

Обмен веществ и энергии

Обмен веществ —

совокупность химических реакций, протекающих в организме, обеспечивающих его жизнедеятельность, рост, размножение и контакт с окружающей средой

Обмен веществ (метаболизм)

Пластический обмен

(анаболизм,
ассимиляция) -

Совокупность
реакций

биосинтеза;

При участии
ферментов

с поглощением
энергии

Энергетический обмен

(катаболизм;
диссимиляция) -

Совокупность
реакций распада и

окисления

веществ;

при участии

ферментов

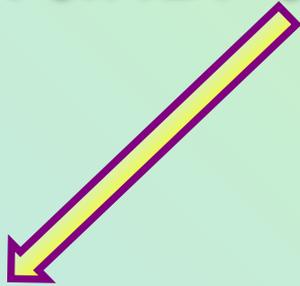
с выделением
энергии

Ассимиляция ↔ Диссимиляция



Энергетический обмен

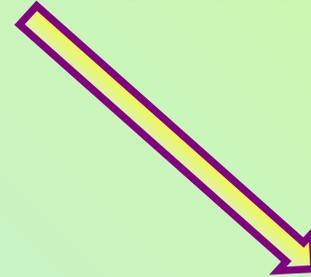
Этапы энергетического обмена



подготовительный



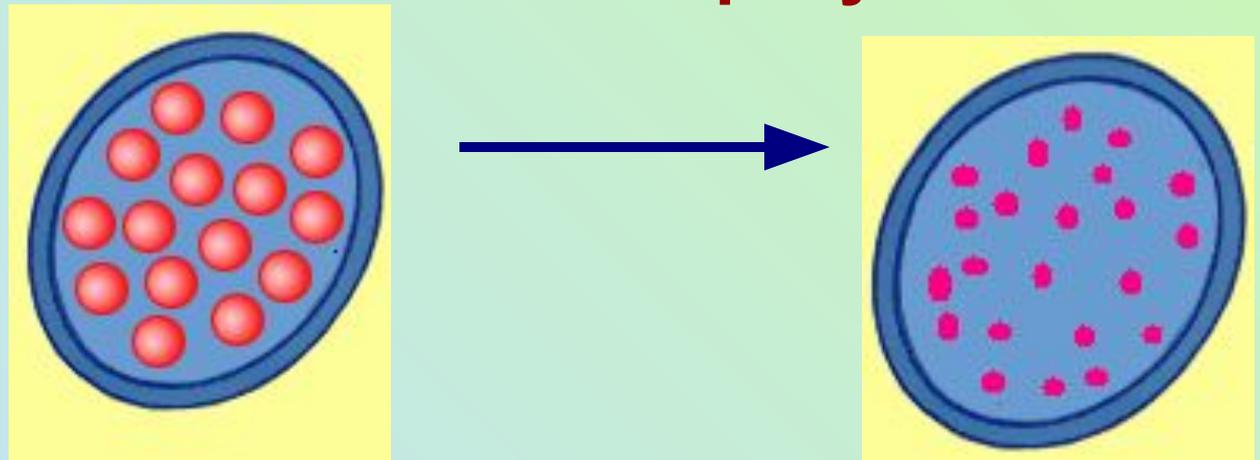
бескислородное расщепление (анаэробный гликолиз)



клеточное дыхание (аэробный гликолиз)

1 этап. Подготовительный

Протекает в лизосомах или в пищеварительном тракте. Крупные молекулы расщепляются до мелких (гидролитическое расщепление полимеров до мономеров).
Вся Q в форме тепла. **АТФ не образуется.**



Белки $\xrightarrow{\text{пепсин (в желудке)}}$ **Аминокислоты**
 $\xrightarrow{\text{трипсин (в 12-перстной кишке)}}$

Жиры $\xrightarrow{\text{липаза (в 12-перстной кишке)}}$ **Глицерин и карбоновые кислоты**

Углеводы $\xrightarrow{\text{птиалин, амилаза (в ротовой полости)}}$ **Глюкоза**
 $\xrightarrow{\text{амилаза (в 12-перстной кишке)}}$

