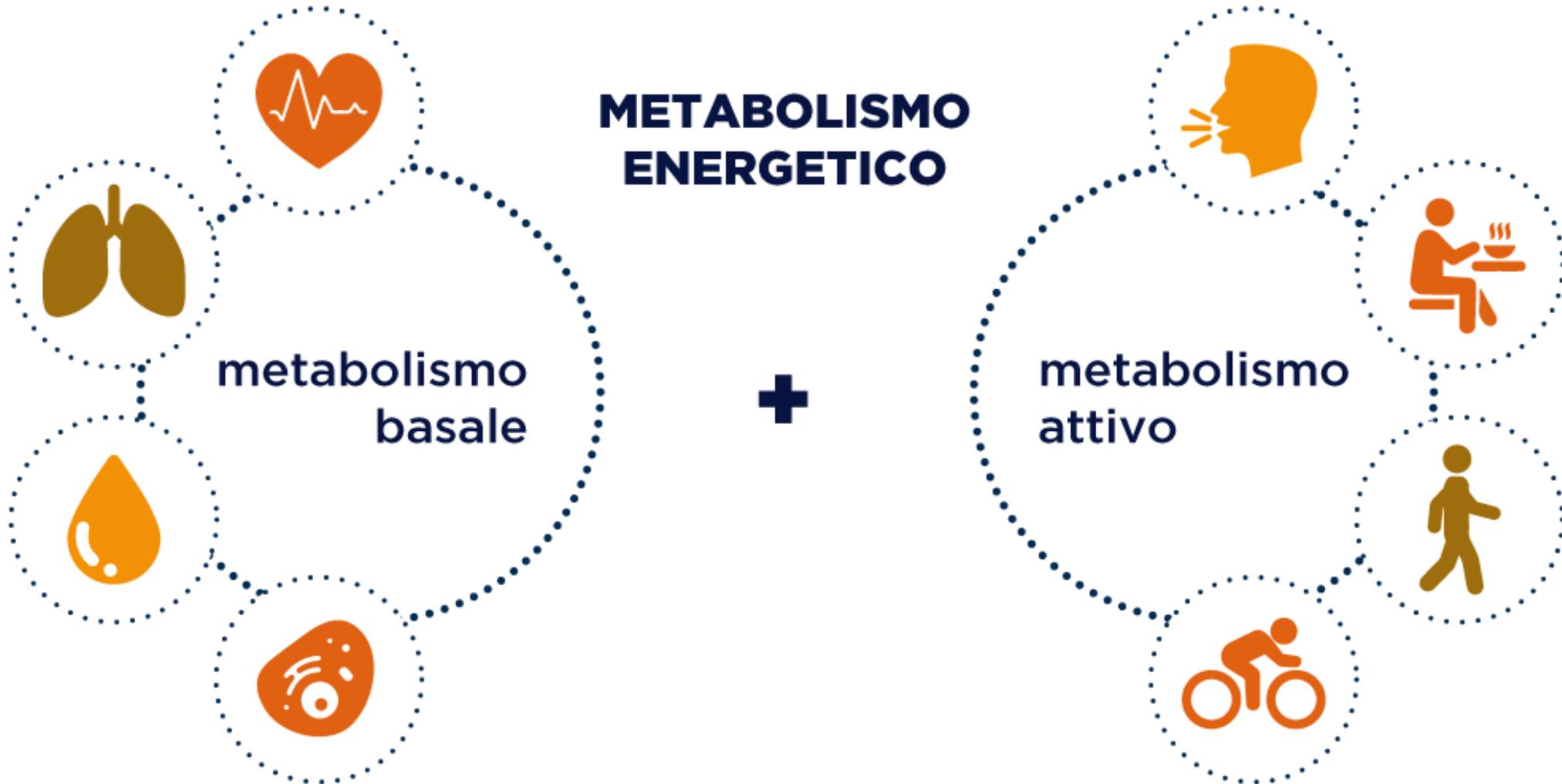


Metabolismo

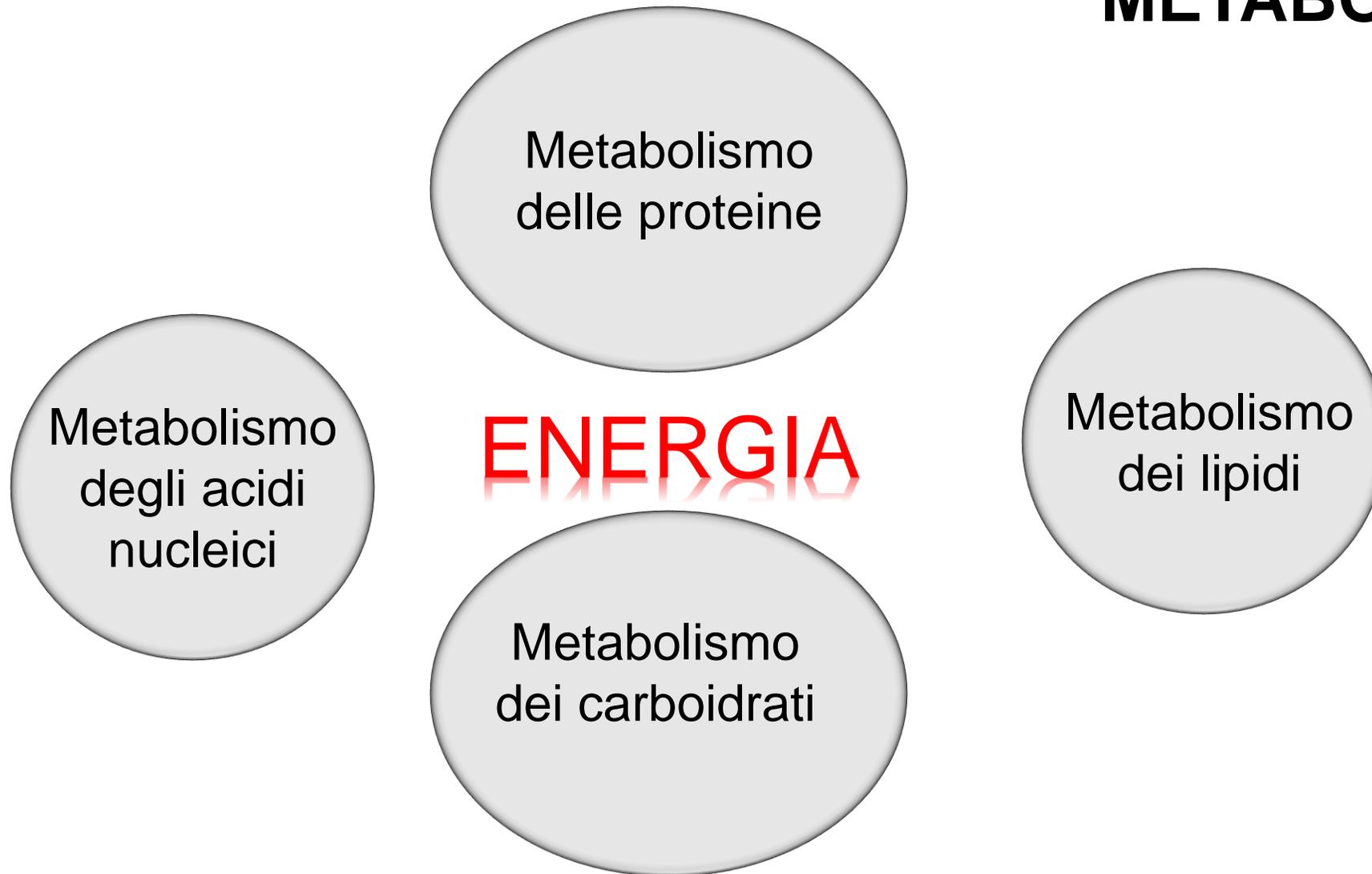
E

ATP

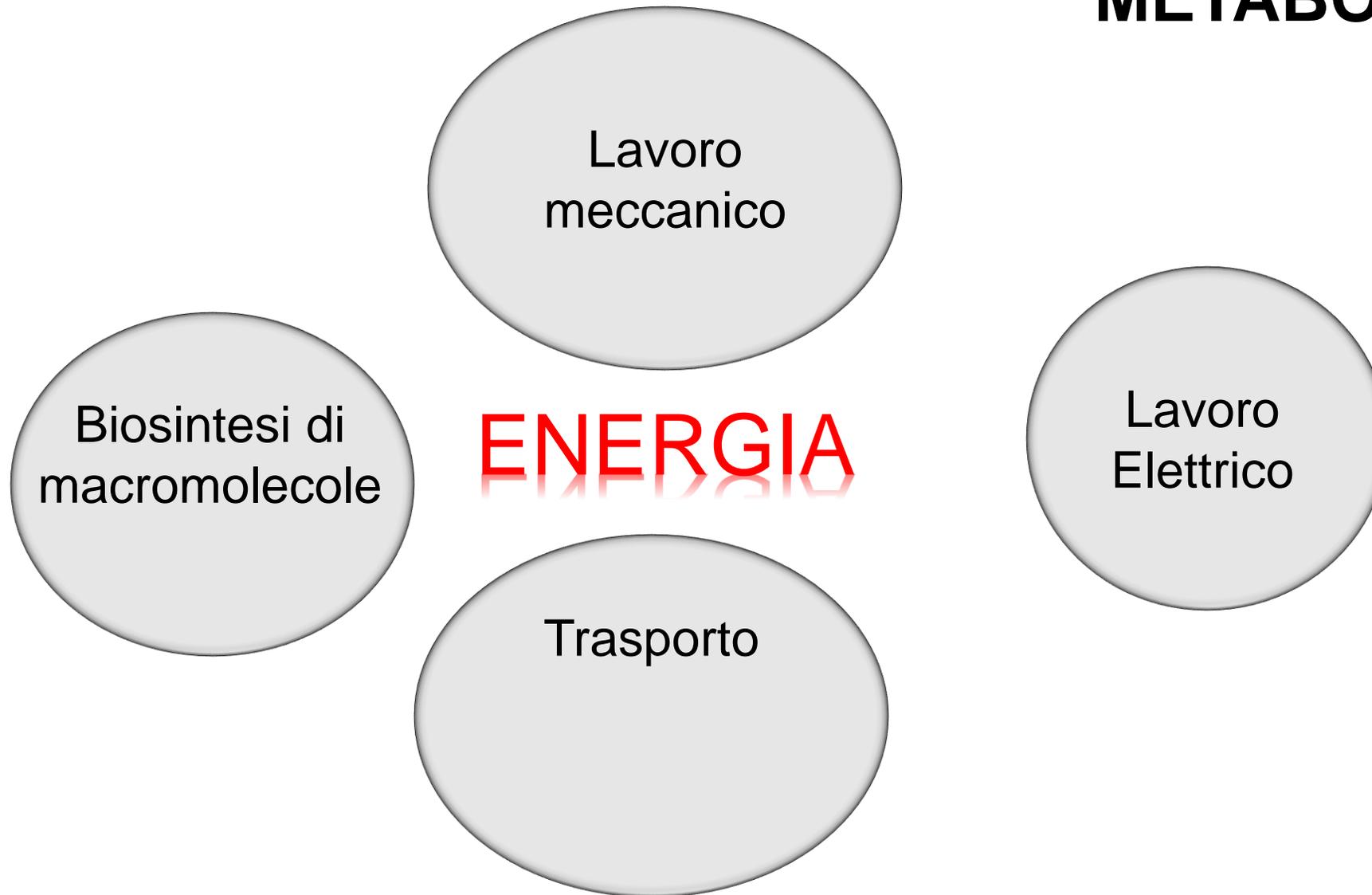
INTRODUZIONE AL METABOLISMO

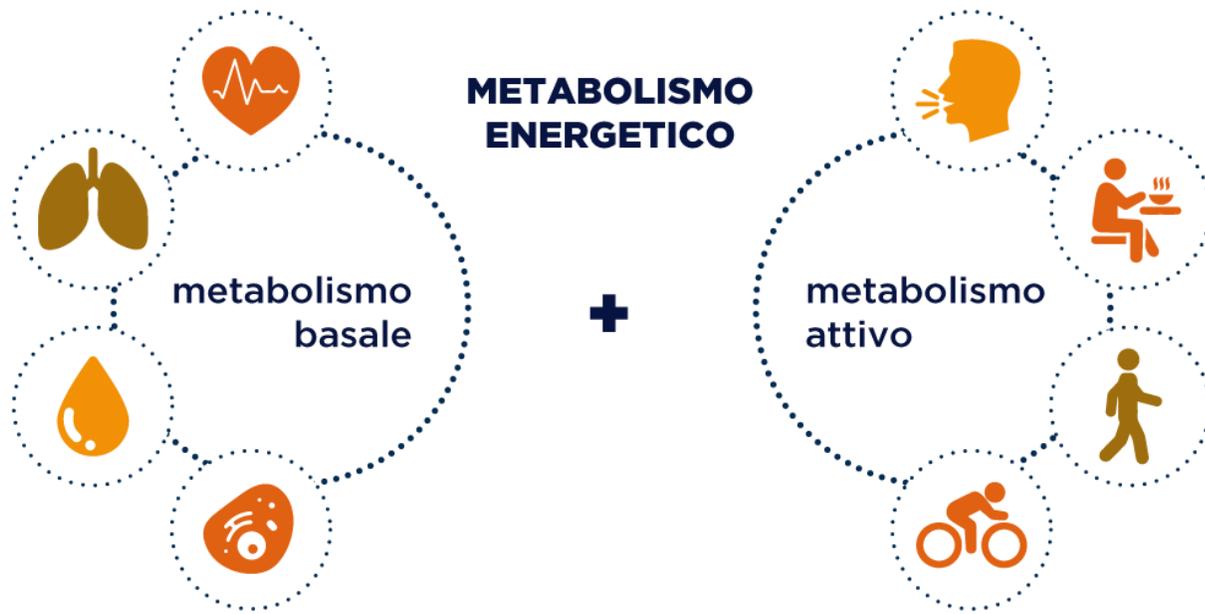


INTRODUZIONE AL METABOLISMO



INTRODUZIONE AL METABOLISMO



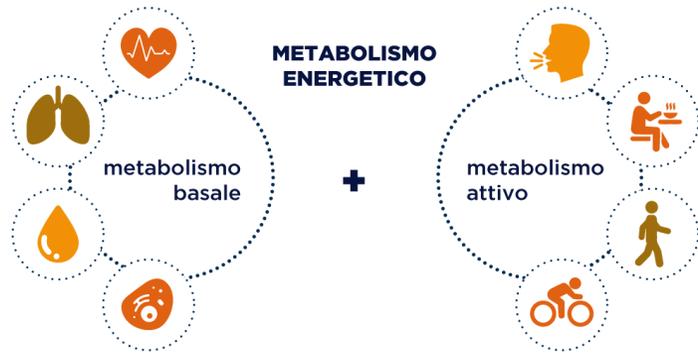


INTRODUZIONE AL METABOLISMO

Metabolismo: insieme delle reazioni chimiche che, in modo coordinato e integrato, degrada e sintetizza le biomolecole cellulari.

Tre funzioni principali:

- ricavare **energia** utile per la cellula attraverso la degradazione di sostanze nutrienti
- convertire i **nutrienti** in molecole utili per la cellula
