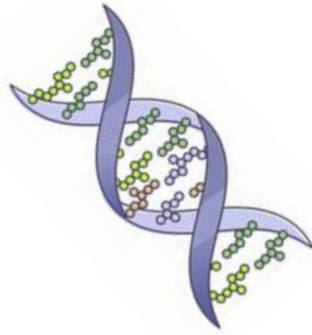
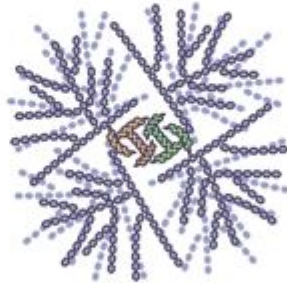
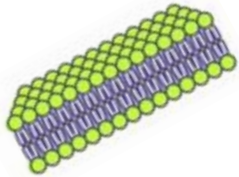




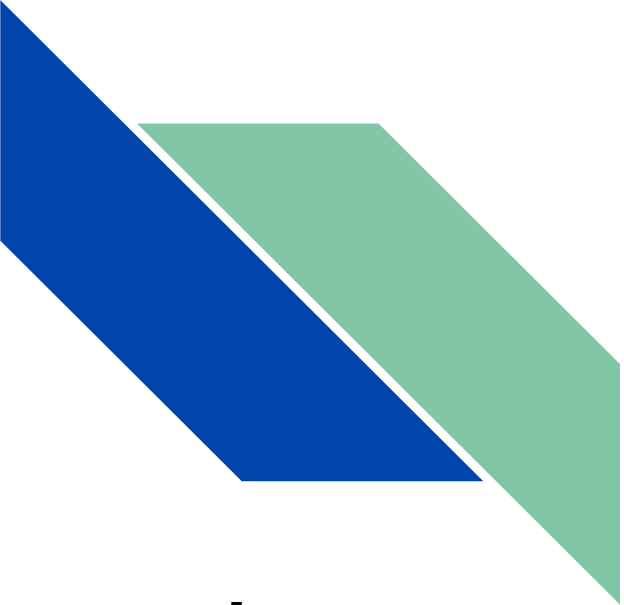
BLOC I

LES BIOMOLÈCULES

I EL METABOLISME

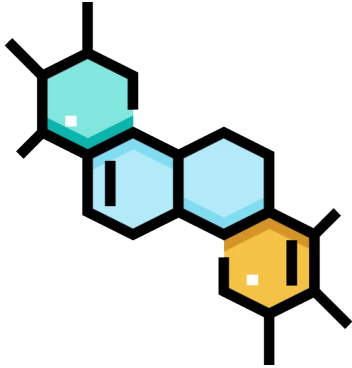


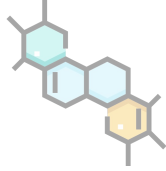
Biologia II
2n de Batxillerat
2023-24
Jaume Benet i Bertran



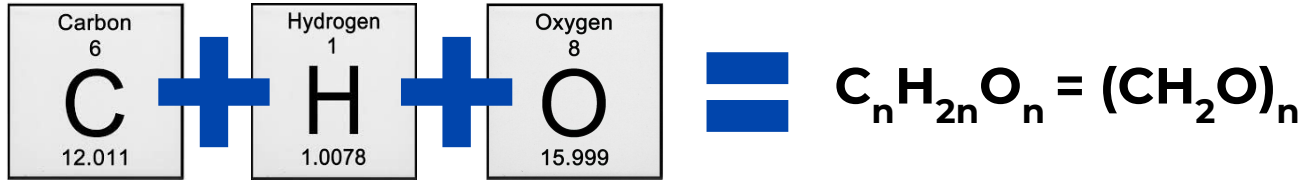
Unitat 1. BIOMOLÈCULES I METABOLISME

1. Glúcids
2. Lípids
3. Àcids nucleics
4. Proteïnes
5. Reaccions químiques i catalitzadors
6. Enzims
7. Metabolisme



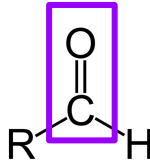


1. Glúcids

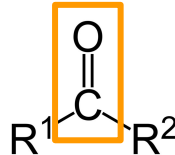


Sempre hi ha un **grup carbonil**: carboni unit per doble enllaç a oxigen (**C=O**)

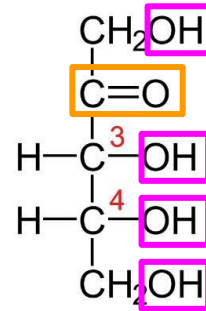
- **Grup aldehyd:**
(carboni 1)



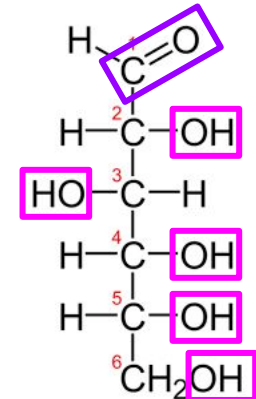
- **Grup cetona:**
(carboni 2)



Grup alcohol

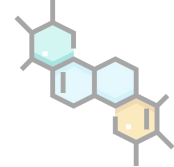


D-Ribulosa



D-Glucosa

1.1. Classificació

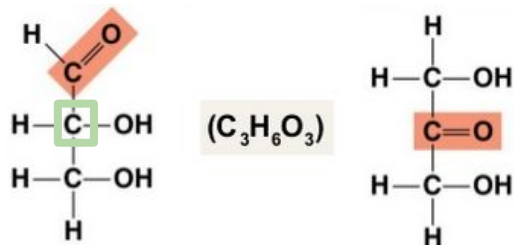


Monosacàrids

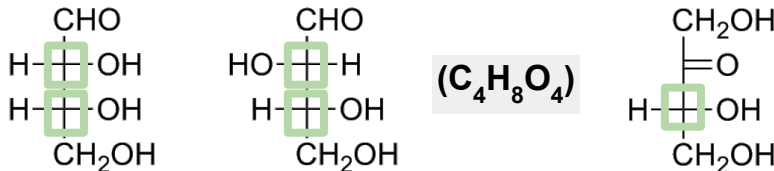
Una sola cadena (3-7 C)

Carboni asimètric (4 radicals diferents):
isòmers espacials o esteroisòmers D i L

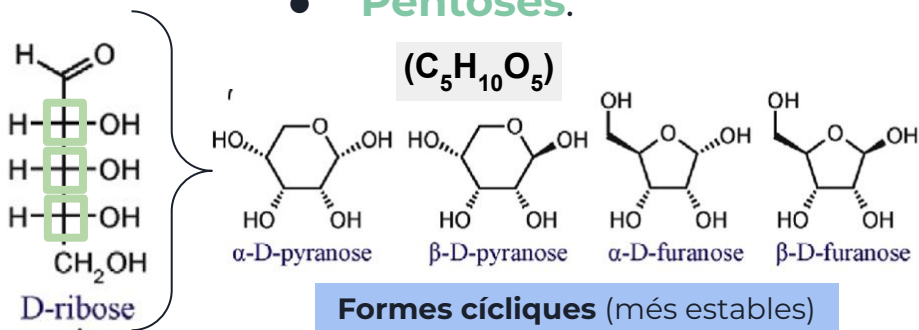
- Trioses:**



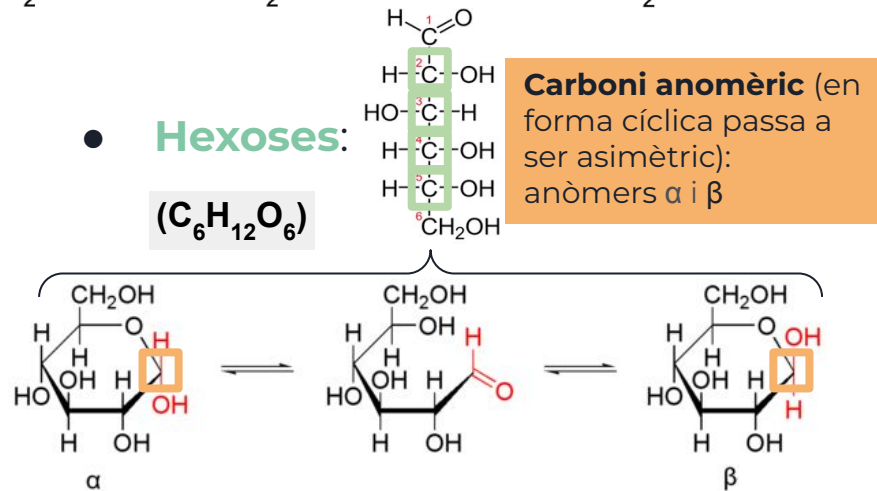
- Tetroses:**

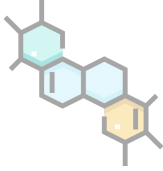


- Pentoses:**



- Hexoses:**



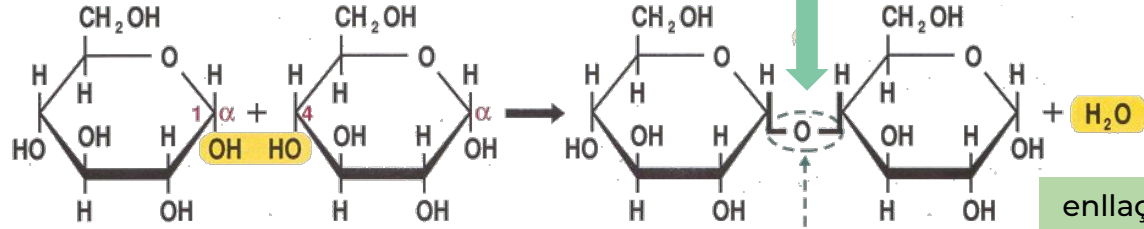


Disacàrids

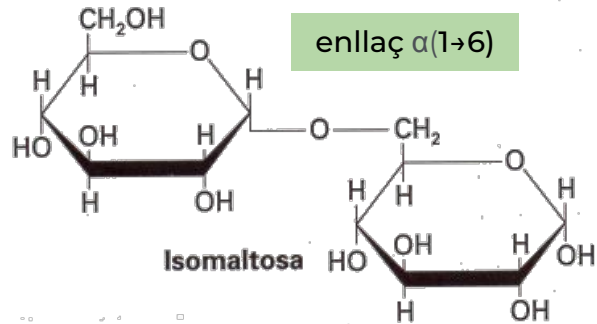
Unió de dos monosacàrids



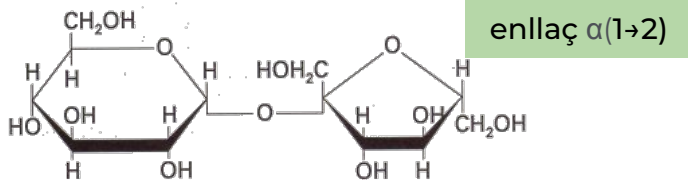
enllaç O-glicosídic



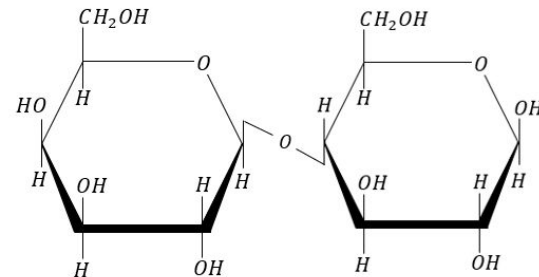
Enllaç entre **OH del carboni carbonílic** (1r monosacàrid) i un **radical OH** (2n monosacàrid) pot ser del carboni carbonílic o no.



Isomaltosa



Sacarosa



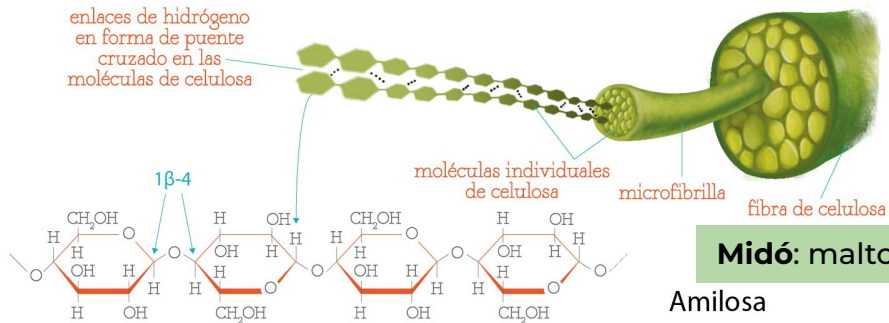
Lactosa

Polisacàrids

Unió de molts monosacàrids  **enllaç O-glicosídic**

- **Homopolisacàrids**: un sol tipus de monosacàrid

enlaces de hidrógeno
en forma de puente
cruzado en las
moléculas de celulosa

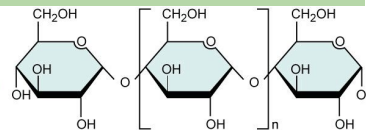
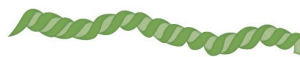


Cel·lulosa: glucoses unides per $\beta(1\rightarrow4)$

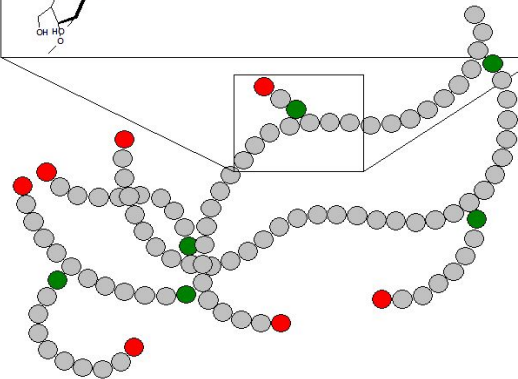
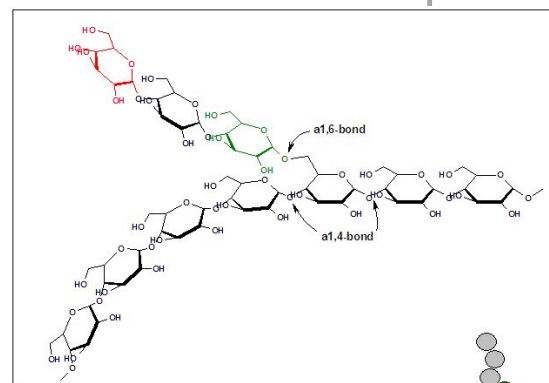
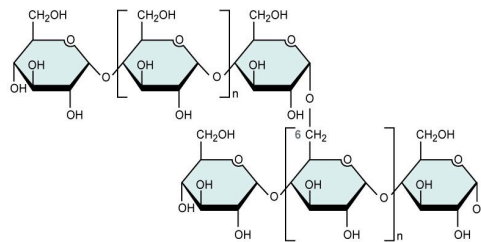


Midó: maltoses unides per $\alpha(1\rightarrow4)$ i $\alpha(1\rightarrow6)$

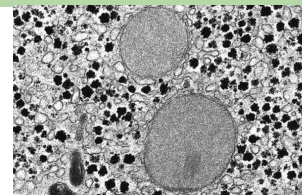
Amilosa

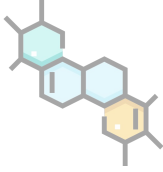


Amilopectina

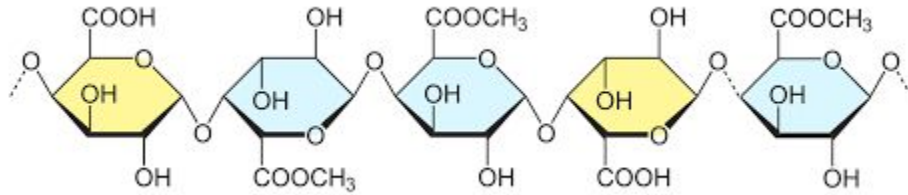


Glicogen: maltoses unides per $\alpha(1\rightarrow4)$ i $\alpha(1\rightarrow6)$

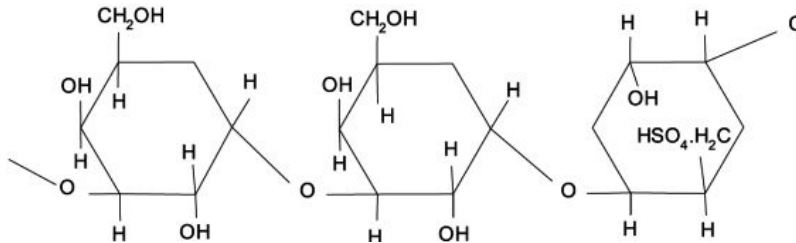




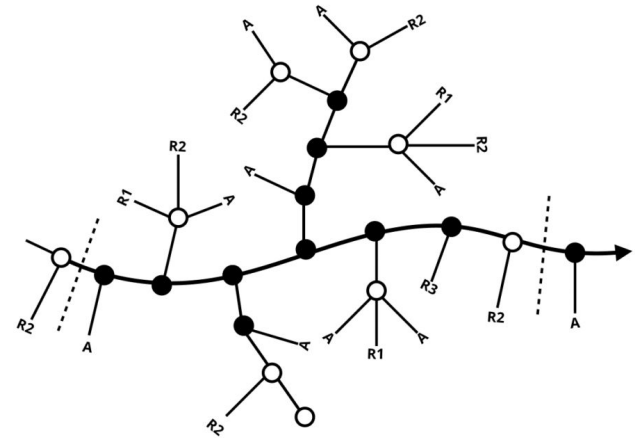
- **Heteropolisacàrids**: més d'un tipus de monosacàrid o derivats



Pectina: àcid galacturònic + galactosa*

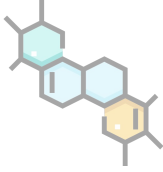


Agar: galactosa + anhidrogallactosa



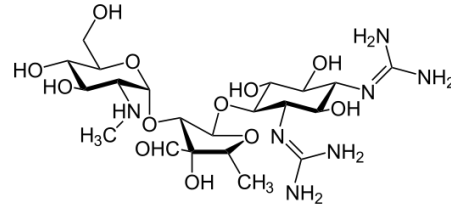
A = Arabinosyl
 R1 = Rhamnose-glucuronic acid
 R2 = Rhamnose-galactose-3 arabinose
 R3 = Arabinose-3 arabinose-3 arabinose
 ● = 3-linked galactose
 ○ = 6-linked galactose (galactose or glucuronic acid attached or end group)

Goma aràbiga: galactosa + arabinosa
 + ramnosa + àcid glucorònic + ...