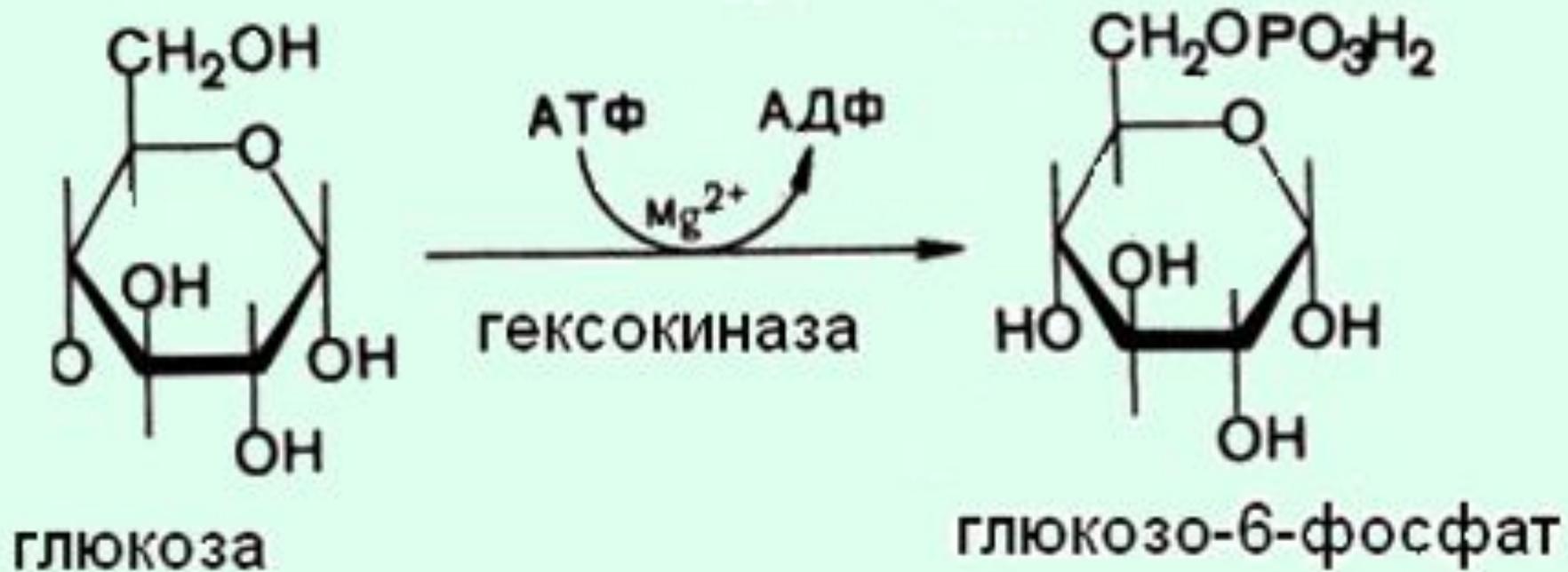
II этап. Бескислородное расщепление

ГЛИКОЛИЗ

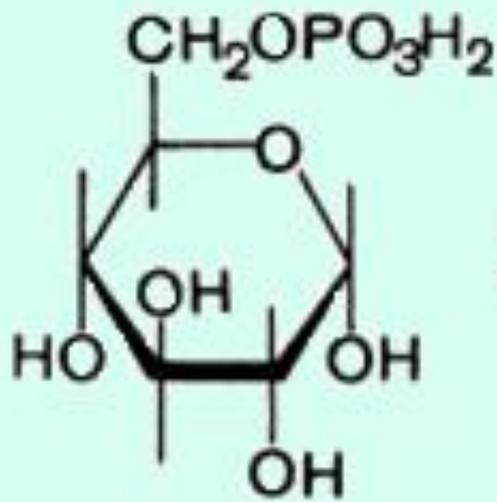
- бескислородное расщепление
глюкозы

Протекает в **цитоплазме**, $C_6H_{12}O_6$ с помощью 10 ферментативных реакций превращается в 2 молекулы ПВК – пировиноградной кислоты

