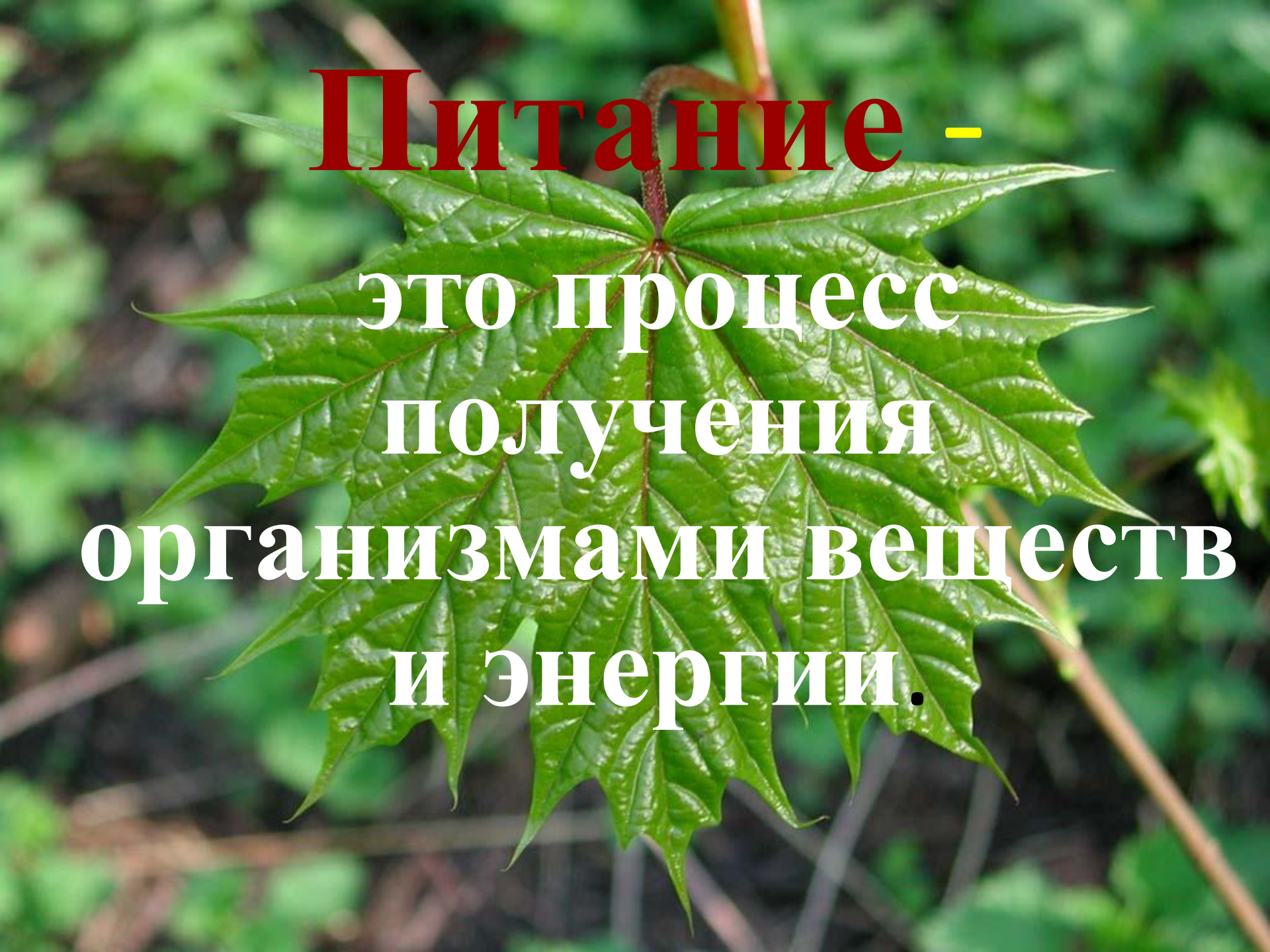


**Питание** – это процесс получения организмами веществ и энергии.

# Питание растений

## Почвенное

Поглощение
с помощью корня воды
и растворенных в
ней минеральных
веществ

## Воздушное

Поглощение через
устьица листа
углекислого газа

# Организмы

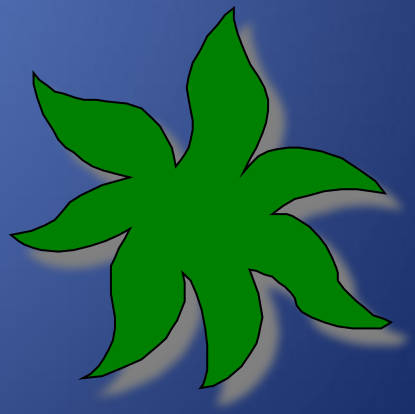
- **автотрофы**
  - **фототрофы**
    - Растения, сине-зеленые водоросли
  - **хемотрофы**
    - Некоторые бактерии (серобактерии
- **Миксотрофы**
- **гетеротрофы**
  - Животные , грибы, многие бактерии

# Фотосинтез

# ФОТОСИНТЕЗ

**Фотос** (греч. – свет)

**синтез** (греч. -соединение)



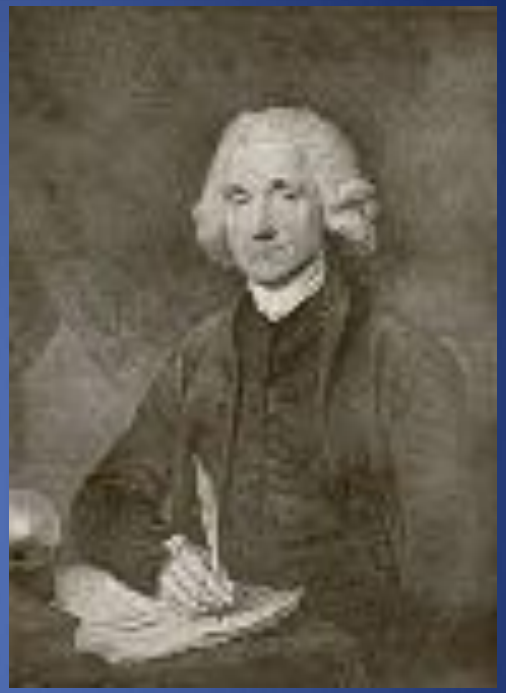
# История открытия фотосинтеза

**Фотосинтез был открыт в конце 18 столетия. В изучение этого процесса внесли свой вклад многие ученые.**

**В 1600 году бельгийский естествоиспытатель *Ян ван Гельмонт* поставил первый эксперимент по изучению питания растений.**

*Опыт Гельмонта с ивовой веткой; вес земли до посадки ивы (1) и спустя пять лет после посадки (2) почти не изменился.*

# История открытия фотосинтеза



Джозеф Пристли

В 1771 году английский химик *Джозеф Пристли* проделал следующий опыт: он посадил мышь под стеклянный колпак, и через 5 часов мышь погибла. При внесении же под колпак веточки мяты мышь осталась живой.

- Проблемный вопрос. Как вы это объясните?

# История открытия фотосинтеза

Английский ученый **Джозеф Пристли** в 1771 году доказал сочетание всех элементов процесса

# История открытия фотосинтеза

**Голландский ученый Ян *Ингенхаус* в 1779 году показал, что непременным условием удачного опыта является наличие солнечного света.**

**Правильное представление о процессе фотосинтеза дали ученые *Сенебье*, *Буссенго*.**

**Ян Ингенхаус**

**Жак Буссенго**

Органические вещества в растениях образуются из углекислого газа под влиянием солнечного света

**Жан Сенебье**

# История открытия фотосинтеза

**Во второй половине 19 века особенно большой вклад в изучение процесса фотосинтеза внес русский ученый *К.А.Тимирязев***

