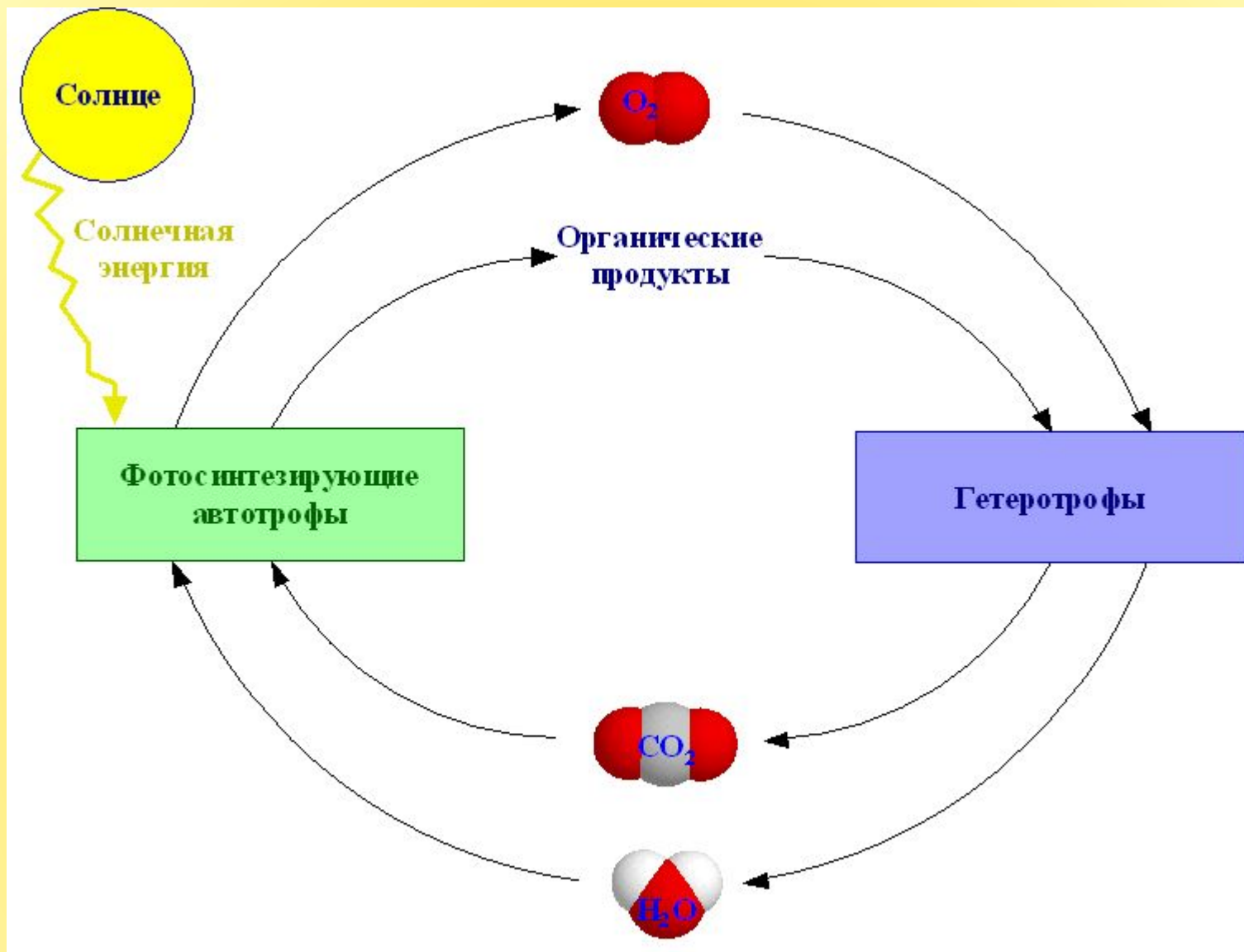




# Фотосинтез

Подсолнухи. Клод Моне  
(1840–1926)



**Солнечная энергия — первичный источник всей биологической энергии. Фотосинтезирующие клетки используют энергию солнечного света для образования глюкозы и других органических продуктов. Эти органические продукты служат гетеротрофным клеткам источником энергии и углерода.**