- **sintetizzare** macromolecole e polimeri a partire dai precursori



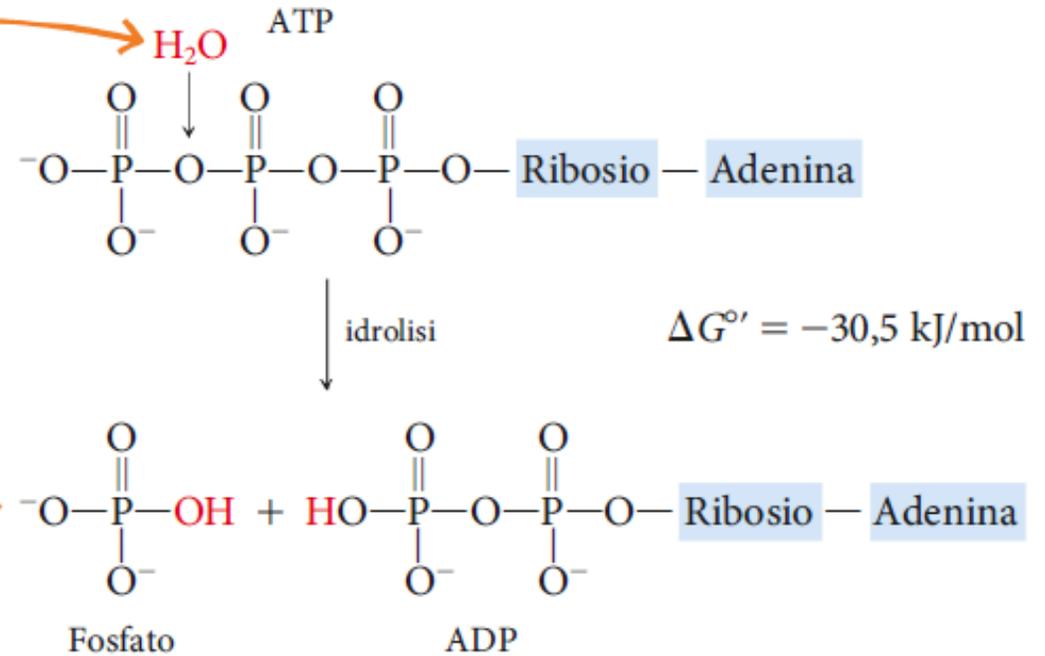
INTRODUZIONE AL METABOLISMO

Funzione I: Ricavare **Energia** utile per la cellula

L'**ATP** è la principale fonte di energia per le reazioni metaboliche, perché è una molecola ad **alta energia di idrolisi**.

La notevole quantità di energia liberata nella reazione di idrolisi dell'ATP è dovuta al fatto che l'ATP è una molecola relativamente **instabile**.

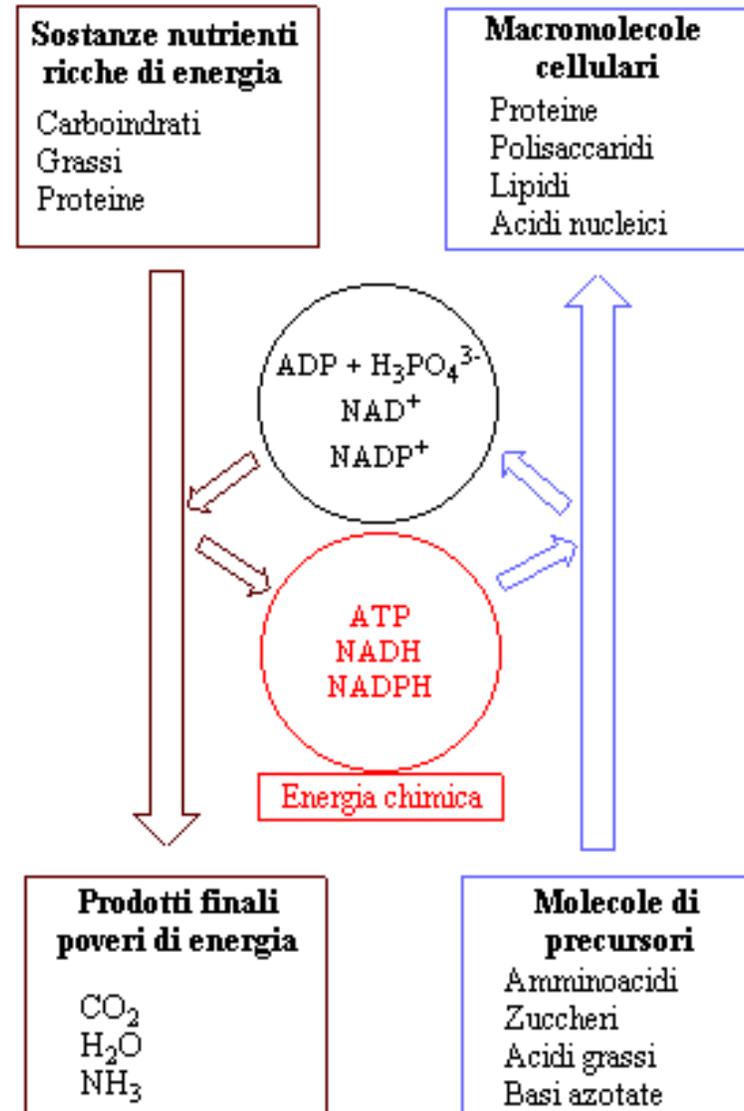
I prodotti della idrolisi dell'ATP, soprattutto lo ione fosfato, sono specie chimiche molto **stabili**.