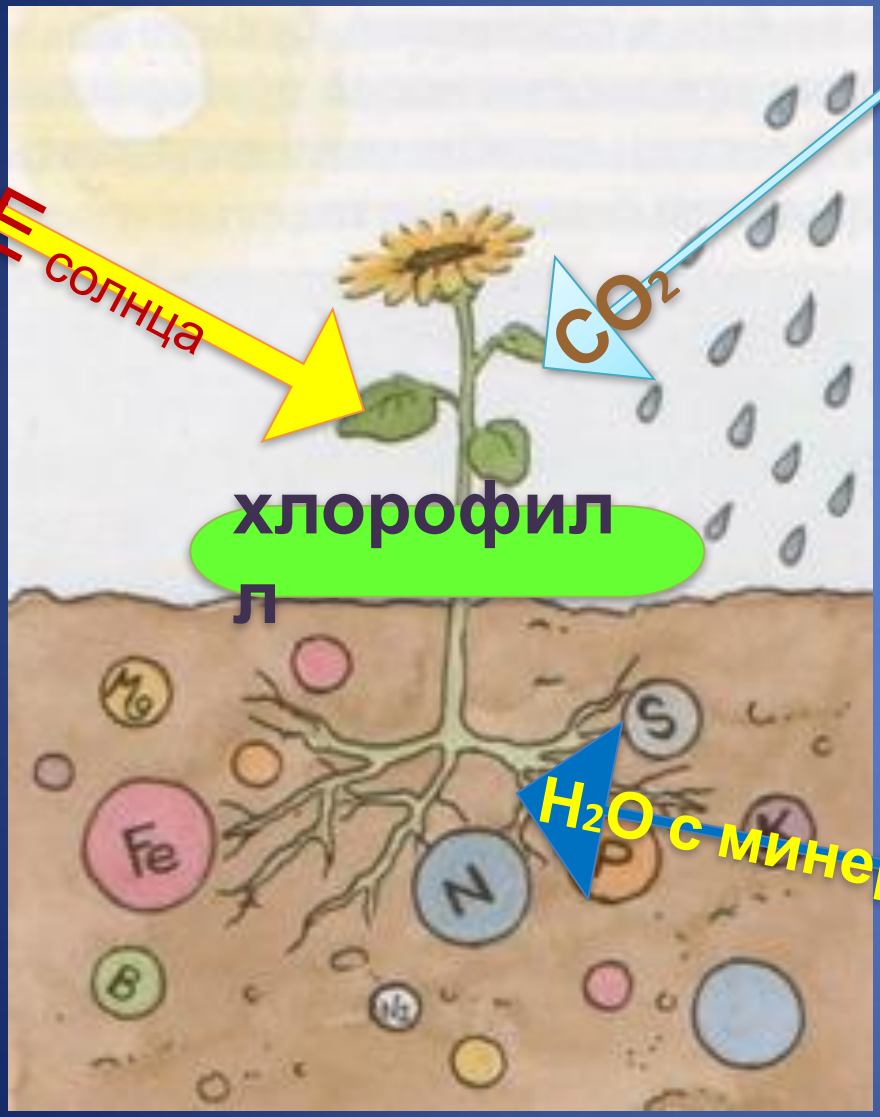
К. А. Тимирязев писал:

«Дайте самому лучшему повару сколько угодно свежего воздуха, солнечного света 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 гово

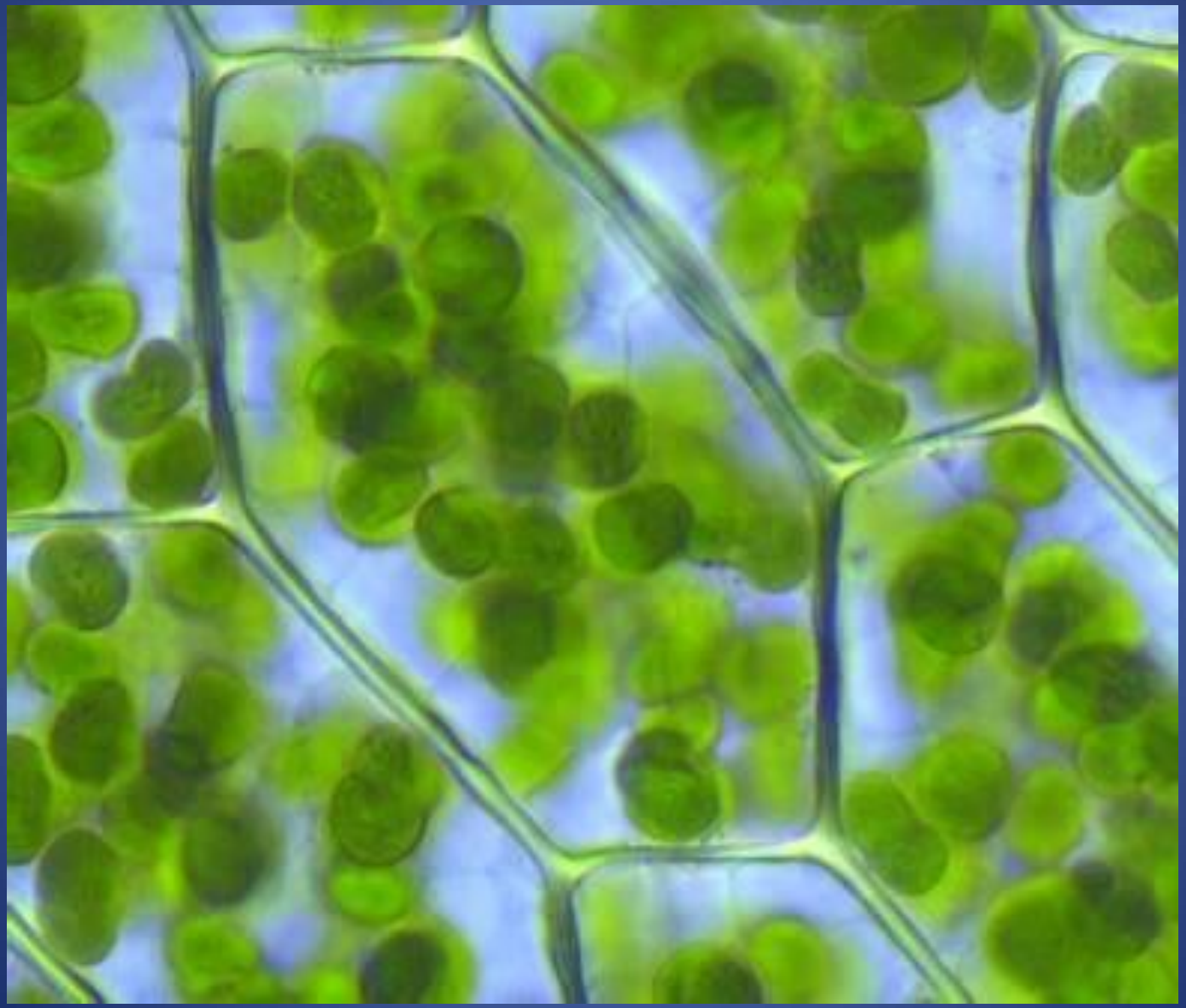
# Фотосинтез -

это процесс сложных химических реакций в результате которых под воздействием солнечной энергии в растении простые неорганические вещества превращаются в органические

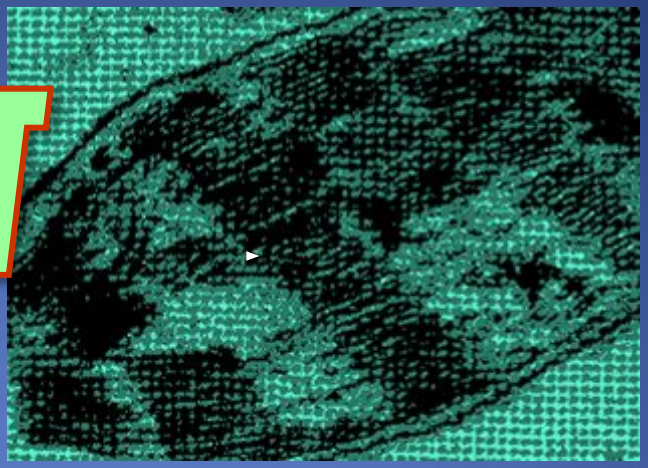


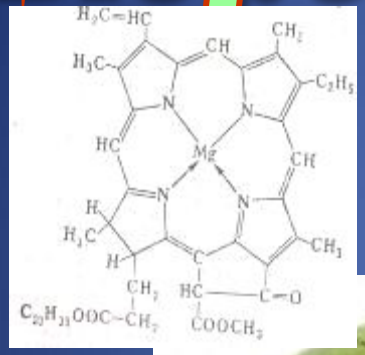

# Что необходимо для фотосинтеза?

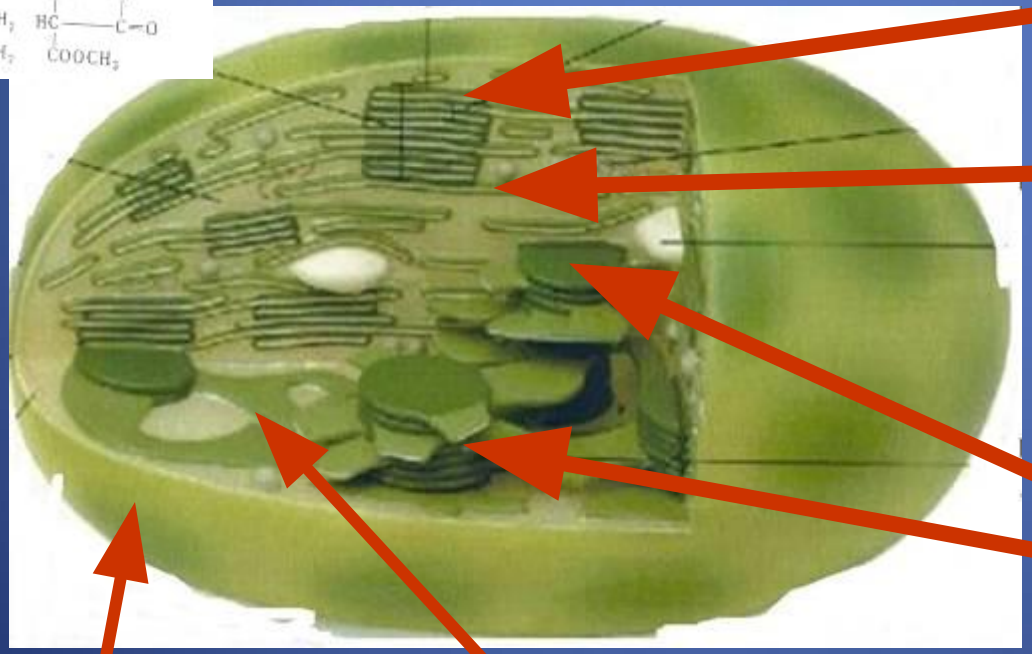
# Хлоропласты в клетках листа



# Хлоропласт







грана

строма

тилакоид (пузырёк)

наружная и внутренняя мембраны

хлорофиллы

- В 1905 английский учёный Блекман обнаружил, что фотосинтез состоит из быстрой световой реакции и более медленной – темновой
- Биохимическое доказательство существования световой и темновой фаз были получены лишь в 1937 английским исследователем Р. Хиллом.