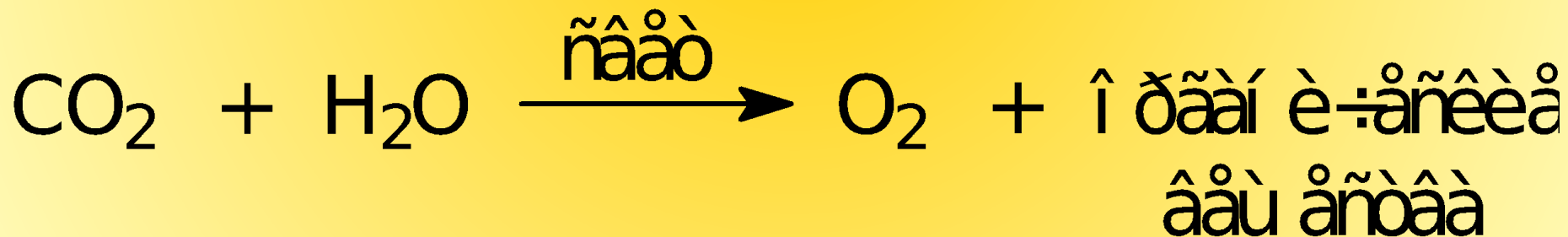
# Основное уравнение фотосинтеза

---

Джозеф Пристли (1770–1780 гг.)

Ян Ингенхауз

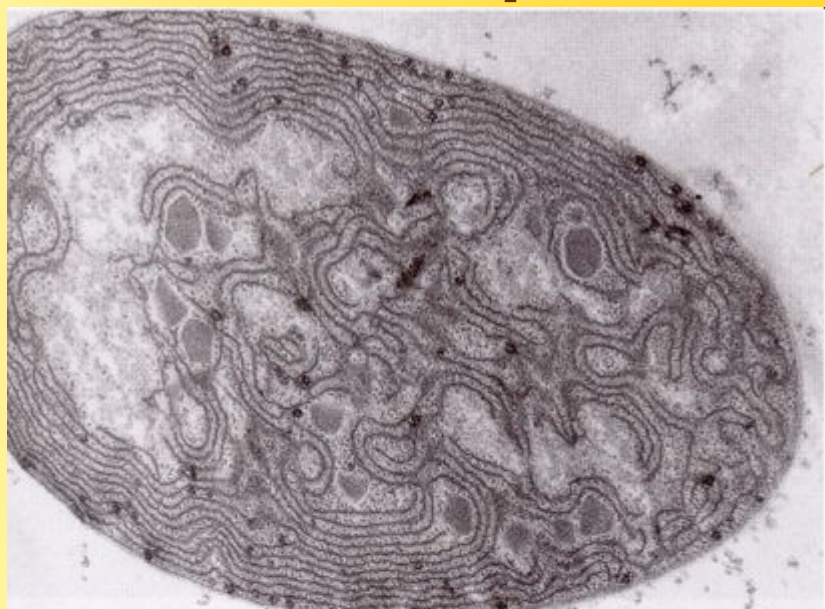
Роберт Майер (1842 г.)



# Фотосинтезирующие организмы чрезвычайно разнообразны

---

## Цианобактерии



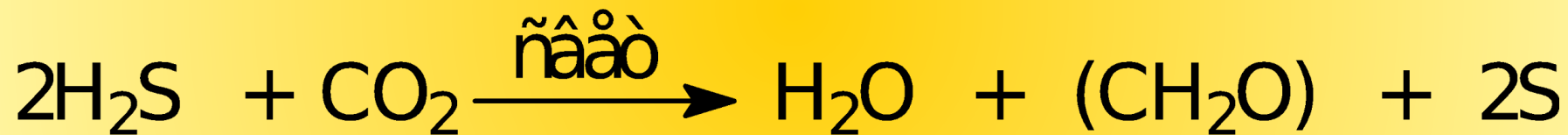
Вверху: микрофотография среза цианобактерии. Концентрические мембраны внутри клетки схожи строением с тилакоидными мембранами хлоропластов растительных клеток. Это сходство поддерживает гипотезу о происхождении хлоропластов из симбиотических цианобактерий.