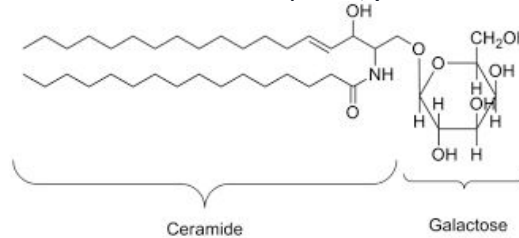
Glúcids associats a altres molècules

- **Heteròsids:** monosacàrid / oligosacàrid + molècula baix pes



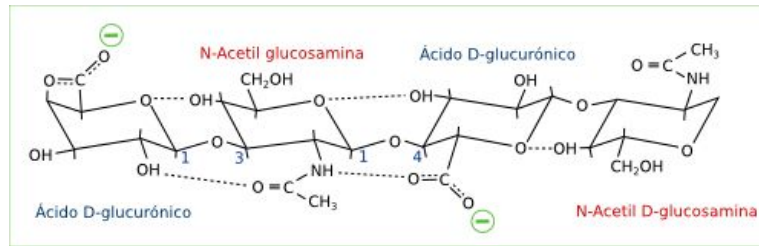
Estreptomicina: oligosacàrid + grups amino

- **Glicolípids:** monosacàrid / oligosacàrid + lípid

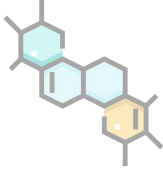


Cerebròsid: galactosa + àcids grassos

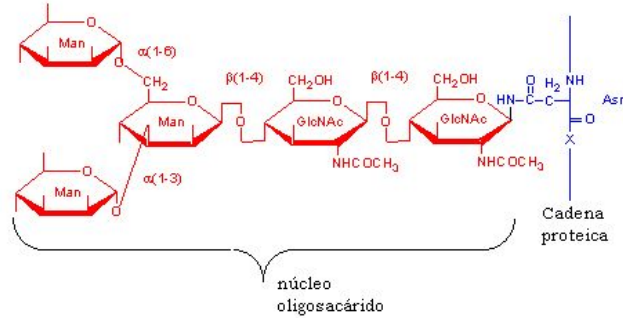
- **Proteoglicans:** polisacàrid + fracció proteica



Àcid hialurònic: galactosa + N-acetil glucosamina



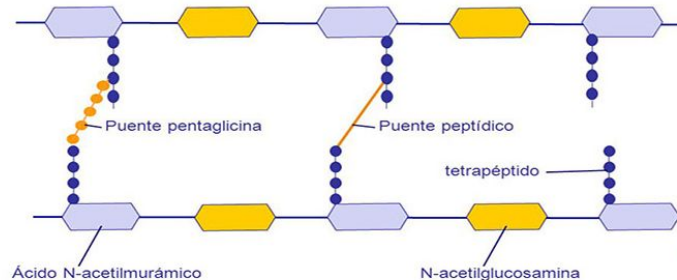
- **Glicoproteïnes:** monosacàrid / oligosacàrid + proteïna



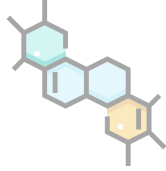
el terminal de residuos manosa se une a tres azúcares para formar glicoproteínas N-unidas del tipo ricas en manosa, complejas o híbridas

Proteïna glicosidada: cadena peptídica + oligosacàrid unit a Asn

- **Peptidoglicans:** monosacàrids + aminoàcids unió



Mureïna: N-acetilglucosamina + àcid muràmic + oligopèptid



1.2. Funcions

Energètica



- **Monosacàrids s'oxiden** (donen electrons) creant un gradient de protons que permet obtenir energia
- Polisacàrids amb **enllaços α -glicosídics**: fàcils d'hidrolitzar i obtenir monosacàrids (**emmagatzematge energètic**)

Estructural



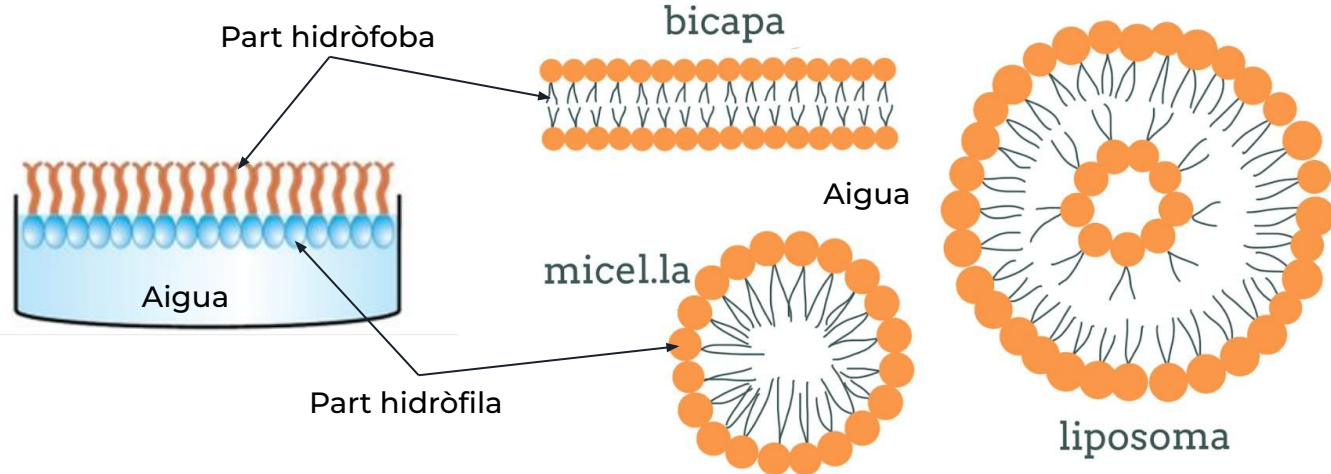
- Polisacàrids amb **enllaços β -glicosídics**: difícils d'hidrolitzar, molt **estables** (estructures fortes i resistent)

Especificitat de membrana

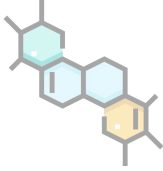


- **Glicoproteïnes i glicolípid**s: moltes possibles combinacions que permeten usar-se pel **reconeixement**

- Part hidròfila** poc representativa (majoritàriament són molècules hidròfobes) però si aquesta part s'**ionitza** (sabons), s'estableixen **atraccions elèctriques** amb les molècules polars com l'aigua



2.1. Classificació



Lípids saponificables simples

Unió d'un o més **àcids grassos** a un **grup alcohol** mitjançant **enllaç èster**

- **Acilglicèrids** (greixos):
Esterificació de **glicerina** (alcohol) + $\left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ àc. gras} \longrightarrow \text{monoacilglicèrid} \\ 2 \text{ àc. grassos} \longrightarrow \text{diacilglicèrid} \\ 3 \text{ àc. grassos} \longrightarrow \text{triacilglicèrid} \end{array} \right.$



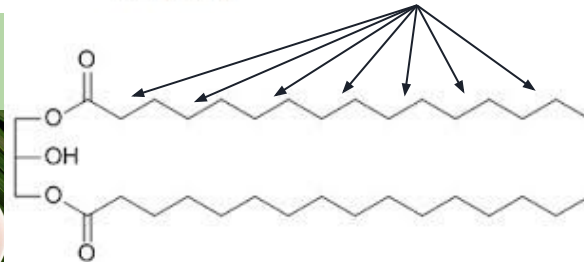
Àcids grassos + Glicerina

Dipalmitina: glicerol + 2 àcids palmítics (saturats)

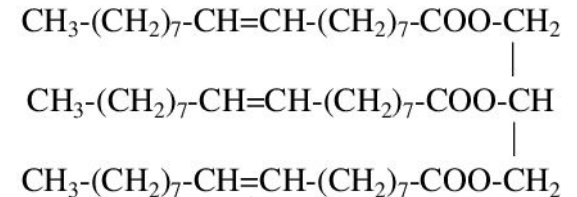


Triacilglicèrid

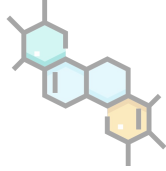
àc. gras saturat



Trioleïna: glicerol + 3 àcids oleics (insaturats)



àc. gras insaturat



- **Cèrids** (ceres):
Esterificació d'**alcohol de cadena llarga** + **1 àcid gras**



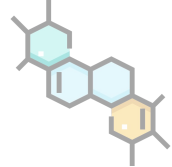
Palmitat de miricil (cera d'abella):
alcohol miricílic + àcid palmític



Lípids saponificables complexos

Tema 1. Biomolècules i metabolisme

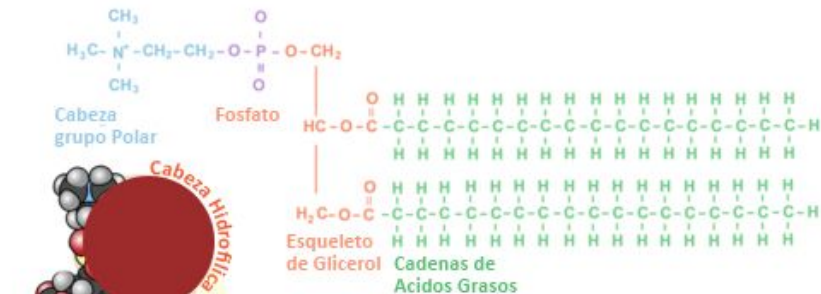
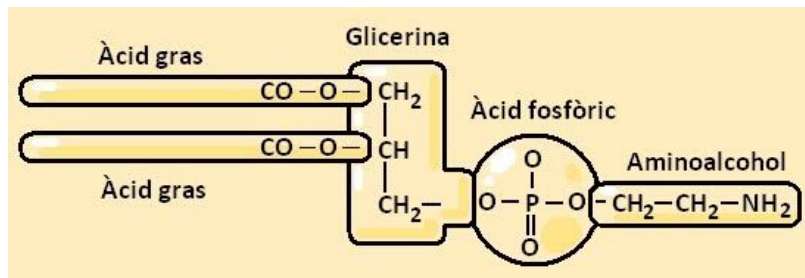
Jaume Benet i Bertran



Unió d'un o més **àcids grassos** a un **grup alcohol** i a un altre tipus de **molècula** mitjançant **enllaços èsters**

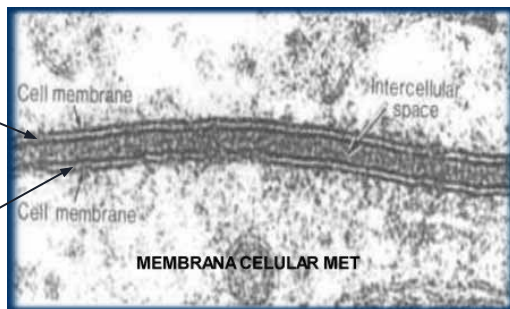
- **Fosfoglicèrids:**

Esterificació de **2 àc. grassos** + **glicerina** + **àc. fosfòric** + **aminoalcohol**

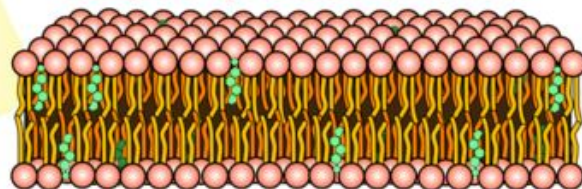


bicapa lipídica

bicapa lipídica



Bicapa Lipídica



FOSFOCOLINA

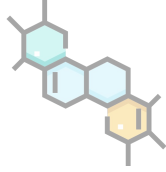
Àc. fosfòric

Àcid gras

Esfingosina

150nm

70nm



- **Glicoesfingolípid:**
Esterificació de **1 àc. gras** + **esfingosina** + **glúcid**

Cerebròsid

esfingosina

monosacàrid
o oligosacàrid
senzill

àc. gras

Ceramide

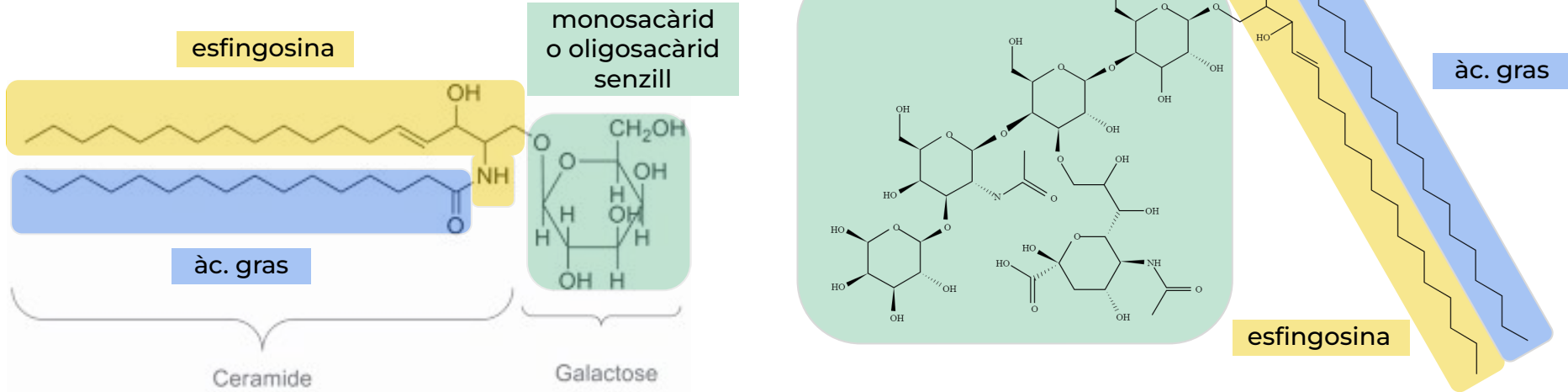
Galactose

Gangliòsid

oligosacàrid
complex

àc. gras

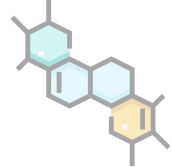
esfingosina



Lípids insaponificables

Tema 1. Biomolècules i metabolisme

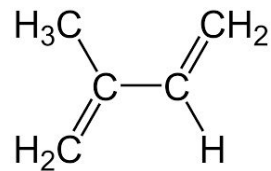
Jaume Benet i Bertran



No contenen àcids grassos i no poden formar sabons (saponificació)

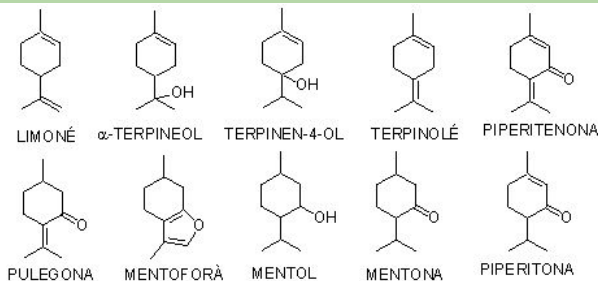
- Isoprenoides** (terpens):

Polimerització de la molècula **isoprè** (2-metil-1,3-butadiè) formant cadenes lineals o cícliques.

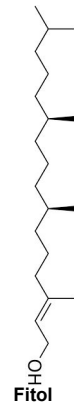
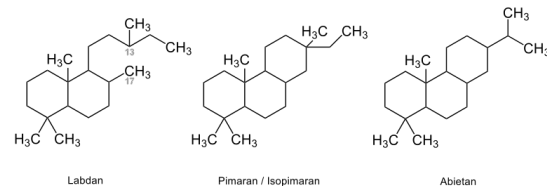


Isoprè

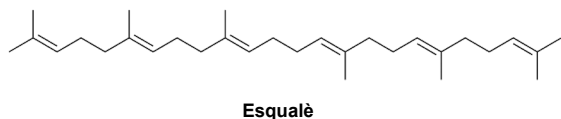
Monoterpens: 2 isoprens (essències vegetals)



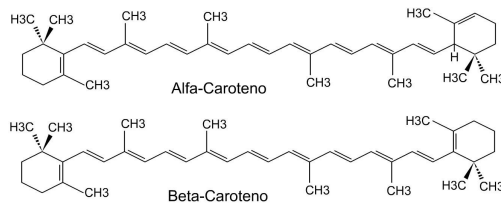
Diterpens: 4 isoprens (clorofil·la, vitamines A, E i K)



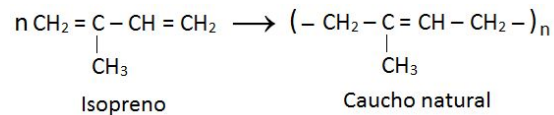
Triterpens: 6 isoprens

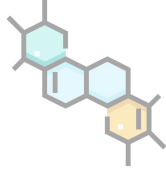


Tetraterpens: 8 isoprens (pigments carotenoides)



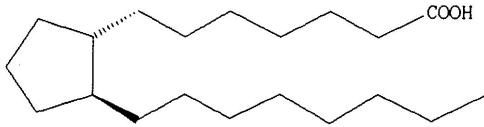
Politerpens: més de 8 isoprens



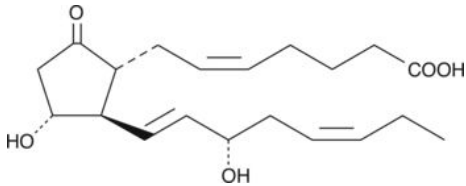


- **Prostaglandines:**

Derivades de l'**àcid prostoic** (anell ciclopentà + 2 cadenes de C-H).
Tenen una funció reguladora i medidora, actuant en quantitats molt baixes i a nivell local.

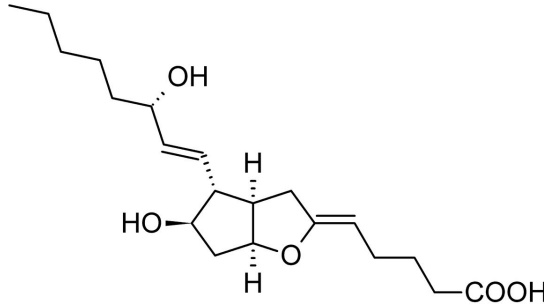


Àcid prostoic



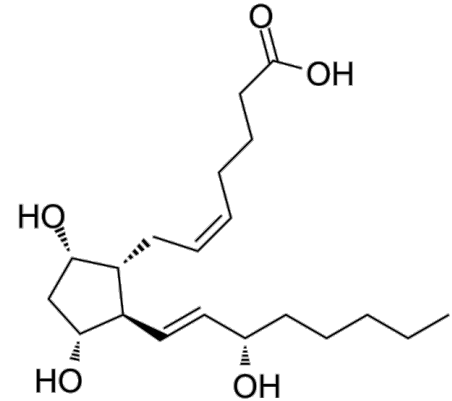
Prostaglandina E₃:

- Disminució secreció estómac
- Vasodilatació i broncodilatació



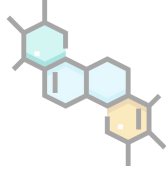
Prostaglandina I₂:

- Estimulació receptors dolor
- Vasodilatació

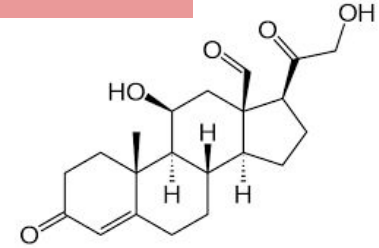


Prostaglandina F_{2α}:

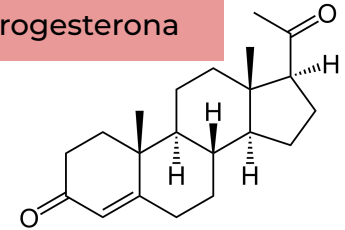
- Contracció uterina
- Vasoconstricció



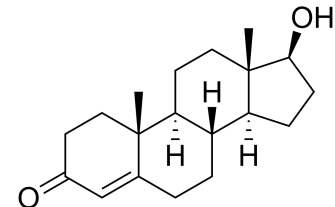
Aldosterona



Progesterona



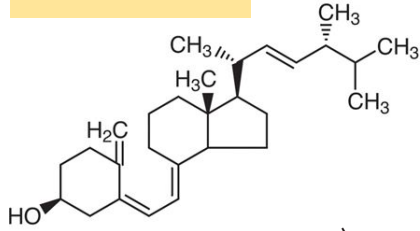
Testosterona



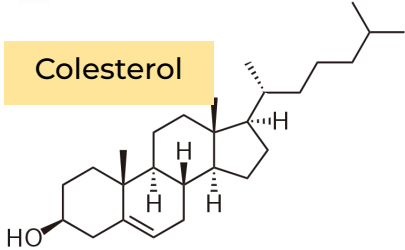
Esteroides:

Derivades de l'**esterà** (ciclopentanoperhidrofenantrè)

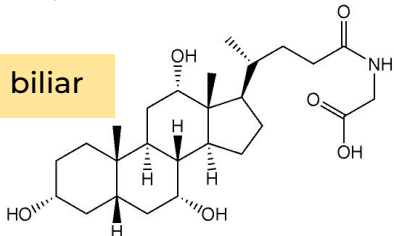
Vitamina D



Colesterol



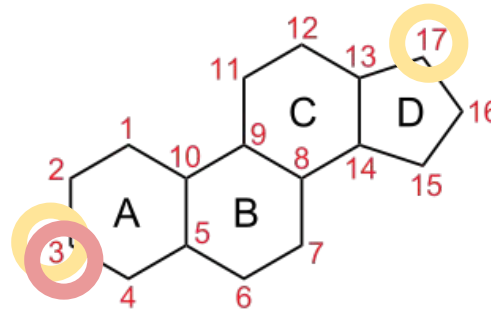
Àcid biliar



Esterols

- Grup OH a C3
- Cadena C-H a C17

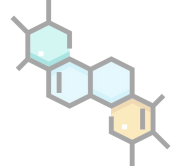
Esterà



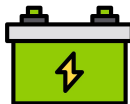
Hormones esteroides

- O a C3 amb doble enllaç

2.2. Funcions



Reserva energètica



- Oxidació d'**àcids grassos** produeix **gran quantitat d'energia**

Estructural

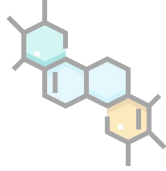


- Formen la bicapa lipídica de la **membrana plasmàtica** (**fosfoglicèrids, fosfoesfingolípid, glicoesfingolípid, colesterol**)

Protectora



- Teixit adipòs (**acilglicèrids**) actua com a **aïllant tèrmic** i **protegeix els òrgans** que recobreix
- **Ceres** **recobreixen superfícies** per protegir d'agents externs



Biocatalitzadora

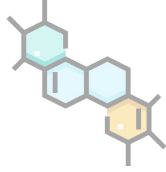


- **Vitamines lipídiques** actuen com a **cofactors de molts enzims**

Missatger químic



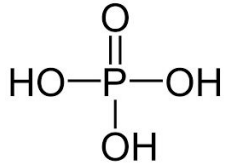
- **Hormones lipídiques** transporten **senyals** a les cèl·lules



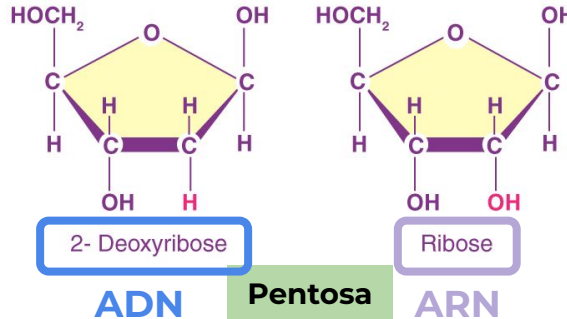
3. Àcids nucleics

- Constituïts per **C, H, O, N i P**
- Polímers formats per la unió de **nucleòtids** (**nucleòsid + àcid fosfòric**)
- Trobem 2 tipus: **DNA** i **RNA**

