

# Curs nr. 6 Biochimie AMG

## **Metabolismul energetic**

Cadru didactic predare SL Dr. Grecu  
Daniela

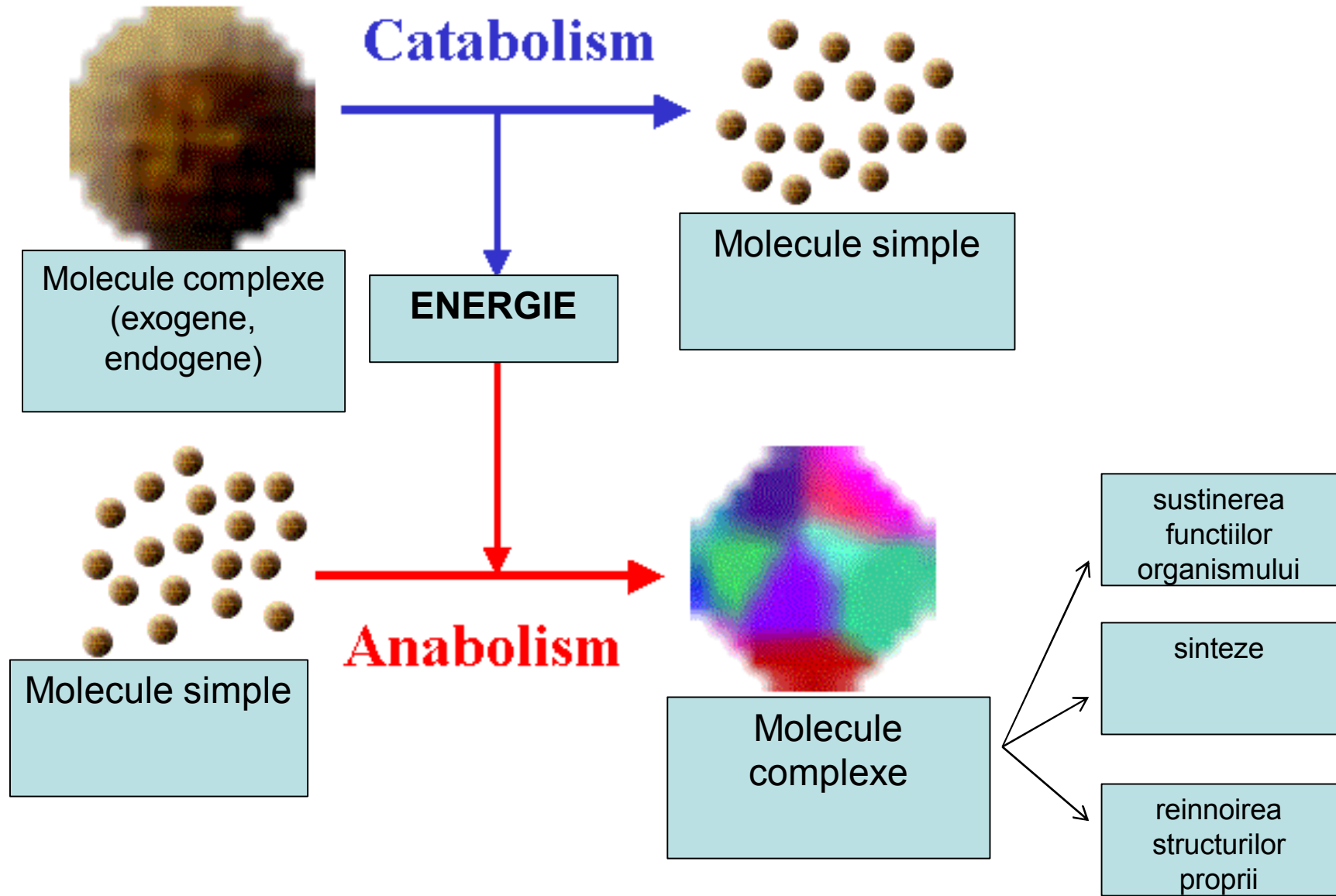
adresa mail pentru corespondenta cu  
studentii: [grecu.daniela@umft.ro](mailto:grecu.daniela@umft.ro)

# Metabolism

**Metabolism** = totalitatea transformarilor de substanta, energie si informatie

**Metabolismul energetic** studiaza:

- necesarul de energie al materiei vii
- procesele generatoare de energie
- procesele consumatoare de energie
- formarea molecule bogate in energie
- transferul energiei



# Metabolism

- **energia** = factor de legatura intre catabolism si anabolism
- procesele catabolice si cele anabolice → succesiuni de **reactii chimice** = **cai metabolice**



```
graph TD; A[reactii chimice] --> B[exergonice]; A --> C[endergonice]
```

**exergonice**

**endergonice**

# Reactii exergonice

- reactii **producatoare de energie**
- sunt utilizate in **catabolism**
- sunt reactii de oxidare si hidroliza

Exemple:

- oxidarea glucozei  $\rightarrow$  686 kcal/mol
- oxidarea acidului palmitic  $\rightarrow$  2338 kcal/mol

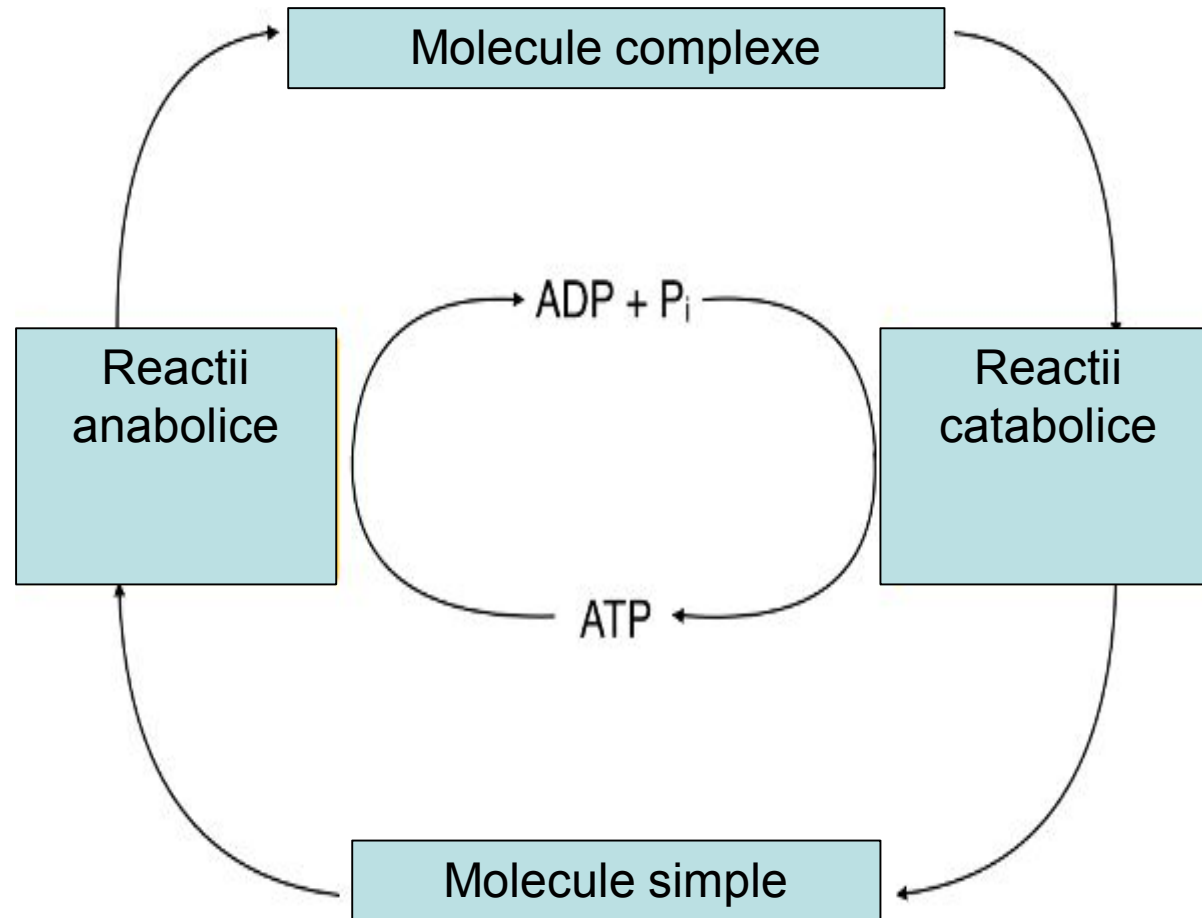
# Reactii endergonice

- reactii **consumatoare de energie**
- sunt utilizate in **anabolism**
- sunt reactii de sinteza

