , объединяются:  $4\text{OH}^0 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ , образуя воду и свободный кислород, который выделяется в атмосферу.

СВЕТЛОВАЯ ФАЗА

ТЕМНОВАЯ ФАЗА

ЦИТОПЛАЗМА

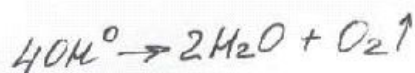
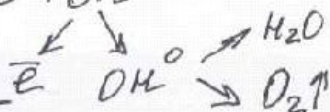


е е е е е

МЕМБРАНА



ФОТОЛИЗ



# Световые реакции

3. Протоны  $H^+$  не проникают через мембрану тилакоида и накапливаются внутри, образуя положительно заряженное электрическое поле, что приводит к увеличению разности потенциалов по обе стороны мембраны.

# Световые реакции

4. При достижении критической разности потенциалов (200мВ) протоны  $H^+$  устремляются по протонному каналу в ферменте АТФ-синтетаза, встроенному в мембрану тилакоида, наружу.

На выходе из протонного канала создаётся высокий уровень энергии, которая идет на синтез АТФ ( $АДФ + Ф \rightarrow АТФ$ ). Образовавшиеся молекулы АТФ переходят в строму, где участвуют в реакциях фиксации углерода.

СВЕТОВАЯ ФАЗА      ТЕМНОВАЯ ФАЗА

Ц  
М  
Р  
О  
М  
А



ē ē ē ē ē ē ē ē

М  
М  
Б  
Р  
А  
Н  
А



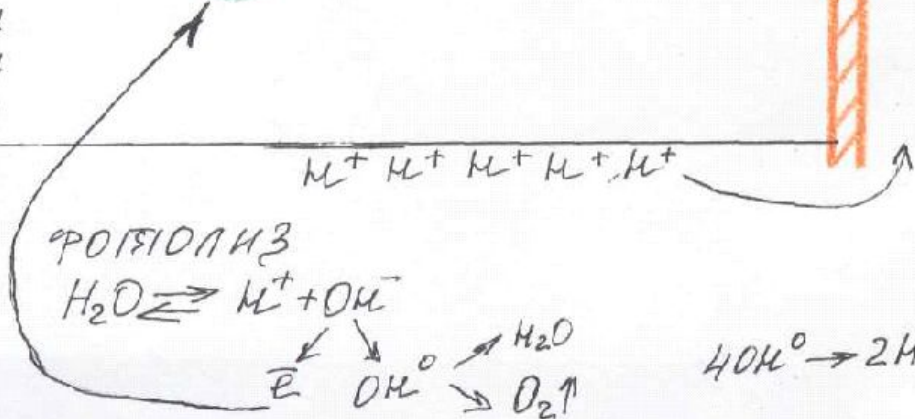
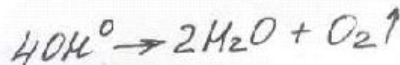
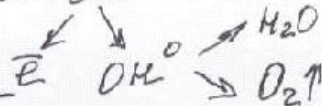
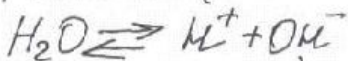
H<sup>+</sup> H<sup>+</sup> H<sup>+</sup> H<sup>+</sup> H<sup>+</sup>



АТФ-СИНТЕЗАЗА

→ ПРОТОННЫЙ КАНАЛ

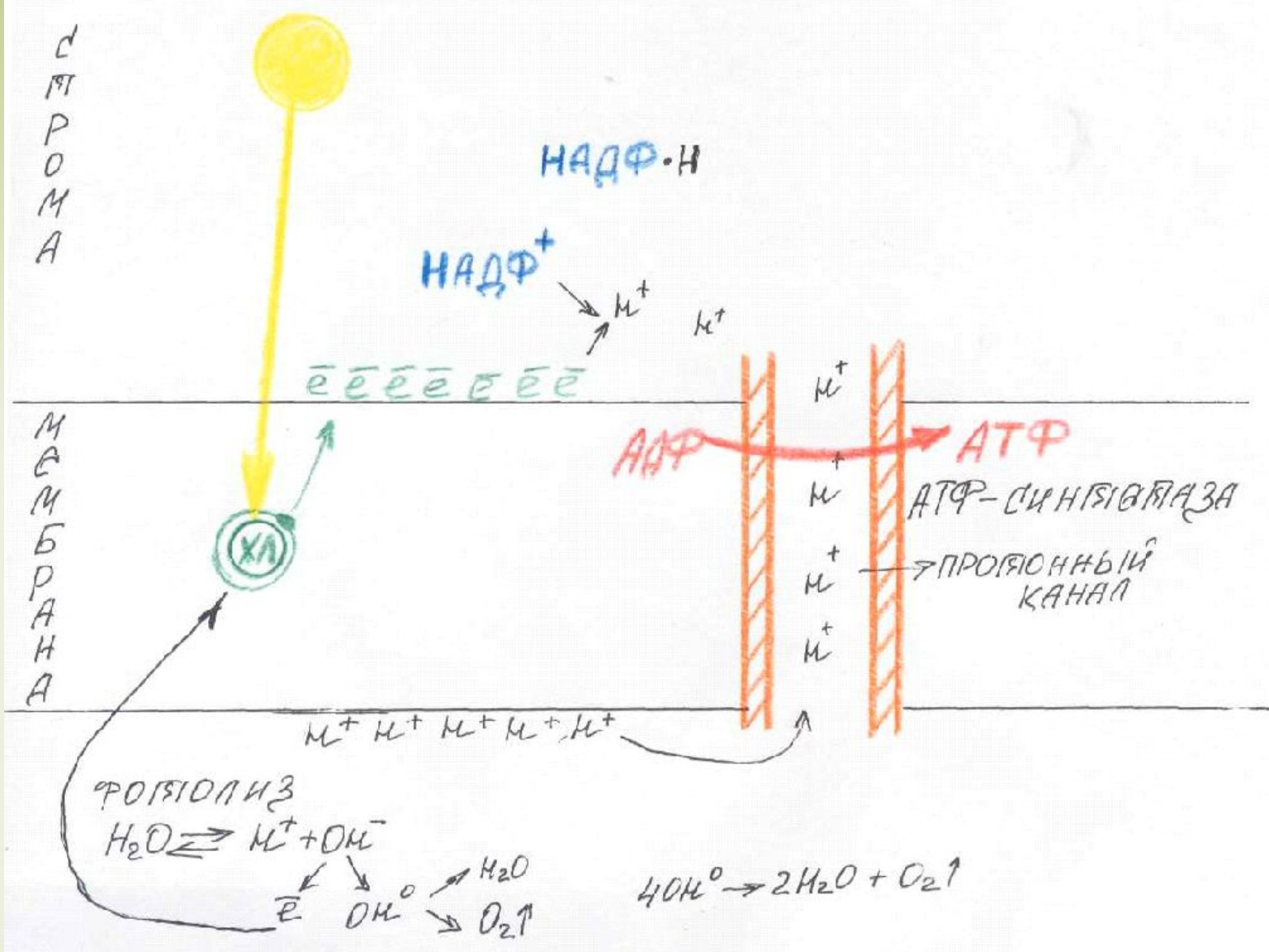
ФОТОЛИЗ



# Световые реакции

5. Протоны  $H^+$ , вышедшие на поверхность мембраны тилакоида, соединяются с  $e^-$ , образуя атомарный водород  $H$ , который идёт на восстановление переносчика НАДФ $^+$ :  $2e^- + H^+ + НАДФ^+ \longrightarrow НАДФ \cdot H$  (переносчик с присоединённым водородом; восстановленный переносчик).