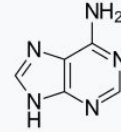
3.1. Composició



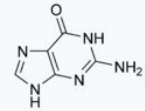
Àcid fosfòric



Púriques

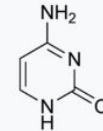


Adenina

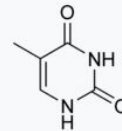


Guanina

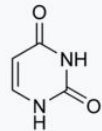
Pirimidíniques



Citosina



Timina



Uracil

Base nitrogenada

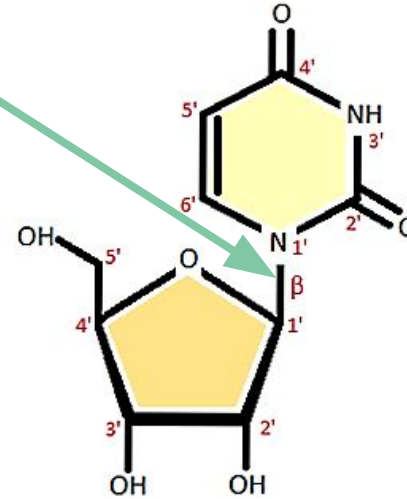
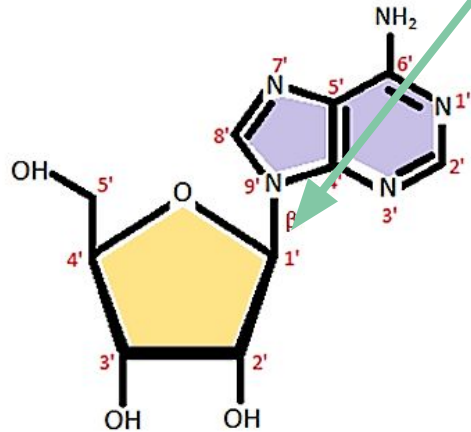
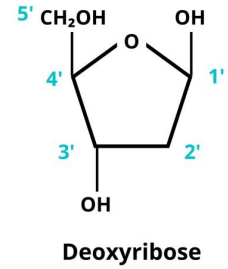
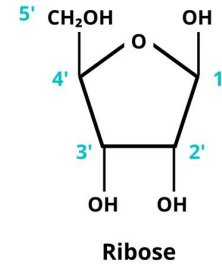
- Nucleòsid:**

Unió pentosa + base nitrogenada

C1' enllaç **N-glicosídic**

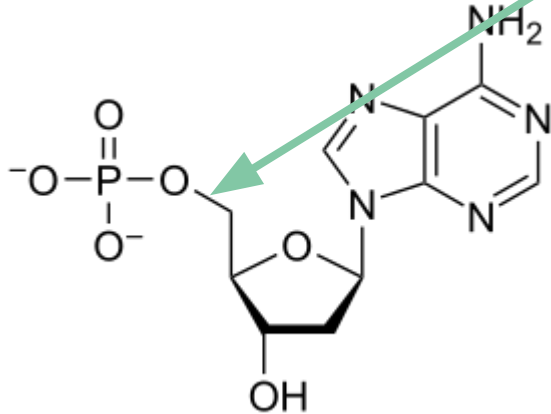
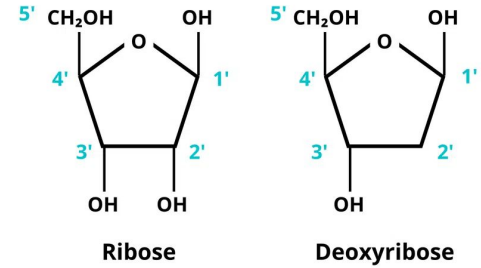
N1' bases pirimídiques

N9' bases púriques



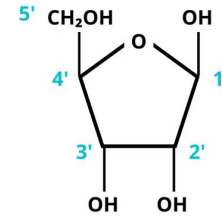
- **Nucleòtid:**
Unió nucleòsid + àcid fosfòric

OH C5' enllaç **fosfoèster** amb **OH** àcid fosfòric

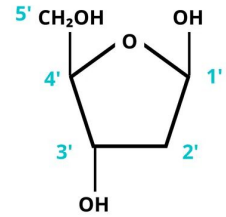


Noms de les bases	Noms dels nucleòsids d'RNA	Noms dels nucleòtids d'RNA
Adenina	Adenosina	Adenosina-5'-monofosfat (AMP)
Guanina	Guanosina	Guanosina-5'-monofosfat (GMP)
Citosina	Citidina	Citidina-5'-monofosfat (CMP)
Uracil	Uridina	Uridina-5'-monofosfat (UMP)
Noms de les bases	Noms dels nucleòsids de DNA	Noms dels nucleòtids de DNA
Adenina	Desoxiadenosina	Desoxiadenosina-5'-monofosfat (dAMP)
Guanina	Desoxiguanosina	Desoxiguanosina-5'-monofosfat (dGMP)
Citosina	Desoxicitidina	Desoxicitidina-5'-monofosfat (dCMP)
Timina	Desoxitimidina	Desoxitimidina-5'-monofosfat (dTMP)

- **Àcid nucleic:**
Polímer de nucleòtids



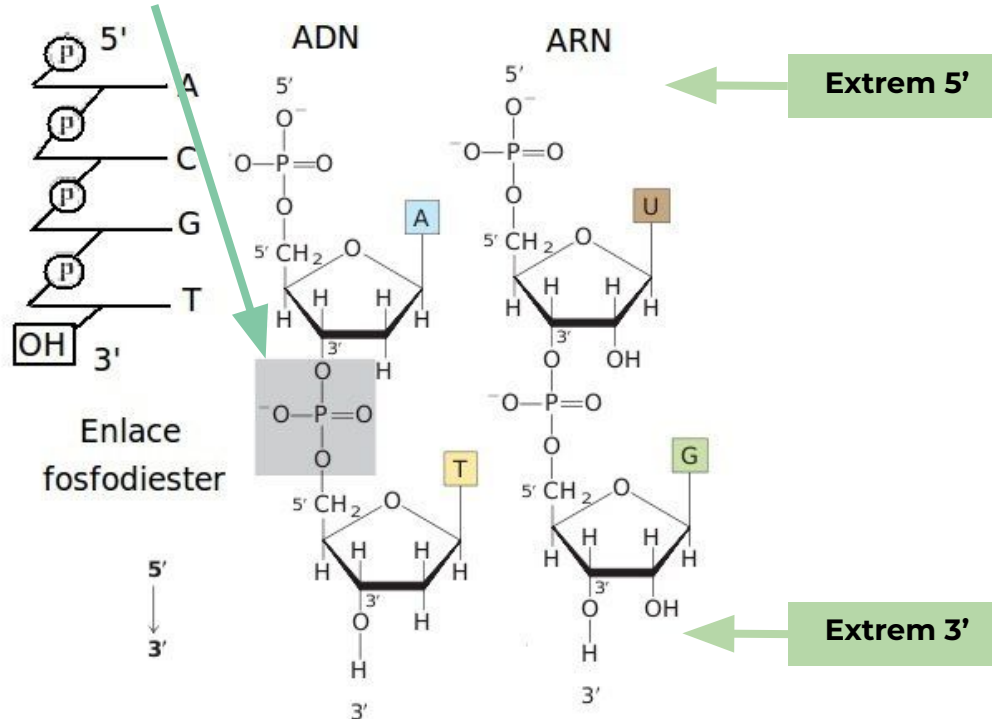
Ribose



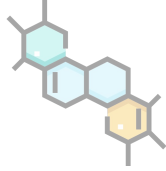
Deoxyribose

OH C3' enllaç **fosfodièster (5' → 3')** amb **OH C5'**

Es sintetitzen des de l'extrem 5' cap al 3', els nucleòtids es van afegint a l'extrem 3'



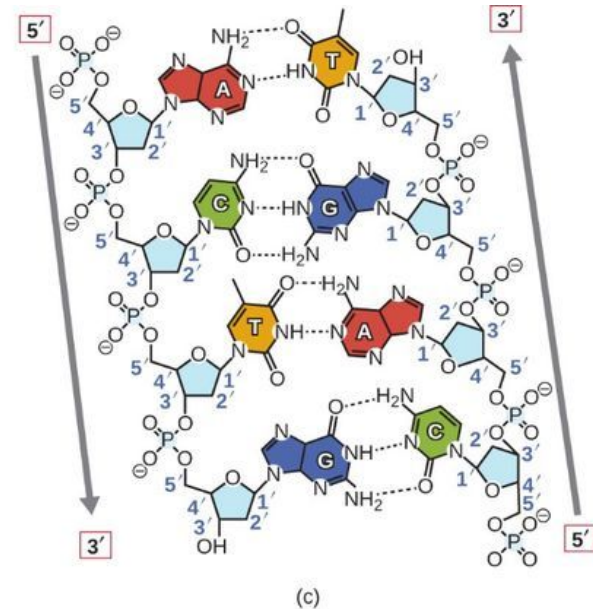
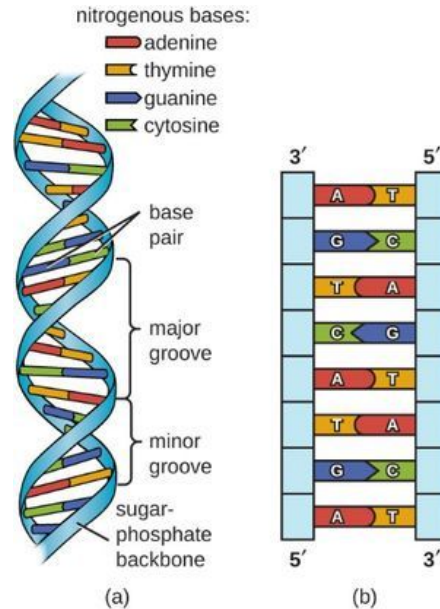
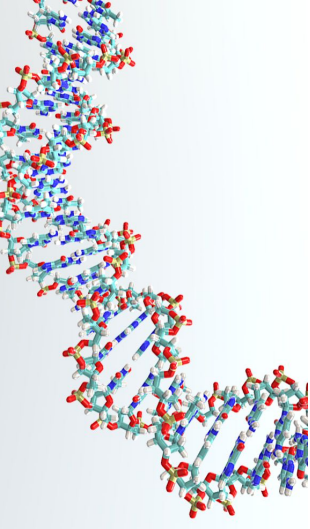
3.2. L'àcid desoxiribonucleic (DNA)



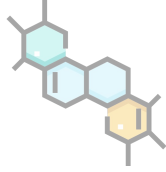
- Emmagatzema la **informació genètica** $\left\{ \begin{array}{l} \text{supervivència de la cèl·lula} \\ \text{transmissió a la descendència} \end{array} \right.$
- Nucleòtids formats per la **pentosa desoxiribosa**

- **Bases nitrogenades** que presenta: **guanina (G)**, **adenina (A)**, **citocina (C)** i **timina (T)**

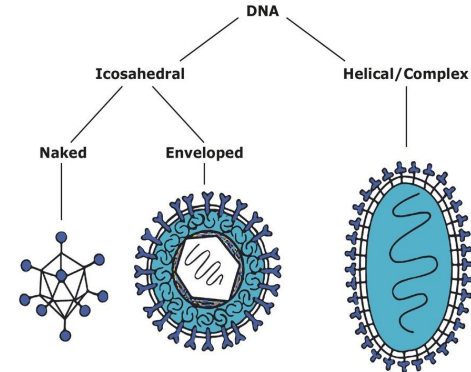
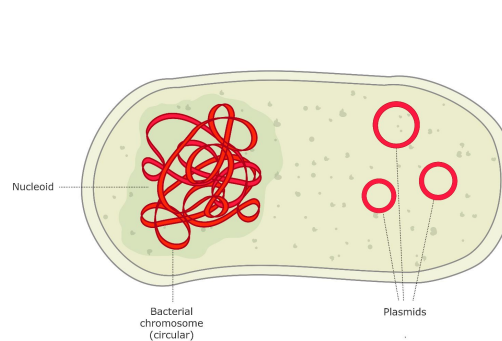
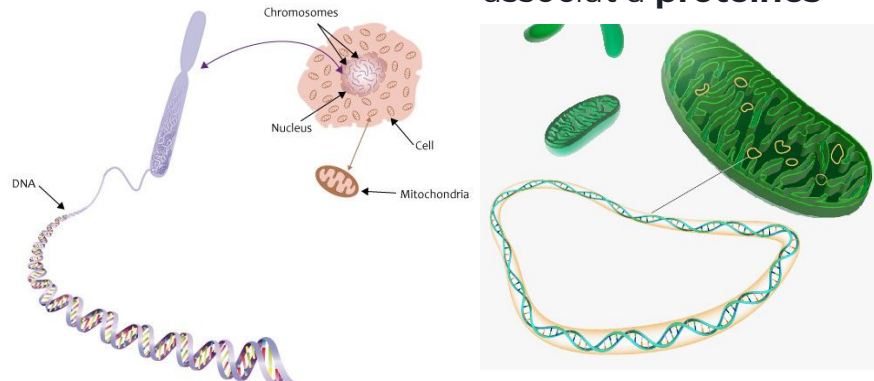
- Forma una **doble hèlix** de bases complementàries: **G-C, A-T**
- **Pes molecular** molt **elevat** (en humans $3,6 \cdot 10^{12}$ u)



Localització



- En **eucariotes**:
 - **DNA nuclear**: **lineal** i associat a proteïnes **histones** formant la **cromatina**
 - **DNA mitocondrial i cloroplàstic**: **circular**
- En **bacteris**:
 - **Nucleoide**: **circular**, associat a **proteïnes** i a **RNA**
- En **arqueus**:
 - **Nucleoide**: **circular**, associat a **histones** (diferents de les eucariotes)
- En **virus**:
 - **Encapsulat**: **circular** o **lineal**, **bicatenari** (2 cadenes) o **monocatenari** (1 cadena), associat a **proteïnes**



Nivells estructurals del DNA

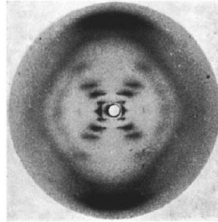
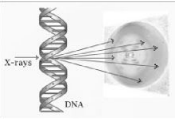
- **Estructura primària:**

- **Seqüència de nucleòtids** d'una sola cadena
- $5,6 \cdot 10^9$ parells de nucleòtids en l'humà:
 $4^{5\,600\,000\,000}$ combinacions
- % G, C, T, A és el mateix per als individus d'una **mateixa espècie**



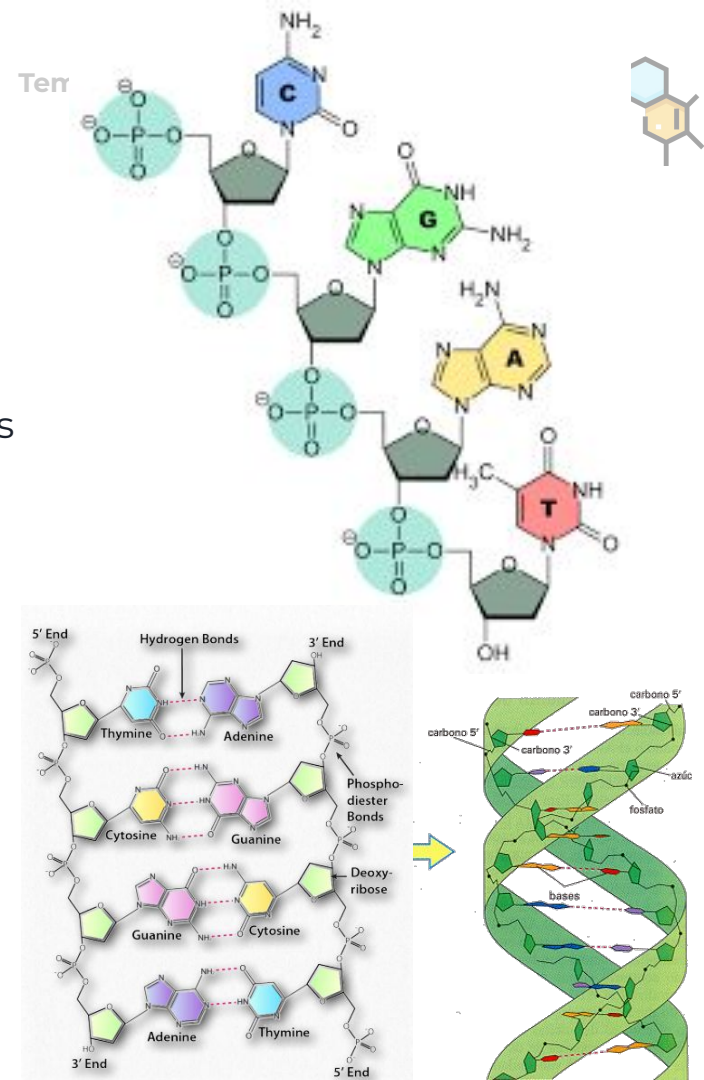
Rosalind Franklin
(1920-1958, UK)

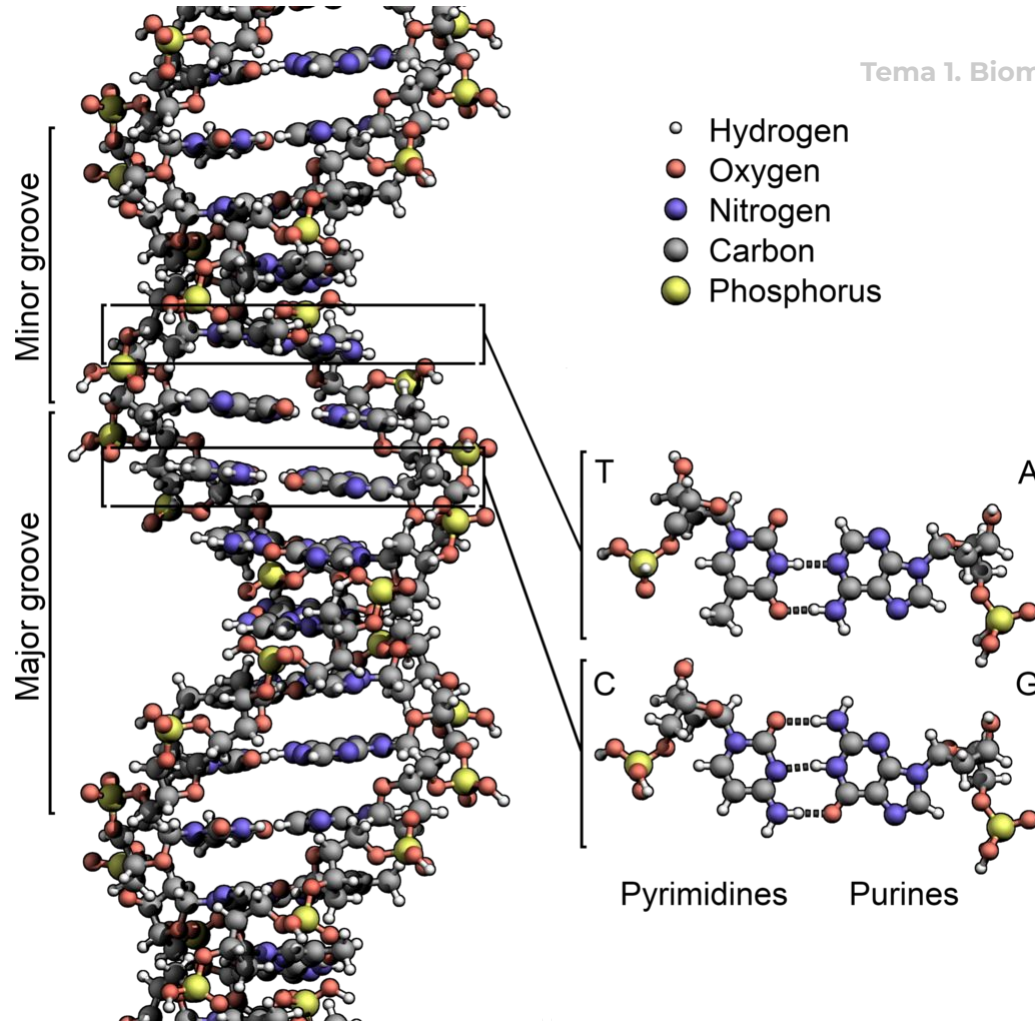
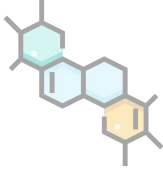
Primera persona en
observar l'estructura
helicoidal del DNA

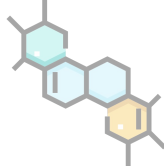


- **Estructura secundària:**

- Disposició en l'espai de dues cadenes **antiparal·leles, complementàries** i en **dobles hèlix**.
- Diàmetre de **20 Å**
- **2 punts d'hidrogen** entre **A-T**
- **3 punts d'hidrogen** entre **C-G**

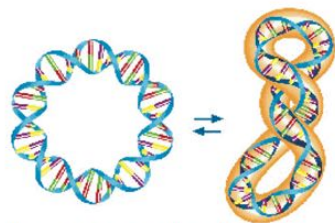






• Estructura terciària:

- Només en **DNA circular**
- **DNA superenrotllat**: fibra de 20 Å retorçada sobre si mateixa cap a la dreta

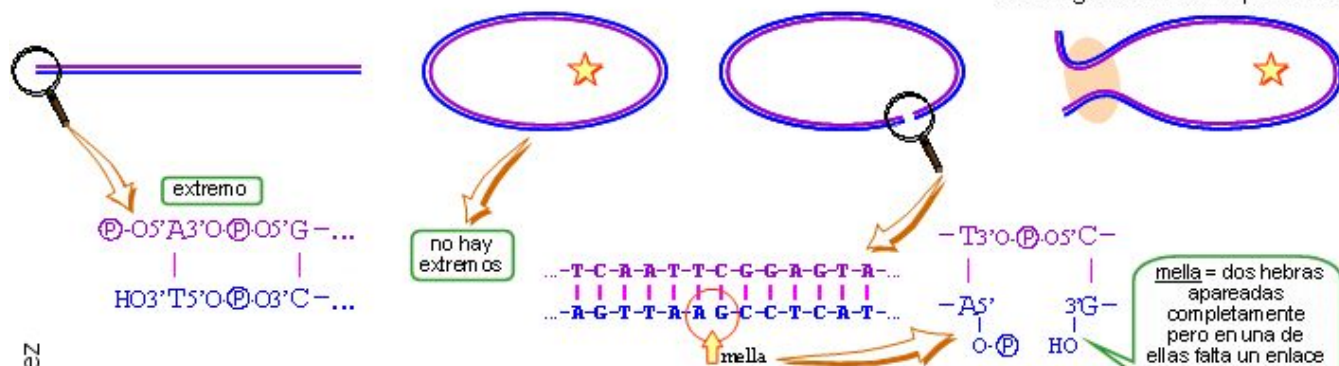


DNA lineal

DNA circular cerrado

DNA circular abierto

DNA lineal formando un bucle gracias a una proteína

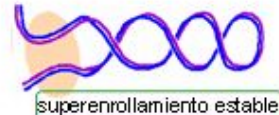


★ = hay restricción topológica, es posible el superenrollamiento estable, hay topoisómeros no convertibles

el superenrollamiento no es estable, pues nada retiene los extremos



el superenrollamiento no es estable, pues hay libre giro de una hebra con respecto a la otra



Nivells d'empaquetament del DNA

Cada cèl·lula humana conté uns 2 m de DNA que ha d'encabir-se en un nucli d'uns 15 µm de diàmetre

Com hi cap el DNA al nucli de les cèl·lules eucariotes?

