



Biochimica

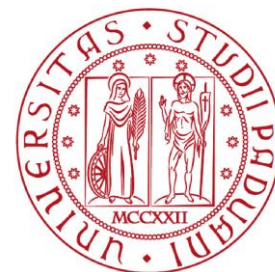
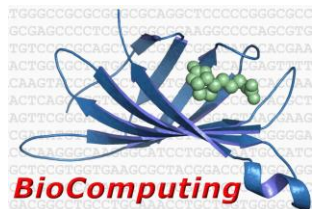
Anno Accademico 2023/2024

Maria Cristina Aspromonte, PhD
Piano terra, Vallisneri

email: mariacristina.aspromonte@unipd.it
BioComputing UP group

Dipartimento di Scienze Biomediche – Università degli Studi Padova

URL: <http://biocomputingup.it/>



BIOCHIMICA

Scienza che descrive con molecole, le strutture, l'organizzazione e la funzione della materia vivente



Scienza Chimica



Scienza Biologica

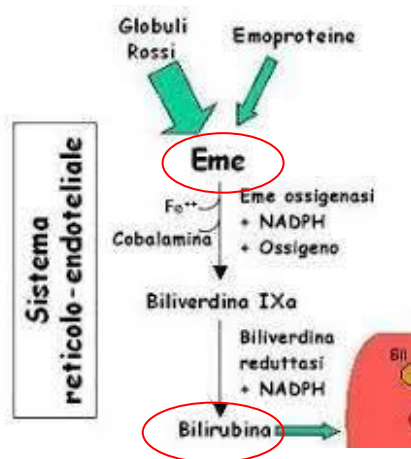
BIOCHIMICA: Le applicazioni



Chimica clinica: test biochimici forniscono indizi per la diagnosi di malattie e per monitorare il successo della terapia



Livelli ematici di transaminasi: enzimi



Livelli ematici di bilirubina, prodotto della demolizione dell'emoglobina

BIOCHIMICA: Le applicazioni



Farmacologia e tossicologia. Effetti sul metabolismo di sostanze chimiche estranee all'organismo. Farmaci e veleni interferiscono con vie metaboliche specifiche



Antibiotico che interferisce con la sintesi di un polisaccaride essenziale per la sintesi della parete cellulare batterica

La materia vivente

Richiede strutture molecolari grandi e complesse

La composizione richiede elementi quali Carbonio (C), Ossigeno (O), Azoto (N) e Idrogeno (H)

Elemento	Commento
Carbonio	I più abbondanti in tutti gli organismi
Idrogeno	
Azoto	
Ossigeno	
Calcio	
Cloro	Molto meno abbondanti ma presenti in tutti gli organismi
Magnesio	
Potassio	
Sodio	
Zolfo	

Elemento	Commento
Cobalto	Metalli presenti in piccole quantità in tutti gli organismi ma essenziali per la vita
Rame	
Ferro	
Manganese	
Zinco	
Alluminio	
Arsenico	Si trovano in alcuni organismi. Necessari in tracce
Bromo	
Cromo	
.....	

La materia vivente

90% elementi predominanti: **C**, H, O, N grazie alla loro tendenza a formare **legami covalenti**

Versatilità del **C** nel formare legami

In minore quantità altri **26 elementi chimici** sono essenziali agli organismi viventi

Solo **30 dei 90** elementi naturali sono essenziali per gli organismi viventi

peso fresco 80-95%
H₂O

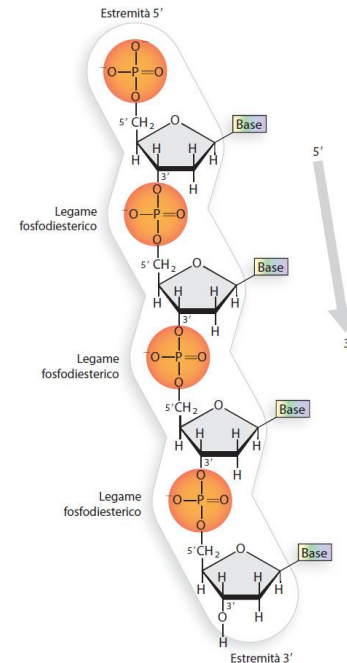
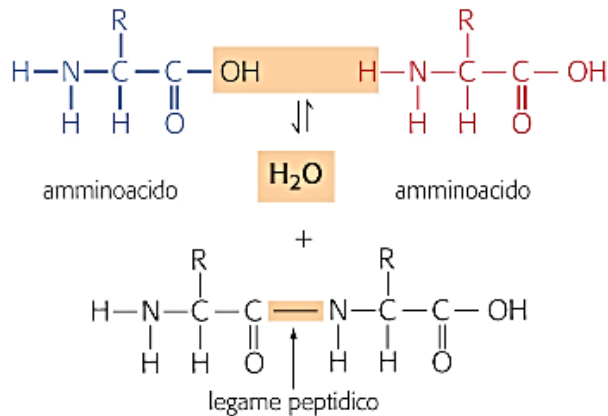
peso secco 90% :
Proteine
Acidi nucleici
Polisaccaridi
Lipidi

La molecole biologiche

- Macromolecole: DNA e proteine
 - Polimeri ottenuti unendo unità di monomeri:

Monomeri identici: omopolimeri (ex. cellulosa)

Monomeri diversi: eteropolimeri (acidi nucleici e molte proteine)



**Cosa sono gli organismi
viventi?**

Organismi viventi

- Strutturalmente complicati e organizzati
- Estraggono energia dall'ambiente e sono in grado di utilizzarla e trasformarla
- Capacità di autoreplicarsi: trasmissione dell'informazione
- Ogni loro componente ha una specifica funzione

Tutti gli organismi viventi:

- Sono costituiti da cellule con all'incirca le stesse dimensioni
- Gli stessi tipi di subunità monomeriche
- Un caratteristico gruppo di macromolecole (acidi nucleici e proteine) che ne preservano l'identità
- Gli organismi viventi creano e conservano la loro struttura complessa a spese dell'energia libera derivata dall'ambiente

In ogni variazione chimica o fisica

**La quantità totale dell'energia dell'universo resta
costante**

Energia potenziale

- Nutrienti nell'ambiente (molecole complesse come zuccheri e grassi)
- Luce solare

(a)

La trasduzione energetica porta anche alla produzione di lavoro

Trasformazioni chimiche all'interno della cellula

- ↓
- Lavoro cellulare:
- sintesi chimiche
 - lavoro meccanico
 - gradienti osmotici ed elettrici
 - produzione di luce
 - trasferimento delle informazioni genetiche

(b)

Calore

(c)

Aumento della casualità (entropia) nell'ambiente

Il metabolismo produce composti più semplici delle molecole iniziali di combustibile: CO_2 , NH_3 , H_2O , HPO_4^{2-}

(d)

Diminuzione della casualità (entropia) nel sistema

I composti semplici polimerizzano formando macromolecole ricche di informazioni: DNA, RNA, proteine

(e)

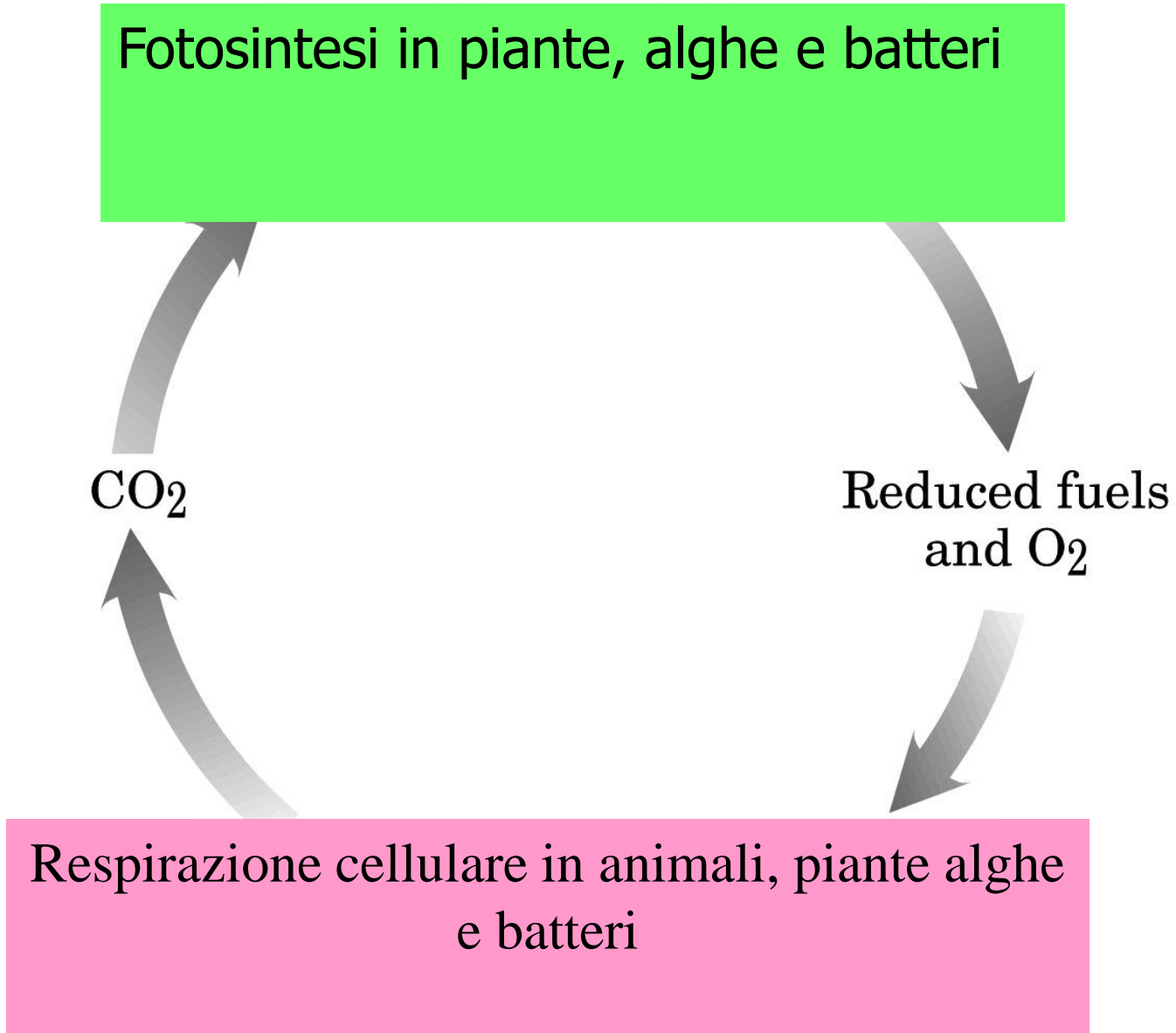
Gli organismi viventi dipendono gli uni dagli altri attraverso scambi di energia e materia mediati dall'ambiente

