# Elementi di biochimica

Prof. Paolo Parenti

Edificio U1, 2° piano, stanza 2032
piazza della Scienza 1

e-mail: paolo.parenti@unimib.it

Quinta edizione, 2010
1312 pp.

versione
sintetica

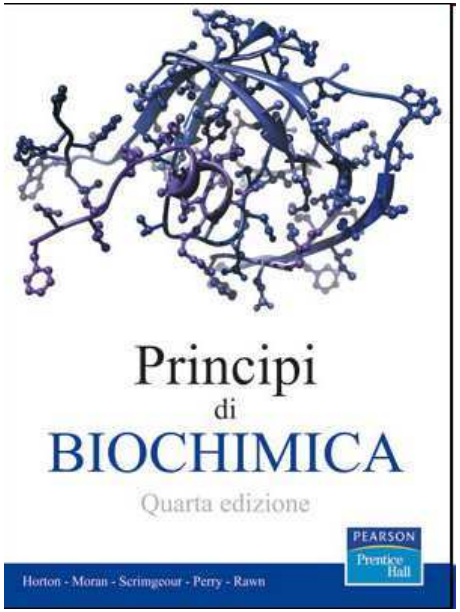
2010, 496 pp.

VOET Donald , VOET Judith G , PRATT Charlotte W

Fondamenti di Biochimica

TYMOCZKO John L BERG Jeremy M ,, STRYER Lubert

Principi di BIOCHIMICA.

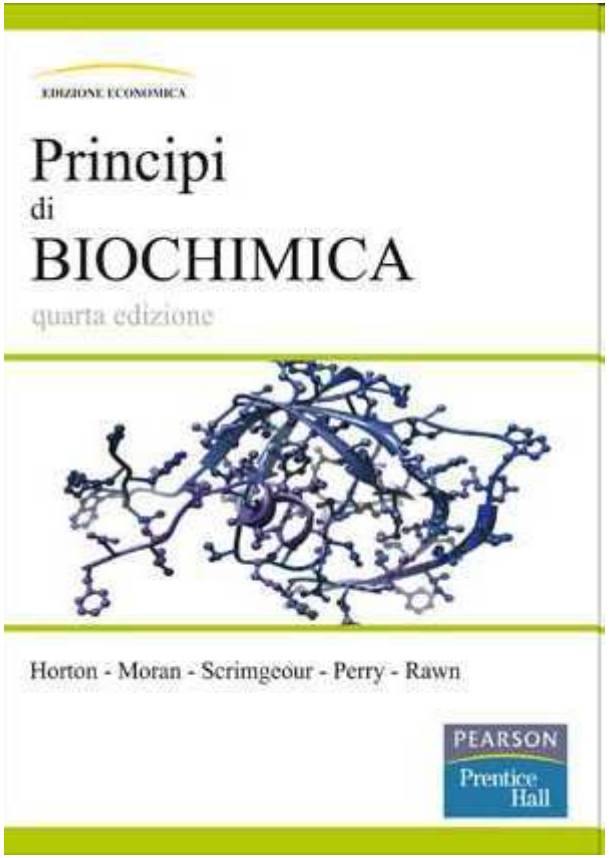



H. Robert Horton
Laurence A. Moran
K. Gray Scrimgeour
Marc D. Perry
J. David Rawn

Prentice Hall, 2008

**800 pp.**
**€ 76,00**

800 pp.
€ 32,00



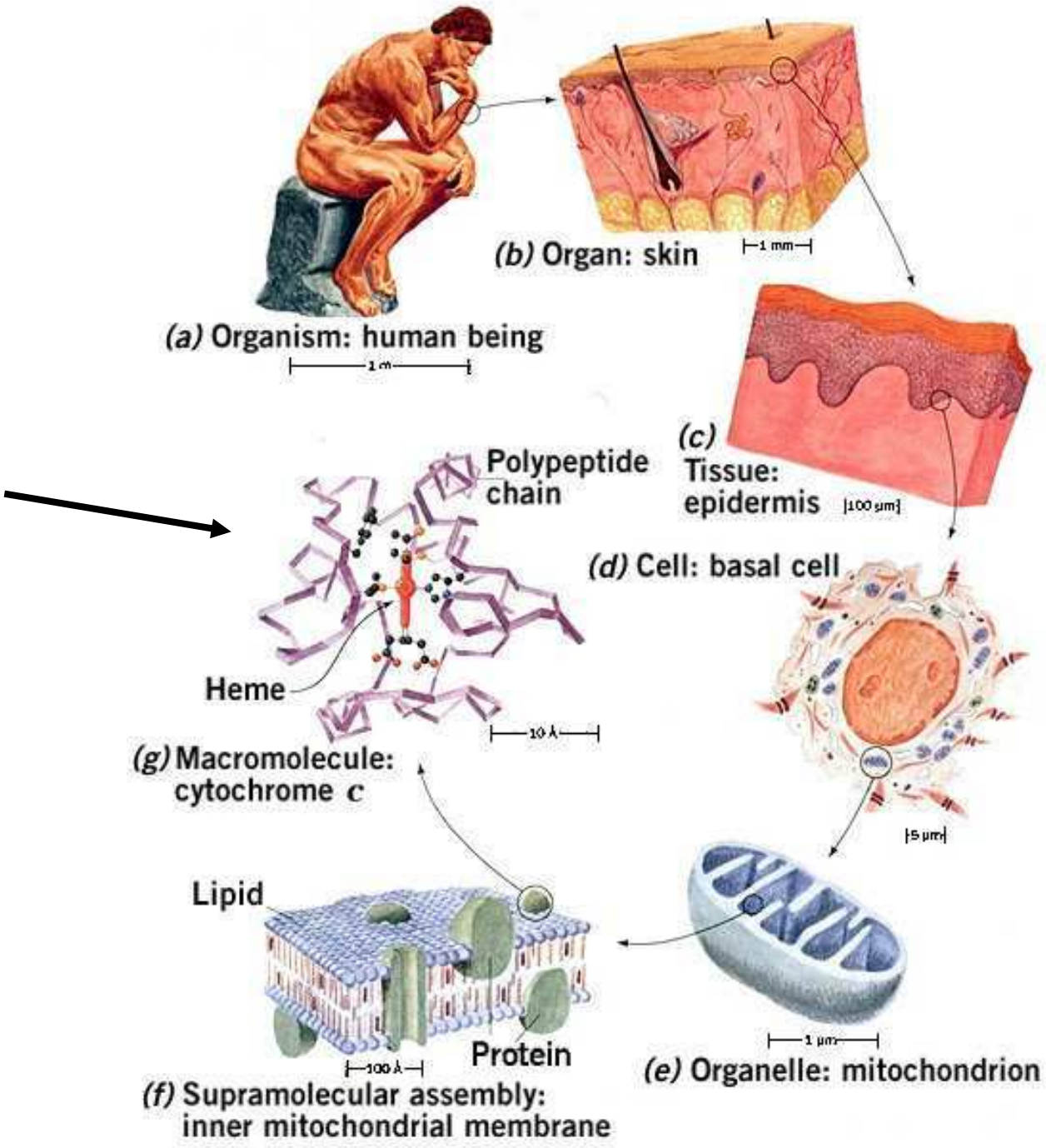
Materiale didattico

SITO DOCENTE

Biochimica

disciplina che descrive in termini molecolari le strutture, i meccanismi e i processi chimici condivisi dagli organismi viventi e fornisce i principi che sottostanno alla complessità della vita in tutte le sue forme.

Livello di studio della biochimica



Quando nasce la biochimica?

*Quando si dimostra che la fermentazione alcolica è possibile in estratti di cellule di lievito*
(Buchner, 1897)

Eduard Buchner (1860-1917),
Nobel per la Chimica nel 1907

*The Journal of Biological Chemistry* – ottobre 1905

Alcune ricadute applicative della biochimica:

medicina (farmaci, test diagnostici)

agricoltura (insetticidi, erbicidi)

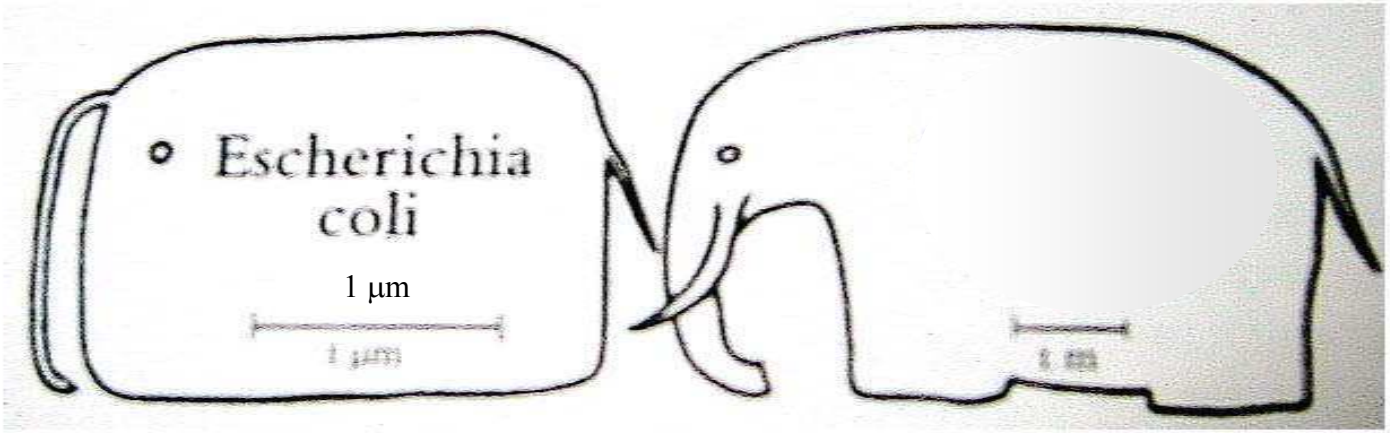
industria (analisi di qualità, biosensori, industria alimentare, cosmetica, prodotti per la casa)

32 *premi Nobel* per la Chimica
su argomenti biochimici

parole chiave di questa lezione ...

