ОБМЕН ВЕЩЕСТВ ОРГАНИЗМОВ

Авторы:
Кондратьева Елена Ивановна, учитель биологии высшей квалификационной категории ГОУ Лицея №554, учащиеся 10ª класса

Гетеротрофные прокариоты – первые организмы на Земле

все современные организмы обладают системами, приспособленными к использованию готовых органических веществ как исходного строительного материала для процессов биосинтеза;

преобладающее число видов организмов в современной биосфере Земли может существовать только при постоянном снабжении готовыми органическими веществами;

у гетеротрофных организмов не встречается никаких признаков или рудиментарных остатков тех специфических ферментных комплексов и биохимических реакций, которые необходимы для автотрофного способа питания.

Таким образом, можно сделать вывод о первичности гетеротрофного способа питания. Древнейшая жизнь, вероятно, существовала в качестве гетеротрофных бактерий, получавших пищу и энергию от органического материала абиогенного происхождения, образовавшегося еще раньше, на космической стадии эволюции Земли.

Анаэробный энергетический процесс (брожение)

Особенность брожения заключается в том, что органические соединения одновременно служат как донаторами электронов (при их окислении), так и акцепторами (при их восстановлении).

Брожение происходит в отсутствие кислорода, в строго анаэробных условиях. Основными соединениями брожения являются углеводы.

В зависимости от участия определенного микроба и от конечных продуктов расщепления углеводов различают спиртовое, молочнокислое, уксуснокислое, маслянокислое и другие виды брожения.

Типы брожения

а) Молочнокислое брожение:

$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_3H_6O_3$

а) Спиртовое брожение:

$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$

в) маслянокислое брожение:

$C_6H_{12}O_6 \rightarrow CH_3CH_2CH_2COOH + 2CO_2 + 2H_2$

Молочнокислое брожение

$C_6H_{12}O_6 + 2H_3PO_4 + 2АДФ = 2C_3H_4O_3(ПВК) + 2АТФ + 2H_2O$

Глюкоза в этом процессе не только расщепляется, но и окисляется (теряет атомы водорода). В мышцах человека и животных две молекулы ПВК, приобретая атомы водорода, восстанавливаются в молочную кислоту $C_3H_6O_3$. Этим же продуктом заканчивается гликолиз у молочнокислых бактерий и грибков, применяемый для приготовления кислого молока, простокваши, кефира, а также при силосовании кормов в животноводстве

Ключевые реакции брожения

На первых этапах молекула глюкозы распадается на два «осколка» – глицеральдегид 3-фосфаты

2 x

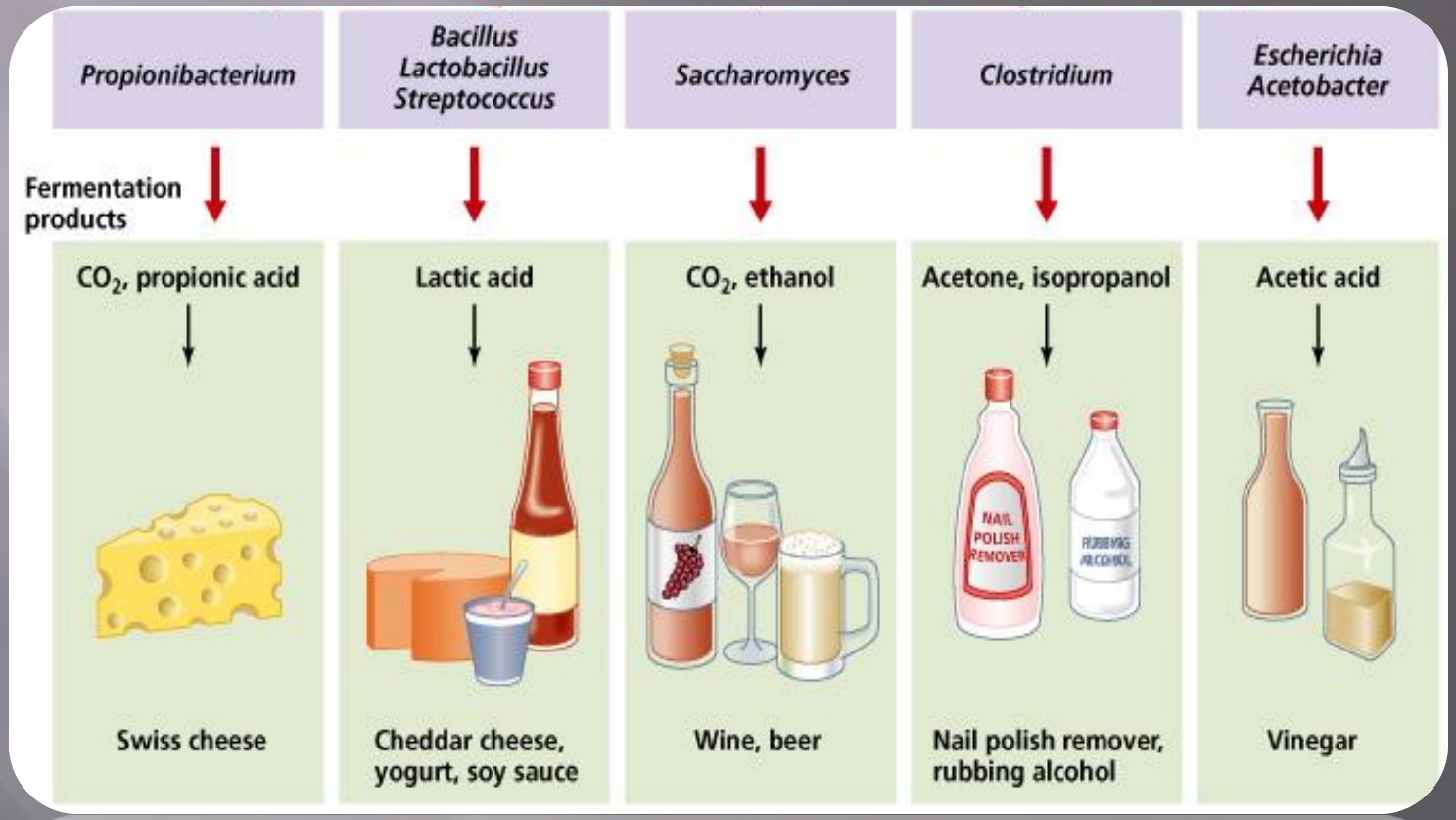
2 x

Завершающая реакция

Окончательным акцептором электронов является пируват (ПВК), промежуточный метаболит гликолиза, восстанавливается до молочной кислоты.

Гликолиз функционирует во всех живых клетках. Все ферменты локализованы в цитозоле, формируя полиферментный комплекс.

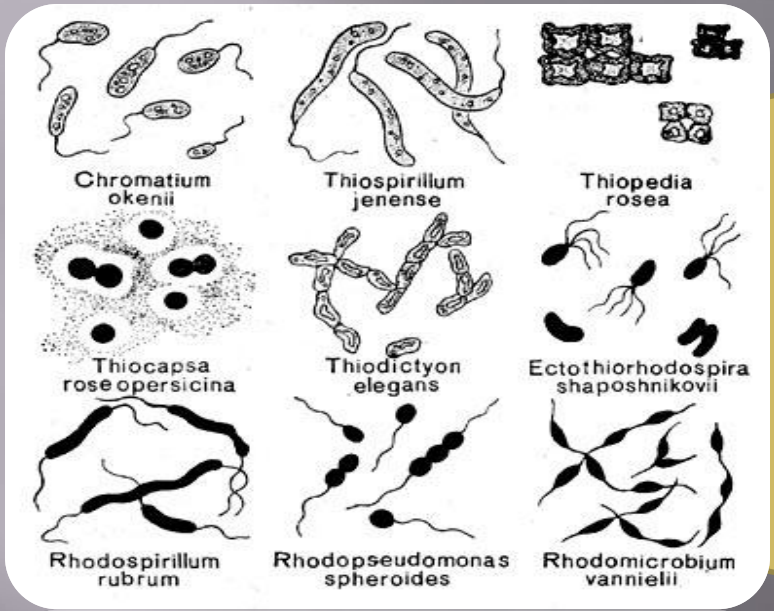
Использование продуктов брожения



Фотосинтез

- В 18 веке Дж.Пристли экспериментально показал, что зеленые растения поглощают CO_2 и вылепляют O_2.
- В 19 веке К.А.Тимирязев исследовал пигменты растений и доказал, что красная часть спектра является «животворной» силой фотосинтеза
- В 20 веке К. ван Ниль, изучая серные пурпурные бактерии, вывел универсальное уравнение фотосинтеза
  - $CO_2 + 2H_2 (A) \rightarrow свет \rightarrow (CH_2O)_m + H_2O + 2(A) + тепло$
  - где А – донор водорода и электронов (у серных бактерий это H_2S, у растений H_2O; $(CH_2O)_m$ - простой сахар.