Fotosintesi in piante, alghe e batteri

CO₂

Reduced fuels
and O₂

Respirazione cellulare in animali, piante alghe
e batteri



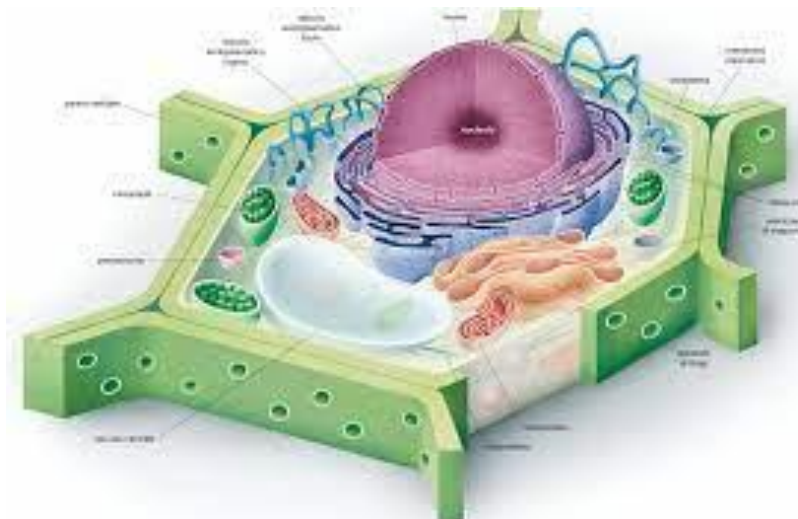
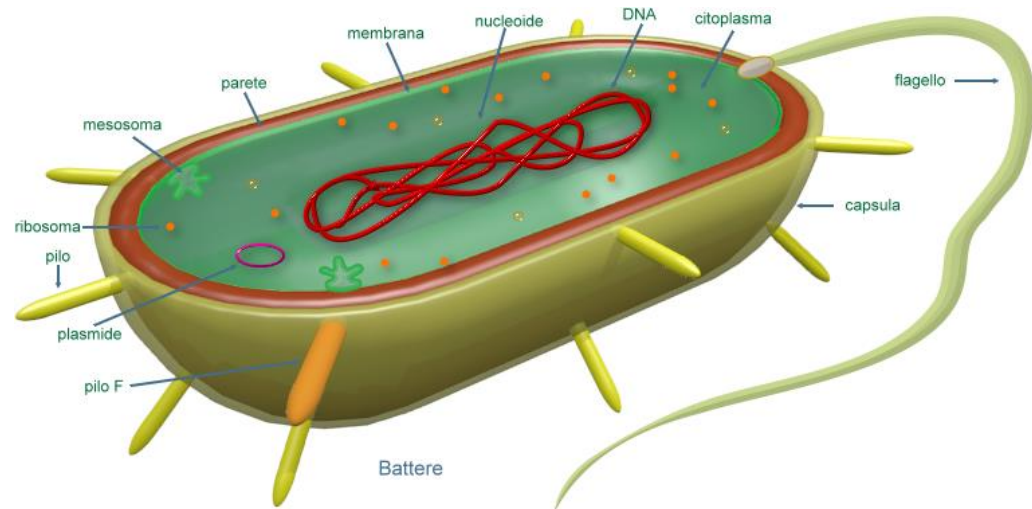
Gli organismi viventi e le fonti di energia

Classificazione degli organismi viventi in base alla fonte chimica che usano per ottenere gli atomi di **carbonio**:

- **Autotrofi**: usano i composti inorganici come la CO₂ per sintetizzare molecole organiche.
- **Eterotrofi**: usano come nutrienti le sostanze organiche prodotte da organismi autotrofi.

Classificazione degli organismi viventi in base alla **fonte di energia** usata per lo svolgimento delle loro attività vitali:

- **Fototrofi**: ottengono l'energia dalla luce solare
- **Chemiotrofi**: ottengono l'energia dall'ossidazione delle sostanze chimiche presenti nell'ambiente

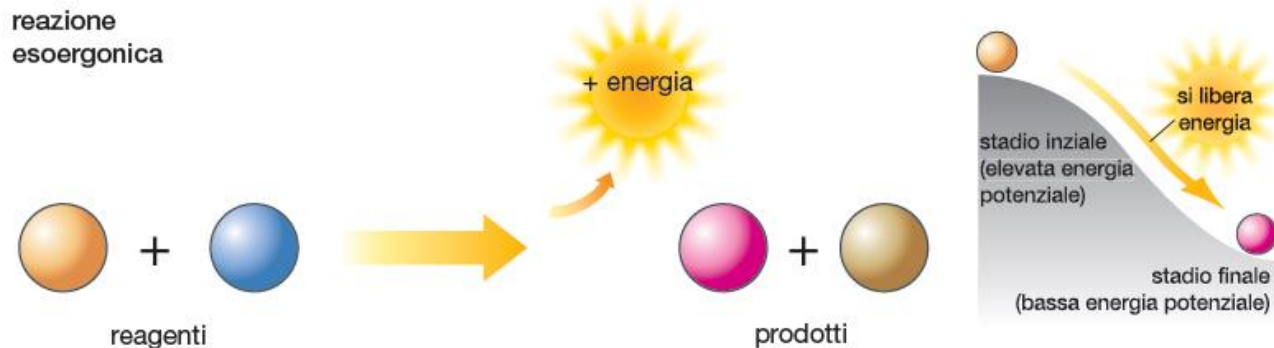
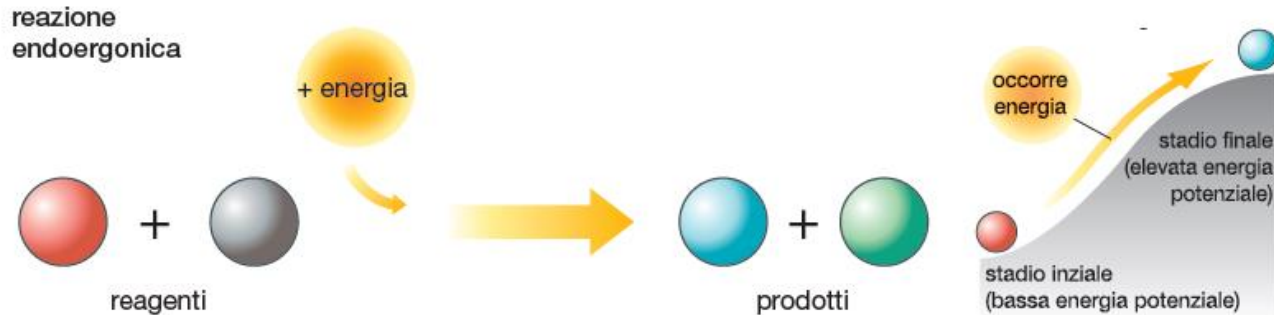


CELLULA

- Sistema isotermico che estrae energia e materiali grezzi dal suo ambiente
- Realizza reazioni chimiche organiche con enzimi (i catalizzatori) da lei sintetizzati secondo principi di massima economia
- Mantiene uno stato stazionario dinamico che non è in equilibrio con l'ambiente esterno
- Conserva l'informazione genetica codificata da DNA e RNA, specifica per le sequenze di a.a. nelle proteine
- La struttura tridimensionale delle biomolecole è stabilizzata da molte interazioni deboli

Le reazioni chimiche che avvengono all'interno della cellula, definite nell'insieme **Metabolismo Cellulare**, possono essere suddivise in due categorie:

- **Reazioni Endoergoniche:** richiedono apporto energetico
 - **Reazioni Esoergoniche:** liberano energia

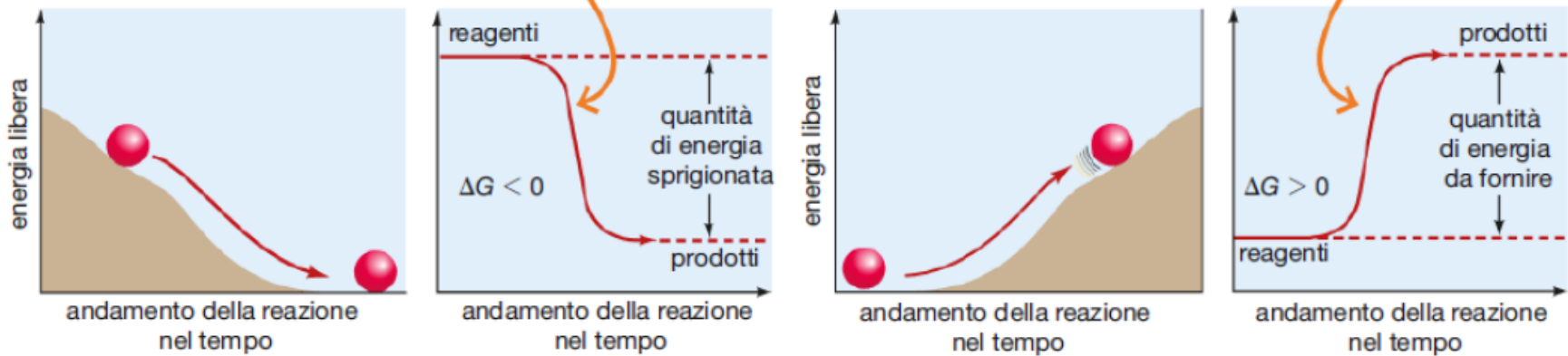


Le reazioni chimiche che avvengono all'interno della cellula, definite nell'insieme **Metabolismo Cellulare**, possono essere suddivise in due categorie:

- **Reazioni Esoergoniche:** liberano energia
- **Reazioni Endoergoniche:** richiedono apporto energetico

I reagenti si trasformano in prodotti a contenuto energetico minore

E' necessario un apporto energetico per produrre prodotti ad alto valore energetico



Reazioni Esoergoniche: liberano energia

Ex. Glicolisi

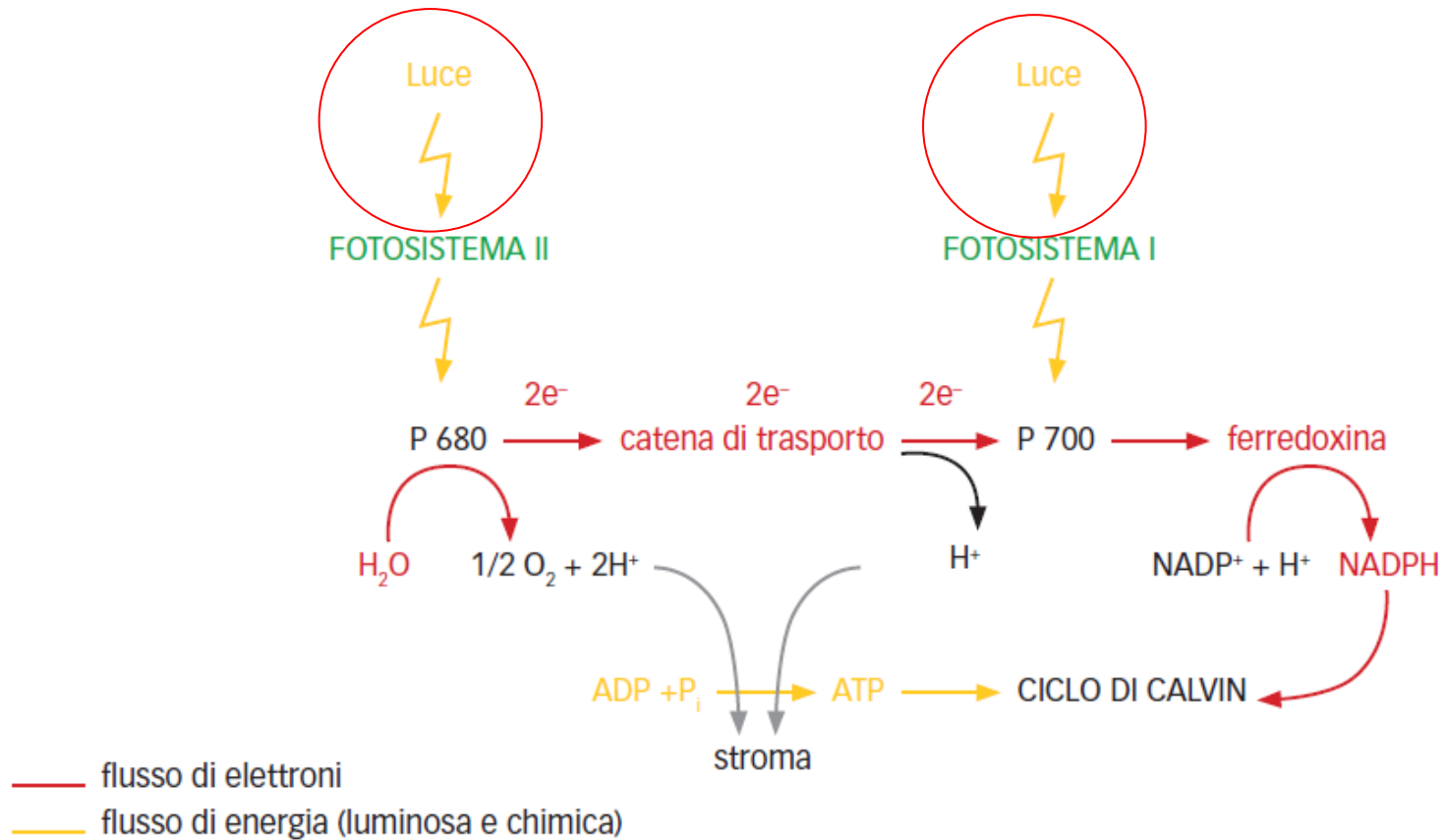
Demolisce la molecola del glucosio allo scopo di trarne energia.



Guadagno netto di 2 molecole di ATP e 2 di NADH per ciascuna molecola di glucosio.

Reazioni Endoergoniche: richiedono apporto energetico

Ex. Fotosintesi Clorofiliana



I meccanismi delle reazioni biochimiche sono analoghi a quelli delle reazioni organiche

I composti organici si basano sulla presenza di diversi **gruppi funzionali**

Gruppi Funzionali

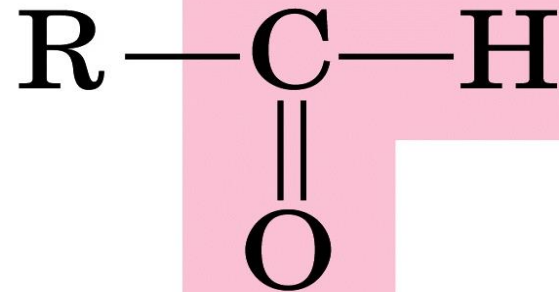
Idrossile

(ex. alcoli)



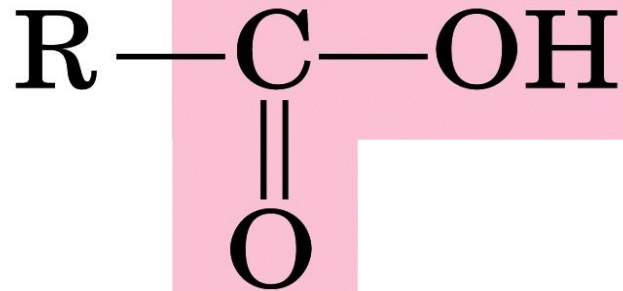
Carbonile

(ex. legame peptidico)



Carbossile

(ex. acidi grassi)



Gruppi Funzionali

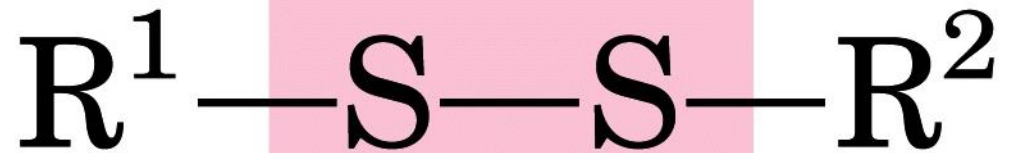
Sulfidrile

(ex. aa cisteina)



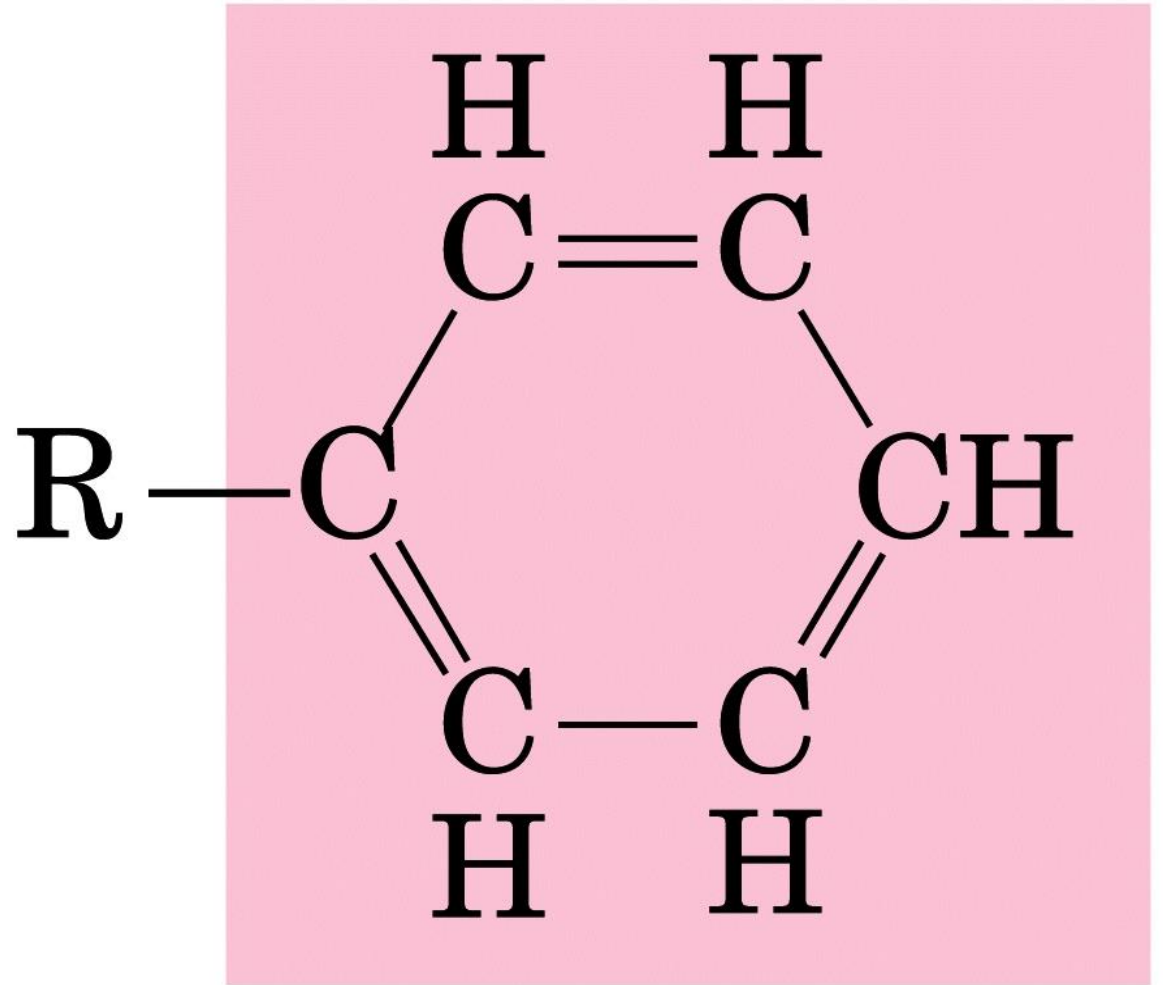
Disulfidrile

(ex. ponte disolfuro)