I ступень



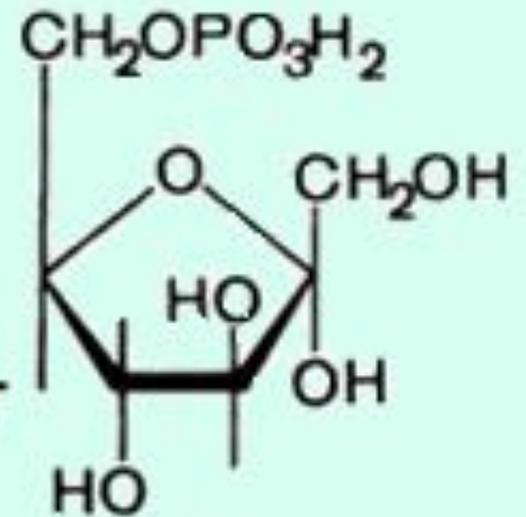
II ступень



глюкозо-6-фосфат

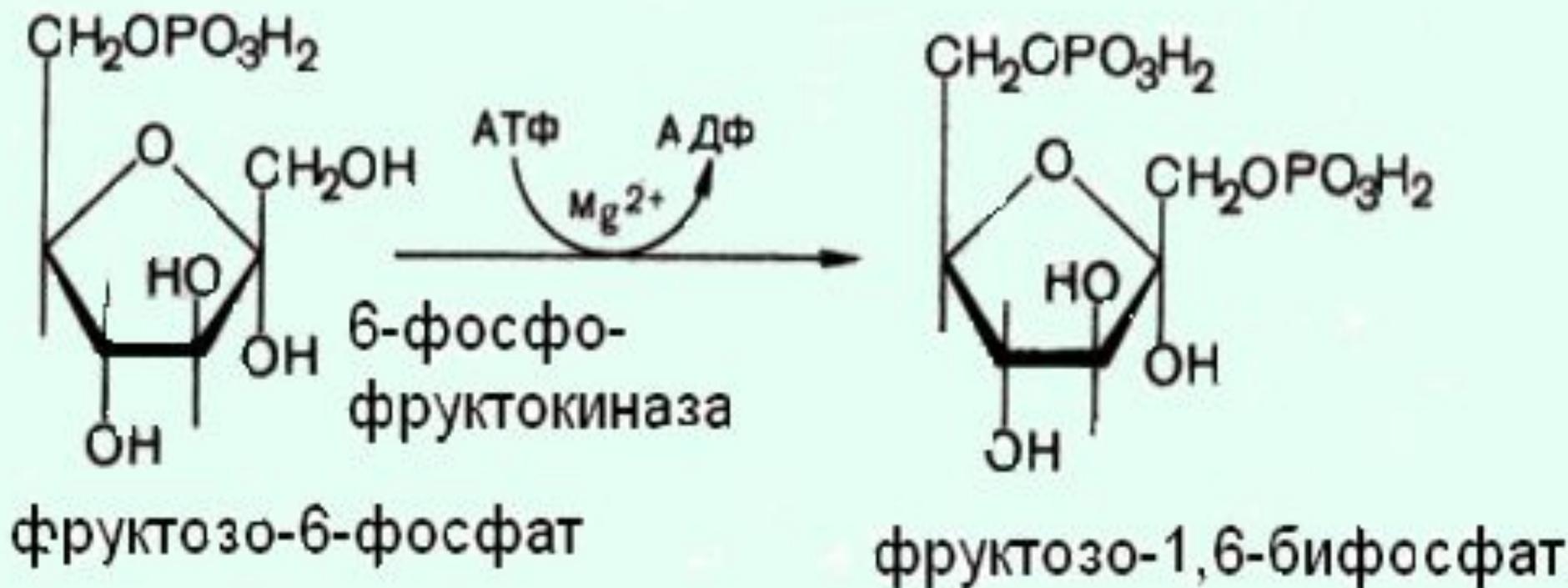


глюкозо-6-фосфат
изомераза

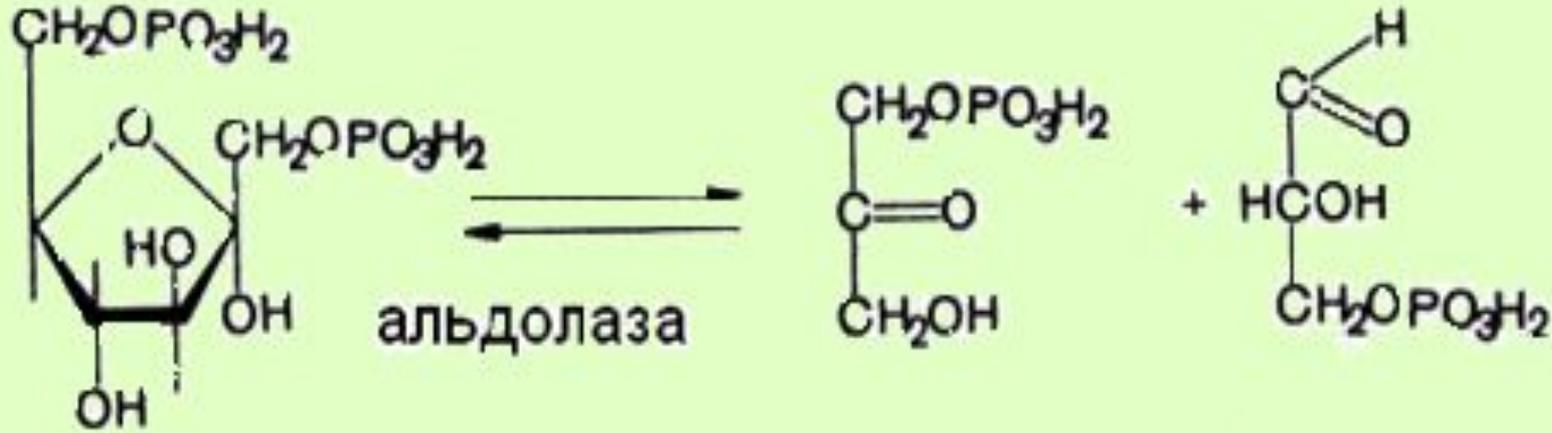