Фотосинтезирующие бактерии



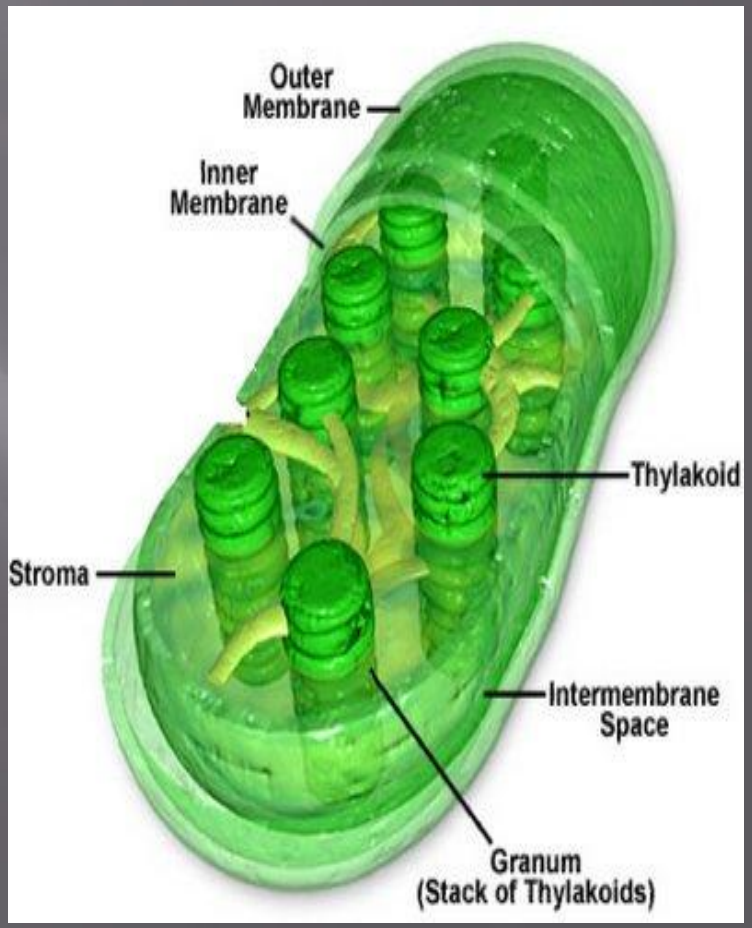
Представители зеленых и пурпурных фотосинтезирующих бактерий

Цианабактерия Anabaena, способная одновременно и к фотосинтезу, и к фиксации азота

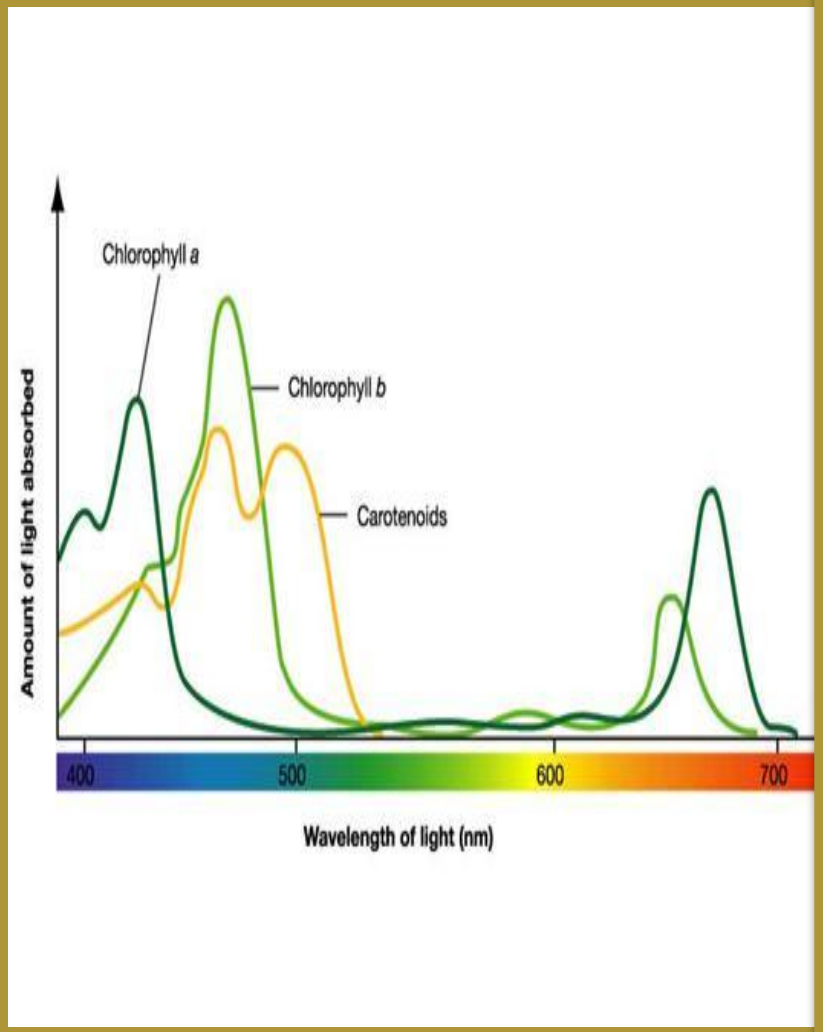
Строение фотосинтезирующих бактерий

- *ФМС – фотосинтезирующие мембраны, КС - клеточная стенка, ЦПМ – цитоплазматическая мембрана, Н – нуклеоид*
- *Типы фотосинтезирующего аппарата у бактерий*

Световая стадия фотосинтеза



Световая фаза фотосинтеза



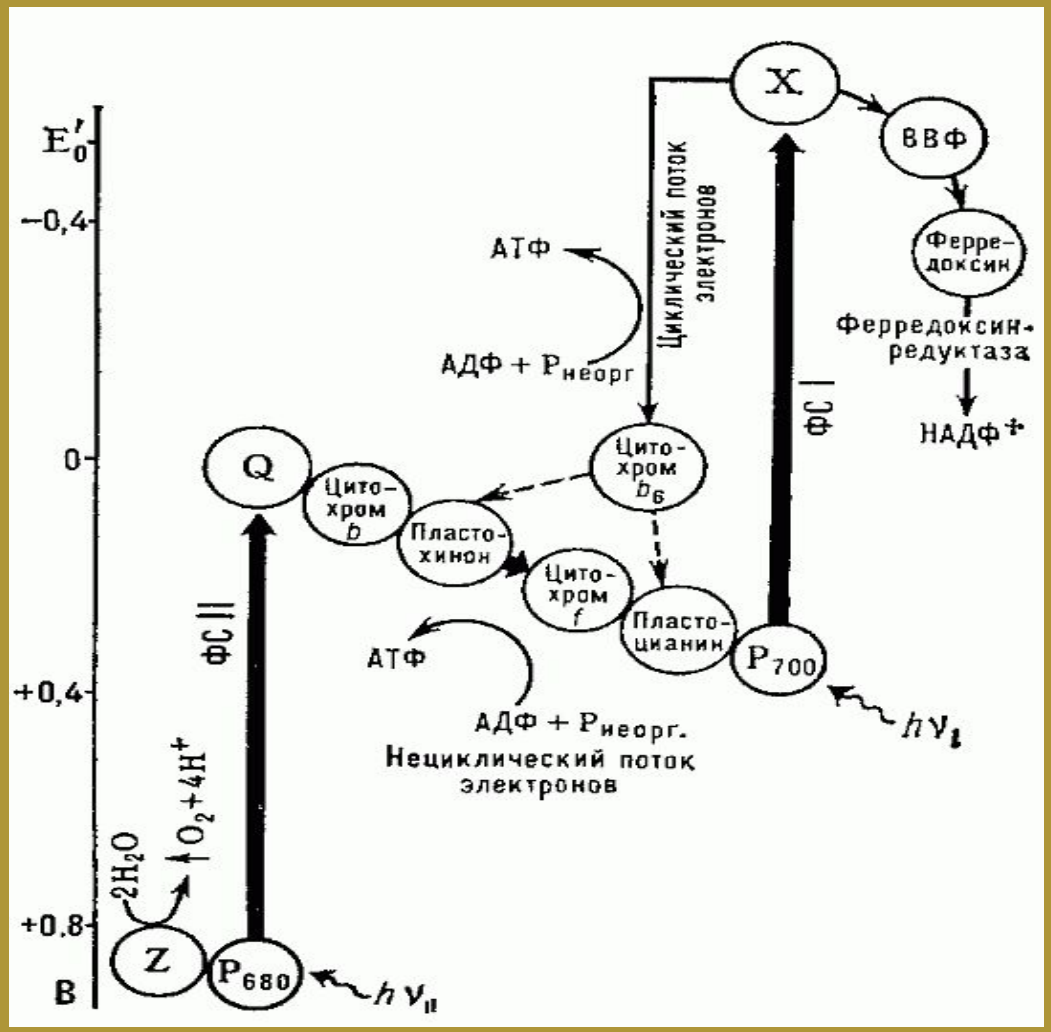
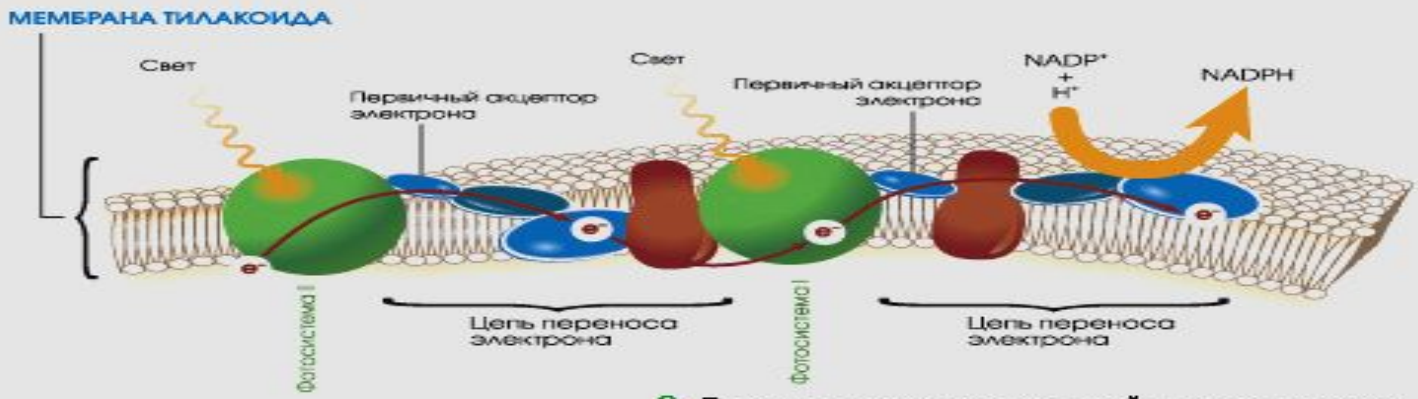


