


# КЛІТИННЕ ДИХАННЯ. БІОХІМІЧНІ МЕХАНІЗМИ ДИХАННЯ



# САМОСТІЙНА РОБОТА

Оцінка	Завдання для самоконтролю
1 – 6	1. Що таке життєдіяльність клітин? 2. Назвіть етапи зовнішнього обміну речовин, енергії та інформації клітини. 3. Що таке мембранне транспортування? 4. Назвіть типи мембранного транспортування клітини. 5. Що таке метаболізм? 6. Назвіть два типи метаболізму клітини.
7 – 9	7. Які процеси визначають життєдіяльність клітин? 8. Як відбувається надходження речовин, енергії та інформації у клітину? 9. В чому сутність внутрішньоклітинних перетворень речовин, енергії та інформації?
10 – 12	10. У чому полягає взаємозв'язок пластичного й енергетичного обміну в клітині?

A diagram illustrating the components of metabolism. It features a central yellow horizontal bar labeled 'МЕТАБОЛІЗМ'. Above and below this bar are two light yellow trapezoidal shapes pointing towards each other, forming a larger central area. The top trapezoid contains the text 'АСИМІЛЯЦІЯ (процеси біосинтезу з поглинанням енергії)'. The bottom trapezoid contains the text 'ДИСИМІЛЯЦІЯ (процес розщеплення складних сполук з виділенням енергії)'. The entire diagram is enclosed in a thick green border.

АСИМІЛЯЦІЯ  
(процеси біосинтезу з  
поглинанням енергії)

МЕТАБОЛІЗМ

ДИСИМІЛЯЦІЯ  
(процес розщеплен-  
ня складних сполук з  
виділенням енергії)



# ОБМІН РЕЧОВИН ТА ЕНЕРГІЇ В ЖИВИХ ОРГАНІЗМАХ

Обмін речовин  
та енергії

```
graph LR; A[Обмін речовин та енергії] --> B[Обмін з навколишнім середовищем (поглинання й виділення речовин між організмом і середовищем)]; A --> C[Внутрішній обмін (хімічне перетворення речовин у клітині)]; C --> D[Пластичний обмін (анаболізм)]; C --> E[Енергетичний обмін (катаболізм)];
```