Exemplu:

- sinteza GII-GII necesita 2,2 kcal/mol

# Transferul energiei in metabolism



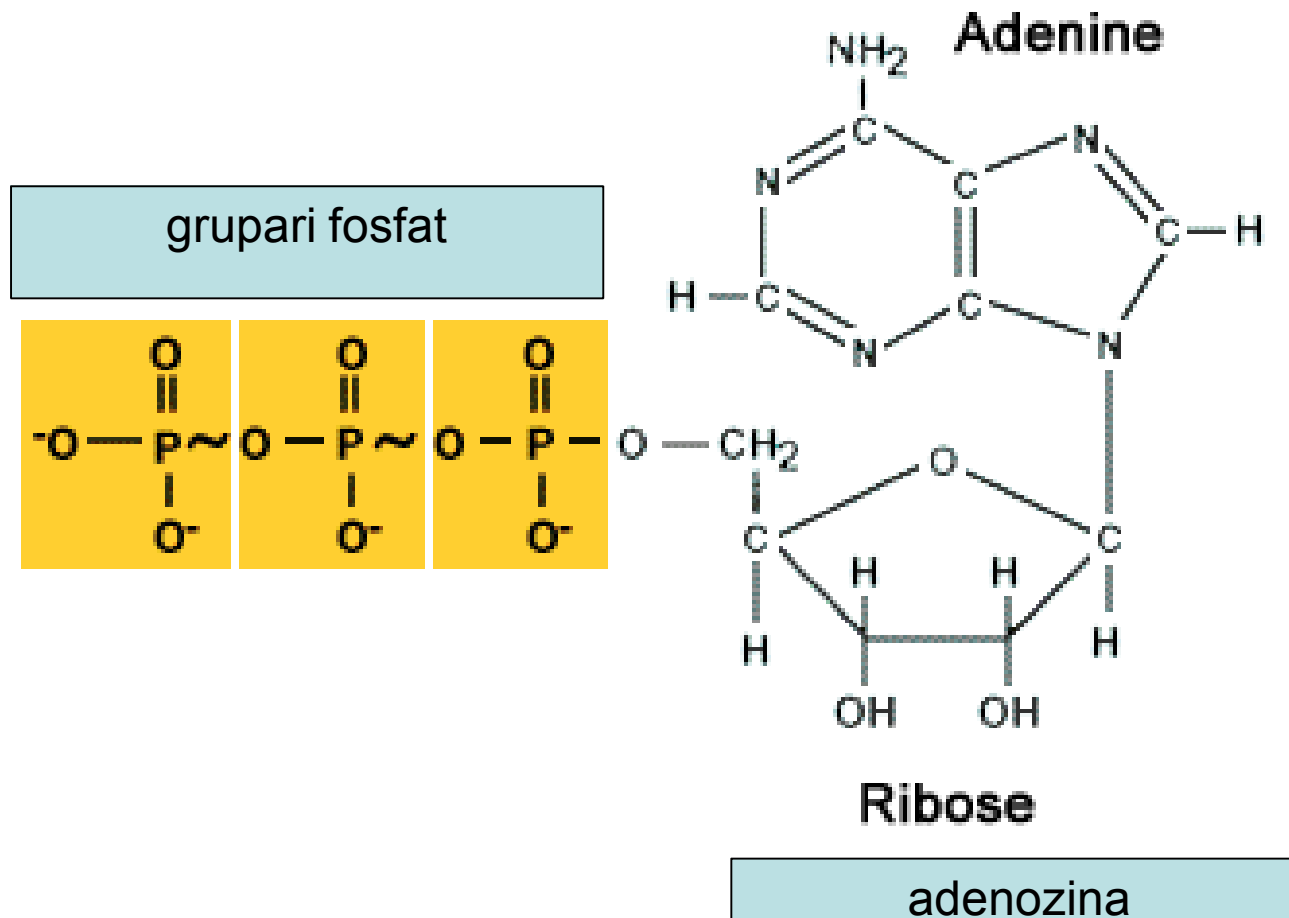
# Transferul energiei in metabolism

- **compusi macroergici** (bogati in energie)  
→ **legaturi macroergice** (⌵)
- **legatura macroergica** = legatura covalenta care prin hidroliza degaja mai mult de 7 kcal