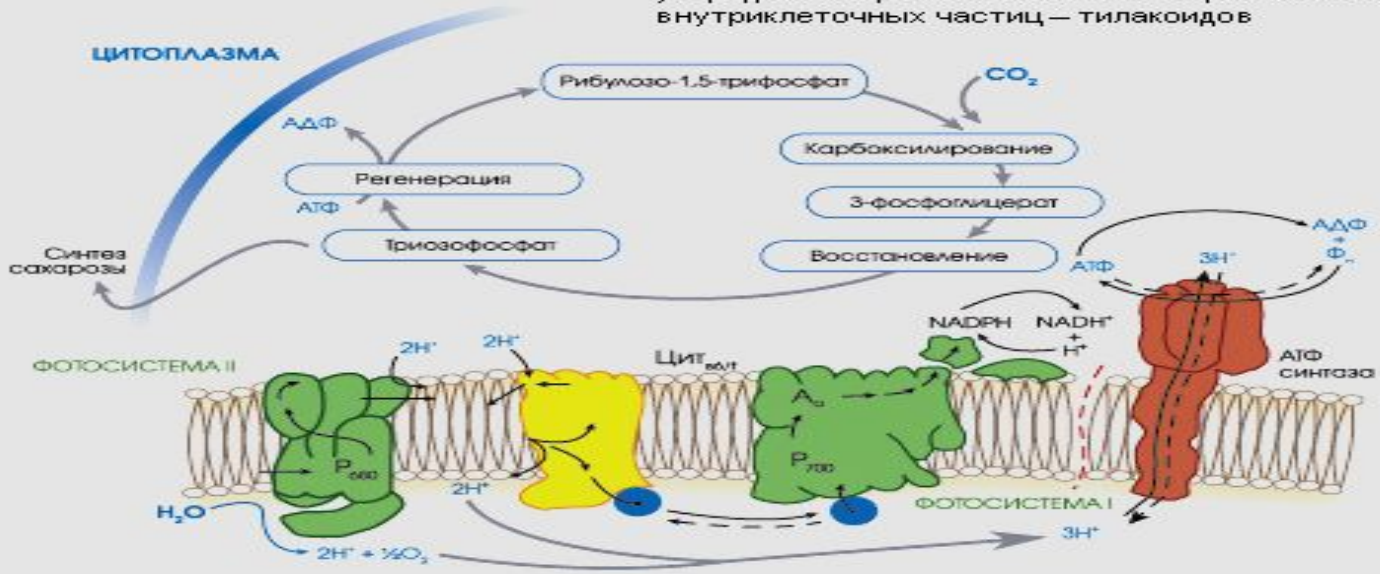
Схема двух фотохимических систем (ФС I и ФС II) фотосинтеза

ВВФ — вещество, восстанавливающее ферредоксин

Схема фотосинтеза

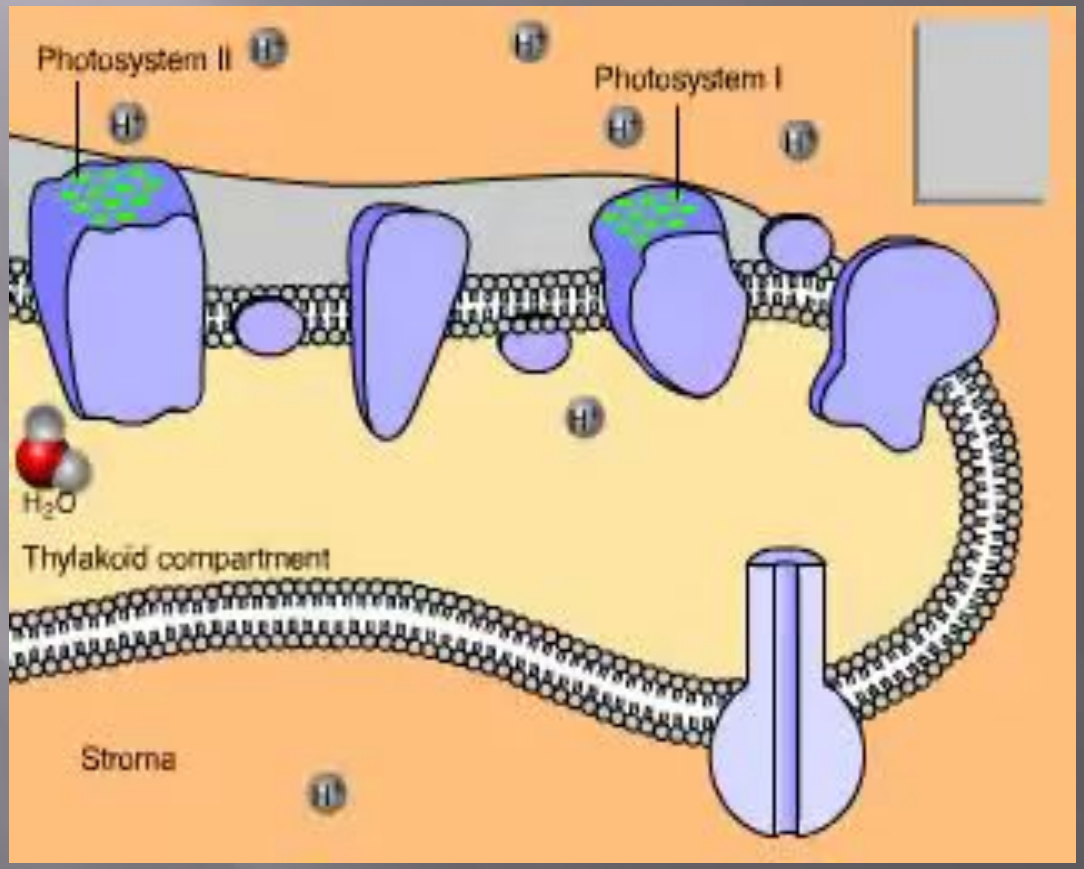


6. В листьях зеленых растений все компоненты фотосинтетического аппарата строго упорядоченно расположены в мембранах особых внутриклеточных частиц — тилакоидов

