

Энергетический обмен,  
фотосинтез,  
хемотротрофия

# Энергетический обмен

расщепление органических веществ и аккумуляция (запасание) выделенной энергии в клетке в энергию макроэргических связей АТФ.

Идет у всех организмов. У некоторых без кислорода (анаэробы – некоторые бактерии, грибы, черви паразиты) и у большинства с кислородом (аэробы).

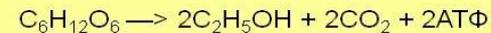
Рассмотрим энергетический обмен на примере расщепления глюкозы (углеводный обмен)

# Этапы энергетического обмена:

1. Подготовительный
2. Бескислородный
3. Кислородное расщепление

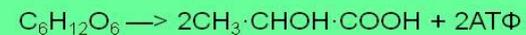
## *Брожение*

### Спиртовое брожение



глюкоза → этиловый спирт + углекислота + энергия

### Молочно – кислое брожение



глюкоза → молочная кислота + энергия



# • 1.Подготовительный этап

**Расщеплении биополимеров до мономеров:** белков — до аминокислот, жиров — до глицерина и жирных кислот, углеводов (крахмал, целлюлоза) — до дисахаров, потом до моносахаров - глюкозы. Распад биополимеров осуществляется или в **желудочно-кишечном тракте (у многоклеточных животных)** или в **лизосомах (пищеварительных вакуолях) у одноклеточных животных.**

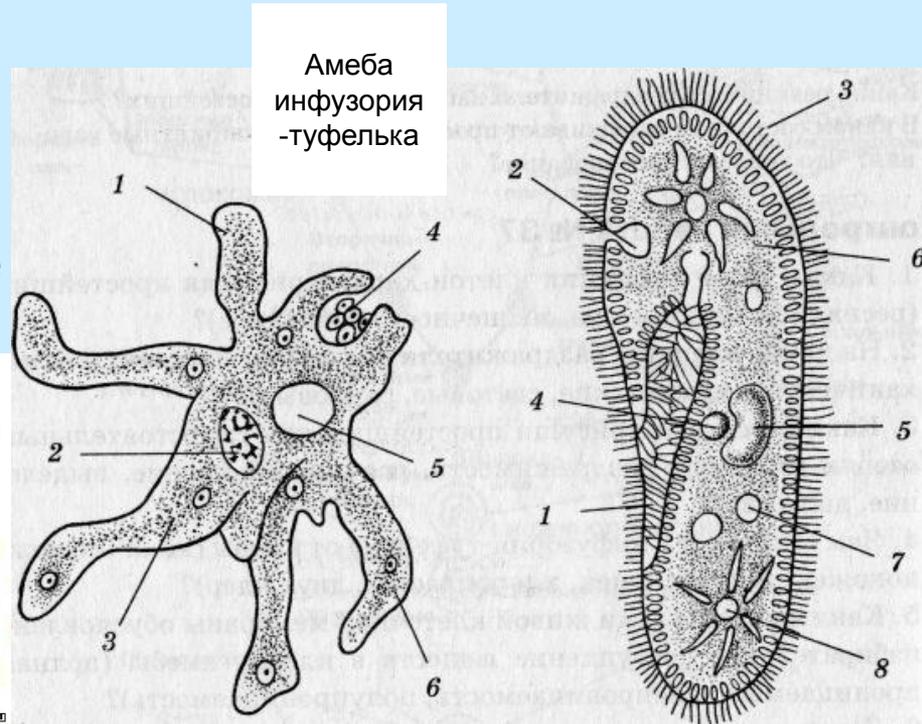
Вся высвобождающаяся при этом энергия рассеивается в виде тепла (АТФ в желудочно-кишечном тракте не образуется). Образовавшиеся молекулы всасываются в кровь (в цитоплазму у простейших) и транспортируются в клетки, где могут быть использованы в качестве «строительного материала» или подвергнуться дальнейшему расщеплению.

Эвглена зеленая



Строение зеленой эвглены.

## Простейшие (животные)

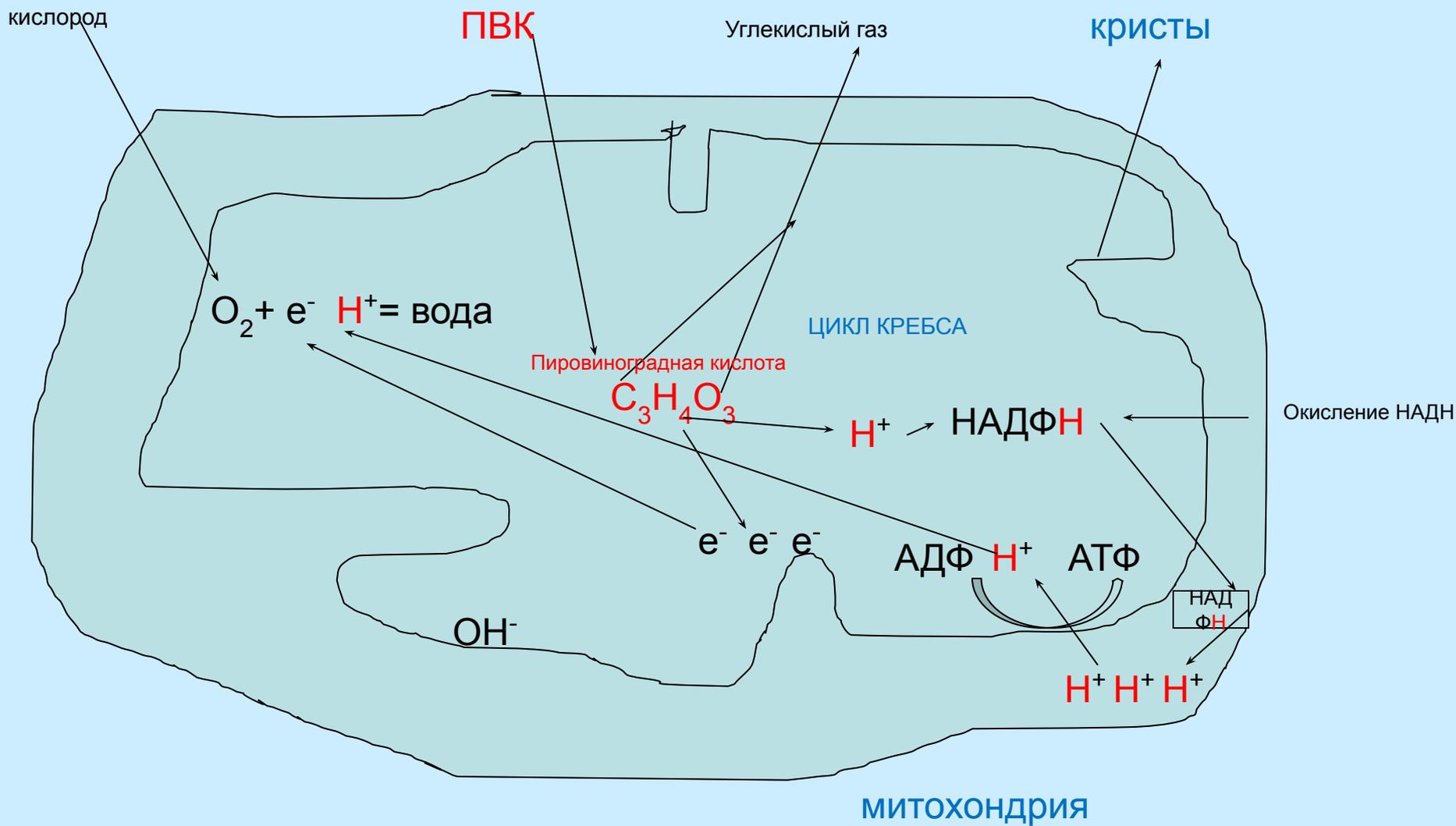


- **2.** Гликолиз (бескислородное расщепление глюкозы - анаэробное).