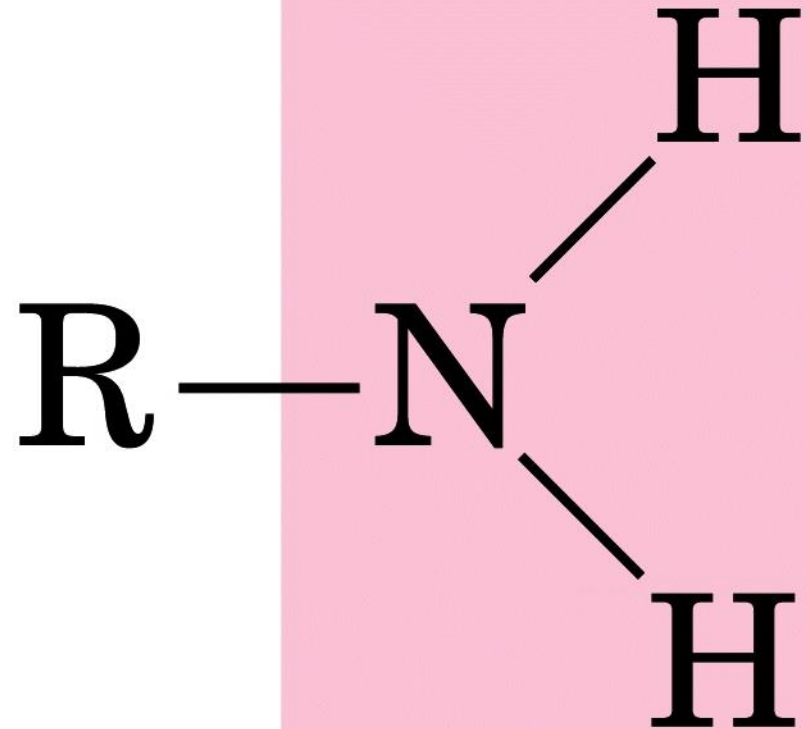
Gruppi Funzionali

Fenile



Gruppi Funzionali

Amminico



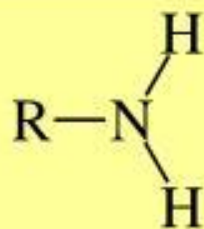
Primarie, secondarie e terziarie...



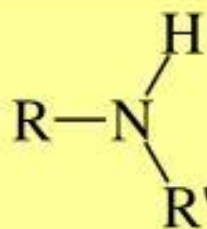
AMMINE

Si chiamano primarie le ammine che hanno un solo gruppo alchilico o aromatico legato all'azoto.

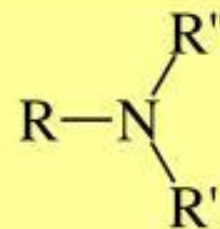
Sono secondarie e terziarie le ammine al cui atomo di azoto sono legate, rispettivamente, due e tre gruppi aromatici o alifatici o aliciclici



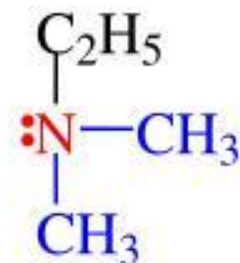
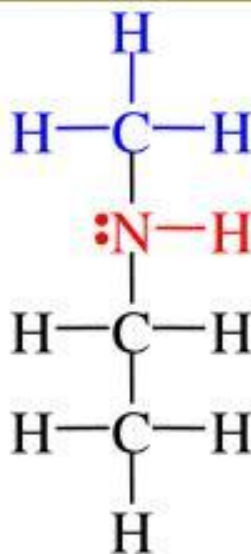
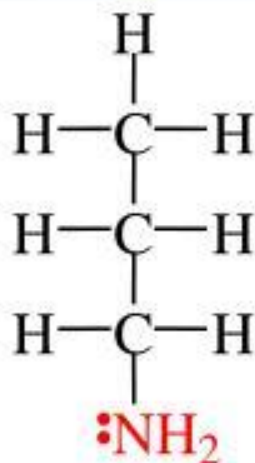
ammina primaria



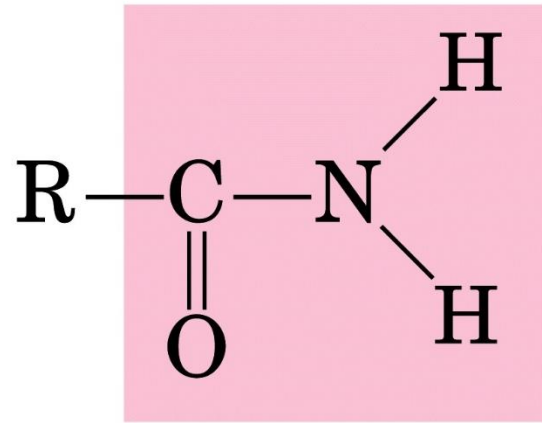
ammina secondaria



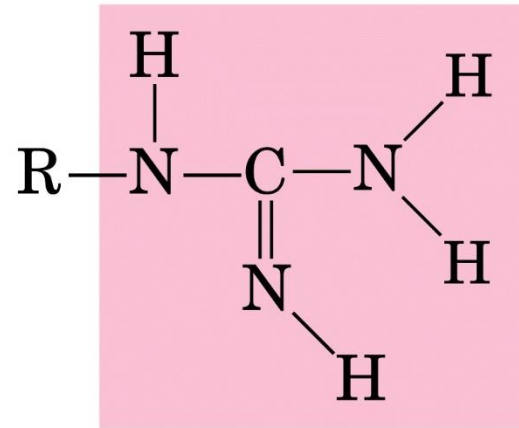
ammina terziaria



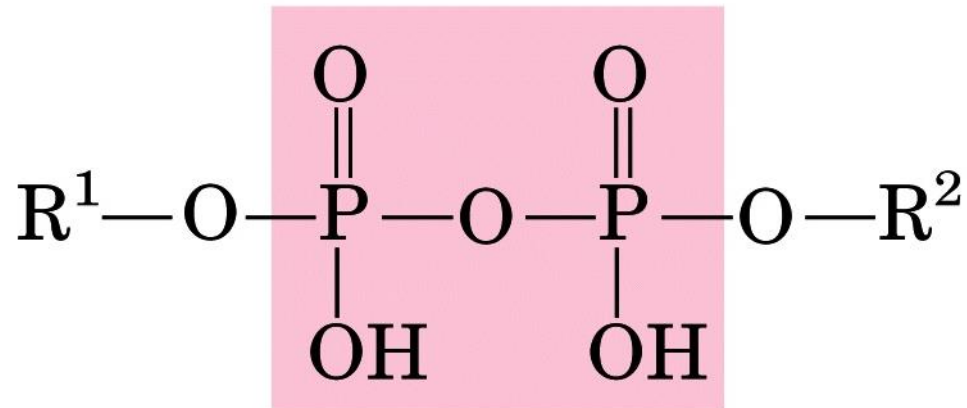
Ammidico
(-OH con NH₂)



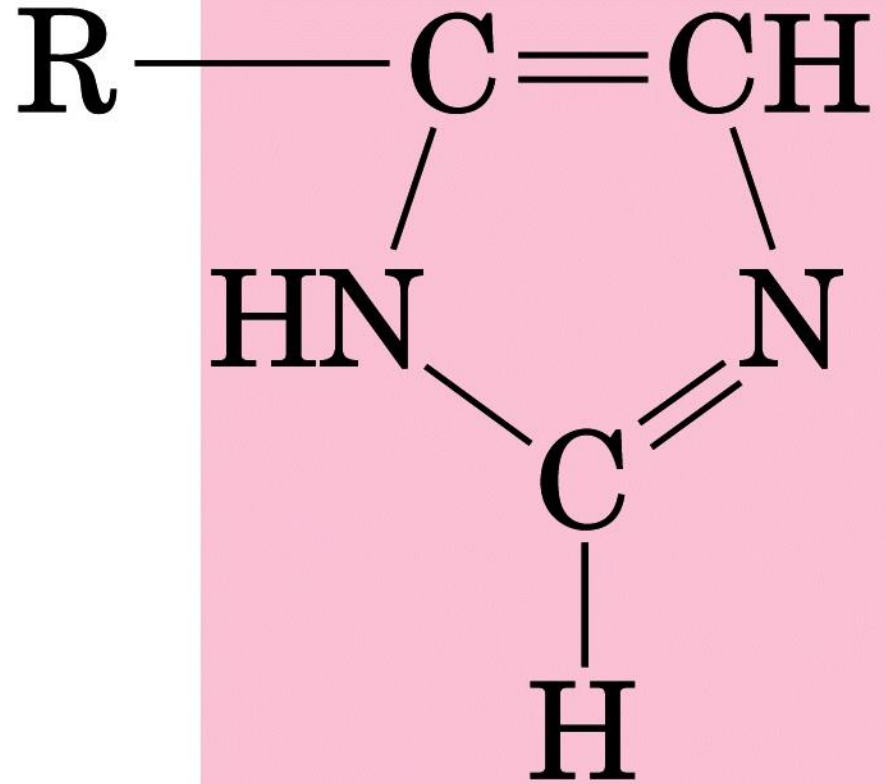
Guanidinico
(O con NH + OH con NH₂)