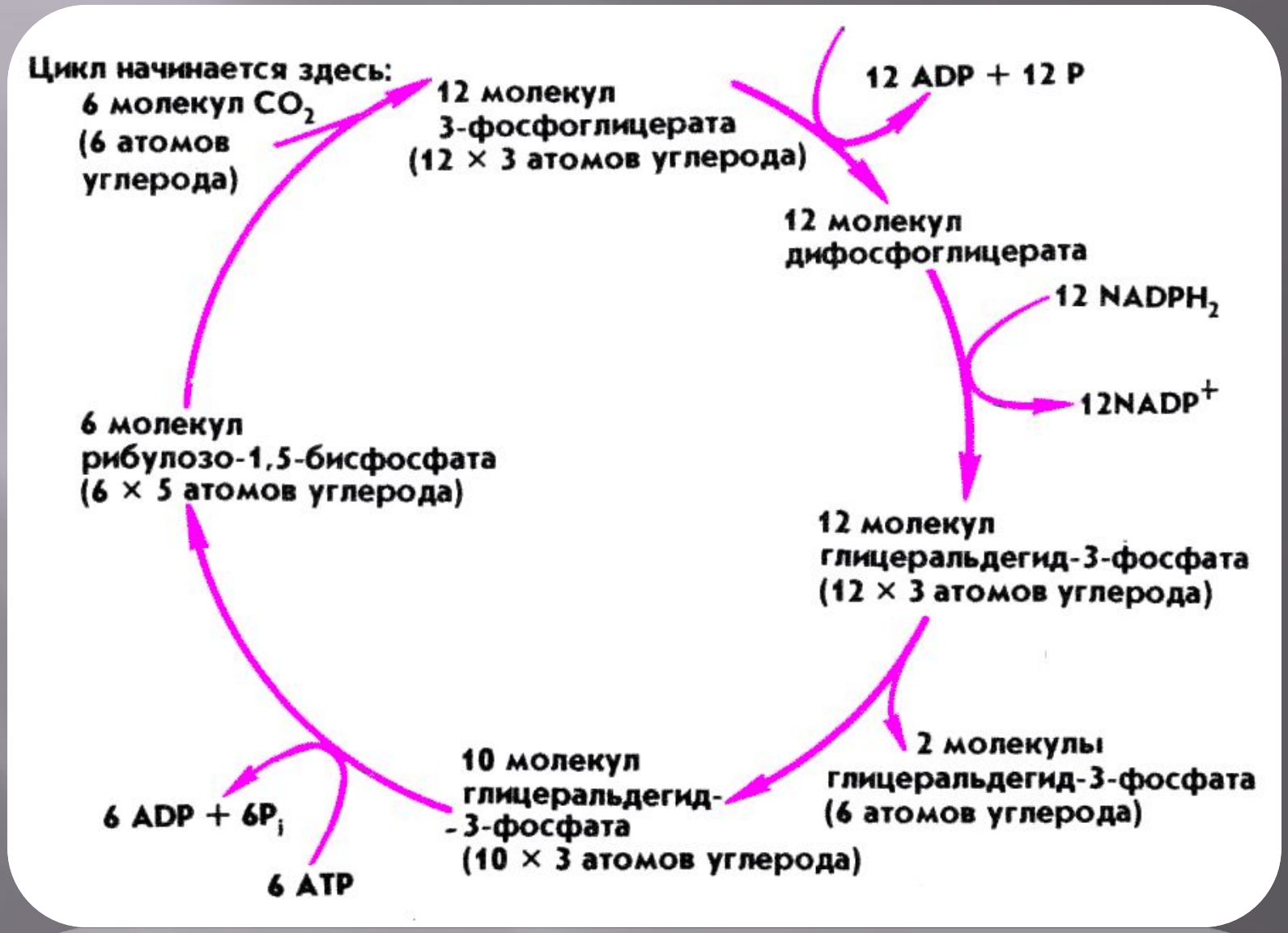


7. «Возбужденный» электрон передается по цепочке молекул трансформаторов, на каждом шагу отдавая часть энергии на работу по переносу протонов через мембрану. Таким образом энергия аккумулируется в форме мембранного потенциала, с помощью которого образуется АТФ. Кроме того, энергия накапливается в молекулах еще одного энергоемкого вещества: NADPH, и используется для синтеза сахаров

Световая стадия фотосинтеза



Темновая стадия фотосинтеза



Фотосинтез в хлоропластах растений

Хемосинтез

АВТОТРОФЫ

Хемосинтетики

- *Серобактерии* - обитатели сернистых источников. В результате ряда реакций в клетках серобактерий накапливается сера, которая является энергетическим веществом. Сера образуется в результате окисления сероводорода. Когда энергии не хватает, сера окисляется с образованием серной кислоты: $H_2S \rightarrow S \rightarrow H_2SO_4$.
- *Железобактерии* окисляют закисные соли железа до окисных: $Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+}$ + энергия. Считают, что этим бактериям принадлежит важная роль в образовании некоторых месторождений железа
- *Нитрифицирующие* бактерии окисляют соединения азота: $NH_3 \rightarrow HNO_2 \rightarrow HNO_3$ + энергия. Благодаря этим бактериям в почве образуются соли азотной кислоты, которые легко усваиваются растениями и используются ими для синтеза аминокислот и азотистых оснований

Значение хемосинтеза

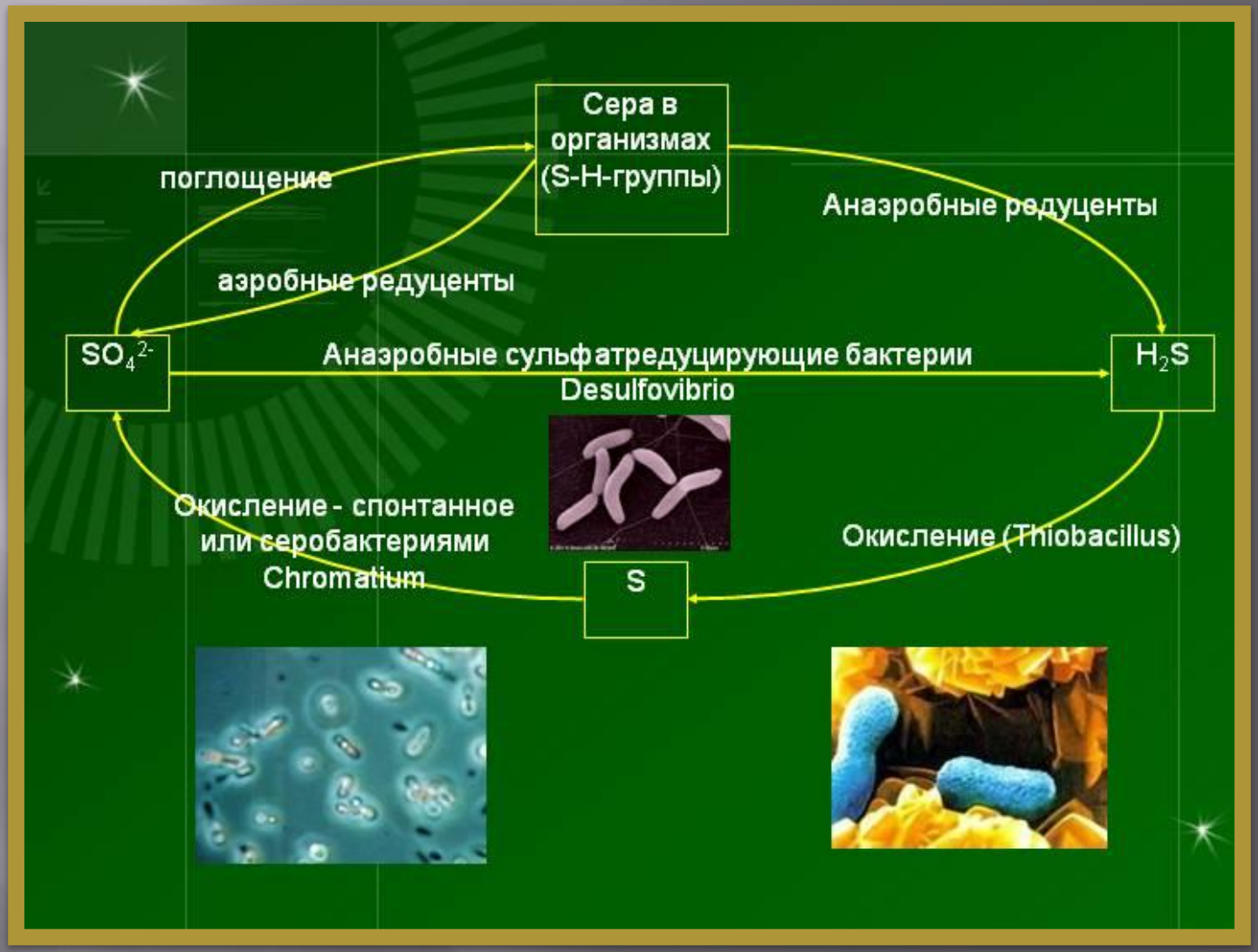
В биосфере хемосинтезирующие бактерии контролируют окислительные участки круговорота важнейших элементов и поэтому представляют исключительное значение для биогеохимии.