Идет в цитоплазме клеток всех организмов.



- **3.** Кислородное расщепление. **Аэробное клеточное дыхание.** Идет в митохондриях.



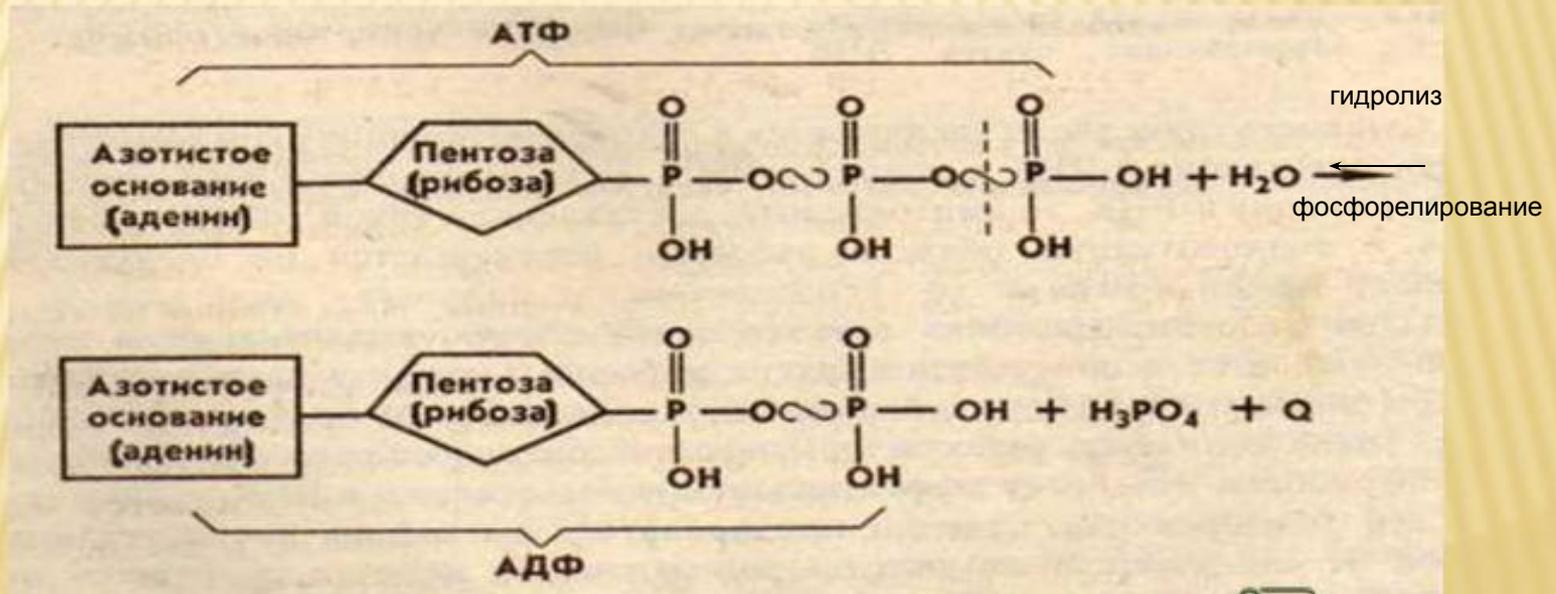
При кислородном расщеплении

1. ПВК в матриксе митохондрий многоступенчато расщепляется с образованием углекислого газа (выделяется) и отщеплением водородов – это цикл Кребса.
2. Водороды отдают электроны и превращаются в протоны  $H^+$ . Протоны и электроны переносят молекулы переносчики НАДФ. Водороды переносятся в межмембранное пространство митохондрий. Электроны скапливаются в матриксе. Образуется разность потенциалов – положительный заряд в межмембранном пространстве и отрицательный заряд в матриксе. Когда потенциал достигнет определенного уровня протоны лавиной проходят через фермент, встроенный в мембрану, обратно в матрикс. На внутренней мембране митохондрий энергия протонов и электронов идет на присоединение фосфорного остатка к АДФ и образуется АТФ (окислительное фосфорелирование). В конечном счете и протоны и электроны движутся к кислороду.
3. Кислород является акцептором (окислитель) электронов и протонов - при их присоединении к кислороду образуется вода.
4. Кислород нам нужен для окисления пировиноградной кислоты – если говорить кратко.

**ИТОГ кислородного расщепления – углекислый газ, вода и 36АТФ**

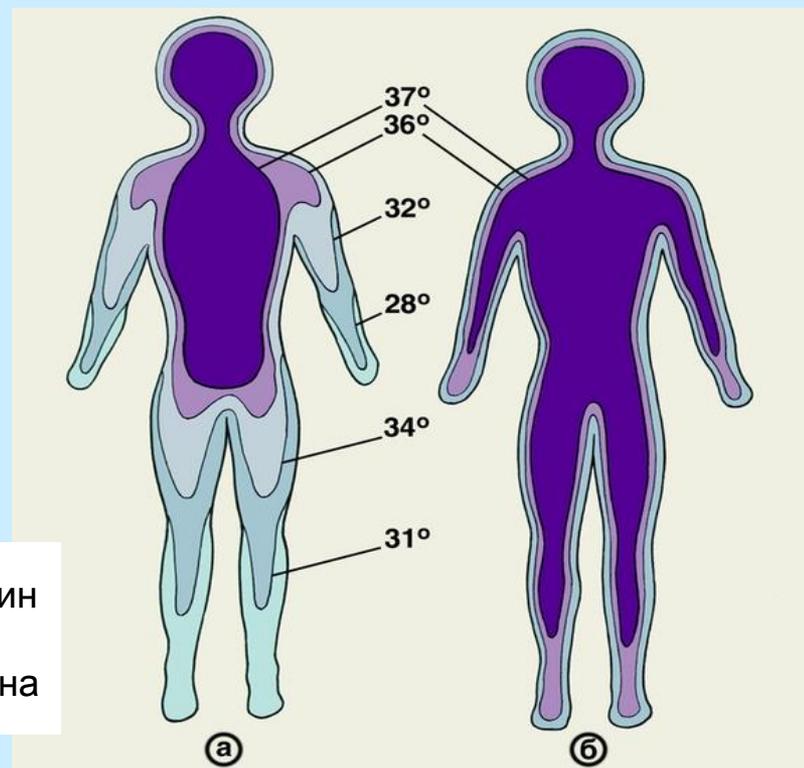
- Окислительное фосфорелирование – это образование АТФ из АДФ (с участие кислорода) на мембране крист митохондрий.
- Итого общее уравнение окисления глюкозы в клетке
  - $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 38 \text{ АДФ} + 38 \text{ НЗРО}_4 \rightarrow 6C O_2 + 44 H_2 O + 38 \text{ АТФ}$
  - **2 АТФ образовалось в гликолизе и еще 36 АТФ в митохондриях (на мезосомах у прокариот) при кислородном окислении в итоге при окислении одной молекулы глюкозы выделяется 38 АТФ**

В ходе энергетического обмена образуются молекулы АТФ, главного макроэнергетического вещества клетки.



