

BIOENERGETICA

L'ENERGIA DELLA VITA

AVVERTENZA SULL'USO DEL MATERIALE DIDATTICO FORNITO AGLI STUDENTI

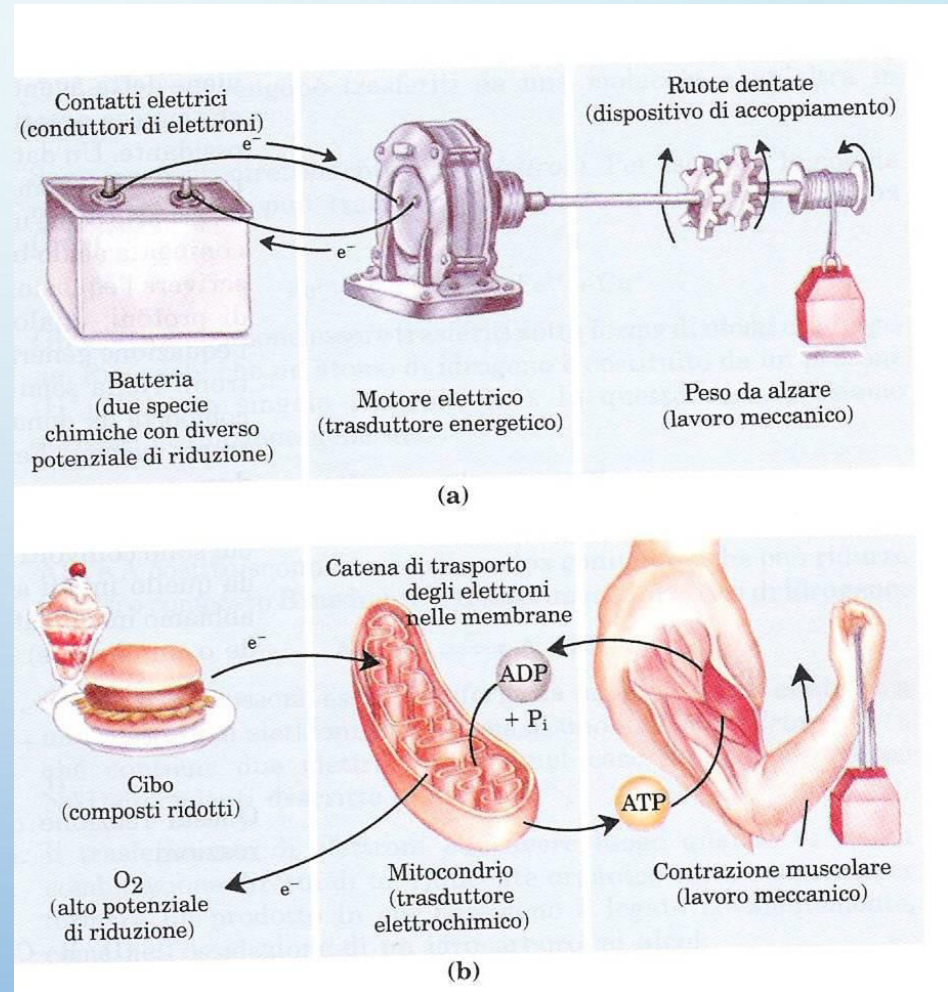
**L'USO DEL MATERIALE DIDATTICO FORNITO AGLI STUDENTI DEVE ESSERE
CONSIDERATO STRETTAMENTE PERSONALE E LA SUA DISTRIBUZIONE DEVE
ESSERE IN OGNI CASO AUTORIZZATA DAL DOCENTE**

LE CELLULE CONVERTONO DIVERSE FORME DI ENERGIA

- GLI ORGANISMI RICHIEDONO UN CONTINUO APPORTO DI **ENERGIA** LIBERA PER 3 SCOPI PRINCIPALI:
 1. **PRODUZIONE DI UN LAVORO MECCANICO** DURANTE LA CONTRAZIONE MUSCOLARE ED IN ALTRI MOVIMENTI CELLULARI
 2. **TRASPORTO ATTIVO** DI MOLECOLE ED IONI
 3. **SINTESI** DI MACROMOLECOLE A PARTIRE DA PRECURSORI SEMPLICI