Внизу: белые медведи. Необычный зеленый цвет меху придают поселившиеся в нем цианобактерии.

# Фотосинтезирующие организмы чрезвычайно разнообразны

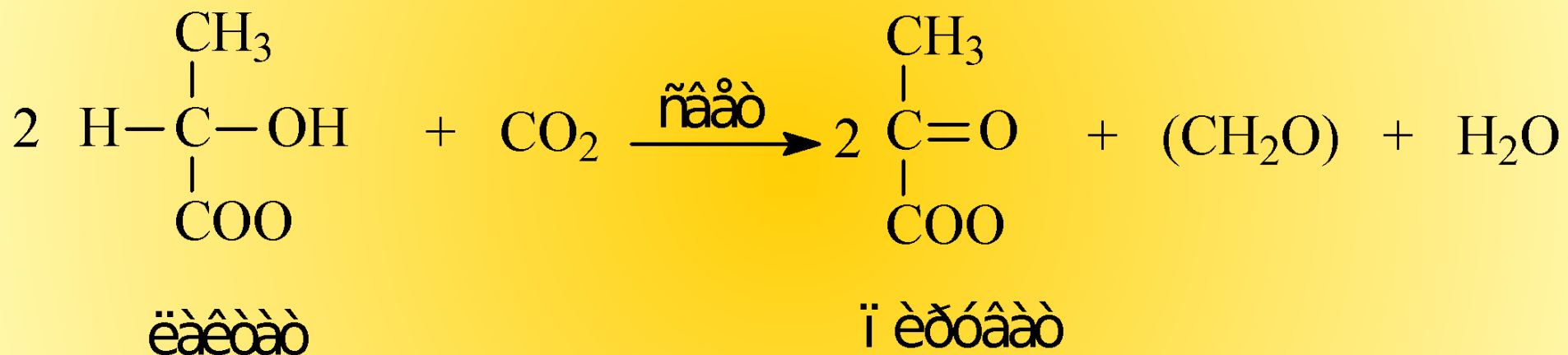
---

---



# Фотосинтезирующие организмы чрезвычайно разнообразны

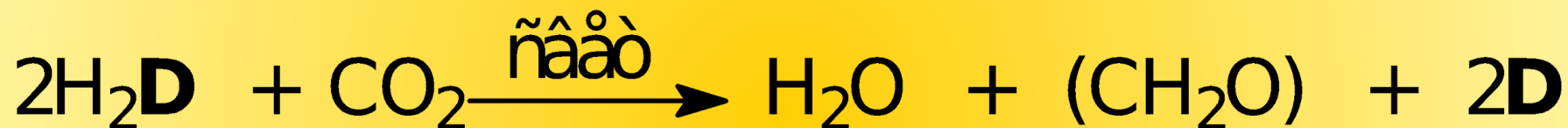
---



# Фотосинтезирующие организмы чрезвычайно разнообразны

---

Корнелис ван Ниль



где  $\text{H}_2\mathbf{D}$  – донор водорода, а  $\mathbf{D}$  – окисленная форма этого донора

# Фотосинтезирующие организмы чрезвычайно разнообразны

---

---

Донор водорода

Окисленный продукт

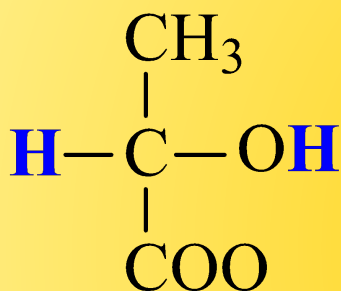




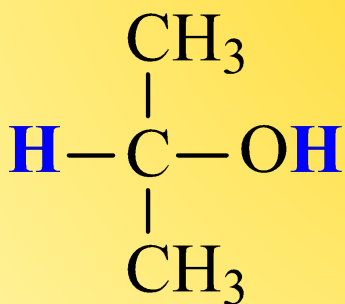
# Фотосинтезирующие организмы чрезвычайно разнообразны