Гидролиз АТФ – расщепление и выделение энергии для использования ее в пластическом обмене (синтезе) и на прочие нужды клетки (транспорт веществ в клетке и через мембрану, деление клетки и проч).  
Фосфорелирование - это образование АТФ.

- Окисление органических веществ в клетке (живая система) можно сравнить с горением дров (химические реакции в неживой природе). Но в живых системах окисление идет постепенно (ряд реакций) с участием ферментов, поэтапно с выделением на каждом этапе небольшого количества энергии (часть запасается в АТФ, часть уходит в тепло), а при горении дров реакция мгновенная - с выделением большого количества тепла.



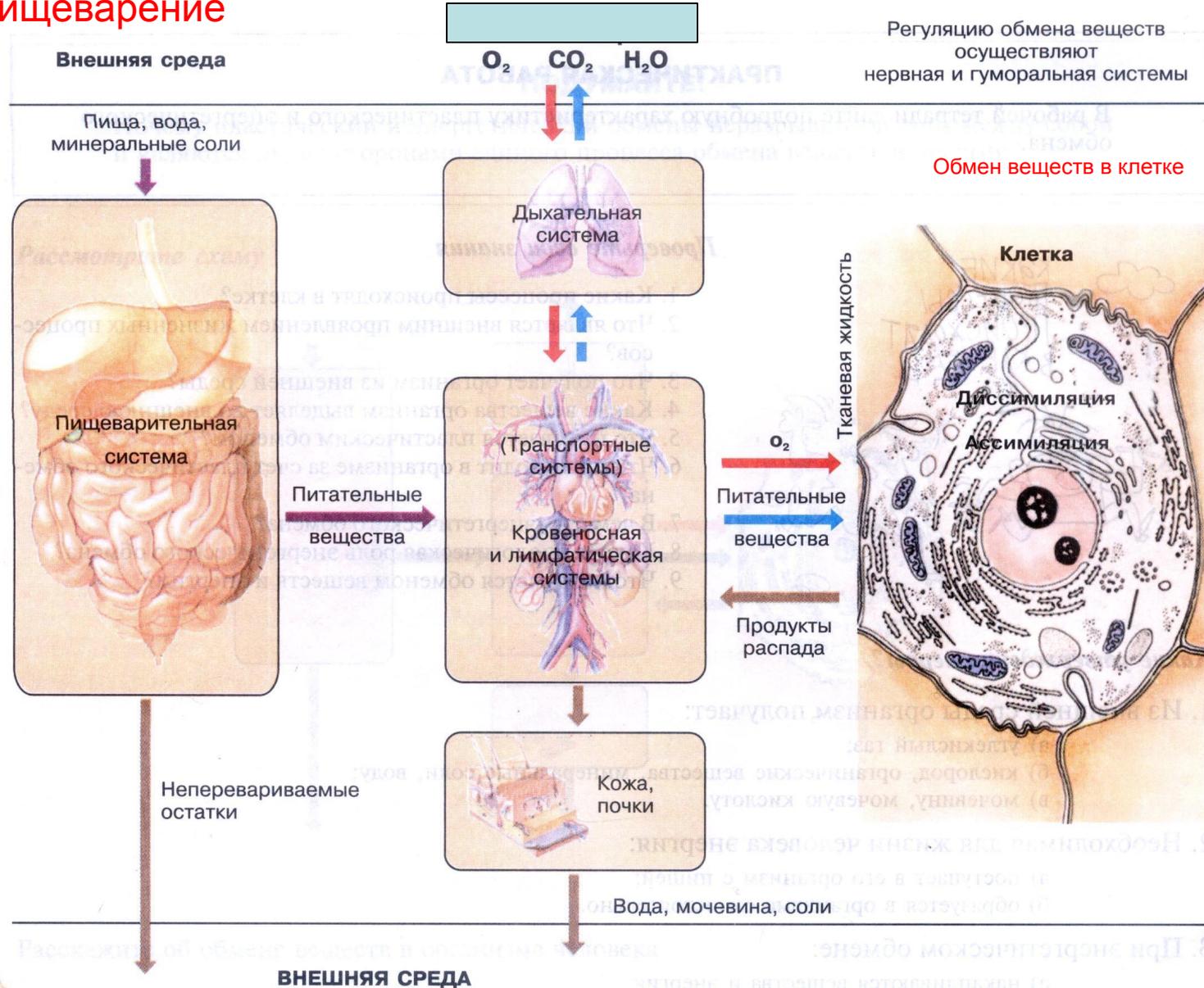
# Этапы энергетического обмена

	Подготовительный этап	Бескислородный этап ГЛИКОЛИЗ	Кислородный этап Клеточное дыхание
Где происходит расщепление?	В органах пищеварения, в клетках под действием ферментов В лизосомах у простейших	Внутри клетки	В митохондриях
Чем активизируется расщепление?	Ферментами пищеварительных соков	Ферментами клеток	Ферментами митохондрий
До каких веществ расщепляются соединения клетки?	Белки – аминокислоты Жиры – глицерин и жирные кислоты Углеводы - глюкоза	Глюкоза ( $C_6H_{12}O_6$ ) 2 молекулы пировиноградной кислоты ( $C_3H_4O_3$ ) + энергия	<input type="text"/> <input type="text"/> до $CO_2$ и $H_2O$
Сколько выделяется энергии?	Мало, рассеивается в виде тепла.	За счет 40% синтезируется АТФ, 60% рассеивается в виде тепла	Более 60% энергии запасается в виде АТФ
Сколько синтезируется энергии в виде АТФ?	<input type="text"/>	2 молекулы АТФ	36 молекул АТФ

Органы, осуществляющие обмен веществ  
на уровне организма

пищеварение

Регуляцию обмена веществ  
осуществляют  
нервная и гуморальная системы



## ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ОБМЕН

38  
АТФЭтапы  
энергетического  
обменаИспользование энергии,  
гидролиз АТФ

- .Общая масса митохондрий по отношению к массе клеток различных органов крысы составляет: в поджелудочной железе – 7,9%, в печени – 18,4%, в сердце – 35,8%. Почему в клетках этих органов различное содержание митохондрий?



- **Объясните, почему не вся энергия, поступившая с пищей, расходуется на рост животного.**



## Вопрос В6

Установите соответствие между характеристикой обмена и его видом.