# Compusi macroergici

**ATP (acid adenozin trifosforic)** - cupleaza procesele catabolice si cele anabolice

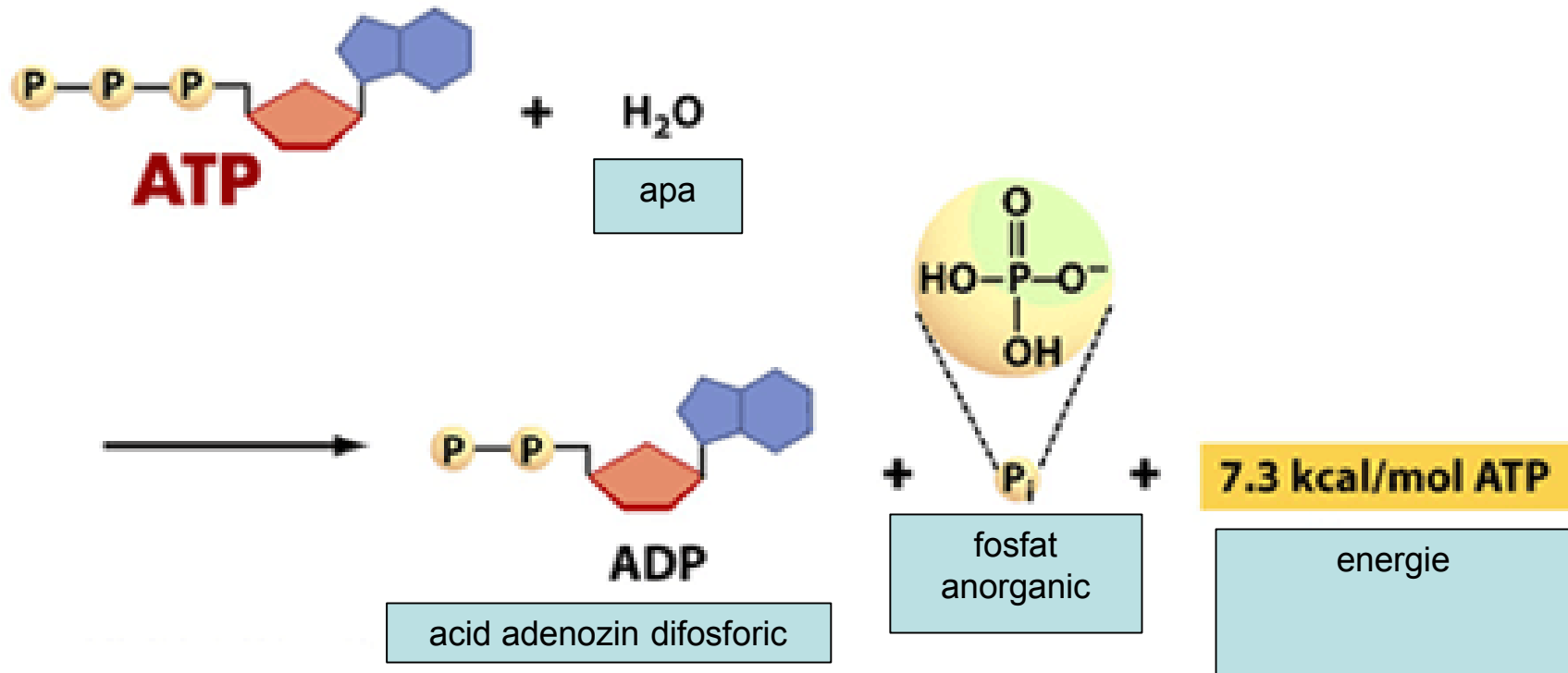


# Compusi macroergici

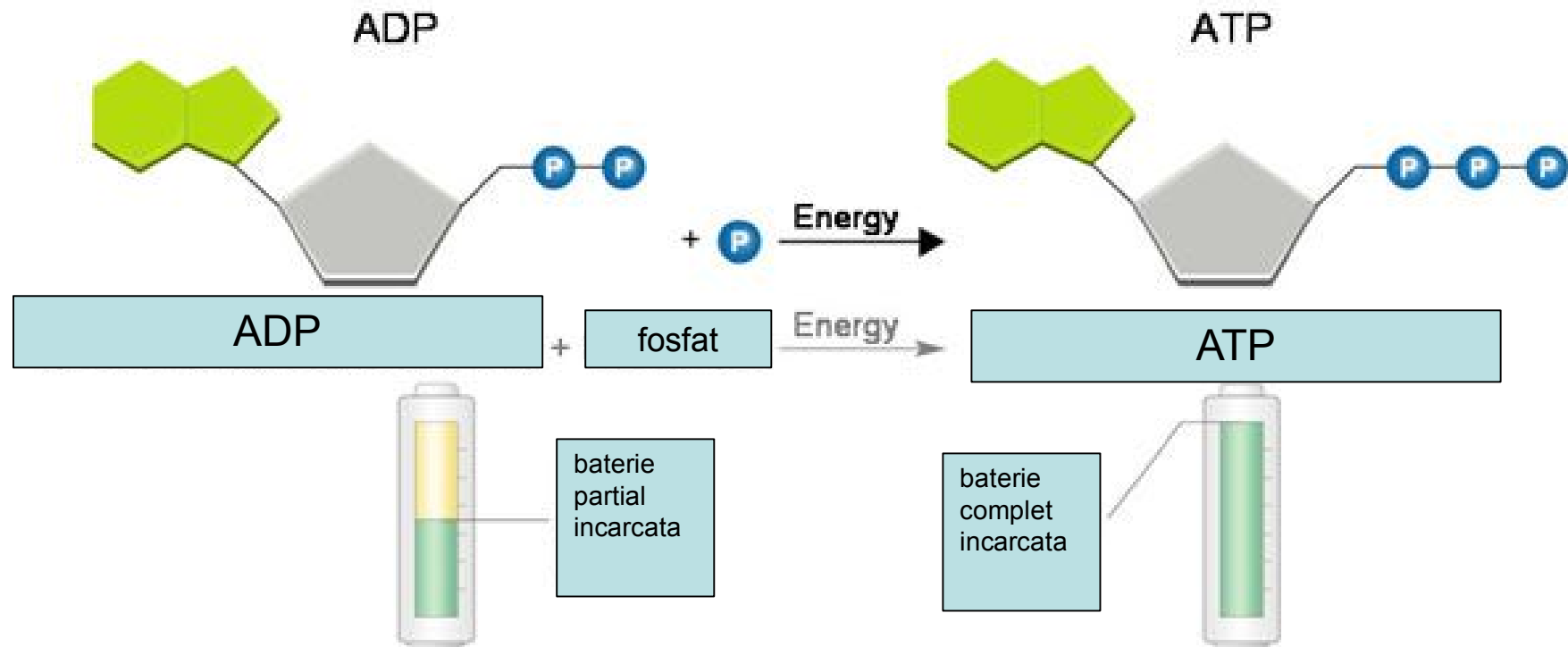
- fosfoenol piruvatul
  - 1,3-bisfosfogliceratul
- 
- catabolismul glucozei
- creatin fosfatul – in musculatura
  - acetil-coenzima A

# ATP

## Hidroliza ATP

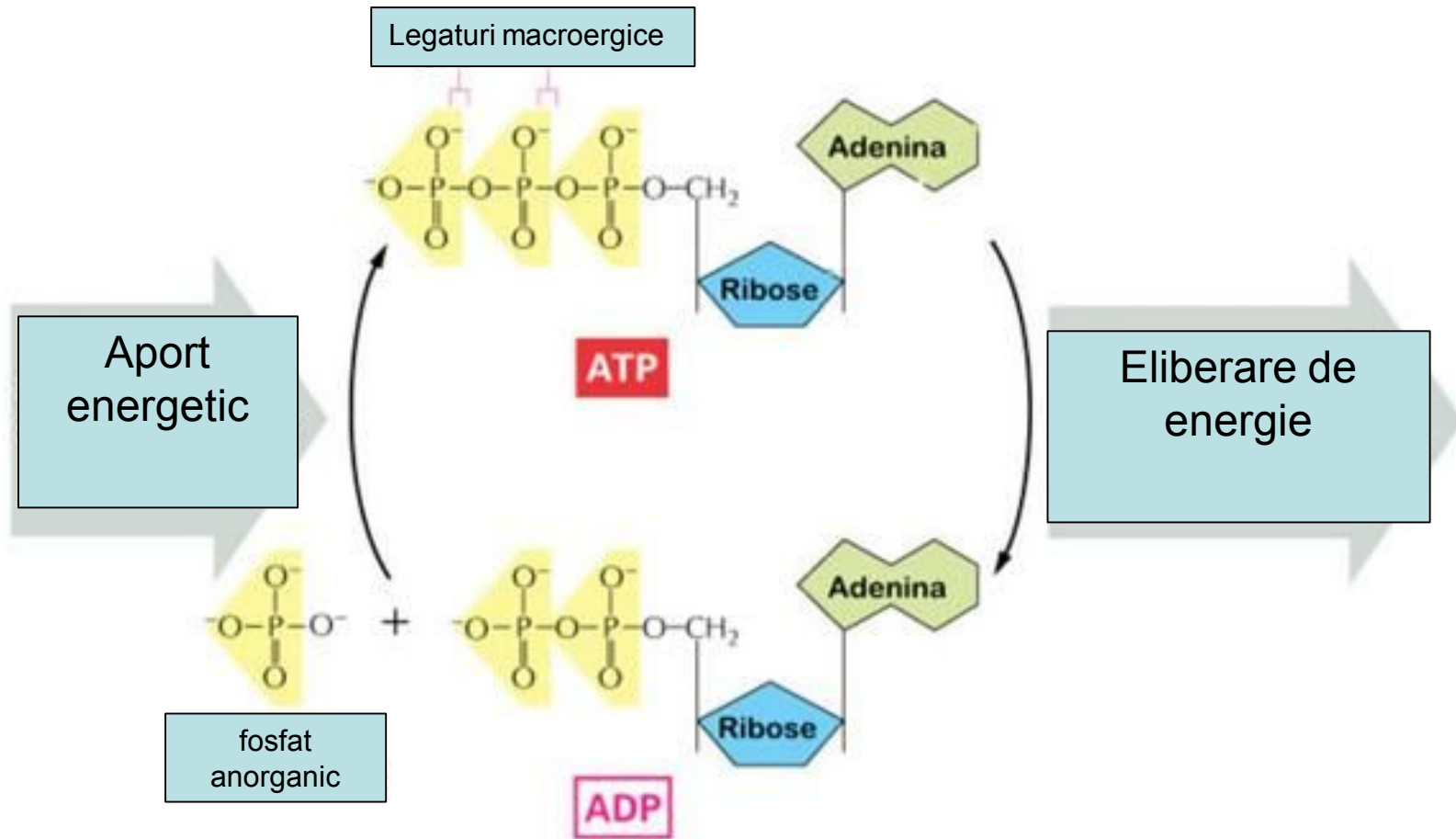


# ATP



**Sinteza ATP**

# ATP



# Formarea compusilor macroergici

- formarea ATP necesita energie
- energia provine din **reactii de oxidare** (oxidarea biologica)