фруктозо-6-фосфат

III ступень



IV ступень



фруктозо-1,6-бифосфат

диоксиацетон-фосфат

глицеральдегид-3-фосфат

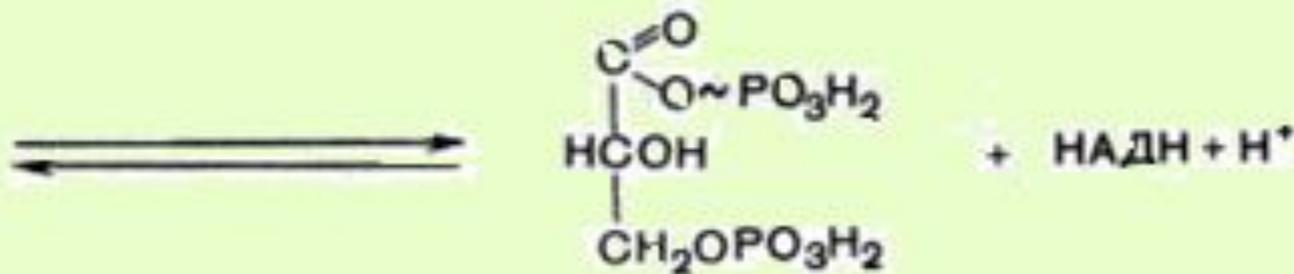
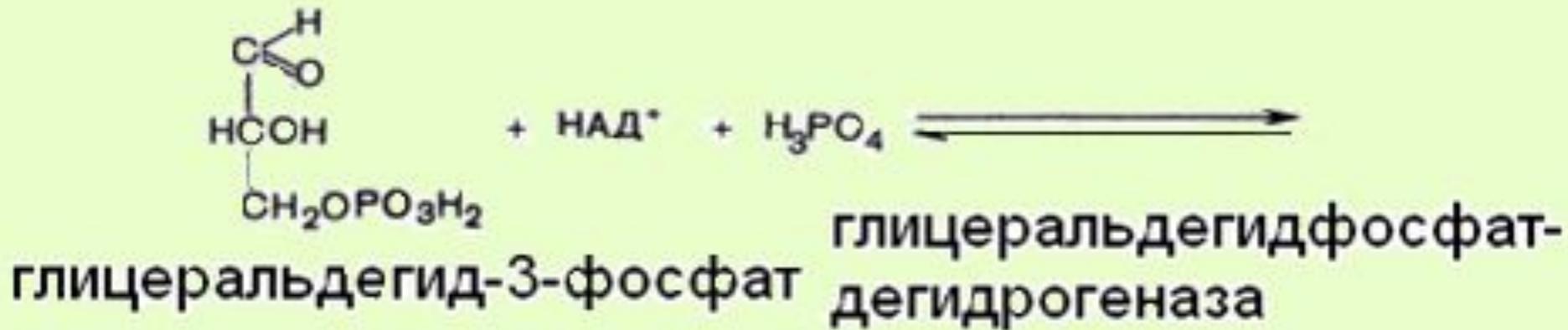
V ступень