# Стадии фотосинтеза

## световая

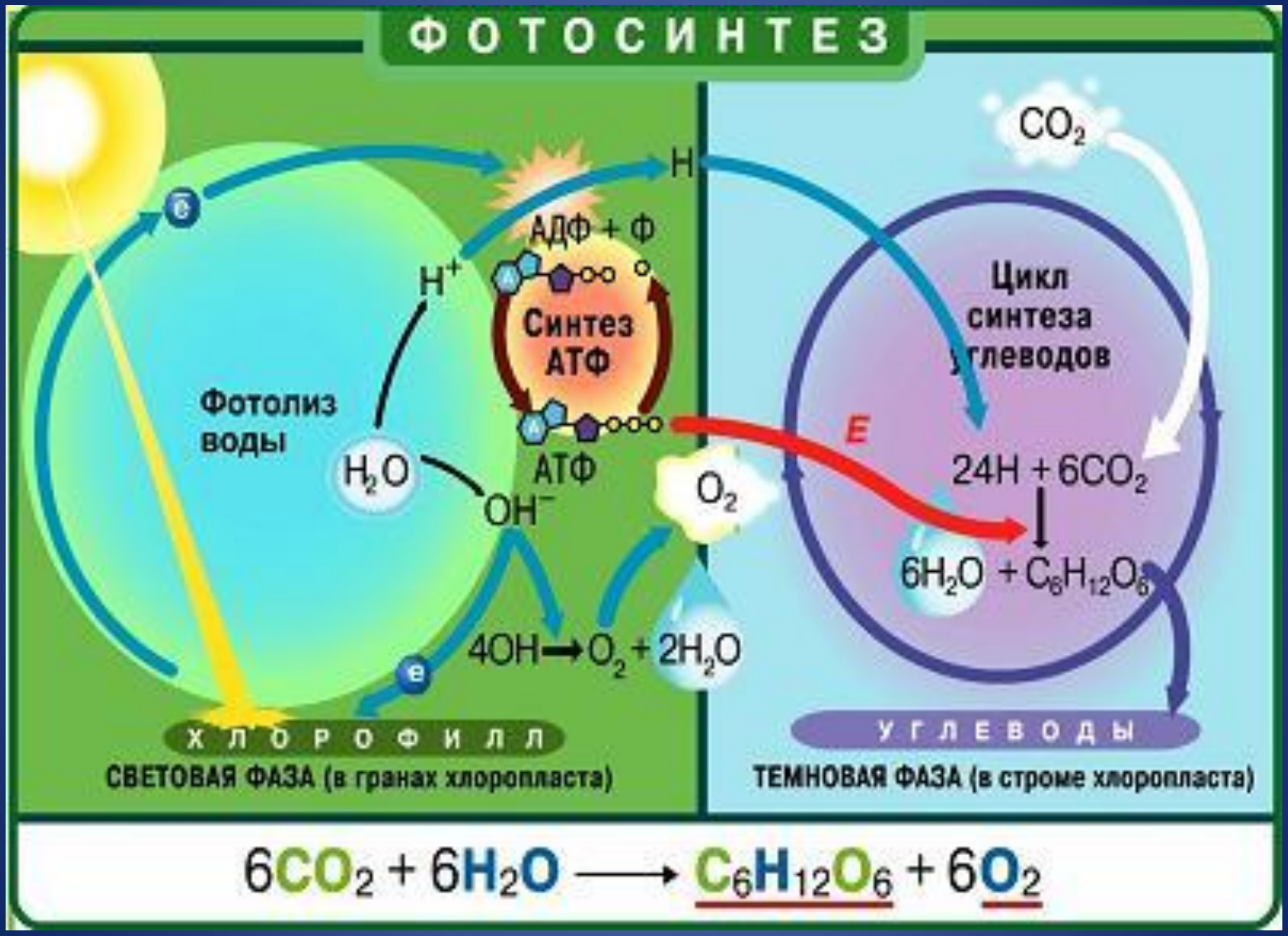
Реакции протекают только с участием света

## темновая

Для реакций синтеза свет необязателен

# Таблица

| Фазы фото-синтеза | Процессы, происходящие в этой фазе | Результаты процессов |
|---|---|---|
| Световая фаза | 1. | |
| | 2. | |
| | 3. | |
| Темновая фаза | | |


ФОТОСИНТЕЗ
$CO_2$
H
АДФ + Ф
$H^+$
Синтез АТФ
Цикл синтеза углеводов
Фотолиз воды
$H_2O$
$OH^-$
АТФ
$O_2$
E
$24H + 6CO_2$
$6H_2O + C_6H_{12}O_6$
$4OH \rightarrow O_2 + 2H_2O$
ХЛОРОФИЛЛ
СВЕТОВАЯ ФАЗА (в гранах хлоропласта)
УГЛЕВОДЫ
ТЕМНОВАЯ ФАЗА (в строме хлоропласта)
$6CO_2 + 6H_2O \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$

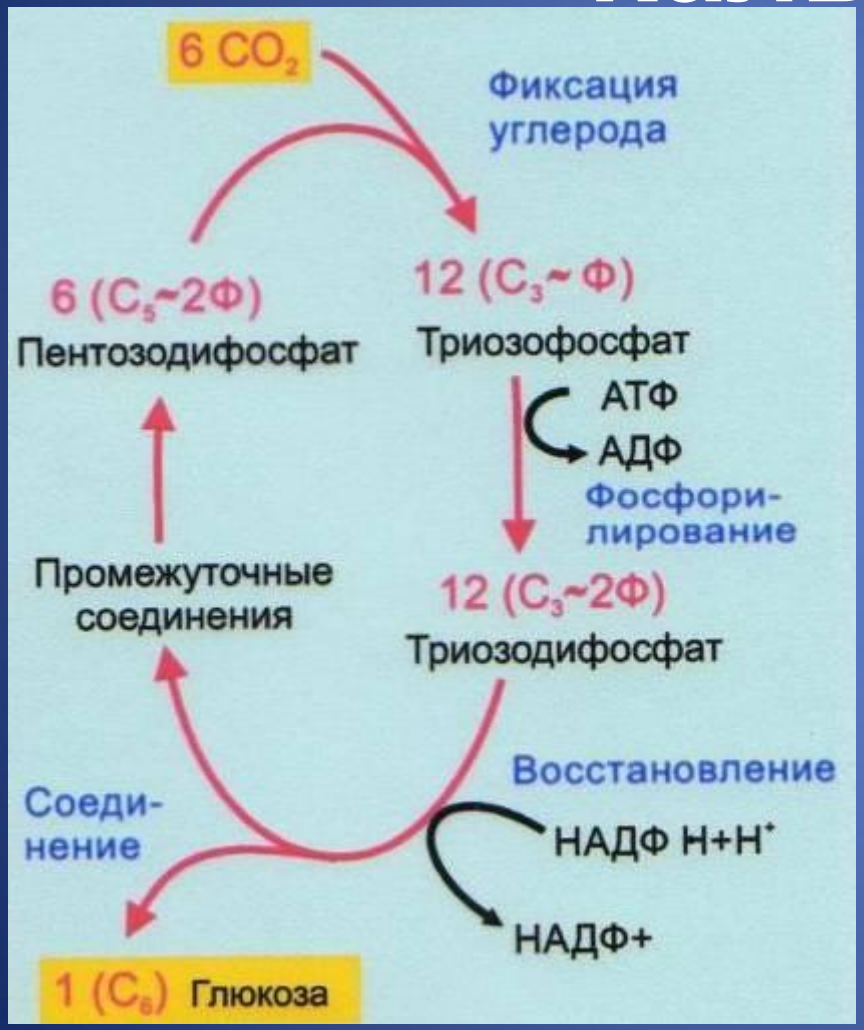
# Таблица

| Фазы фото-синтеза | Процессы, происходящие в этой фазе | Результаты процессов |
|---|---|---|
| Световая фаза | 1.а) хлорофилл – (свет) хлорофилл + *е*;<br>б) *е* + белки-переносчики → на наружную поверхность мембраны тилакоида;<br>в) $НАДФ^+ + 2H_2 + 4\,e \rightarrow НАДФH_2$ | Образование $НАДФ_2$ |
| | 2. Фотолиз воды (разложение)<br>$H_2O \rightarrow$(свет) $\rightarrow H^+ + OH^-$<br>$H^+ \rightarrow$ в протонный резервуар тилакоида<br>$4OH^- \rightarrow 4OH - 4e$ $4OH \rightarrow 2H_2O$ и $O_2$<br>*е* + хлорофилл → хлорофилл | $O_2$ – в атмосферу |
| | 3. $H^+$ протонного резервуара – источник энергии, необходимой для синтеза АТФ из $АДФ + Ф_н$ | Образова-ние АТФ |
| Темновая фаза | Связывание $CO_2$ с пятиуглеродным сахаром рибулезодифосфатом при использовании АТФ и $НАДФH_2$ | Образова-ние глюкозы |