**Oxidarea biologica** are 2 etape (succesive si interdependente):

- anaeroba
- aeroba

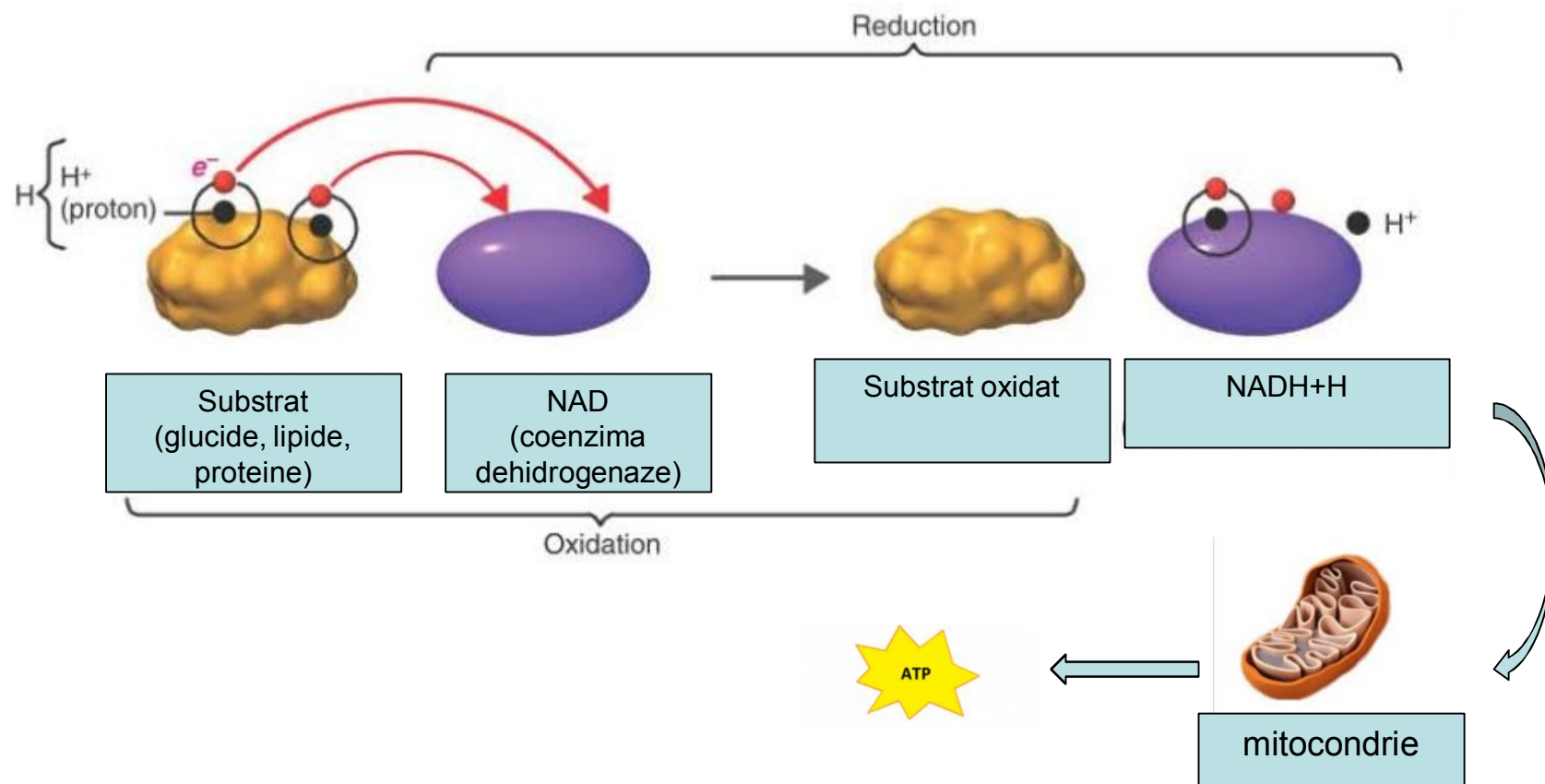
# **Formarea compusilor macroergici**

## **Etapă anaeroba**

- **intervin dehidrogenazele specifice (cu coenzime NAD sau FAD)**
- **FAD (flavinadenindinucleotid) = derivat al vitaminei B2;**
- **NAD (nicotinamid adenin dinucleotid) = derivat al vitaminei B3**
- **coenzimele preiau hidrogenul și trec în formă redusă**

# Formarea compusilor macroergici

## Etapa anaeroba





# **Formarea compusilor macroergici**

## **Etapă anaeroba**

- coenzimele reduse transferă hidrogenul în mitocondrie (lanțul respirator)

!!!există și reacții biochimice în care se generează energie suficientă pentru sinteza directă a ATP

# Formarea compusilor macroergici

## Etapa aeroba

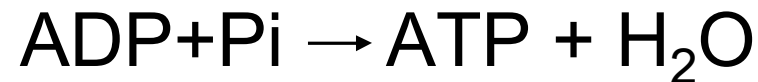
- are loc in mitocondrie
- hidrogenul transferat de coenzimele reduse este combinat cu oxigenul rezultand apa



- se elibereaza energie care permite sinteza ATP

# Fosforilarea oxidativa

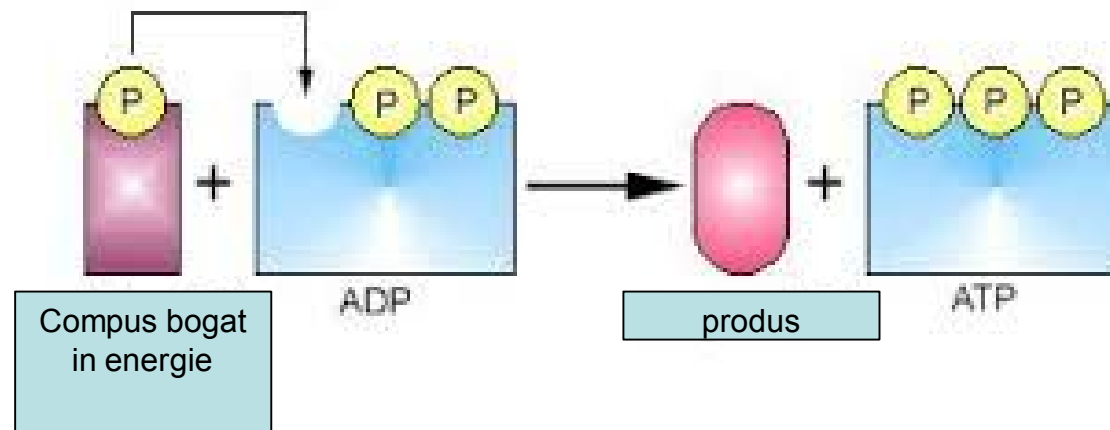
Energia provenita din oxidarea biologica este utilizata in reactia de **fosforilare oxidativa**



1. **reactie de fosforilare oxidativa la nivel de substrat:** asociata unor reactii de oxidare a substraturilor
2. **reactie de fosforilare oxidativa de lant respirator (respiratie celulara):** etapa comuna a oxidarii majoritatii substratelor

# Fosforilare oxidativa la nivel de substrat

- fosforilarea ADP este cuplata cu putine reactii biochimice (doar 3)
- din aceste reactii de oxidare rezulta **compusi intermediari bogati in energie** → transfer catre ADP