диоксиацетонфосфат

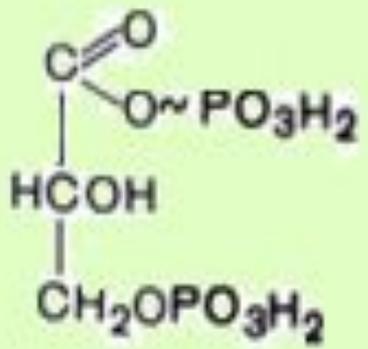
глицеральдегид-3-фосфат

VI ступень



1,3-дифосфоглицерат

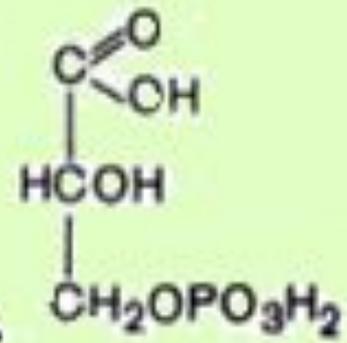
VII ступень



1,3-ди-
фосфо-
глицерат

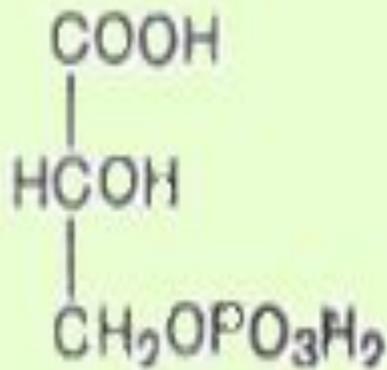


фосфоглицерат-
киназа

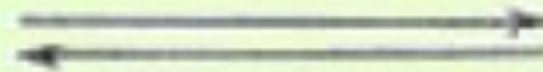


3-фосфоглицерат

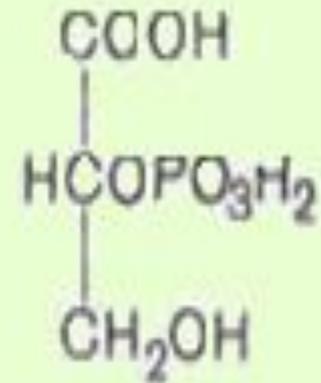
VIII ступень



3-фосфоглицерат

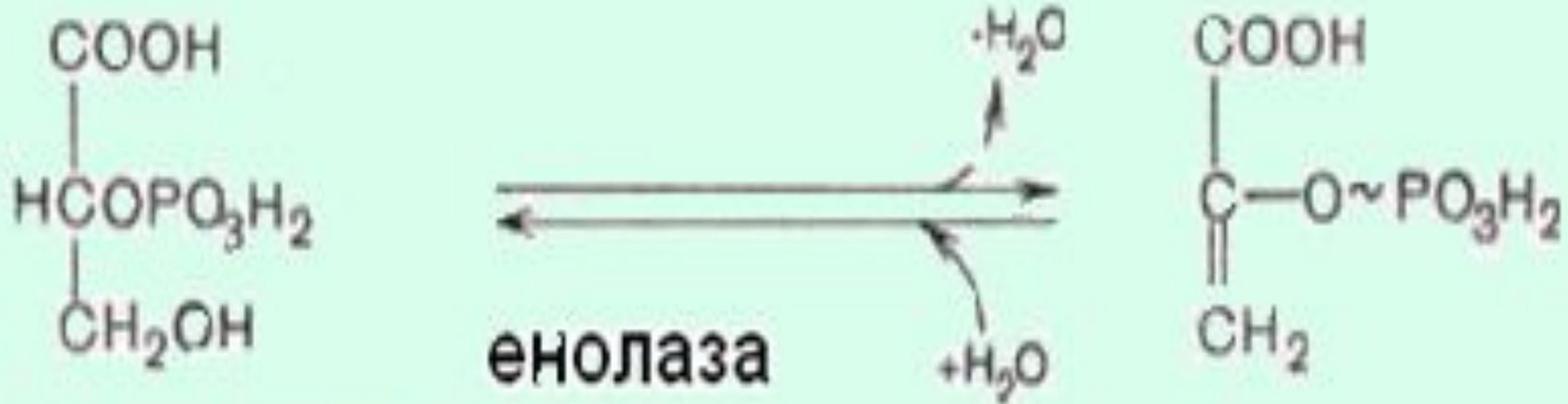


фосфоглицеро-
мутаза



2-фосфоглицерат

IX ступень



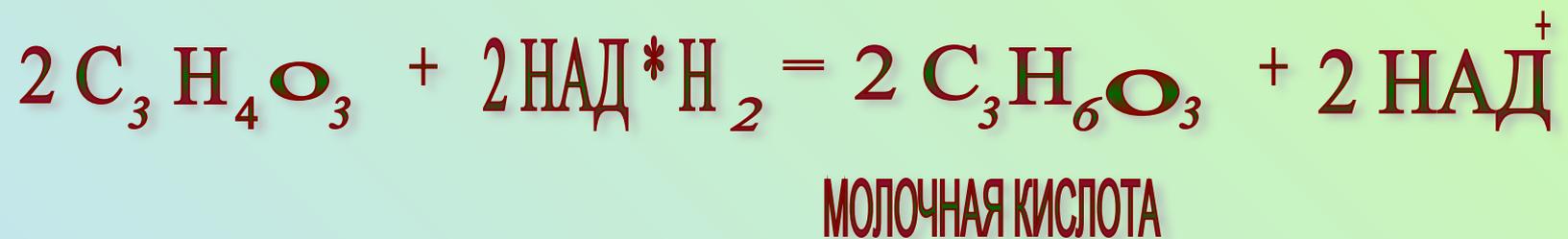
2-фосфоглицерат

фосфоенолпируват

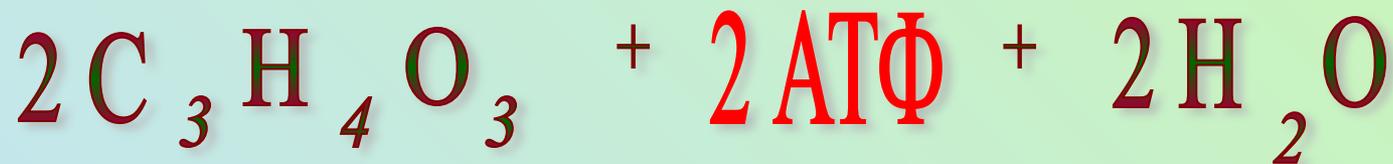
X ступень



У животных, некоторых бактерий –
молочнокислое брожение:



ОБЩЕЕ УРАВНЕНИЕ ГЛИКОЛИЗА



Иногда в учебниках и тестах пишут вместо пировиноградной молочную кислоту (C3H6O3). Это допустимо, но не корректно.

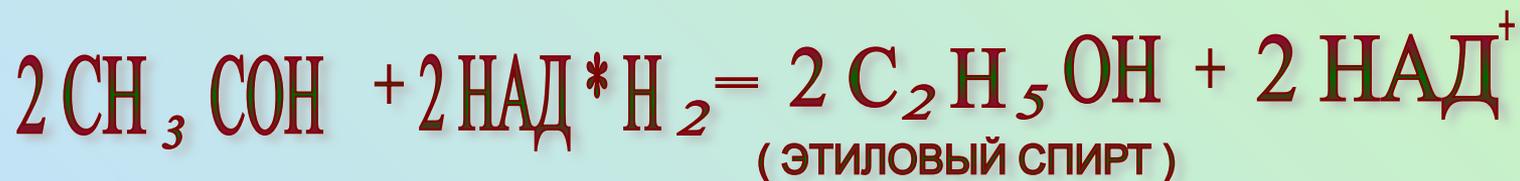
- Всего в ходе гликолиза выделяется 200 кДж энергии. Из них 120 кДж – в виде тепла, 80 кДж запасается в **2-х молекулах АТФ**

Пируват (пировиноградная кислота)