### ХАРАКТЕРИСТИКА

### ВИД ОБМЕНА

- А) окисление органических веществ
- Б) образование полимеров из мономеров
- В) расщепление АТФ
- Г) запасание энергии в клетке
- Д) репликация ДНК
- Е) окислительное фосфорилирование

- 1) пластический
- 2) энергетический

- Объясните, почему в клетках мышечной ткани нетренированного
  - человека после напряжённой физической работы возникает чувство боли.
- 1) при напряжённой физической работе в клетках мышечной ткани
  - возникает недостаток кислорода;
  - 2) происходит гликолиз, в результате которого накапливается
  - молочная кислота, которая вызывает эти симптомы

- **Какие процессы происходят на этапах энергетического обмена?**

1. На подготовительном биополимеры расщепляются на мономеры;
2. Гликолиз – глюкоза расщепляется до ПВК или при брожении до продуктов неполного окисления (спирт, уксус и прочее) с выделением 2-х АТФ;
3. Кислородное окисление ПВК до углекислого газа и воды в митохондриях с выделением 36 АТФ

- **В1. Определите последовательность превращений куска сырого картофеля в процессе энергетического обмена в организме свиньи:**
- А) образование пирувата (ПВК)
- Б) образование глюкозы
- В) всасывание глюкозы в кровь
- Г) образование воды
- Д) окислительное фосфорилирование
- Е) цикл Кребса и образование  $\text{CO}_2$
  
- бваедг

- С какой целью при выпечке хлеба и хлебобулочных изделий применяют
- дрожжевые грибы? Какой процесс при этом происходит?
- Содержание верного ответа и указания к 1) дрожжи, питаясь сахаром, превращают его в спирт и углекислый газ, этот процесс называют брожением;
- 2) этот процесс используют в хлебопечении, так как выделяемый углекислый газ способствует поднятию теста.

30% А5. Какой способ питания характерен для молочнокислых бактерий?

- 1) Гетеротрофный
- 2) хемотрофный
- 3) автотрофный
- 4) Фототрофный

1 - гликолиз

# ФОТОСИНТЕЗ - ЭТО

Процесс образования органических веществ из неорганических веществ (углекислый газ, вода с растворенными минеральными солями – нитратами, фосфатами, хлоридами и проч.) с использованием энергии Солнца. Идет преобразование энергии света (запасание ее) в энергию химических связей глюкозы.