**Обмін з навколишнім середовищем** (поглинання й виділення речовин між організмом і середовищем)

**Внутрішній обмін** (хімічне перетворення речовин у клітині)

**Пластичний обмін**  
(анаболізм)

**Енергетичний обмін**  
(катаболізм)

# ОСОБЛИВОСТІ ПЛАСТИЧНОГО ТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБМІНУ

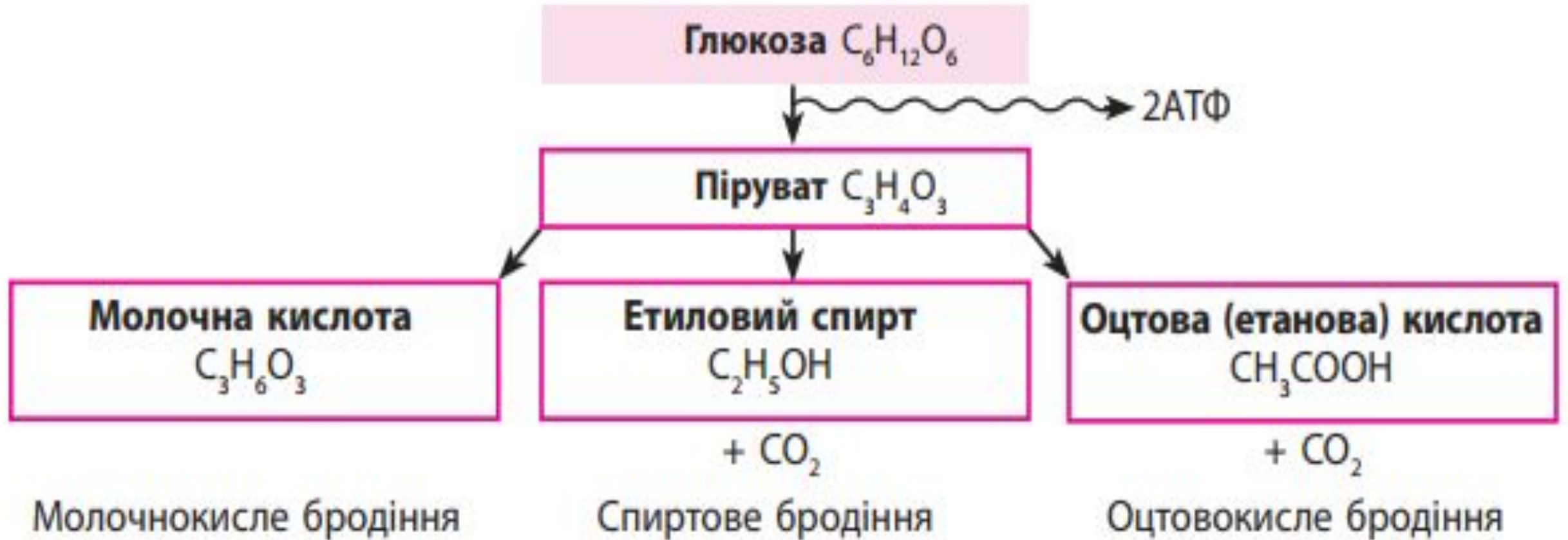
Тип обміну	Пластичний (анаболізм)	Енергетичний (катаболізм)
Що відбувається	За рахунок енергії макроергічних зв'язків відбувається синтез складних органічних сполук із більш простих попередників	Розщеплення складних органічних сполук на простіші
Які перетворення енергії відбуваються	$АТФ \rightarrow АДФ + \Phi + \text{Енергія}$ Молекули АТФ, які містять макроергічні зв'язки, розпадаються на молекули АДФ і ортофосфатної кислоти ( $\Phi$ ). При цьому виділяється енергія, яка використовується для синтезу органічних сполук	$АДФ + \Phi + \text{Енергія} \rightarrow АТФ$ Енергія, яка виробляється під час окиснення органічних речовин, використовується для утворення молекули АТФ з молекул АДФ і ортофосфатної кислоти
Результат	Утворення органічних молекул, потрібних для життєдіяльності клітини	Енергія, яка виділяється, запасується клітиною у формі макроергічних зв'язків низки сполук (наприклад, АТФ)



# ОСНОВНІ ЕТАПИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБМІНУ

Етапи розщеплення органічних речовин	Що відбувається	Де відбувається
Підготовча стадія енергетичного обміну	Макромолекули розщеплюються до мономерів. Утворюються молекули глюкози	Навколишнє середовище, травний тракт (ротова порожнина, шлунок, кишечник)
Перший етап клітинного дихання (анаеробний). Гліколіз та бродіння	Безкисневий етап розщеплення. Молекули глюкози розщеплюються до проміжних сполук: $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_3H_4O_3 + 2H_2O + 2 \text{ АТФ}$	Цитозоль
Другий етап клітинного дихання (аеробний). Кисневе розщеплення	Етап кисневого розщеплення. Проміжні сполуки окиснюються до низькомолекулярних речовин (вода, вуглекислий газ): $2C_3H_4O_3 + O_2 \rightarrow 6CO_2 + 4H_2O + 36 \text{ АТФ}$	Мітохондрії