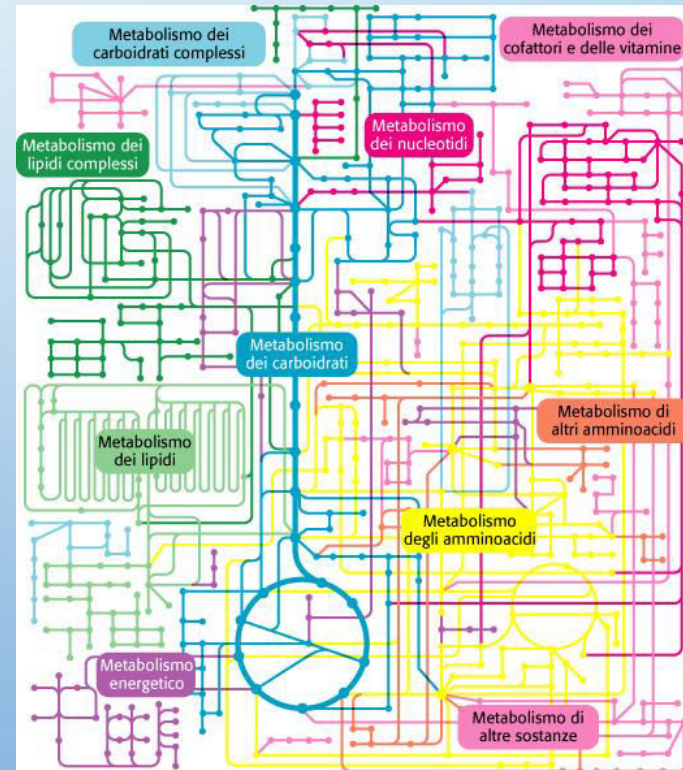
• L'ENERGIA

CHIMICA OTTENUTA DALL'OSSIDAZIONE DI COMPOSTI ORGANICI DEL CARBONIO PUÒ ESSERE UTILIZZATA PER TALI SCOPI.



- IN OGNI ISTANTE ALL'INTERNO DELLA CELLULA AVVENGONO **MIGLIAIA** DI CONVERSIONI DI **ENERGIA**.
- L' **ENERGIA** VIENE ESTRATTA DALLE SOSTANZE NUTRIENTI **OSSIDABILI** E VIENE UTILIZZATA PER ALIMENTARE I PROCESSI DI **BIOSINTESI**.

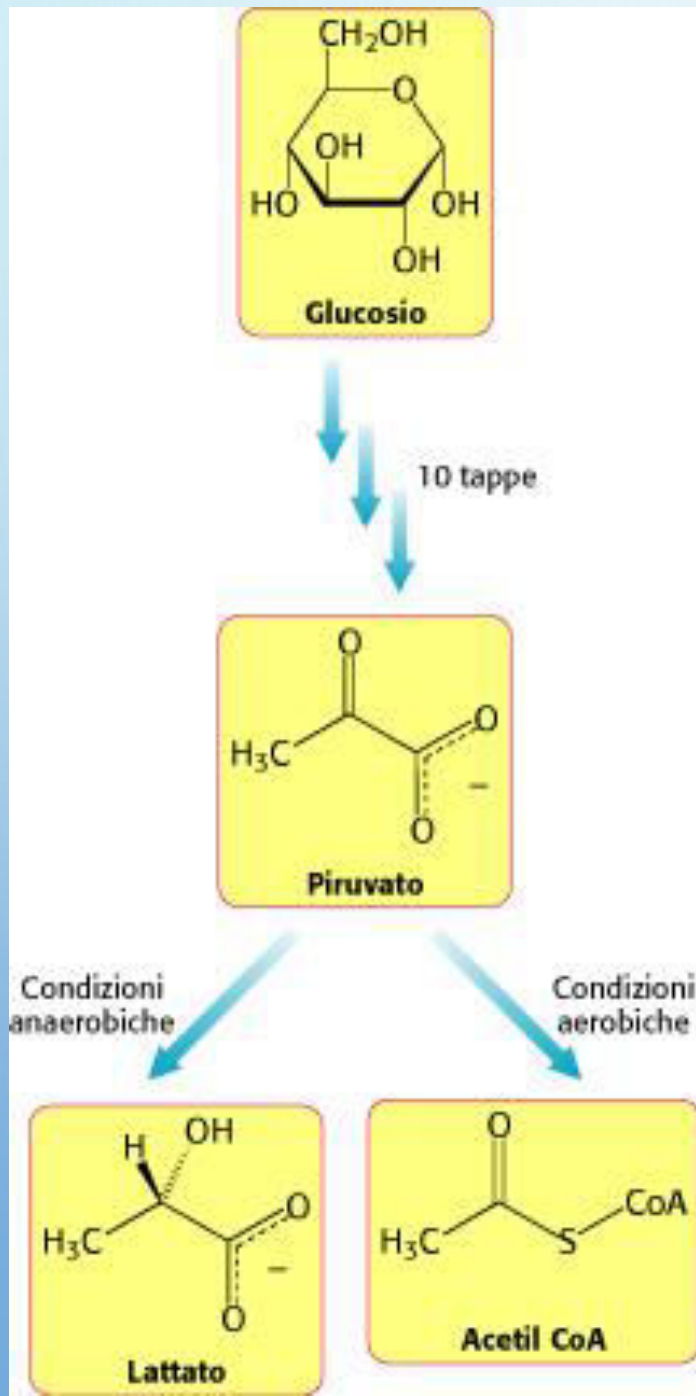
Queste trasformazioni costituiscono il metabolismo o metabolismo intermedio