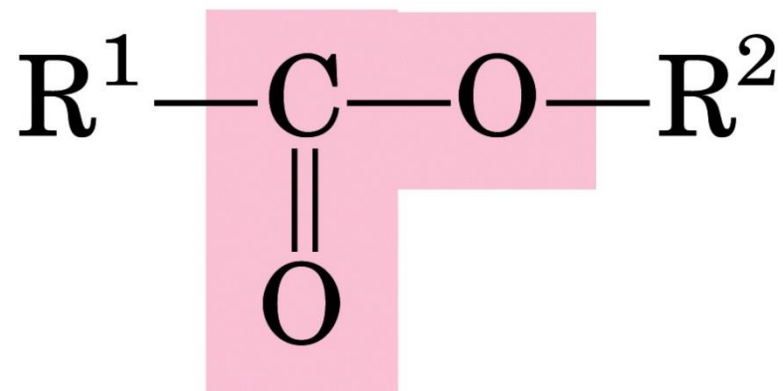
Fosfoanidritico
(ex. pirofosfato)



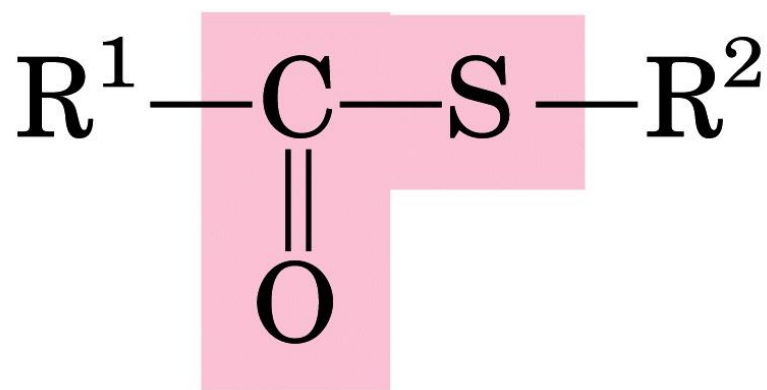
Imidazolico
(Ex. istidina)



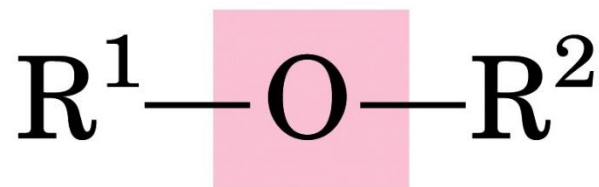
Esterico
(-OH con OR)



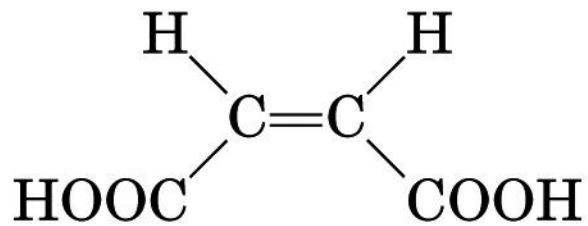
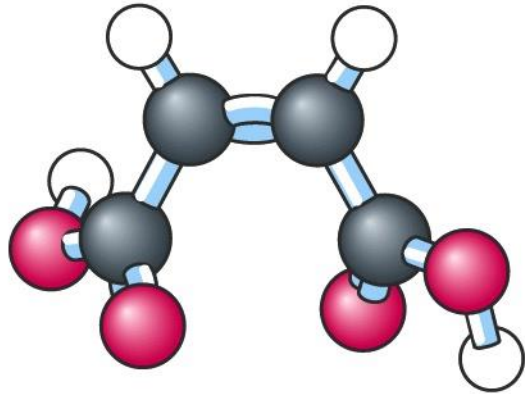
Tioesterico
(-OH con SR)



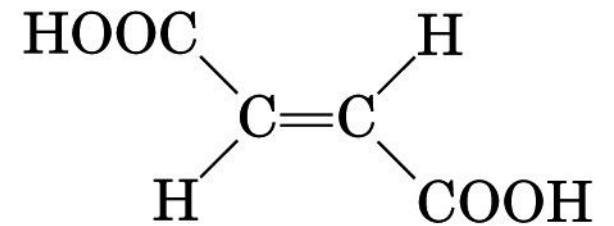
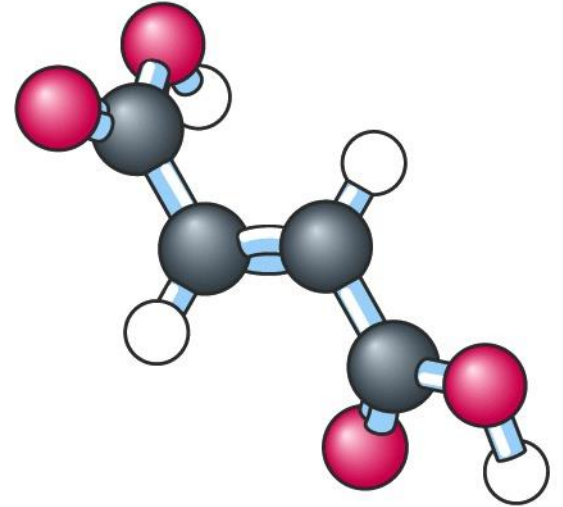
Etere



Isomeria cis-trans

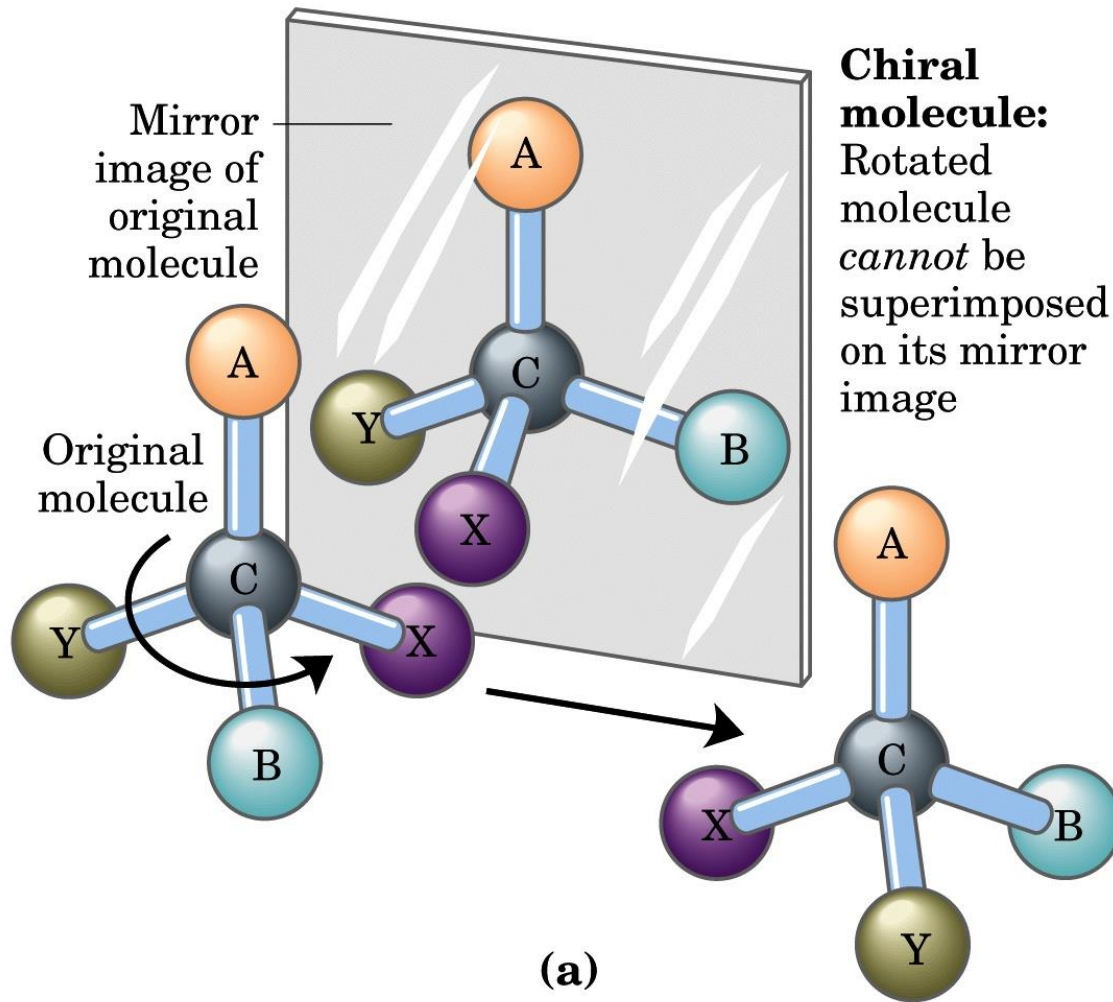


Acido maleico (Cis)



Acido fumarico (trans)