- **Fibra de cromatina de 100 Å (collaret de perles):**

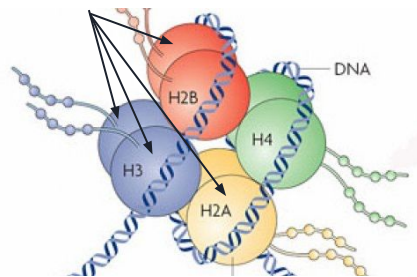
- Formada per **nucleosomes**: **octàmer histones** + 200 pb de **DNA de 20 Å**

parells de bases

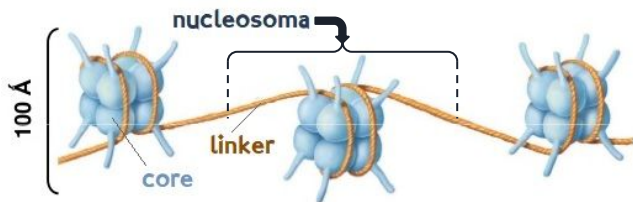
2 voltes a les histones (146 pb) + **DNA espaiador** (2 x 27 pb)

- **Eucromatina** o cromatina de **forma laxa**: accessible per a la transcripció
- **Heterocromatina** o cromatina de **forma condensada** al voltant d'H1: inactiva

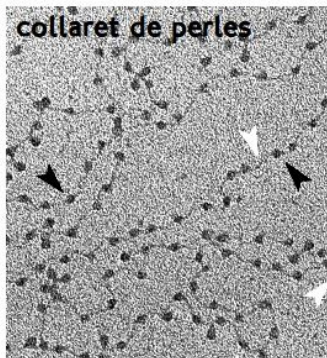
proteïnes històniques



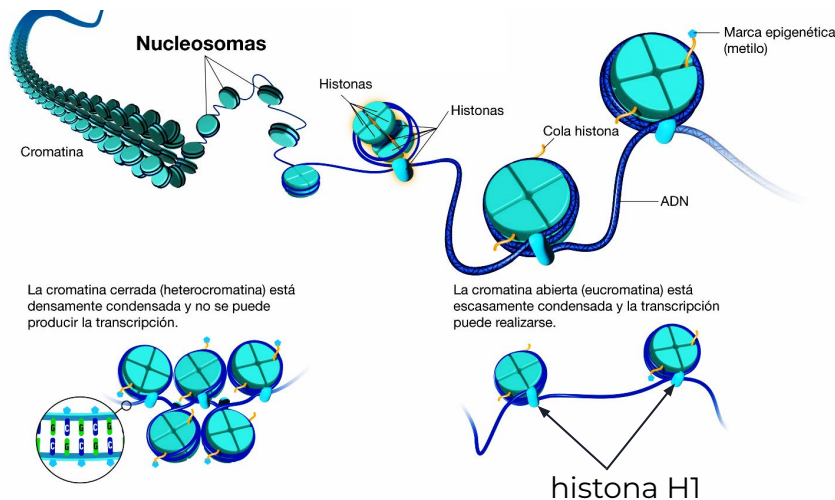
Fibra de cromatina 100 Å (àngstroms)



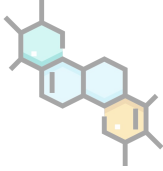
$$1 \text{ Å} = 10^{-10} \text{ m}$$



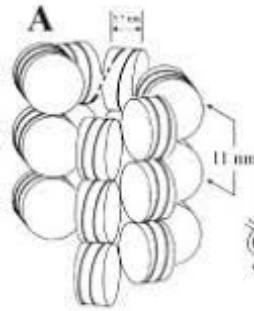
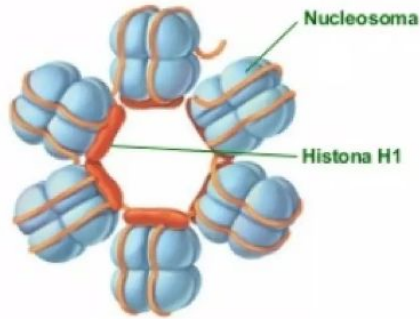
collaret de perles



Estructura nucleosoma i proteïnes històniques

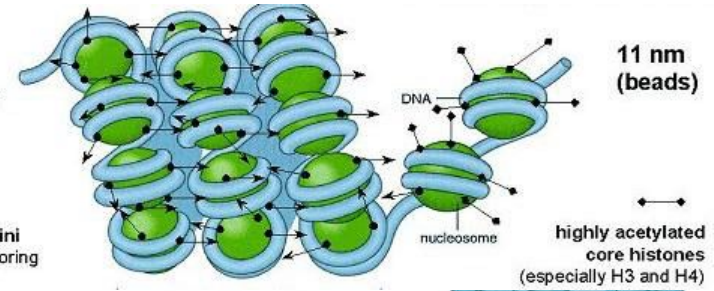


- **Fibra de cromatina de 300 Å (solenioide):**
 - **Enrotllament** de l'**heterocromatina** sobre si mateixa
 - **Agrupament** de **6 histones H1** per formar l'**eix central** (6 nucleosomes)



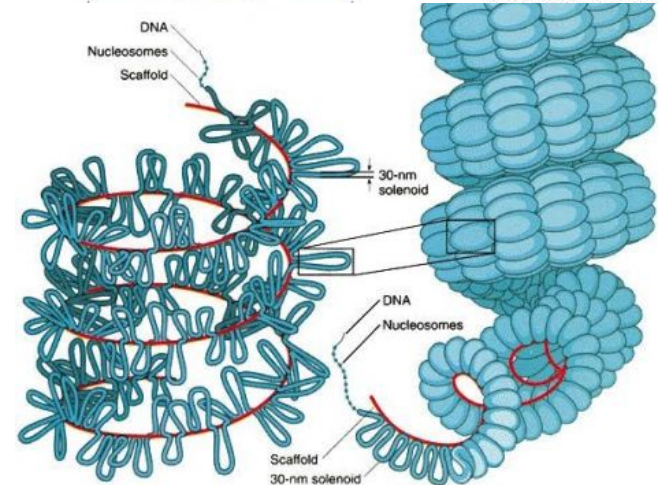
30 nm
chromatin fiber

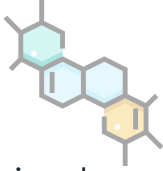
⊕ charged N termini
(bind DNA on neighboring nucleosomes)



highly acetylated
core histones
(especially H3 and H4)

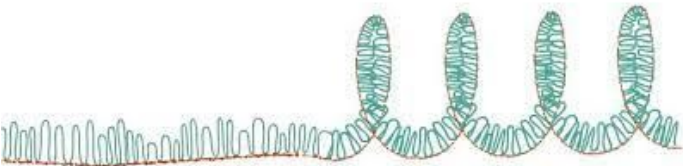
- **Dominis en forma de bucle:**
 - Es formen **bucles** o **loops** de la fibra de 300 Å d'entre 20 000 i 100 000 pb
 - Encorament a la **bastida proteica del cromosoma** o **scaffold**



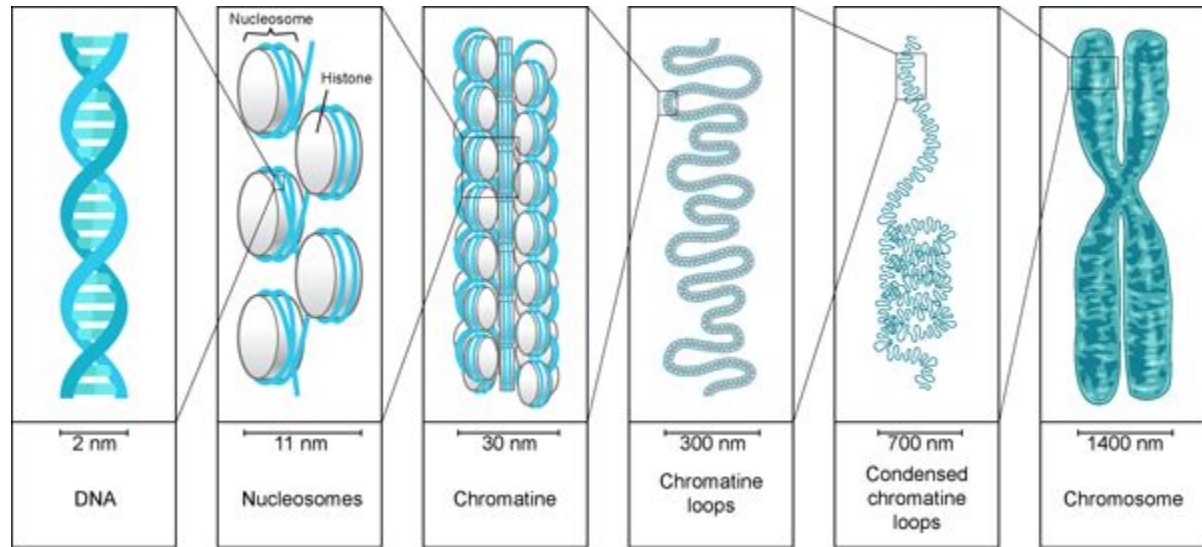


- **Nivells superiors d'empaquetament:**

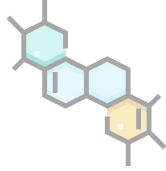
- Empaquetament de 20Å a 300Å, només redueix **40 vegades** la longitud
- El cromosoma 1 del genoma humà presenta 245 522 847 pb (aprox. uns 8 cm de cadena d'ADN), que cal reduir unes **8 000 vegades** per conformar els 10 µm que mesura el cromosoma



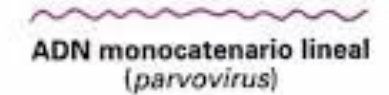
Simulació de l'empaquetament
del DNA



Tipus de DNA

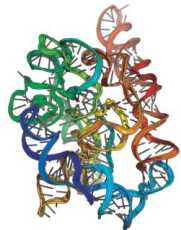


- Segons el **nombre de cadenes**:
 - **Monocatenari**: una sola cadena. Molt poc freqüent, **alguns virus**.
 - **Bicatenari**: dues cadenes complementàries. La **majoria d'organismes**.
- Segons la **forma**:
 - **Circular**: sense extrems. En **bacteris, arqueus, mitocondris, cloroplasts i alguns virus**.
 - **Lineal**: amb extrems 5' i 3'. En **eucariotes i alguns virus**.
- Segons les **molècules de suport**:
 - **Associat a histones**: formant nucleosomes. En **nuclis eucariotes i arqueus**.
 - **Associat a protamines**: empaquetament superior. En **espermatozous**.
 - **Associat a altres tipus de proteïnes**: en **bacteris i alguns virus**.



3.3. L'àcid ribonucleic (RNA)

- **Sintetitza proteïnes** seguint la informació continguda en el DNA
- Nucleòtids formats per la **pentosa ribosa**
- **Bases nitrogenades** que presenta: **guanina (G)**, **adenina (A)**, **citocina (C)** i **uracil (U)**
- Sol formar una **cadena simple**, però pot presentar **loops** de bases complementàries: **G-C, A-U**

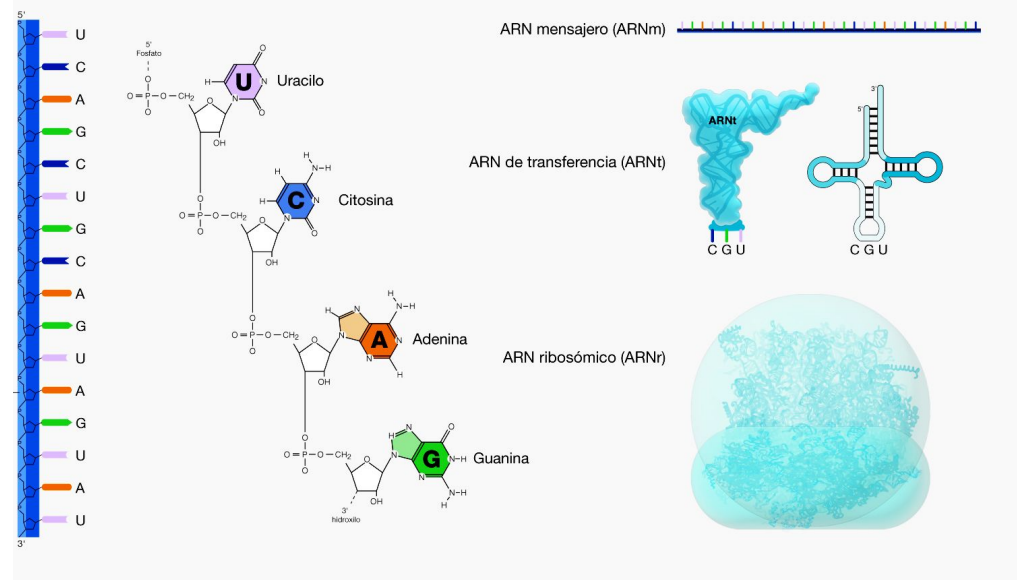
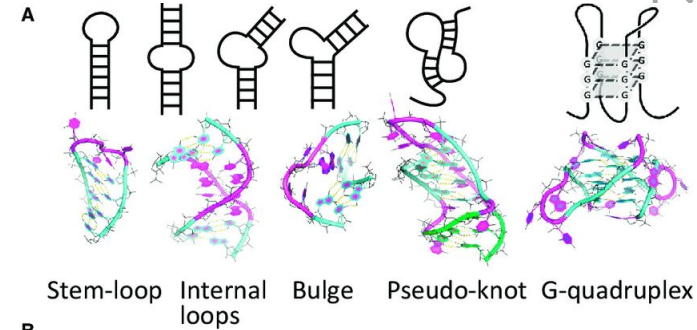


Tetrahymena ribozyme
Discovered: 1980
Structure solved: 2000

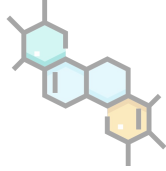


SARS-CoV-2 frameshift element
Discovered: 2020
Structure solved: 2020

Tema 1. Biomolècules i metabolisme Jaume Benet i Bertran



RNA missatger (RNAm)



- Propietats:

- Monocatenari i lineal
- Pes molecular d'entre 200 000 i 1 000 000 u
- **Copia la informació** continguda en el DNA i la **transporta als ribosomes**

- **RNAm eucariòtic:**

- Al nucli es forma el **transcript primari** o **preRNAm**

exons: segments amb informació
introns: segments sense informació

maduració: eliminació d'introns amb **endonucleases** i unió dels exons amb **RNA-polimerases**

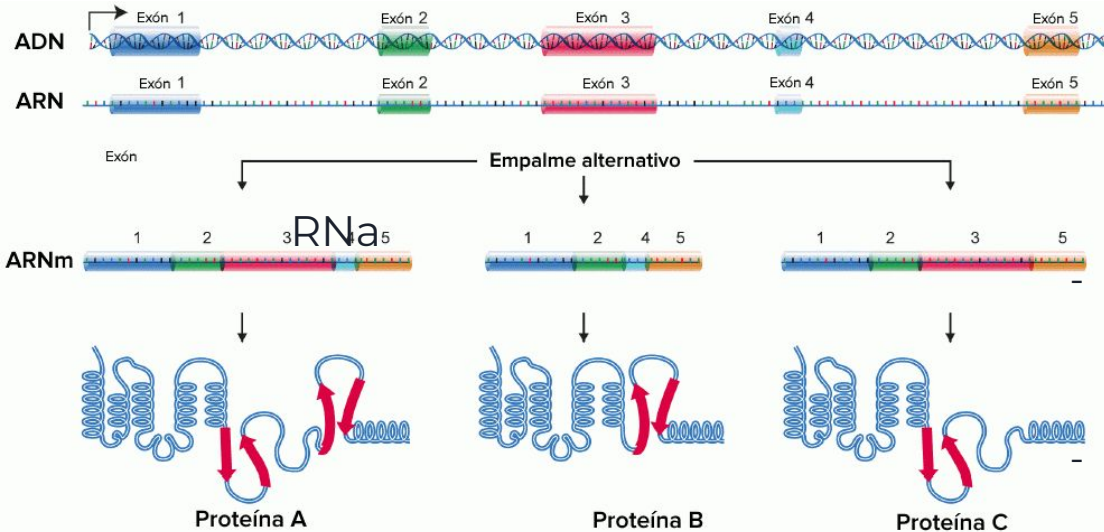
RNAm surt del nucli

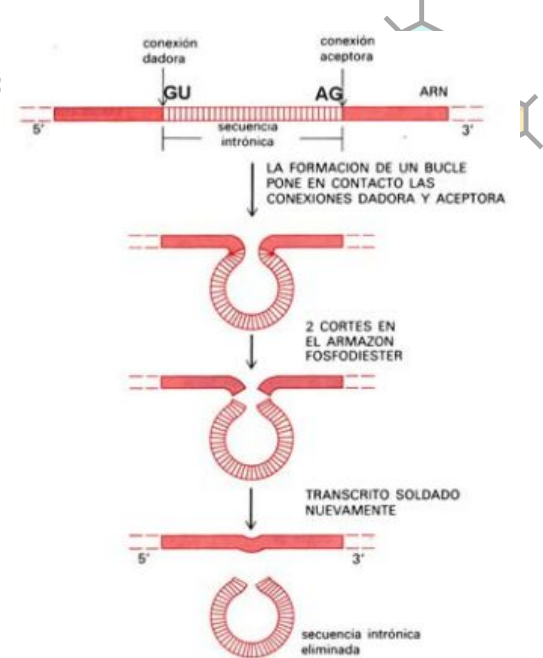
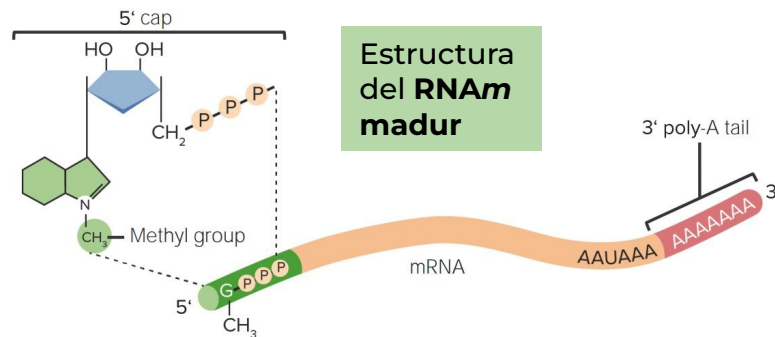
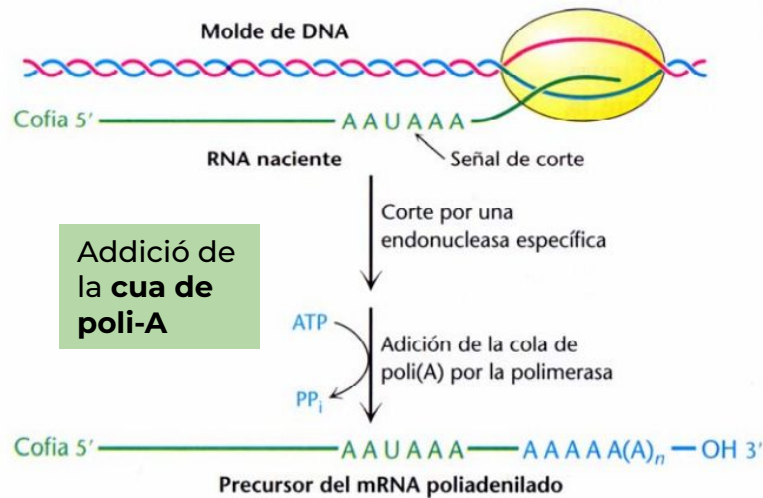
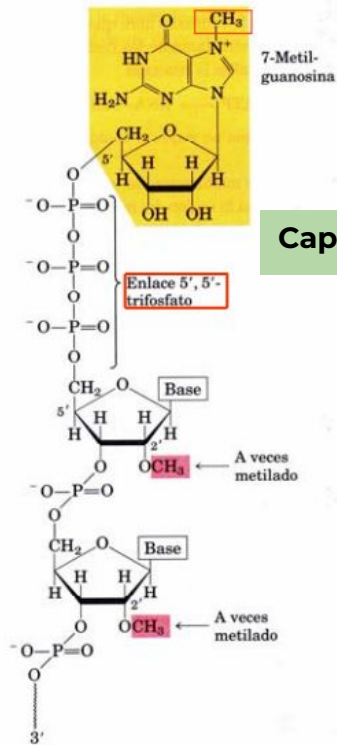
- **Extrem 5': Cap 5'** amb 7-metil-guanosina-5'-trifosfat