- Biomolecola
- Cellula
- Enzima
- substrato
- ATP (adenosintrifosfato)

# La *logica molecolare della vita.*
# *Oltre 2 milioni di specie descritte*



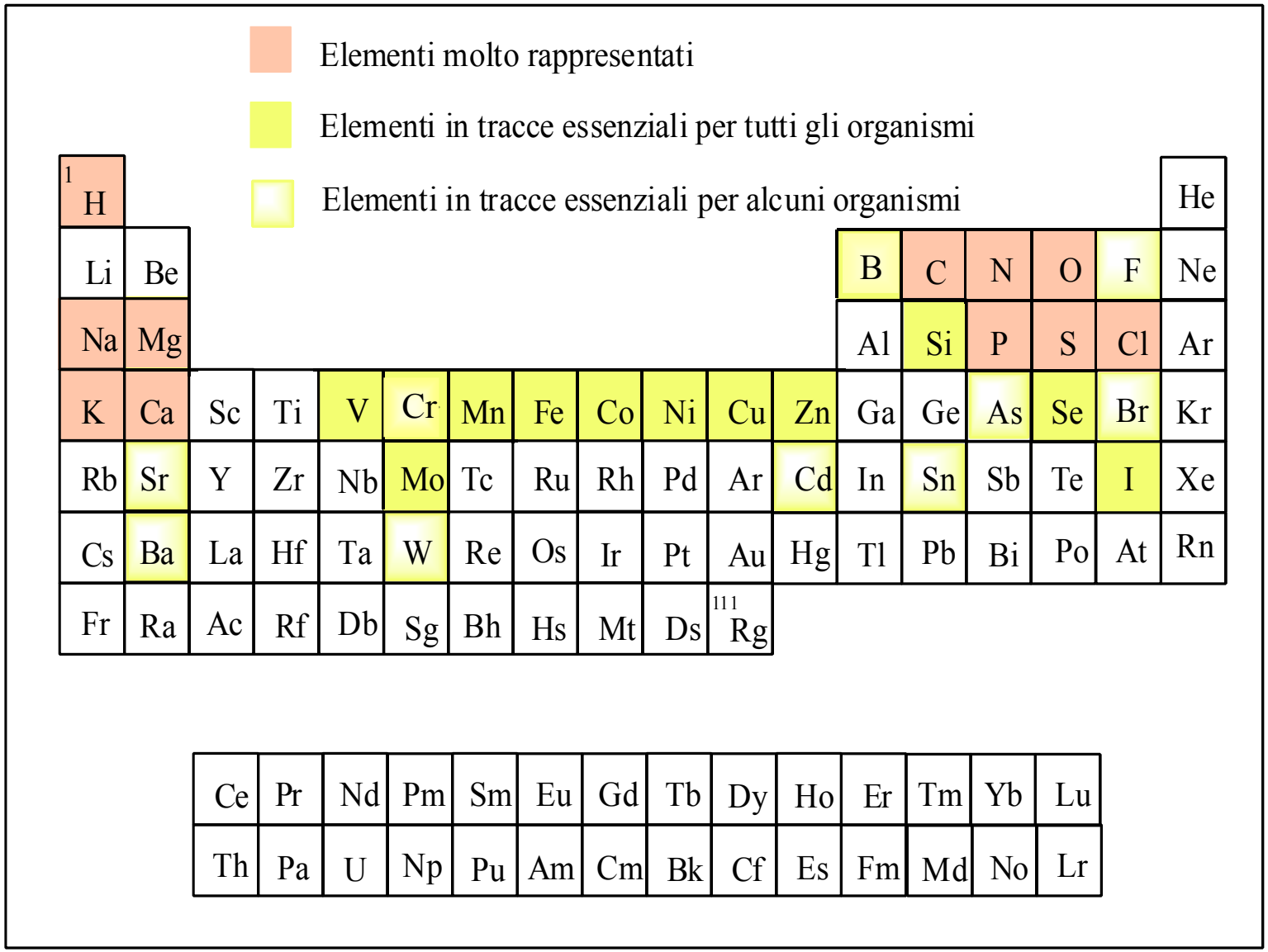

Ciò che è vero per il batterio (*E. coli*) vale anche per l'elefante

*Jacques Monod*

# Gli elementi unificanti

- la composizione chimica (elementare e molecolare)
- la struttura cellulare
- l'ATP (energia cellulare)
- la catalisi enzimatica
- la replicazione

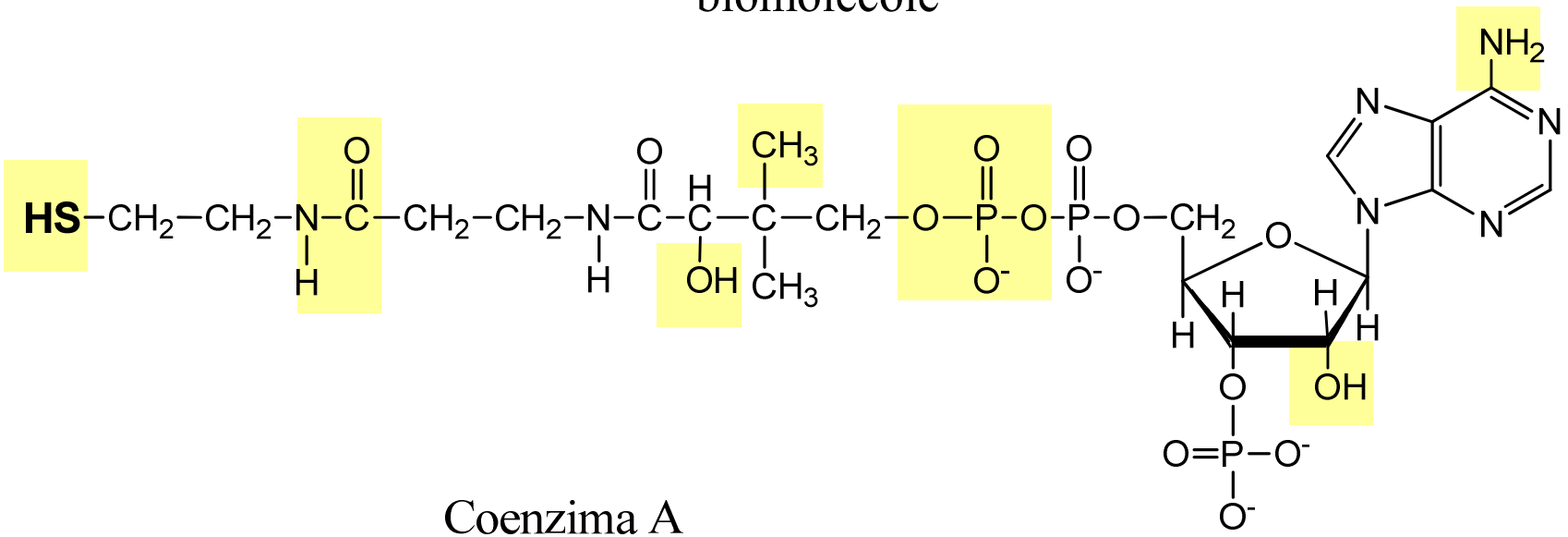
# I bioelementi



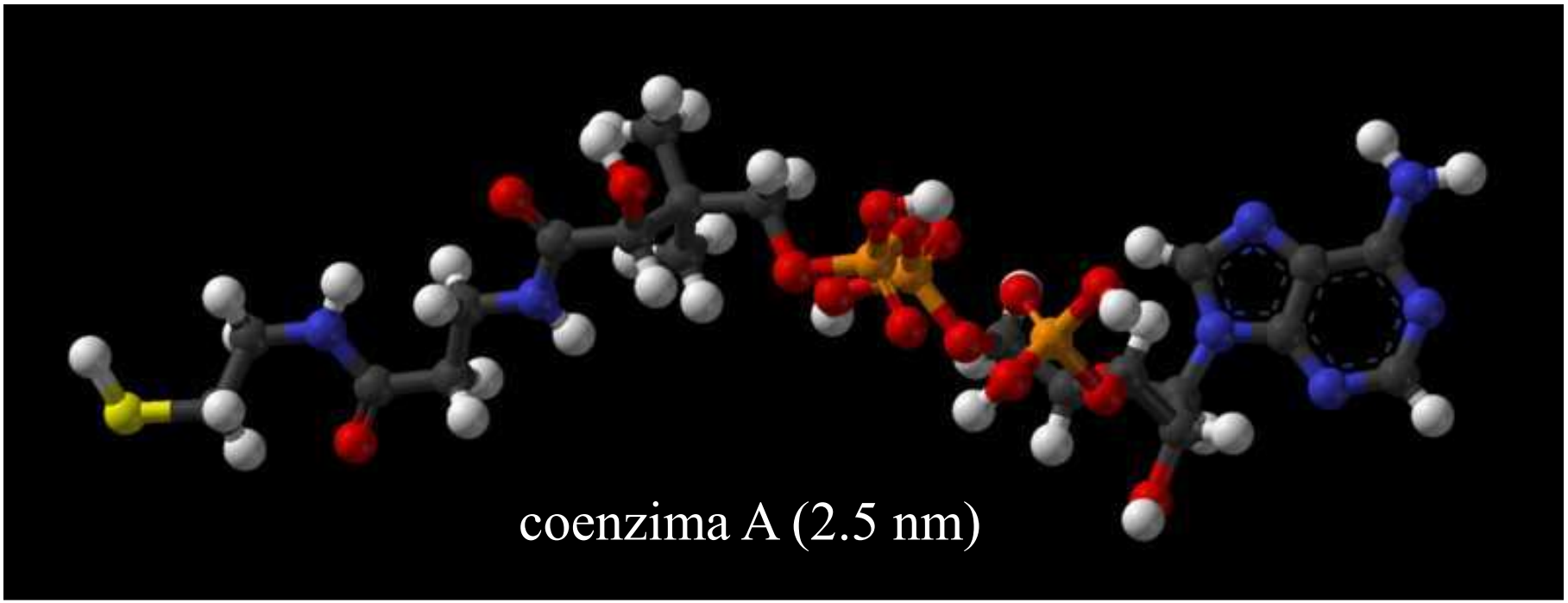
“La chimica basata sul carbonio è alla base della vita ed è responsabile per numerosi fenomeni affascinanti, come il colore dei fiori, il veleno dei serpenti e la produzione di sostanze che uccidono i batteri come la penicillina.”