- IL METABOLISMO È ESSENZIALMENTE UNA SERIE DI REAZIONI CHE PARTONO DA UNA SPECIFICA MOLECOLA E LA CONVERTONO IN QUALCHE ALTRA MOLECOLA O IN ALTRE MOLECOLE IN MODO MOLTO ACCURATO, MEDIANTE NUMEROSI PASSAGGI

METABOLISMO DEL GLUCOSIO

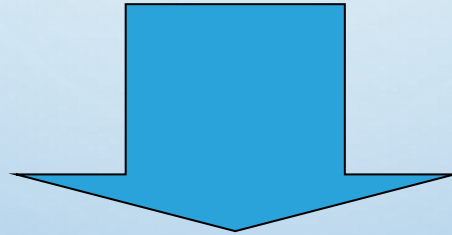
- IL GLUCOSIO VIENE METABOLIZZATO A PIRUVATO IN 10 REAZIONI SEQUENZIALI. GLI ATOMI DI C DERIVATI DAL GLUCOSIO VENGONO SUCCESSIVAMENTE OSSIDATI A CO_2 .



- UNA REAZIONE TERMODINAMICAMENTE SFAVOREVOLE PUÒ ESSERE RESA POSSIBILE DA UNA REAZIONE FAVOREVOLE A CUI È ACCOPPIATA.
- QUINDI LE VIE METABOLICHE SONO FORMATE DALL'ACCOPPIAMENTO DI REAZIONI CATALIZZATE DA ENZIMI TALI DA RENDERE POSSIBILE IL PROCESSO

ATP

- UNA PARTE DELL'**ENERGIA** LIBERA OTTENUTA DALL'OSSIDAZIONE DELLE SOSTANZE NUTRIENTI E DELL' **ENERGIA** DELLA LUCE SOLARE VIENE TRASFORMATA IN QUESTA MOLECOLA



**MONETA ENERGETICA UNIVERSALE
NEI SISTEMI BIOLOGICI**

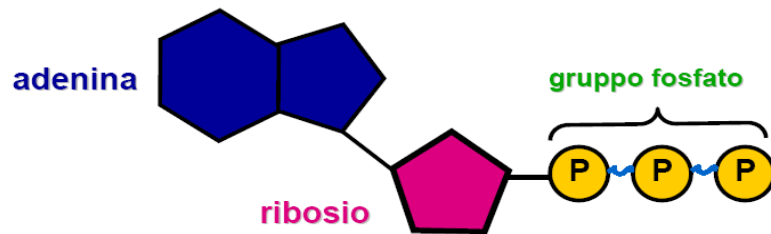
L'ADENOSINA TRIFOSFATO = ATP

Composto ad ALTO POTENZIALE ENERGETICO

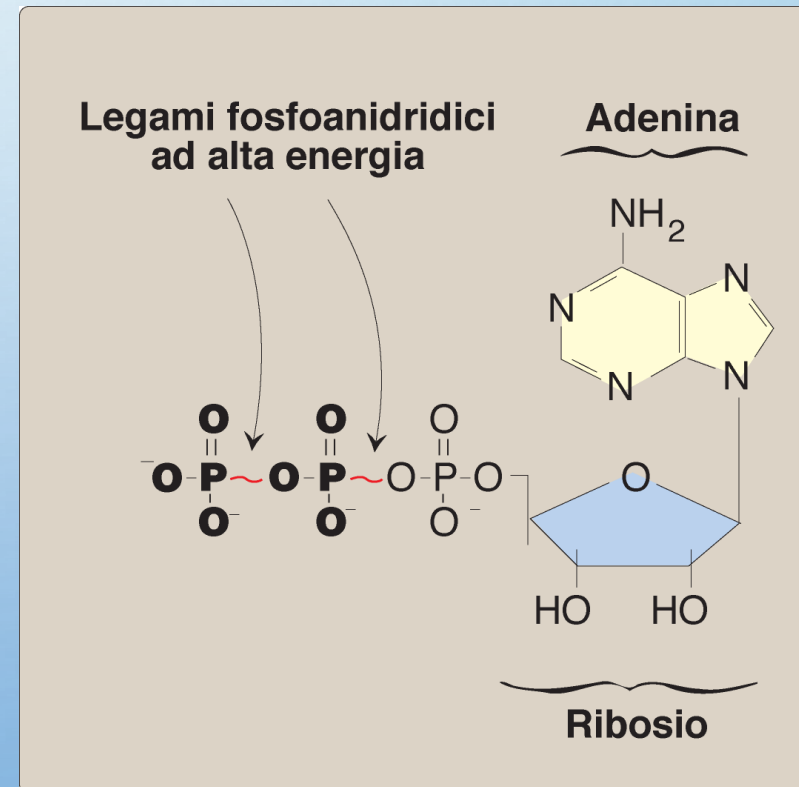
ATP = ADENOSINA TRIFOSFATO
E' il principale intermedio ad alto contenuto energetico nelle cellule viventi