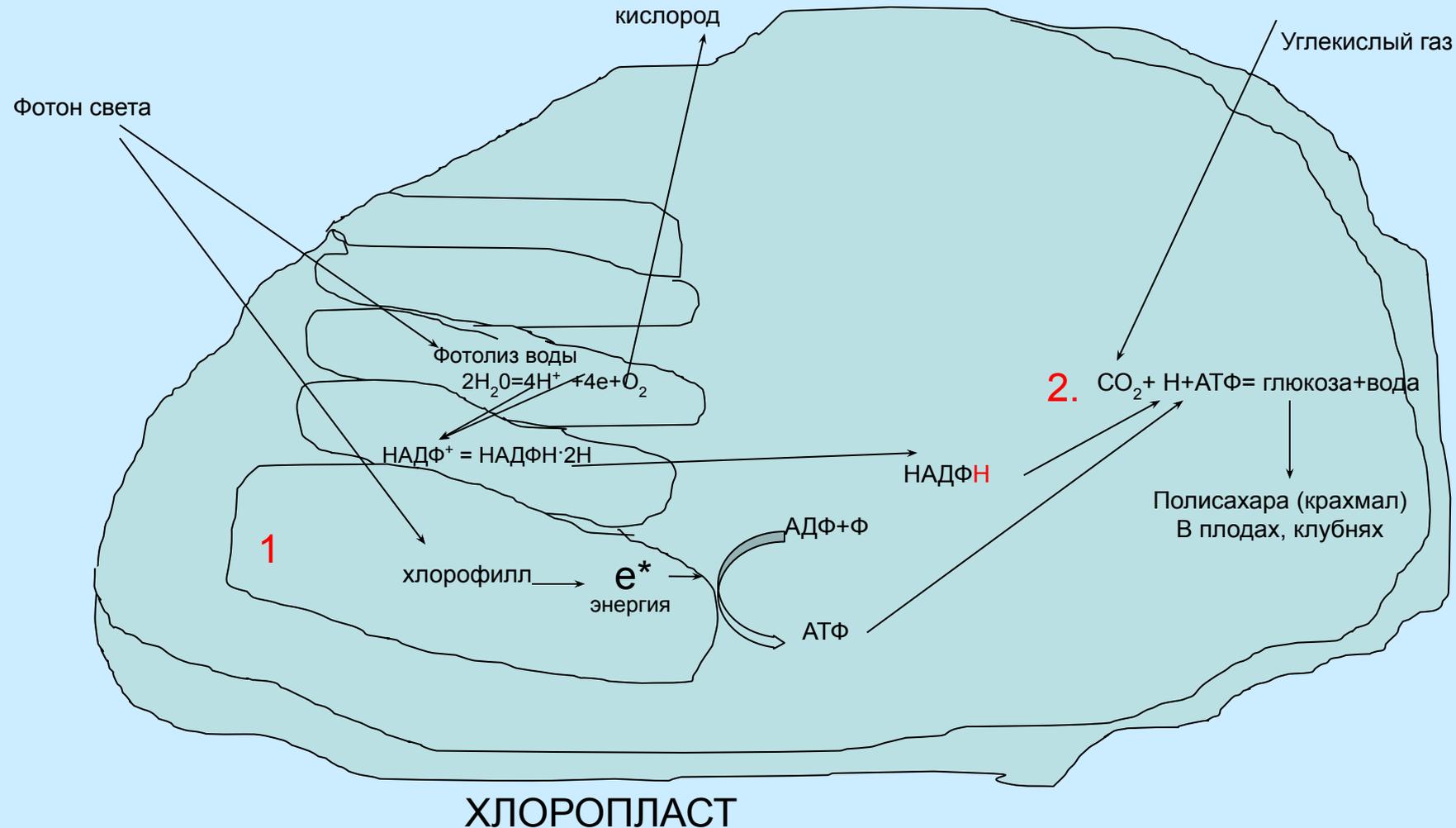


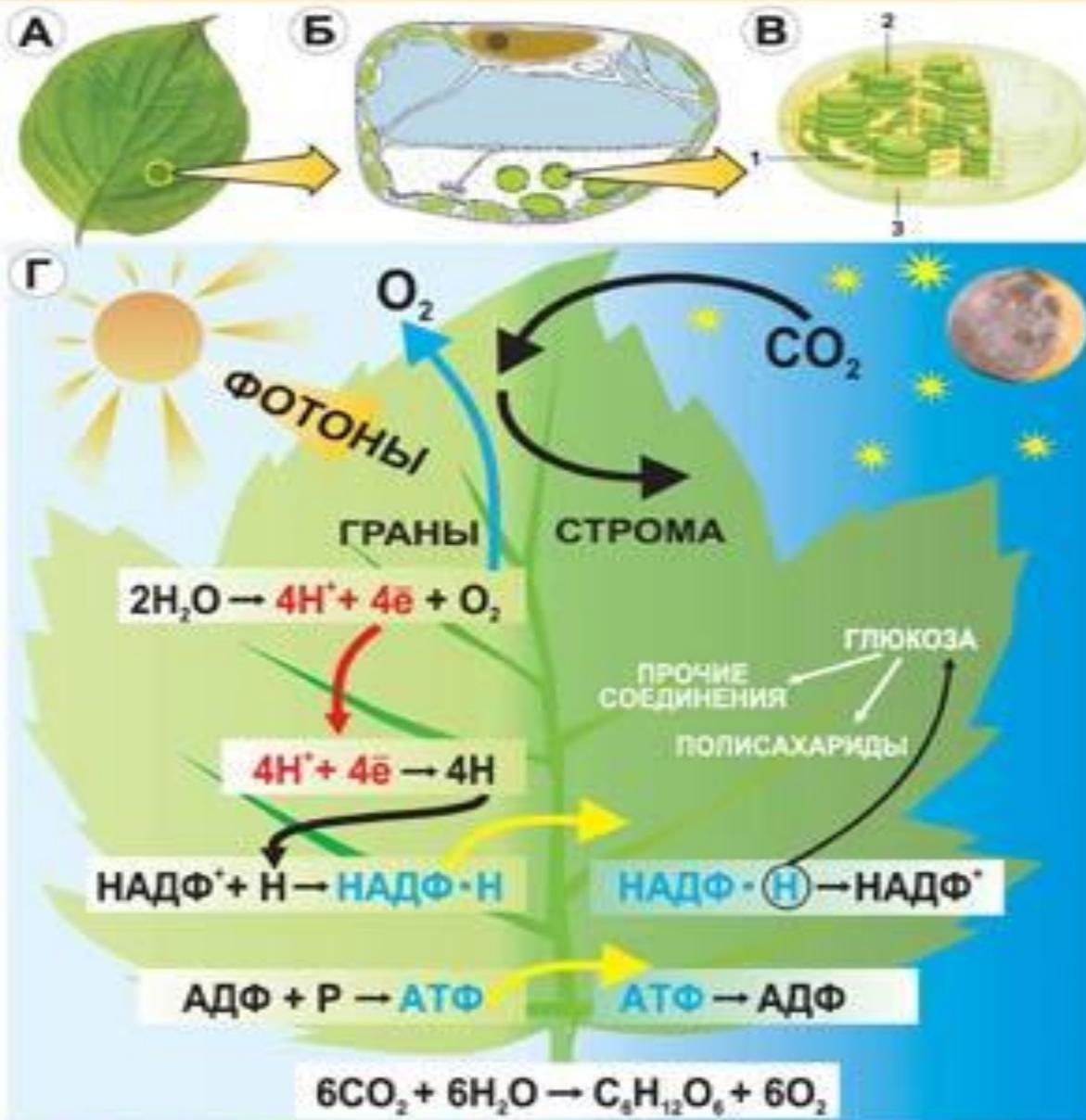
Молекула хлорофилла – основа фотосинтеза. Фотосинтез идет в зеленых частях растений (в хлоропластах), а также в клетках некоторых бактерий (цианобактерий). У бурых и красных морских водорослей кроме хлорофилла имеются и другие пигменты, собирающие фотоны света на глубине водоемов и передающие их на хлорофилл.

Для повышения интенсивности фотосинтеза нужны: оптимальная температура, свет, повышенное содержание углекислого газа (в воздухе его мало – 0,03% – именно углекислый газ ограничивает эффективность фотосинтеза - выход органического вещества), наличие воды с минеральными солями (удобрения).

- Стадии фотосинтеза
- или фазы фотосинтеза

- Световая фаза** (только на свету) идет в тилакоидах гран. Результат: а) **АТФ** на мембране тилакоидов. Выбитый квантом света из хлорофилла возбужденный электрон богатый энергией отдает ее на присоединение фосфорного остатка к АДФ на мембране тилакоида б) **Водороды**. Фотон света расщепляет молекулу воды (фотолиз) на протоны, кислород и электроны. Протоны захваченные молекулами переносчиками - НАДФ<sup>+</sup> (восстановление НАДФ<sup>+</sup> до НАДФН·2Н) уходят в строму в) **кислород** – результат фотолиза воды (распада).
- Темновая фаза** (идет и на свету и в темноте) в строме хлоропласта. Идет восстановление CO<sub>2</sub> до глюкозы. Из углекислого газа, водородов (с затратой энергии АТФ из световой фазы) образуется **глюкоза**.





Преобразование энергии при фотосинтезе:

Энергия света →  
 энергия возбужденного  
 электрона хлорофилла  
 → энергия в АТФ и  
 НАДФН →  
 энергия химических  
 связей в глюкозе

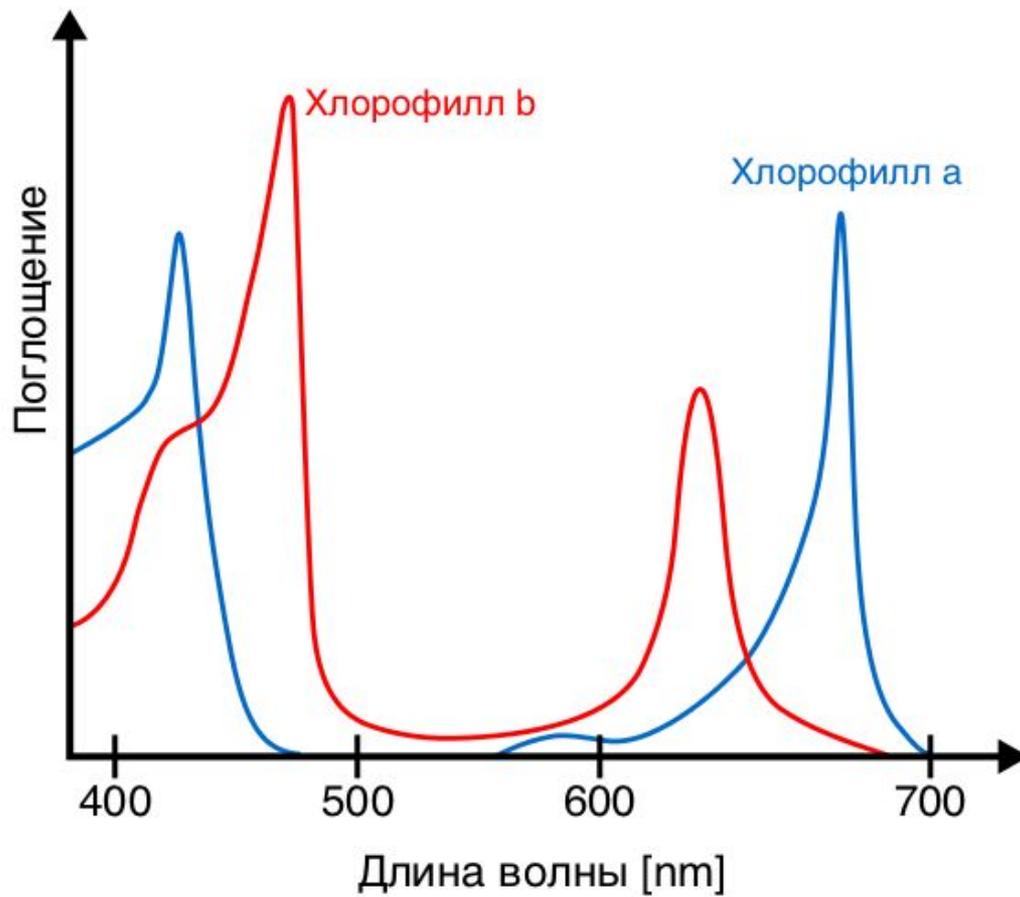


Глюкоза (сахар) в растениях превращается в другие органические вещества

**ФОТОСИНТЕЗ** – пластический обмен веществ (растения создают органическое вещество для своего питания)

Воздушное питание растений -  
поглощение углекислого газа

Минеральное питание растений-  
поглощение растворенных в воде солей.