INTRODUZIONE AL METABOLISMO

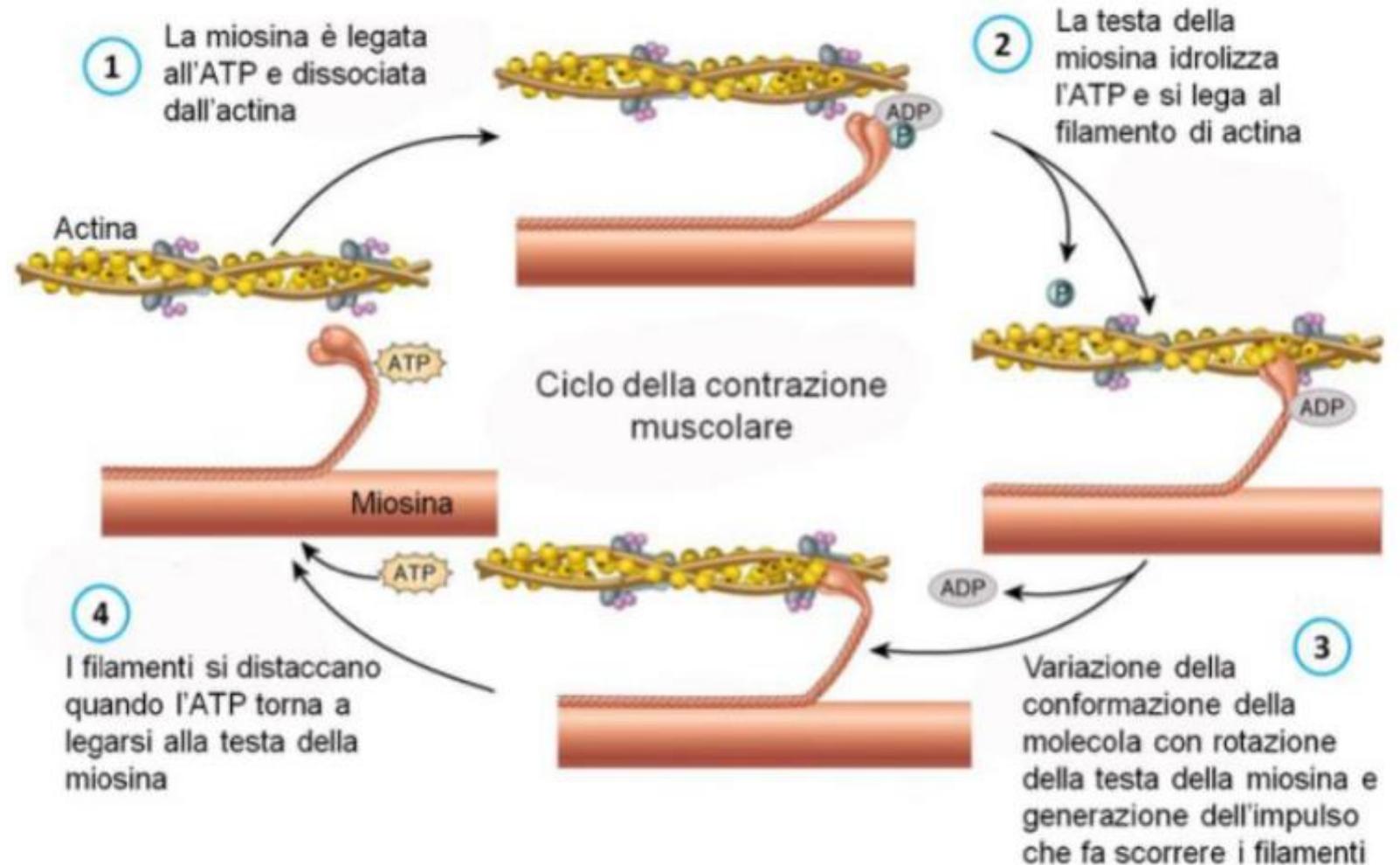
Funzione II: convertire i **nutrienti** in molecole utili per la cellula