# ТИПИ БРОДІННЯ



# ДИХАННЯ

## ЗОВНІШНЄ ДИХАННЯ — ГАЗООБМІН

- Надходження кисню
- Видалення вуглекислого газу

## КЛІТИННЕ ДИХАННЯ

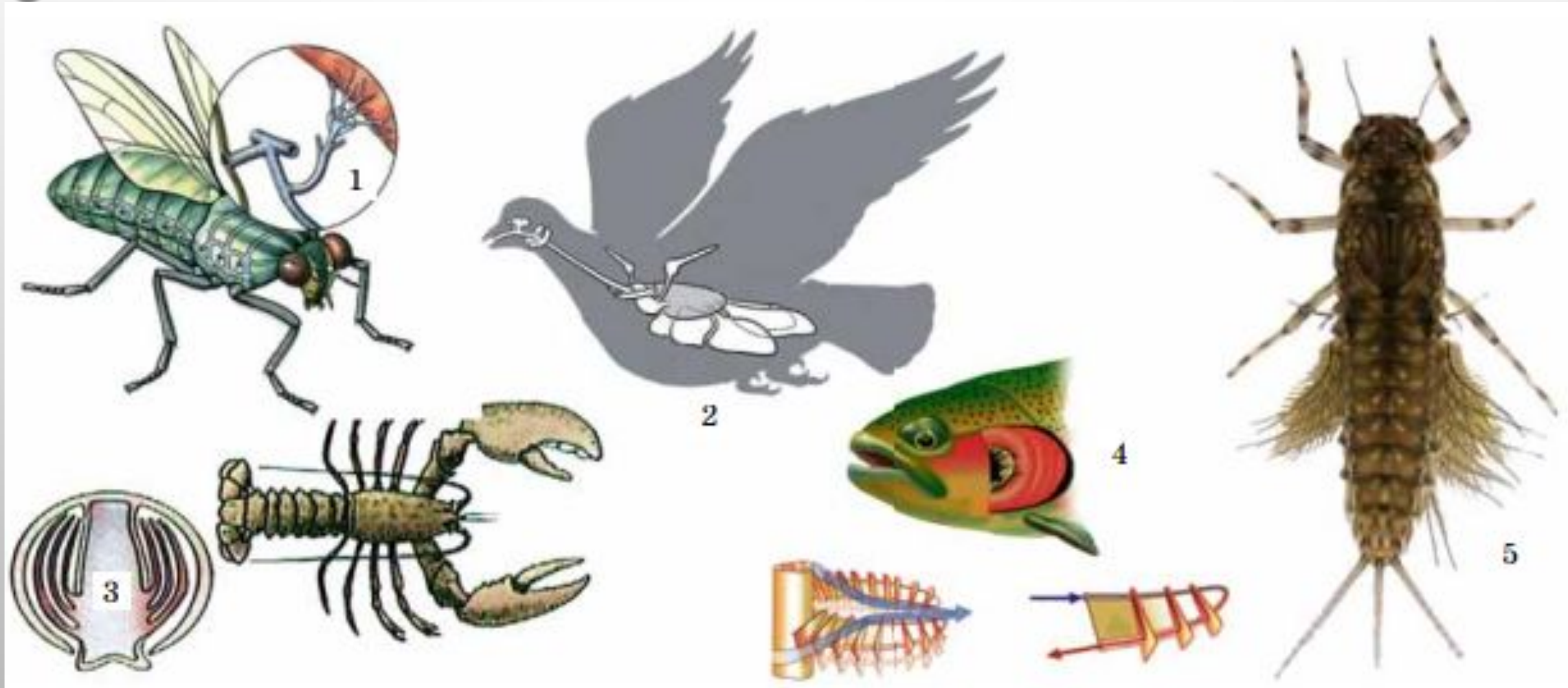
- Використання кисню в біологічному окисненні

ЕНЕРГІЯ





# ОРГАНИ ДИХАННЯ У ТВАРИН



# СТРУКТУРИ, ЩО ЗАБЕЗПЕЧАЮТЬ ДИХАННЯ У РОСЛИН

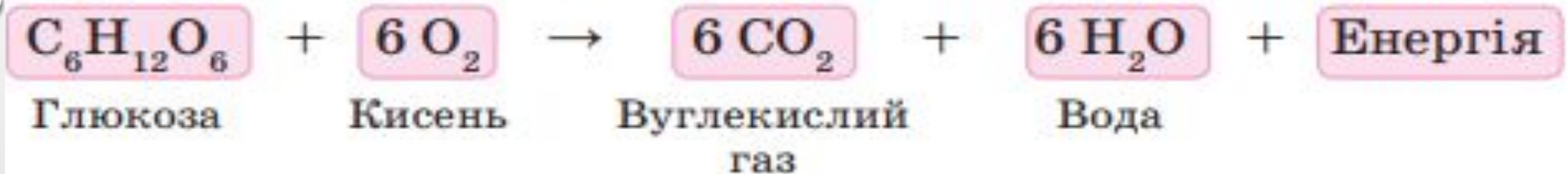


# ПОНЯТТЯ ПРО КЛІТИННЕ ДИХАННЯ

- **КЛІТИННЕ ДИХАННЯ — ЦЕ СУКУПНІСТЬ РЕАКЦІЙ ОКИСНЕННЯ ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН КИСНЕМ, ЯКІ ВІДБУВАЮТЬСЯ В КЛІТИНАХ ЖИВИХ ОРГАНІЗМІВ.**
- **КЛІТИННЕ ДИХАННЯ СКЛАДАЄТЬСЯ З ДВОХ ЕТАПІВ. ПЕРШИЙ З НИХ (ГЛІКОЛІЗ) ВІДБУВАЄТЬСЯ В ЦИТОЗОЛІ, А ДРУГИЙ (КИСНЕВИЙ) — У МІТОХОНДРІЯХ.**
- **У РОСЛИН ПІД ЧАС КЛІТИННОГО ДИХАННЯ ОКИСНЮЮТЬСЯ ОРГАНІЧНІ РЕЧОВИНИ, СИНТЕЗОВАНІ САМОЮ РОСЛИНОЮ, У ТВАРИН І ГРИБІВ — РЕЧОВИНИ, ЯКІ ОРГАНІЗМ ОТРИМУЄ В РЕЗУЛЬТАТІ ЖИВЛЕННЯ АБО ТІ, ЩО ВОНИ САМІ СИНТЕЗУЮТЬ.**