Componenti:

1. adenina: base azotata
2. ribosio: pentoso
3. gruppo fosfato : catena di tre



L'**ATP** è un nucleotide costituito da adenina, ribosio e da un gruppo trifosforico (ATP= adenosin-trifosfato)



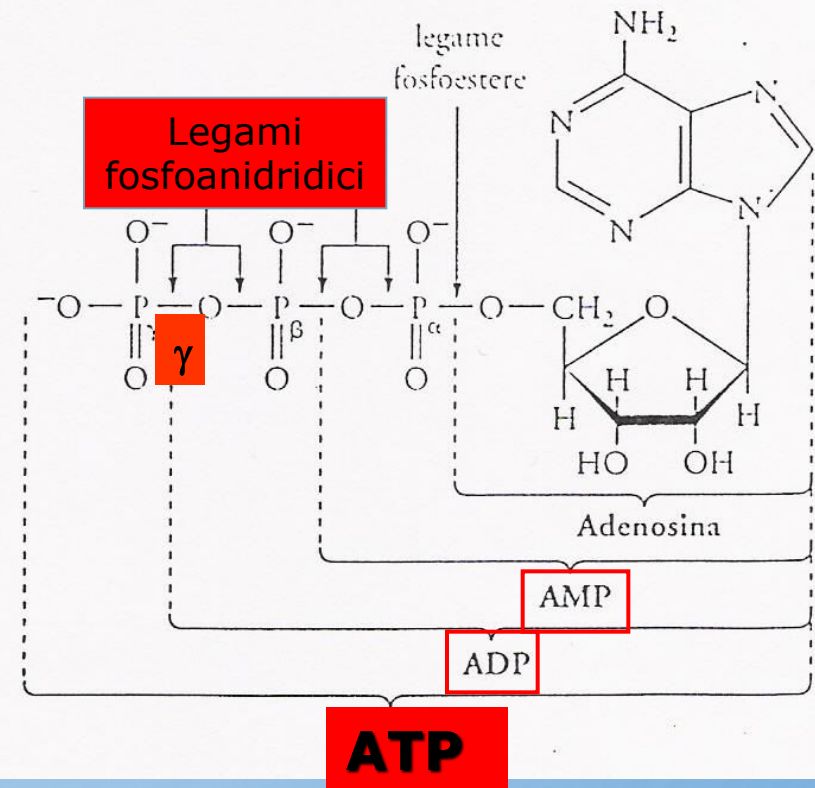
ATP

L'ATP è un DONATORE IMMEDIATO DI ENERGIA LIBERA

In condizioni normali, una molecola di ATP è consumata circa 1 minuto dopo la sua sintesi
→ **TURNOVER** dell'ATP è molto rapido