Funzione III: sintetizzare macromolecole e polimeri a partire dai precursori



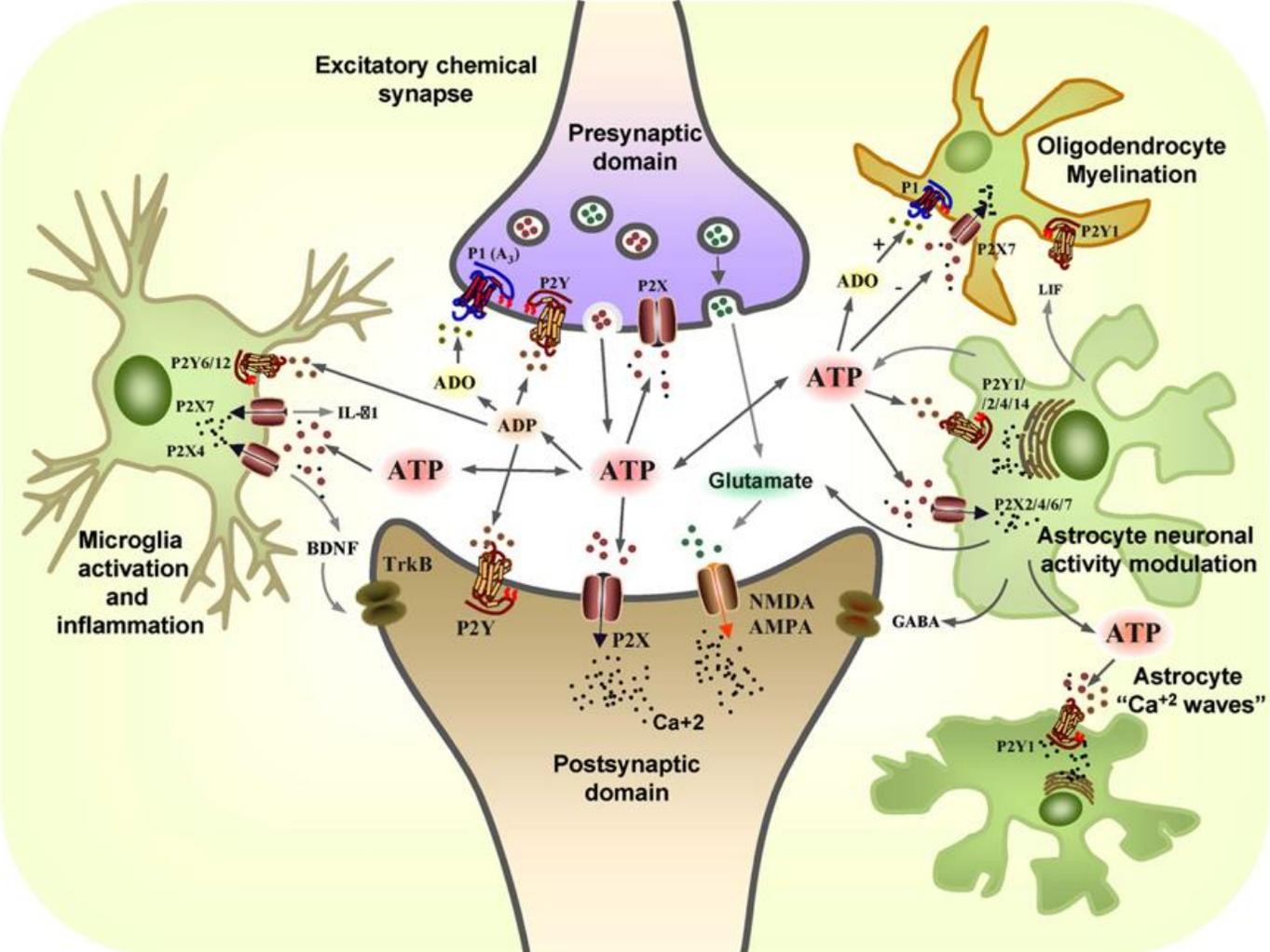
ENERGIA E FUNZIONI CELLULARI

Lavoro
meccanico



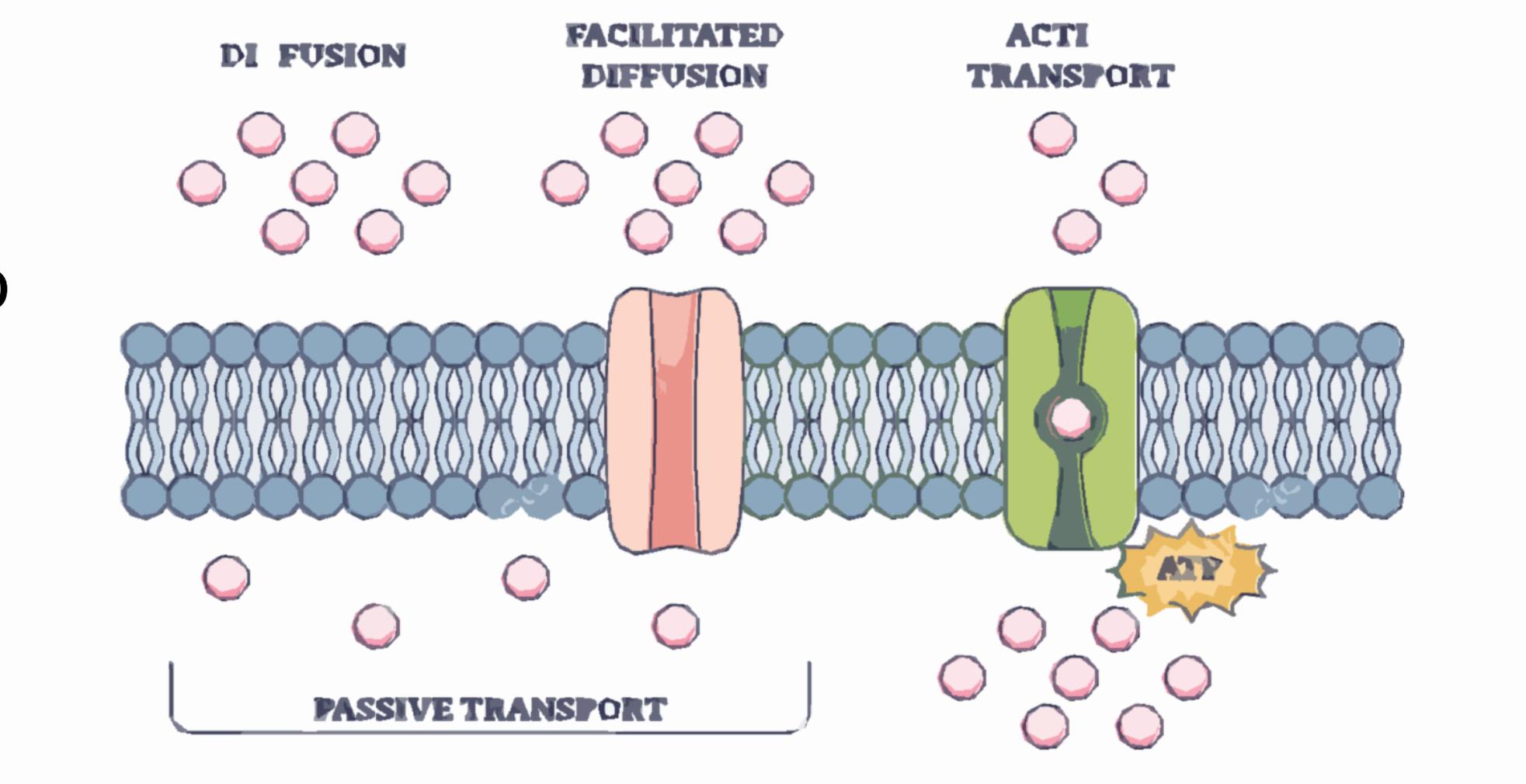
ENERGIA E FUNZIONI CELLULARI

Lavoro
elettrico



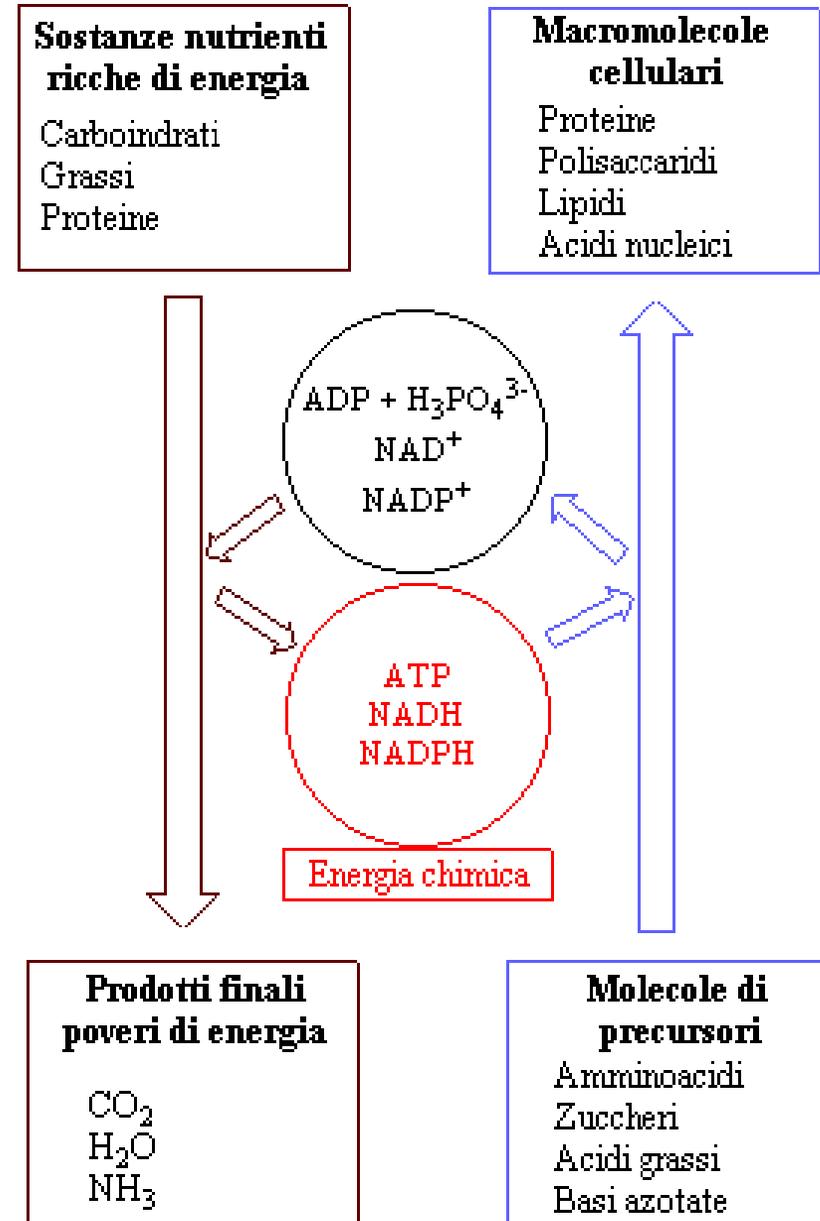
ENERGIA E FUNZIONI CELLULARI

Trasporto

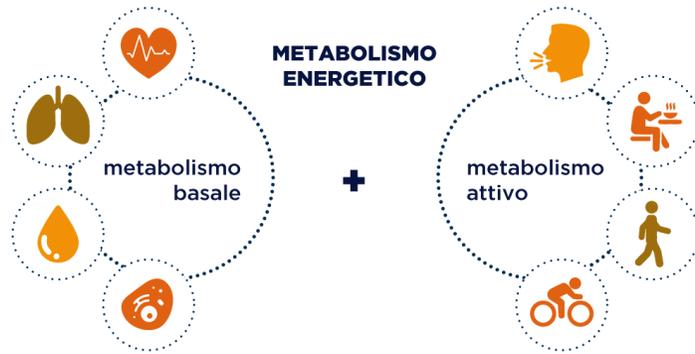


ENERGIA E FUNZIONI CELLULARI

Biosintesi di
Macromolecole
(proteine, acidi
nucleici, lipidi,
carboidrati)



ENERGIA



L'**Energia necessaria** alle principali **funzioni biochimiche e fisiologiche** di una cellula è ottenuta dall'ossidazione di molecole organiche e trasformata in

Energia Chimica: ATP

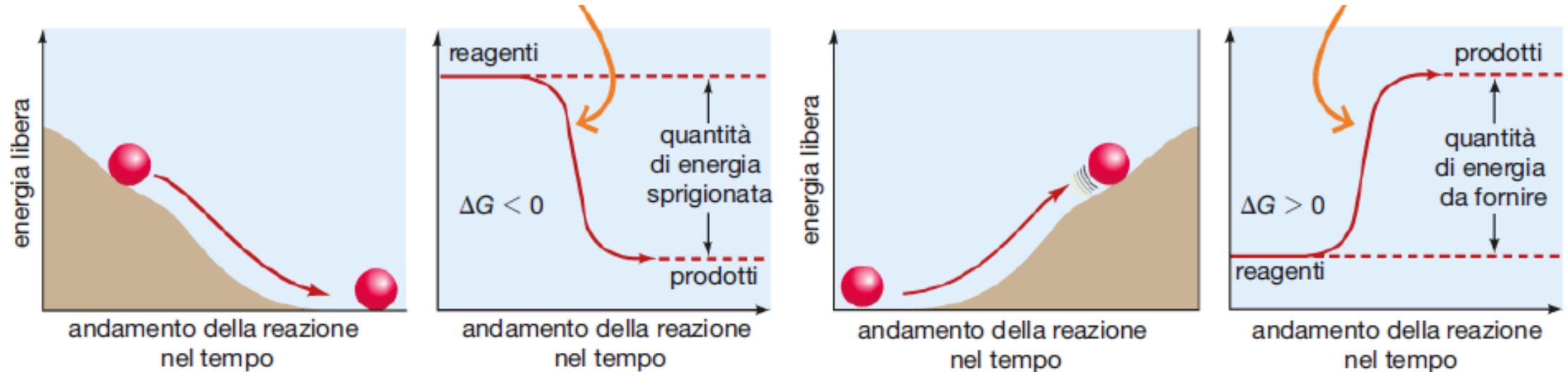


- ATP è il prodotto di scambio delle reazioni cataboliche
- Molecola ad alta «energia di idrolisi» perché l'energia liberata dall'idrolisi dell'ATP è il doppio/triplo di una normale reazione di idrolisi di un legame covalente