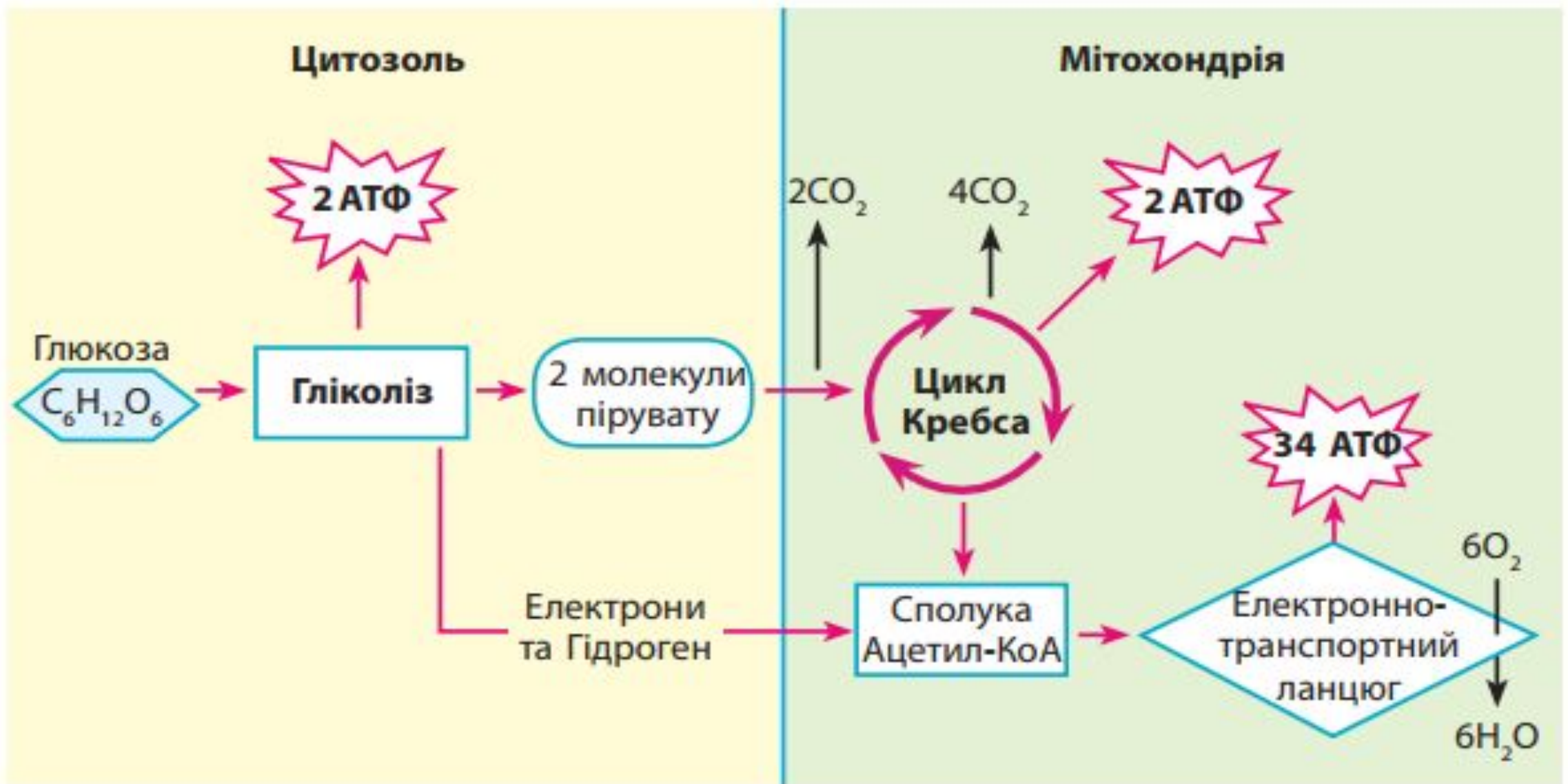


# БІОХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ КЛІТИННОГО ДИХАННЯ



- У РЕЗУЛЬТАТІ ПЕРШОГО ЕТАПУ ЦЬОГО ПРОЦЕСУ (ГЛІКОЛІЗУ), ЯКИЙ ВІДБУВАЄТЬСЯ В ЦИТОЗОЛІ, УТВОРЮЄТЬСЯ ПІРУВАТ (ПІРОВИНОГРАДНА КИСЛОТА).
- ВІН ТРАНСПОРТУЄТЬСЯ З ЦИТОЗОЛЮ В МАТРИКС МІТОХОНДРІЇ, ДЕ З ДОПОМОГОЮ ФЕРМЕНТІВ ВІДБУВАЄТЬСЯ ЙОГО ОКИСНЕННЯ ДО ВУГЛЕКИСЛОГО ГАЗУ ТА ВОДИ.
- ОКИСНЕННЯ ВІДБУВАЄТЬСЯ В КІЛЬКА ЕТАПІВ, НА КОЖНОМУ З ЯКИХ ВИДІЛЯЄТЬСЯ ЕНЕРГІЯ. ЧАСТИНА ЕНЕРГІЇ ВИДІЛЯЄТЬСЯ У ВИГЛЯДІ ТЕПЛА (45 %), А 55 % ЗАПАСАЄТЬСЯ В АТФ.

# СХЕМА КЛІТИННОГО ДИХАННЯ



# ЕТАПИ КЛІТИННОГО ДИХАННЯ

Підготовчий етап:  
розщеплення складних вуглеводів на молекули глюкози

Полісахариди  
 $(C_6H_{10}O_5)_n$

вся енергія розсіюється у вигляді тепла

Глюкоза  
 $C_6H_{12}O_6$

Безкисневий етап:  
молекула глюкози розщеплюється на дві молекули піровиноградної або молочної кислоти

Піровиноградна кислота  $C_3H_4O_3$   
або молочна кислота  $C_3H_6O_3$

синтезується 2 молекули АТФ

Кисневий етап:  
органічні сполуки, що утворилися на безкисневому етапі, окиснюються до кінцевих продуктів – вуглекислого газу й води