---

Донор водорода

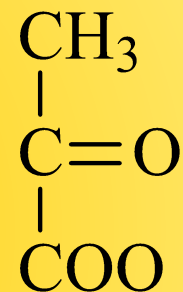


èâéòàò

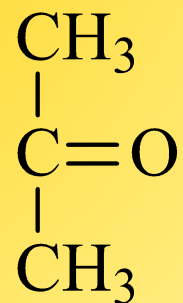


ï ðî ï àí î ë-2

Окисленный продукт



ï èðóââà

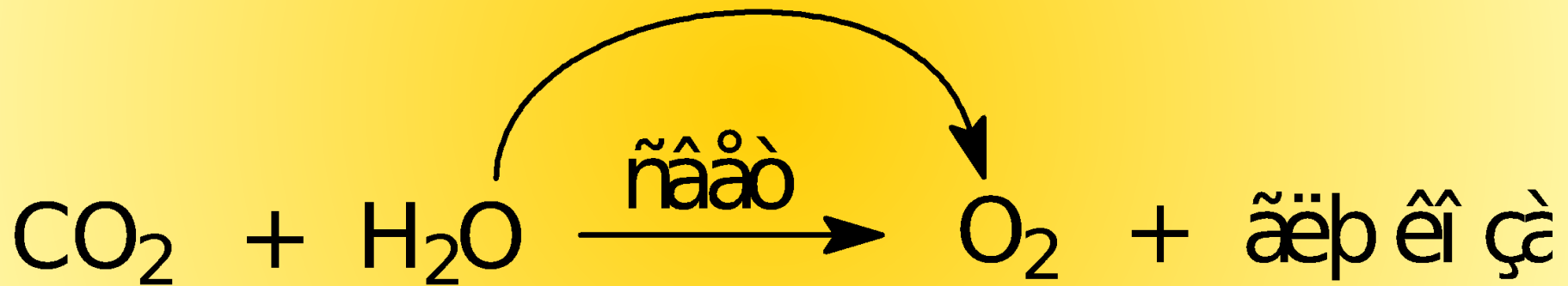


àöâð í

# Фотосинтезирующие организмы чрезвычайно разнообразны

---

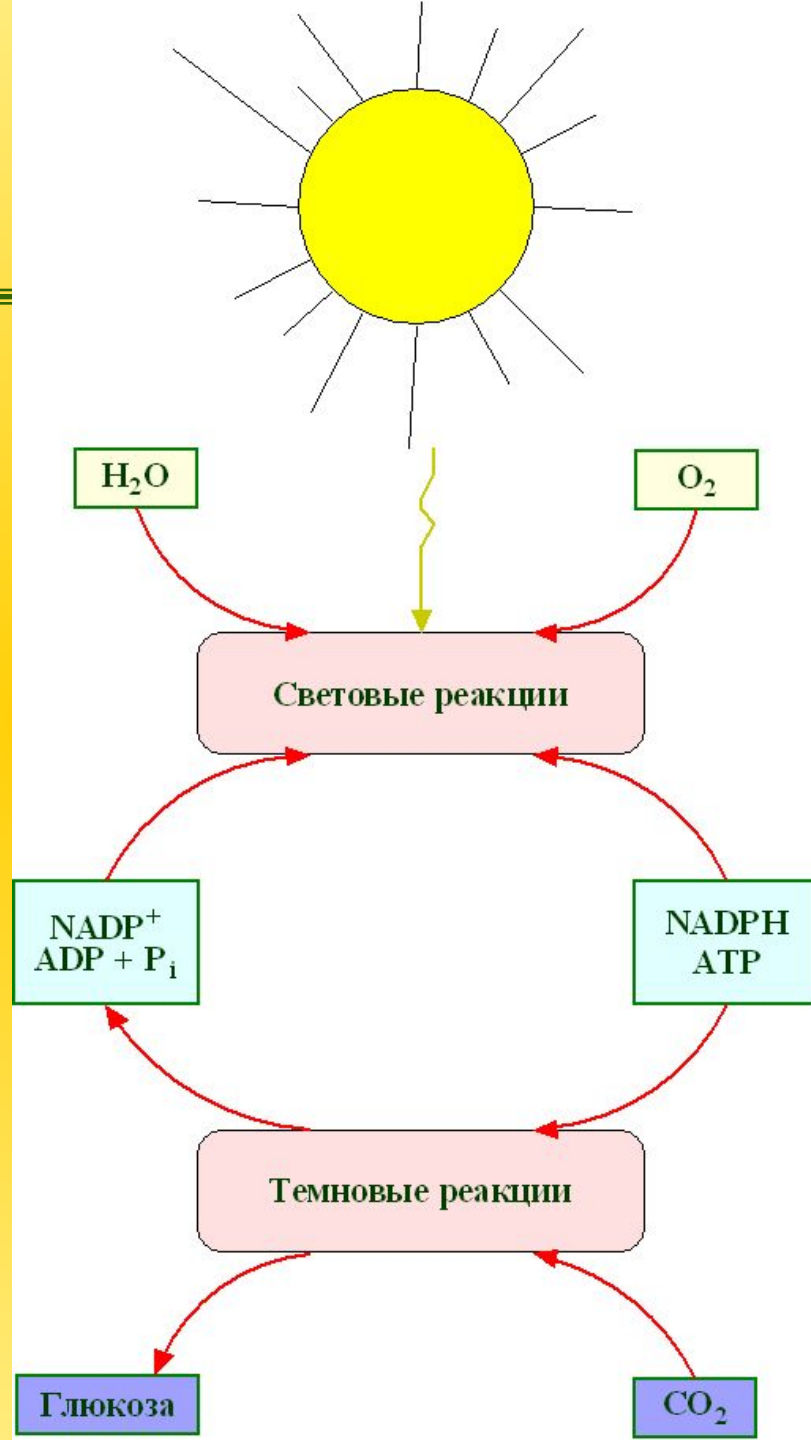
---



Источником  $\text{O}_2$ , выделяемого при фотосинтезе растений, служит  $\text{H}_2\text{O}$ .