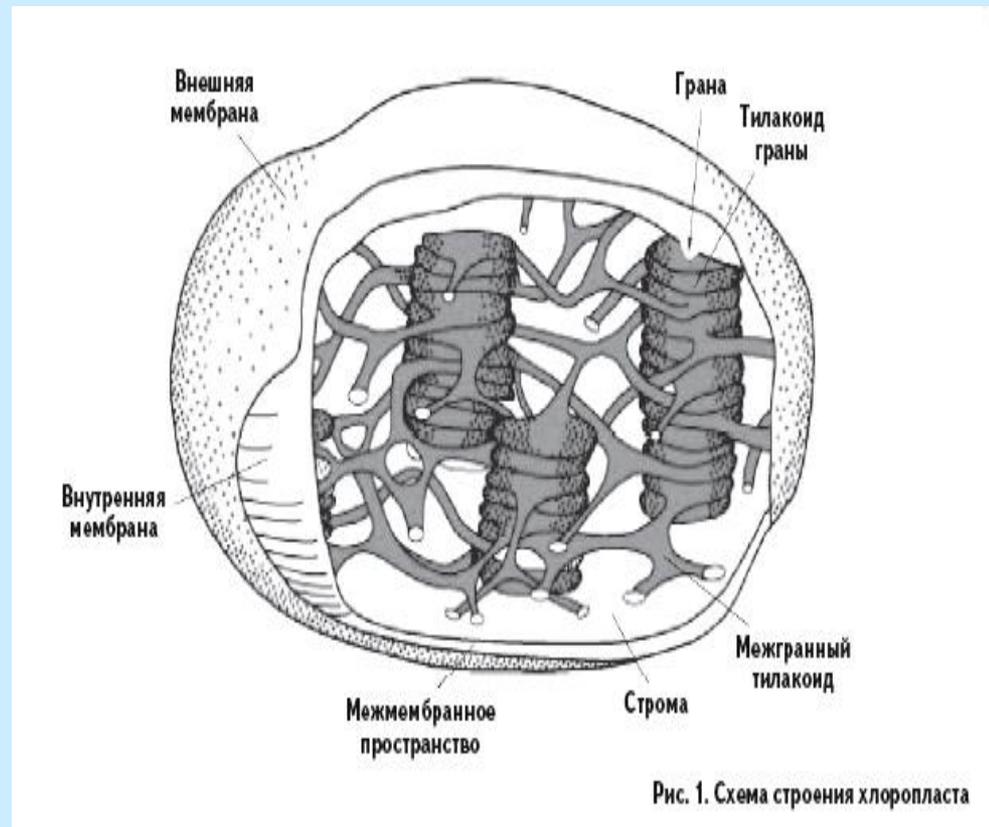


Фотосинтез наиболее интенсивно идет при длине волны света в синей и красной частях видимого спектра.

- **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.

# 40% Какая структура хлоропласта содержит ферменты, участвующие в световой фазе фотосинтеза?

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



ПРОЦЕСС  
ПРОТЕКАНИЯ

МЕСТО

В ХЛОРОПЛАСТЕ

1. *тилакоид*

2.

*stroma*

- 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

- Атомарный водород в процессе фотосинтеза освобождается за счет расщепления молекул
  - 1) воды
  - 2) глюкозы
  - 3) жиров
  - 4) белков
  - 1

- В процессе фотосинтеза растения
- 1) обеспечивают себя органическими веществами
- 2) окисляют сложные органические вещества до простых
- 3) поглощают кислород и выделяют углекислый газ
- 4) расходуют энергию органических веществ

- 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+
- и образование НАДФ•2H;
- 3) в темновой фазе водород из НАДФ•2H используется в реакции
- восстановления промежуточных соединений, из которых
- синтезируется глюкоза.

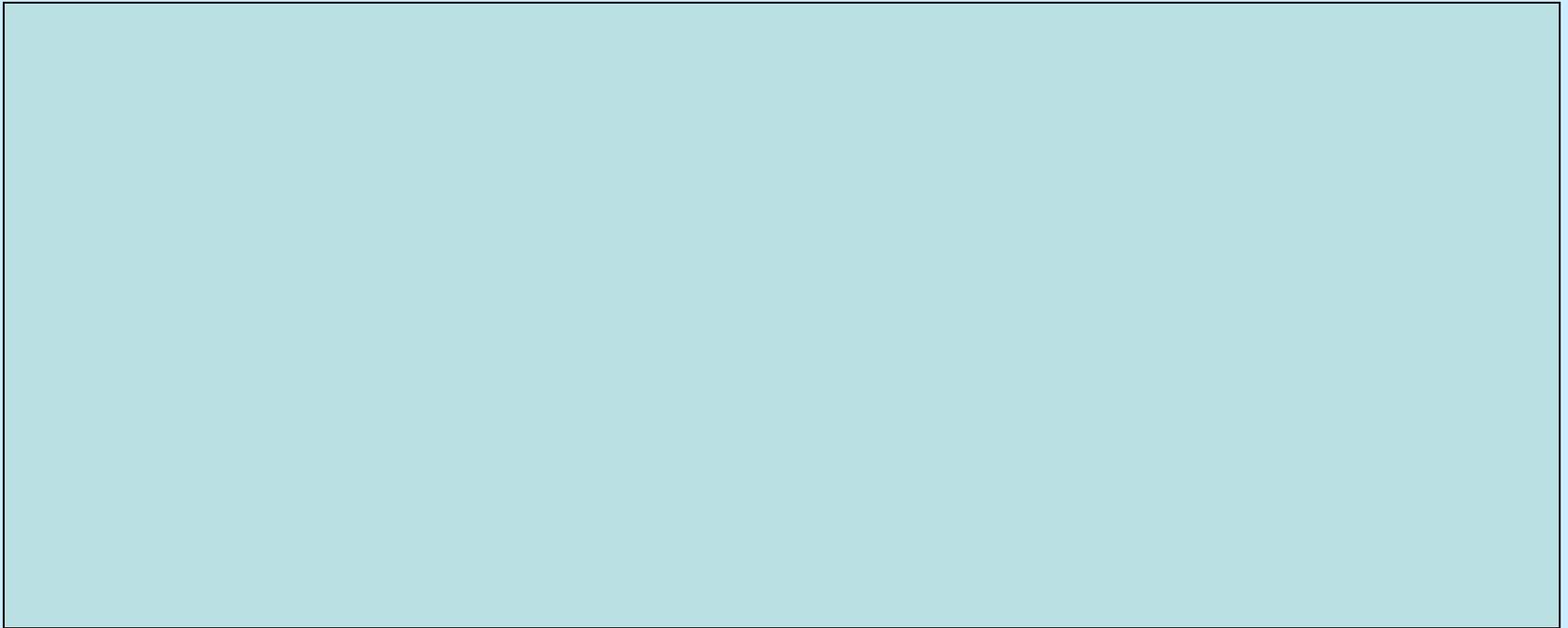
- Растения в отличие от животных в процессе питания не используют
  - 1) энергию солнечного света
  - 2) готовые органические вещества
  - 3) углекислый газ и воду
  - 4) минеральные соли
- 2
-

- 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.



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



- 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 использованием энергии молекул АТФ.

- К автотрофам относятся
- 1) растения-паразиты
- 2) плесневые грибы
- 3) кровососущие насекомые
- 4) бурые водоросли
- 4

- С1. 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.