синтезується 36 молекул АТФ

$CO_2$

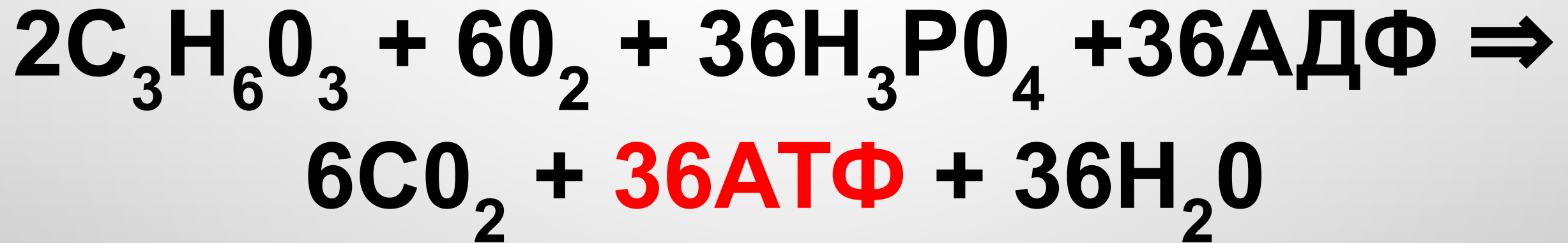
$H_2O$



# БЕЗКИСНЕВИЙ ЭТАП



# КИСНЕВИЙ ЭТАП



# СУМАРНЕ РІВНЯННЯ БЕЗКИСНЕВОГО І КИСНЕВОГО ЕТАПІВ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБМІНУ





**Підготовчий етап  
Розщеплення  
поживних  
речовин**



Продукти  
розщеплення

**Безкисневий етап  
Гліколіз, бродіння**



АТФ,  
продукти  
розщеплення,  
 $O_2$

**Кисневий етап**

АТФ,  
продукти  
реакцій

# ЗВ'ЯЗОК МІЖ БЕЗКИСНЕВОЮ ТА КИСНЕВОЮ ФАЗАМИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБМІНУ



# ЕФЕКТИВНІСТЬ КЛІТИННОГО ДИХАННЯ

- КЛЮЧОВИМ ЕТАПОМ КЛІТИННОГО ДИХАННЯ Є ЦИКЛ КРЕБСА (ЦИКЛ ТРИКАРБОНОВИХ КИСЛОТ).
- САМЕ В РЕАКЦІЯХ ЦЬОГО ЦИКЛУ УТВОРЮЮТЬСЯ СПОЛУКИ, ЯКІ Є ДЖЕРЕЛОМ ПРОТОНІВ І ЕЛЕКТРОНІВ ДЛЯ ПРОЦЕСУ ОКИСНЕННЯ.
- КЛІТИННЕ ДИХАННЯ Є НАДЗВИЧАЙНО ЕФЕКТИВНИМ ПРОЦЕСОМ.
- ІЩЕ ПІД ЧАС ПЕРШОГО ЕТАПУ КЛІТИННОГО ДИХАННЯ — ГЛІКОЛІЗУ — З ОДНІЄЇ МОЛЕКУЛИ ГЛЮКОЗИ КЛІТИНА ОТРИМУЄ 2 МОЛЕКУЛИ АТФ, А НА НАСТУПНИХ ЕТАПАХ КЛІТИННОГО ДИХАННЯ ДО ЦИХ МОЛЕКУЛ ДОДАЄТЬСЯ ЩЕ 36 МОЛЕКУЛ АТФ.



# ПОРІВНЯННЯ ПРОЦЕСІВ ГОРІННЯ ТА ДИХАННЯ

Горіння	Дихання
Відбувається за високих температур (наприклад, дрова горять за температури 500–600 °C)	Відбувається за температури 36–37 °C
Енергія виділяється у вигляді теплоти та світла	Перетворюється на енергію хімічних зв'язків
Енергія вивільняється одразу	Вивільняється маленькими порціями
Неможливе у водному середовищі	У водному середовищі цілком можливе

# ТЕСТ НА ВСТАНОВЛЕННЯ ВІДПОВІДНОСТІ:

- 1. СУКУПНІСТЬ БІОХІМІЧНИХ РЕАКЦІЙ, У ХОДІ ЯКИХ ВІДБУВАЄТЬСЯ ОКИСНЕННЯ ВУГЛЕВОДІВ, ЛІПІДІВ І АМІНОКИСЛОТ.
- 2. ФЕРМЕНТАТИВНЕ РОЗЩЕПЛЕННЯ ГЛЮКОЗИ.