- senyal d'**inici de traducció**
- protecció **exonucleases**

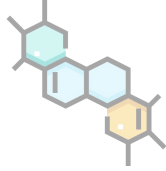
- **Extrem 3': cua de poli-A** amb 150-200 adenosines

- **estabilitzar** la cadena
- protecció **exonucleases**



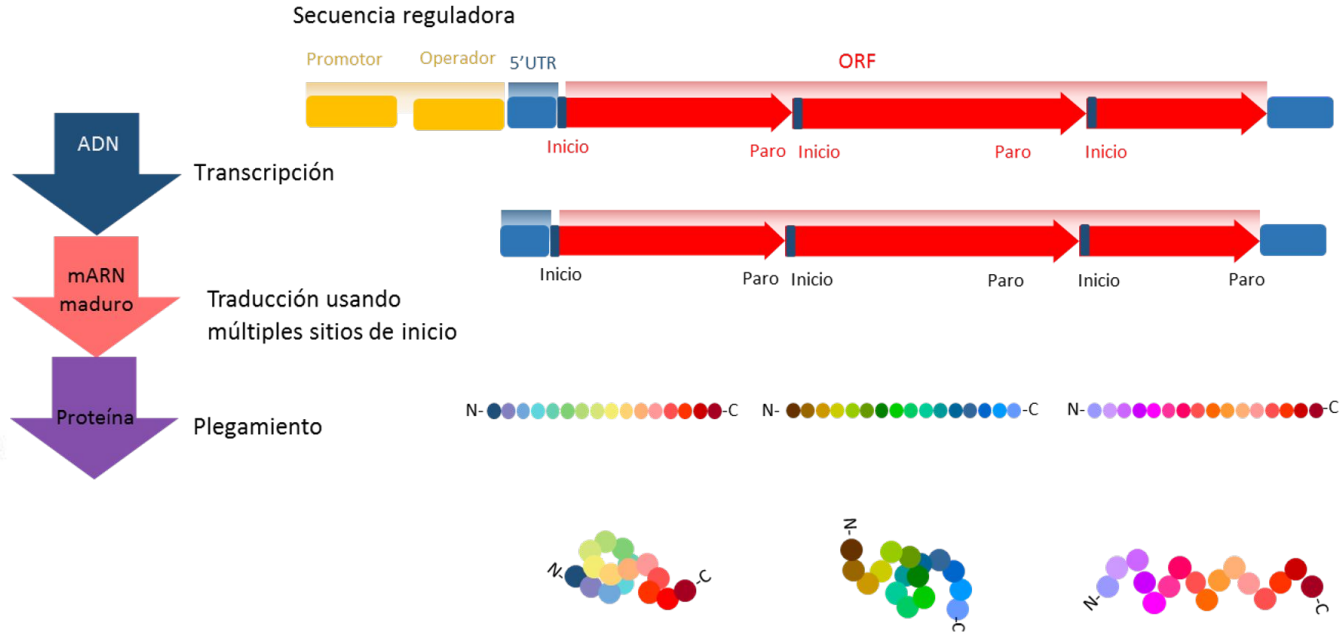
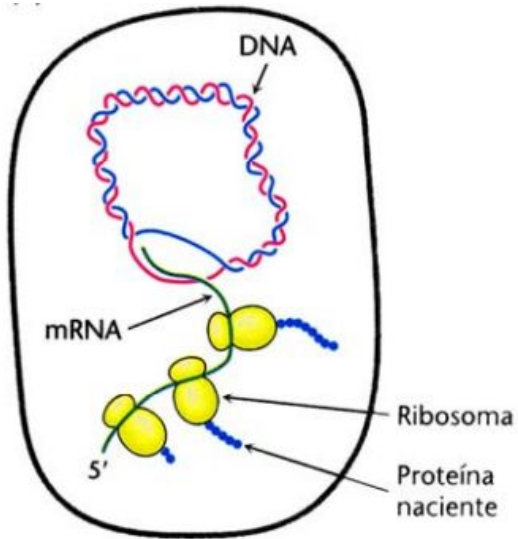


Eliminació d'introns



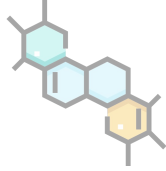
● RNAm procariòtic:

- Es sintetitza directament **madur** (sense introns)
- Síntesi de RNAm (3') i traducció a proteïnes (5') **simultanis**
- Sol ser **policistronic**: un segment conté informació de vàries proteïnes



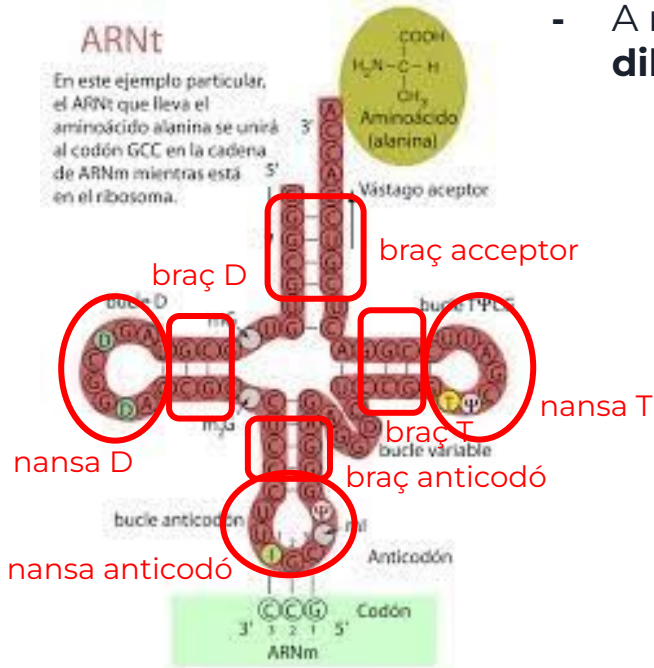
RNA de transferència (RNAt)

Tema 1. Biomolècules i metabolisme
Jaume Benet i Bertran

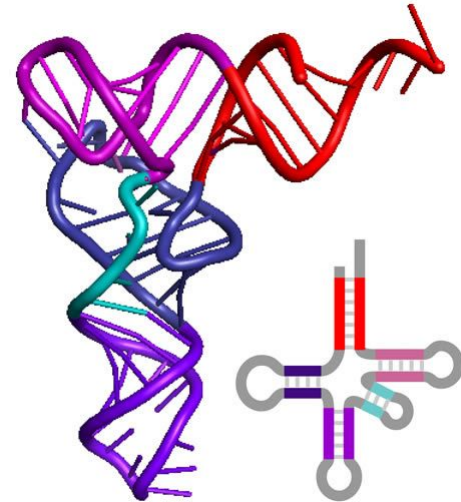
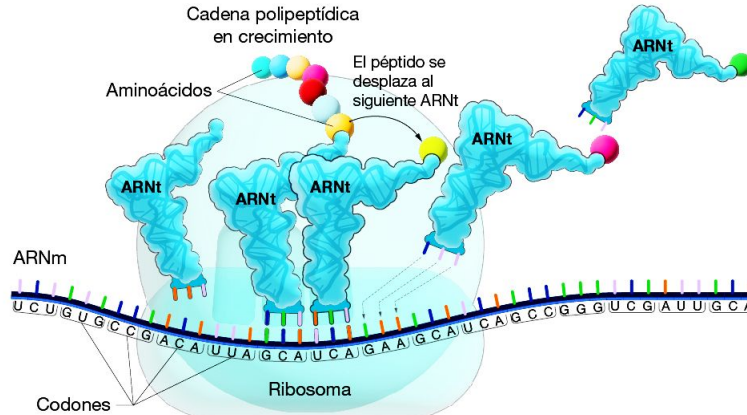


- Propietats:

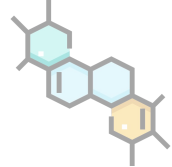
- Monocatenari i lineal amb zones en doble hèlix, nanses i bucles
- Pes molecular d'uns 25 000 u (70-90 nucleòtids)
- **Transporta aminoàcids** específics al ribosoma, segons la seqüència de RNAm, **per sintetitzar les proteïnes**
 - A més de les bases A, G, C i U presenta bases modificades com **dihidrouridina (UH₂)**, **ribotimidina (T)** i **ionosina (I)**



Durante la traducción



RNA ribosòmic (RNAr)



- Propietats:

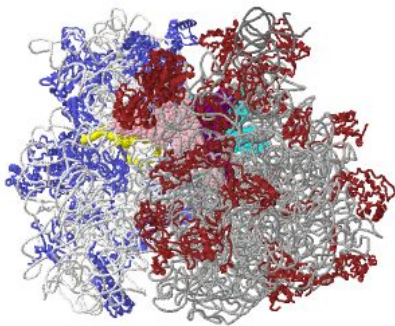
- Monocatenari i lineal amb zones en doble hèlix i bucles
- **Constitueix els ribosomes:** 60% del pes RNAr i 40% **proteïnes ribosòmiques**
- Vàries subunitats de RNAr s'uneixen per formar el ribosoma
- Pes molecular d'entre 500 000 i 1 700 000 u

Coefficient de sedimentació de Svedberg (S)

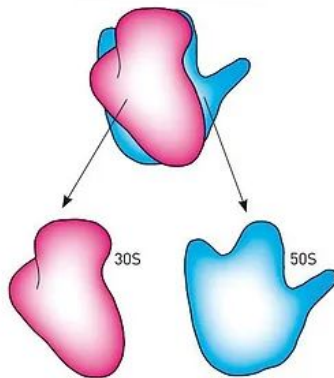
Velocitat de sedimentació de la partícula en ultracentrifugació (depèn de la massa)

Ribosomes
procarïotes 70 S
(30 S + 50 S)

Ribosomes
eucariotes 80 S
(40 S + 60 S)



Ribosoma bacteriano
70S PM = $2,7 \times 10^6$



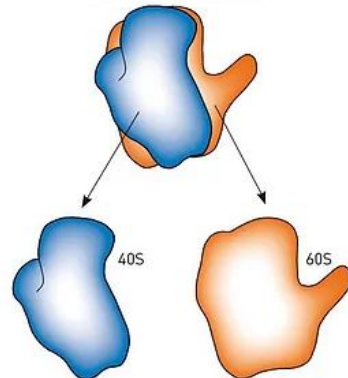
PM = $0,9 \times 10^6$

- rRNA 16S
[1.540 nucleòtids]
- 21 proteïnes

PM = $1,8 \times 10^6$

- rRNA 5S
[120 nucleòtids]
- rRNA 23S
[3.200 nucleòtids]
- 36 proteïnes

Ribosoma eucariota
80S PM = $4,2 \times 10^6$



PM = $1,4 \times 10^6$

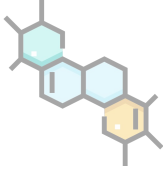
- rRNA 18S
[1.900 nucleòtids]
- ~33 proteïnes

PM = $2,8 \times 10^6$

- rRNA 5S
[120 nucleòtids]
- rRNA 28S
[4.700 nucleòtids]
- rRNA 5,8S
[160 nucleòtids]
- ~49 proteïnes

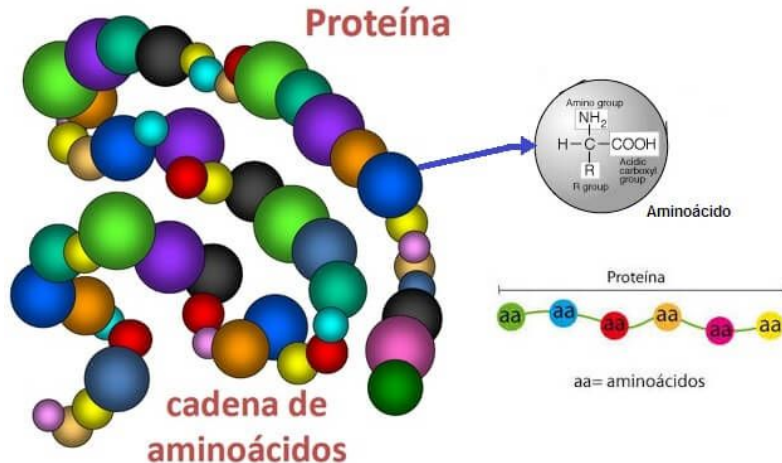
- # Examples: virus de la
- New RNA bacteriophages**
- RVMT database of RNA viruses**
2,658,344 contigs
<https://riboviria.org>
- Yellowstone hot spring microbial mat
- RT-encoding Type III CRISPR-Cas system
- Global distribution of RNA virus taxa**
- Global RNA virus phylogeny**
>500 new taxa (families, orders, and classes)
2 putative new phyla
- New protein domains in uncultivated RNA viruses**
- RdRP Novel domain





4. Proteïnes

- Constituïts per **C, H, O, N** (solen contenir **S** i algunes **P, Fe, Mg, Cu...**)
- Polímers formats per la unió d'**aminoàcids primaris** $\left\{ \begin{array}{l} \text{grup carboxil (-COOH)} \\ \text{grup amino (-NH}_2\text{)} \end{array} \right.$
- Molt representatives, gran **varietat de funcions** (en animals poden arribar a suposar el 50% del pes sec de l'organisme)



PROTEÍNA VEGETAL

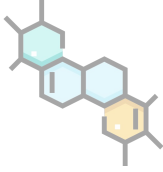
 Soya 35g proteïna	 Edamame 11g proteïna	 Tempeh 19g proteïna
 Tofu 12g proteïna	 Avena 11g proteïna	 Judias blancas 21g proteïna
 Mantequilla de mani 25g proteïna	 Anacardos 15g proteïna	 Garbanzos 19g proteïna
 Soya Text 55g proteïna	 Lentejas 24g proteïna	 Almendras 19g proteïna

PROTEÍNA ANIMAL

 Pechuga de pollo 24g proteïna	 Pavo 25g proteïna	 Atún natural 24g proteïna
 Salmón 25g proteïna	 Camarones 18g proteïna	 Lomo de cerdo 18g proteïna
 Pato 19g proteïna	 Ternera 20g proteïna	 Huevo 14g proteïna
 Yogurt griego 9g proteïna	 Leche 4g proteïna	 Queso Gouda 26g proteïna

4.1. Els aminoàcids (aa)

es i metabolisme
ume Benet i Bertran

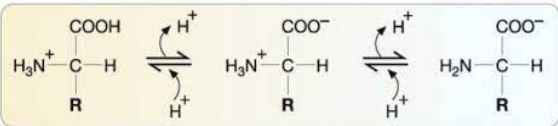


Carboni α: carboni asimètric unit als grups carboxil i amino, un hidrogen i un radical

Isòmers: **configuració D** (-COOH a dalt i -NH₂ a la dreta) i **configuració L** (-COOH a dalt i -NH₂ a l'esquerra)

Grup amino: grup bàsic que en dissolució aquosa **capta protons** (-NH₂ + H⁺ → NH₃⁺)

En **medi bàsic** (pocs protons) allibera H⁺ comportant-se com a **àcid** (-NH₃⁺ → -NH₂ + H⁺)



pH < 7 (aa es comporta com a base)

pH > 7 (aa es comporta com a àcid)

Radical R o cadena lateral: segons el radical distingim **20** aminoàcids primaris

Comportament amfòter: actua com a àcid i com a base mantenint constant el pH del medi (**efecte amortidor o tampó**)
Punt isoelèctric: pH on l'aa té tantes càrregues + com - (forma dipolar neutre)

Alguns no els podem sintetitzar i s'han d'ingerir amb la dieta (**aa essencials**): isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptòfan, valina i histidina

Grup carboxil: grup àcid que en dissolució aquosa **allibera protons** (-COOH → -COO⁻ + H⁺)

En **medi àcid** (excés de protons) capta H⁺ comportant-se com a **base** (-COO⁻ + H⁺ → COOH)

A GUIDE TO THE TWENTY COMMON AMINO ACIDS

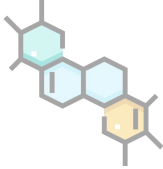
AMINO ACIDS ARE THE BUILDING BLOCKS OF PROTEINS IN LIVING ORGANISMS. THERE ARE OVER 500 AMINO ACIDS FOUND IN NATURE - HOWEVER, THE HUMAN GENETIC CODE ONLY DIRECTLY ENCODES 20. 'ESSENTIAL' AMINO ACIDS MUST BE OBTAINED FROM THE DIET, WHILST NON-ESSENTIAL AMINO ACIDS CAN BE SYNTHESISED IN THE BODY.

Chart Key: ● ALIPHATIC ● AROMATIC ● ACIDIC ● BASIC ● HYDROXYLIC ● SULFUR-CONTAINING ● AMIDIC ○ NON-ESSENTIAL ○ ESSENTIAL

Chemical Structure single letter code NAME A three letter code DNA codons	ALANINE A <i>Ala</i> GCT, GCC, GCA, GCG	GLYCINE G <i>Gly</i> GGT, GGC, GGA, GGG	ISOLEUCINE I <i>Ile</i> ATT, ATC, ATA	LEUCINE L <i>Leu</i> CTT, CTC, CTA, CTG, TTA, TTG	PROLINE P <i>Pro</i> CCT, CCC, CCA, CCG	VALINE V <i>Val</i> GTT, GTC, GTA, GTG
PHENYLALANINE F <i>Phe</i> TTT, TTC	TRYPTOPHAN W <i>Trp</i> TGG	TYROSINE Y <i>Tyr</i> TAT, TAC	ASPARTIC ACID D <i>Asp</i> GAT, GAC	GLUTAMIC ACID E <i>Glu</i> GAA, GAG	ARGININE R <i>Arg</i> CGT, CGC, CGA, CGG, AGA, AGG	HISTIDINE H <i>His</i> CAT, CAC
LYSINE K <i>Lys</i> AAA, AAG	SERINE S <i>Ser</i> TCT, TCC, TCA, TCG, AGT, AGC	THREONINE T <i>Thr</i> ACT, ACC, ACA, ACG	CYSTEINE C <i>Cys</i> TGT, TGC	METHIONINE M <i>Met</i> ATG	ASPARAGINE N <i>Asn</i> AAT, AAC	GLUTAMINE Q <i>Gln</i> CAA, CAG

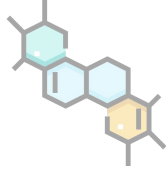
Note: This chart only shows those amino acids for which the human genetic code directly codes for. Selenocysteine is often referred to as the 21st amino acid, but is encoded in a special manner. In some cases, distinguishing between asparagine/aspartic acid and glutamine/glutamic acid is difficult. In these cases, the codes asx (B) and glx (Z) are respectively used.