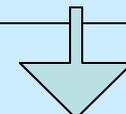
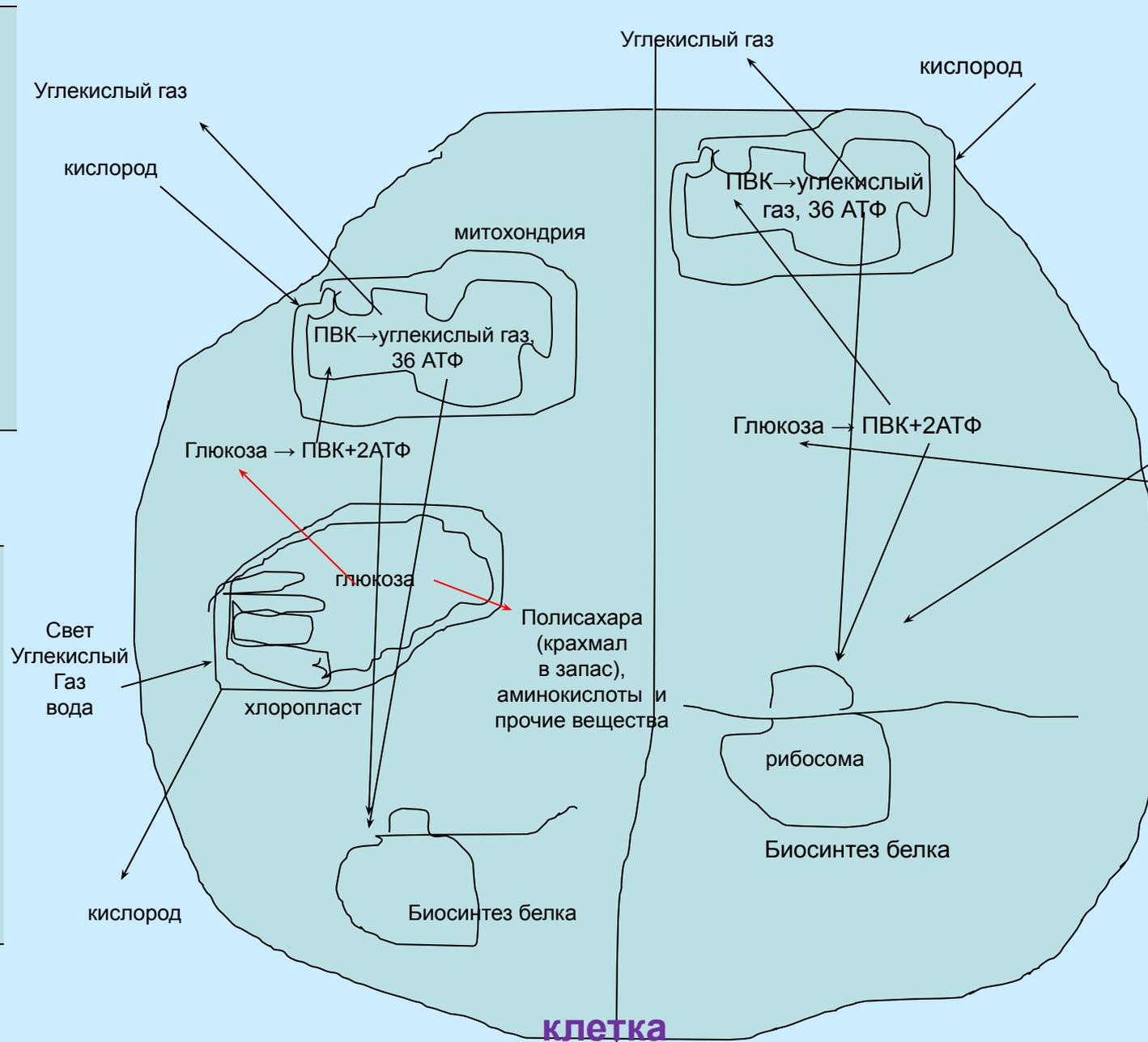
# растения

# 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



**Сравнение метаболизма растений и животных**

- **Сравнение метаболизма растений и животных**

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

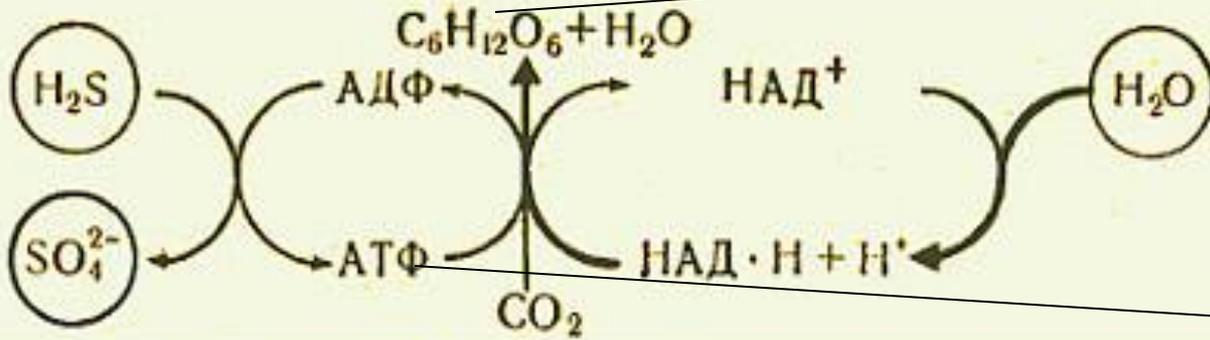
**Отличие: в способах получения органического вещества для энергетического обмена (питания). У растений через фотосинтез, у животных через использование готового органического вещества**

# ХЕМОСИНТЕЗ (автотрофное питание)

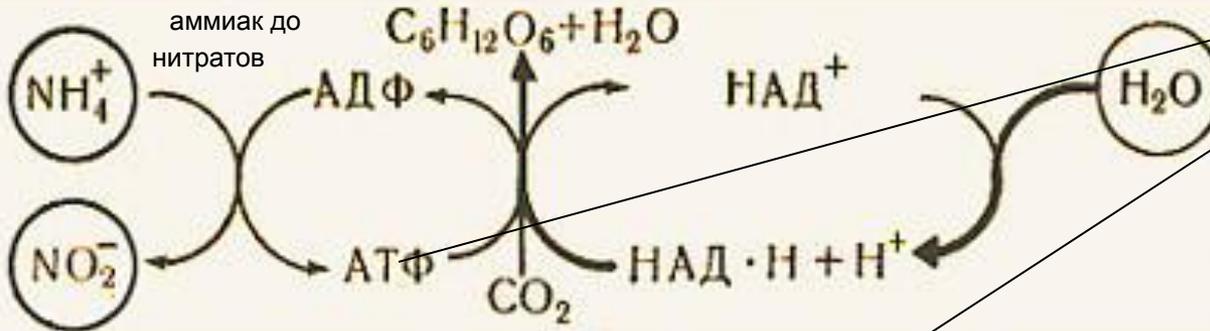
- Процесс образования органического вещества (глюкозы) из неорганического с использованием энергии, выделяющейся при окисления (бактерии это делают своими ферментами) неорганических веществ (запасается в АТФ), например, соединений серы, закисного железа, аммиака, водорода и проч. Аммиак образуется при 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).