# Fosforilare oxidativa la nivel de substrat

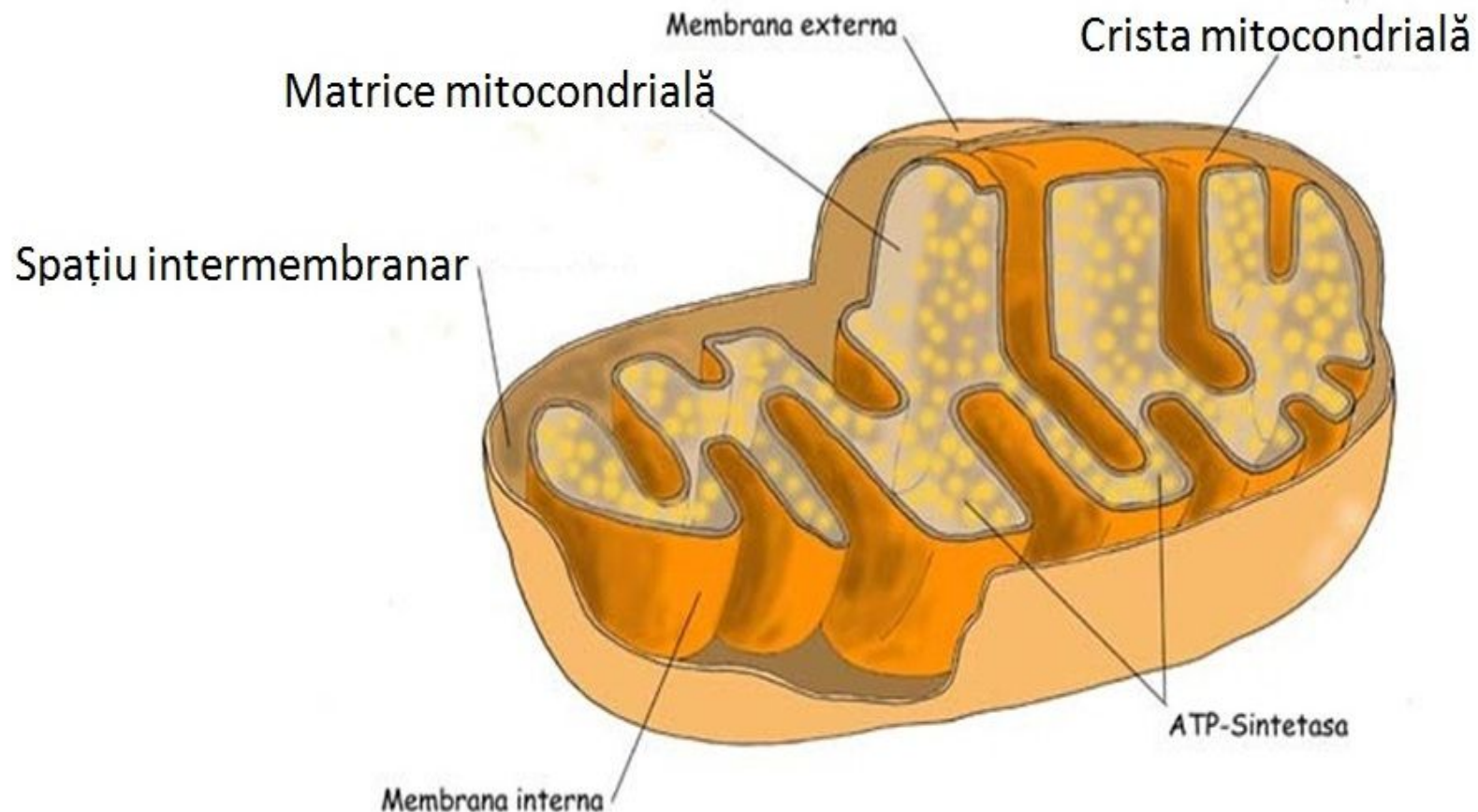
- 2 dintre reactii au loc in cadrul catabolismului glucozei si nu necesita prezenta oxigenului
- se desfasoara in citoplasma celulelor
  1. oxidarea gliceraldehidei-3-fosfat la acid 3-fosfogliceric
  2. transformarea 2-fosfogliceratului in piruvat

# Fosforilare oxidativa la nivel de substrat

- a treia reactie se desfasoara in mitocondrie: decarboxilarea oxidativa a  $\alpha$ -cetoglutaratului la succinat (reactie a ciclului citric)
- fiecare din cele 3 reactii se desfasoara in 2 etape

# Fosforilarea oxidativa de lant respirator

- **lantul respirator** este localizat in membrana interna mitocondrială



# Lantul respirator

- este faza finala, aeroba a oxidarii biologice

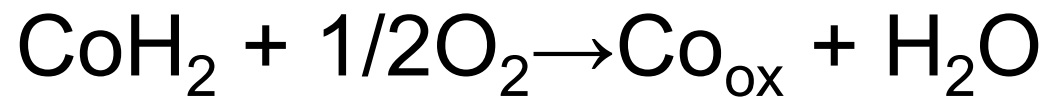
Este format din:

- 5 componente insolubile: **complexe I – V**
- 2 componente solubile: **citocromul c** și **coenzima Q** (ubiquinona).



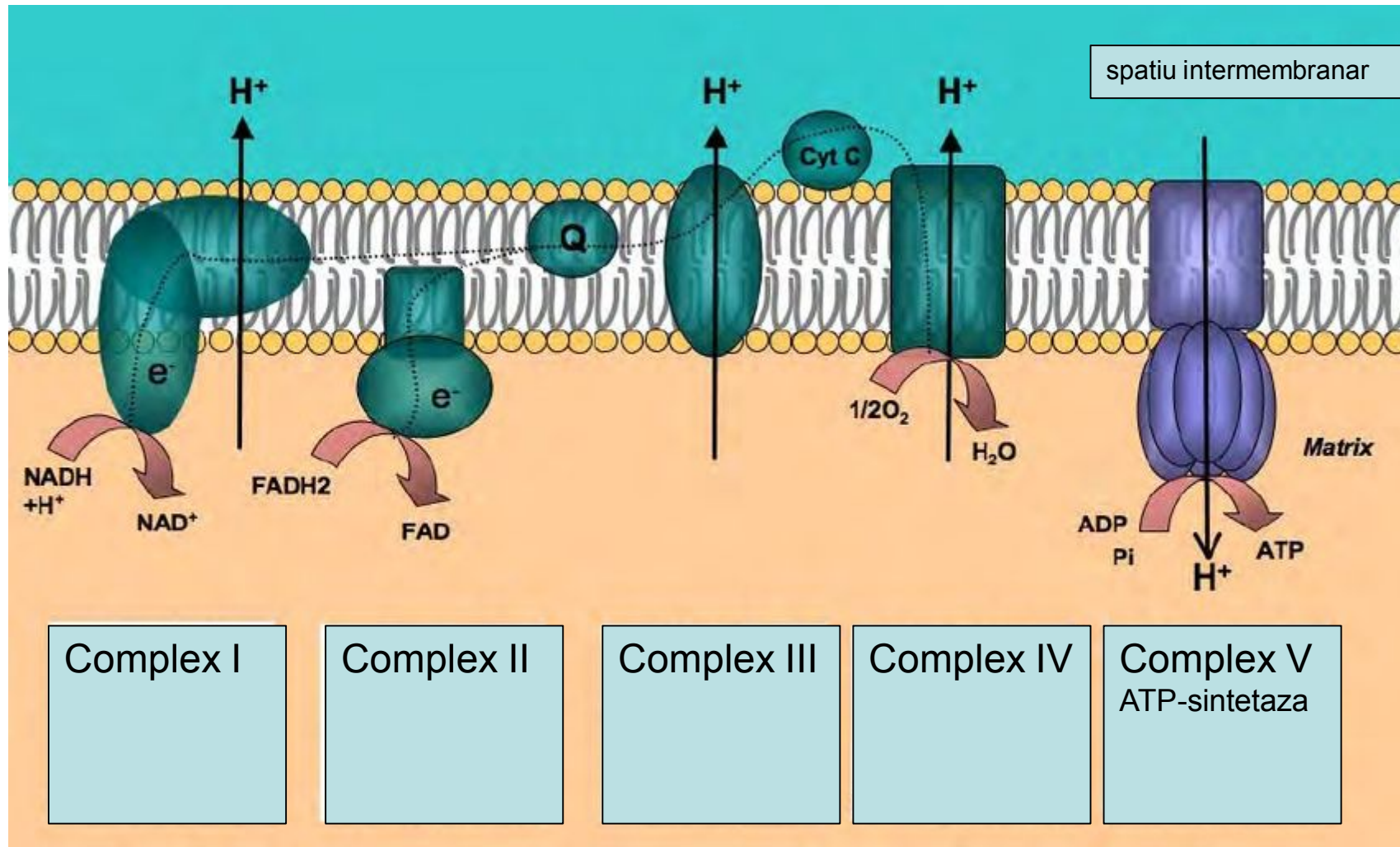
# Lantul respirator

- complexe I-IV = sisteme redox ce asigura **combinarea protonilor** (cedati de coenzimele dehidrogenazelor) **cu O<sub>2</sub>**