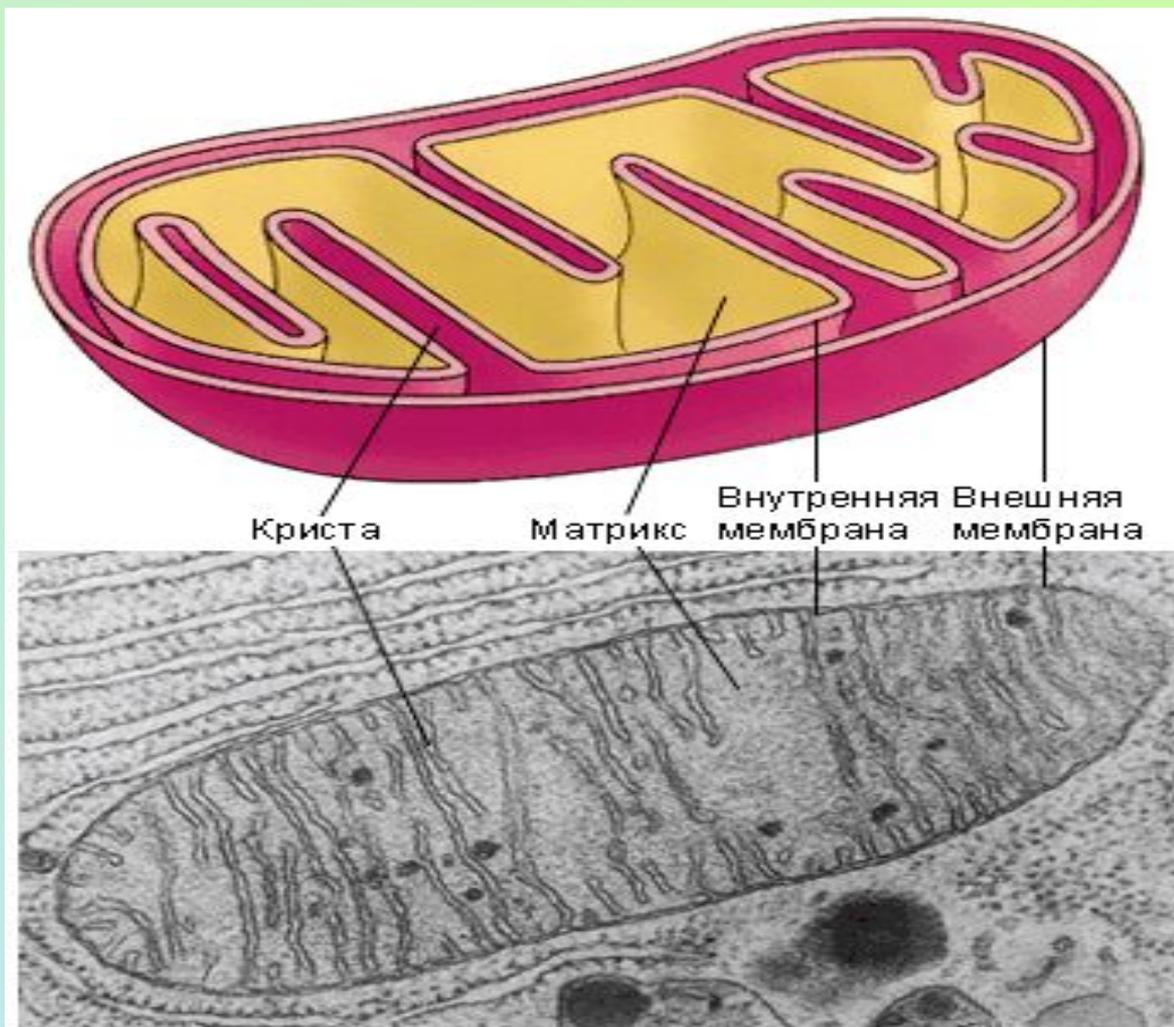
При недостатке или отсутствии O_2 - **анаэробное дыхание:**

У дрожжей и растений - **спиртовое брожение:**



III этап. Клеточное дыхание

Протекает на
кристах
МИТОХОНДРИЙ



УСЛОВИЯ

- Участие ферментов
- Участие молекул-переносчиков
- Наличие кислорода
- Целостность митохондриальных мембран