Водородные бактерии могут быть использованы для получения белка и очистки атмосферы от CO_2 в замкнутых экологических системах.

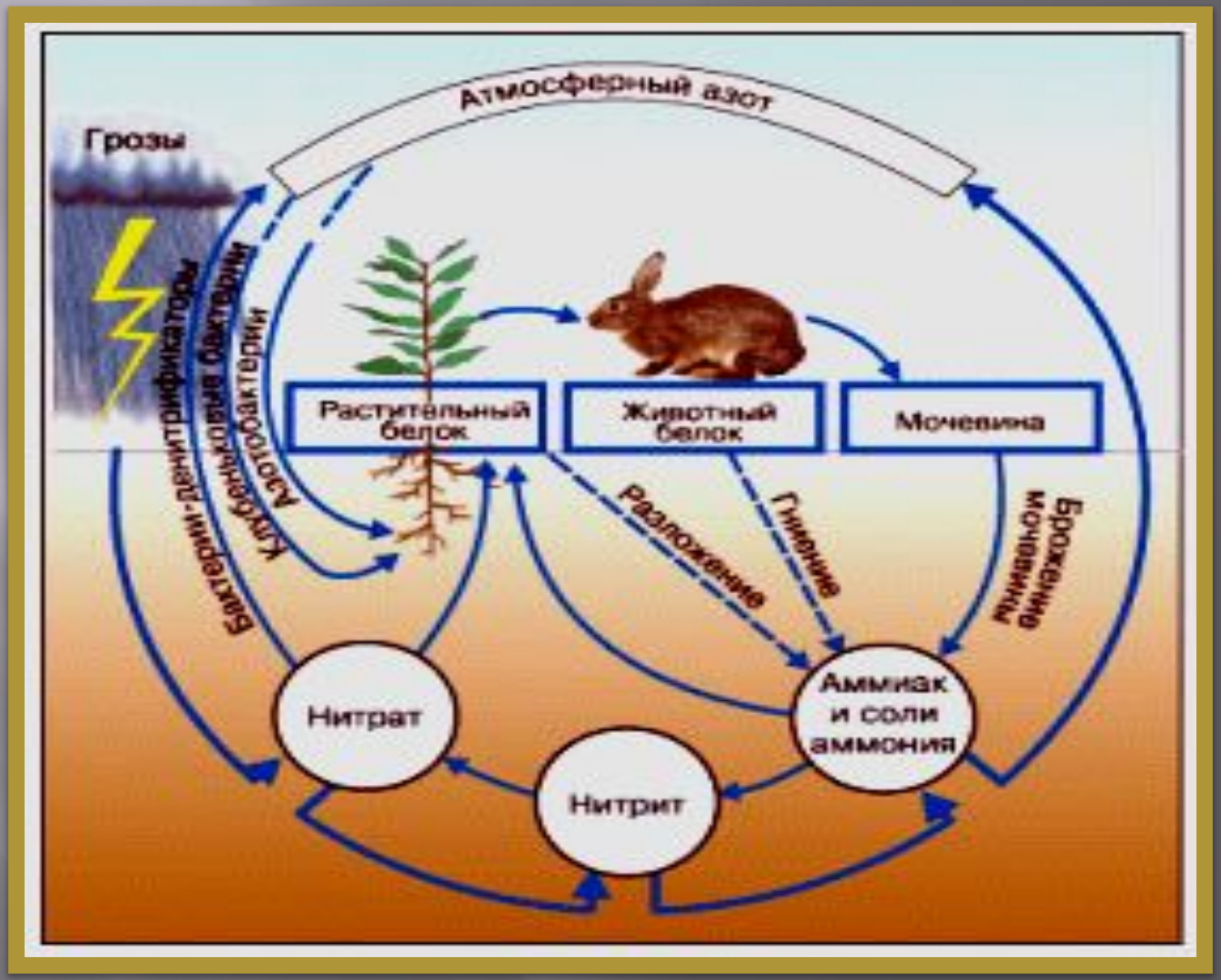
Анаэробное дыхание

- При анаэробном дыхании конечным акцептором электронов в ЭТЦ могут быть неорганические вещества (SO_4^{2-}, NO_3^-, CO_2). Бактерии, способные к анаэробному дыханию имеют укороченные ЭТЦ, т.е.они не содержат всех переносчиков, характерных для аэробов, цикл Кребса не функционирует или он разорван и выполняет только биосинтетические функции. Основное количество АТФ синтезируется в процессе мембранного фосфорилирования
  - если конечным акцептором электронов является сульфат, то процесс называют сульфатным дыханием, а бактерии – сульфатвосстанавливающими или сульфатредуцирующими
  - В качестве конечного акцептора электронов может выступать CO или CO_2 - процесс соответственно называют карбонатным дыханием, а бактерии – метаногенными (метанобразующими).
  - если конечным акцептором электронов *служит* или нитрит или нитрат, то процесс называется нитратным дыханием или денитрификацией, а бактерии, осуществляющие этот процесс, – денитрифицирующими

Биогенный цикл серы в биосфере



Биогенный цикл азота в биосфере



Аэробный процесс в митохондриях

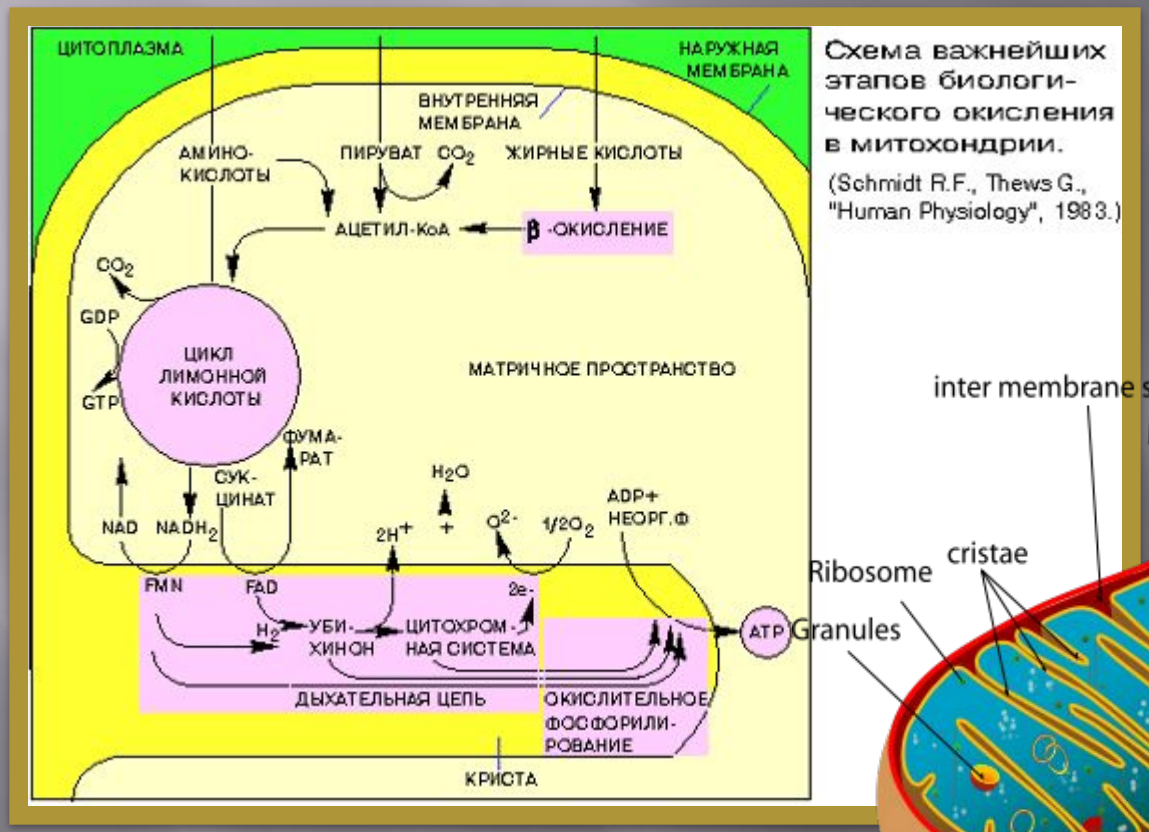
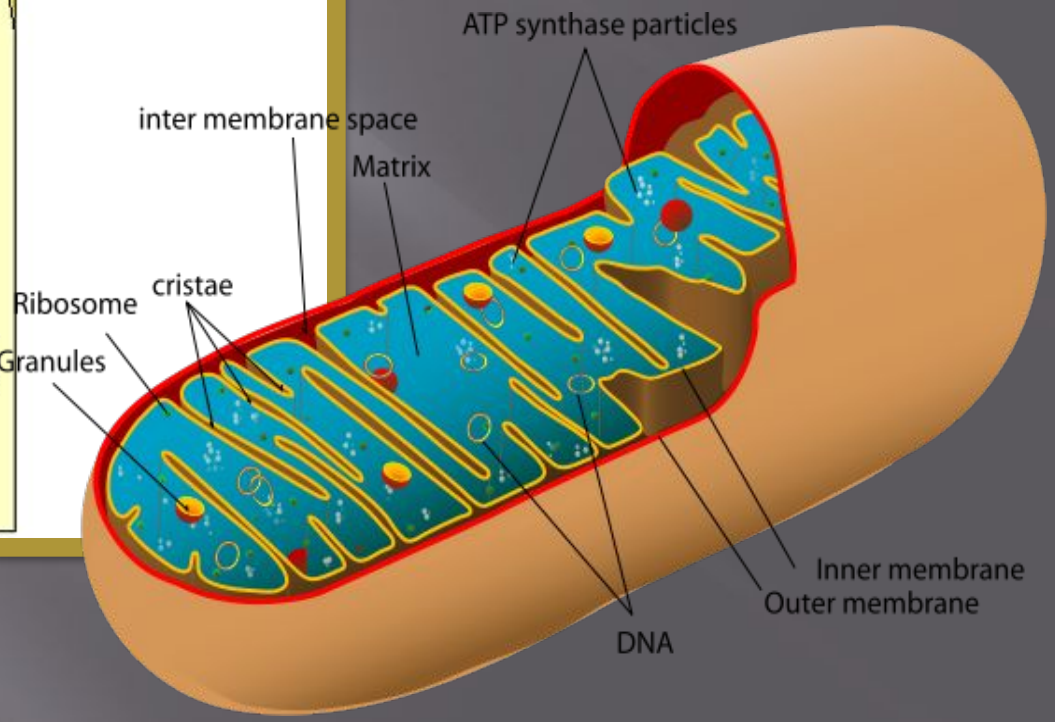