СВЕТЛОВАЯ ФАЗА      ТЕМНОВАЯ ФАЗА



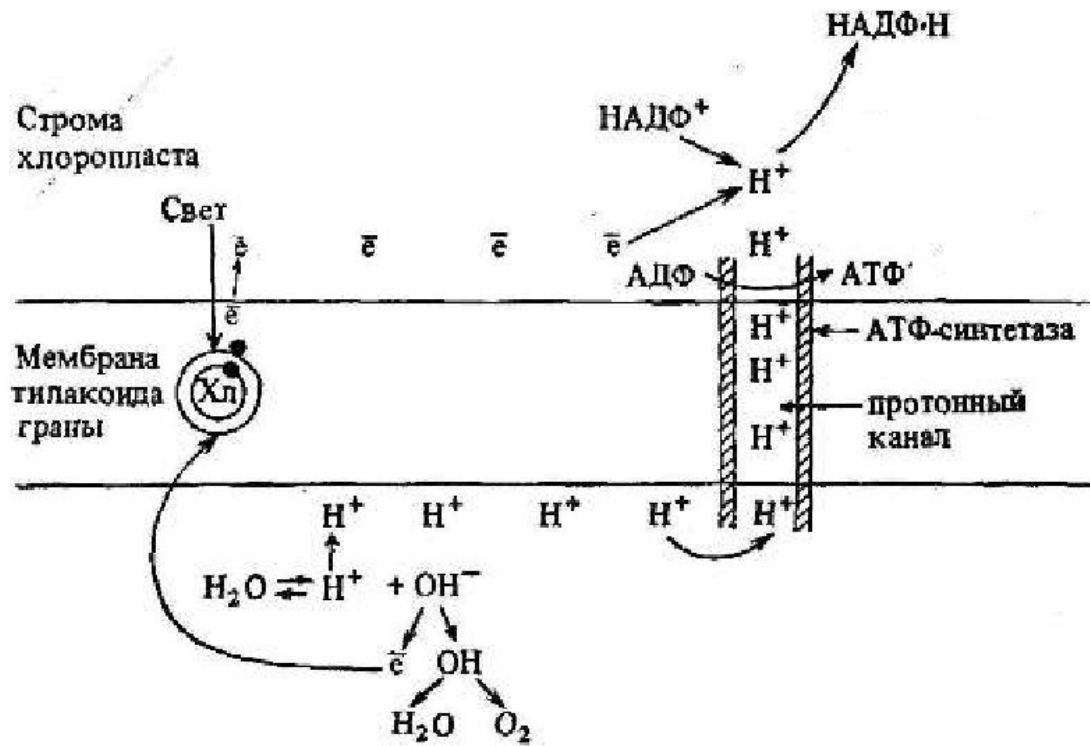


# **Вывод:**

- **Таким образом, активированный световой энергией электрон хлорофилла используется для присоединения водорода к переносчику. НАДФ Н переходит в строму хлоропласта, где участвует в реакциях фиксации углерода.**

# Процесс фотосинтеза

Световая фаза



# Темновые реакции

Осуществляются в строме хлоропласта, куда поступают АТФ, НАДФ• Н от тилакоидов гран и  $\text{CO}_2$  из воздуха. Кроме того, там постоянно находятся пятиуглеродные соединения – пентозы  $\text{C}_5$ , которые образуются в цикле Кальвина (цикле фиксации углекислого газа). Упрощённо этот цикл можно представить следующим образом:

# Темновые реакции

1. К пентозе  $C_5$  присоединяется  $CO_2$ , в результате чего появляется нестойкое шестиуглеродное соединение  $C_6$ , которое расщепляется на две трёхуглеродные группы  $2C_3$  – триозы.

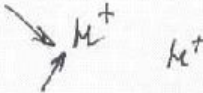
СВЕТОВАЯ ФАЗА      ТЕМНОВАЯ ФАЗА

С  
Т  
Р  
О  
М  
А

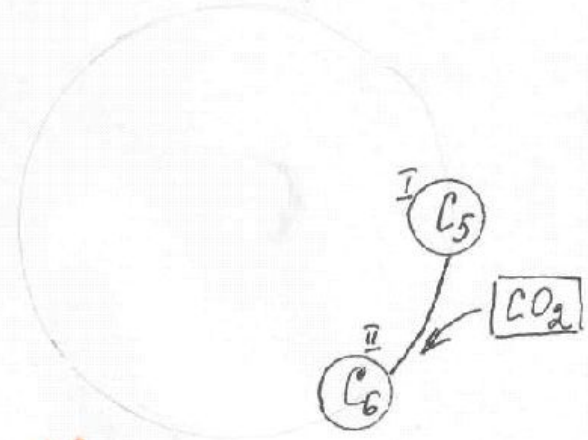


НАДФ·Н

НАДФ<sup>+</sup>



εεεεεεεε



М  
Е  
М  
Б  
Р  
А  
Н  
А



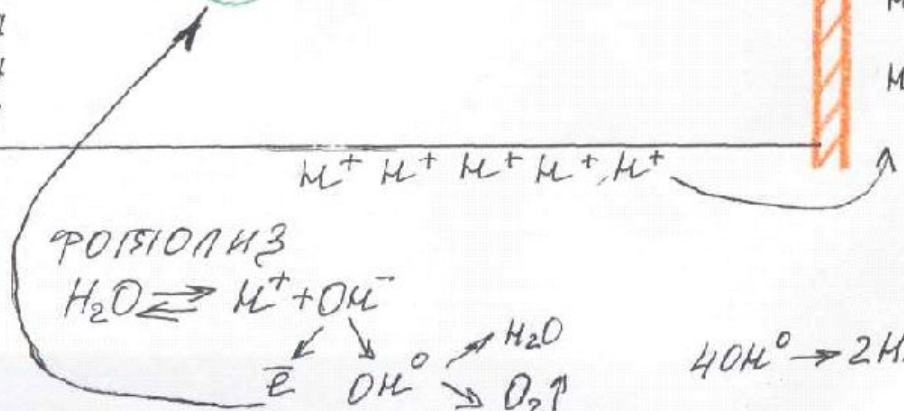
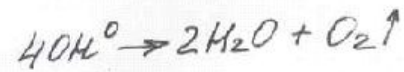
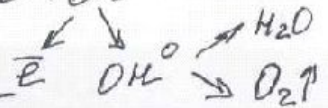
АДФ → АТФ