La stereoisomeria ottica

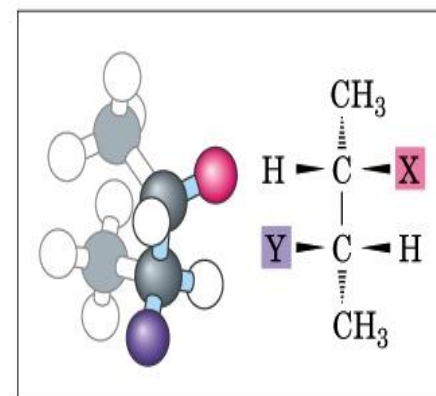
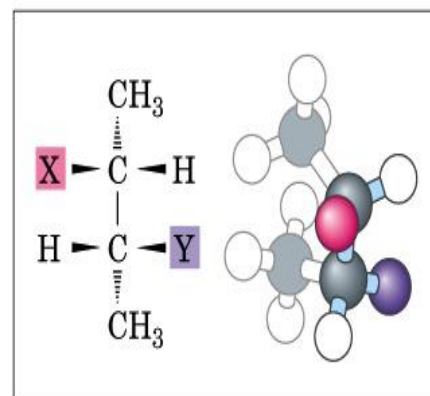
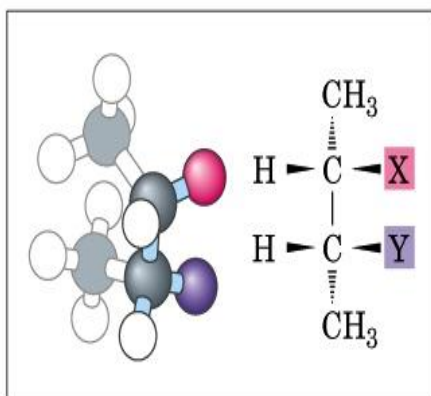
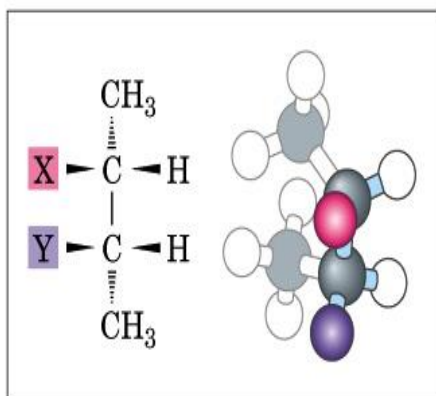


Gli enzimi, i catalizzatori biologici, sono stereospecifici e riconoscono selettivamente soltanto gli isomeri ottici di un tipo

Enantiomeri

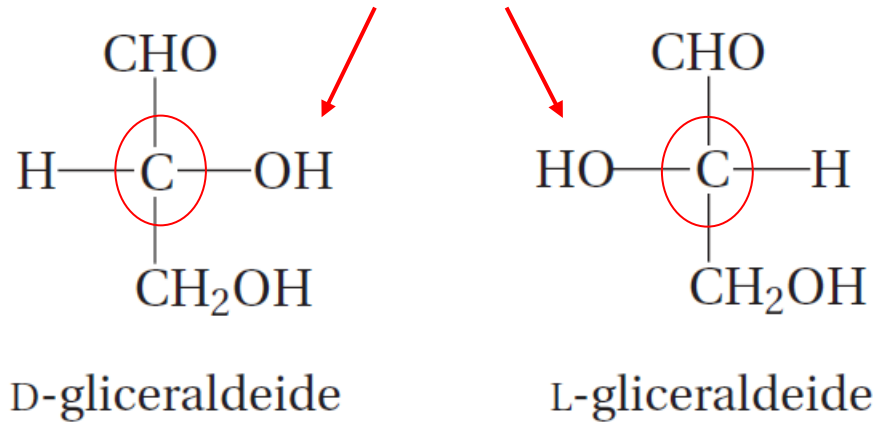
Enantiomers (mirror images)

Enantiomers (mirror images)

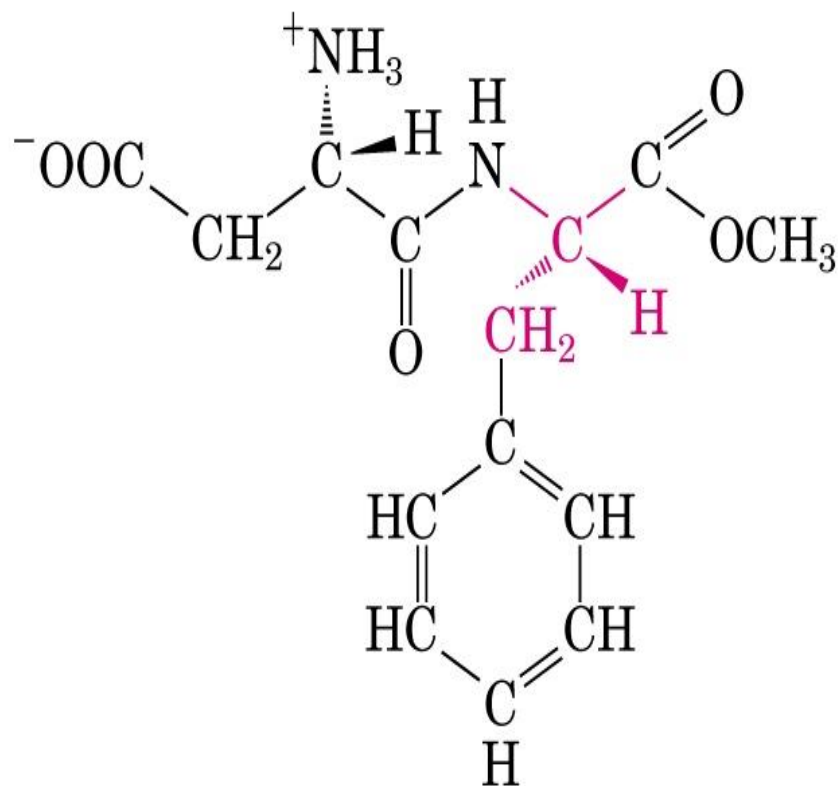


Diastereomers (non-mirror images)

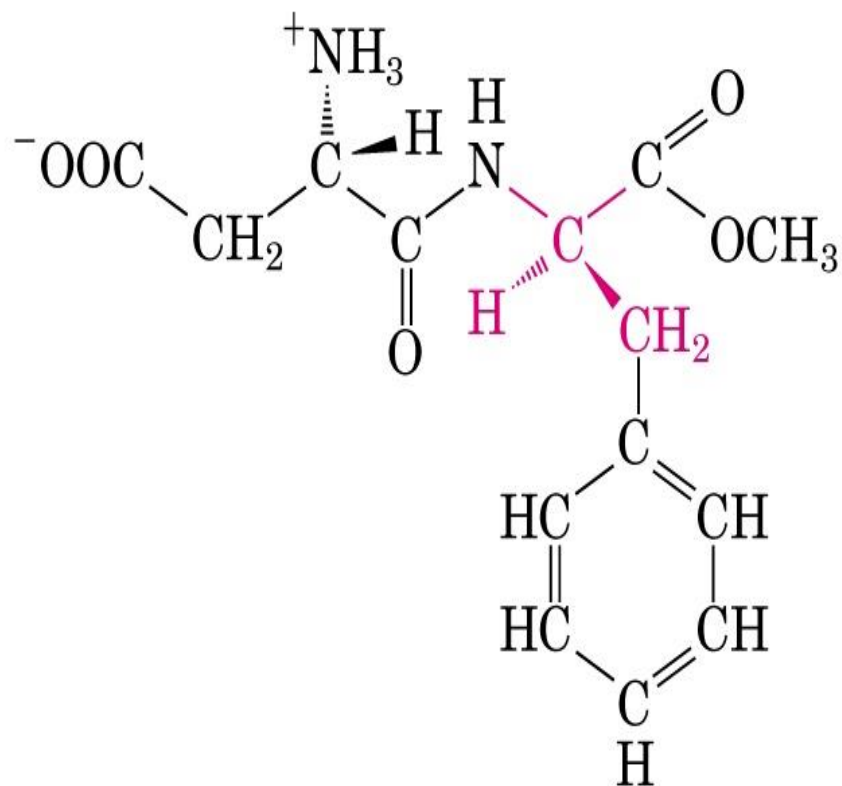
Proiezione di Fischer



L'importanza biologica: la D-gliceraldeide e in generale, gli zuccheri della serie D hanno importanza per l'uomo. Solo gli L-amminoacidi entrano nella costituzione delle proteine.