# Световая стадия

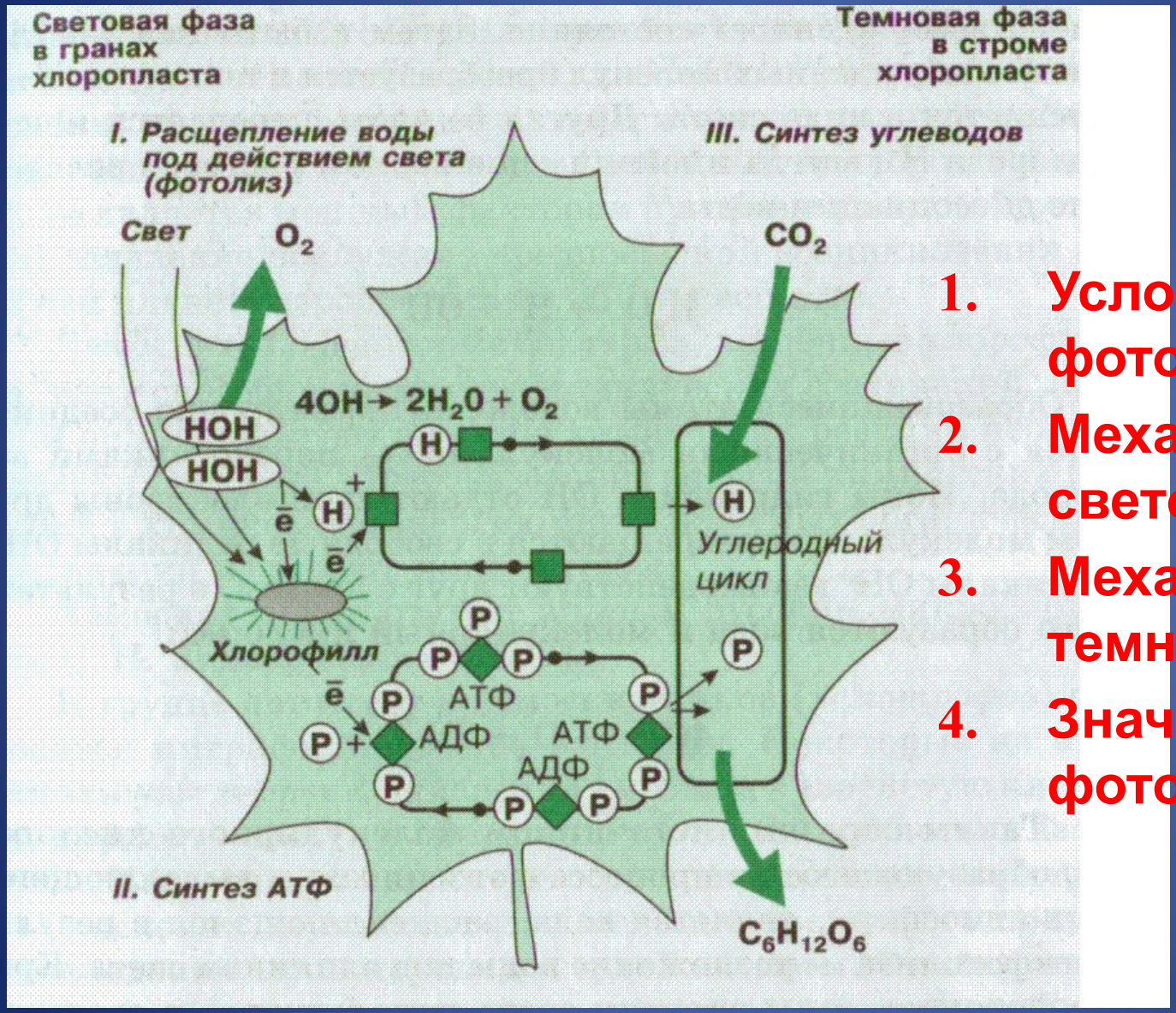
- Отрыв электрона от хлорофилла
- Фотолиз воды
- Образование кислорода
- Образование НАДФ$H_2$
- Образование АТФ

# Темновая фаза – цикл Кальвина




- **Из $CO_2$ и атомарного водорода, связанного с переносчиками водорода, синтезируется глюкоза за счет АТФ.**

# Повторяем:



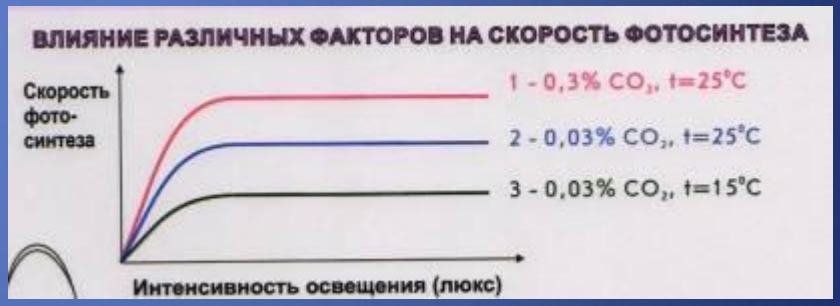

1. Условия фотосинтеза?
2. Механизм световой фазы?
3. Механизм темновой фазы?
4. Значение фотосинтеза?

Схема процесса фотосинтеза

- Растения ежегодно образуют более 100 млрд. тонн органических веществ.
- Выделяют в атмосферу около 145 млрд. тонн кислорода.
- 80% кислорода выделяется морскими водорослями и только 20% - наземными растениями. Поэтому мировой океан иногда называют «легкими планеты».
- Затраты кислорода на дыхание человека, животных и растений компенсируются фотосинтезом.
- Содержание кислорода в атмосфере поддерживается в пределах 21%.

# Значение фотосинтеза

- Создаваемые растением органические вещества и кислород в целом обеспечивают существование всего живого на Земле.
- Фотосинтез препятствует увеличению концентрации CO2 в атмосфере, предотвращая перегрев Земли (парниковый эффект).
- Созданная им атмосфера (озоновый слой) защищает живое от губительного УФ – излучения (кислородно-озоновый экран атмосферы).
- Растения вовлекают в кругооборот миллиарды тонн азота, фосфора, серы, магния, кальция, калия.



# Хемосин

В 1887 году С.Н. Виноградский открыл хемосинтезирующие бактерии, превращение углекислоты в органические соединения в темноте.

ГЕЗ

$$2NH_3 + 3O_2 = 2HNO_2 + 2H_2O + 653{,}5 \text{ кДж}$$

$$2HNO_2 + O_2 = 2HNO_3 + 151{,}1 \text{ кДж}$$

- Известно, что 50 $м^2$ зеленого леса поглощает за 1 ч углекислого газа столько же, сколько его выделяет при дыхании за 1 ч один человек, т.е. 40 г. Сколько углекислого газа поглощает 1 га зеленого леса за 1 ч? Сколько человек смогут выдыхать этот углекислый газ за тот же час?

  *(ответ: 8 кг углекислого газа. 200 человек)*

- В процессе фотосинтеза огурцы, выращиваемые в теплицах, поглощают 1 кг углекислого газа при образовании 7 кг плодов. Сколько кг углекислого газа потребуется, чтобы получить 300 кг огурцов? Как можно увеличить содержание углекислого газа в воздухе теплиц?

Тест к теме «Фотосинтез»

1.В каких органоидах клетки осуществляется процесс фотосинтеза?

а) митохондриях, б) рибосомах, в) хлоропластах, г) хромопластах.

2. Какие лучи спектра поглощает хлорофилл?

а) красные и фиолетовые, б) зеленые и желтые.

3. При расщеплении какого соединения выделяется свободный кислород при фотосинтезе?

а) $CO_2$, б) $H_2O$, в) АТФ.

4. На какой стадии фотосинтеза образуется свободный кислород?

а) темновой, б) световой, в) постоянно.

5. Что происходит с АТФ в течение световой стадии?

а) синтез, б) расщепление,

6. В течение какой стадии в хлоропласте образуется первичный углевод?

а) световой стадии, б) темновой стадии.

7. Расщепляется ли молекула $CO_2$ при синтезе углеводов?

а) да, б) нет.

8. Распределите буквы, относящиеся к перечисленным ниже организмам:

а) человек,
б) ромашка,
в) кишечная палочка,
г) мышь,
д) зверобой,
е) сойка,
ж) инфузория,
з) картофель

| Автотрофы | Гетеротрофы |
|---|---|
| | |

9. Подставив цифры к буквам, укажите, в какой части хлоропласта (буквы сперва) находятся перечисленные слева вещества или процессы.

| | |
|---|---|
| 1. хлорофилл<br>2.ферменты, катализирующие реакции фиксации углерода<br>3. синтез АТФ<br>4. $H^+$ - резервуар | а) строма<br>б)фотосинтетические мембраны<br>в)внутренне пространство тилакоидов |

10. Перечислите наиболее важные процессы световой (1) и темновой (2) фаз фотосинтеза, подставив подходящие буквы к цифрам 1 и 2.