АТФ-СИНТЕТАЗА

→ ПРОТОННЫЙ КАНАЛ

H<sup>+</sup> H<sup>+</sup> H<sup>+</sup> H<sup>+</sup> H<sup>+</sup>

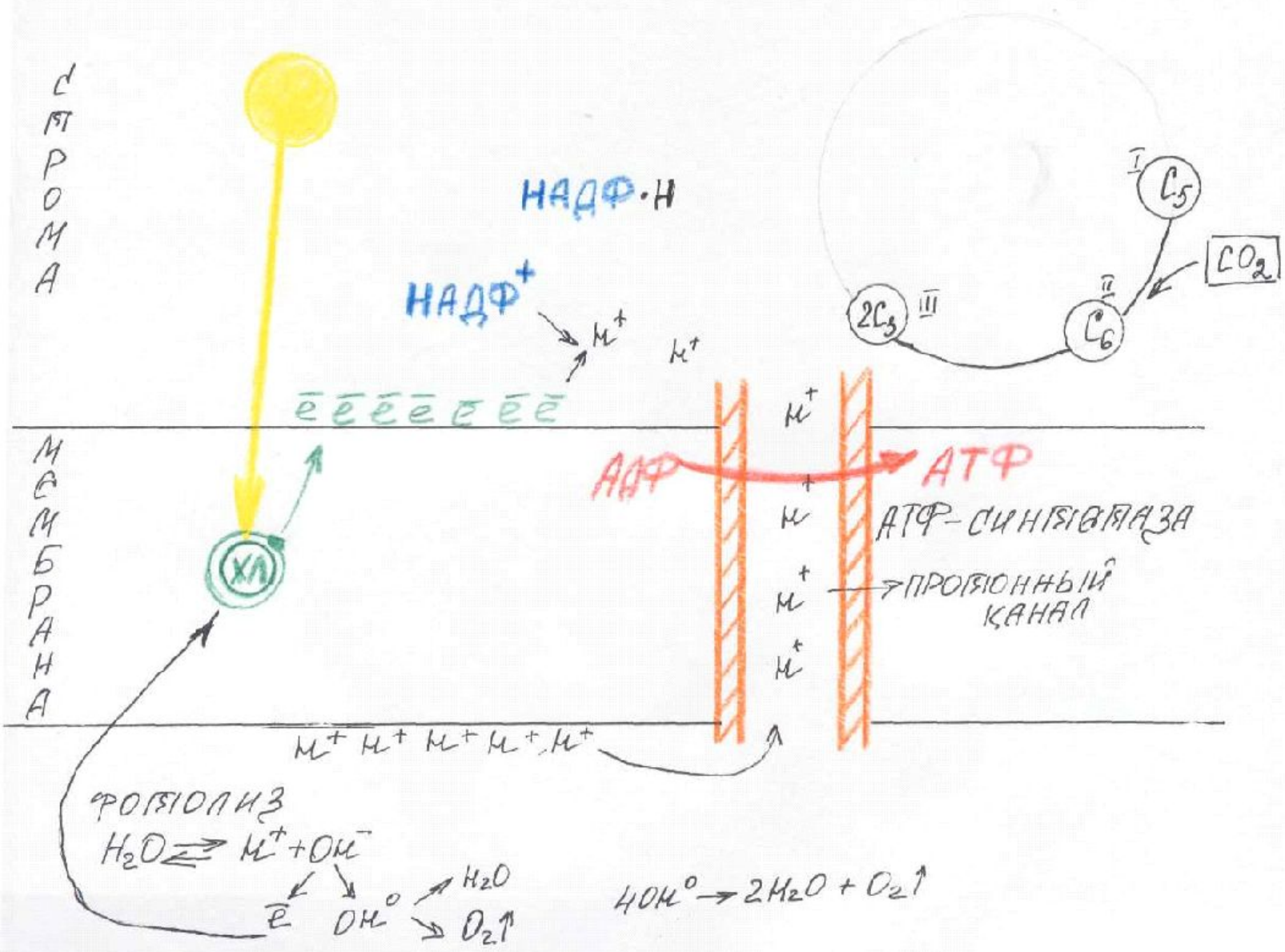
ФОТОЛИЗ



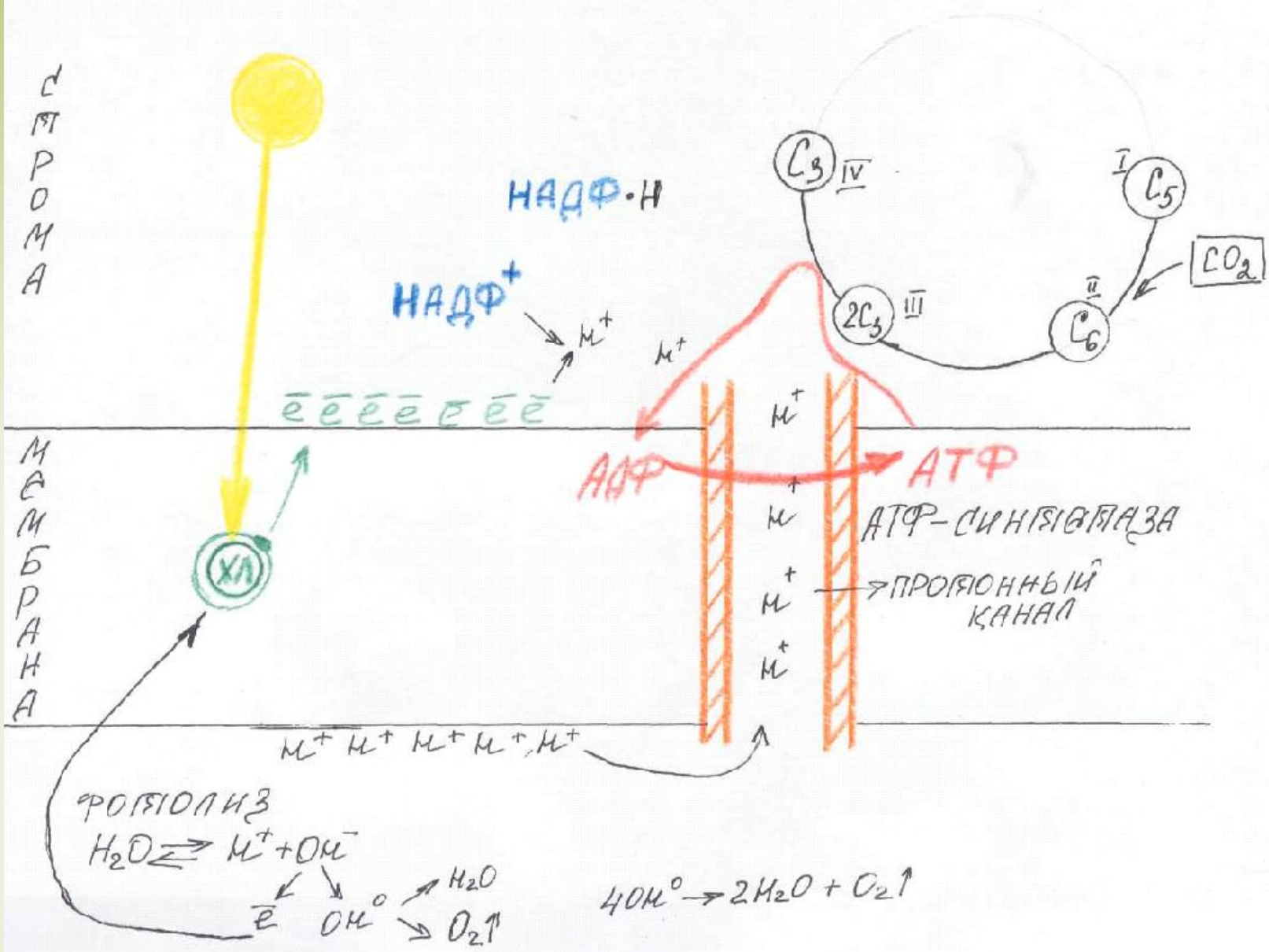
# Темновые реакции

2. Каждая из триоз  $2C_3$  принимает по одной фосфатной группе от двух АТФ, что обогащает молекулы энергией.
3. Каждая из триоз  $2C_3$  принимает по одному атому водорода от двух НАДФ • Н.
4. После чего одни триозы объединяются, образуя углеводы  $2C_3 \rightarrow C_6 \rightarrow C_6H_{12}O_6$  (глюкоза).
5. Другие триозы объединяются, образуя пентозы  $5C_3 \rightarrow 3C_5$ , и вновь включаются в цикл фиксации углекислого газа.