ЩУК 4С

Яблочная
кислота 4С

2H

2H

Лимонная
кислота 6С

CO_2

Фумаровая
кислота 4С

2H

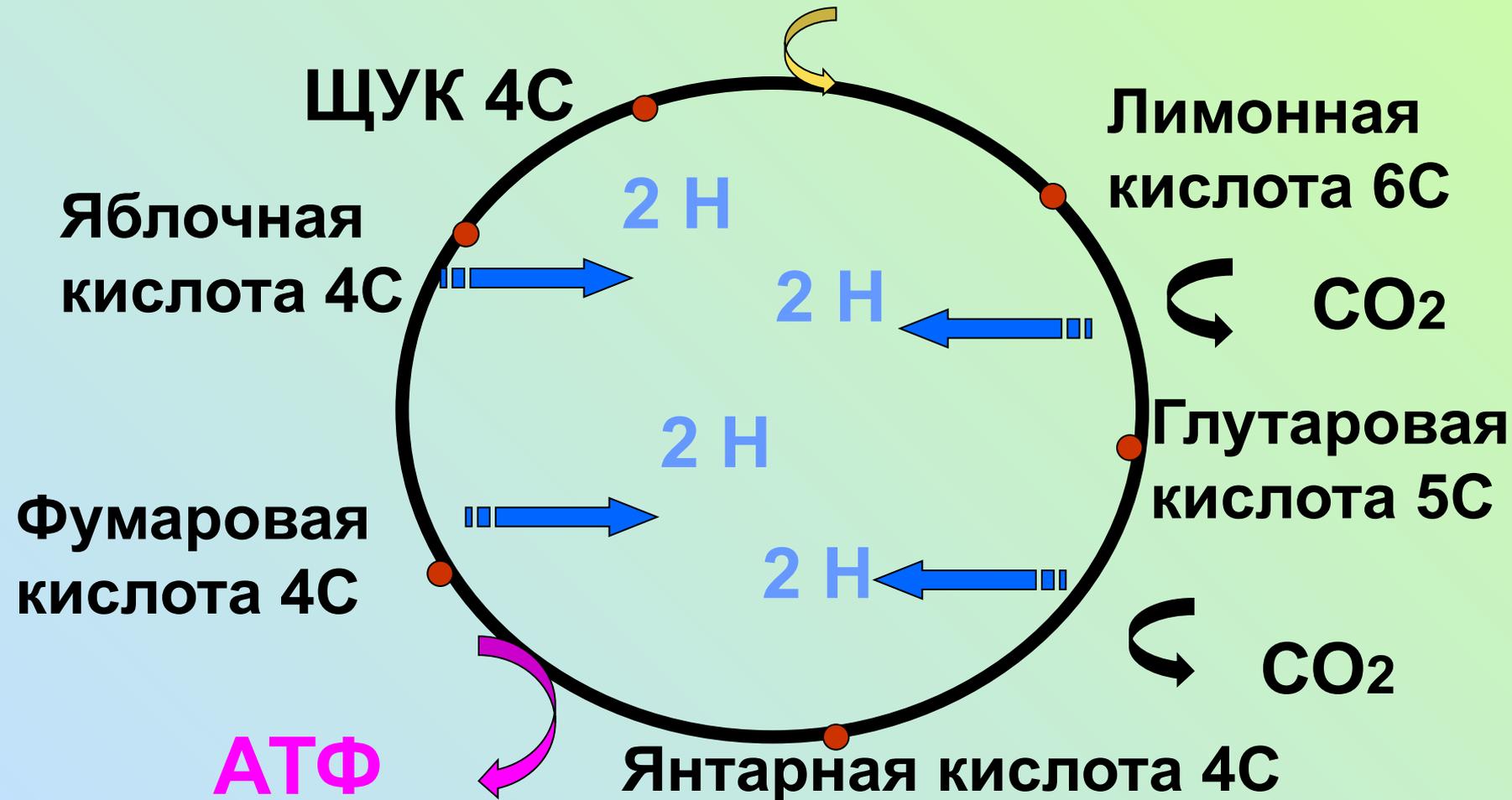
2H

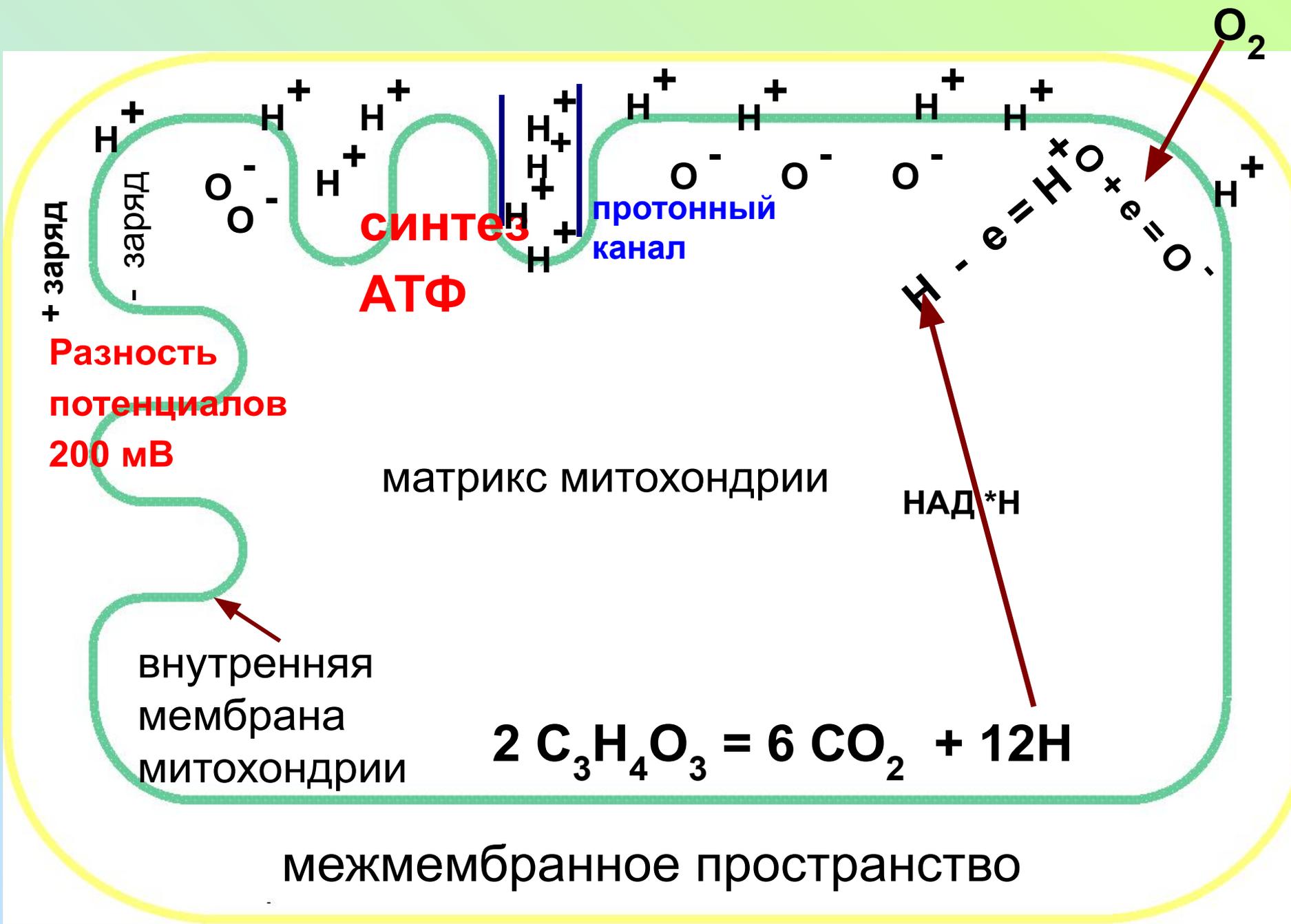
Глутаровая
кислота 5С

CO_2

АТФ

Янтарная кислота 4С



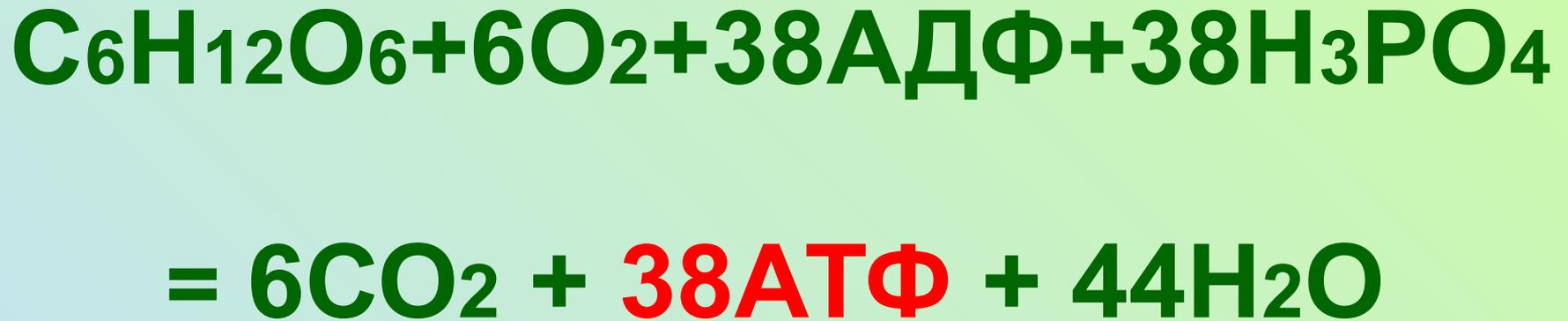


1. ПВК поступает в матрикс митохондрии
2. В ходе гидролиза распадается до ацетил-КоА (в цикл трикарбоновых кислот) , CO_2 и 12 свободных атомов H
3. Они подхватываются переносчиком НАД и переносятся через внутреннюю мембрану митохондрии в межмембранное пространство (в электронно-транспортную цепь).
4. При этом атомы H теряют e (H^+)
5. Наружная мембрана митохондрии не пропускает H^+ и они накапливаются в межмембранном пространстве

6. В митохондрию поступает O_2 , присоединяет е, потерянный Н и приобретает отрицательный заряд
7. В результате с одной стороны мембраны накапливается положительный заряд, с другой отрицательный, возникает разность потенциалов
8. Когда разность потенциалов достигает 200 мВ, в межмембранном пространстве открывается протонный канал и H^+ устремляются по нему обратно через внутреннюю мембрану митохондрии
9. При этом выделяются большие количества энергии, которая при участии фермента АТФ-синтетаза запасается в молекулах АТФ (реакции окислительного фосфорилирования).

- При полном окислении одной молекулы глюкозы образуется **38 молекул АТФ**
- Митохондрии перекачивают около **500 г протонов H** в день
- АТФ-синтетаза производит около **40 кг АТФ**

Суммарное уравнение



Задача 1

- В процессе диссимиляции произошло расщепление 17 моль глюкозы, из которых кислородному расщеплению подверглось 3 . Определите сколько молей молочной кислоты и углекислого газа при этом образовалось, сколько АТФ при этом синтезировано, сколько аккумулировано энергии в этих молекулах АТФ, сколько кислорода израсходовано?

Задача 2

- В результате диссимиляции в клетках образовалось 5 молей молочной кислоты и 27 молей углекислого газа. Определите сколько всего молей глюкозы израсходовано, сколько из них подверглось только неполному и сколько полному расщеплению, сколько АТФ при этом синтезировано и сколько энергии аккумулировано, сколько израсходовано кислорода?

Задача 3

- Мышцы ног при беге со средней скоростью за 1 минуту расходуют около 24 кДж энергии. Определите сколько всего граммов глюкозы израсходуют мышцы ног за 25 минут бега, если кислород доставляется в достаточном количестве для полного окисления глюкозы, будет ли накапливаться молочная кислота в мышцах?