(Stoccolma, discorso in occasione del conferimento del Premio Nobel per la Chimica 2010)

Le **biomolecole** hanno molti gruppi funzionali, importanti nell'interazione con altre biomolecole

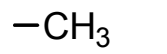



Coenzima A

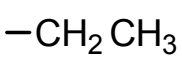


coenzima A (2.5 nm)

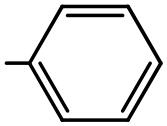
# Principali gruppi funzionali in biochimica

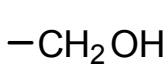


metilico

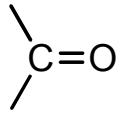


etilico

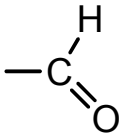

fenilico



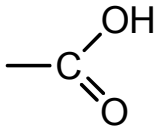
alcoolico



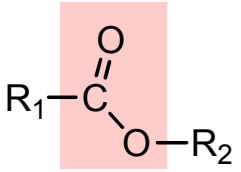
chetonico



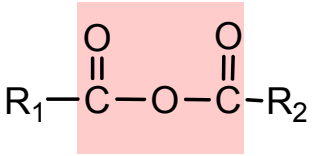
aldeidico



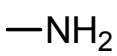
carbossilico



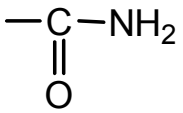
estere



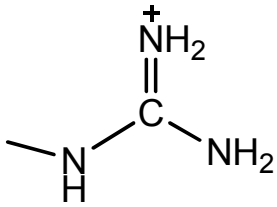
anidridico



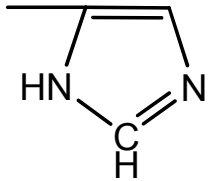
aminico



amidico

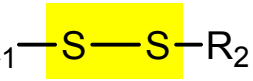


guanidinico



imidazolico

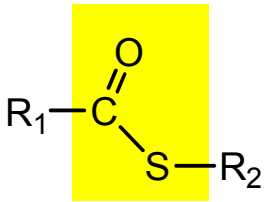
# Principali gruppi funzionali in biochimica



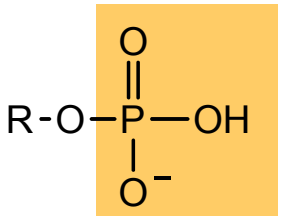
tiolico o sulfidrilico



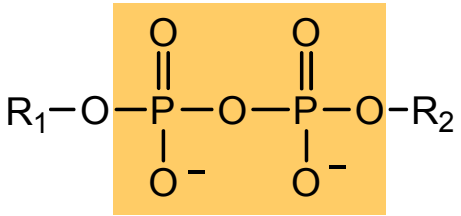
disulfurico



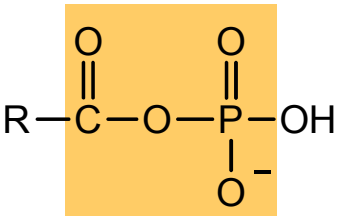
tioestere



fosforico

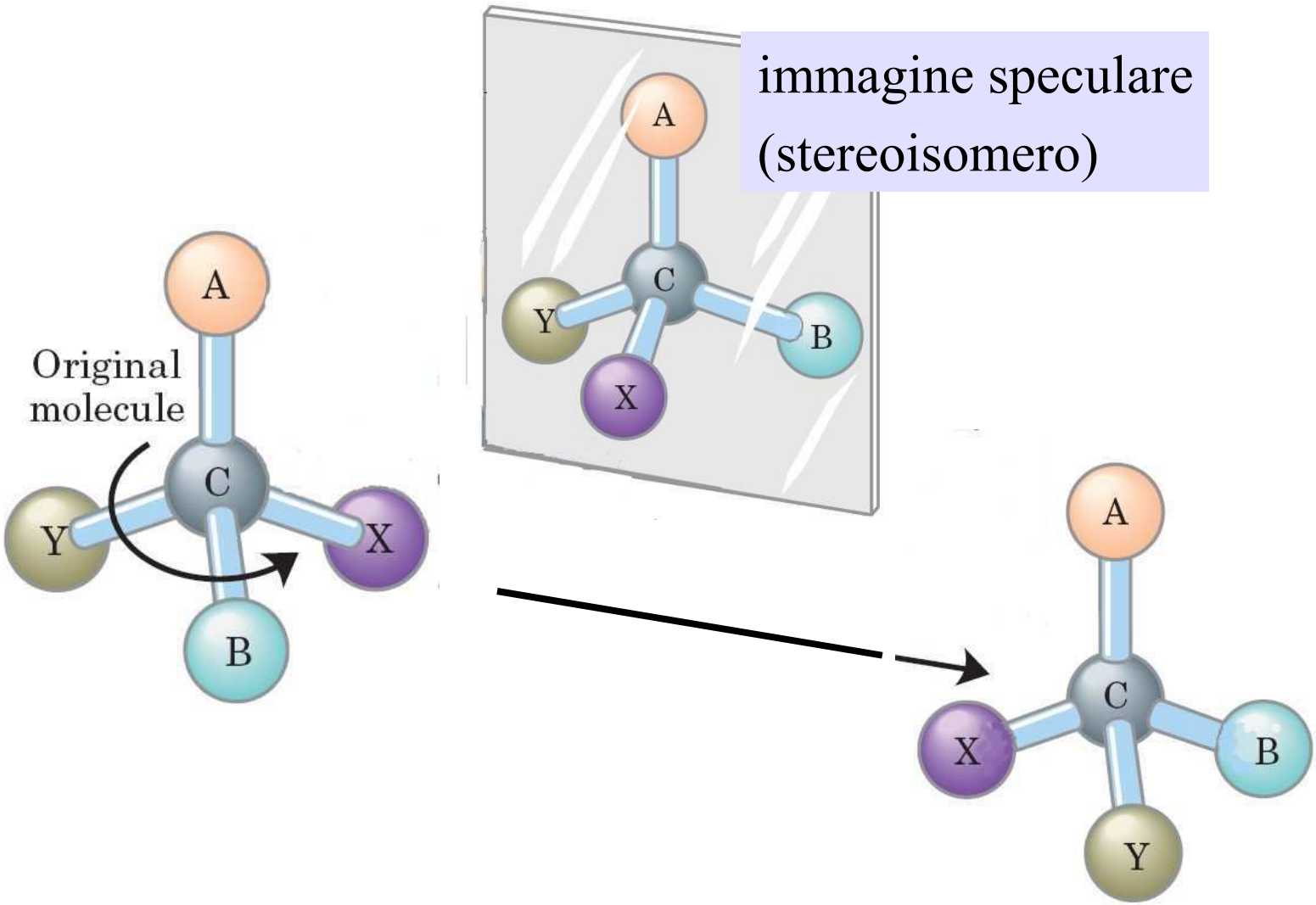


fosfoanidridico



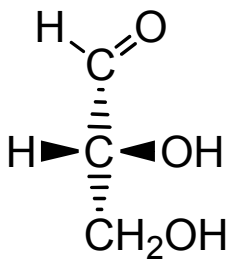
anidridico misto

# Stessa composizione ma diversa struttura

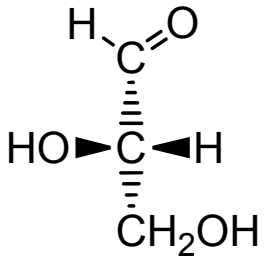


In biochimica si utilizza il sistema di nomenclatura degli stereoisomeri detto della *configurazione assoluta* D e L, basato sulla gliceraldeide come proposto da Fischer nel 1891

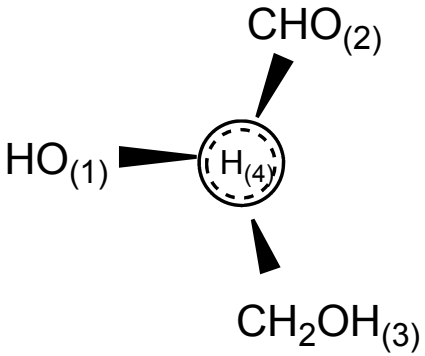
Non descrive più di un centro chirale (vedi sistema R, S)



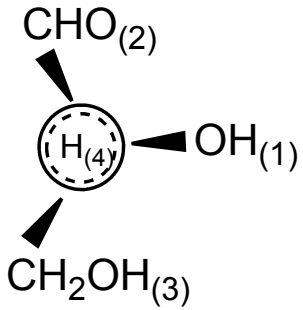

D-gliceraldeide




L-gliceraldeide



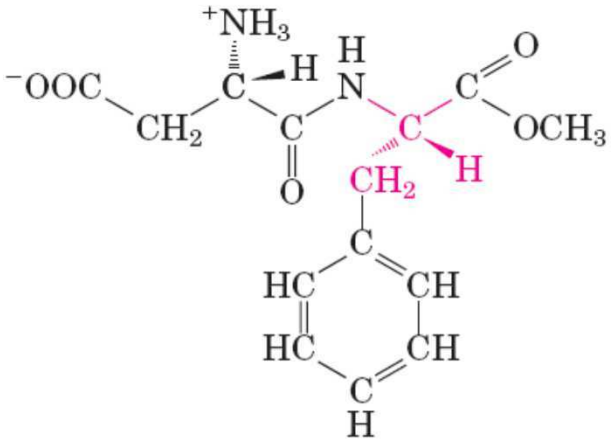

(*R*)-gliceraldeide



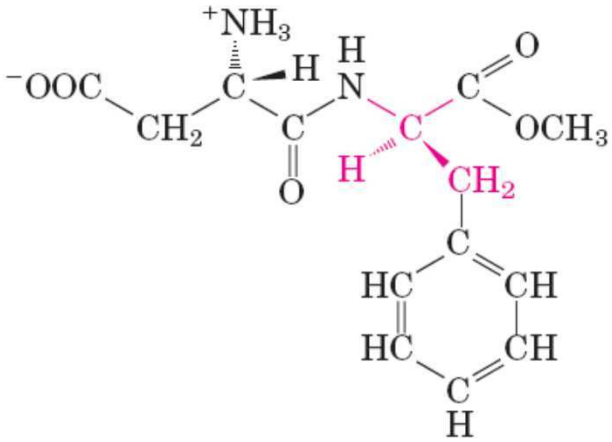

(*S*)-gliceraldeide

# Le interazioni tra biomolecole sono stereospecifiche

- Gli zuccheri utilizzati dal metabolismo sono in forma D
- Le proteine contengono solo L-aminoacidi