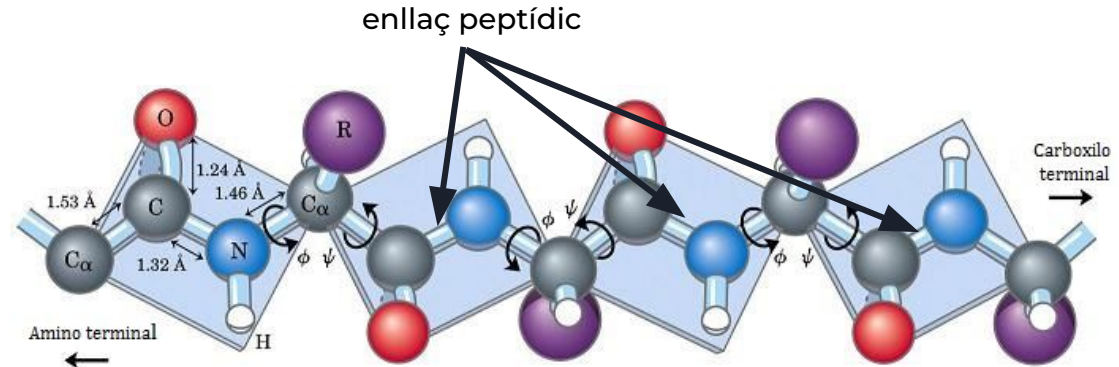
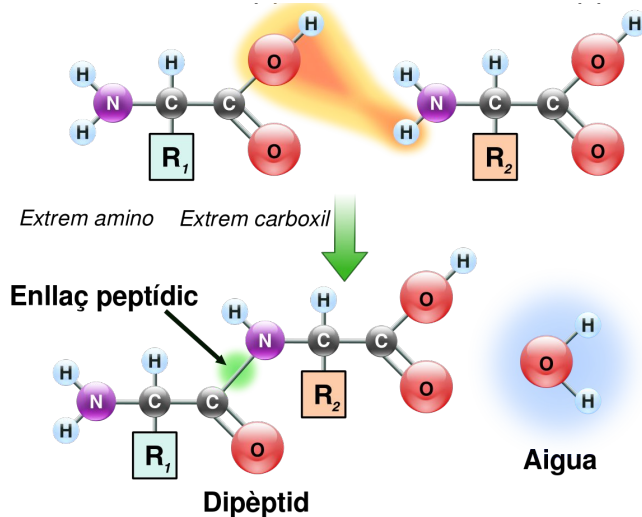


		Second base					
		U	C	A	G		
First base	U	UUU } Phenyl- alanine F UUC } UUA } Leucine L UUG }	UCU } UCC } Serine S UCA } UCG }	UAU } Tyrosine Y UAC } UAA } Stop codon UAG } Stop codon	UGU } Cysteine C UGC } UGA } Stop codon UGG } Tryptophan W	Third base	U C A G
	C	CUU } CUC } Leucine L CUA } CUG }	CCU } CCC } Proline P CCA } CCG }	CAU } Histidine H CAC } CAA } Glutamine Q CAG }	CGU } CGC } Arginine R CGA } CGG }		U C A G
	A	AUU } Isoleucine I AUC } AUA } AUG } Methionine M start codon	ACU } ACC } Threonine T ACA } ACG }	AAU } Asparagine N AAC } AAA } Lysine K AAG }	AGU } Serine S AGC } AGA } Arginine R AGG }		U C A G
	G	GUU } GUC } Valine V GUA } GUG }	GCU } GCC } Alanine A GCA } GCG }	GAU } Aspartic acid D GAC } GAA } Glutamic acid E GAG }	GGU } GGC } Glycine G GGA } GGG }		U C A G

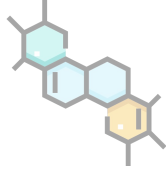
4.2. L'enllaç peptídic



- **Unió d'aa** per formar **pèptids** (dipèptid, tripèptid..., oligopèptid: <10 aa, polipèptid >10 aa)
- Enllaç covalent entre el **grup carboxil** d'un aa i el **grup amino** del següent
- **Reaccionen OH** ($-\text{COOH}$) i **H** ($-\text{NH}_2$) i es forma una **molècula d'aigua** (H_2O)
- Enllaç rígid que **immobilitza en un pla** els àtoms **C-N**

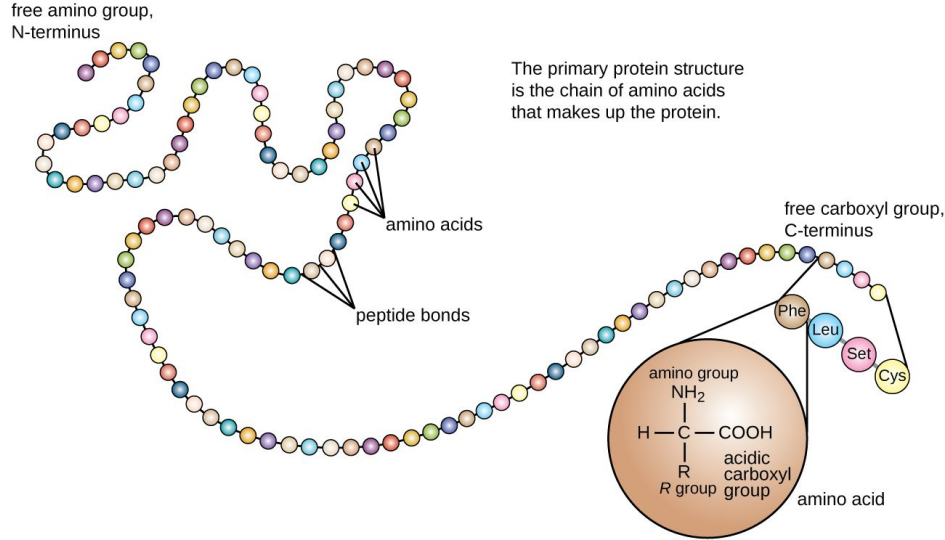


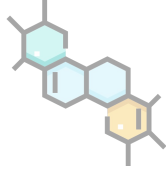
4.3. Estructura de les proteïnes



Estructura primària

- **Seqüència d'aa:** indica el tipus i ordre
- Primer aa és el del **grup amino lliure**: **extrem N-inicial**
- Últim aa és el del **grup carboxil lliure**: **extrem C-terminal**





Estructura secundària

- **Disposició en l'espai** de l'estructura primària
- En funció dels **ponts d'H** que es formin entre aa (tipus i ordre dels aa, condicions de tensió i temperatura del medi)
- Estructura **hèlix- α** : **enrotllament helicoidal**

3,6 aa per volta

ponts d'H entre **=O (-CO)** d'un aa i **-H (-NH)** del **quart** aa següent

- Estructura **hèlix del col·lagen**: **hèlix més allargada**

3 aa per volta

abundància **prolina** i **hidroxiprolina** dificulten la formació ponts d'H

unió de **3 hèlixs** (enllaços covalents i ponts d'H) formen una **superhèlix estable**

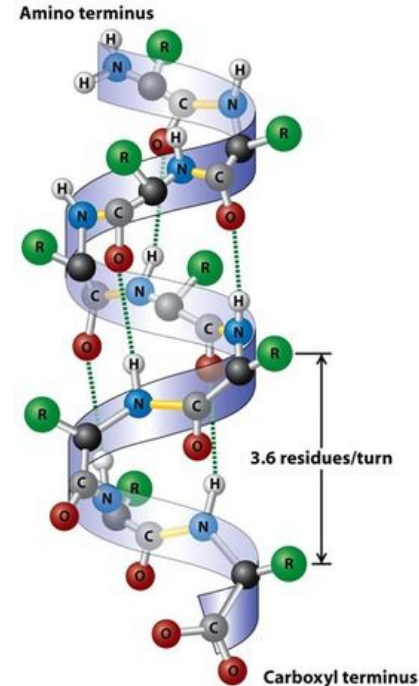
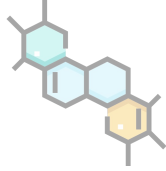


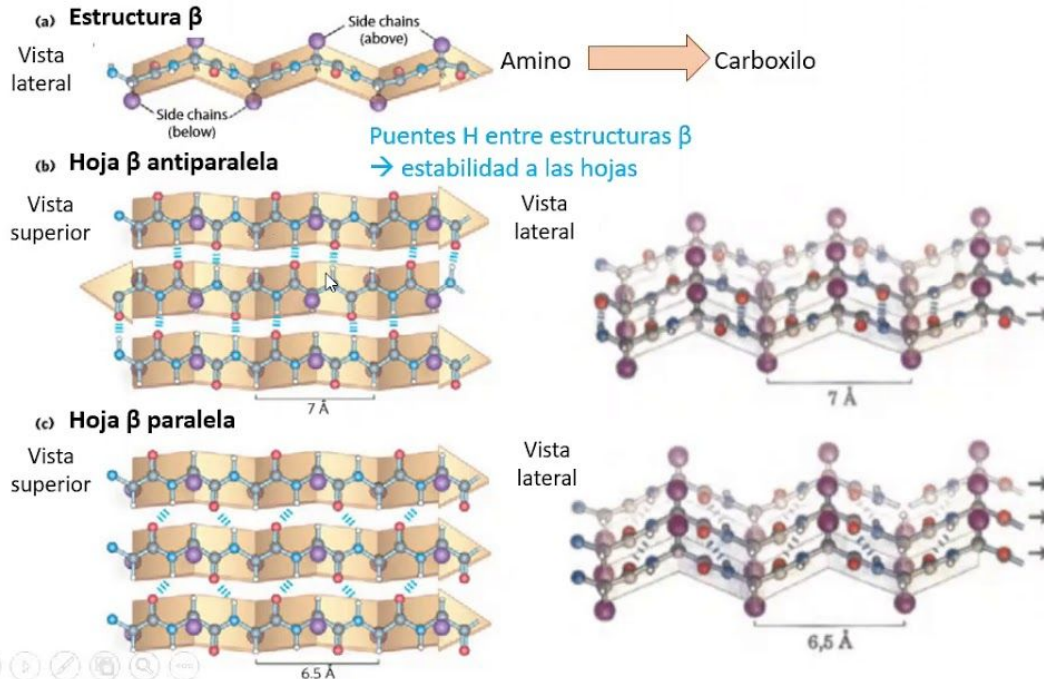
Figure 3-4
Molecular Cell Biology, Sixth Edition
© 2008 W.H. Freeman and Company

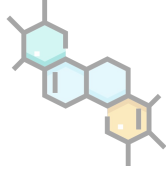


- Estructura **làmina- β** : conformació en zig-zag o acordió

si l'estructura en zig-zag **es replega** poden formar-se ponts d'H entre aa abans distants, creant una estructura molt estable: làmina- β o full plegat- β

manca ponts d'H entre aa pròxims





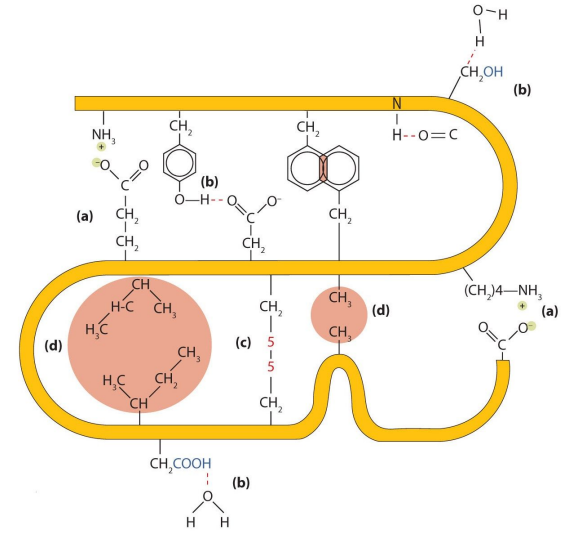
Estructura terciària

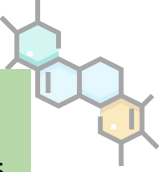
- **Combinació en l'espai** de les estructures secundàries
- **Plegament** sobre si mateixa per formar una **conformació globular** (radicals polars a l'exterior i apolars a l'interior)
- Els **trams rectes** solen presentar estructura 2ia en forma d'**hèlix- α** o **làmina- β** , en canvi, els girs no solen presentar cap estructura concreta

estables gràcies als **enllaços entre radicals R**

- **Forts:** pont disulfur (S-S) (c)
- **Febles:** ponts d'H (b), interaccions iòniques (a) i forces de dispersió (d)

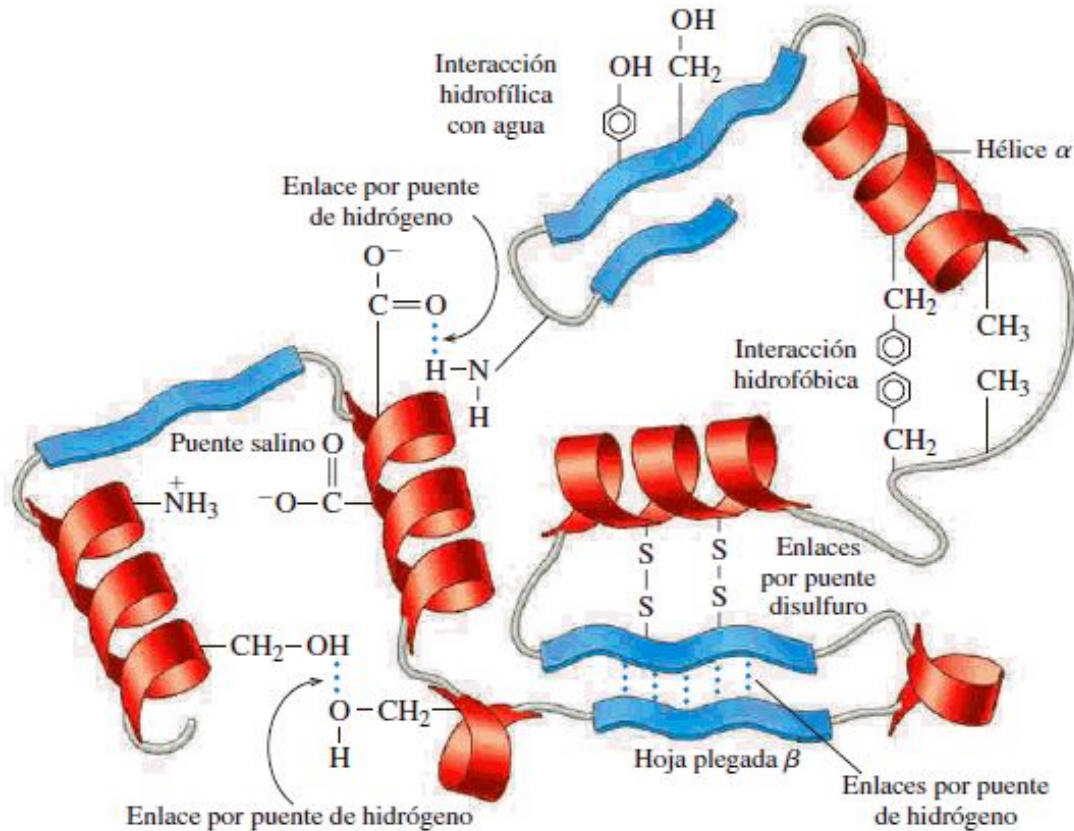
hèlix- α
làmina- β





No totes les proteïnes adquireixen estructura terciària globular, són les **proteïnes fibroses**

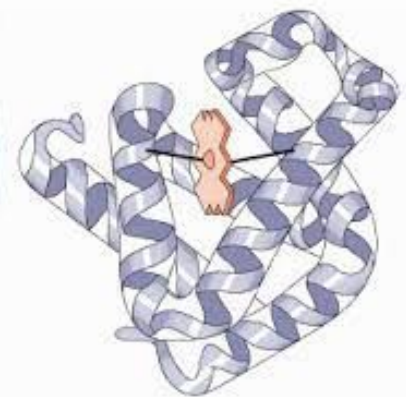
Insolubles i solen tenir **funcions esquelètiques**: col·lagen, α -queratina (pèl, ungles, plomes, banyes...), β -queratina (seda, teranyina...), elastina (tendons)...

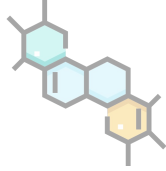


Proteïna fibrosa



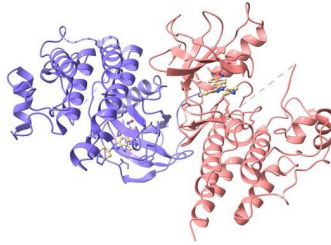
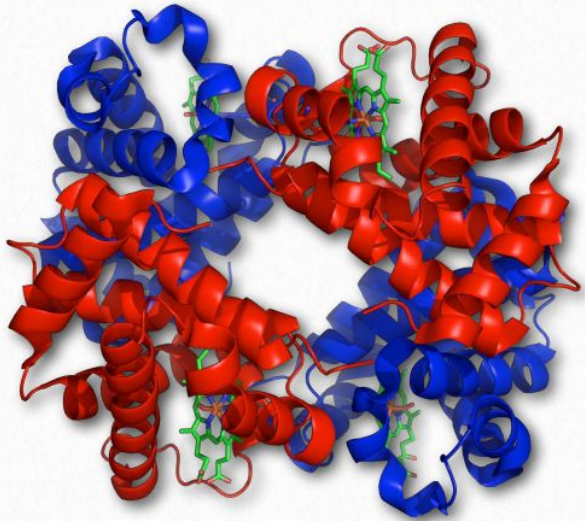
Proteïna globular



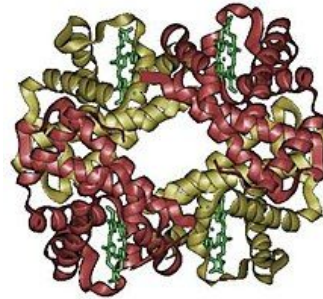


Estructura quaternària

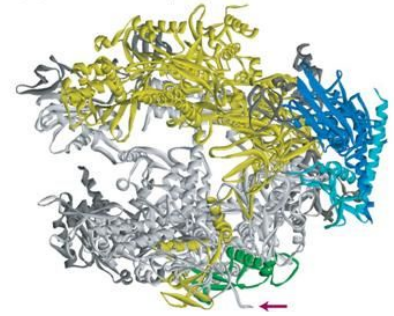
- **Estructura espacial** que conformen les proteïnes constituïdes per **vàries cadenes polipeptídiques (protòmers)**
- Protòmers units per **enllaços febles** (no covalents)
- **Dímer** (2 cadenes), **tetràmers** (4 cadenes), **pentàmers** (5 cadenes), **polímers** (vàries cadenes)



Dímer: cinasa raf-1

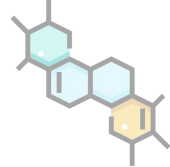


Tetràmer: hemoglobina



Pentàmer: RNA-polimerasa

4.4. Propietats de les proteïnes

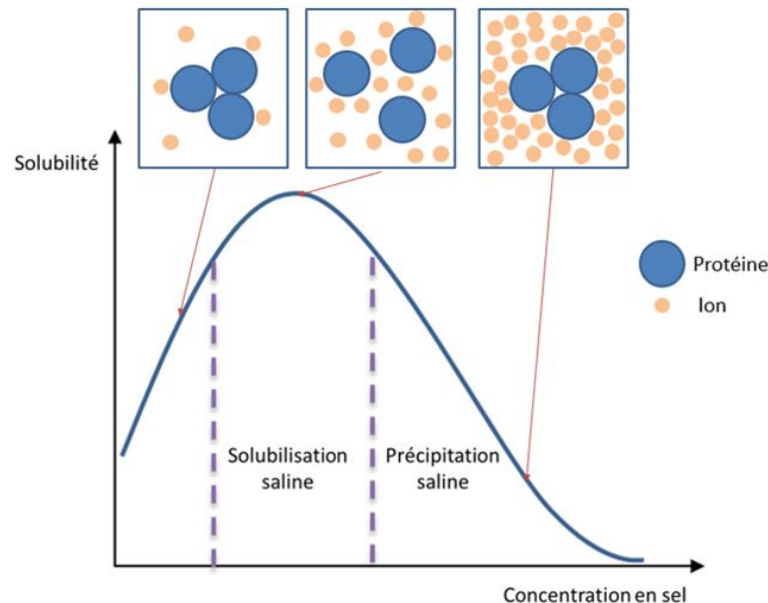
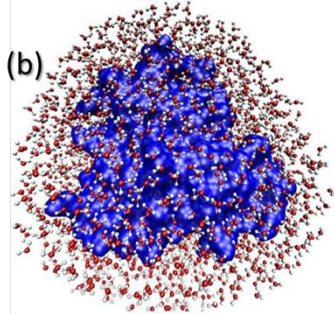
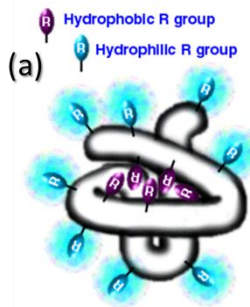


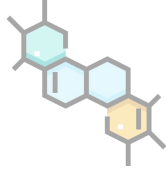
Solubilitat

- Quan hi ha **proporció alta** d'aa amb **radicals polars** → estableixen **punts d'H** amb molècules H_2O
- Concentració en sals** augmenta la **solubilitat**

Diluïda
Ions + s'apropen
als radicals polars,
**augmentant-ne
la polaritat**

Concentrada
Ions + **competeixen**
amb els radicals polars
per **interaccionar
amb l'aigua**



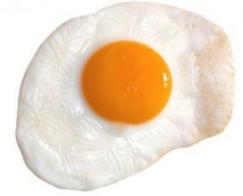
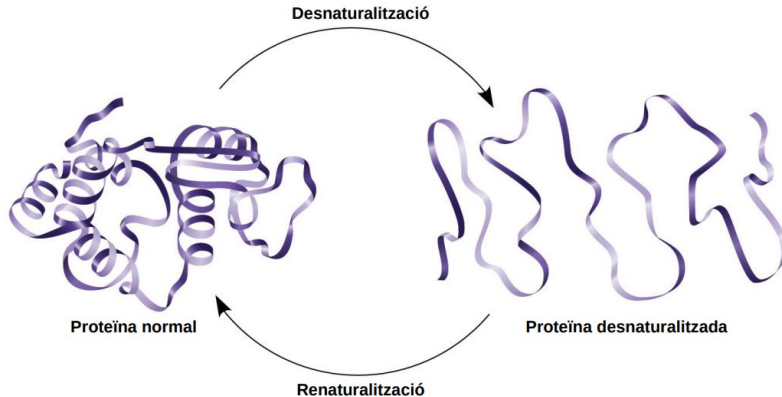


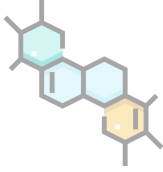
Desnaturalització

- **Pèrdua d'estructura terciària** (generalment, també la secundària)
- Trencament d'enllaços entre radicals produïda per **canvis de pH**, de **temperatura**, de **concentració salina** o per **agitació molecular**

- Proteïna globular $\xrightleftharpoons[\text{Renaturalització}]{\text{Desnaturalització}}$ Proteïna fibrosa (**insoluble**) $\rightarrow$ **unió de proteïnes i precipitació**

Pèrdua de la funció enzimàtica,
transportadora, hormonal, defensiva





Especificitat

- Proteïnes que han d'**interactuar amb altres molècules**

dependrà d'**aa específics**
en llocs determinats i de
l'**estructura quaternària**

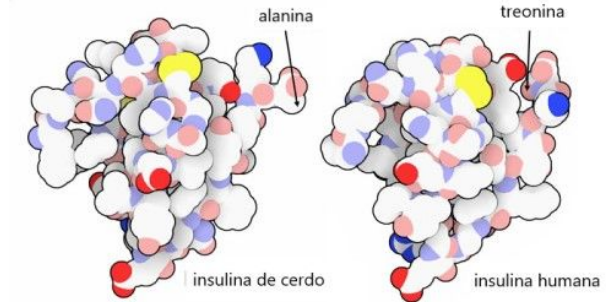
la **variació d'alguns aa** concrets **pot no alterar**
l'**estructura quaternària**, de manera que la
selecció natural no elimina aquestes mutacions