# Две фазы фотосинтеза

В световых реакциях за счет солнечной энергии образуются высокоэнергетические соединения - NADPH и АТФ. Эти соединения используются в темновых реакциях для восстановления  $\text{CO}_2$ , приводящего к образованию глюкозы.

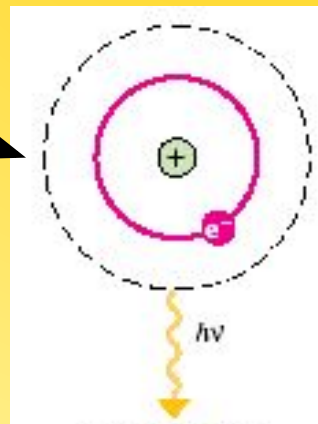
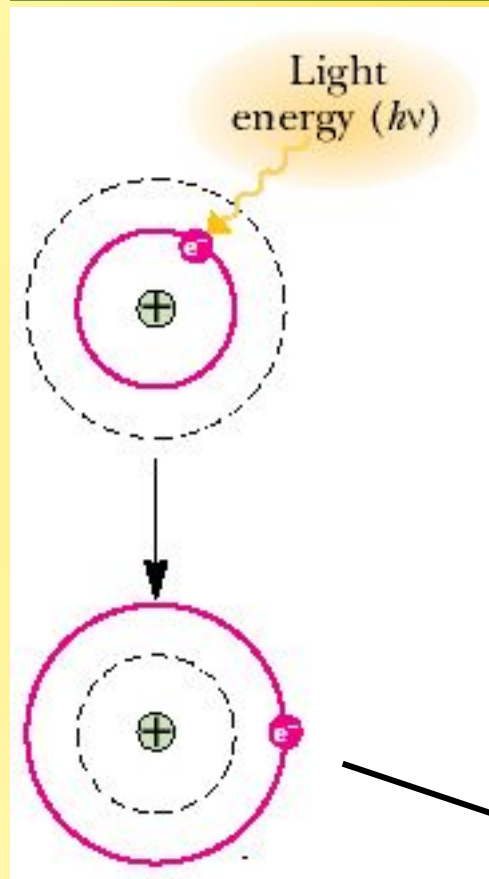