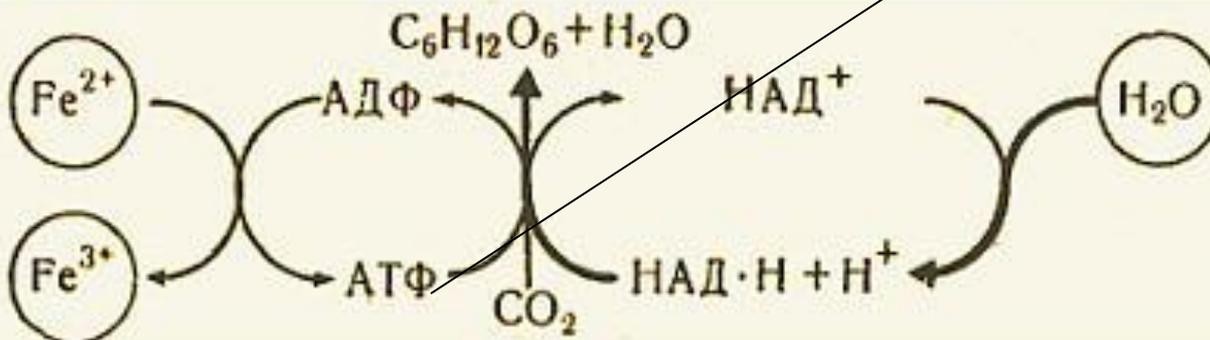
О  
К



И  
С  
Л



Е  
Н  
И



е

Реакции и продукты реакций хемосинтезирующих бактерий

глюкоза

При окислении неорганических веществ образуется энергия, которая запасается в связях АТФ, а затем используется для синтеза глюкозы (как в фотосинтезе)

- 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.

- СЗ 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.

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

- ГРУППА ОРГАНИЗМОВ

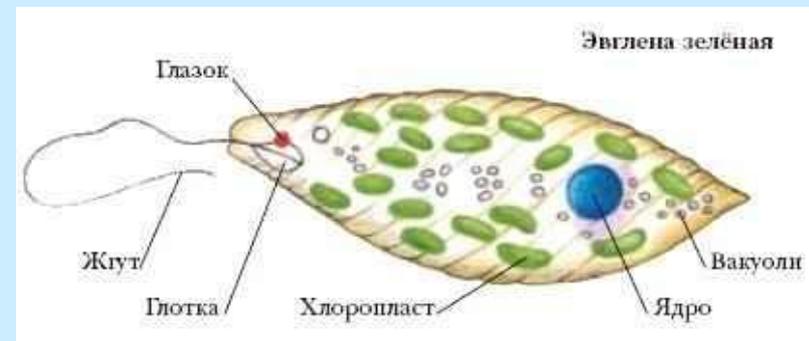
- А) папоротникообразные
- Б) железобактерии
- В) бурые водоросли
- Г) цианобактерии
- Д) зеленые водоросли
- Е) нитрифицирующие бактерии

- ПРОЦЕСС

- 1) фотосинтез
- 2) хемосинтез

- 1 авгд

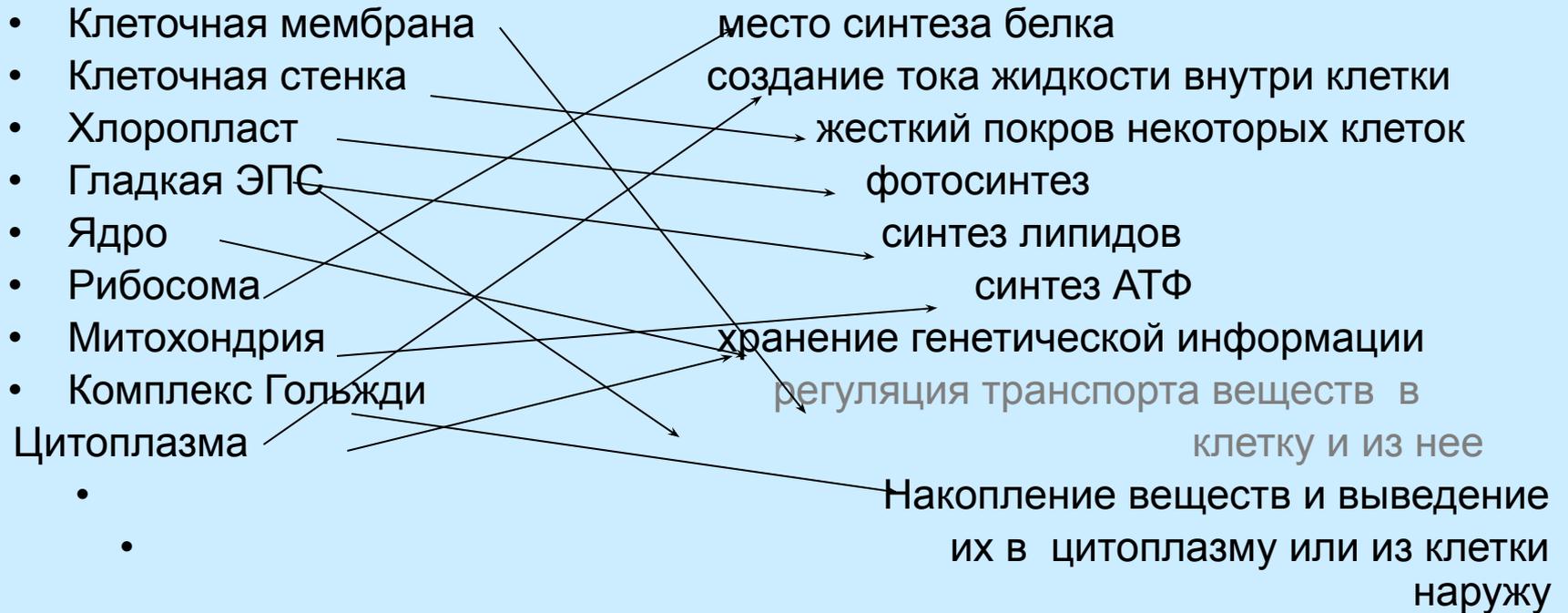
- В клетках организмов всех царств живой природы происходит
- 1) фотосинтез
- 2) хемосинтез
- 3) образование кислорода
- 4) биосинтез белка
- 4



- Почему зелёную эвглену одни учёные относят к растениям, а другие — к животным? Укажите не менее трёх причин.

A large, empty rectangular box with a black border, intended for the student to write their answer to the question.

# КЛЕТКА



# КЛЕТКА

- Клеточная мембрана
- Клеточная стенка
- Хлоропласт
- Гладкая ЭПС
- Ядро
- Рибосома
- Митохондрия
- Комплекс Гольджи

## Цитоплазма

- 
- 

место синтеза белка  
создание тока жидкости внутри клетки  
жесткий покров некоторых клеток  
фотосинтез  
синтез липидов  
синтез АТФ  
хранение генетической информации  
регуляция транспорта веществ в  
клетку и из нее  
Накопление веществ и выведение  
их в цитоплазму или из клетки  
наружу

- **2.** Гликолиз (бескислородное расщепление глюкозы - анаэробное).

Идет в цитоплазме клеток всех организмов.



В мышцах  
при напряженной работе и нехватке кислорода  
Вызывает боль

Уксус ~~спирт~~

2пировин. к-ты  
у аэробов

нет  
кисло  
рода  
—  
брож  
ение

Брожение у бактерий, грибов заканчивается образованием спирта, уксуса, ацетона и прочими продуктами неполного окисления глюкозы..