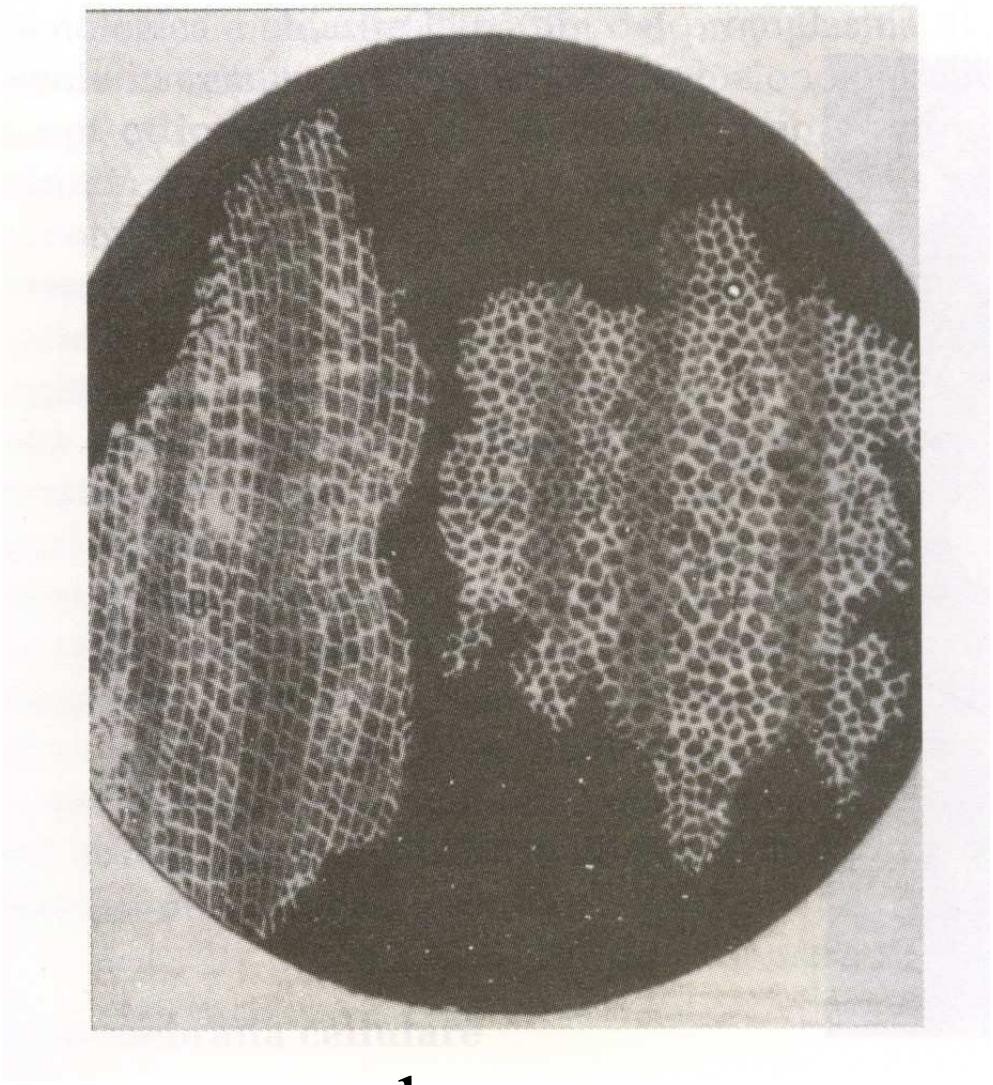

L-Aspartil-L-fenilalanina metil estere
o aspartame (gusto dolce)




L-Aspartil-D-fenilalanina metil estere
(gusto amaro)

La **cellula** è l'unità fondamentale dei viventi

Robert Hooke (1635-1703)
conia il termine cellula (1665)



sughero

1. Esistono organismi composti da una sola cellula (unicellulari) o da più cellule (pluricellulari) (nell'uomo 100 miliardi di 200 tipi diversi)

2. Le cellule sono sistemi aperti, scambiano energia e materia con l'ambiente e si possono replicare.

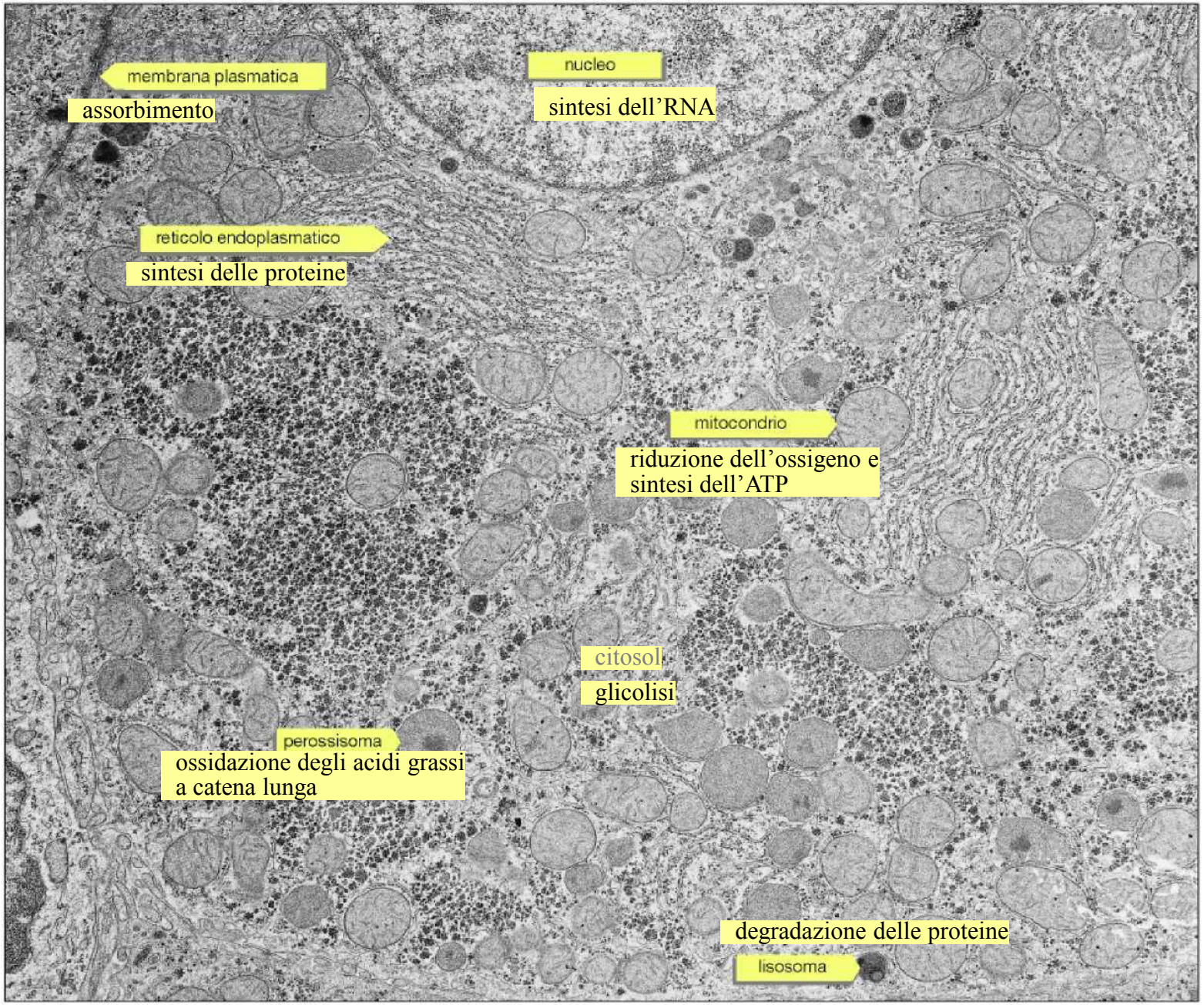
3. All'interno delle cellule avvengono reazioni chimiche catalizzate dagli enzimi

Le cellule hanno caratteristiche strutturali comuni:

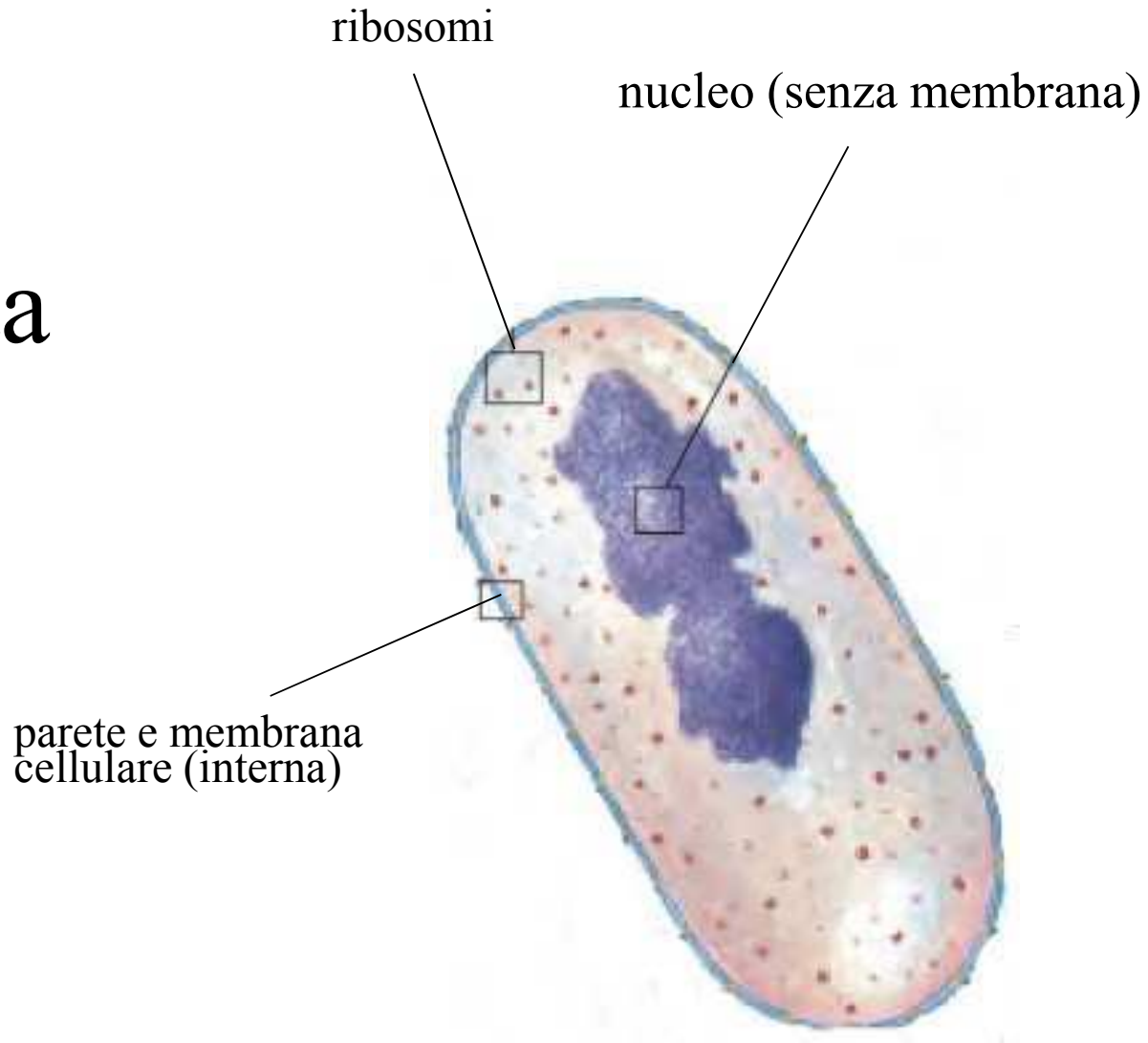
1. sono circondate da una membrana semipermeabile proteolipidica che racchiude un liquido denso, il citoplasma

2. Il citoplasma è costituito da:

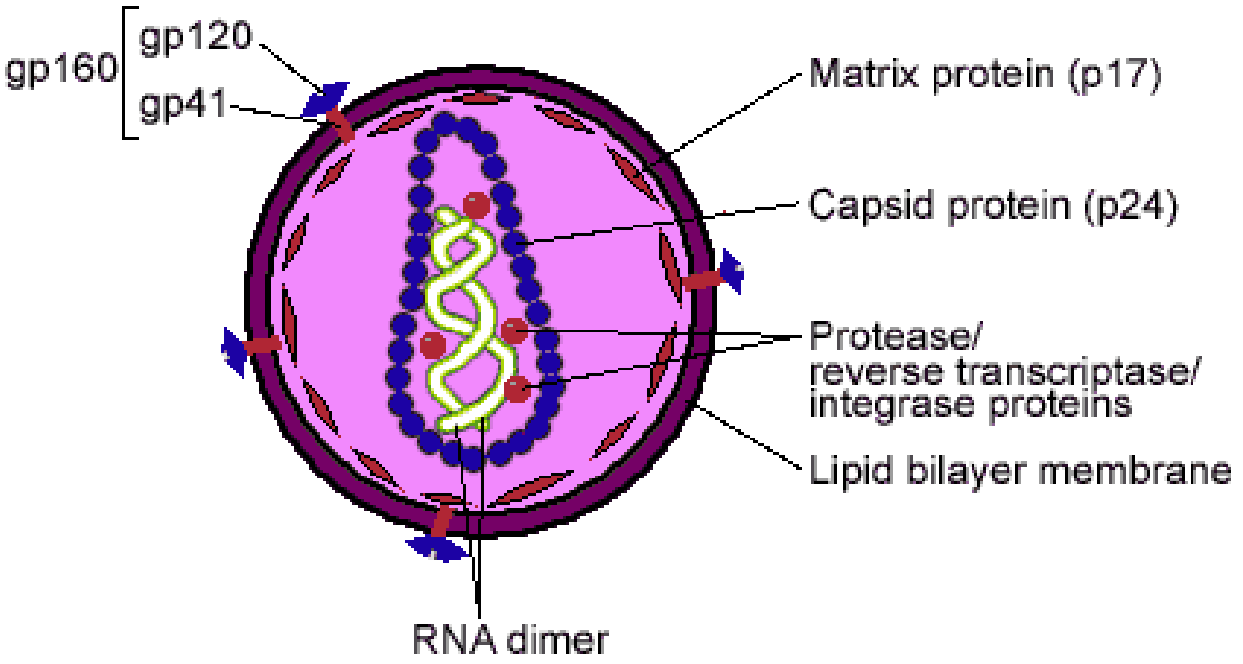
- il *citosol*, soluzione acquosa contenente ioni inorganici, 2000-3000 enzimi e circa 1500 diverse biomolecole a varie concentrazioni;
- *organuli cellulari*, dispersi nel citosol
- un *nucleo,* racchiuso (cellule eucariote) o meno (cellule procariote) da membrana


membrana plasmatica
assorbimento
nucleo
sintesi dell'RNA
reticolo endoplasmatico
sintesi delle proteine
mitocondrio
riduzione dell'ossigeno e
sintesi dell'ATP
citosol
glicolisi
perossisoma
ossidazione degli acidi grassi
a catena lunga
degradazione delle proteine
lisosoma
(A)
2 µm

# Cellula procariota



# I virus sono cellule?




Struttura del virus HIV

# Rapporti dimensionali

90 nm virus HIV

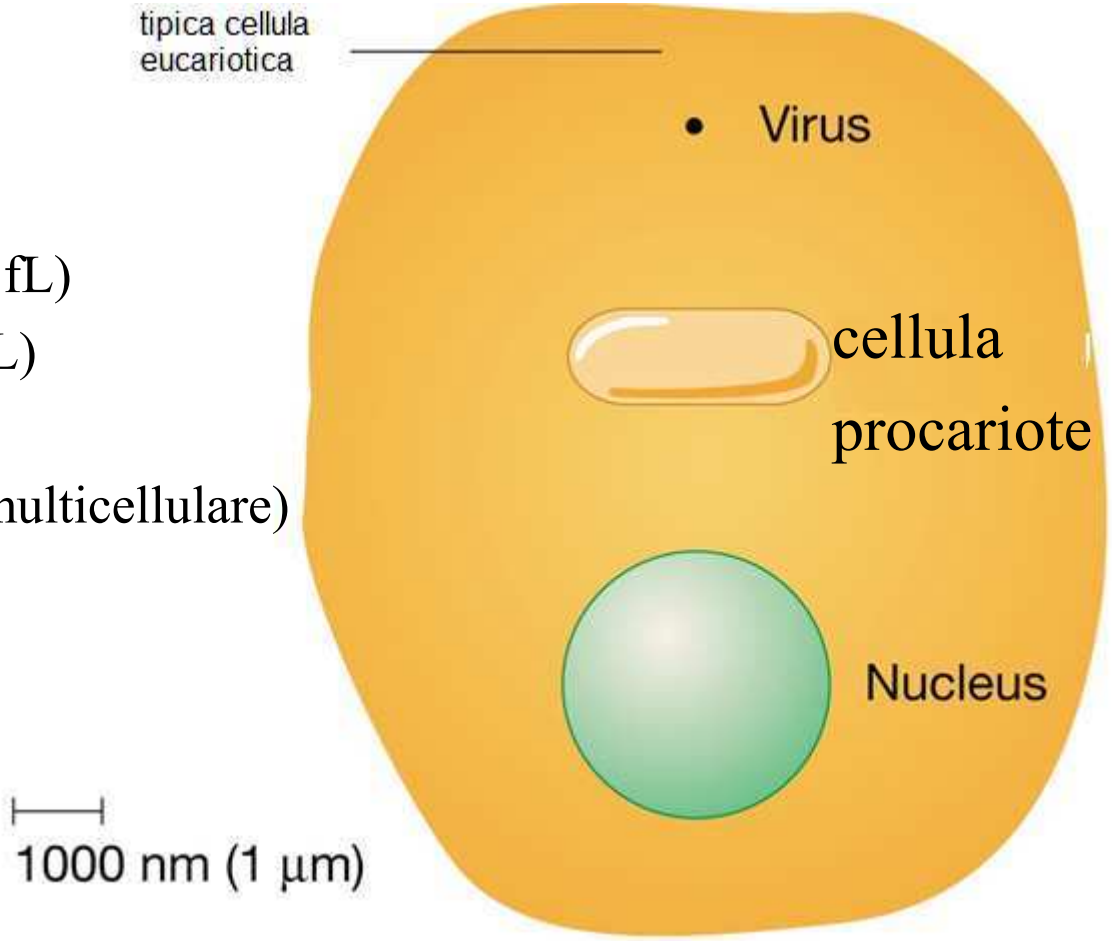
2 μm *E. coli* (batterio) (vol.: 2 fL)

7 μm globulo rosso (vol.: 90 fL)