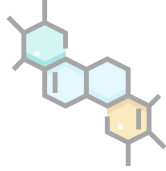
- Cada **espècie** té les seves **proteïnes específiques**
- Com més properes evolutivament són
les espècies, més semblants són les
proteïnes homòlogues (varien pocs aa)

Proteïnes que fan la **mateixa**
funció en **espècies diferents**

Diferències entre diverses molècules d'insulina

Espècies	Aminoàcids			
	A8	A9	A10	B30
Porc	Thr	Ser	Ile	Ala
Home	Thr	Ser	Ile	Thr
Cavall	Thr	Gly	Ile	Ala
Moltó	Ala	Gly	Val	Ala
Pollastre	His	Asn	Thr	Ala
Vaca	Ala	Ser	Val	Ala

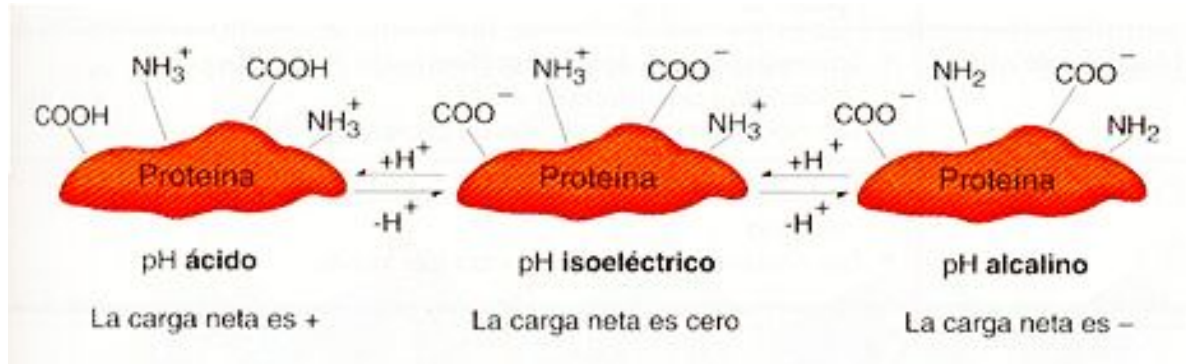




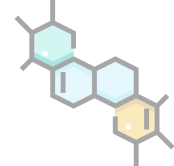
Capacitat amortidora

- Comportament **amfòter**
 - Actuar **com a àcid**: alliberar H^+
 - Actuar **com a base**: alliberar OH^- o captar H^+
- Proteïnes dissoltes poden **neutralitzar variacions pH** (amortir el pH)

Dissolucions tampó o buffer

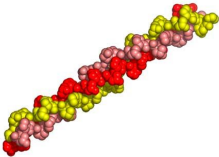
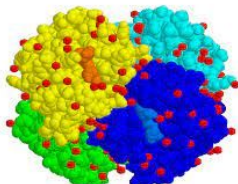


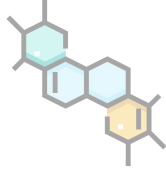
4.5. Classificació



Holoproteïnes

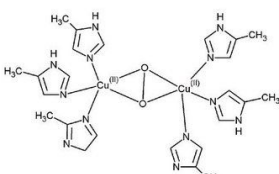
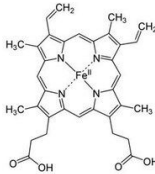
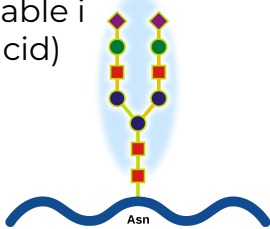
- Constituïdes **exclusivament per aa**

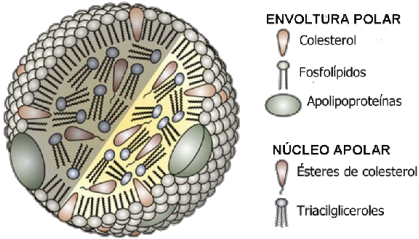
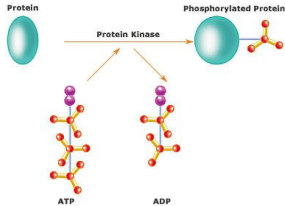
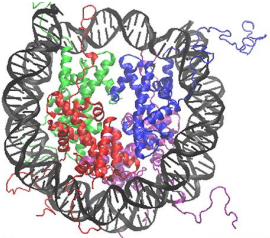
Tipus	Característiques	Exemples
Fibroses (filamentoses)	Insolubles en aigua i fan funcions estructurals sobretot en animals 	Col·làgens (cartílag, os, teixit conjuntiu...), elastines (tendons, vasos), α-queratines (formacions epidèrmiques com pèl, plomes, llana, ungles, banyes, peülles...), β-queratines (seda)
Globulars	Solubles en aigua i en dissolucions salines 	Protamines (associades al DNA d'espermatozoides), histones (associades al DNA nuclear), prolamines i glutelines (insolubles, emmagatzematge vegetal), albúmines (transport de molècules), globulines (defenses, regulació, transport)



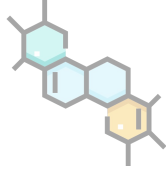
Heteroproteïnes

- Constituïdes per **aa** units a algun **grup prostètic** (no proteic)

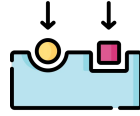
Tipus	Característiques	Exemples
Cromoproteïnes (pigments)	El grup prostètic es caracteritza per tenir color  Hemoglobina Hemocianina	Pigments porfirínics: tenen un anell de porfirina amb un catió metàl·lic al centre (grup hemo si és Fe^{2+} com hemoglobines i mioglobines, o Fe^{3+} com citocroms) Pigments no porfirínics: tenen un grup prostètic diferent a la porfirina (hemocianina amb Cu^{2+})
Glicoproteïnes	El grup prostètic és un glúcid (fracció proteica estable i variabilitat en el glúcid)  Asn	Hormones (FSH, TSH), proteoglicans (líquids articulacions), immunoglobulines (anticossos), de membrana (grups sanguinis), enzims (ribonucleases, fosfatases)

Tipus	Característiques	Exemples
Lipoproteïnes	El grup prostètic és un lípid  The diagram illustrates a spherical lipoprotein particle. The outer layer is labeled 'ENVOLTURA POLAR' (Polar Envelope) and contains 'Colesterol' (cholesterol), 'Fosfolípids' (phospholipids), and 'Apolipoproteïnes' (apolipoproteins). The inner core is labeled 'NÚCLEO APOLAR' (Non-polar Core) and contains 'Èsters de colesterol' (cholesterol esters) and 'Triacilglicerols' (triglycerides).	De membrana (flexibilitat), sanguínies (solubles en aigua, transporten lípids com el colesterol per la sang)
Fosfoproteïnes	El grup prostètic és l'àcid fosfòric  The diagram shows a protein being phosphorylated. A 'Protein Kinase' enzyme acts on a 'Protein' (represented by a blue oval) using 'ATP' (Adenosine Triphosphate) as a phosphate donor. The reaction produces a 'Phosphorylated Protein' (blue oval with a red phosphate group) and 'ADP' (Adenosine Diphosphate). Below the molecules, the chemical structures of ATP and ADP are shown, highlighting the transfer of a phosphate group.	Molta varietat ($\frac{1}{3}$ de les proteïnes de mamífer estan fosforilades, p. ex: caseïna a la llet, vitel·lina al rovell d'ou)
Nucleoproteïnes	El grup prostètic és un àcid nucleic  The diagram shows a nucleosome, the basic unit of chromatin. It consists of a DNA double helix (black) wrapped around a core of histone proteins (colored spheres). The DNA is shown as a continuous strand, and the histone core is composed of several subunits.	Histones (en eucariotes i arquees), protamines (en espermatozoides)

4.6. Funcions



Enzimàtica



- Afavorir les **reaccions bioquímiques**, actuen com a **biocatalizador** (**catalasa** descompon H_2O_2 , **lipasa** digereix lípids, **DNA-polimerasa** sintetitza DNA, **peptidasa** digereix proteïnes)

Estructural

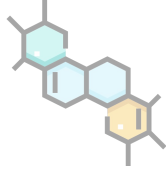


- A nivell cel·lular mantenen l'estructura de la **membrana plasmàtica** (**glicoproteïnes**), formen els **cilis** i **flagels** (**dineïna**), mantenen l'**estructura del DNA** (**histones**)
- A nivell histològic formen **estructures dèrmiques** (**queratines**), **teixits elàstics** (**elastines**) o extenses **matrius extracel·lulars** (**col·làgens**)

De transport



- A nivell cel·lular regulen el **pas molècules a través de la membrana** (**permeases**)
- A nivell histològic **transporten oxigen** (**pigments respiratoris**), gran **diversitat de molècules** (**seroalbúmina**), **ferro** (**transferrina**) o lípids (**lipoproteïnes**)

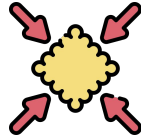


Reserva



- Emmagatzemen **aa** per a l'obtenció d'energia i la síntesi de proteïnes (**ovoalbúmina de l'ou**, **caseïna de la llet**, **gladines del gluten**)

Contràctil

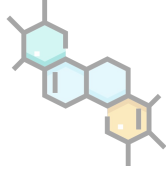


- A nivell cel·lular permeten la **mobilitat cel·lular** (**flagelina** dels flagels, **tubulina** del citoesquelet)
- A nivell histològic poden interactuar per produir la **contracció i relaxació de les fibres musculars** (**actina** i **miosina**)

Hormonal



- Actuen sobre determinades cèl·lules per **estimular reaccions concretes** (**insulina** del pàncrees, **tiroxina** de la tiroide, **GH** de la hipòfisi)



Homeostàtica

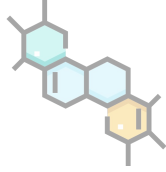


- Regulen l'equilibri i bon funcionament del cos com **controlar el pH** (**hemoglobina** a la sang) o **reparar teixits** (**trombina**, **fibrinogen**)

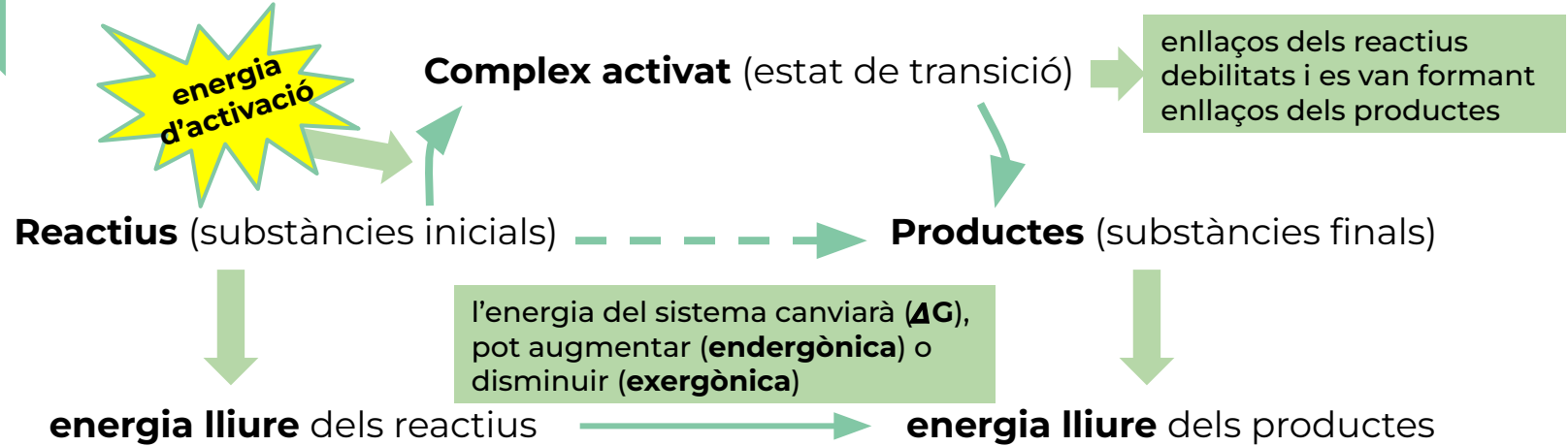
Defensiva



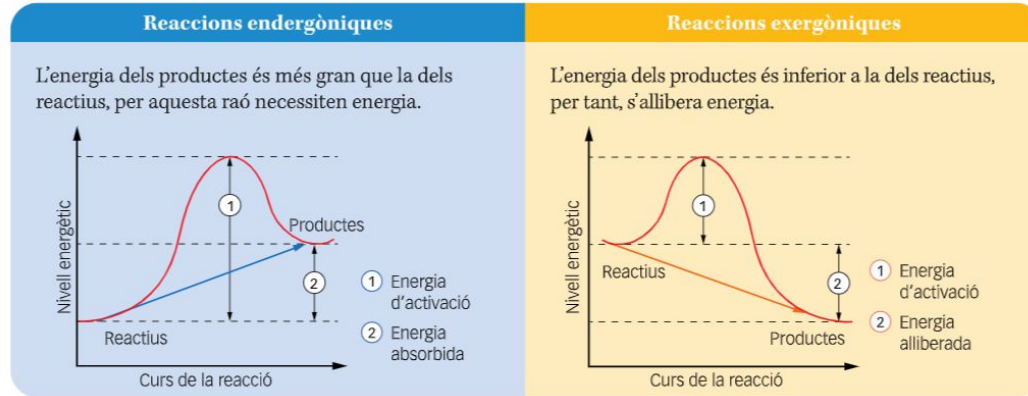
- S'associen a substàncies estranyes (antígens) i les neutralitzen, són els **anticossos** (**immunoglobulines**)
- Poden degradar la paret cel·lular, inhibir la síntesi de DNA, de proteïnes o paraitzar rutes metabòliques de bacteris i fongs, són **antibiòtics** i **antifúngics**



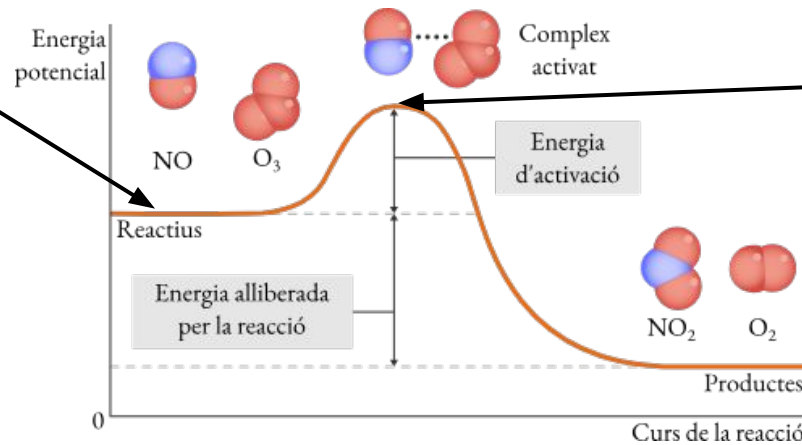
5. Reaccions químiques i catalitzadors



L'energia lliure (G) és l'energia que contenen les molècules que participen en una reacció química



podem accelerar una reacció **augmentant l'energia dels reactius**

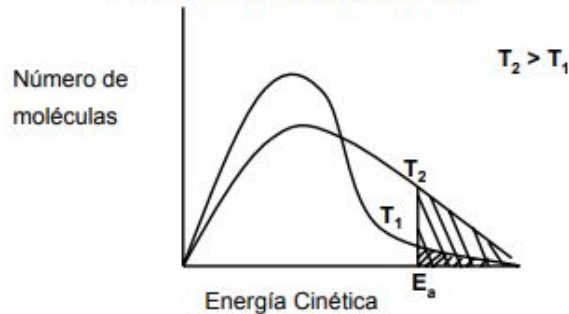


podem accelerar una reacció **disminuint l'energia d'activació**

Augmentant la temperatura

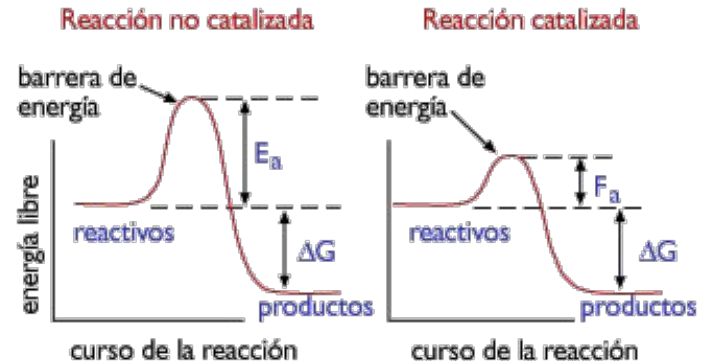
L'energia cinètica de les molècules augmenta i hi ha més probabilitats de xocs

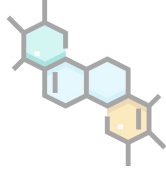
Curva Maxwell-Boltzmann



Utilitzant catalitzadors

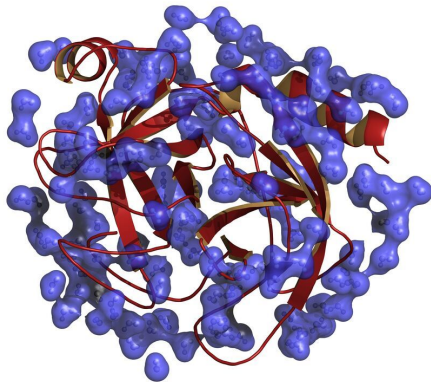
Reconeixen els reactius i faciliten la seva transformació en productes



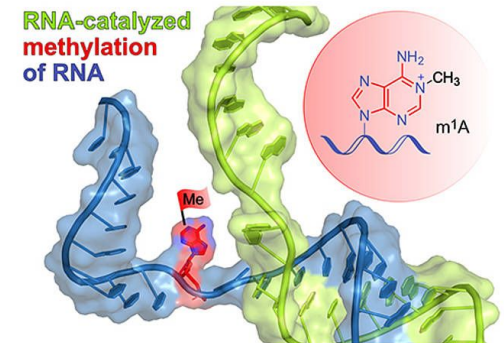


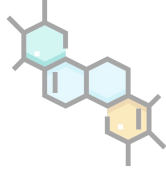
6. Enzims

- Són els catalitzadors de les **reaccions bioquímiques** → **Biocatalitzadors**
- Segons la seva estructura els enzims poden ser
 - **Proteïnes globulars** amb estructura 3ia i molts amb 4ia
 - **Ribozims** formats per RNA amb funció catalítica
- Molta **varietat d'enzims** → catalitzen gran **diversitat de reaccions**



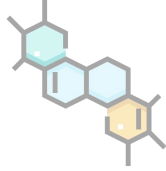
Isozims: enzims amb diferent seqüència d'aa (propietats diferents) que catalitzen la mateixa reacció





6.1. Propietats dels enzims

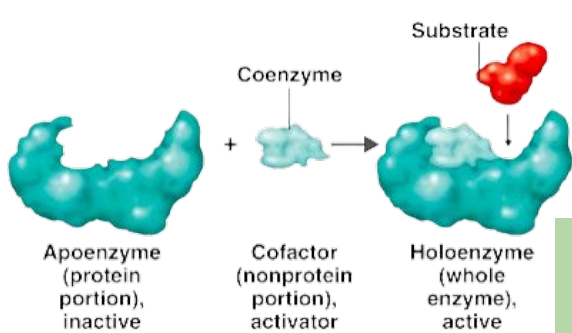
Propietats comunes de tots els catalitzadors	Propietats exclusives dels enzims
Disminueixen l' E_A	Poden augmentar la velocitat en més d'un milió
No modifiquen la variació d'energia lliure (ΔG)	Actuen a la temperatura de l'ésser viu
Actuen en quantitats molt petites	Són molt específics, actuen sobre uns reactius concrets i realitzen una reacció determinada
No es consumeixen durant la reacció, un cop ha acabat poden tornar a actuar	Solen ser molt més grans que les molècules sobre les que actuen (pes molecular elevat)



6.2. Estructura dels enzims

La majoria d'enzims són proteïnes globulars que podem classificar en:

- **Apoenzims**, **enzims simples** o **proteïcs**: formats per una o varies cadenes polipeptídiques.
- **Holoenzims** o **enzims conjugats**: formats per una part proteica (apoenzim) unit a una no proteica (**cofactor**), imprescindible per al seu funcionament.