# Фотосинтез растений протекает в хлоропластах



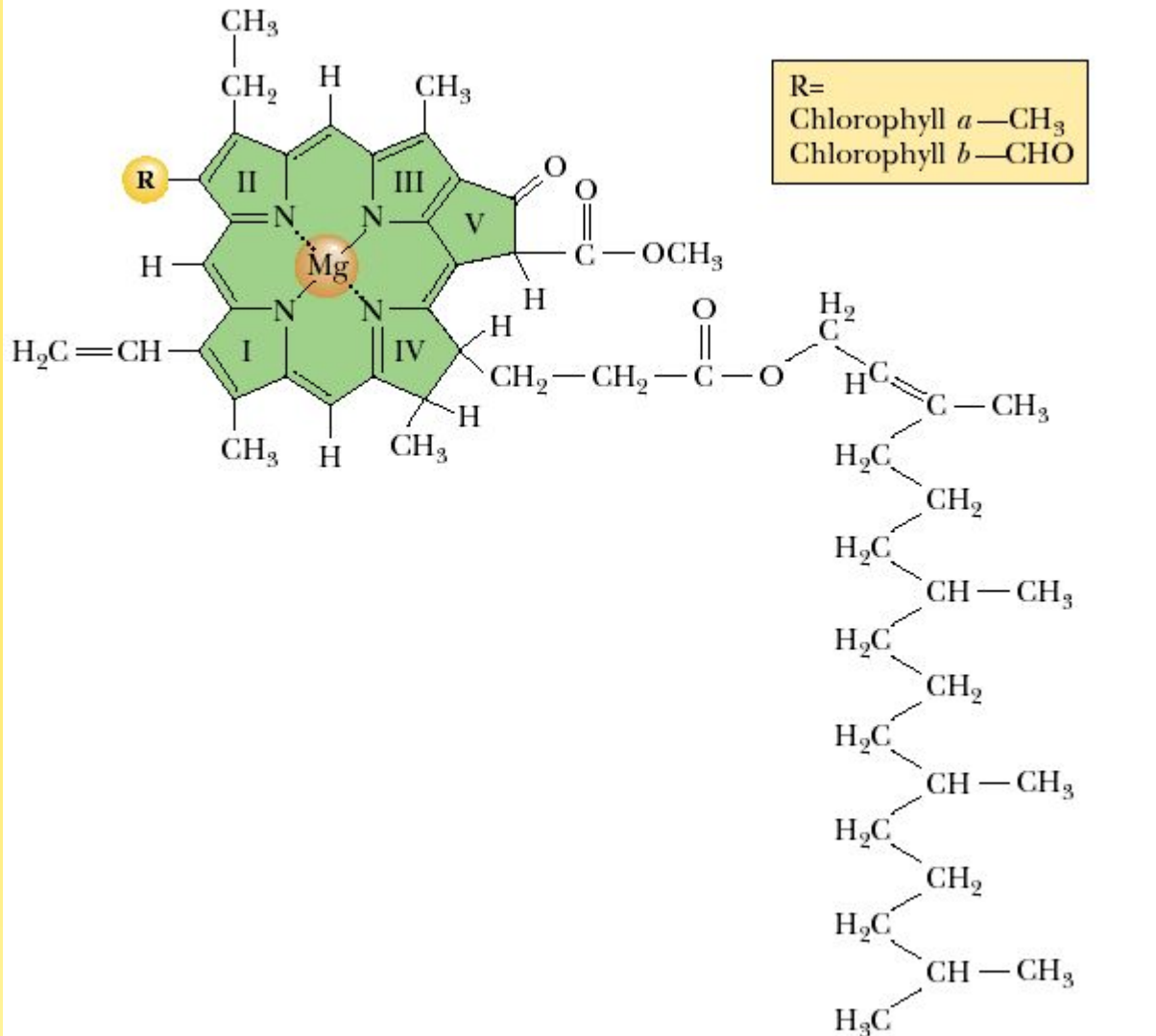
Поперечный срез клетки листа гороха (*Pisum sativum*) прошел через два хлоропласта. От цитоплазмы хлоропласт ограничен двумя мембранами — наружной и внутренней. Наружная мембрана — гладкая, внутренняя образует выросты — ламеллы. На ламеллах располагаются стопками тилакоиды. На снимке хорошо видны стопки тилакоидов - граны. В тилакоидах гран между слоями белков и липидов сосредоточены молекулы хлорофилла. Он способен улавливать энергию солнечного света, с помощью которой происходит образование углеводов из воды и углекислого газа. Скопления углеводов видны на снимке как темные пятнышки. Трансмиссионный микроскоп, 70 000x