СВЕТОВАЯ ФАЗА      ТЕМНОВАЯ ФАЗА



СВЕТЛОВАЯ ФАЗА      ТЕМНОВАЯ ФАЗА



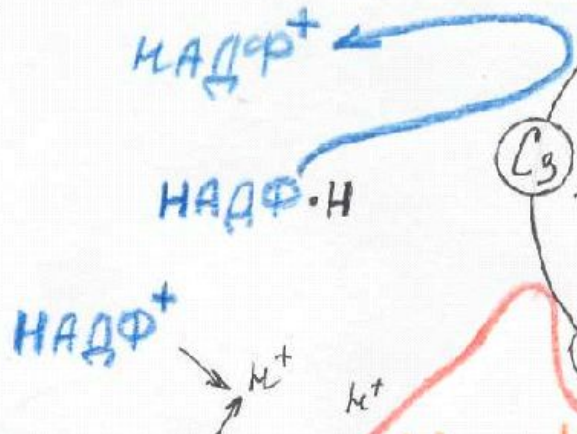


СВЕТОВАЯ ФАЗА

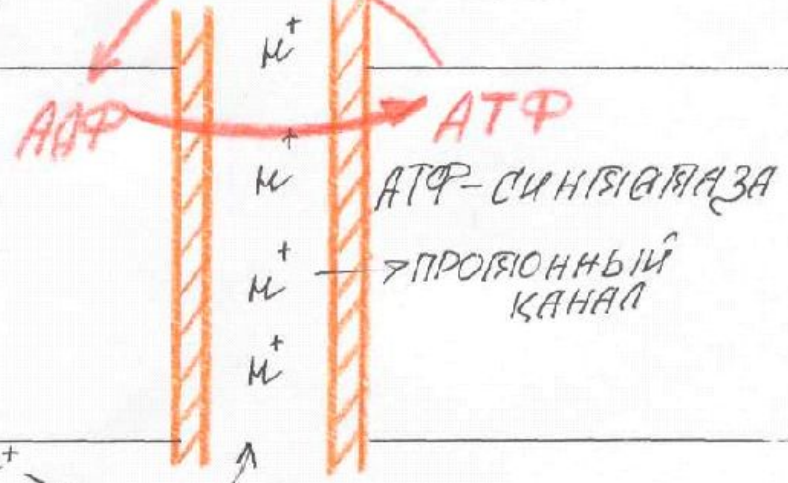
ТЕМНОВАЯ ФАЗА

СТРОМА

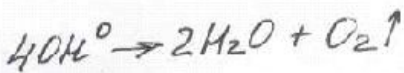
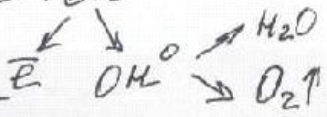
МЕМБРАНА