- reactia are loc in trepte succesive, cu eliberare de energie

# Lantul respirator



# Lantul respirator

Energia este utilizata pentru formarea ATP, la nivelul complexului V (ATP-sintetaza):

- 1 mol  $\text{NADH} + \text{H}^+$  genereaza 2,5 moli ATP
- 1 mol  $\text{FADH}_2$  genereaza 1,5 moli ATP

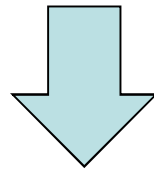
# Lantul respirator

- consumul de  $O_2$  in mitocondrie in procesul de oxidare a hidrogenului, cu formare de energie = **respiratie celulara**
- intensitatea respiratiei celulare (cuplata cu formarea ATP) este reglata in functie de necesarul de energie al celulei

# Lantul respirator



- $\text{SH}_2$  este in mod normal asigurat
- $\text{O}_2$  - limitativ doar in anumite stari patologice (hipoxie)
- $\text{Pi}$  – suficient
- $\text{ADP}$  - direct proportional cu consumul de energie (rezulta in urma hidrolizei ATP)



**ADP regleaza intensitatea respiratiei celulare**

# Lantul respirator

- nu toata energia rezultata prin oxidarea biologica se inmagazineaza in legaturile macroergice din ATP ( $\eta = 40\%$ )
- restul se degaja sub forma de caldura → mentinerea temperaturii corpului

# **Inhibitori ai fosforilarii oxidative de lant respirator**

## **Termogenina:**

- decupleaza procesul de oxidare de cel de fosforilare la nivelul lantului respirator
- in tesutul adipos brun de la animalele nou-nascute sau cele care hiberneaza
- asigura termogeneza si mentinerea temperaturii corpului

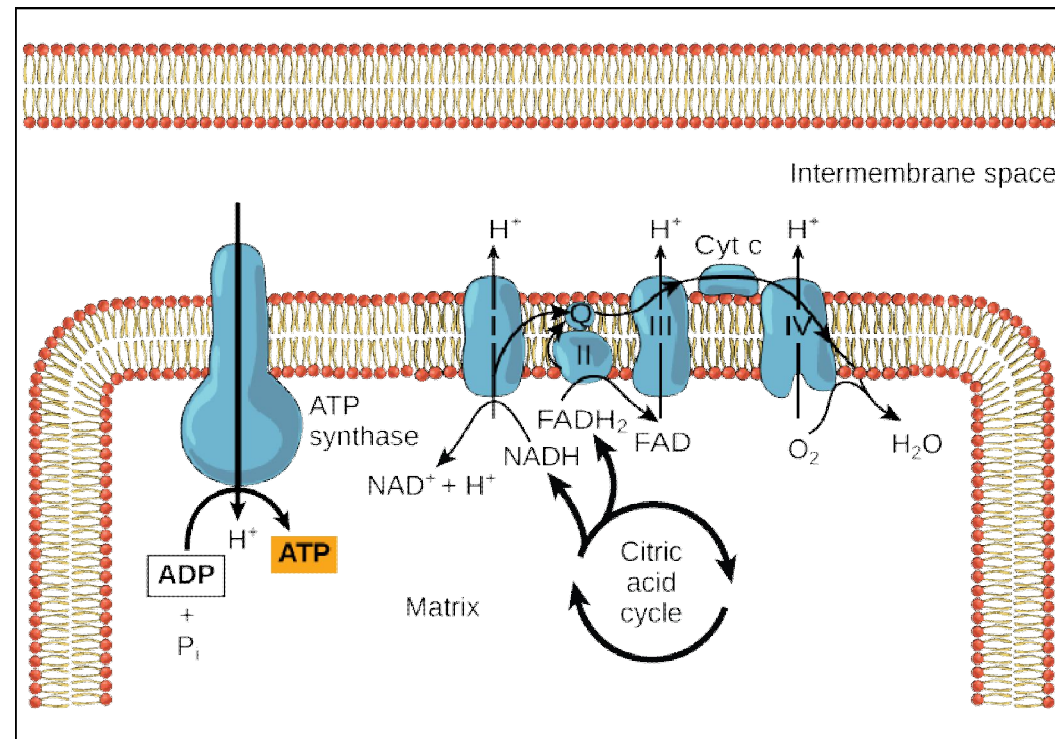
# **Inhibitori ai fosforilării oxidative de lant respirator**