а) возбуждение электронов хлорофилла,

б) связывание рибулезодифосфата с углекислым газом,

в) синтез молекул АТФ,

г) синтез глюкозы,

д) фотолиз воды,

е) образование свободного кислорода,

ж) образование атомов водорода в форме НАДФ$H_2$.

11. Темновая стадия фотосинтеза происходит:

а) только ночью, б) в любое время суток, в) в светлое время суток.

**Ответы:**

№1 – в, №2 – б, №3 – б, №4 – б, №5 – а, №6 – б, №7 – б, №8 – [А]: б, д, з, [Г]: а, в, г, е, ж; №9 – а) 2; б) 1, 3; в) 4; №10 – 1 (а, в, д, е, ж); 2 (б, г), №11 – а.

1. Хлоропласты отличаются от митохондрий тем, что в них происходит

.процесс гликолиза

.фотолиз воды

.синтез молекул АТФ

.синтез молекул липидов

.синтез молекул белка

.поглощение и преобразование энергии солнечного света

2. Установите последовательность этапов световой фазы фотосинтеза

.возбуждение молекулы хлорофилла под влиянием энергии солнечного света

.синтез молекул АТФ за счет освобождаемой энергии

.участие электрона в окислительно-восстановительных реакциях и освобождение энергии

.переход электрона молекулы хлорофилла на более высокий энергетический уровень

3.Установите правильную последовательность процессов фотосинтеза.

.преобразование солнечной энергии в энергию АТФ

.образование возбужденных электронов хлорофилла

.фиксация углекислого газа

.образование крахмала

.преобразование энергии АТФ в энергию глюкозы

4. Соотнесите особенности процессов биосинтеза белка и фотосинтеза

*Особенности процесса*

*Процессы*

.завершается образованием углеводов А – биосинтез белка

.исходные вещества – аминокислоты Б - фотосинтез

.в основе лежат реакции матричного синтеза

.исходные вещества – углекислый газ и вода

.АТФ синтезируется в ходе процесса

.АТФ используется для протекания процесса

5.Установите соответствие между особенностями реакций фотосинтеза и фазой, в которой они происходят.

| *Особенности реакций* | *Фаза фотосинтеза* |
| --- | --- |
| .образуются молекулы глюкозы | А - световая |
| .образуются молекулы НАДФ*Н | Б - темновая |
| .выделяется кислород | |
| .расходуется энергия молекул АТФ | |
| .синтезируются молекулы АТФ | |

# ФОТОСИНТЕЗ

Фотос (греч. – свет)

синтез (греч. -соединение)

# Гетеротрофы

Сапротрофы

Паразиты

**Голозои**
(поедание, переваривание, всасывание

плотоядные

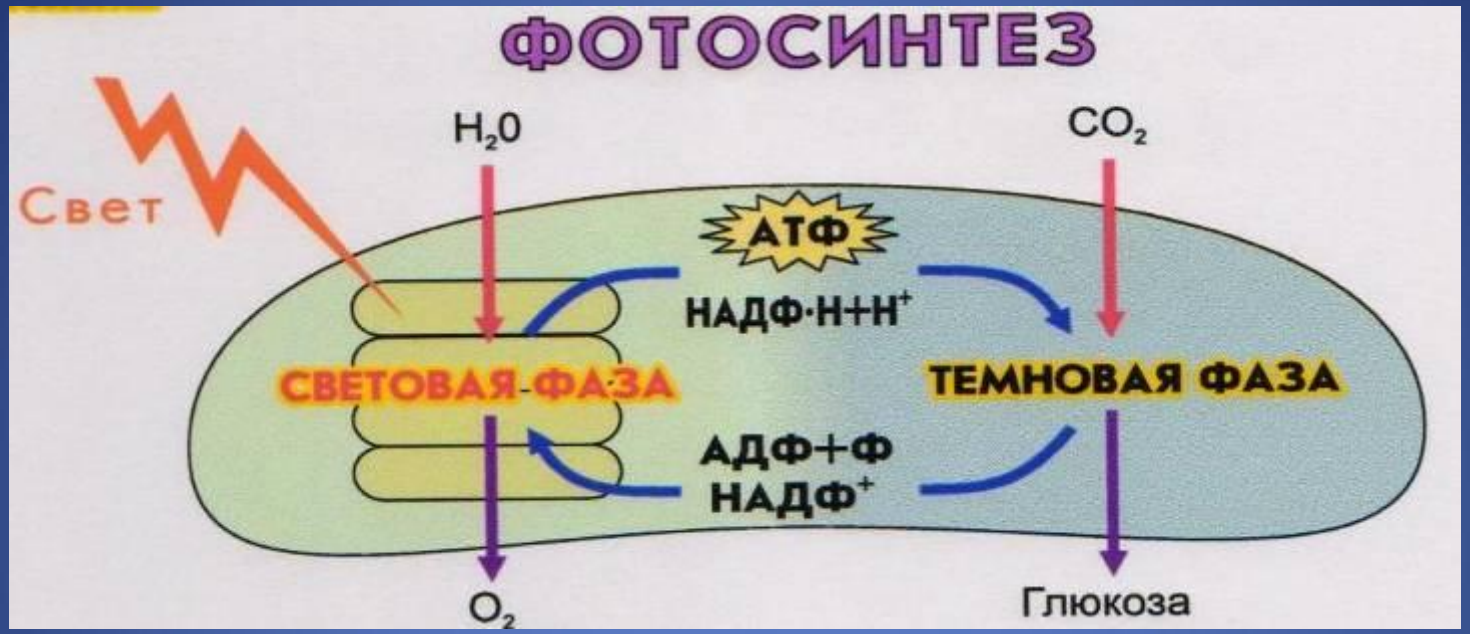
растительноядные

всеядные

# Фотосинтез

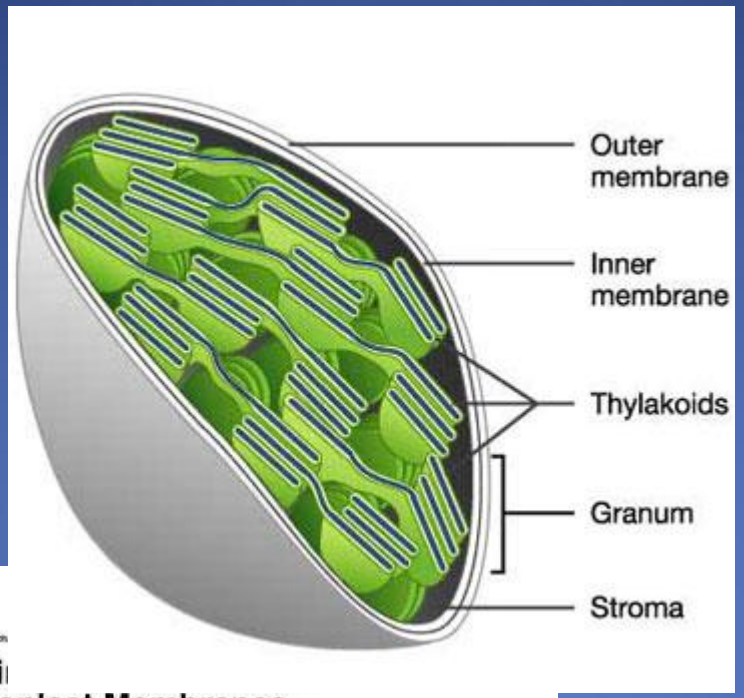
**Процесс превращения энергии солнечных лучей в энергию химических связей, протекающий в зеленых листьях растений.**