A riposo, consumati 40 Kg in 24 ore

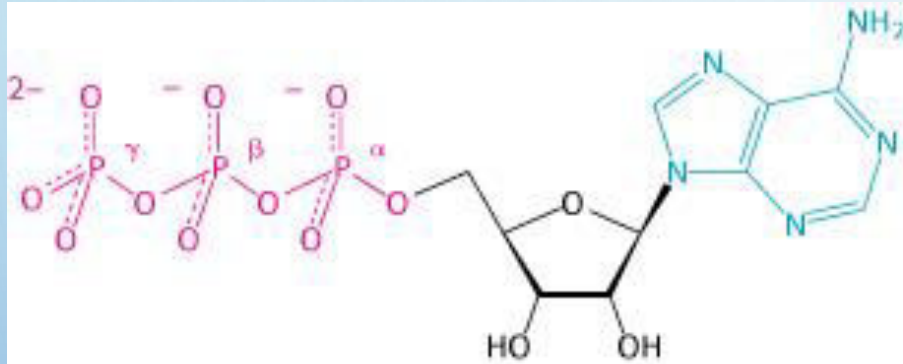
Sotto sforzo, anche 0,5 kg/minuto



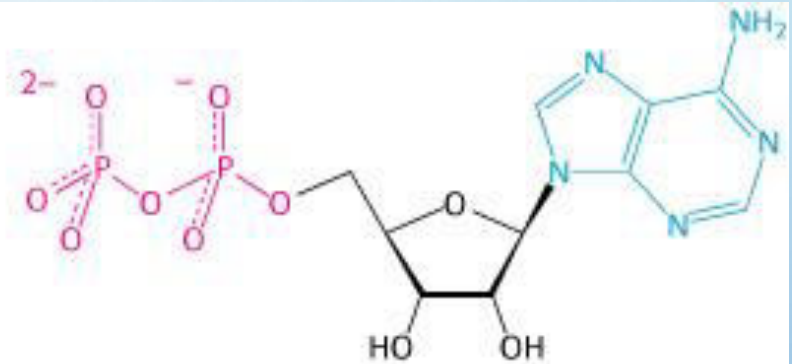
- **ENERGIA LEGAME = 7,3
KCAL/MOLE**

11

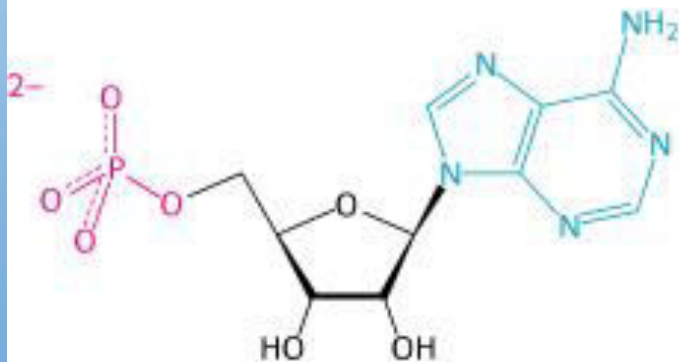
ADENOSINA TRI-FOSFATO = ATP
ADENOSINA DI-FOSFATO = ADP
ADENOSINA MONO-FOSFATO = AMP



Adenosina trifosfato (ATP)



Adenosina difosfato (ADP)



Adenosina monofosfato (AMP)

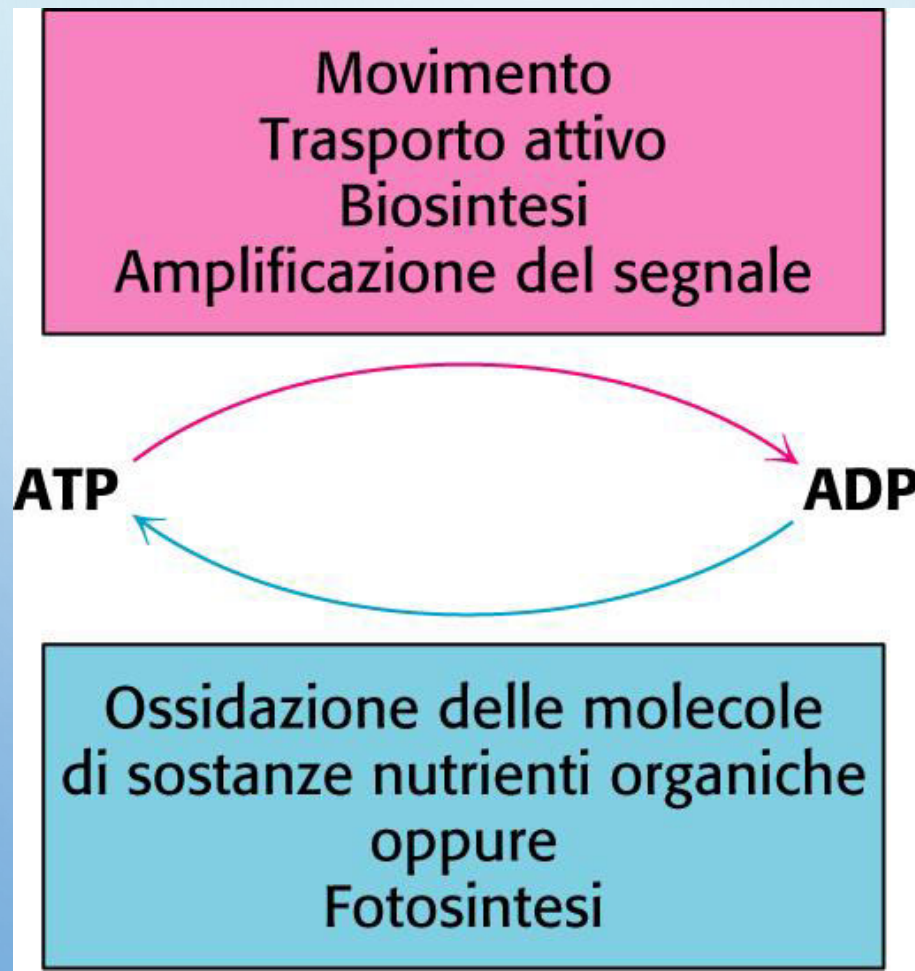
L'**ATP** È UNA MOLECOLE RICCA DI
ENERGIA POICHÉ IL SUO GRUPPO
TRI-FOSFORICO CONTIENE 2 LEGAMI
FOSFO-ANIDRIDICI

**VIENE LIBERATA UNA GRAN QUANTITÀ
DI ENERGIA:**

QUANDO L'ATP VIENE IDROLIZZATO
AD ADENOSINA DIFOSFATO (ADP) E
ORTOFOSFATO (PI) ~ **-7,3** KCAL/MOL

- L'IDROLISI DELL'ATP FAVORISCE IL METABOLISMO SPOSTANDO L'EQUILIBRIO DELLE REAZIONI ACCOPPIATE.
- SI PUÒ CONVERTIRE UNA SEQUENZA DI REAZIONI TERMODINAMICAMENTE SFAVOREVOLE IN UNA SEQUENZA FAVOREVOLE, ACCOPPIANDOLA ALL'IDROLISI DI UN NUMERO SUFFICIENTE DI MOLECOLE DI ATP