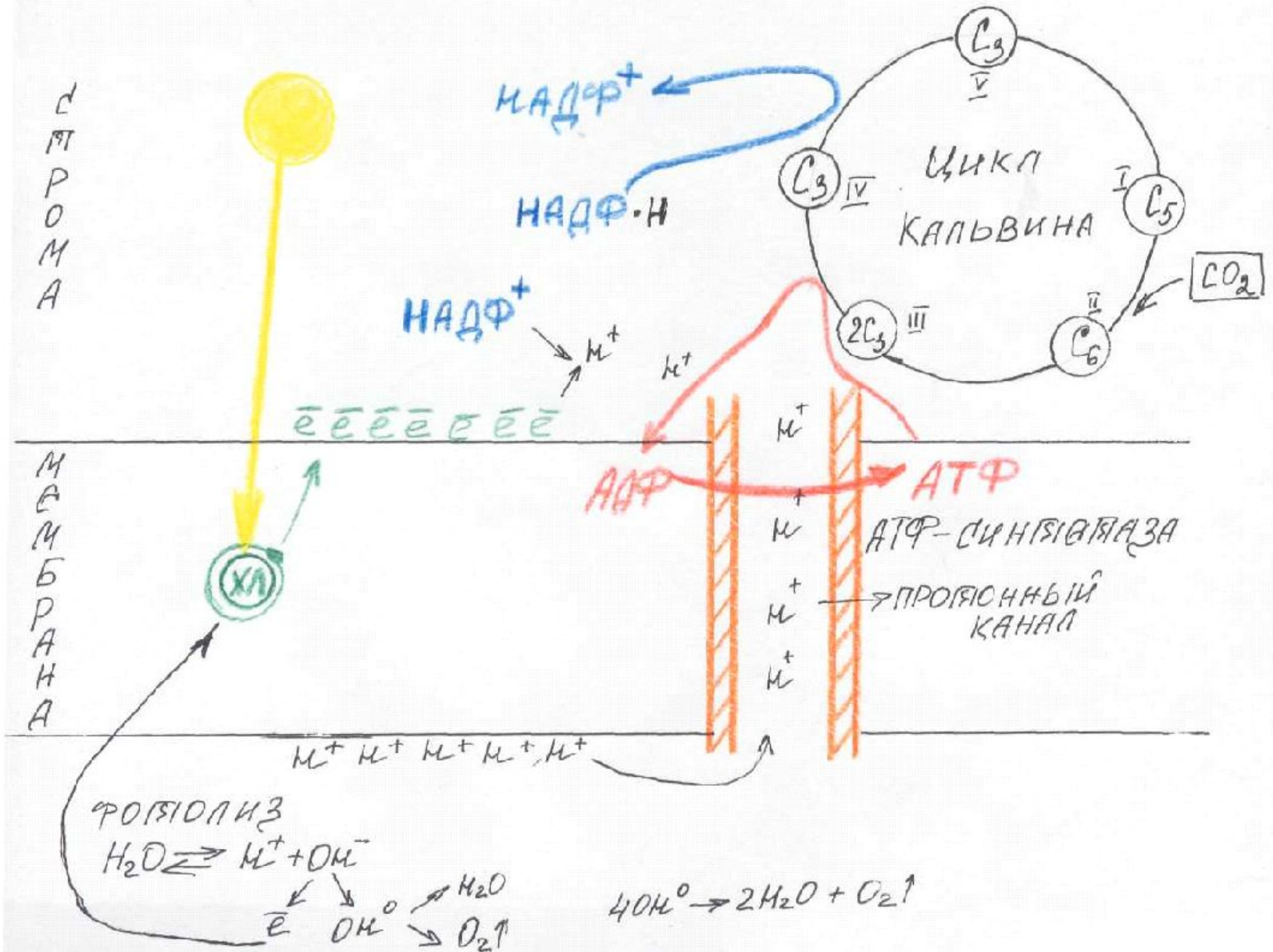
е е е е е е



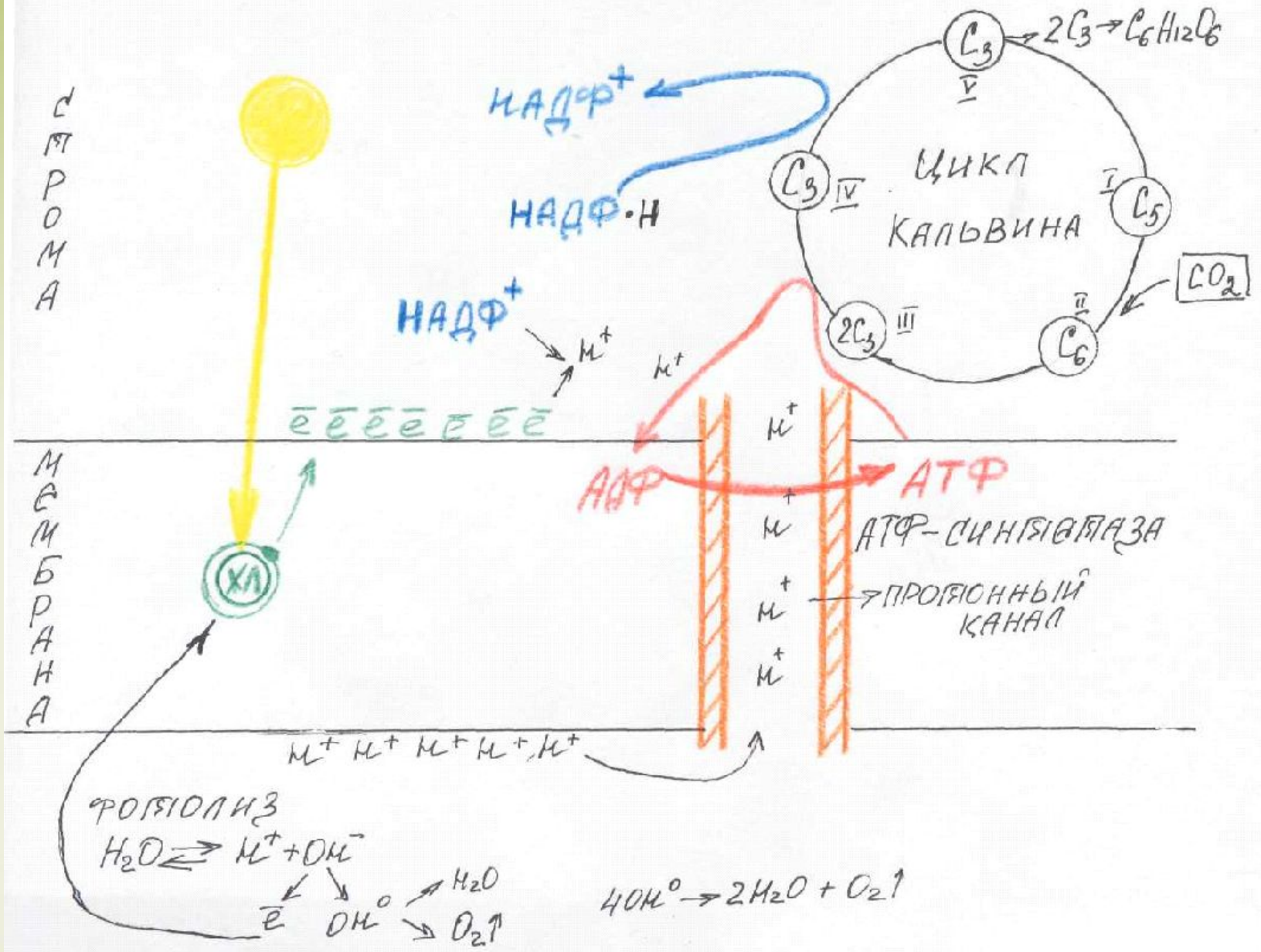
ФОТОЛИЗ



СВЕТОВАЯ ФАЗА      ТЕМНОВАЯ ФАЗА



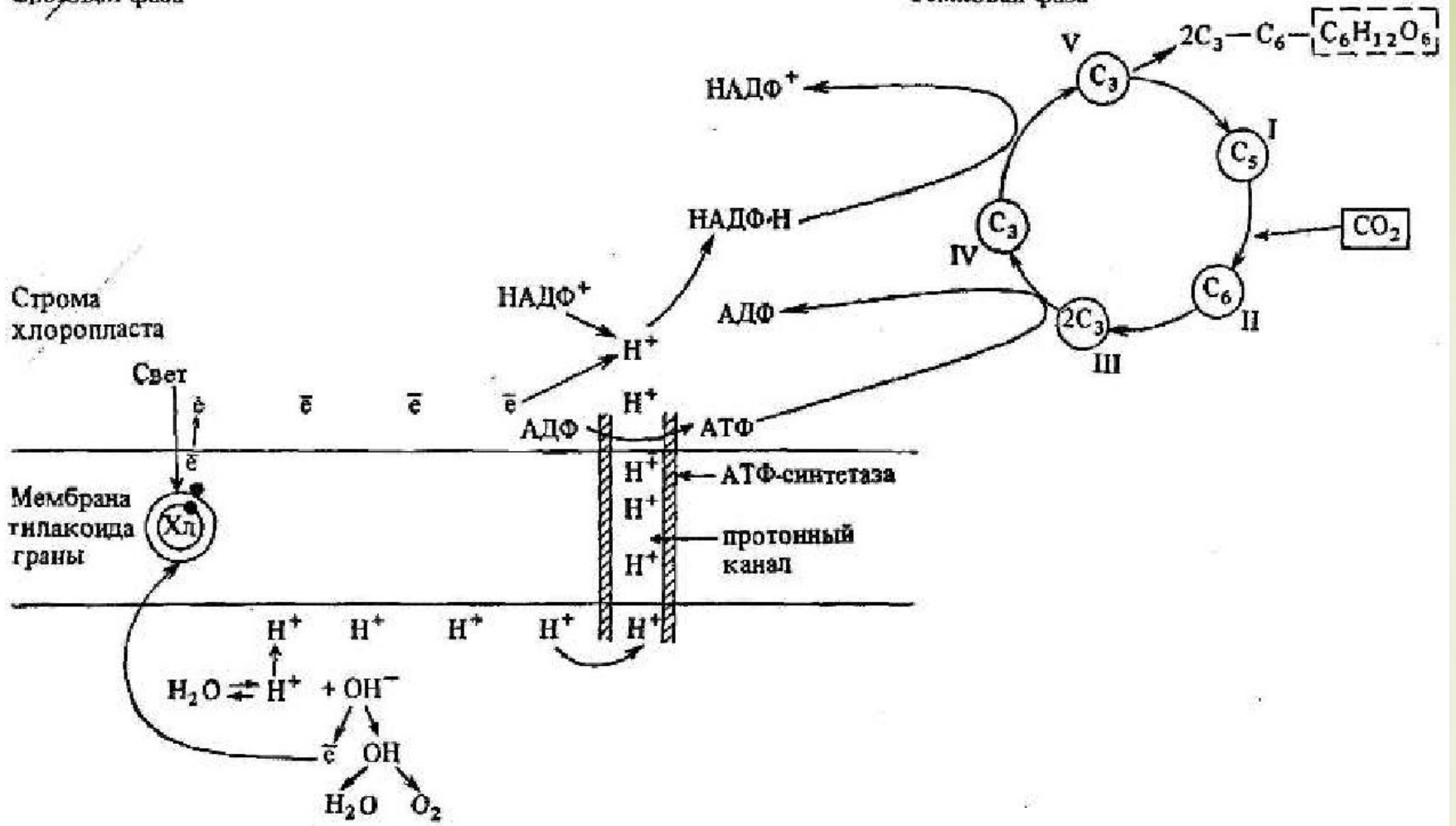
СВЕТОВАЯ ФАЗА      ТЕМНОВАЯ ФАЗА



Процесс фотосинтеза

Световая фаза

Темновая фаза

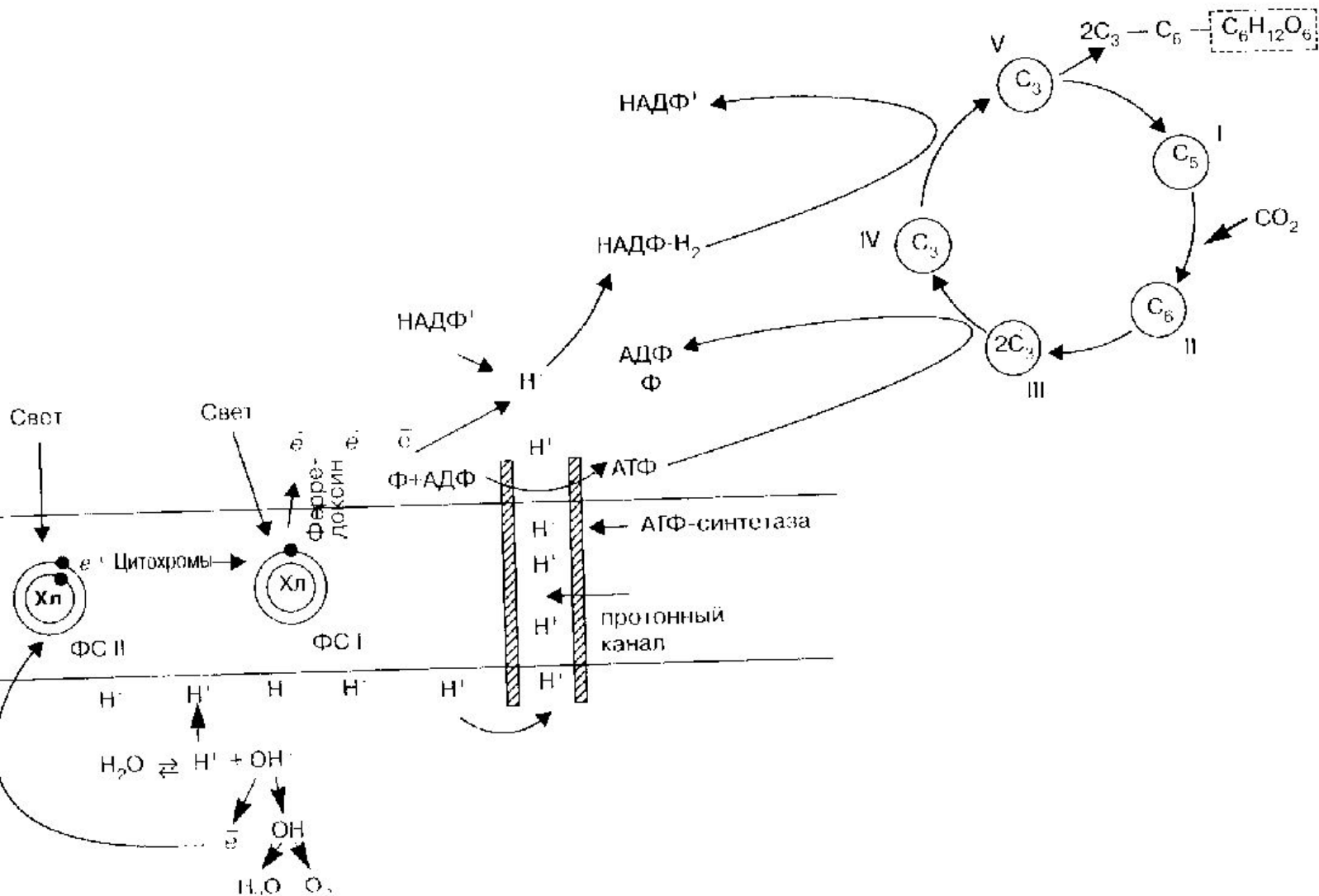


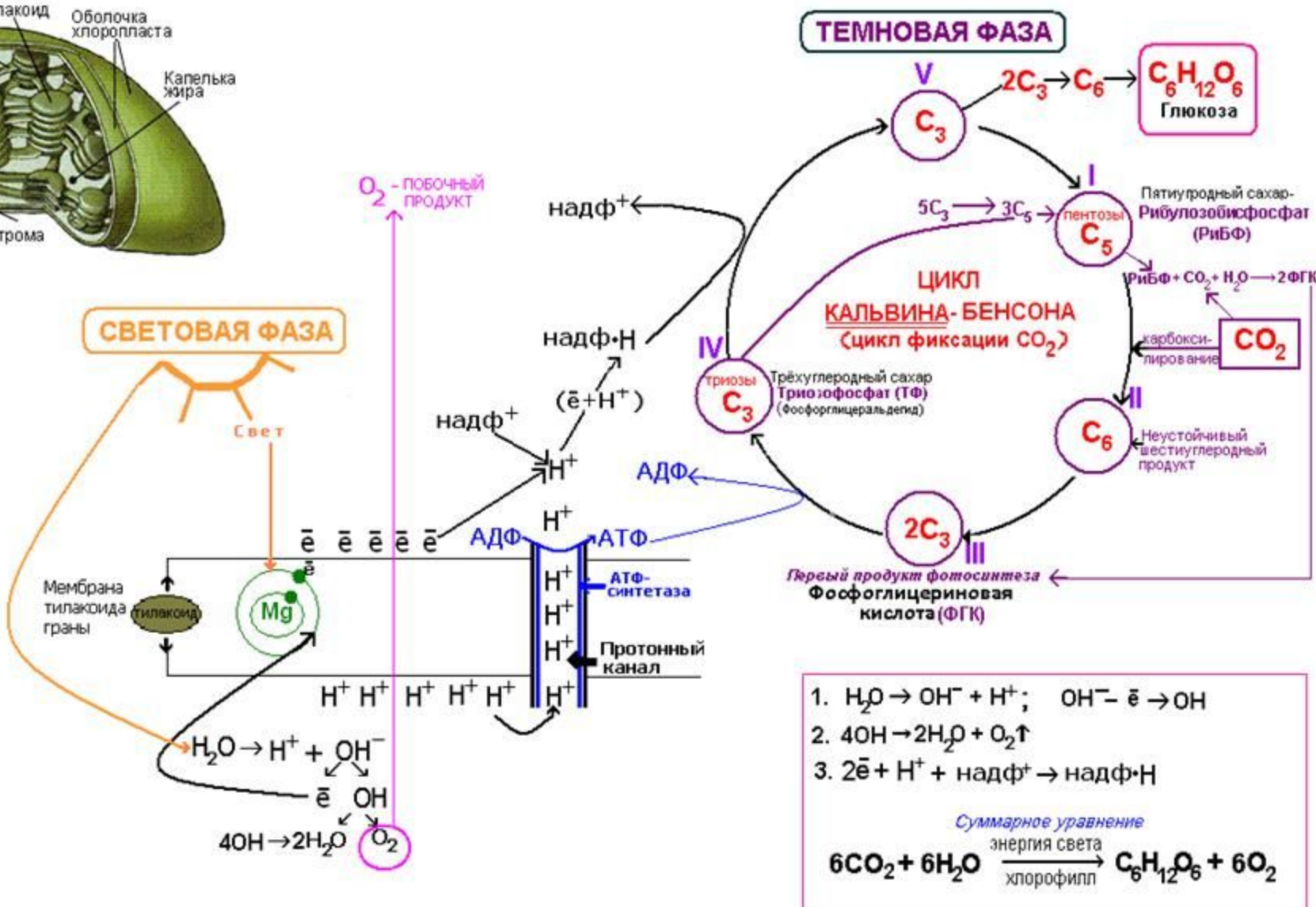
Световая фаза

Темновая фаза

Строма хлоропласта

Мембрана тилакоида граны





1.  $H_2O \rightarrow OH^- + H^+$ ;  $OH^- - e^- \rightarrow OH$   
 2.  $4OH \rightarrow 2H_2O + O_2 \uparrow$   
 3.  $2e^- + H^+ + \text{надф}^+ \rightarrow \text{надф}\cdot\text{H}$

*Суммарное уравнение*  
 энергия света  
 $6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow{\text{хлорофилл}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$

# Значение фотосинтеза

- Весь имеющийся в атмосфере кислород (при условии, что его образование прекратилось) может быть израсходован, приблизительно за 100 лет.
- Годовая потребность одного человека в кислороде обеспечивается фотосинтезом 10-12 деревьев среднего возраста.