- 3. ВИРОСТИ ВНУТРІШНЬОЇ МЕМБРАНИ.
- 4. ДВОМЕМБРАННІ ОРГАНЕЛИ, ОСНОВНОЮ ФУНКЦІЄЮ ЯКИЙ Є УЧАСТЬ В ЕНЕРГЕТИЧНОМУ ОБМІНІ КЛІТИНИ.

А. Клітинне дихання

Б. Мітохондрії

В. Кристи

Г. Гліколіз

# РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ

У процесі катаболізму глюкози в м'язах людини відбулося розщеплення 4 моль глюкози, з яких повного кисневого розщеплення зазнала лише половина. Визначте: а) скільки молочної кислоти (у молях) накопичилось в м'язах; б) скільки всього виділилося енергії; в) скільки АТФ (у молях) утворилося?

## Розв'язання

Дано:

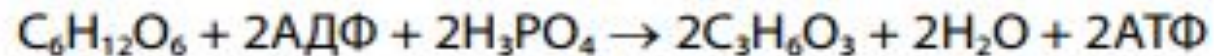
$$\nu(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 4 \text{ моль}$$

$$m(\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3) - ?$$

$$E_{\text{заг}} - ?$$

$$E_{\text{АТФ}} - ?$$

Рівняння неповного розщеплення глюкози:



Рівняння повного розщеплення глюкози:



1. Скільки молочної кислоти (у молях) накопичилось у м'язах людини?
2. Яка кількість енергії виділилася при неповному розщепленні 2 моль глюкози і повному розщепленні 2 моль глюкози?
3. Скільки АТФ (у молях) утворилося?



# УЗАГАЛЬНЕННЯ

Оцінка	Завдання для самоконтролю
1 – 6	1. Що таке дихання клітин? 2. Назвіть основні типи клітинного дихання. 3. Що таке анаеробне дихання? 4. Назвіть основні механізми анаеробного дихання. 5. Що таке аеробне дихання? 6. Назвіть основні процеси аеробного дихання.
7 – 9	7. Яке біологічне значення клітинного дихання? 8. Які процеси є основою анаеробного дихання клітин? 9. Назвіть основні стадії аеробного дихання клітин.
10 – 12	10. Чому кисневе розщеплення органічних сполук виявляється енергетично ефективнішим, ніж безкисневе?