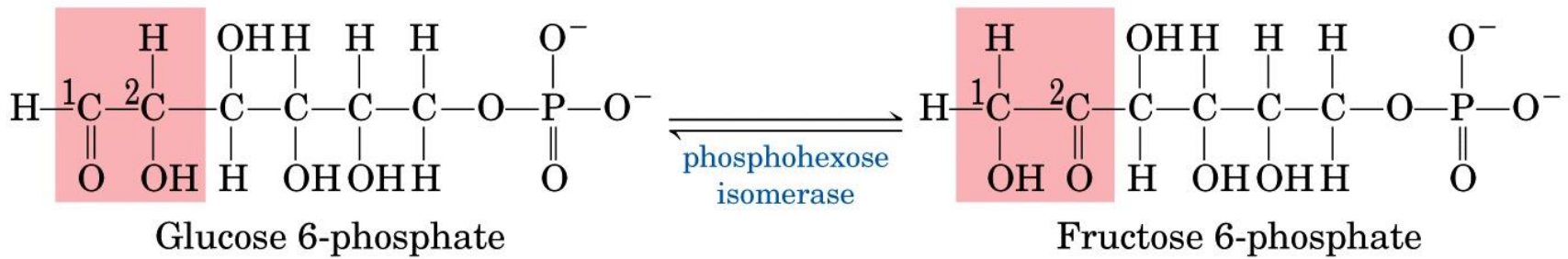
L-Aspartyl-L-phenylalanine methyl ester
(aspartame) (sweet)



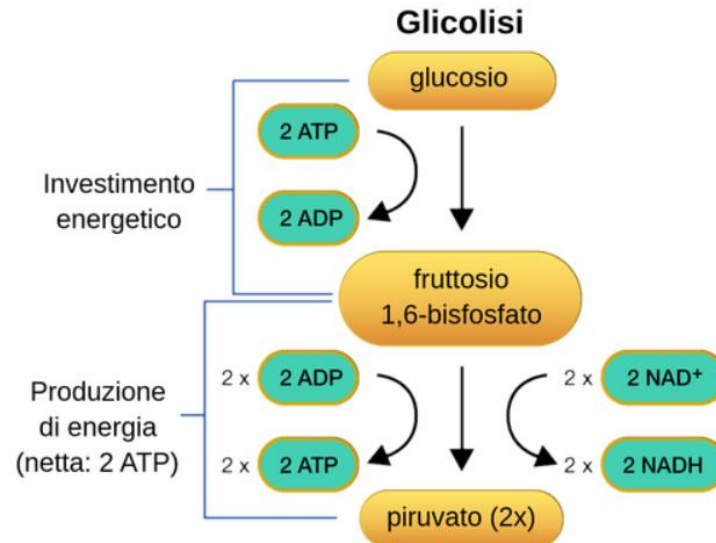
L-Aspartyl-D-phenylalanine methyl ester
(bitter)

(b)

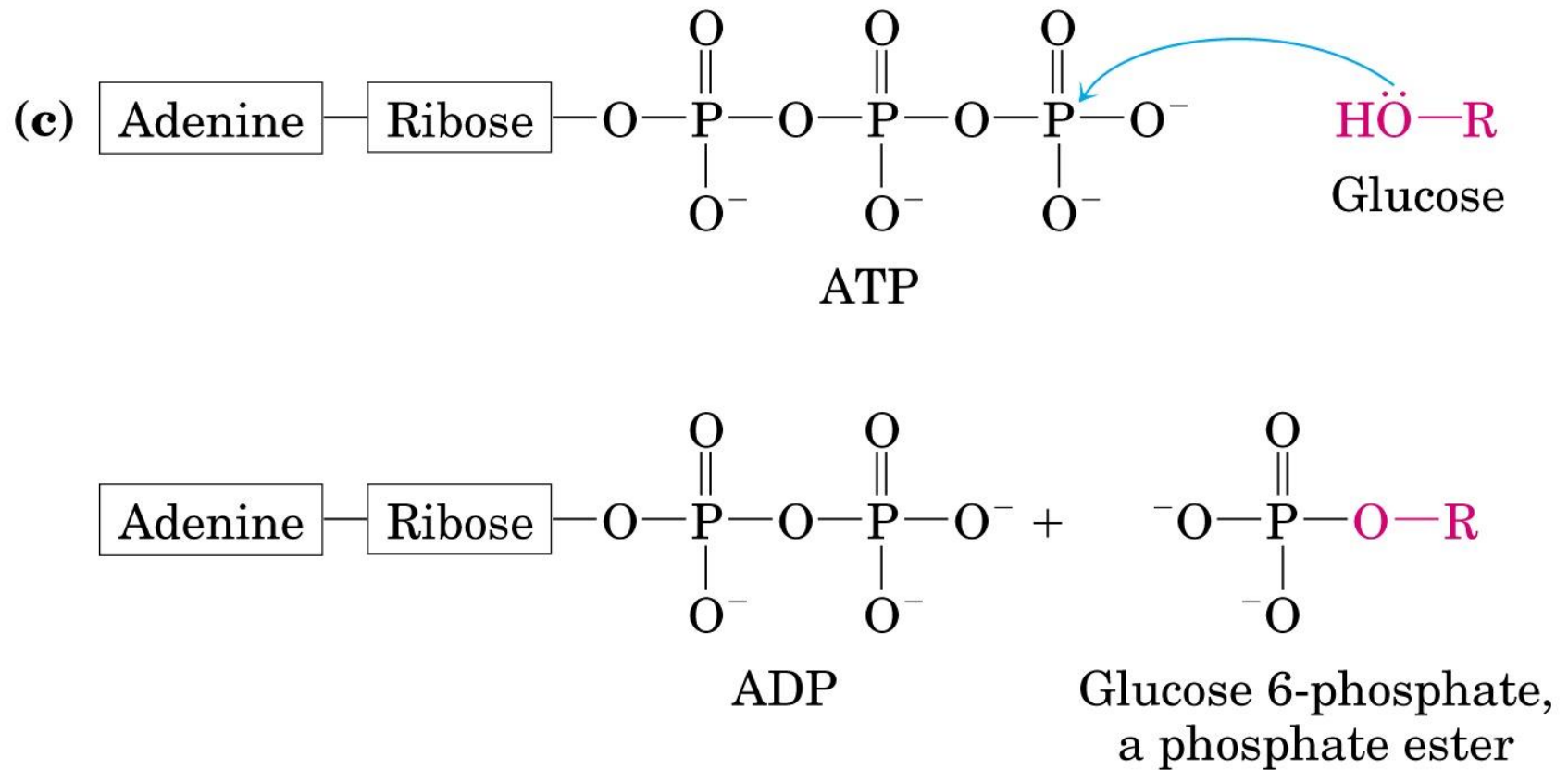
Reazione di riarrangiamento (isomerizzazione)



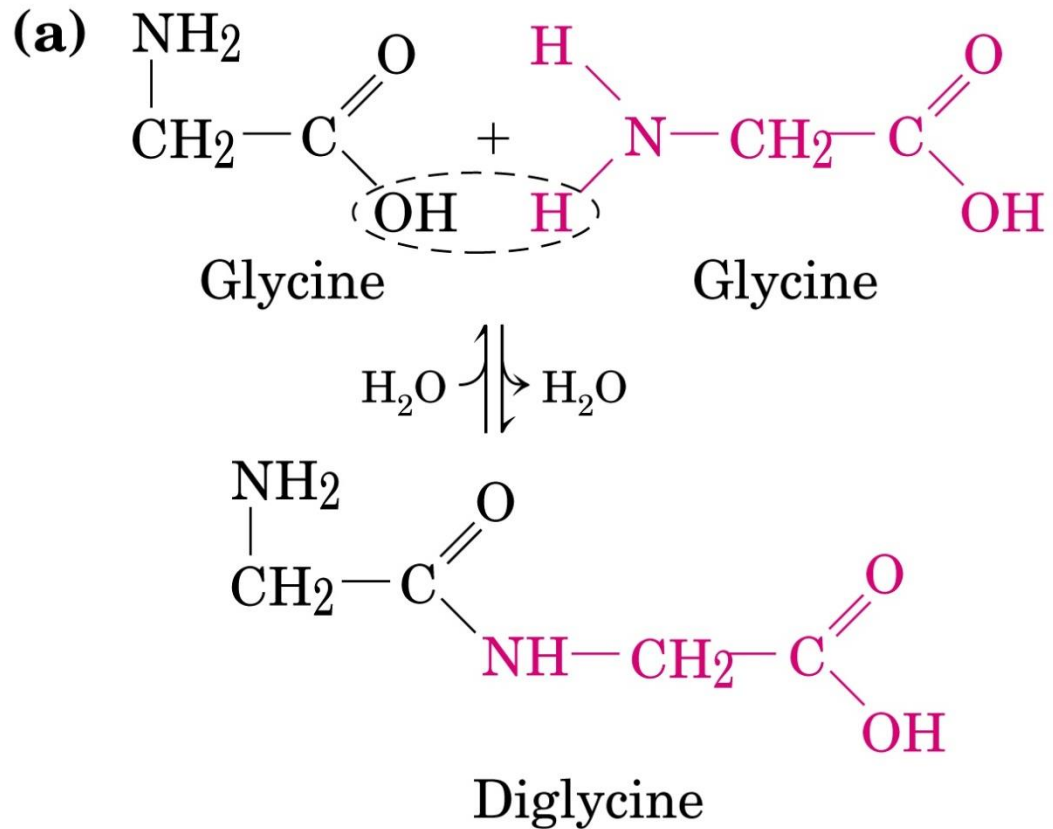
(a)