Один реактивный лайнер за время  
трансконтинентального полёта использует до 50  
млн. л кислорода – суточную потребность 100 000  
человек





# Фотосинтез – управляемый процесс

- Улучшение освещённости растений
- Достаточное снабжение их водой и минеральными веществами
- Поддерживание в теплицах и парниках нужной температуры
- Поддерживание нужной концентрации углекислого газа в воздухе теплиц.



# Значение фотосинтеза



1. Зелёные растения синтезируют **450 млрд т** органических веществ; усваивают **150 млрд т**  $\text{CO}_2$ ; выделяют **120 млрд т**  $\text{O}_2$
2. Обеспечивают круговорот веществ в биосфере
3. Поддерживают постоянный газовый состав атмосферы.
4. Накопление кислорода в ходе эволюции привело к появлению аэробного дыхания.

## **Значение фотосинтеза**

1. Создание органического вещества для гетеротрофов
2. Выделение кислорода для аэробов
3. Образование озонового экрана, который задерживает ультрафиолетовые лучи.

**У растений космическая роль** ( Тимирязев) – они преобразуют энергию Солнца в энергию химических связей в органических веществах.



## *В чем проявляется сходство митохондрий и хлоропластов?*

- 1) не делятся в течение жизни клетки
- 2) имеют собственный генетический материал
- 3) являются одномембранными
- 4) содержат ферменты окислительного фосфорилирования
- 5) имеют двойную мембрану
- 6) участвуют в синтезе АТФ

2 5 6

- **2. Какие процессы вызывает энергия солнечного света в листе?**
- 1) образование молекулярного кислорода в результате разложения воды
- 2) окисление пировиноградной кислоты до углекислого газа и воды
- 3) синтез молекул АТФ
- 4) расщепление биополимеров до мономеров
- 5) расщепление глюкозы до пировиноградной кислоты
- 6) образование атомарного водорода за счет отнятия электрона от молекулы хлорофиллом.

**Установите соответствие между названием этапа обмена веществ в клетках и соответствующими им характеристиками процессов.**

## **Процессы**

1. пищеварение
2. спиртовое брожение
3. расщепление молекул глюкозы
4. происходит в цитоплазме клеток
5. происходит на мембранах митохондрий
6. выделяется небольшое количество энергии
7. расщепление белков до аминокислот
8. гликолиз

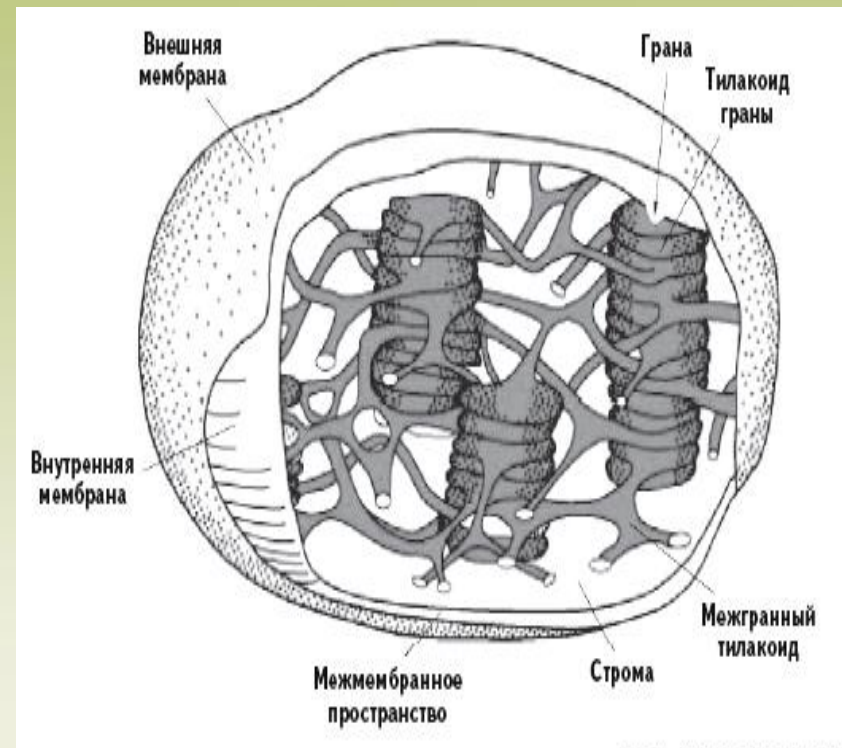
## **Название этапа**

- А) подготовительный
- Б) бескислородный
- В) кислородный

А	Б	В
17	23468	5

**Какая структура хлоропласта содержит ферменты, участвующие в световой фазе фотосинтеза?**

- 1) строма
- 2) мелкие рибосомы
- 3) наружная мембрана
- 4) тилакоиды гран



1. Что происходит во время световой и темновой фаз фотосинтеза

2. Как происходит преобразование солнечной энергии во время световой и темновой фаз фотосинтеза

3. Проследите путь водорода в световой и темновой стадиях фотосинтеза от момента его образования до синтеза глюкозы



Проследите путь водорода в световой и темновой стадиях фотосинтеза от момента его образования до синтеза глюкозы.

1) в световой фазе фотосинтеза под действием солнечного света

происходит фотолиз воды и образуются ионы водорода;

2) в световой фазе происходит соединение водорода с переносчиком НАДФ<sup>+</sup>

и образование НАДФ•2H;

3) в темновой фазе водород из НАДФ•2H используется в реакции

восстановления промежуточных соединений, из которых синтезируется глюкоза.



4. Почему без растений жизнь на Земле в современном виде была бы невозможна.

5. Скорость фотосинтеза зависит от лимитирующих (ограничивающих) факторов среды, среди которых выделяют свет, концентрацию углекислого газа, температуру. Почему эти факторы являются лимитирующими

6. Обоснуйте роль растений в историческом преобразовании биосферы. Приведите не менее 4 обоснований.

7. Каково значение фотосинтеза в эволюции жизни на Земле. Укажите не менее 3 значений.

8. Сравните фотосинтетиков и хемосинтетиков. Укажите сходства и отличия.

9. Перечислите экологические функции хемосинтетиков.

10. В каких отраслях науки применяются знания о хемосинтетиках

Известно, что опытным путем на свету трудно обнаружить дыхание у растений.  
Почему ?

Растения не только поглощают кислород на дыхание , но и выделяют его при фотосинтезе.  
В эксперименте это трудно зафиксировать.



Как происходит преобразование энергии солнечного света в световой и темновой фазах фотосинтеза в энергию химических связей глюкозы? Ответ поясните.

- 1) энергия солнечного света преобразуется в энергию возбуждённых электронов хлорофилла;
- 2) энергия возбуждённых электронов преобразуется в энергию макроэргических связей АТФ, синтез которой происходит в световую фазу (часть энергии используется для образования НАДФ·2Н);
- 3) в реакциях темновой фазы энергия АТФ превращается в энергию химических связей глюкозы, которая синтезируется в темновую фазу.



В листьях растений интенсивно протекает процесс фотосинтеза. Происходит ли он в зрелых и незрелых плодах? Ответ поясните.



В небольших помещениях с обилием комнатных растений ночью концентрация кислорода уменьшается. Объясните почему?

1. ночью с прекращением фотосинтеза выделение кислорода прекращается;

2. в процессе дыхания растений (они дышат постоянно) уменьшается концентрация кислорода и повышается концентрация углекислого газа.



Найдите ошибки в приведенном тексте. Укажите номера предложений, в которых сделаны ошибки, исправьте их.