Схема важнейших этапов биологического окисления в митохондрии.

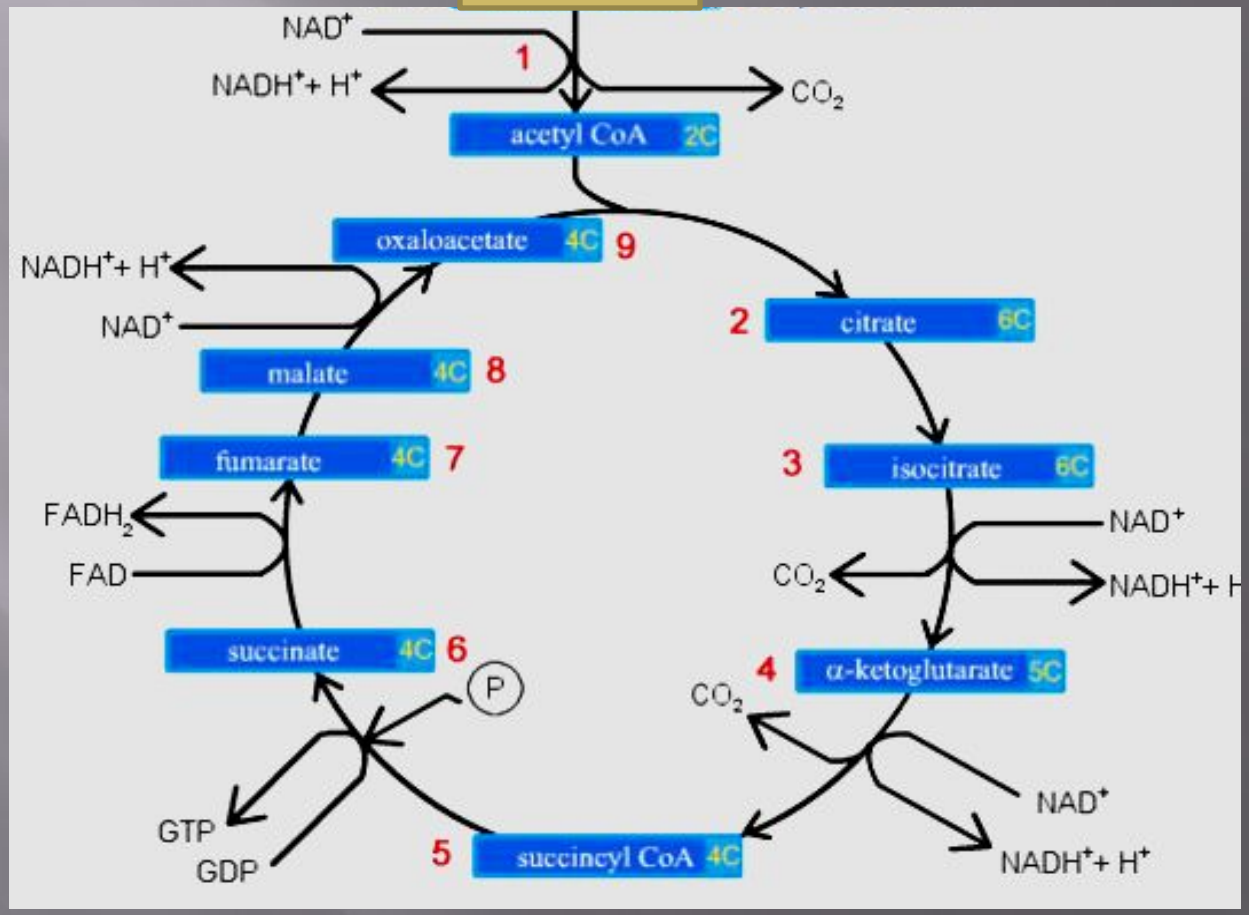
(Schmidt R.F., Thews G., "Human Physiology", 1983.)



Цикл Кребса

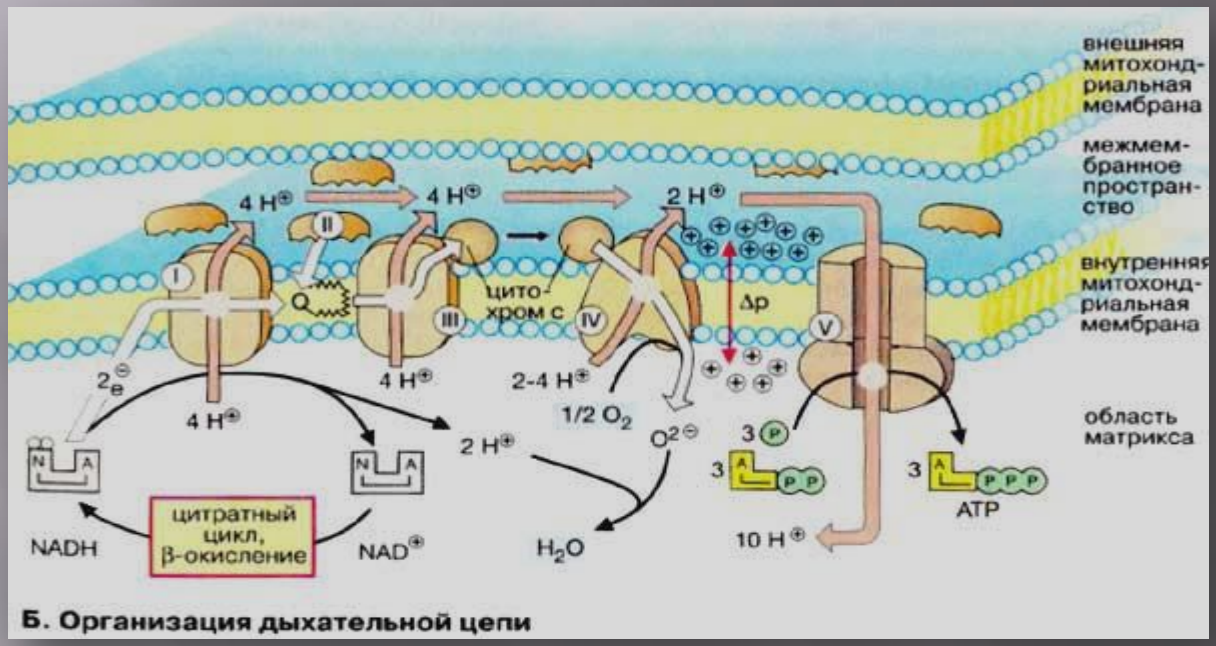
2 X

ПВК



NADH+H $^{+}$, FADH+H $^{+}$ используются в дыхательной цепи.