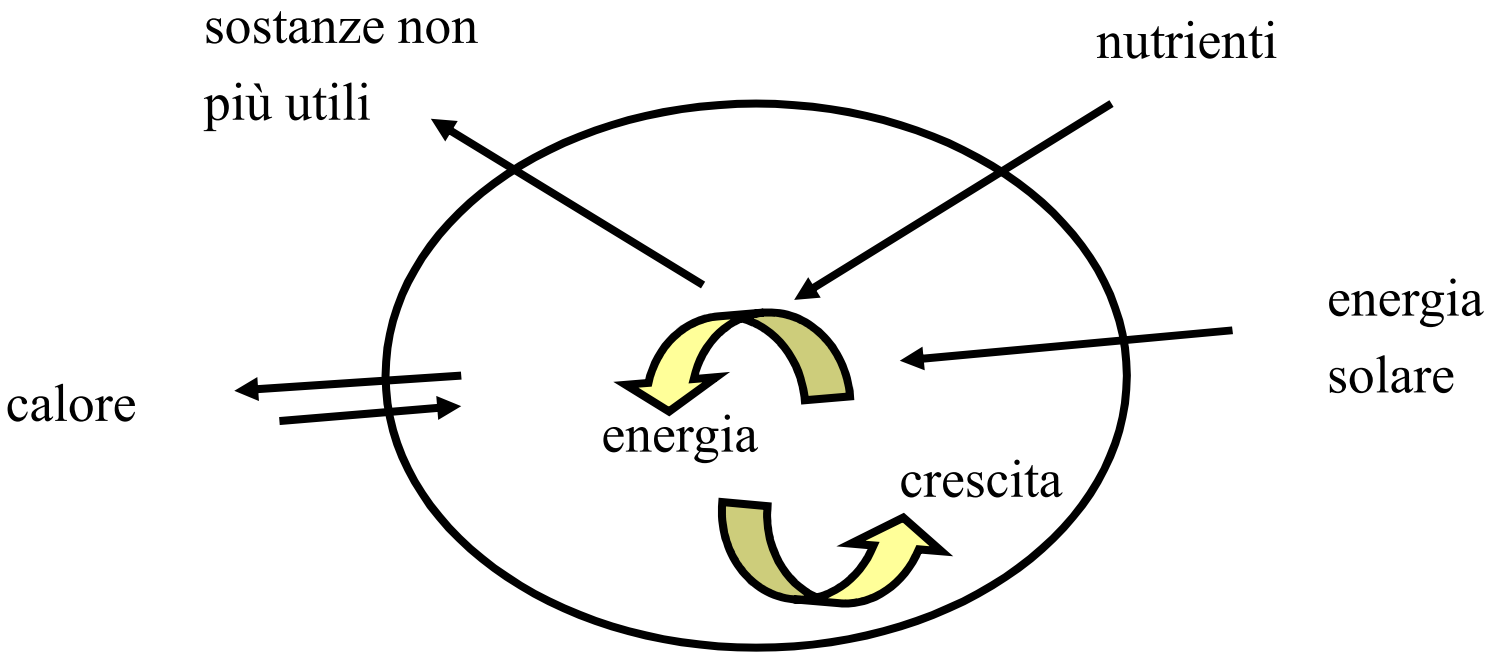
15-20 μm cellula del fegato

200 μm  acaro della polvere (multicellulare)

15 cm cellula uovo di struzzo



Gli organismi viventi sono **sistemi aperti** (scambiano materia ed energia con l'ambiente per mantenere uno stato di equilibrio dinamico). Sono sistemi aperti in stato stazionario.



L’energia è ottenuta dal sole

o da molecole complesse

mediante reazioni catalizzate da

**enzimi**

e conservata in legami chimici ad

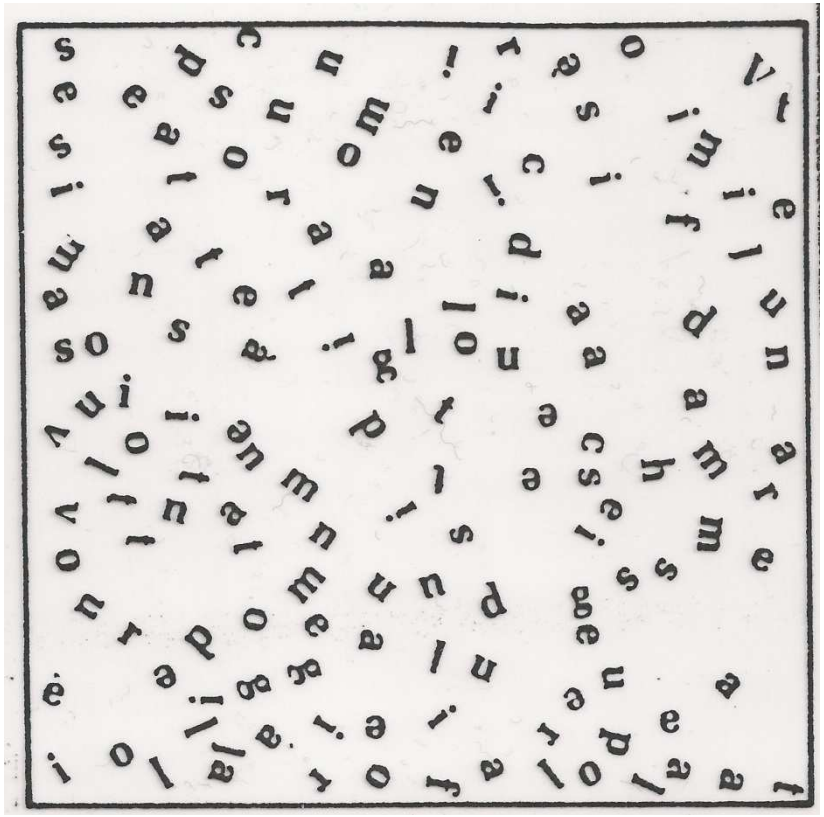
"alta energia" dell’**ATP**

Gli organismi viventi sono
entità altamente ordinate
con strutture non casuali,
ricche di informazione,
e povere di entropia

**Vi è un momento simile ad una marea**
**nel destino degli uomini**
**che, se si segue, porta alla fortuna,**
**se si manca, tutto il viaggio della loro vita**
**è destinato a superficialità e miseria.**