Reazione di trasferimento di gruppo

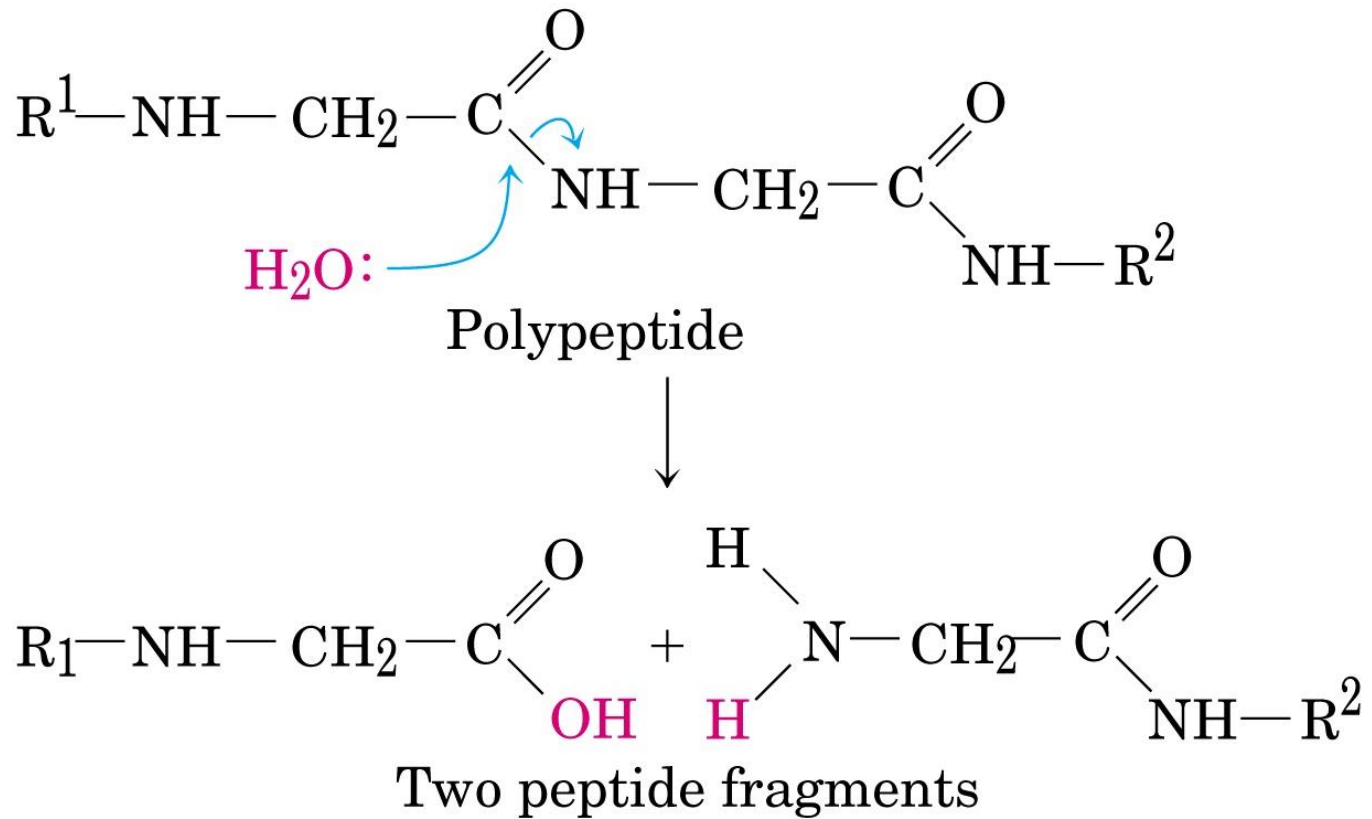


Reazione di condensazione

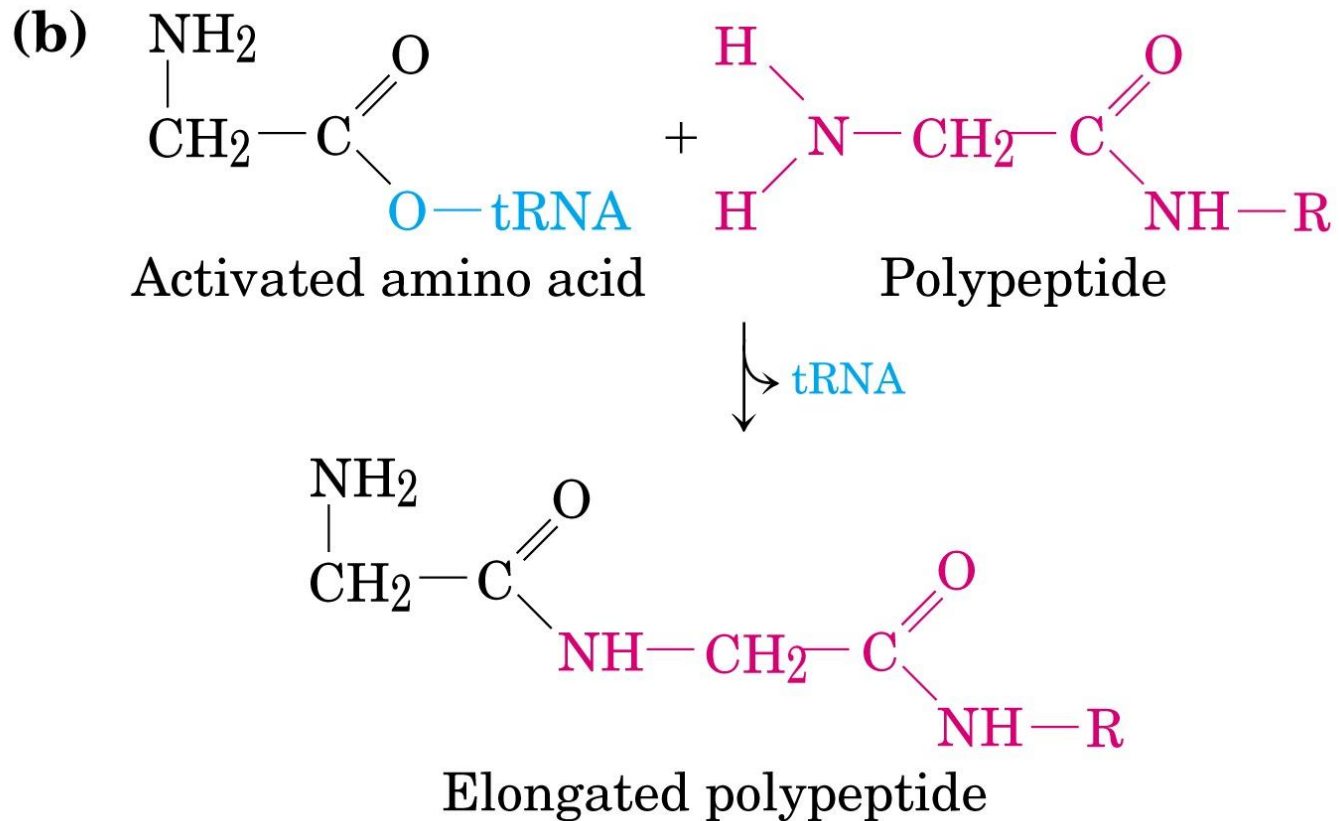


Rottura di legami

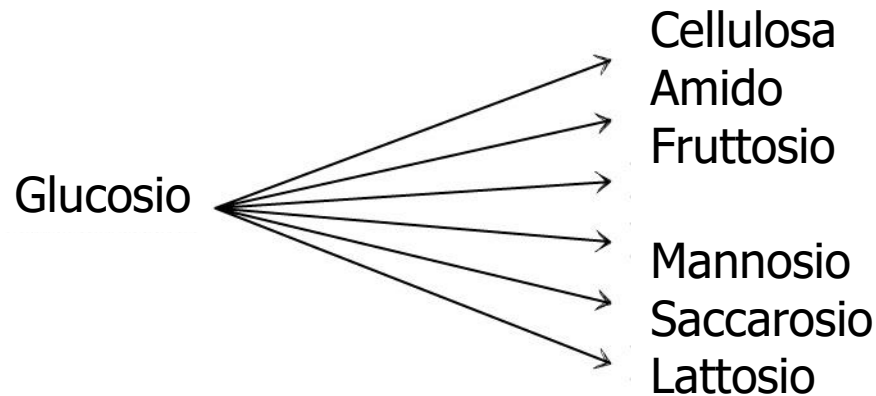
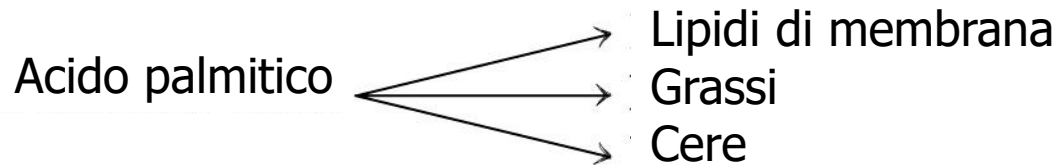
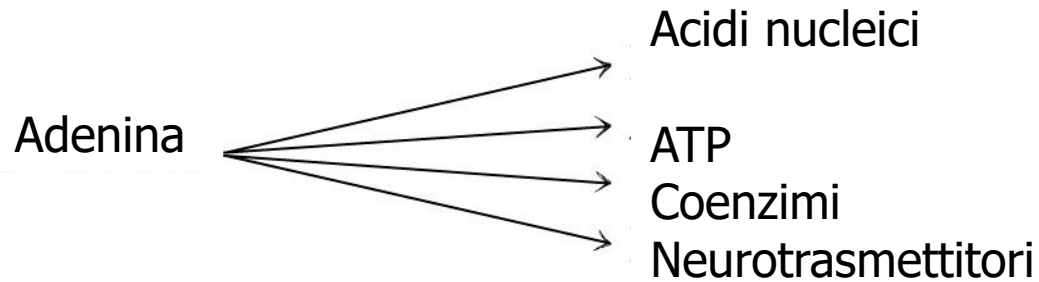
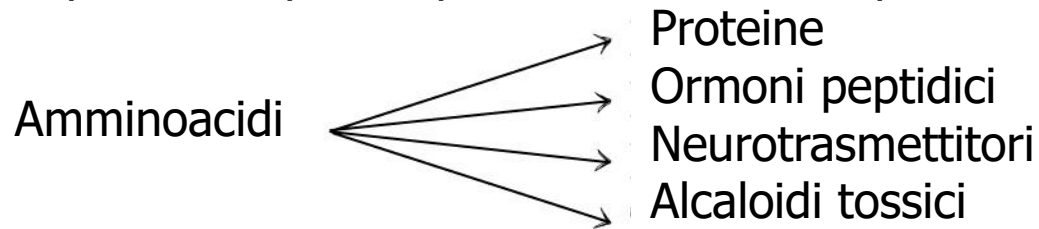
(c)



Formazione di legami



Ogni composto semplice è precursore di molti tipi di biomolecole



**Level 4:
The cell
and its organelles**

**Level 3:
Supramolecular
complexes**

**Level 2:
Macromolecules**

**Level 1:
Monomeric units**