Электроннотранспортная цепь в митохондриях

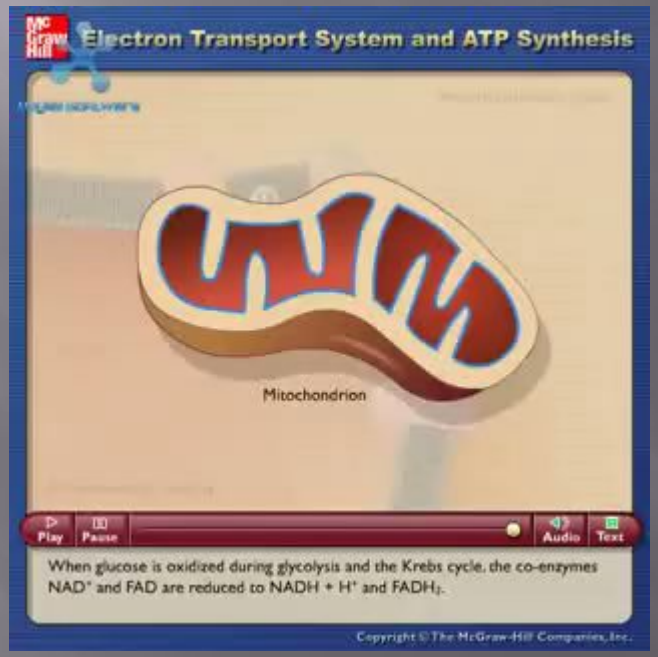


Б. Организация дыхательной цепи

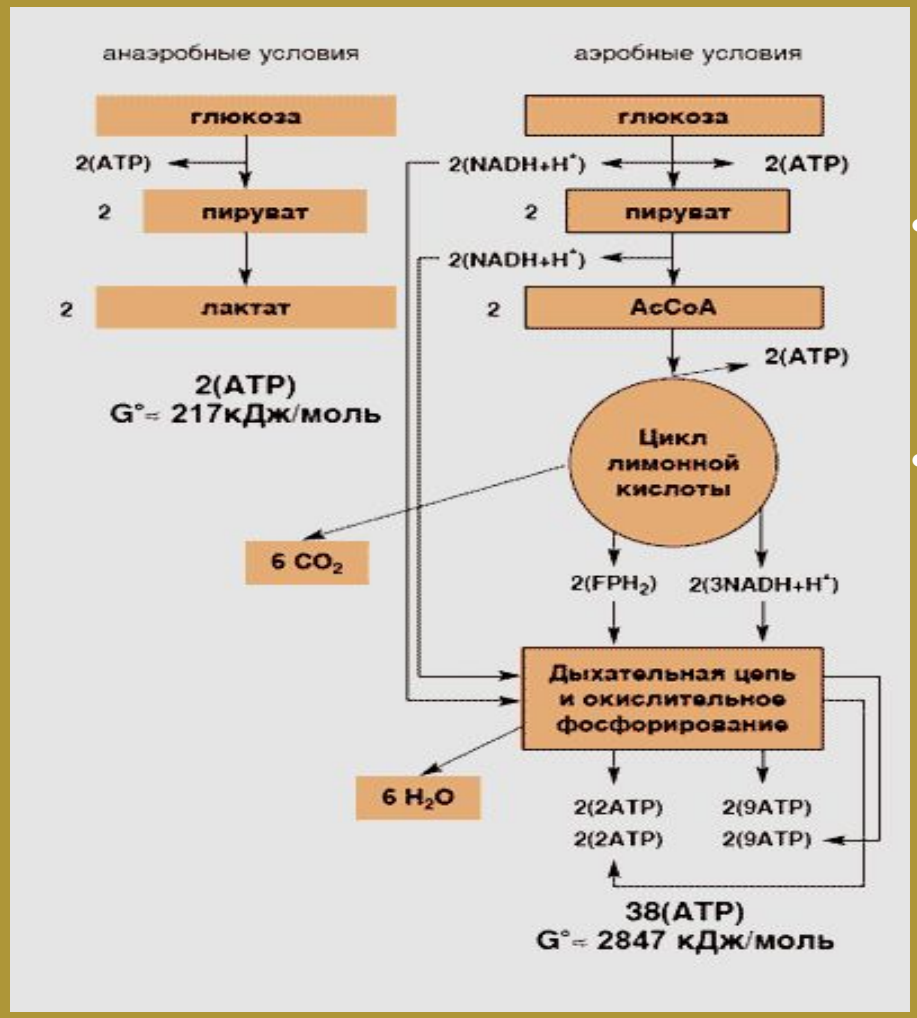
Перенос H^+ комплексами I, III и IV протекает векторно из матрикса в мемжмембранное пространство, для этого используется энергия движения электронов в дыхательной цепи, что приводит увеличение концентрации H^+.

Только АТФ –синтетаза (V) позволяет осуществить обратное движение H^+ в матрикс. На этом основано сопряжение электронного переноса с образованием АТФ

Электронтранспортная цепь митохондрий



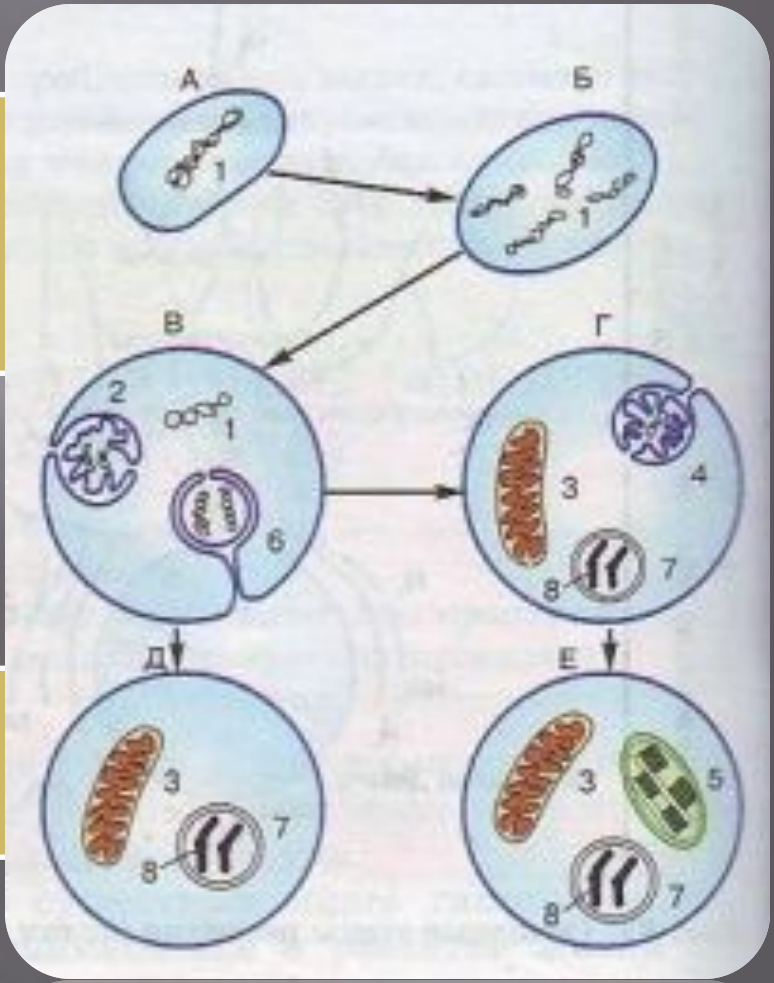
Сравнение анаэробного и аэробного процессов.



- Анаэробный процесс (брожение) малоэффективен (2 АТФ) и даже расточителен (продукты содержат много энергии), относительно простой , происходит в цитоплазме, окончательный акцептор – продукт данногопроцесса – ПВК.
- В аэробном процессе происходит полное окисление органических веществ и выделяемая энергия запасается в 38 мол.АТФ в расчете на 1 мол. глюкозы, процесс требует 2 потока веществ: цикл Кребса и мембранный – окислительное фосфорилирование АДФ в АТФ.