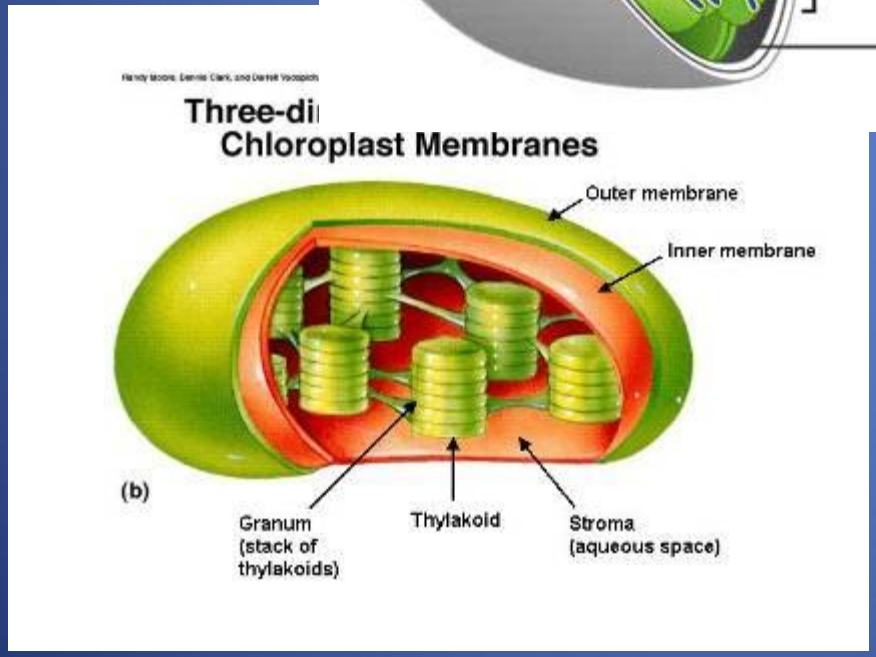
# Автотрофный тип обмена веществ




**<u>Фотосинтез</u> - преобразование световой энергии в энергию химических связей.**

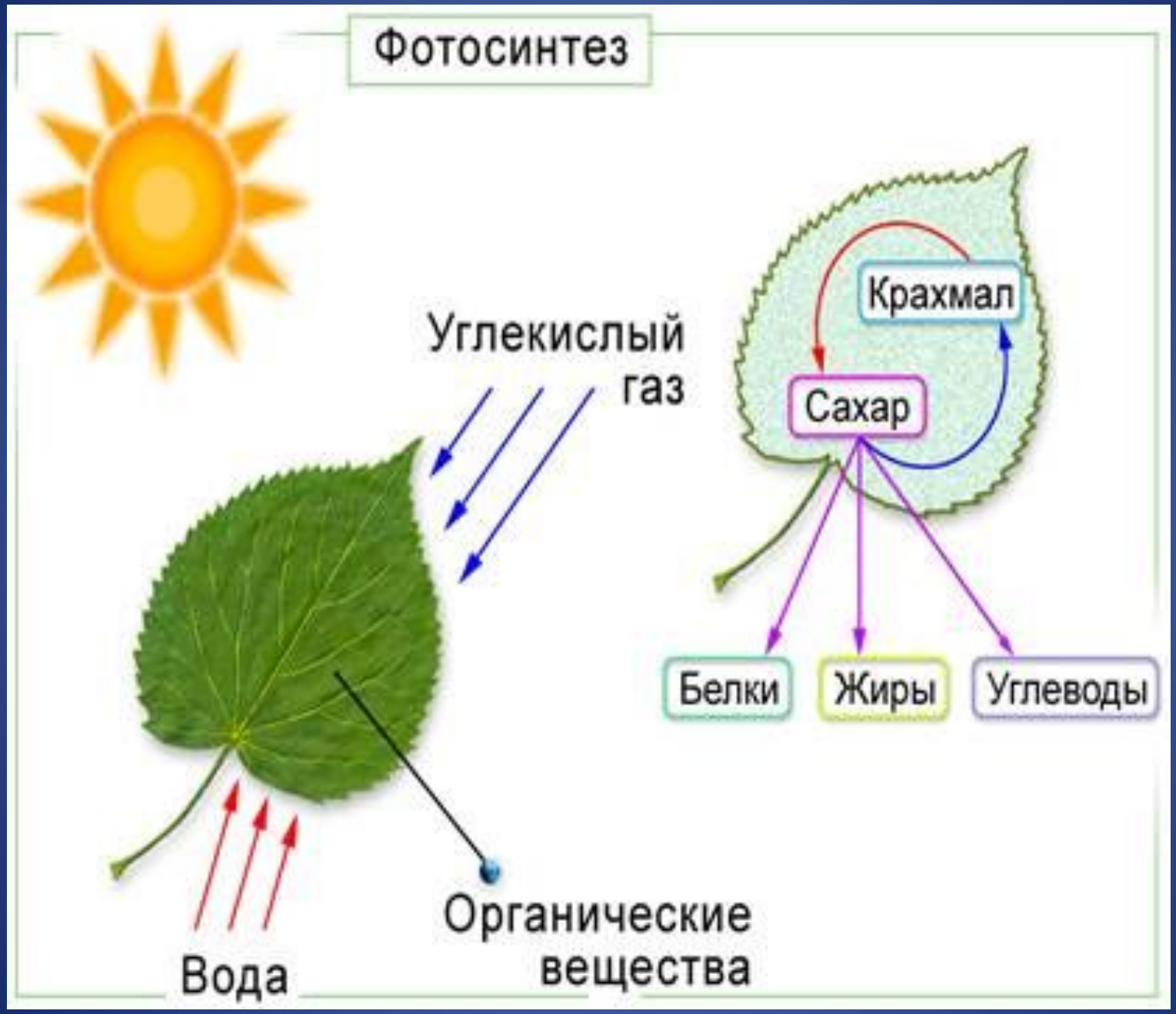
**<u>Автотрофы</u> – организмы, получающие энергию (питаются) за счет неорганических соединений.**


Outer membrane
Inner membrane
Thylakoids
Granum
Stroma

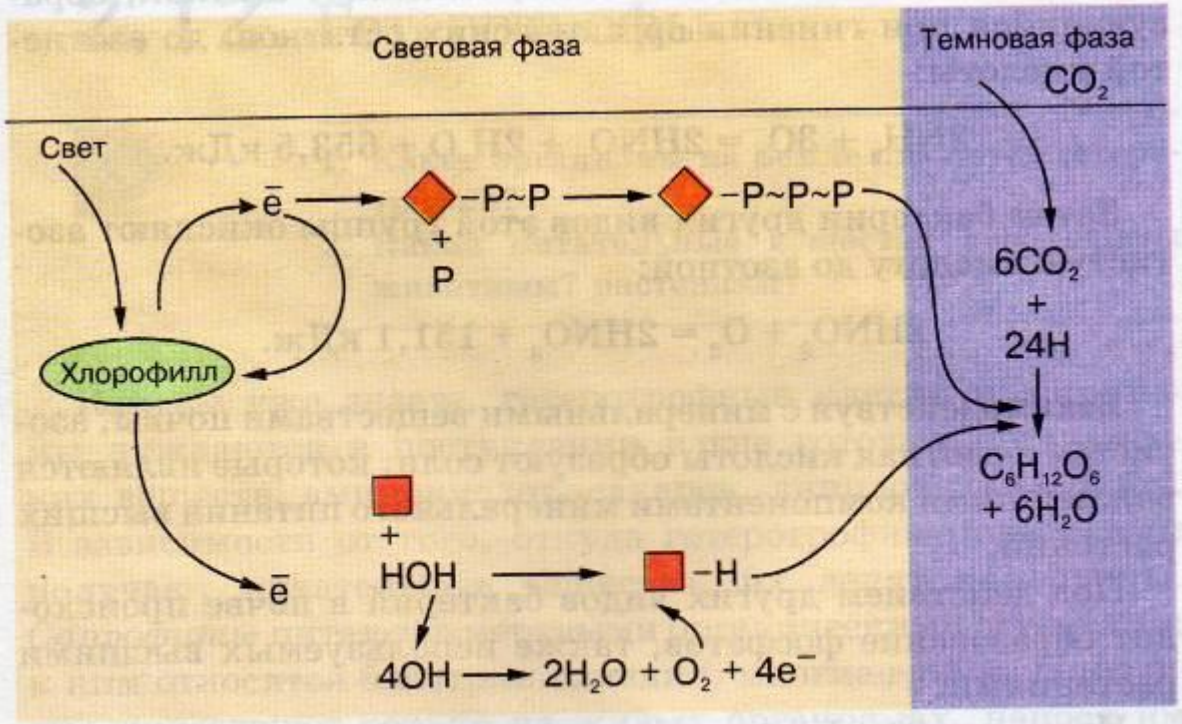

Three-di
Chloroplast Membranes
Outer membrane
Inner membrane
(b)
Granum (stack of thylakoids)
Thylakoid
Stroma (aqueous space)

# Фотосинтез

**Процесс превращения энергии солнечных лучей в энергию химических связей, протекающий в зеленых листьях растений.**


Фотосинтез
Углекислый газ
Крахмал
Сахар
Белки
Жиры
Углеводы
Вода
Органические вещества

А
Б
В
Г
Лист
Клетки
Хлоропласт с гранами
Хлорофилл в гране


Световая фаза
Темновая фаза
$CO_2$
Свет
$\bar{e}$
–P~P
+
P
–P~P~P
$6CO_2$
+
24H
Хлорофилл
$C_6H_{12}O_6$
+ $6H_2O$
+
HOH
–H
$\bar{e}$
4OH → $2H_2O + O_2 + 4e^-$