- CO
- cianuri
- rotenona (insecticid)
- hidrogenul sulfurat



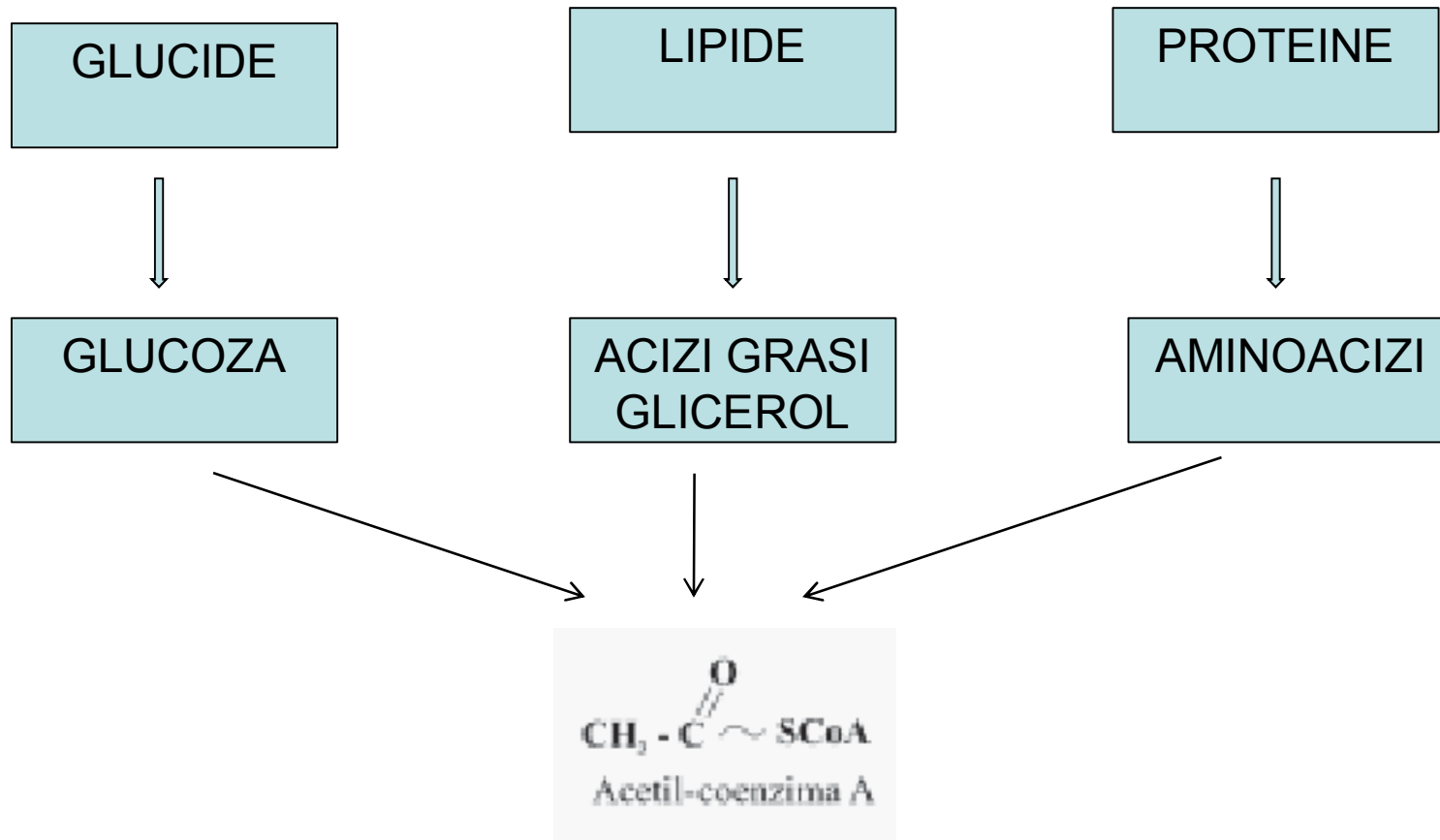
# Ciclul citric

- se mai numeste **ciclul acizilor tricarboxilici** sau **ciclul Krebs**
- este localizat in matricea **mitocondriala**



# Ciclul citric

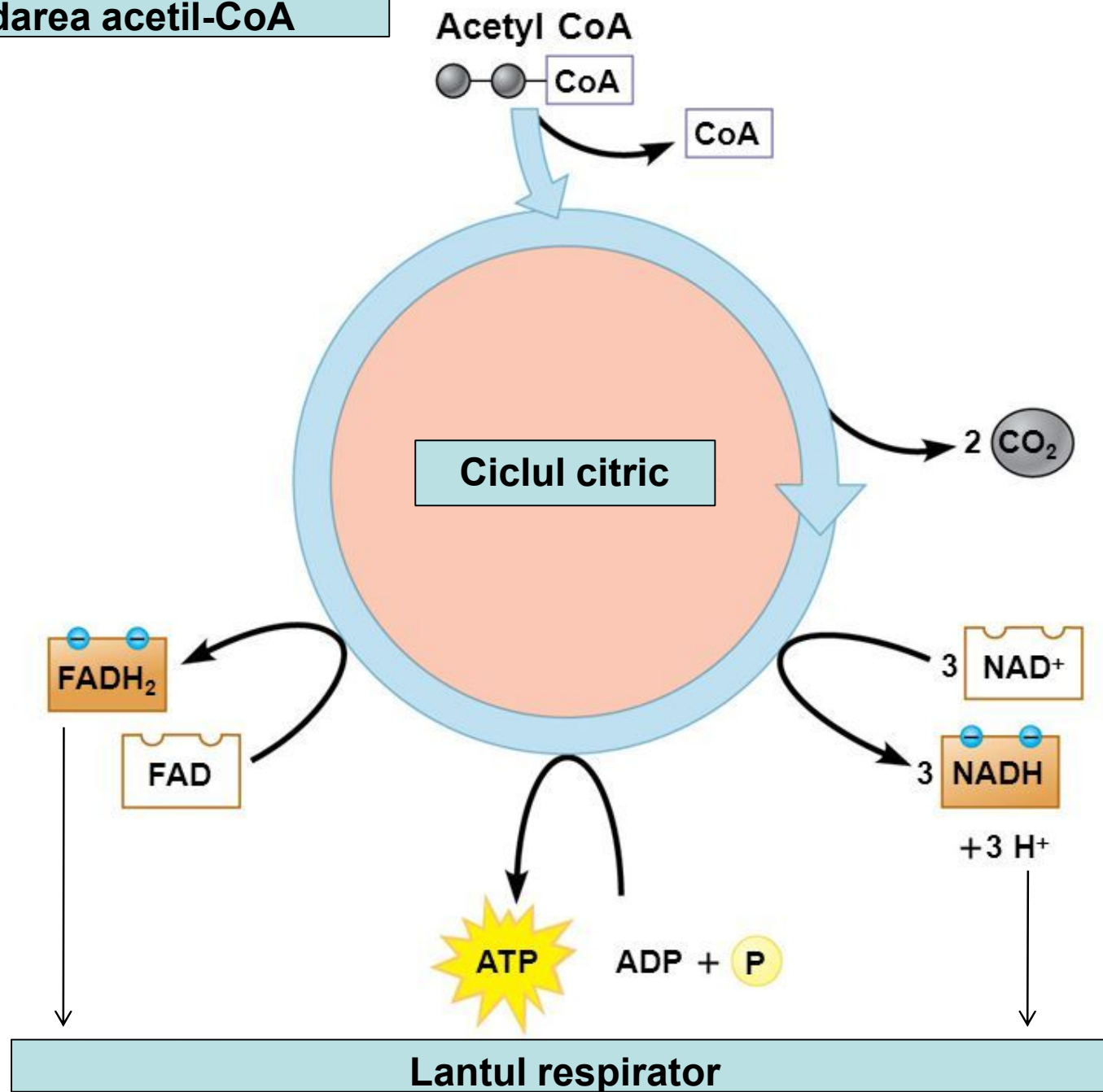
- realizeaza oxidarea acetil-CoA



# Ciclul citric

- este intersectia principalelor cai metabolice = **placa turnanta a metabolismului intermediar**
- functionarea ciclului depinde strict de prezenta oxigenului

## Oxidarea acetil-CoA



# Ciclul citric

Prin oxidarea unui mol de acetil-CoA rezulta:

- 2 moli  $\text{CO}_2$ ,
- 3 moli  $\text{NADH} + \text{H}^+$ ,
- 1mol  $\text{FADH}_2$ ,
- 1mol APT (fosforilare la nivel de substrat)

# Ciclul citric

ATP total rezultat din **1mol acetil-CoA**:

Direct:

- **1ATP prin fosforilare la nivel de substrat**

In lantul respirator:

- **3x2,5 ATP=7,5 prin oxidarea a 3 moliNADH+H**
- **1x1,5 ATP=1.5 prin oxidarea a 1 mol FADH<sub>2</sub>**

**TOTAL = 10 moli ATP**

# Ciclul citric

## Cale amfibolica:

1.**Rol catabolic** (energogen ) - principal

2.**Rol anabolic** = furnizeaza precursori pentru:

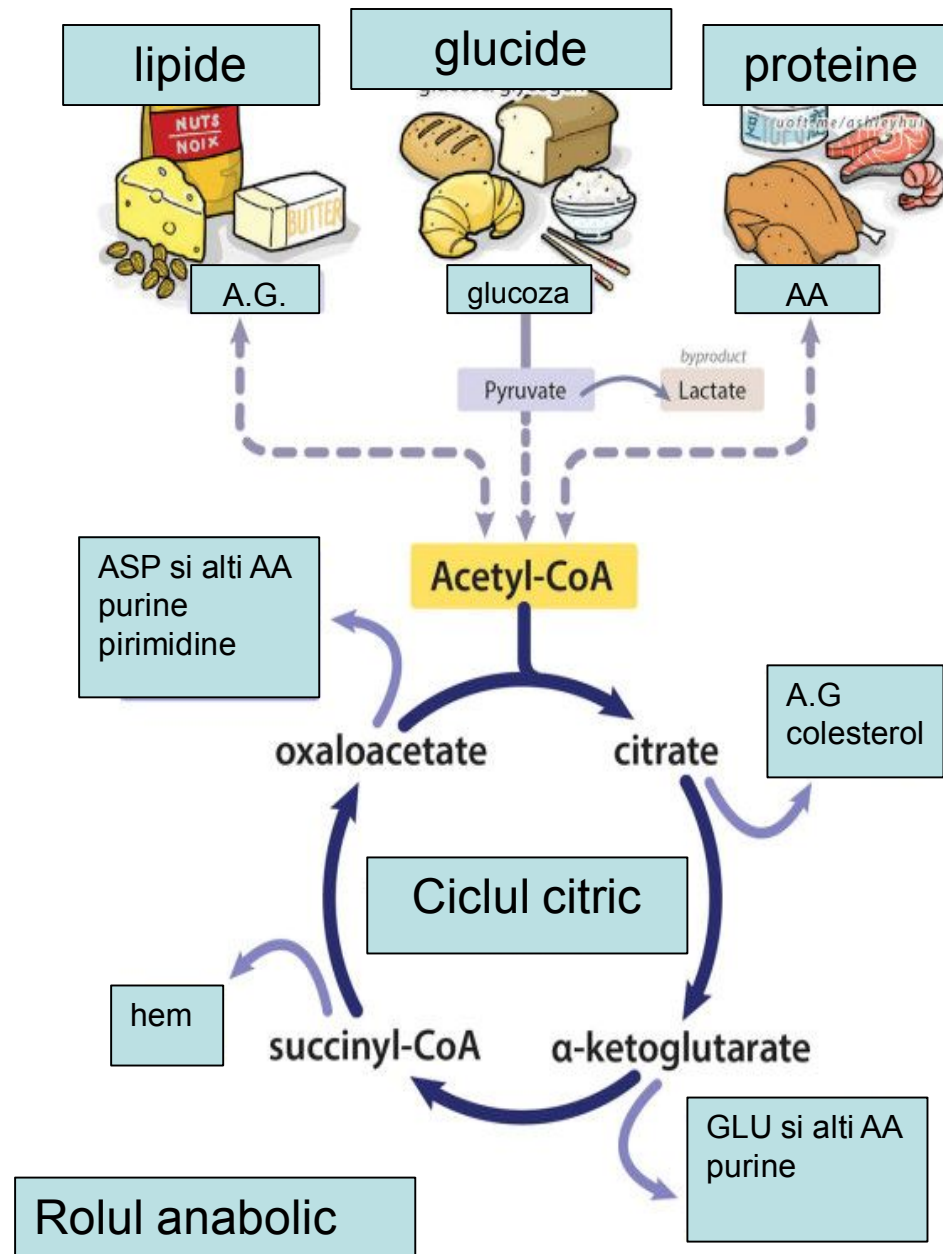
- gluconeogeneza,
- sinteza aminoacizilor,
- sinteza hemului (hemoglobina),
- sinteza bazelor azotate purinice si pirimidinice

# Ciclul citric

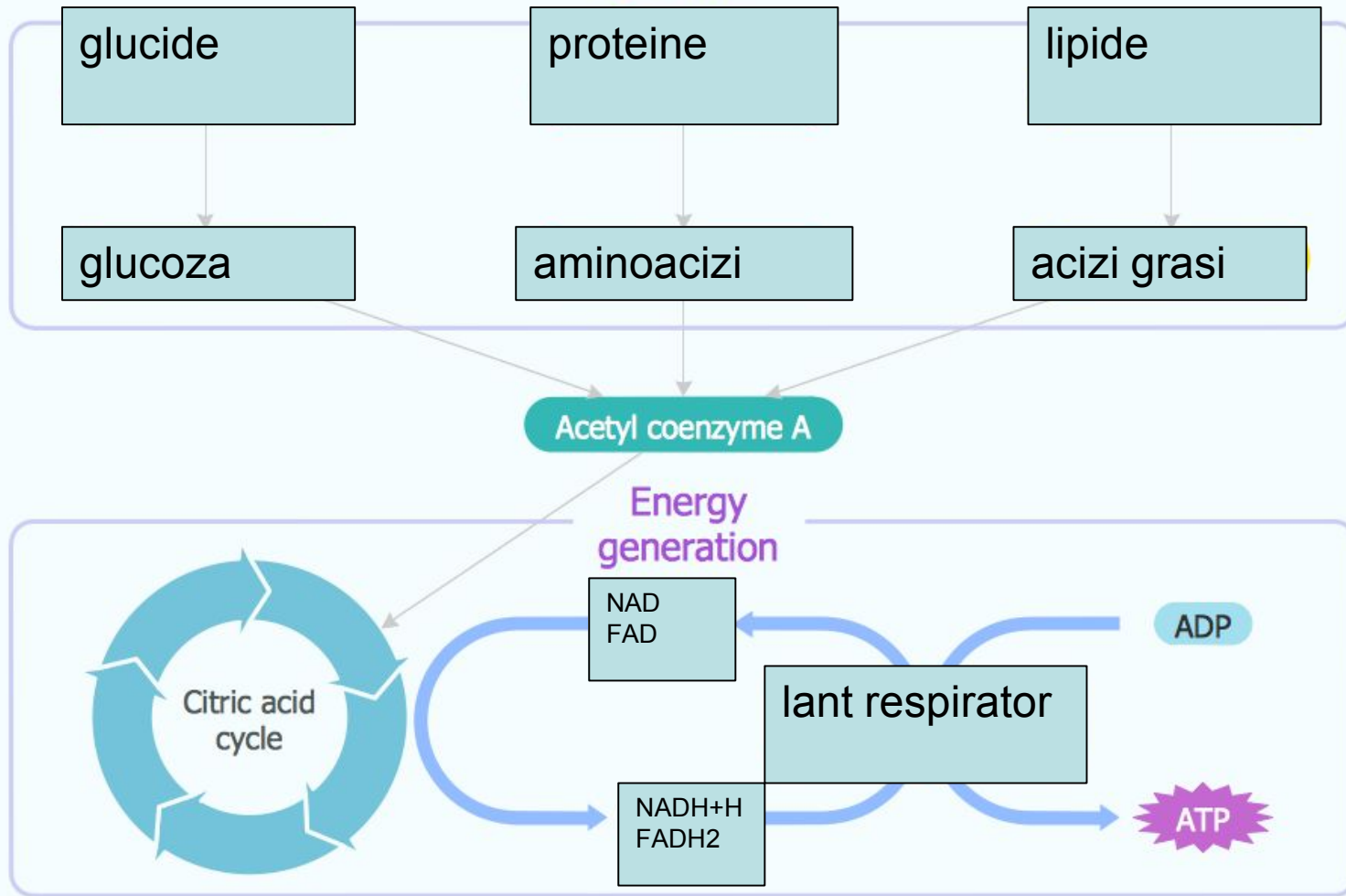
**2.Rol anabolic** = unele reactii sunt utilizate  
in procese de sinteza:

- gluconeogeneza
- sinteza acizilor grasi
- ureogeneza
- sinteza purin-nucleotidelor





## Catabolism



# Chestionar

ATP-ul:

- A. contine in molecula 2 legaturi macroergice
- B. contine in molecula 3 legaturi macroergice
- C. transfera energia de la procesele anabolice la cele catabolice
- D. transfera energia de la procesele catabolice la cele anabolice
- E. se formeaza prin oxidare biologica

# Chestionar

Lantul respirator:

- A. este situat in membrana externa mitocondriala
- B. este situat in membrana interna mitocondriala
- C. este faza finala, anaeroba a oxidarii biologice
- D. este faza finala, aeroba a oxidarii biologice
- E. asigura combinarea protonilor preluati de pe substrat cu  $O_2$

# Chestionar

In ciclul citric:

- A. are loc reducerea moleculei de acetil-CoA
- B. se elimina 2 molecule de CO<sub>2</sub>
- C. se formeaza numai NADH+H
- D. se formeaza numai FADH<sub>2</sub>
- E. se formeaza ATP