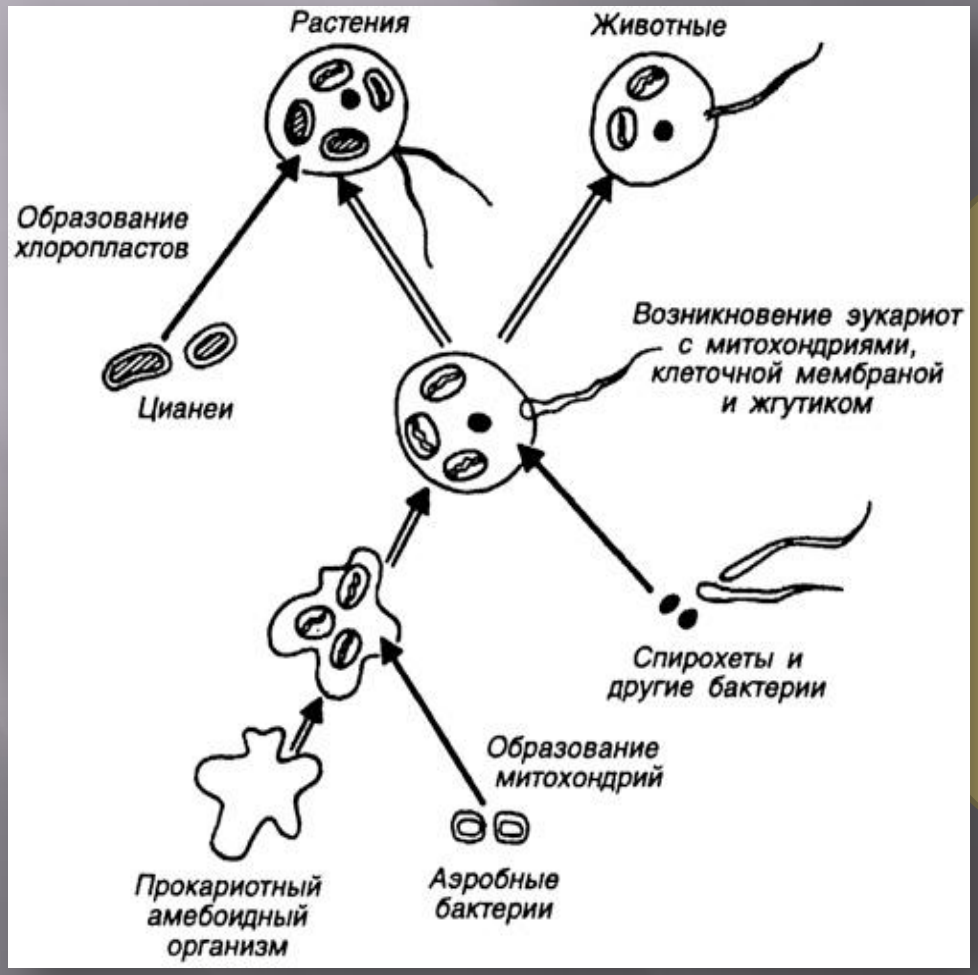
Аутогенное происхождение эукариот

А – проклетка; Б – клетка гипотетических прокариот; В,Г – клетки на стадии формирования митохондрий, ядра, пластид; Д,Е – клетки животных и растений;



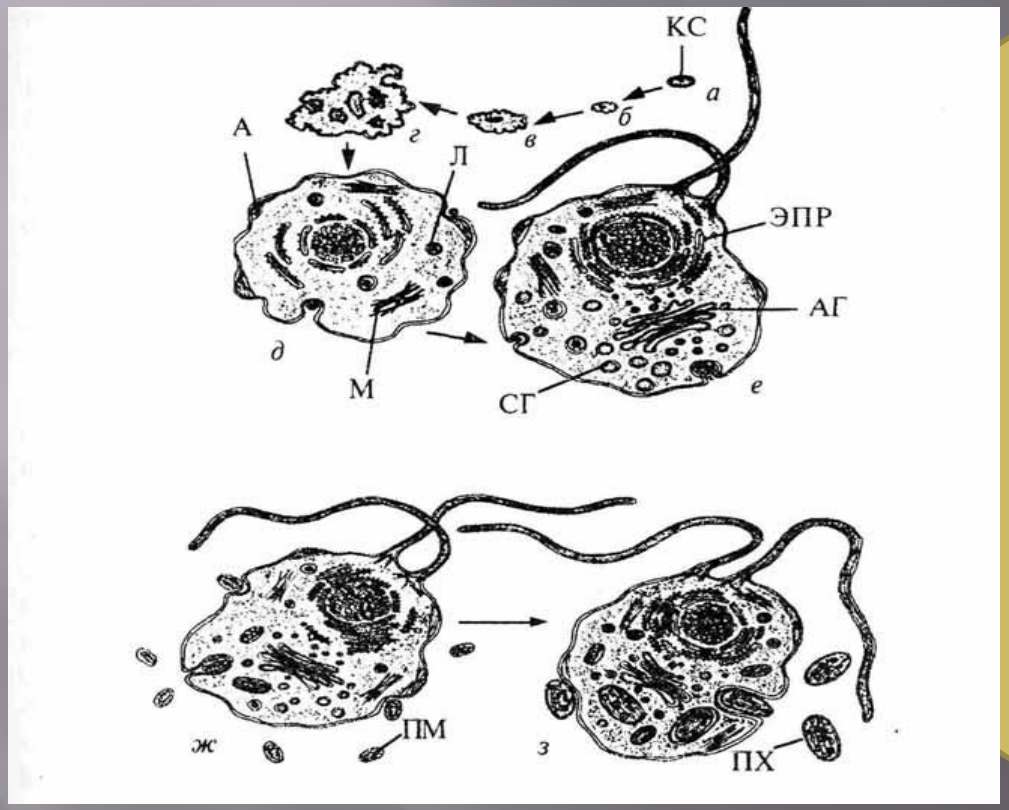
1 – кольцевая ДНК прокариот; 2 – митохондриальное впячивание; 3 – митохондрии; 4 – пластидное впячивание; 5 – хлоропласты; 6 – ядерное впячивание, 7 – ядро; 8 - хромосомы

Симбиотическое происхождение эукариот



Хлоропласты и митохондрии имеют собственные рибосомы (70S), свою кольцевую ДНК, способны к делению вне зависимости от клеточного цикла, являются двумембранными органоидами.

Этапы становления эукариотической клетки



А – актиновые микрофимламенты, АГ- аппарат Гольджи, М – микротрубочки, КС – клеточная стенка, Л – лизосома, ПМ – бактерии, давшие начало митохондриям, СГ – секреторные гранулы, ЭПР – эндоплазматический ретикулум

а – прокариотический микроорганизм, б,в, д – утрата кл. стенки, изменение формы, увеличение размеров, способность к фагоцитозу, начало формирования компартментов, е –формирование жгутикового аппарата, ж –приобретение митохондрий, з – приобретение хлоропластов.

Источники

1.http://bibl.tikva.ru/base/B1688/B1688Part8-101.php
2.http://bio.fizteh.ru/student/files/biology/biolections/lection07.html
3.http://www.licey.net/bio/biology/lection14
4.http://yanko.lib.ru/books/biolog/nagl_biochem/398.htm
5.http://medbiol.ru/medbiol/botanica/001bab43.htm
6.http://www.chem.msu.su/rus/elibrary/nobel/1961-Calvin.html
7.http://www.evolbiol.ru/sov_mn.html
8.http://plant.geoman.ru/books/item/f00/s00/z0000000/st011.shtml

Источники

9.http://www.pereplet.ru/obrazovanie/stsoro

10.shttp://www.evolbiol.ru/sov_mn.html#glava4/541.html

11.http://www.xumuk.ru/biologhim/146.html

12.http://www.xumuk.ru/biologhim/145.html

13.http://primefc.ru/categories/phisiology_in_fitnes/28-ayerobnyj-process.html

14.http://dic.academic.ru/dic.nsf/dic_biology/6164

14.http://dic.academic.ru/dic.nsf/dic_biology/6164/%D0%A4%D0%9E%D0%A2%D0%9E%D0%A1%D0%98%D0%9D%D0%A2%D0%95%D0%97

15.http://dic.academic.ru/pictures/enc_biology/plants/3-tablitsa_03.jpg

16.http://t0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQB8Ir5zH_5Rhc1vZyayBMzK7mWFccPsmhEl22ujNsoBK3bMI2aAA