# Поглощение света переводит молекулы в возбужденное состояние



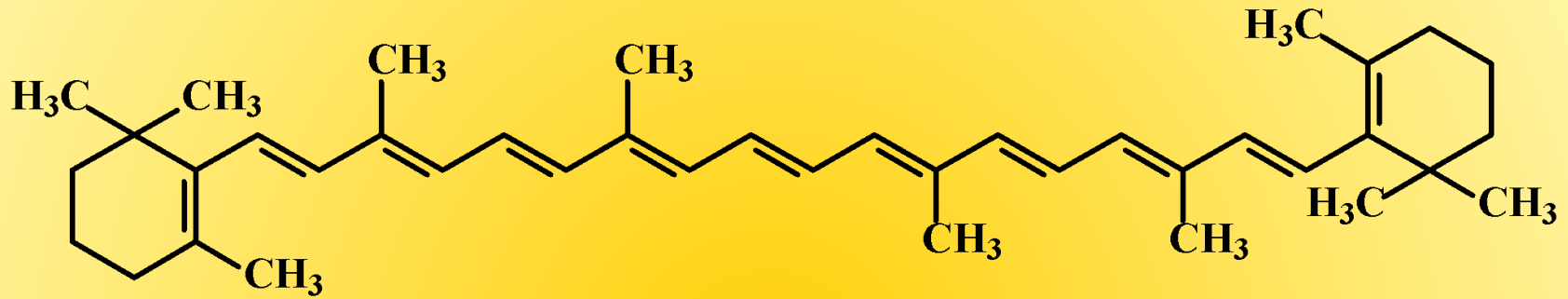
Флуорисценция

# Хлорофиллы – это главные светопоглощающие пигменты



# Вспомогательные пигменты

---



$\beta$ -Каротин

$\beta$ -Каротин, вспомогательный пигмент зеленых листьев. У различных видов растений вспомогательными пигментами служат многие другие каротиноиды. Обратите внимание, что молекула  $\beta$ -каротина, так же как и молекула хлорофилла, содержит много сопряженных двойных связей, которые придают ей способность поглощать свет и передавать экситоны.

# Фотохимические реакционные системы

---

---

Схематическое изображение поверхности фотосистемы в тилакоидной мембране. Она напоминает мозаику, составленную из нескольких сотен антенных молекул хлорофиллов и каротиноидов, определенным образом ориентированных в мембране. Экситон, поглощенный одной из антенных молекул, быстро мигрирует по пигментным молекулам к реакционному центру. Все антенные молекулы способны поглощать свет, но трансформировать энергию экситона в поток электронов способна только молекула, играющая роль реакционного центра.



# Фотохимические реакционные системы

---

---

Роберт Хилл



где А – искусственный акцептор водорода, а АН<sub>2</sub>- его восстановленная форма