1. Фотосинтез происходит в хлоропластах растительных клеток.
  2. В световой фазе осуществляется распад молекулы углекислого газа под влиянием света.
  3. Молекулярный кислород образуется в темновую фазу.
  4. В темновой фазе процессы синтеза сопровождаются образованием молекул АТФ.
  5. В ходе фотосинтеза из углекислого газа и воды образуется глюкоза.
2. В световой фазе осуществляется распад молекулы воды под влиянием света
  3. Молекулярный кислород образуется в световую фазу
  4. В темновой фазе процессы синтеза сопровождаются использование энергии молекул АТФ.



ПРОЦЕСС  
ПРОТЕКАНИЯ

МЕСТО

В ХЛОРОПЛАСТЕ

1.тилакоид

2.строма

А) расщепление воды под воздействием энергии света

Б) фиксация (усвоение) углекислого газа в темновой фазе

В) расщепление молекул АТФ

Г) движение электронов по электронно-транспортной цепи

Д) возбуждение хлорофилла квантами света

1- агд      2-бв

В чём состоит связь митохондрий и хлоропластов?

В хлоропластах образуется глюкоза, которая подвергается расщеплению в цитоплазме до ПВК, а потом в митохондриях до углекислого газа и воды.



растения

# Сравнение метаболизма растений и животных

животные

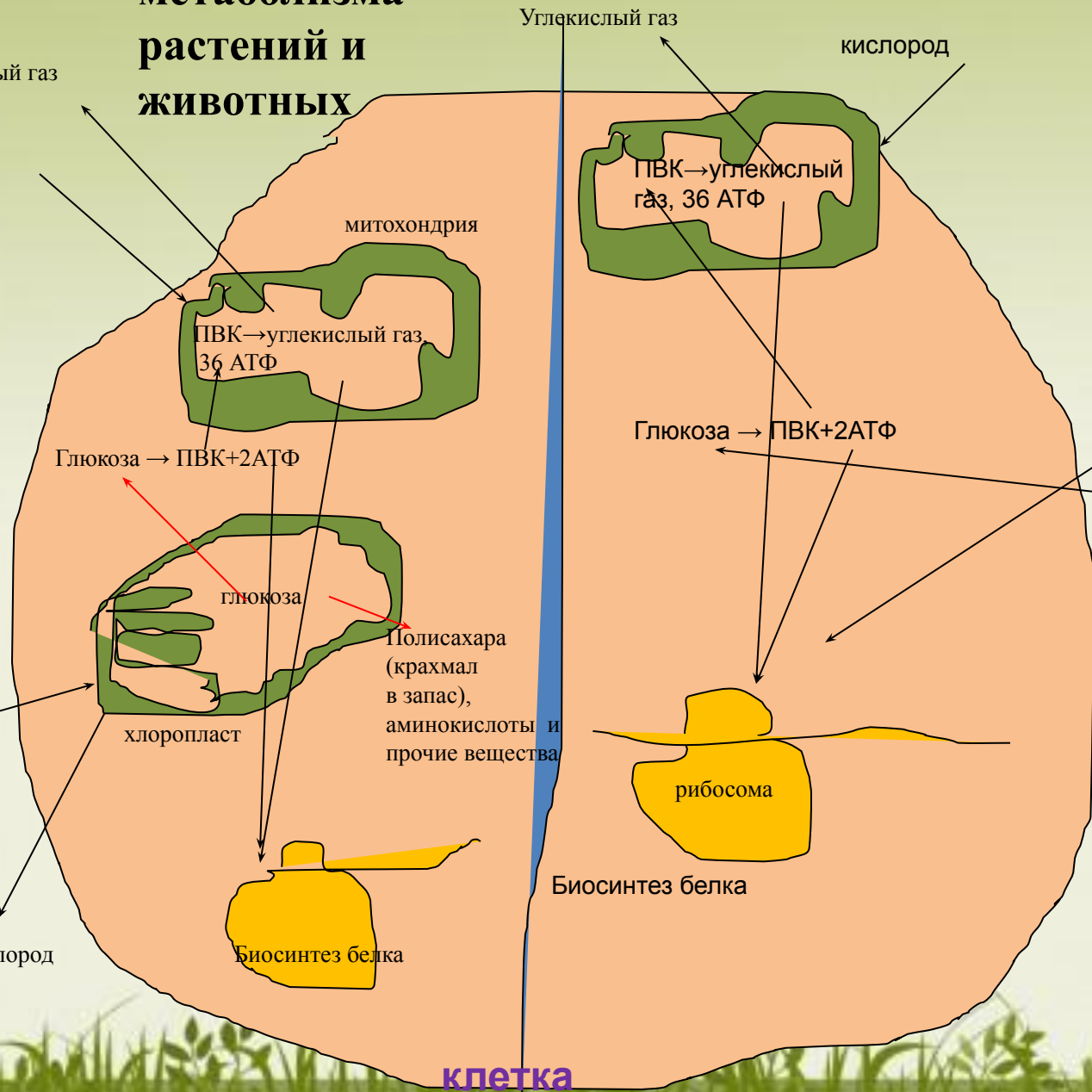
Д  
Ы  
Х  
А  
Н  
И  
е

П  
И  
Т  
А  
Н  
И  
е

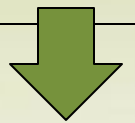
Ф  
О  
Т  
О  
С  
И  
Н  
Т  
Е  
з

Углекислый газ  
кислород

Свет  
Углекислый  
Газ  
вода  
кислород



Белки  
Жиры  
Полисахара  
(Желудочно-кишечный тракт)



Аминокислоты  
Глицерин и жирные кислоты  
глюкоза  
(разносятся кровью в клетки)  
**питание**

## **Сравнение метаболизма растений и животных**

**Общее:** схожие процессы дыхания, биосинтеза белка

**Отличие:** в способах получения органического вещества для энергетического обмена (питания). У растений через фотосинтез, у животных через использование готового органического вещества



Какие организмы на Земле практически не зависят от энергии солнечного света и почему?

Бактерии-хемотрофы. Они используют для создания органического вещества энергии получаемую при окислении неорганических веществ.



# Хемосинтез

Хемосинтез – это образование органических веществ из неорганических веществ за счёт энергии, полученной в результате реакций окисления неорганических соединений (сероводород, водород, аммиак)

Хемосинтез производится бактериями, не содержащими хлорофиллы

Хемосинтез был открыт в 1887 году  
**Виноградским С.Н.**

# ХЕМОСИНТЕЗ (автотрофное питание)

- Процесс образования органического вещества (глюкозы) из неорганического с использованием энергии, выделяющейся при окисления (бактерии это делают своими ферментами) неорганических веществ (запасается в АТФ), например, соединений серы, закисного железа, аммиака, водорода и проч. Аммиак образуется при разложении белков мертвых организмов.
- На синтез глюкозы ( $C_6H_{12}O_6$ ) используется углекислый газ, водород воды или водород из других веществ (сероводорода, аммиака).
- Роль хемосинтеза :
- 1. обогащение почвы нитратами, сульфатами (продукты окисления аммиака, сероводорода).
- 2. Создание органическое вещество (глюкозы). Хемосинтетики были первыми создателями органики на Земле.
- Хемосинтез идет только у бактерий. Кислород не выделяется. АТФ синтезируется и используется клеткой для синтеза глюкозы (как и при фотосинтезе).



Установите соответствие между группой организмов и процессом превращения веществ, который для неё характерен.

### **ГРУППА ОРГАНИЗМОВ**

- А) папоротникообразные
- Б) железобактерии
- В) бурые водоросли
- Г) цианобактерии
- Д) зеленые водоросли
- Е) нитрифицирующие бактерии

### **ПРОЦЕСС**

- 1) фотосинтез
- 2) хемосинтез

1 **авгд**