*Giulio Cesare, Shakespeare*

Elevata entropia, poca informazione

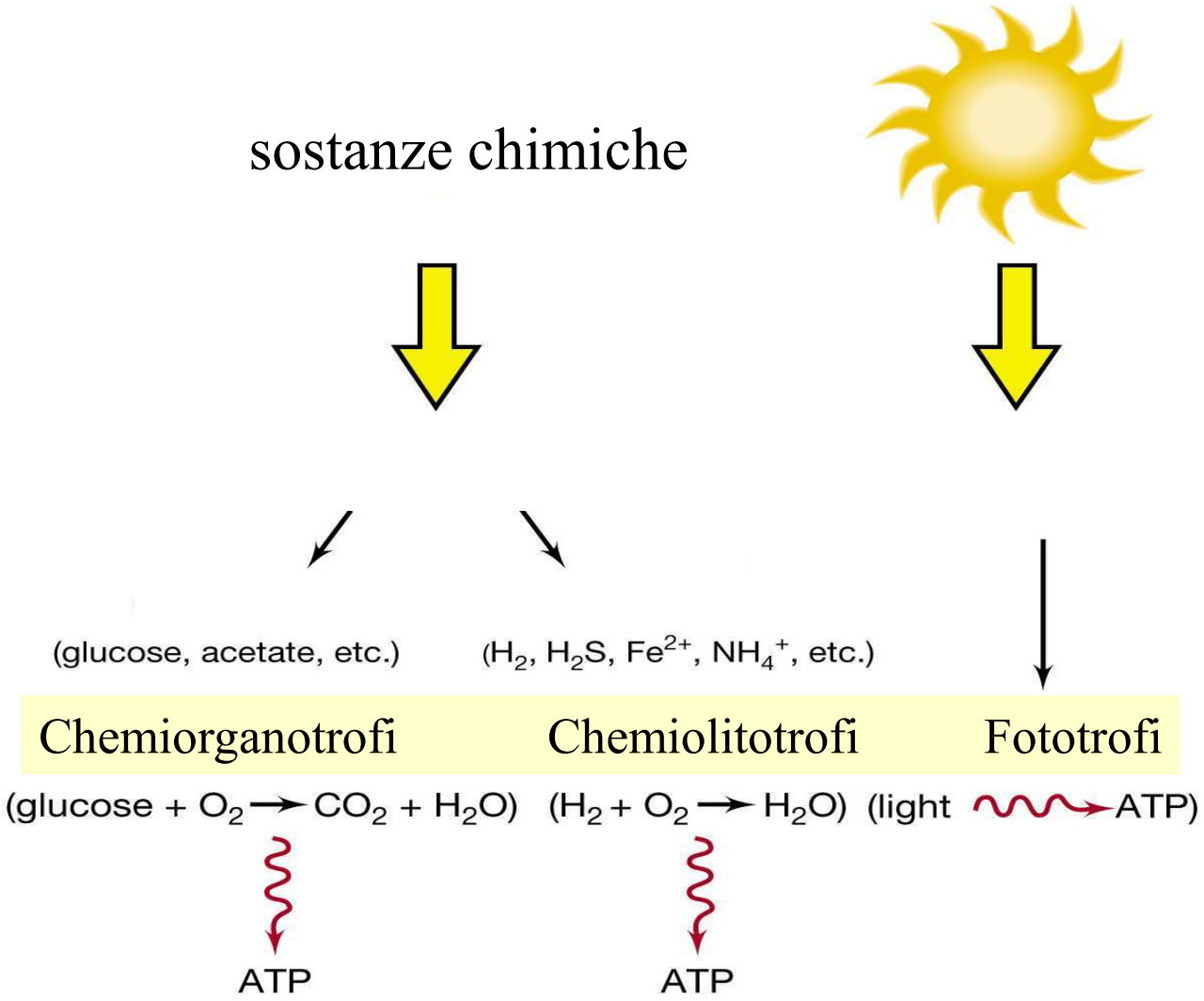


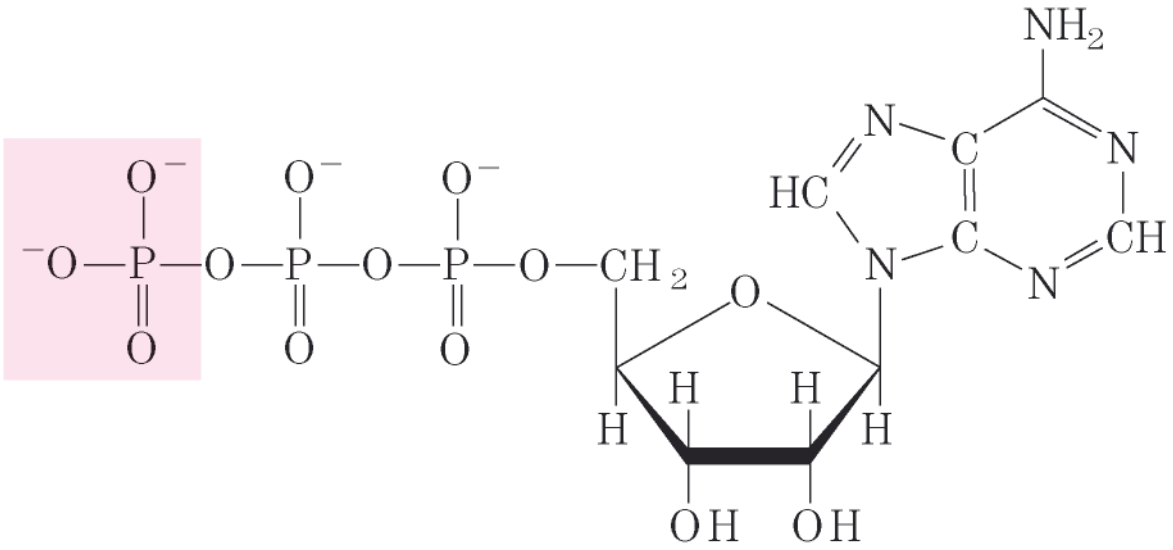
Per mantenere uno stato povero di entropia...

gli organismi hanno bisogno di energia e materia dall'ambiente

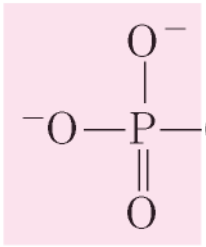
Si può dire che sono in un equilibrio dinamico (stato stazionario)

Gli organismi viventi immaghazzinano energia sotto forma di molecole di ATP



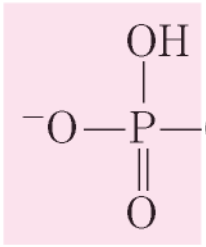


Ⓟ—Ⓟ—Ⓟ—Adenosina (Adenosina *tri*fosfato, ATP)



+ Ⓟ—Ⓟ—Adenosina
(Adenosina *di*fosfato, ADP)

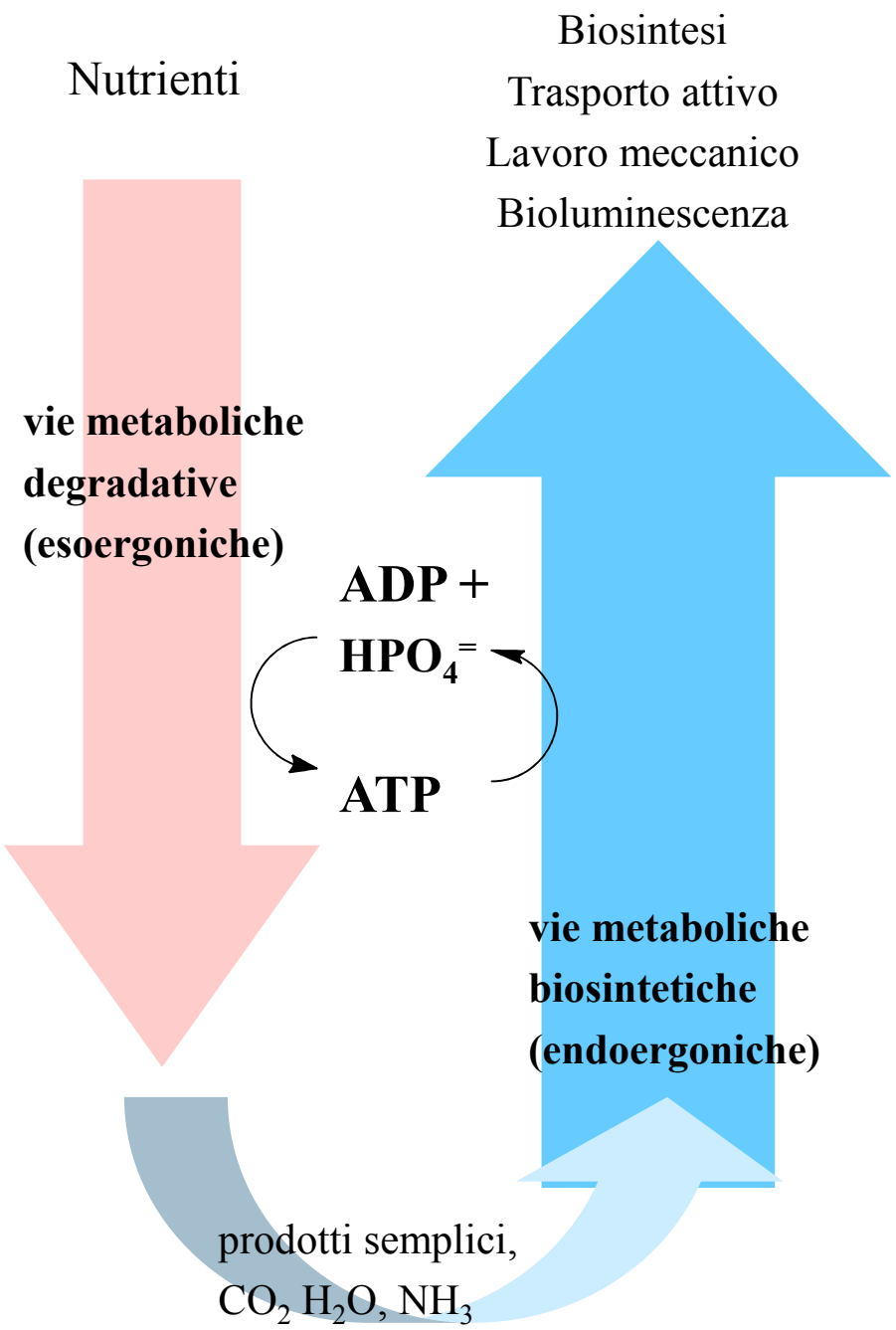
Fosfato inorganico ($P_i$)

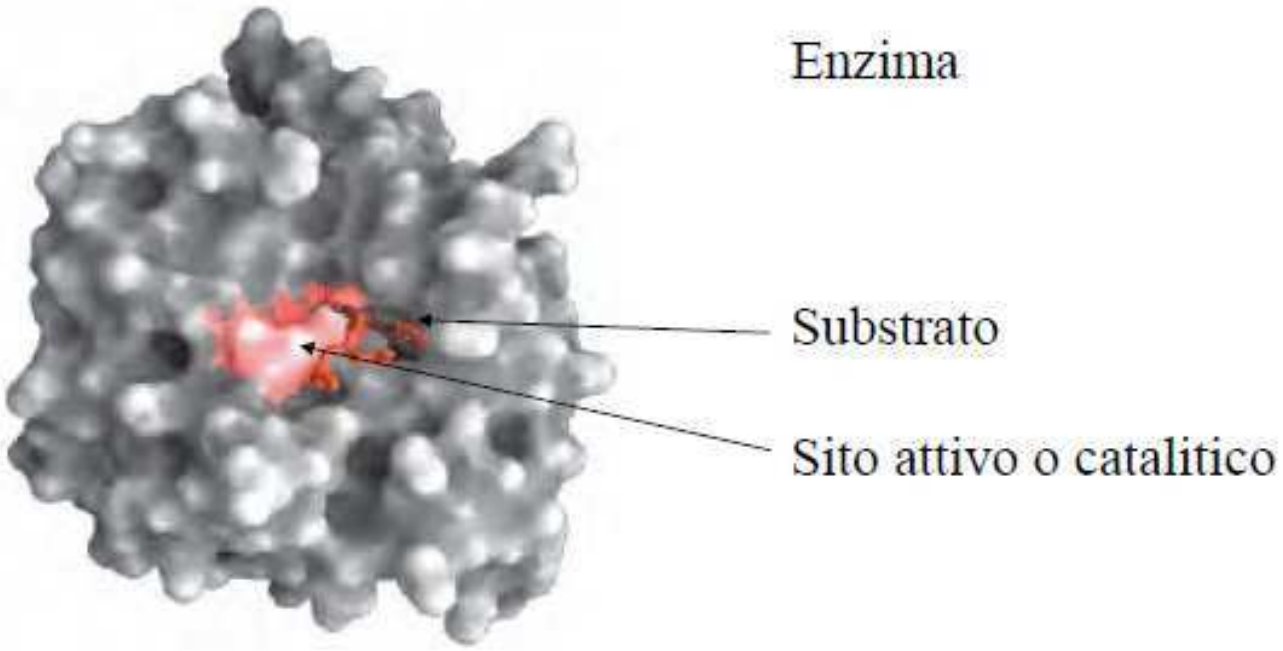


+ Ⓟ—Adenosina
(Adenosina *mono*fosfato, AMP)

Pirofosfato inorganico ($PP_i$)