ENERGIA

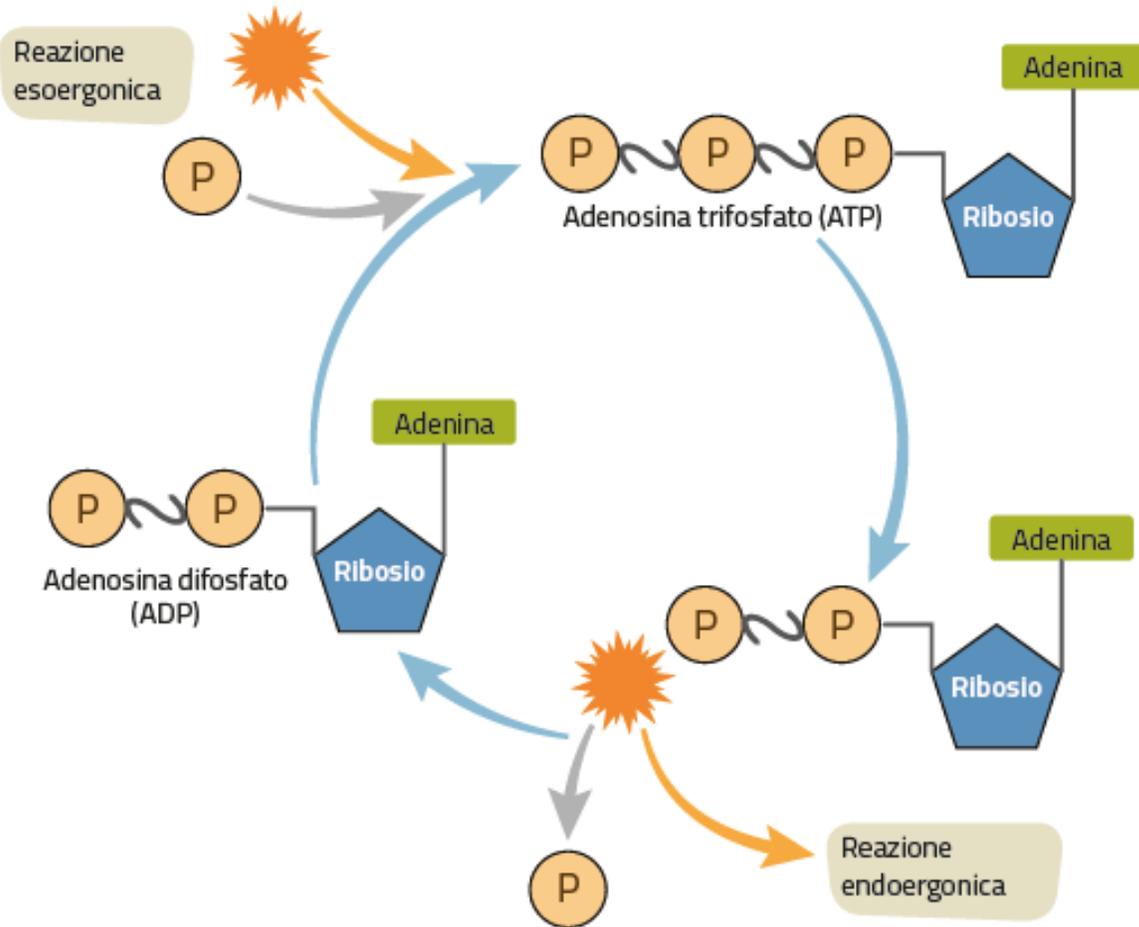
Molte reazioni cataboliche sono **reazioni esoergoniche** che possono avvenire spontaneamente ($\Delta G < 0$).

Molte reazioni anaboliche sono **endoergoniche** ($\Delta G > 0$) e possono svolgersi perché sono **accoppiate** a reazioni fortemente esoergoniche, come la reazione di idrolisi dell'ATP.



Le reazioni termodinamicamente sfavorevoli vengono accoppiate alle reazioni termodinamicamente favorevoli

ENERGIA



Reazioni che liberano Energia:

Prodotti contengono **meno Energia dei Reagenti**



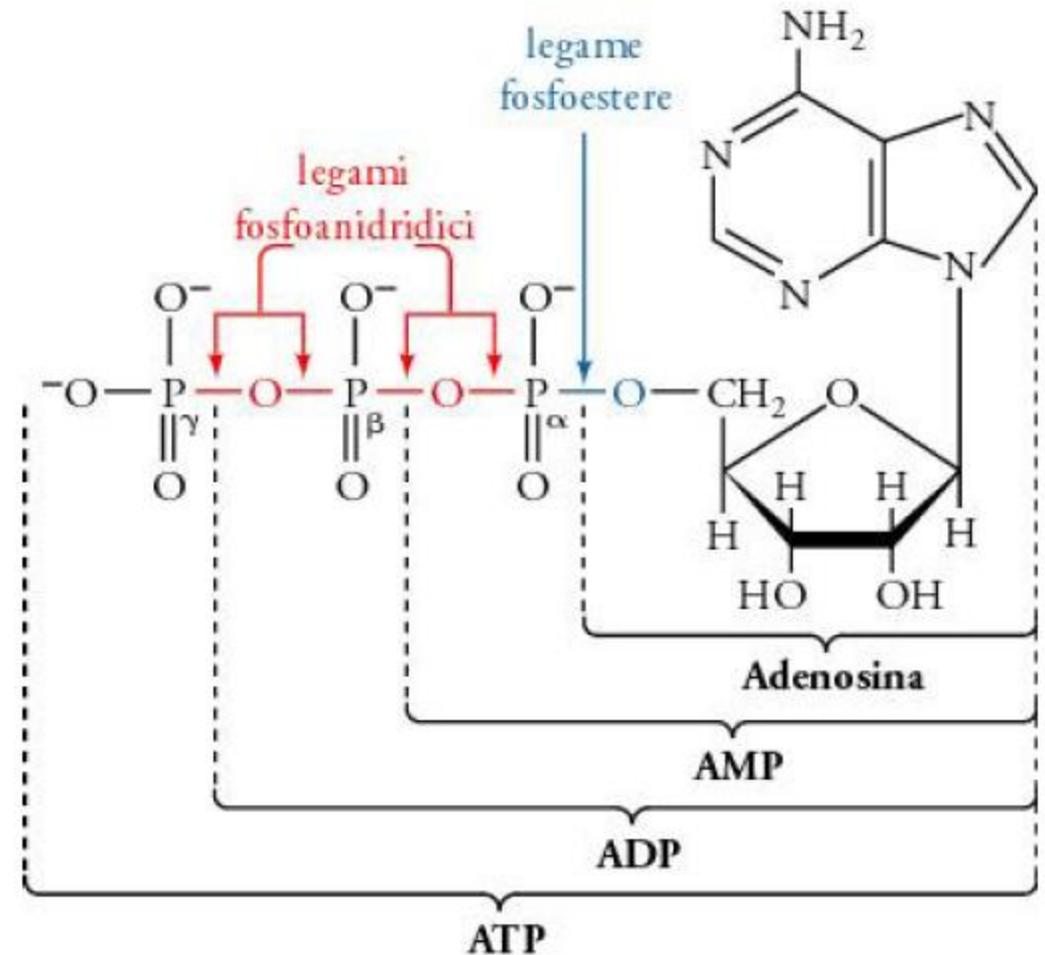
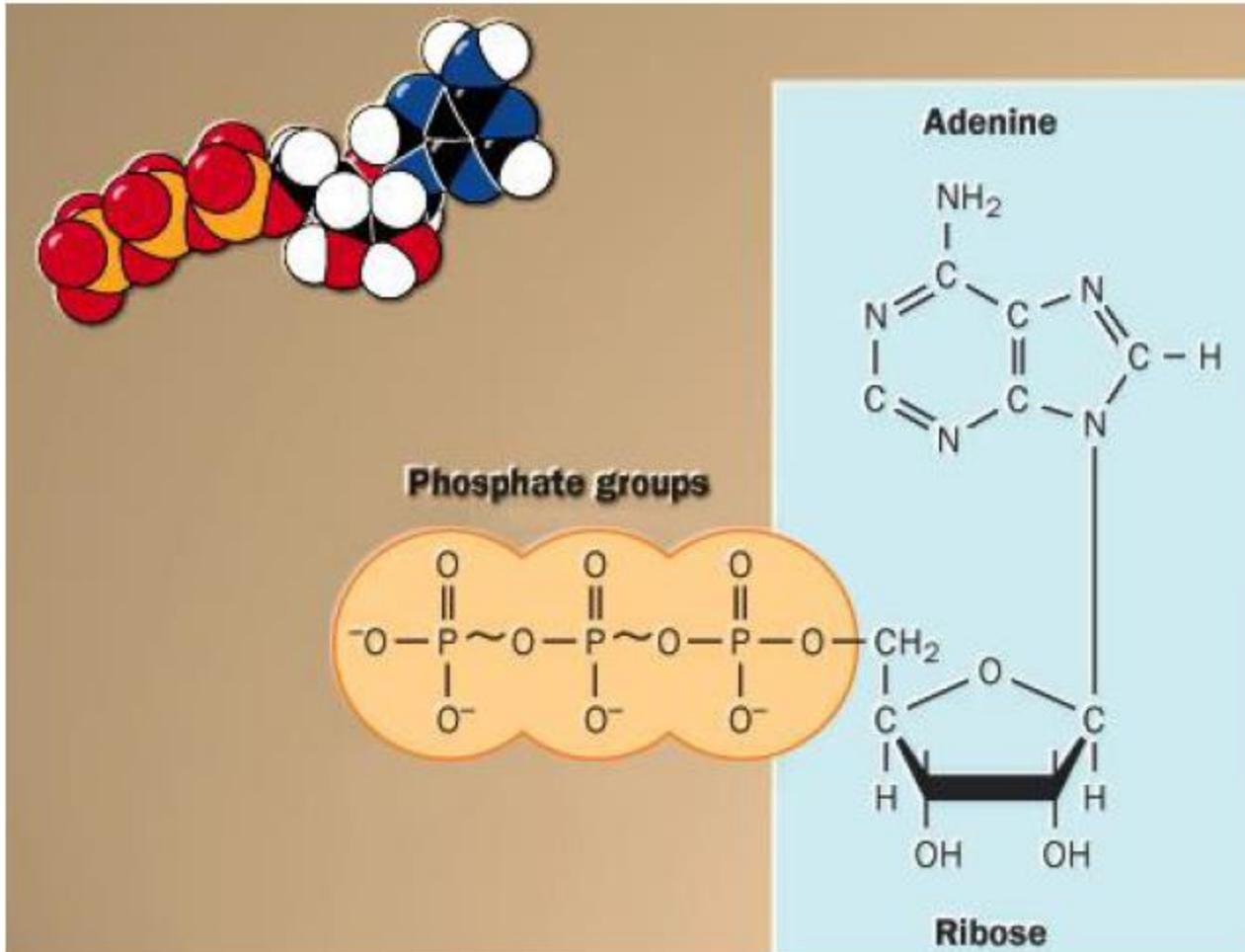
Reazioni che richiedono Energia:

Prodotti che contengono **più Energia dei Reagenti**

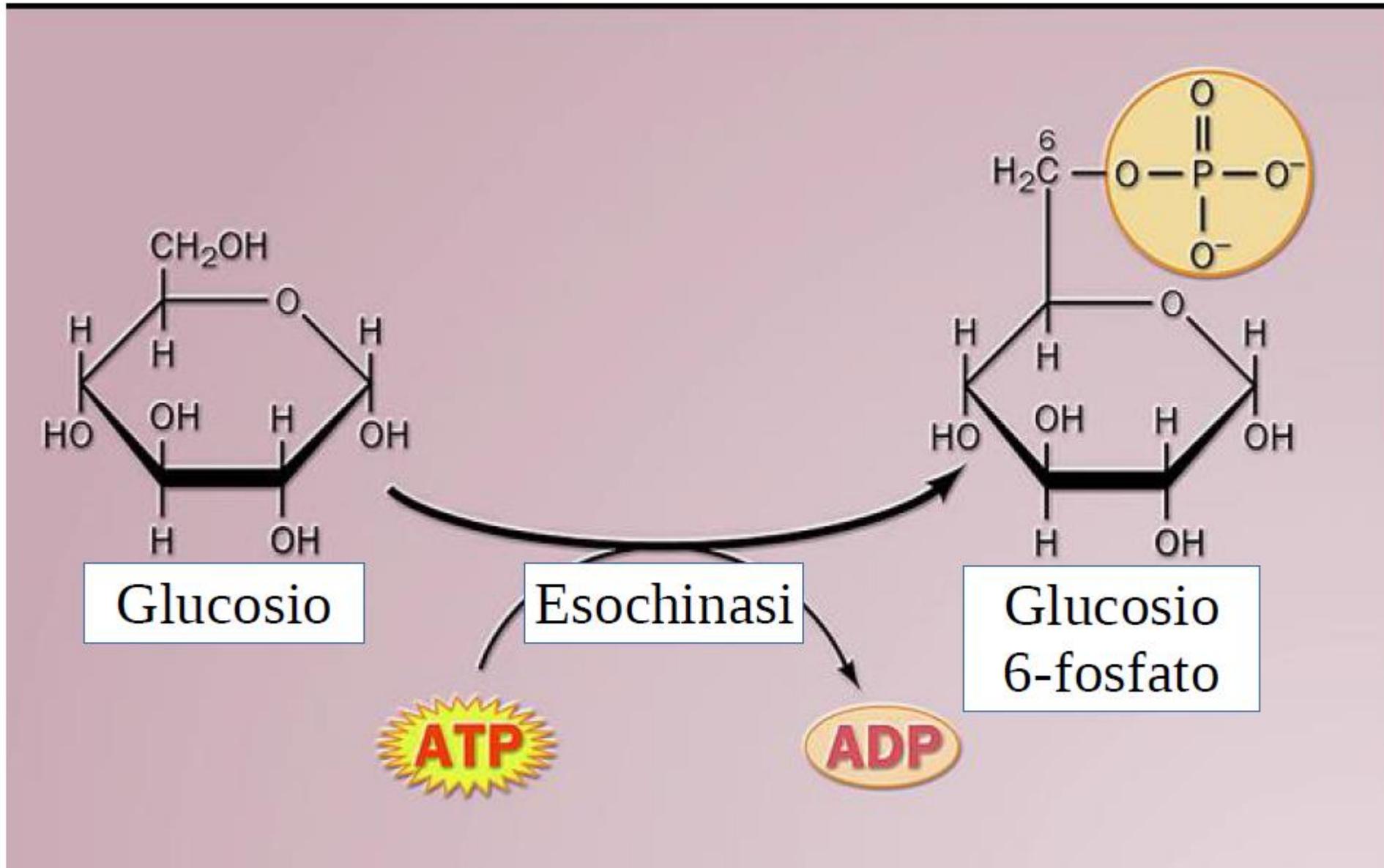
$E_g + \text{piccole molecole} \rightarrow \text{Macromolecole}$

$E_g + \text{amminoacidi} \rightarrow \text{Proteine}$

ATP: Adenosina trifosfato



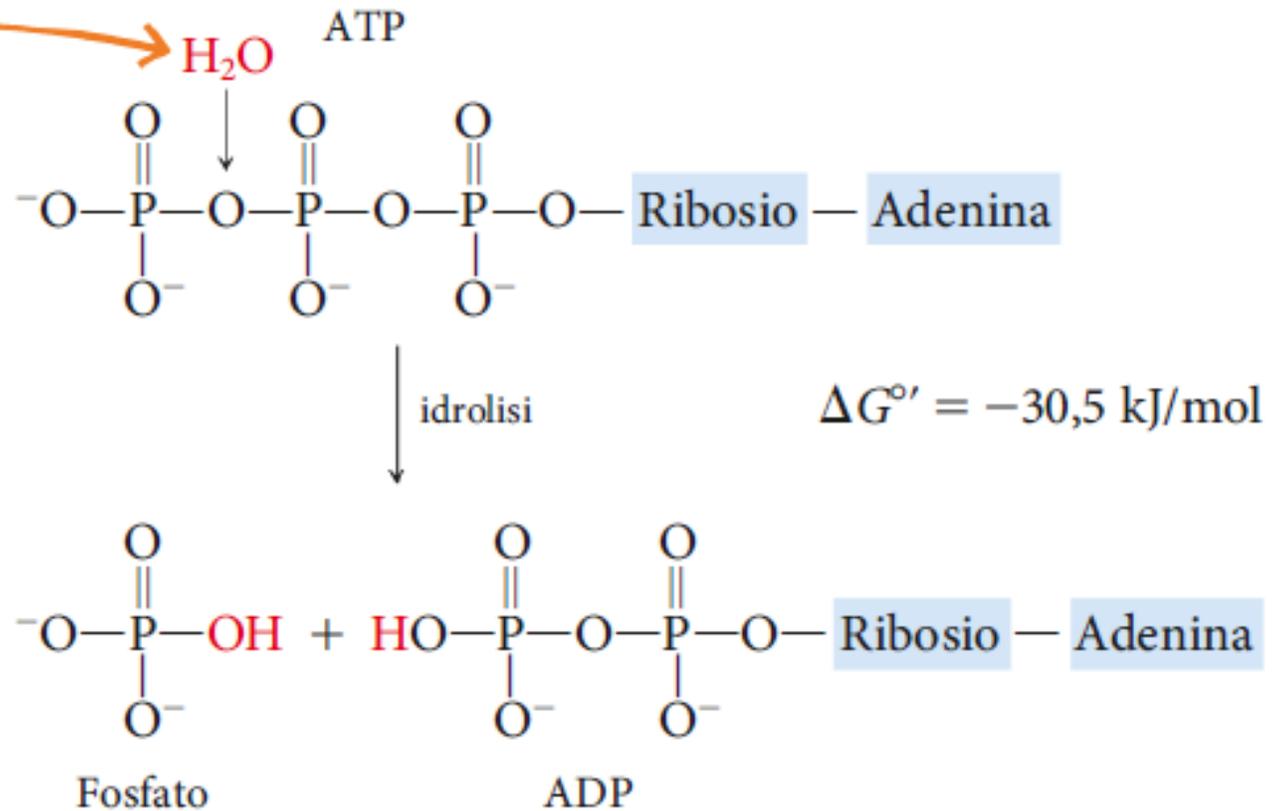
ATP: Coenzima/trasportatore di gruppi fosforici



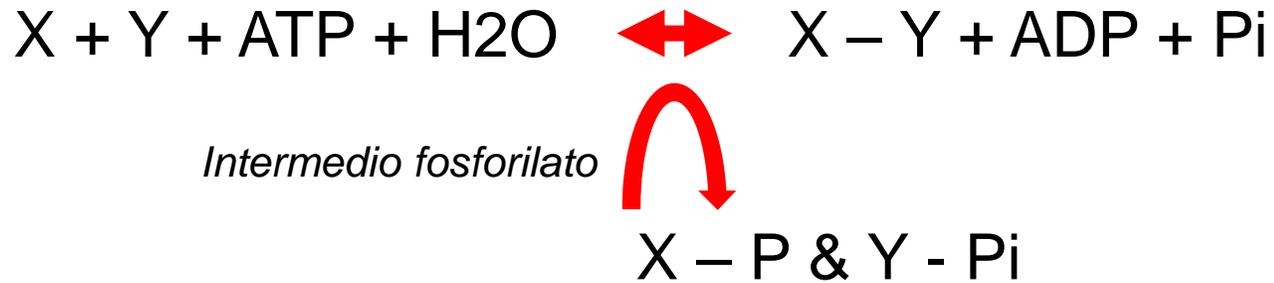
CICLO DELL'ATP

La notevole quantità di energia liberata nella reazione di idrolisi dell'ATP è dovuta al fatto che l'ATP è una molecola relativamente **instabile**.