IL CICLO ATP-ADP È IL SISTEMA FONDAMENTALE PER LO SCAMBIO DI ENERGIA NEI SISTEMI BIOLOGICI



- I COMPOSTI AD ALTO POTENZIALE DI TRASFERIMENTO DEL GRUPPO FOSFORICO POSSONO ACCOPPIARE L'OSSIDAZIONE DI UN ATOMO DI CARBONIO ALLA SINTESI DELL'ATP.
- L' **ENERGIA** DI OSSIDAZIONE VIENE INIZIALMENTE CATTURATA SOTTO FORMA DI UN COMPOSTO CONTENENTE GRUPPO FOSFORICO AD ALTA **ENERGIA** E POI VIENE UTILIZZATA PER FORMARE ATP.

L'ESTRAZIONE DELL'ENERGIA DALLE SOSTANZE NUTRIENTI AVVIENE IN 3 FASI:

- **1^a FASE:** I GRANDI POLIMERI VENGONO DEGRADATI IN UNITÀ PIÙ PICCOLE (TAPPA PREPARATORIA).
- **2^a FASE:** QUESTE PICCOLE MOLECOLE VENGONO DEGRADATE AD UN NUMERO MOLTO PICCOLO DI UNITÀ SEMPLICI, CHE SVOLGONO UNA FUNZIONE FONDAMENTALE NEL METABOLISMO (SI OTTIENE ACETIL-COA).
- **3^a FASE:** PRODOTTO ATP DALL'OSSIDAZIONE COMPLETA DELL'UNITÀ ACETILE PRESENTE NELL'ACETIL-COA (CICLO DI KREBS E FOSFORILAZIONE OSSIDATIVA)

LA CARICA ENERGETICA REGOLA IL METABOLISMO

- CONCENTRAZIONI ELEVATE DI ATP **INIBISCONO** LA VELOCITÀ DELLE VIE CHE PORTANO ALLA GENERAZIONE DELL'ATP (VIE CATABOLICHE) E **STIMOLANO** LE VIE CHE UTILIZZANO L'ATP (VIE ANABOLICHE)

INTRODUZIONE AL METABOLISMO

METABOLISMO

- DAL GRECO
TRASFORMAZIONE



- E' L'INSIEME DELLE
TRASFORMAZIONI CHIMICHE CHE
SI VERIFICANO IN TUTTE LE
CELLULE IN MODO COORDINATO
ED INTEGRATO.

VIA METABOLICA

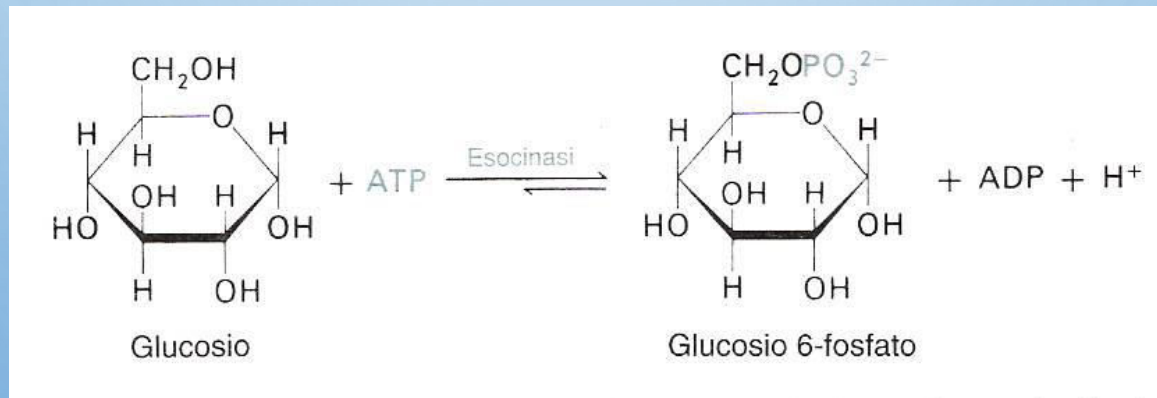
- ❖ UNA **VIA METABOLICA** È UNA SEQUENZA DI REAZIONI CHIMICHE, CIASCUNA CATALIZZATA DA UN **ENZIMA**, IL CUI PRODOTTO È SUBSTRATO DELLA REAZIONE SUCCESSIVA:



- ❖ **METABOLITA**: OGNI SOSTANZA CHE PARTECIPA AD UNA REAZIONE METABOLICA (SUBSTRATO, INTERMEDIO, PRODOTTO).
- ❖ LA VELOCITÀ DI UNA VIA METABOLICA PUÒ ESSERE **REGOLATA** CONTROLLANDO L'ATTIVITÀ DI UNO DEGLI ENZIMI.