*Реакция Хилла*

*А-реагент Хилла*

# Фотохимические реакционные системы

---

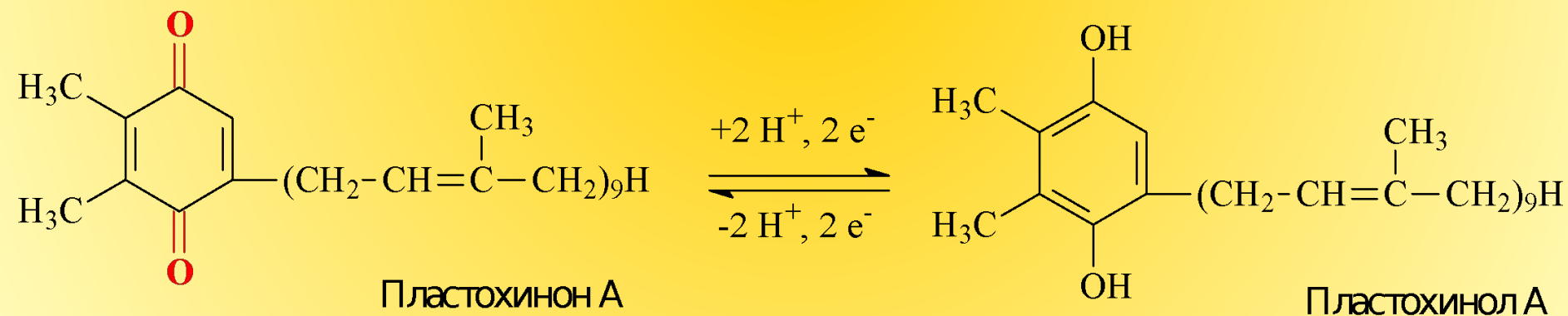
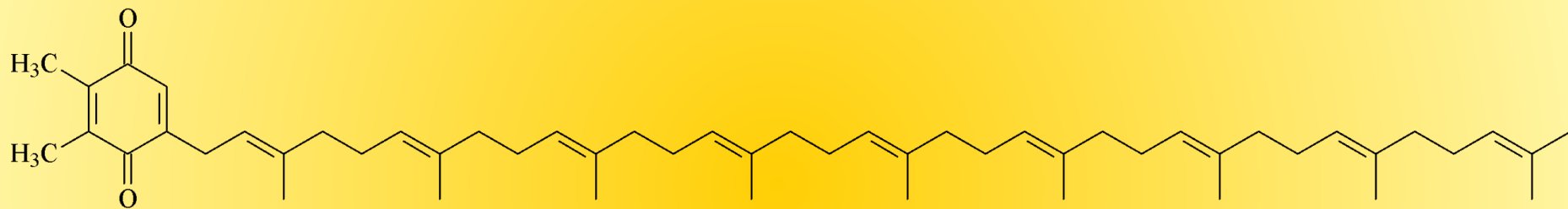
---



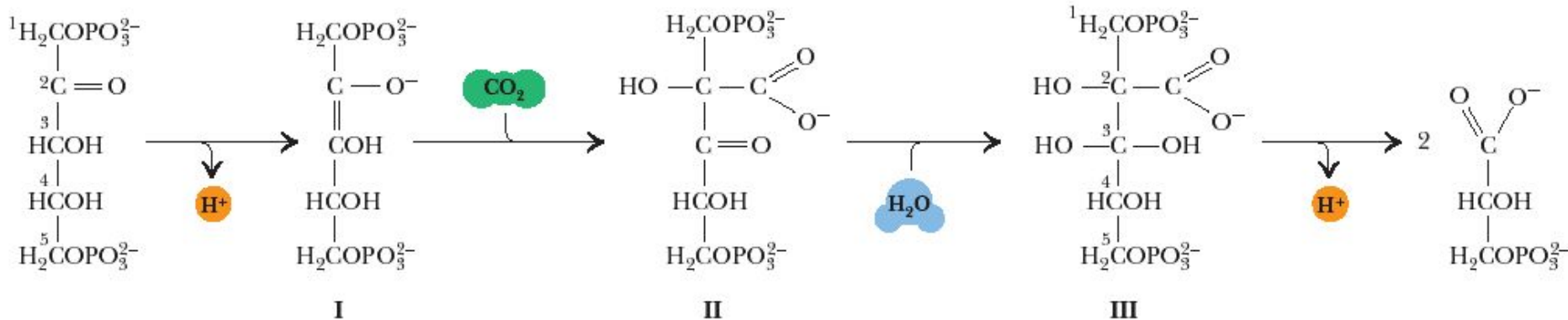
# Световые реакции фотосинтеза

---

# Световые реакции фотосинтеза



# Общее уравнение фотосинтеза растений



Фиксация двуокиси углерода в реакции, катализируемой рибулозодифосфаткарбоксилазой. Фиксированная  $\text{CO}_2$  обнаруживается в виде карбоксильной группы одной из двух молекул 3-фосфо-1-лицерата, образующихся в этой реакции

# Цикл Кальвина