# Световая фаза

$$Хл \xrightarrow{Свет} Хл^{*} + e^{-}$$

$$(\Delta\varphi = 200\ мВ)$$

$$H_2O \xrightarrow{Свет} H^{+} + OH^{-}$$

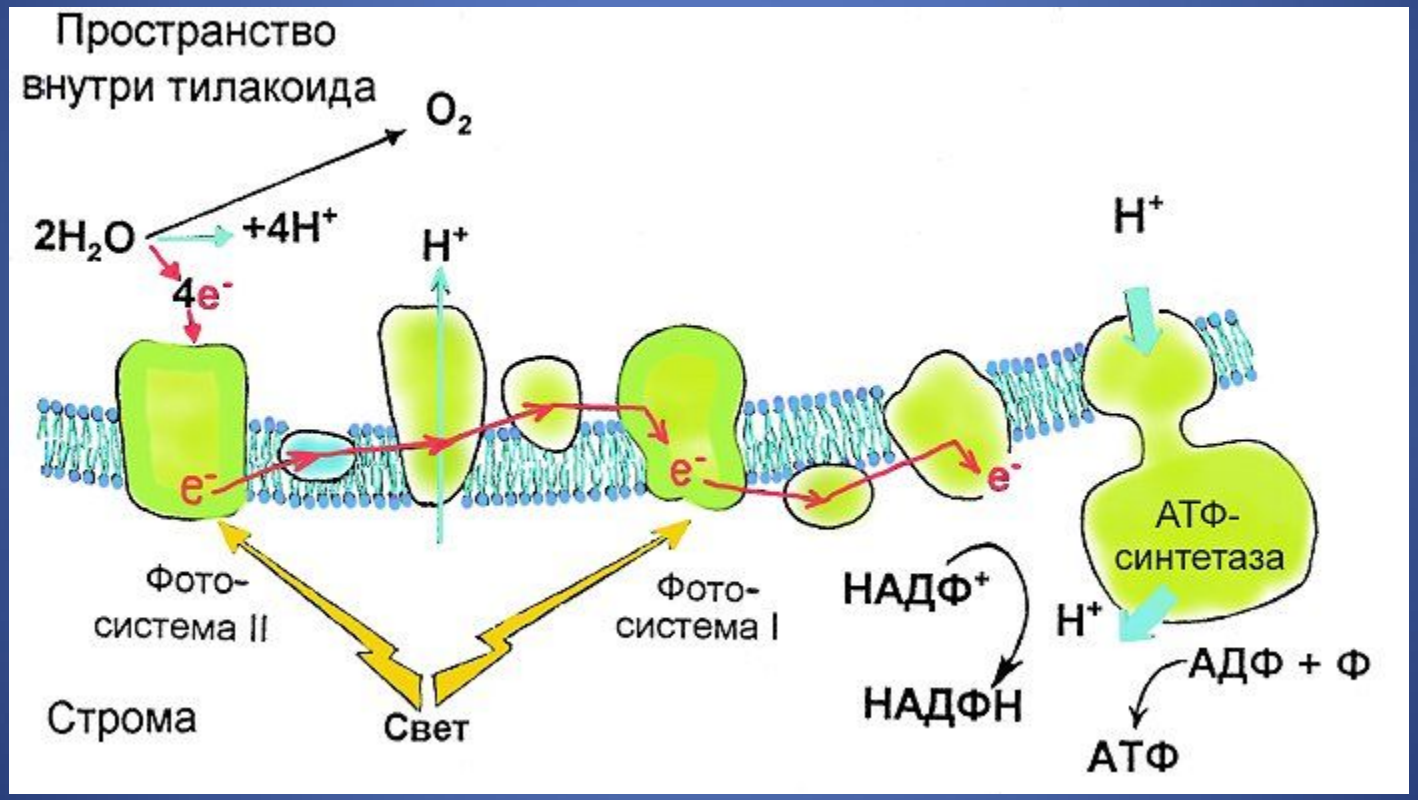
$$АДФ + Ф \rightarrow АТФ$$

Фотолиз воды

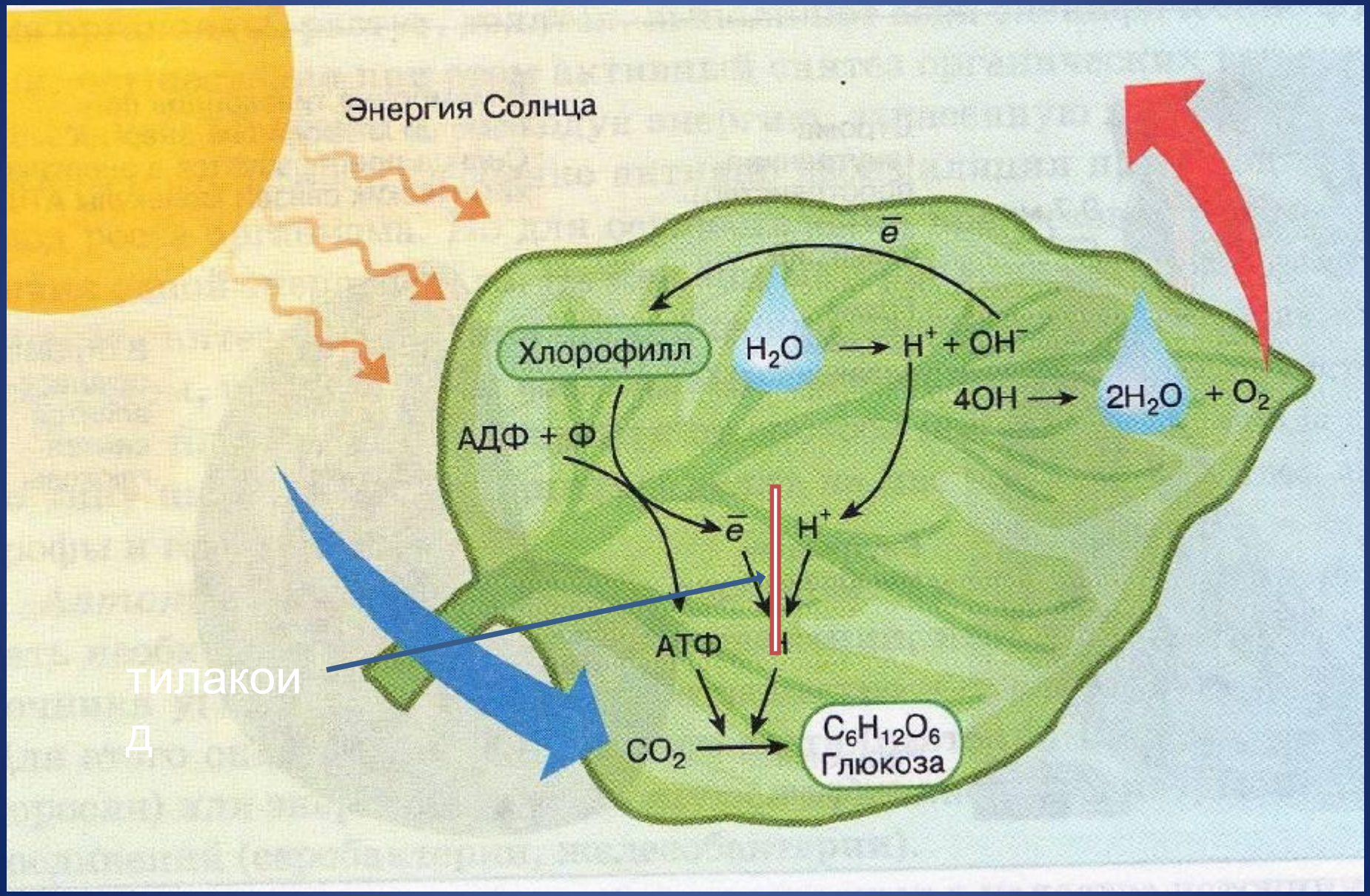
$$OH^{-} - e^{-} \rightarrow OH$$

$$2H^{+} + 4e^{-} + НАДФ^{+} \rightarrow НАДФ \cdot H_2$$

$$4OH \rightarrow 2H_2O + O_2 \uparrow$$

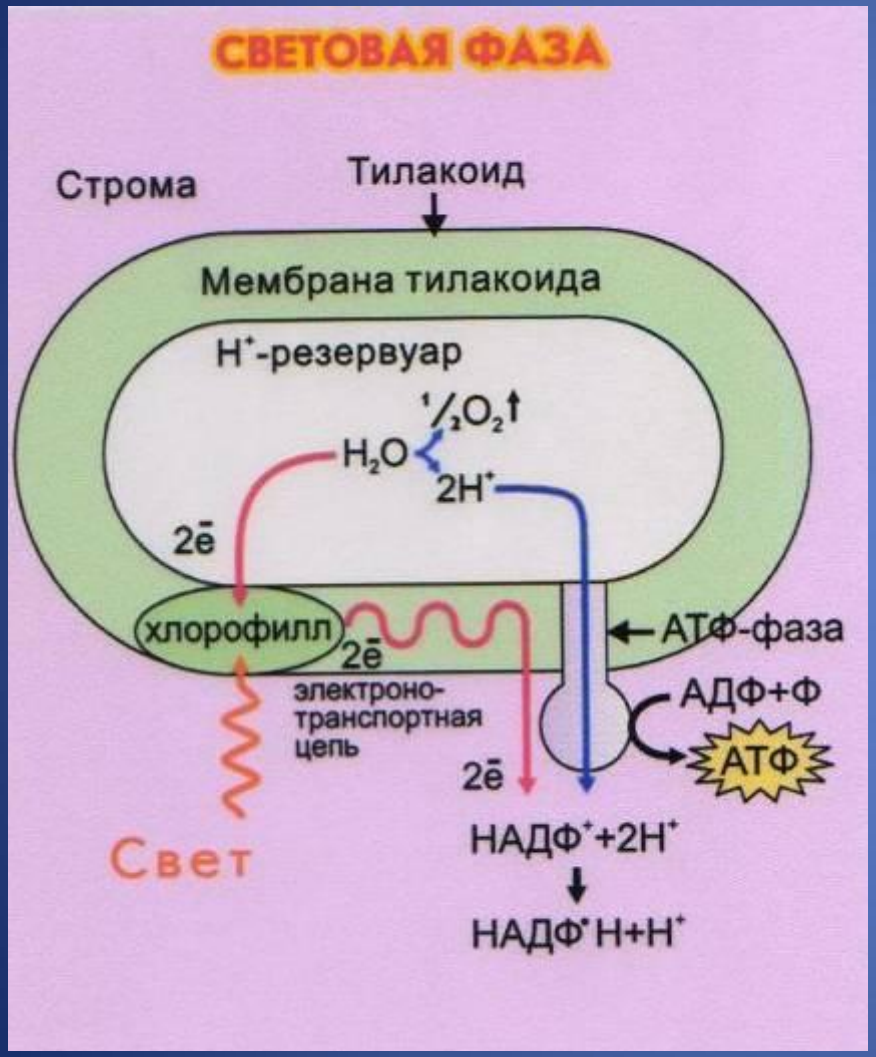

Пространство
внутри тилакоида
$O_2$
$2H_2O$
$+4H^+$
$4e^-$
$H^+$
$H^+$
$e^-$
$e^-$
$e^-$
АТФ-
синтетаза
Фото-
система II
Фото-
система I
НАДФ$^+$
НАДФН
$H^+$
АДФ + Ф
АТФ
Строма
Свет