- **MOLTI SUBSTRATI DEVONO ESSERE MODIFICATI CHIMICAMENTE IN MODO DA POSSEDERE UN MAGGIORE CONTENUTO ENERGETICO E QUINDI UNA MIGLIORE REATTIVITÀ CHIMICA (ATTIVATI).**

✦ Es. il **glucosio** viene **attivato** mediante una fosforilazione in posizione 1 o 6.



ESEMPI DI TRASFORMAZIONI:

COMBUSTIONE DEL
LEGNO



ENERGIA TERMICA



CALORE

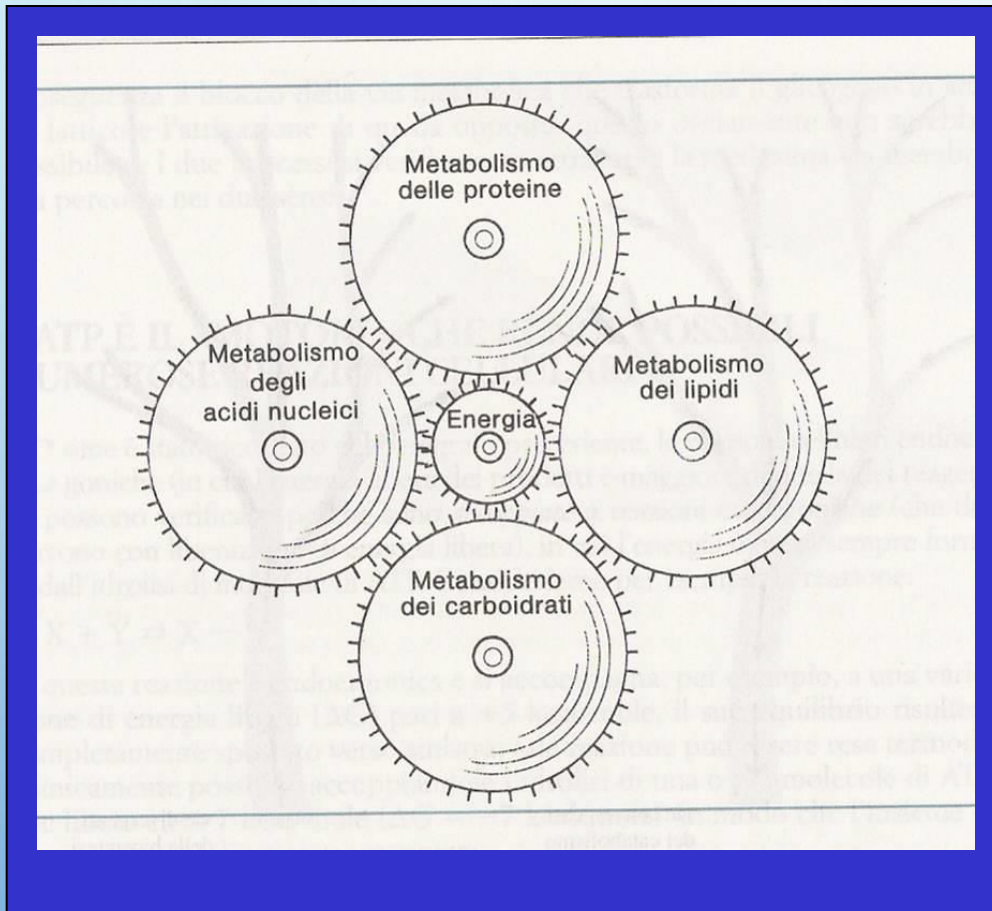
OSSIDAZIONE DEL
GLUCOSIO



ENERGIA CHIMICA



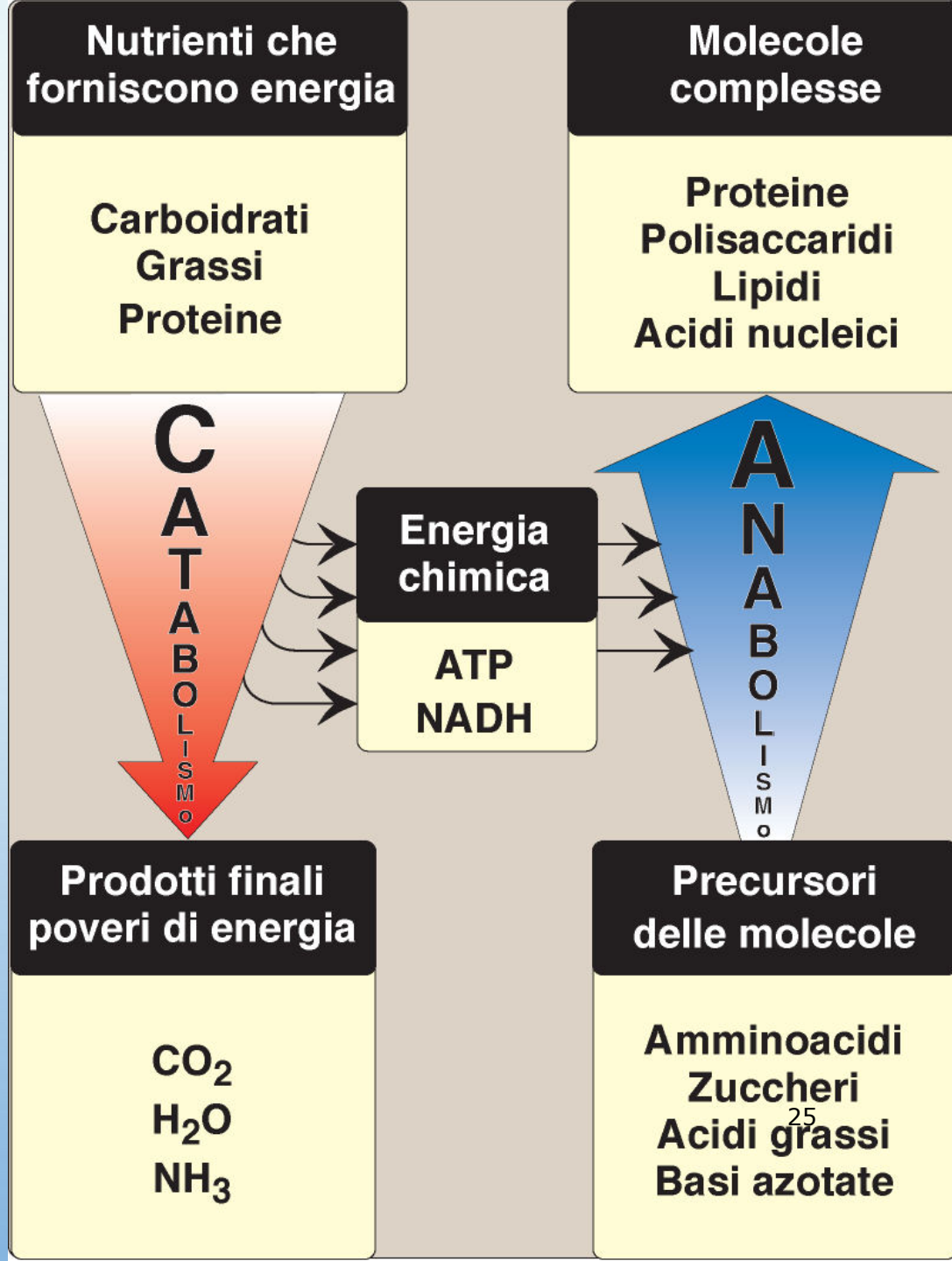
ATP, NADH, FADH₂



- IL METABOLISMO È COSTITUITO DA VIE METABOLICHE **INTERCONNESSE** E PUÒ ESSERE SUDDIVISO IN CINQUE PARTI INTERDIPENDENTI, NESSUNA DELLE QUALI PUÒ ESSERE ATTIVA A LUNGO SE LE ALTRE NON FUNZIONANO AL MEGLIO

RELAZIONI ENERGETICHE TRA VIE ANABOLICHE E CATABOLICHE

Le vie **cataboliche** generano energia in forma di ATP, NADH e NADPH. Queste molecole sono poi usate nelle vie **anaboliche** per convertire piccoli precursori in macromolecole.



LE VIE METABOLICHE DEGRADATIVE E BIOSINTETICHE SONO INDIPENDENTI PERCHÉ:

1. UTILIZZANO **ENZIMI** DIFFERENTI
2. HANNO MECCANISMI DI **REGOLAZIONE** DISTINTI
3. LE REAZIONI AVVENGONO IN DIFFERENTI **COMPARTIMENTI CELLULARI**
4. L'**INIBITORE** DI UNA VIA PUÒ ESSERE **ATTIVATORE** DI UN'ALTRA

METABOLISMO OSSIDATIVO

- ❑ NEGLI ORGANISMI VIVENTI L'ENERGIA DERIVA DALL'**OSSIDAZIONE** DI COMPOSTI ORGANICI.
- ❑ NELLE OSSIDAZIONI BIOLOGICHE NON VI È TRASFERIMENTO DIRETTO DI ELETTRONI ALL'OSSIGENO.
- ❑ GLI ELETTRONI PASSANO A **TRASPORTATORI INTERMEDI** DI ELETTRONI (**CATENA RESPIRATORIA**).
- ❑ NELLA CATENA RESPIRATORIA L'**OSSIGENO** È L'ACCETTORE FINALE DI ELETTRONI.

I TRE STADI DEL CATABOLISMO

Stadio I:

Idrolisi delle molecole complesse nelle loro unità costitutive

Proteine

Polisaccaridi

Lipidi

Ammino-
acidi

Monosaccaridi

Glicerolo,
acidi grassi

Stadio II:

Conversione delle unità costitutive in acetil CoA

Acetil CoA

Stadio III:

Ossidazione dell'acetil CoA;
fosforilazione ossidativa



ATP
CO₂