I prodotti della idrolisi dell'ATP, soprattutto lo ione fosfato, sono specie chimiche molto **stabili**.



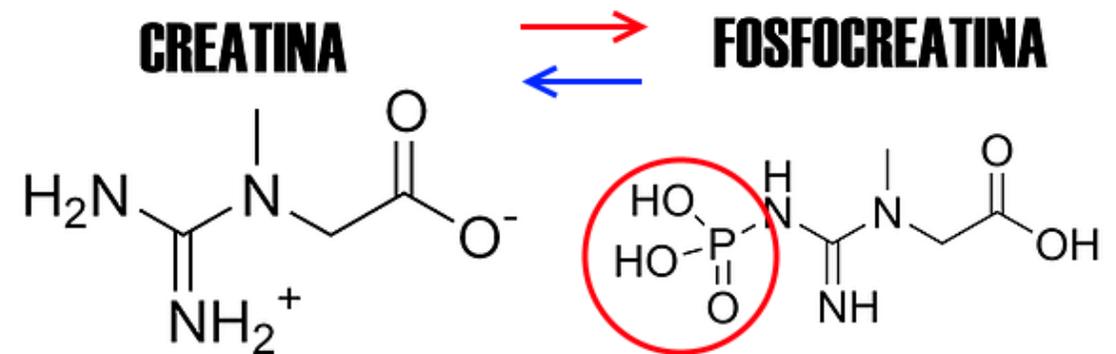
ATP IL MOTORE DI MOLTE REAZIONI CELLULARI



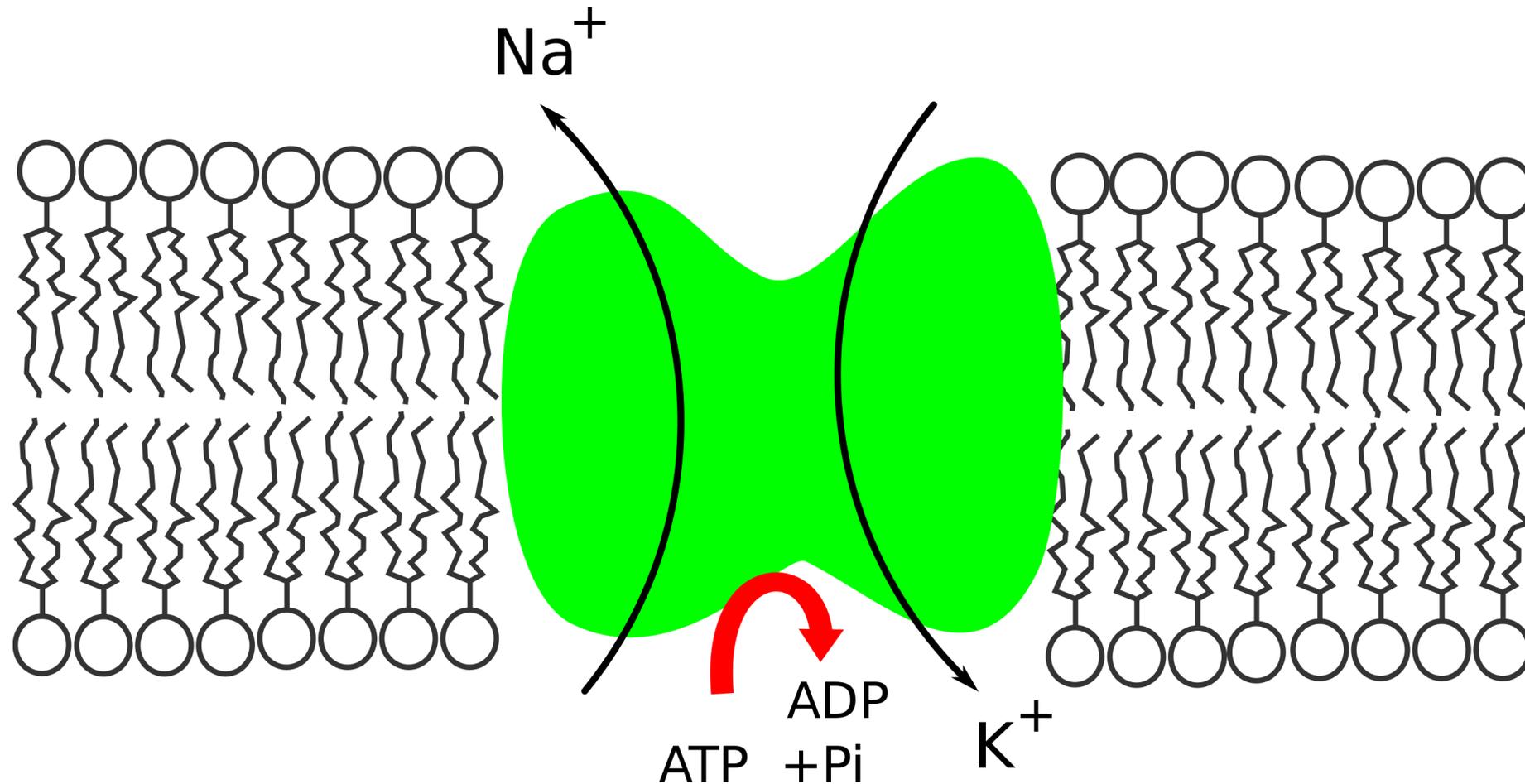
Le miofibre contengono un **composto ad alta Energia: la creatina-P**

Durante la contrazione la creatina-P viene consumata per formare ATP

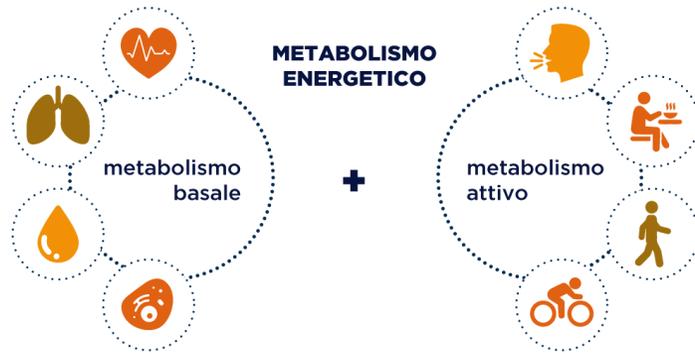
Durante il riposo muscolare, l'ATP viene utilizzato per formare **creatina-P come deposito di gruppi fosforici**.



ATP IL MOTORE DI MOLTE REAZIONI CELLULARI



METABOLISMO

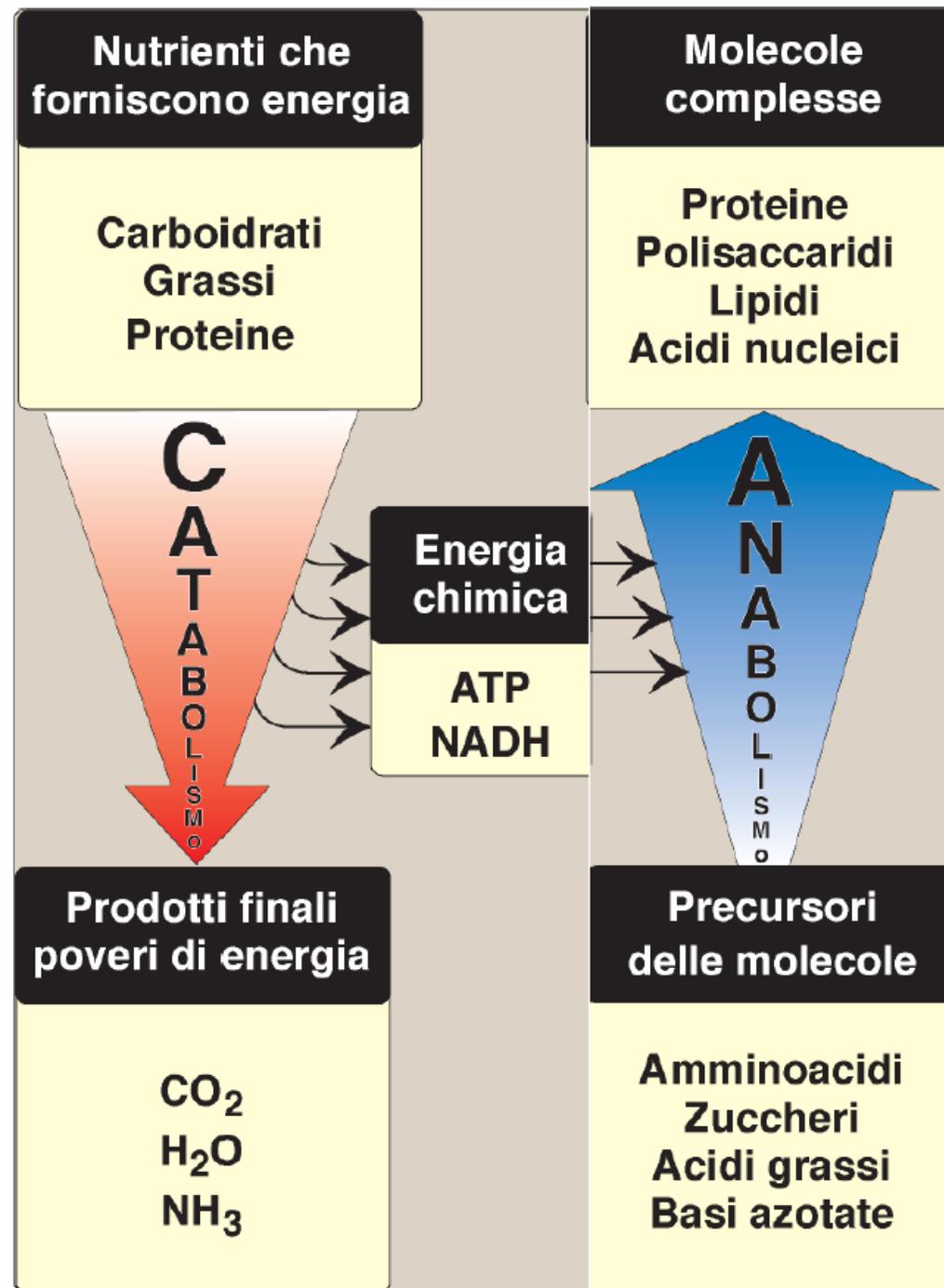


Il metabolismo è costituito da due fasi distinte ma interconnesse:

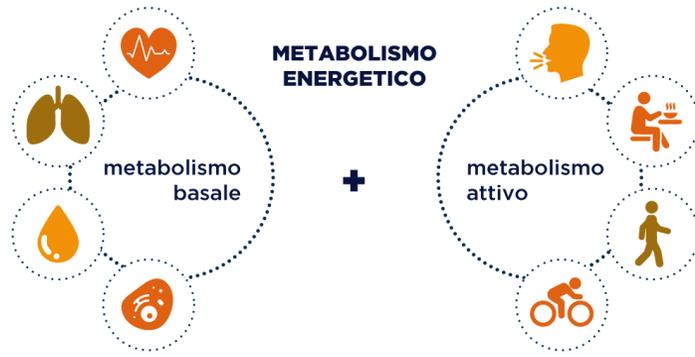
- il **catabolismo** libera energia degradando carboidrati, acidi grassi e amminoacidi e porta alla formazione di prodotti di rifiuto (CO_2 , H_2O , scorie azotate)
- l'**anabolismo** assorbe energia per svolgere reazioni di sintesi e condensazione all'interno delle cellule

Le reazioni del metabolismo sono organizzate in **vie metaboliche**, cioè sequenze di reazioni chimiche catalizzate da enzimi in cui il prodotto della prima reazione è il reagente della seconda, il prodotto di questa è il reagente della terza, e così via fino al prodotto finale della via.

METABOLISMO



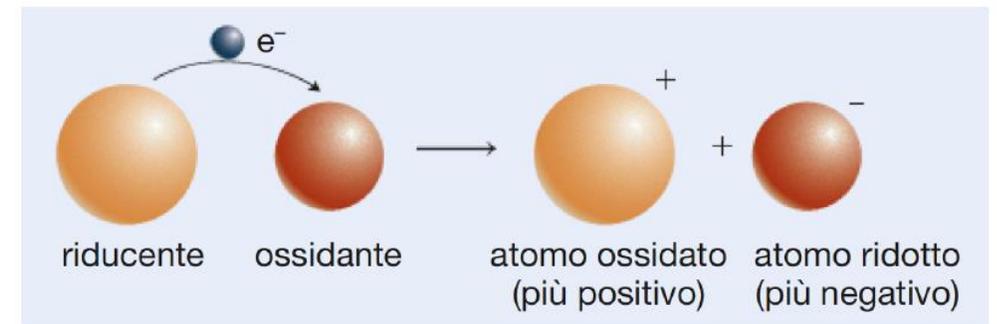
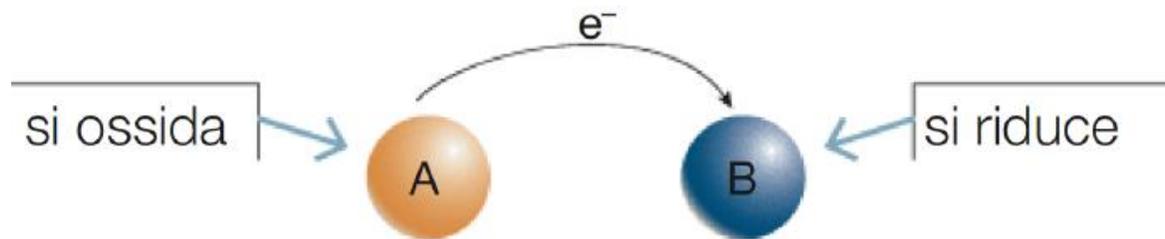
Reazioni di Ossidoriduzione



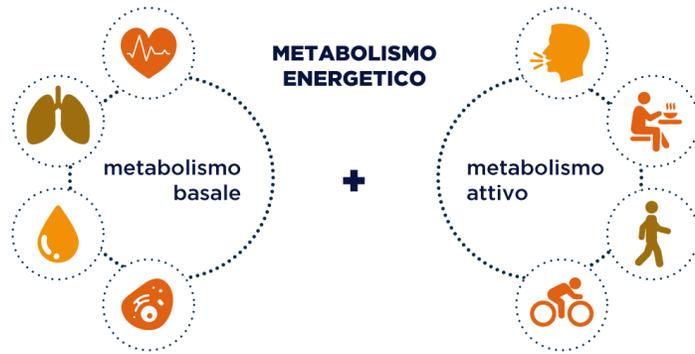
Reazioni di ossidoriduzione

Le **reazioni di ossidoriduzione** o **redox** sono dei processi nei quali certi atomi A cedono elettroni ad altri atomi B che li acquistano.

La cessione di elettroni è detta **ossidazione**: l'atomo A si ossida. L'acquisto di elettroni è detto **riduzione**: l'atomo B si riduce.



METABOLISMO



Il metabolismo energetico di tutti gli organismi si basa su **reazioni di ossidoriduzione**, in cui agenti ossidanti acquistano elettroni dal substrato che deve essere ossidato, riducendosi a loro volta.

Il **FAD** e il **NAD⁺** sono i principali agenti ossidanti delle reazioni redox cellulari.

I due coenzimi legano gli elettroni trasformandosi nella forma ridotta, rispettivamente, **FADH₂** e **NADH**.

FADH₂ e **NADH** trasferiscono gli elettroni nella catena di trasporto elettronico fino all'ossigeno, gettando le basi per la produzione della maggior parte dell'energia.

METABOLISMO

CARBOIDRATI

Forniscono 4 kilocalorie per grammo

Fonte primaria di energia per il cervello e tessuto nervoso

Possono essere utilizzati per sintetizzare aminoacidi, lipidi, acidi nucleici

La dieta deve contenere sia polisaccaridi (amido), che zuccheri più semplici, saccarosio, fruttosio)

METABOLISMO

PROTEINE

Forniscono circa 4 kilocalorie per grammo

Fonte di aminoacidi

Utilizzate per costruire altre proteine, ormoni, fattori di crescita, enzimi, emoglobina, mioglobina.....

Due classi di aminoacidi: essenziali, non essenziali

METABOLISMO

GRASSI

Forniscono circa 9 kilocalorie per grammo

Precursori di molti ormoni

Acidi grassi essenziali: acido linoleico, acido linolenico

METABOLISMO

Minerali e loro funzione

Micronutrienti

- **Calcio** (ossa, denti, funzione muscolare)
- **Fosforo** (ossa, energia, materiale genetico)
- **Sodio**, potassio e cloro (potenziali di membrana)
- **Magnesio** (metabolismo cellulare, enzimi)

Il principale **catione** del liquido **intracellulare** è il **potassio** (K^+)

Il principale **catione** del liquido **extracellulare** è il **sodio** (Na^+)

METABOLISMO

Minerali e loro funzione

- **Ferro** (trasporto dell'ossigeno, metabolismo)
- **Rame** (Enzimi)
- **Iodio** (corretta funzione della tiroide, ormoni T3 e T4)
- **Fluoro** (Denti, non ha altre funzioni)

Ne bastano piccolissime quantità (<100 mg/giorno)

METABOLISMO

VITAMINE

Sono assunte attraverso l'alimentazione.

Sono divise in 2 gruppi:

Solubili in acqua (gruppo B e C)

Liposolubili (A, E, D, K)



- Vitamine che devono essere assunte quotidianamente (Complesso vit B; Vit C)
- Vitamine che possono accumularsi (nel fegato, vit A, vit K, vit D)

METABOLISMO

VITAMINE

- 1) **Vitamina A**: svolge importante ruolo nella **funzione visiva**
- 2) **Vitamine B**: molte sono **coenzimi**
- 3) **Vitamina C**, acido ascorbico: partecipa a numerose reazioni metaboliche (**biosintesi di collagene**, di alcuni aminoacidi e ormoni), **è un antiossidante**
- 4) **Vitamina D**: regola metabolismo del **calcio** ed il processo di mineralizzazione ossea
- 5) **Vitamina K**: importante nella **coagulazione del sangue**

La carenza di vitamine ha sintomi specifici a seconda del tipo di vitamina e può causare diversi disturbi o malattie.



METABOLISMO: take home message

- Il **metabolismo** è l'insieme di reazioni chimiche che vengono utilizzate dalla cellula per procurarsi energia a partire da precursori. Le reazioni che degradano le macromolecole costituiscono il **catabolismo**, quelle che sintetizzano molecole o strutture sopramolecolari costituiscono l'**anabolismo**
- Le vie cataboliche e anaboliche sono connesse e non sono sistemi separati
- Le reazioni metaboliche possono essere efficienti da un punto di vista energetico o sfavorite energeticamente: reazioni esoergoniche ed endoergoniche
- Molte reazioni metaboliche richiedono ATP (esempio pompa sodio potassio)
- **L'ATP** è la più efficiente «moneta di scambio» energetica, che si produce dall'ossidazione di sostanze organiche