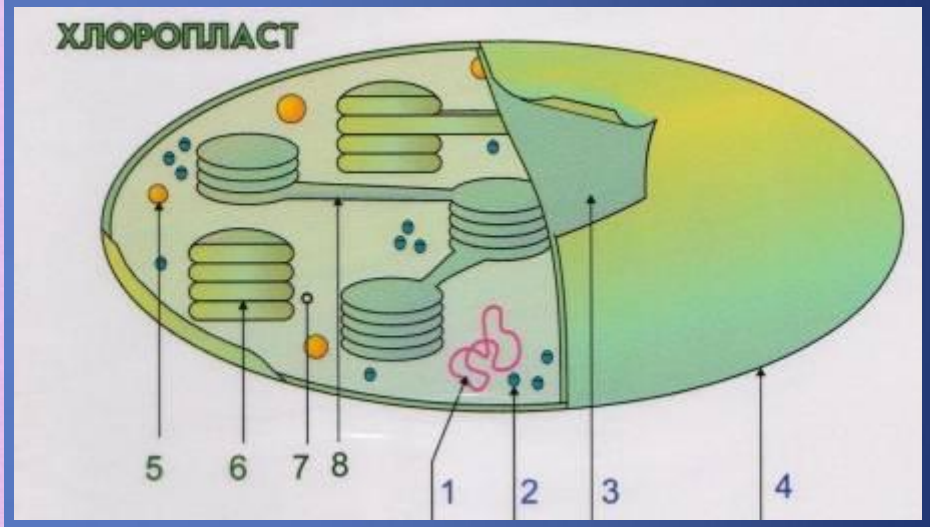
# Световая стадия



# 1 этап:

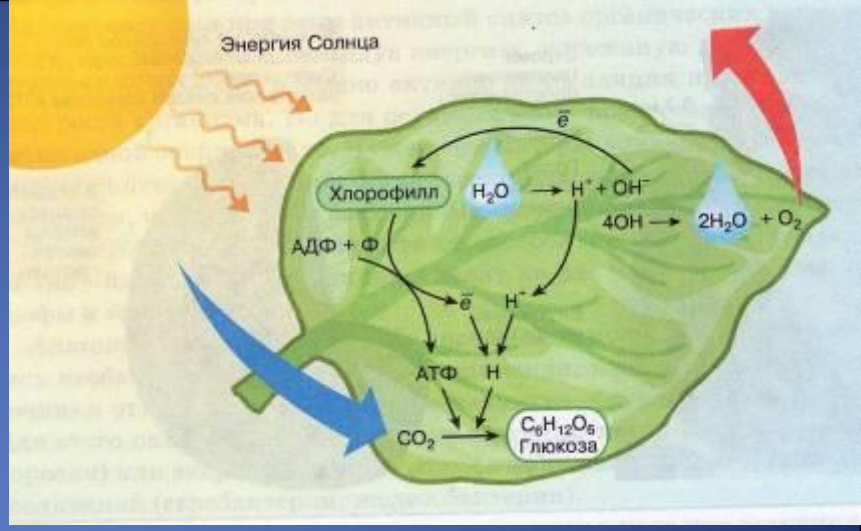
- В хлоропластах образуется энергии в 30 раз больше, чем в митохондриях




1 - ДНК
2 - Рибосомы
3 - Внутренняя мембрана
4 - Наружняя мембрана
5 - Гранулы крахмала
6 - Тилакоиды, упакованные в граны
7 - Строма
8 - Ламелла
9 - Кристы
10 - Матрикс

# Световая стадия




1. а) хлорофилл $\xrightarrow{\text{свет}}$ Хлорофилл ∓ е

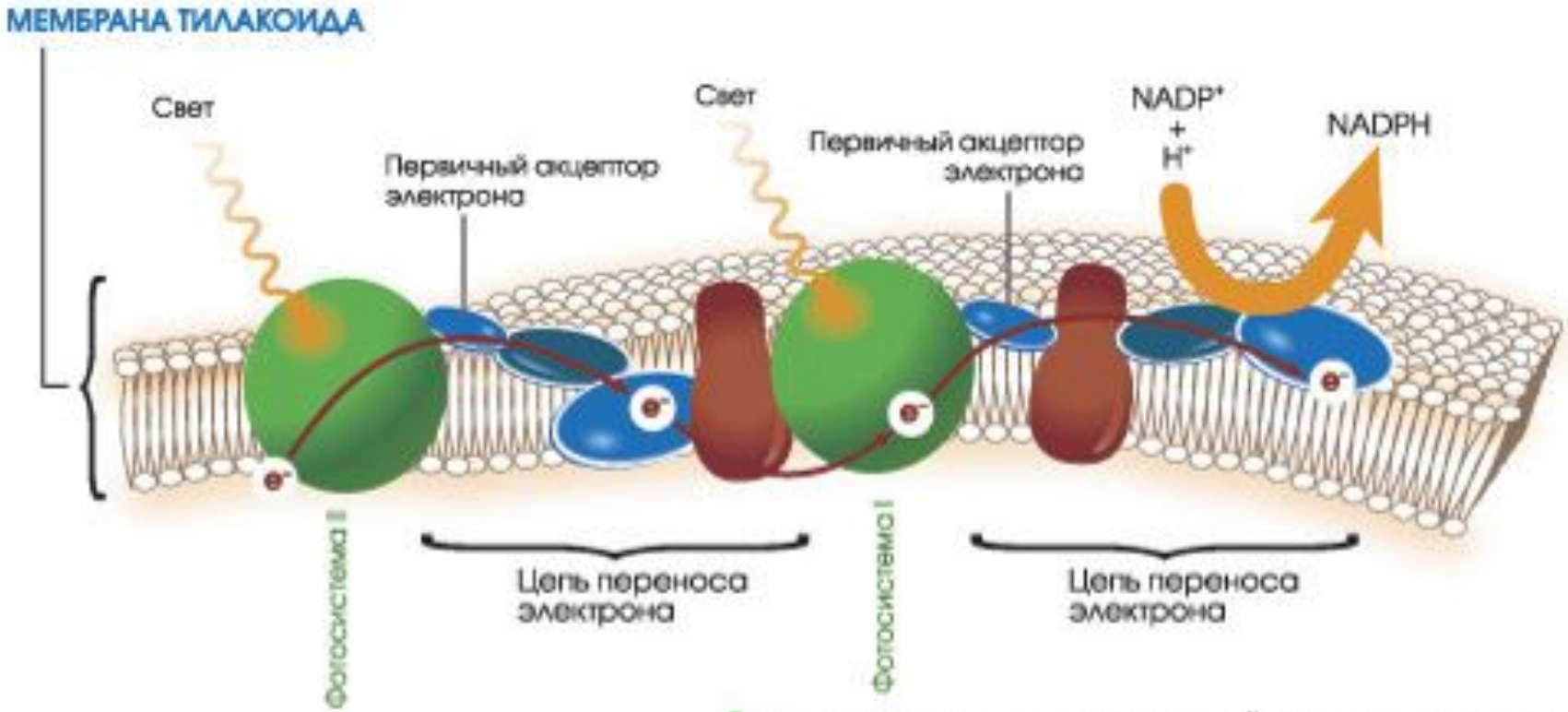
б)белки – переносчики переносят е на наружную поверхность тилакоида

в)фотолиз воды:

$H_2O \xrightarrow{\text{свет}} \overset{+}{H} + OH$

$4OH \rightarrow 2H_2O + O_2\uparrow + \overset{-}{e}$

г)электрон гидроксида возвращается к молекуле хлорофилла




**6.** В листьях зеленых растений все компоненты фотосинтетического аппарата строго упорядоченно расположены в мембранах особых внутриклеточных частиц – тилакоидов

# Значение фотосинтеза

- **Растения всей Земли ежегодно образуют более 100 млрд. тонн органических веществ.**
- **Ежегодно растения выделяют в атмосферу около 145 млрд. тонн кислорода.**
- **Затраты кислорода на дыхание человека, животных, растений компенсируются *фотосинтезом.***
- **Содержание кислорода в атмосфере в пределах – 21%**

**4.** За счет захвата энергии фотона «возбужденный» электрон приобретает восстановительную мощность около 1 В. Молекула пигмента отдает этот электрон в цепь переносчиков, а сама окисляется. Но не надолго. Ей быстро помогают восстановиться молекулы-партнеры. Потерявший энергию электрон возвращается к молекуле пигмента.

**5.** Молекулы пигмента работают не в одиночку: сотни таких частиц организованы в светособирающие антенны