**Per poter svolgere tutte le attività cellulari prioritario per la cellula è mantenere un elevato rapporto ATP/ADP**



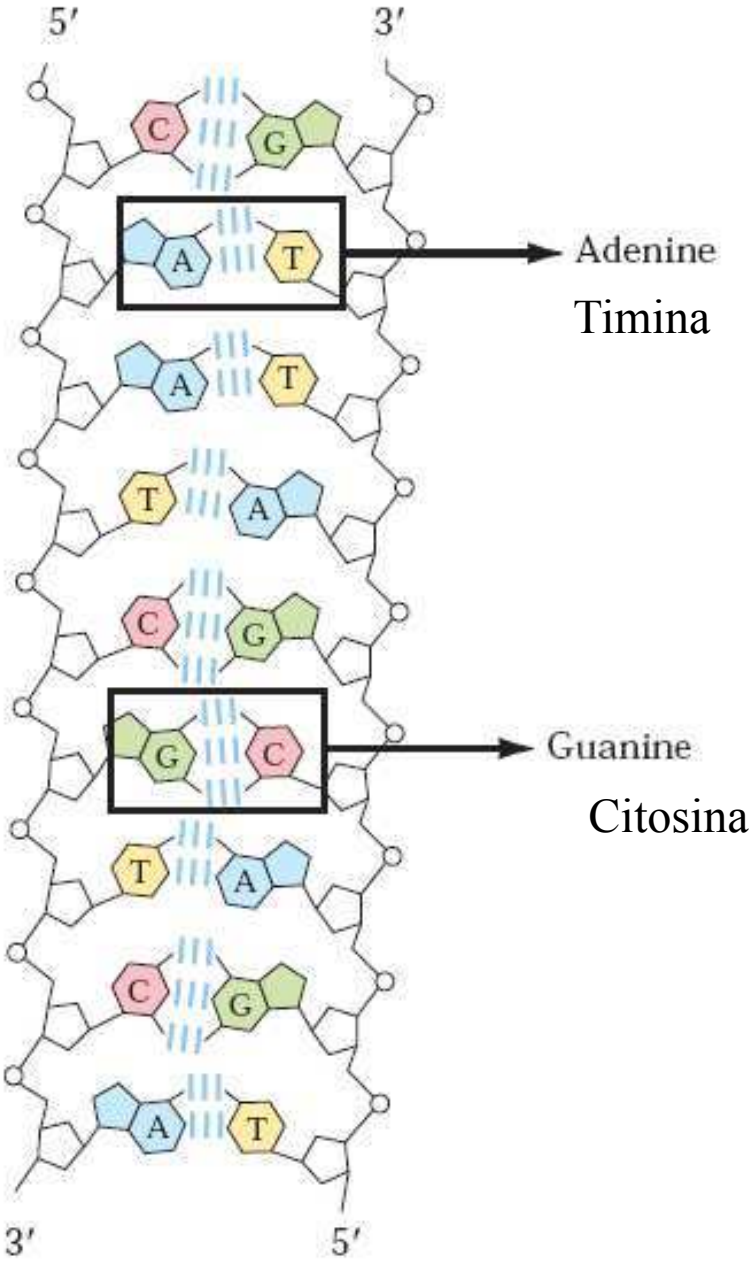

Enzima
Substrato
Sito attivo o catalitico

1. Gli enzimi consentono alle reazioni cellulari di avvenire ad una velocità “utile”

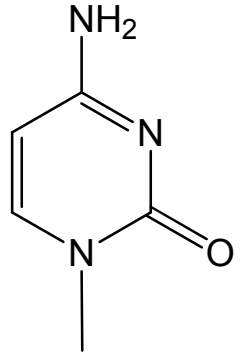
2. Le reazioni enzimatiche sono concatenate in ***vie metaboliche***

3. Le vie metaboliche funzionano in modo coordinato grazie a meccanismi di controllo dell’attività enzimatica

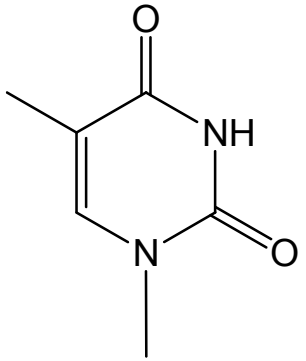
# La continuità genetica: il DNA



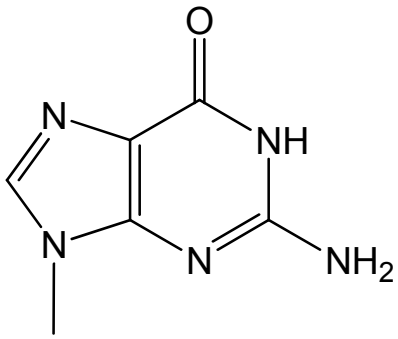

- L'informazione genetica, richieste per svolgere le funzioni vitali, è codificata nella sequenza lineare di quattro tipi di nucleotidi



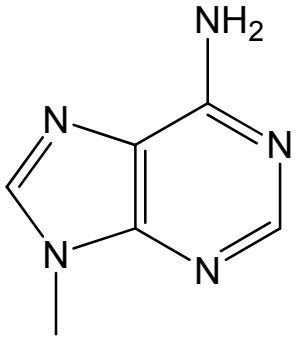

citosina




timina (metil-uracile)



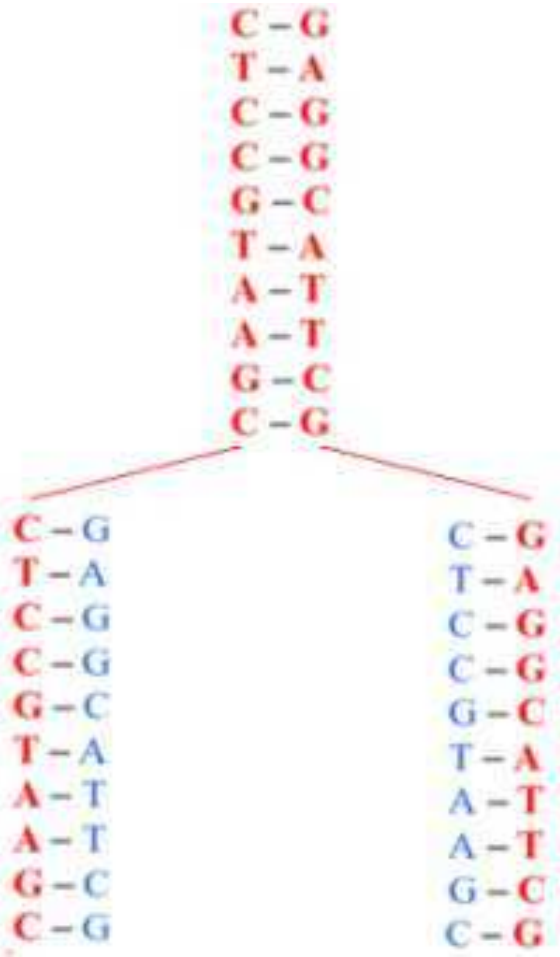

guanina




adenina

Leinformazonisonocontenuteinmolecoledi DNA adoppiofilamento

Le cellule (e gli organismi viventi) si **riproducono** con elevata fedeltà per trasferire le informazioni biologiche alle cellule figlie (le lettere corrispondono alle basi azotate che compongono la molecola).



# Le informazioni sono codificate (codice genetico)

**THE FAT BAT AND THE BIG RAT SAT**

# L'informazione è prima trascritta e poi tradotta (ad es. una proteina)

..ACC AAA CTG ...  ..UGG UUU GAC....  ..Trp Phe Asp...

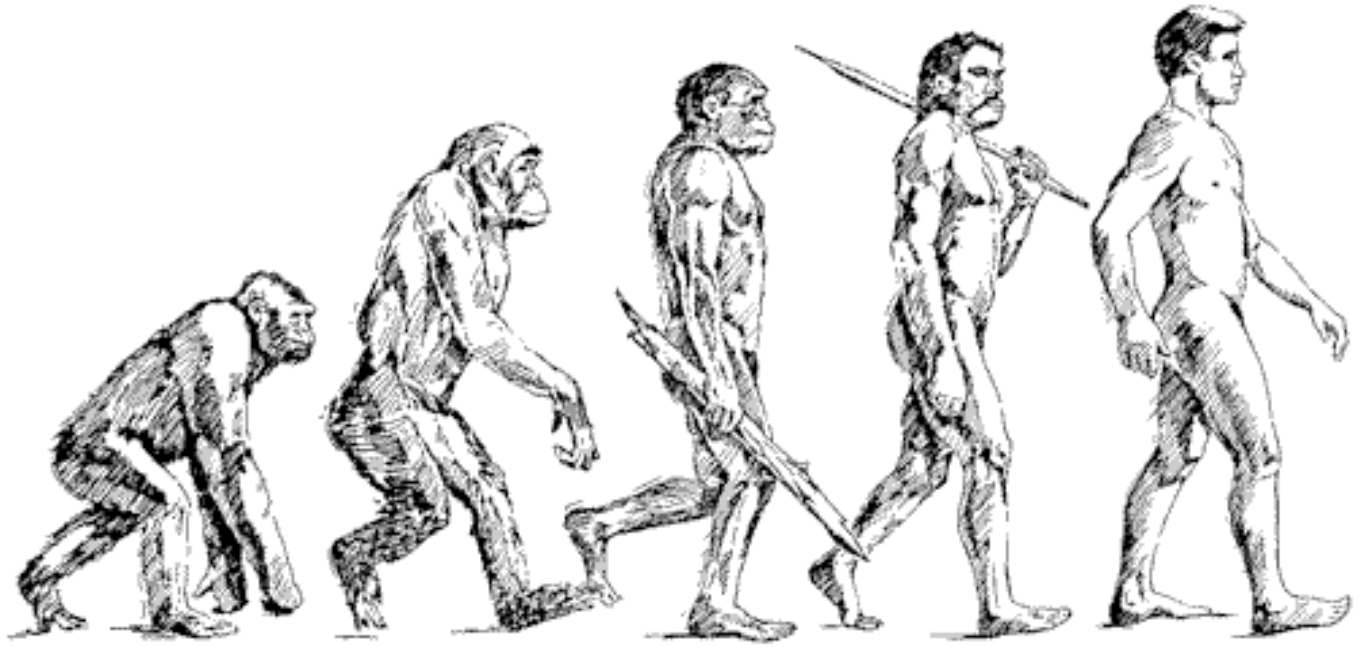
**Nucleo (trascrizione)**  **Citoplasma (traduzione)**

**DNA** → **RNA** → **PROTEINA**

RNA, contiene uracile anziché timina

Occasionali **mutazioni** permettono di adattarsi all'ambiente e di evolversi in nuove forme.

**THE FAT BAT AND THE BIG RAT EAT**

*sostituzione*

L’evoluzione spiega la sostanziale somiglianza di tutti gli organismi viventi