el cofactor pot ser

Inorgànic

S'uneix exclusivament un ió metàl·lic com Fe^{2+} , Mg^{2+} i Cu^{2+}

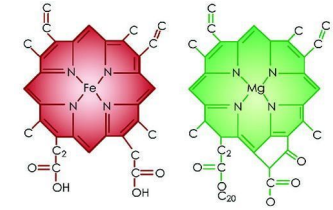
Orgànic

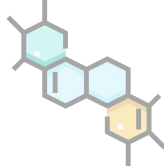
Coenzim

S'uneix a l'apoenzim amb enllaços temporals febles

Grup prostètic

Unit de manera permanent a l'apoenzim amb enllaços covalents



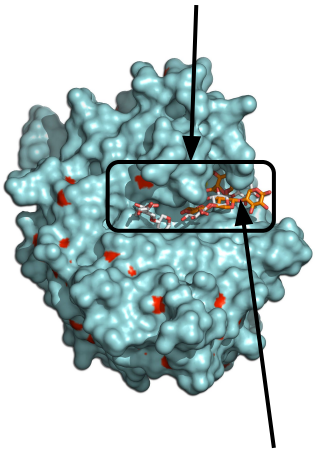


6.3. Centre actiu

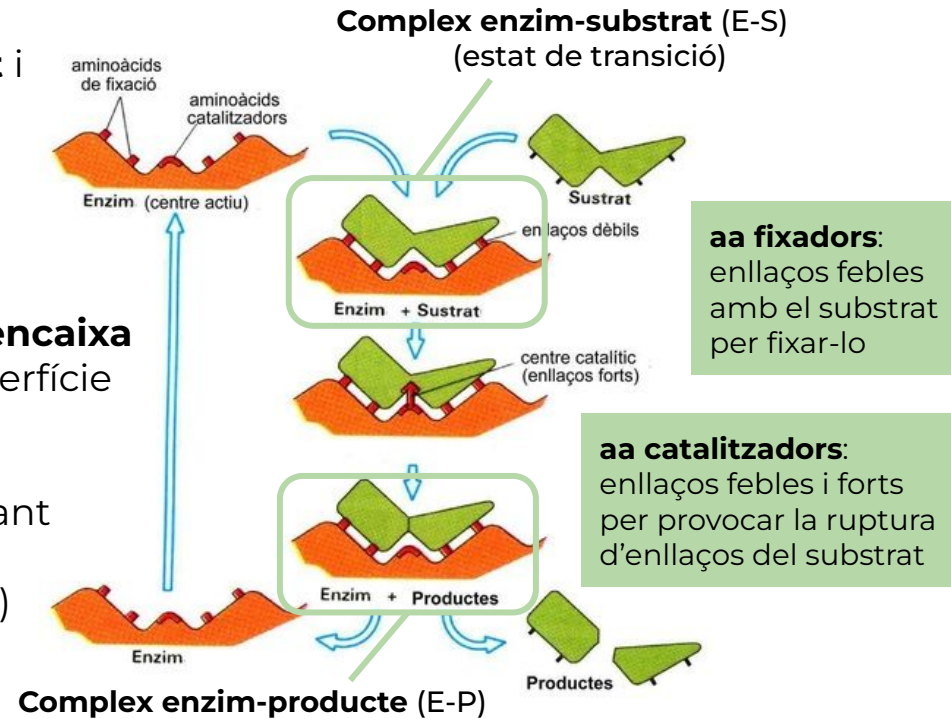


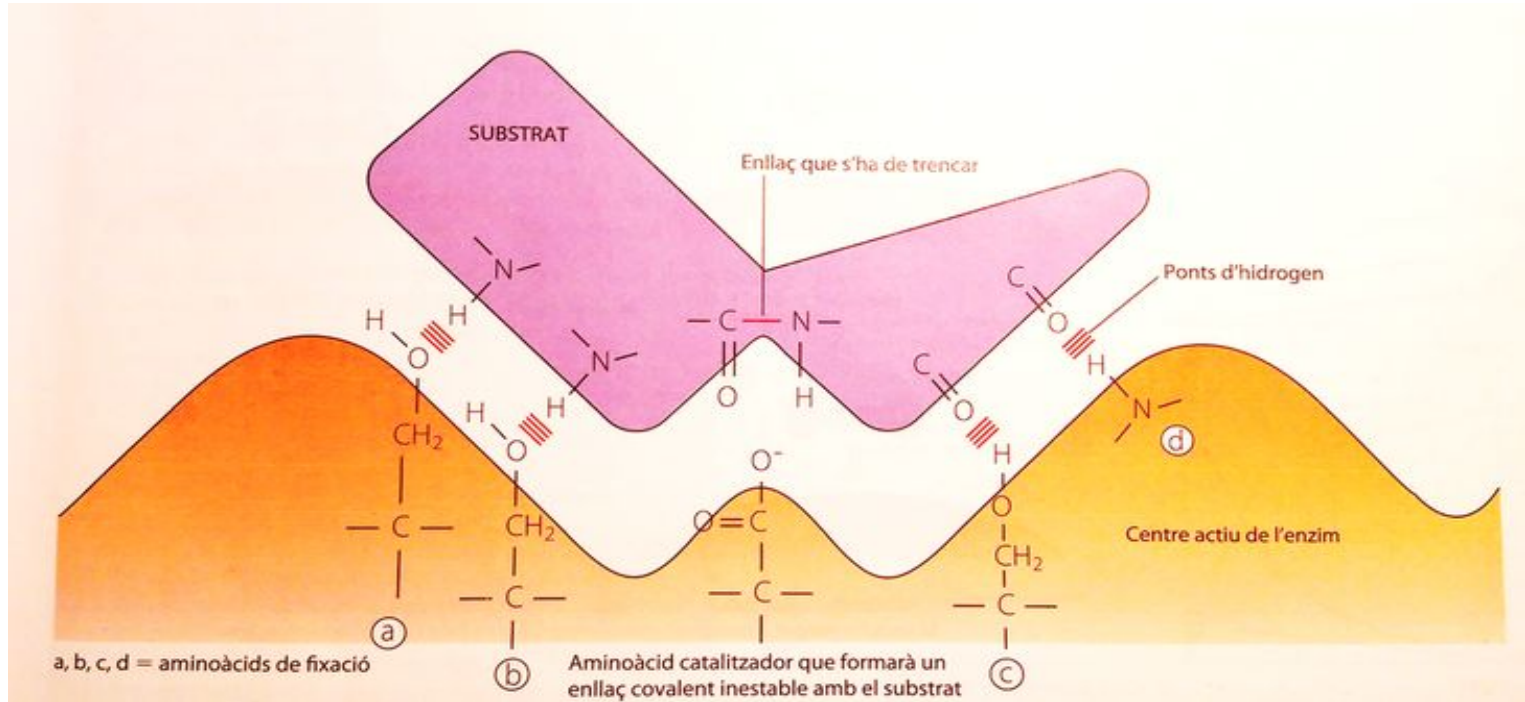
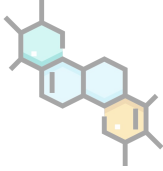
- Part petita de l'enzim on s'hi **uneix el substrat** i el **cofactor**, si n'hi ha
- Responsable de l'**especificitat** i l'**activitat catalítica**
- Un enzim pot tenir **un o més centres actius**
- Estructura tridimensional on **encaixa el substrat** (depressió a la superfície de l'enzim)
- **Unió substrat-enzim** mitjançant **forces febles** (ponts d'H, interaccions electrostàtiques...)

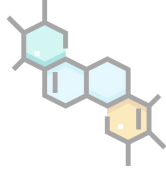
Centre actiu



Substrat



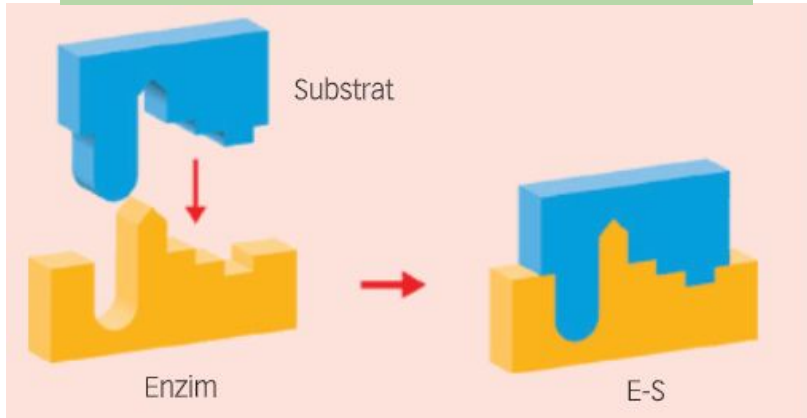




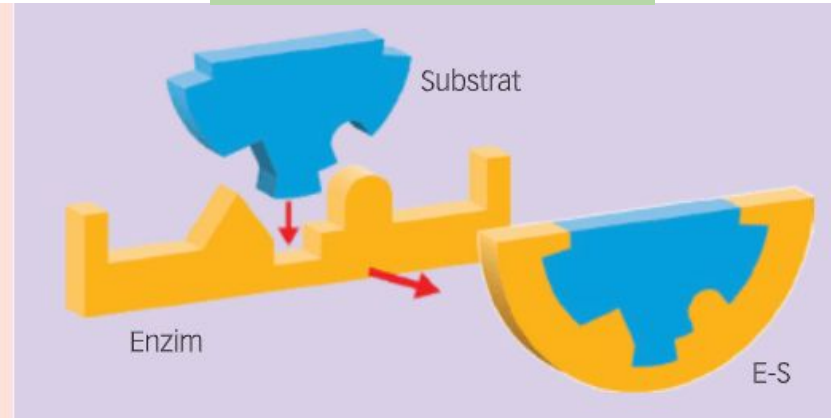
6.4. Especificitat dels enzims

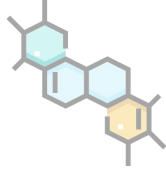
- Enzims que reconeixen només **un substrat concret**
- Enzims que reconeixen **un determinat grup químic**
- Ajust entre substrat i centre actiu pot ser diferent

Ajust per **complementarietat** o “clau-pany”



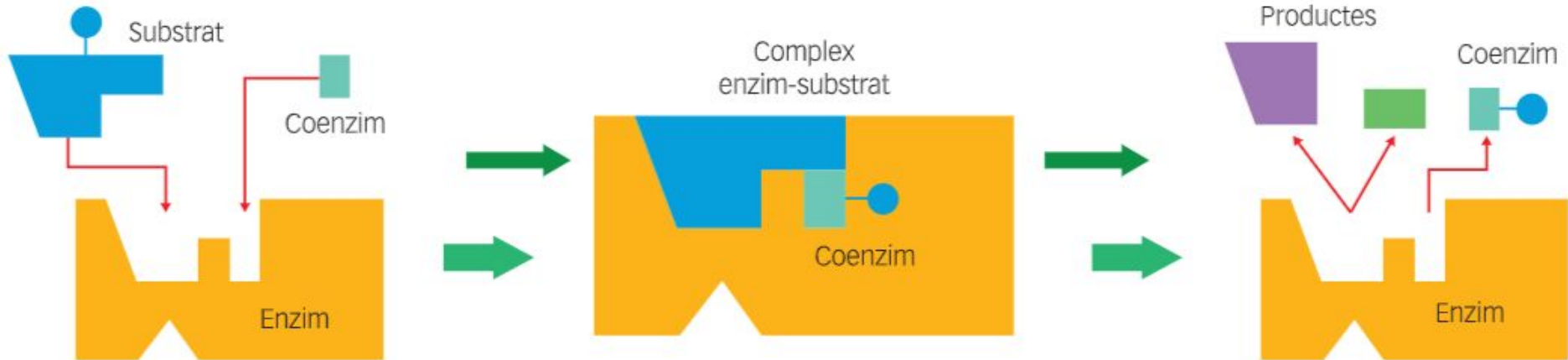
Ajust **induït** o “mà-guant”

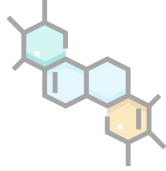




6.5. Els coenzims

- Compostos orgànics que **s'uneixen temporalment** a l'apoenzim per **facilitar-ne el funcionament**
- **No són específics** d'un sol enzim
- Solen ser **essencials**, cal incorporar-los amb la dieta (vitamines)
- Són modificats, **accepten o perden determinats àtoms o grups químics**





Coenzims de transferència

Transporten radicals químics.

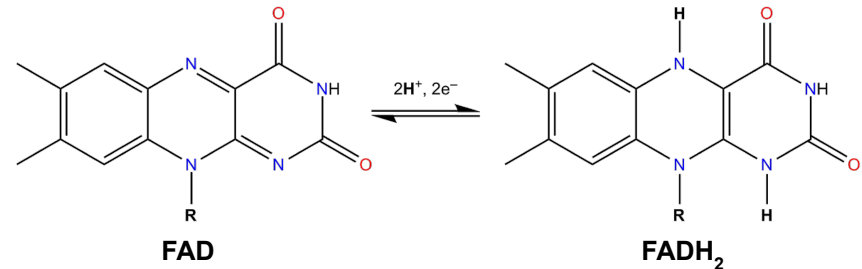
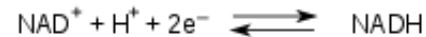
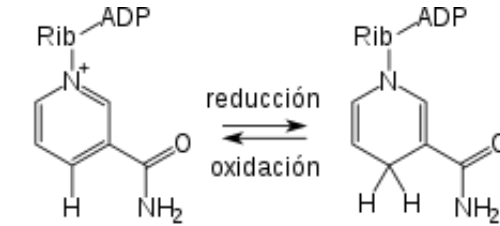
Ex: **adenosina-fosfats** (ATP, ADP, AMP), **coenzim A**, **coenzim B₁₂**

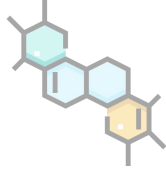


Coenzims d'oxidació-reducció

Transporten protons (H^+), electrons (e^-) o àtoms d'H. Ex:

pidina-nucleòtids (NAD^+ , $NADP$), **flavina-nucleòtids** (FAD , $FADH_2$)

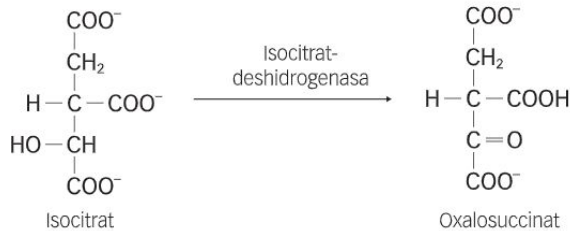




6.6. Classificació d'enzims

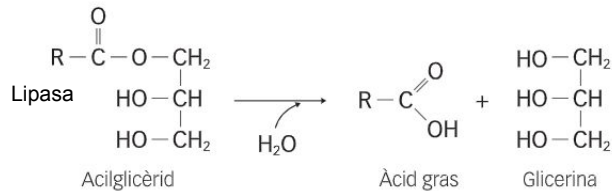
I. Oxidoreductases

Catalitzen **reaccions redox** (pèrdua i guany d'e⁻). **Oxidases, hidrogenases**



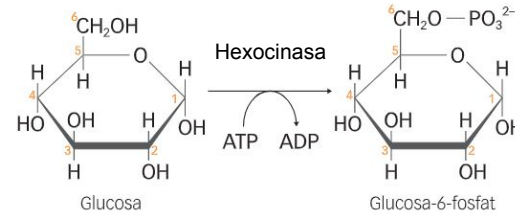
III. Hidrolases

Trenquen enllaços amb la incorporació d'una molècula d'aigua.



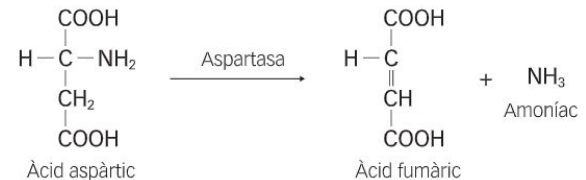
II. Transferases

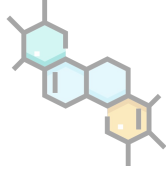
Transfereixen grups funcionals (metil, carboxil, fosfat...).



IV. Liases

Creen **enllaços dobles** o afegeixen grups a àtoms amb enllaços dobles.





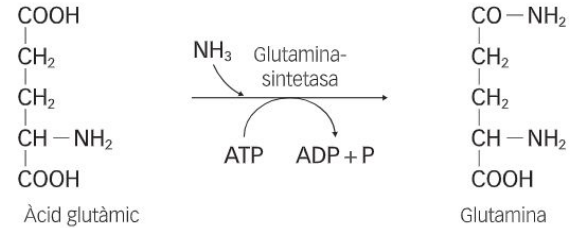
V. Isomerases

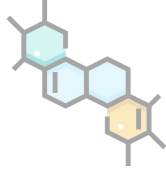
Catalitzen la **transferència de grups dins una molècula**, transformant un **isòmer** en un altre.



VI. Ligases

Catalitzen la **formació d'enllaços** amb aportació d'energia.

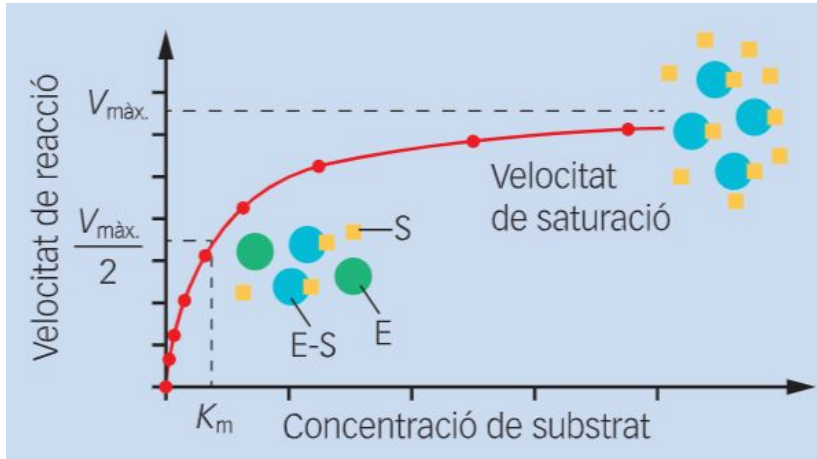




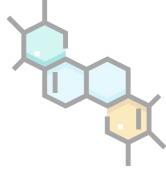
6.7. Factors que afecten l'activitat enzimàtica

Concentració de substrat

- $[S] \uparrow \rightarrow V \uparrow \rightarrow$ gràfica hiperbòlica fins arribar a $V_{\max}$ (punt de saturació de l'enzim)
- K_m (constant Michaelis-Menten) $\rightarrow K_m \downarrow \rightarrow +$ afinitat



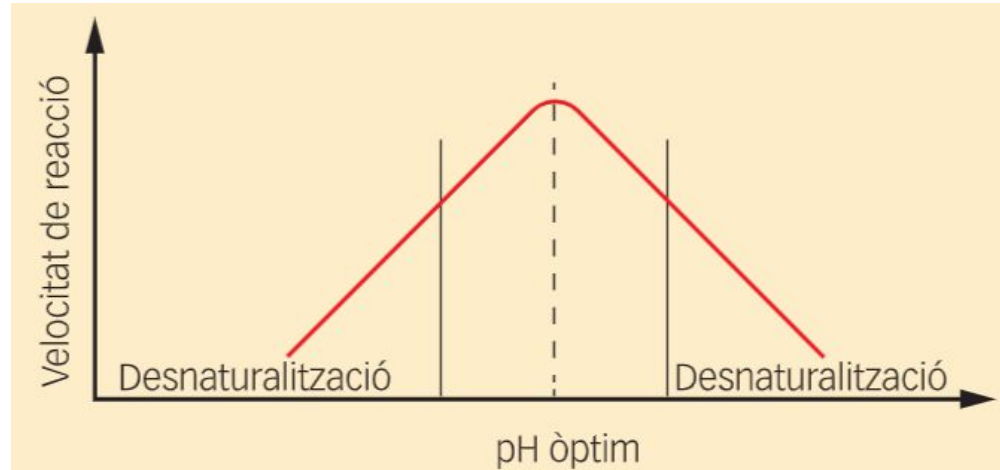
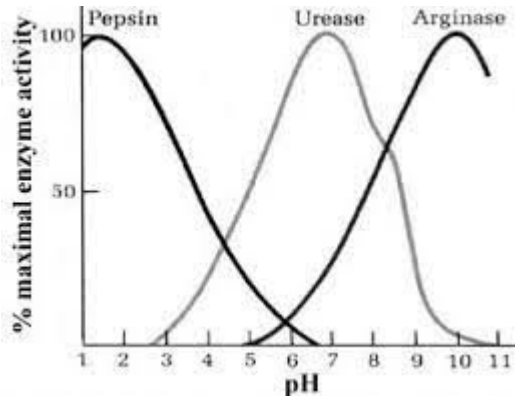
$$V = V_{\max} \frac{[S]}{[S] + K_m}$$

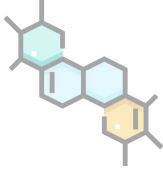


pH

- Interval pH on l'enzim és actiu (dependrà dels radicals R) → **pH òptim**
- pH $\notin$ interval → **proteïna desnaturalitzada**

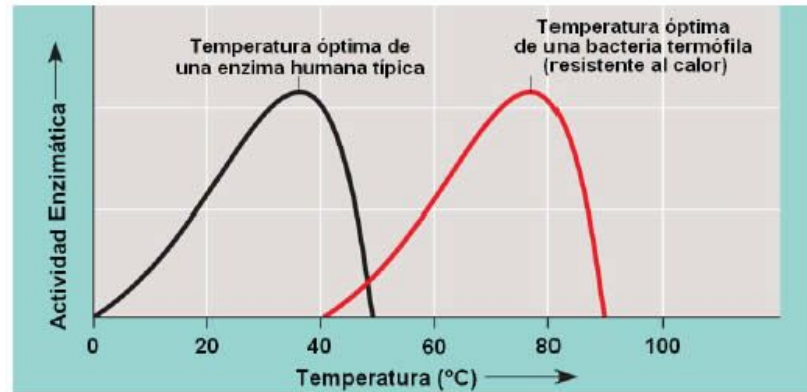
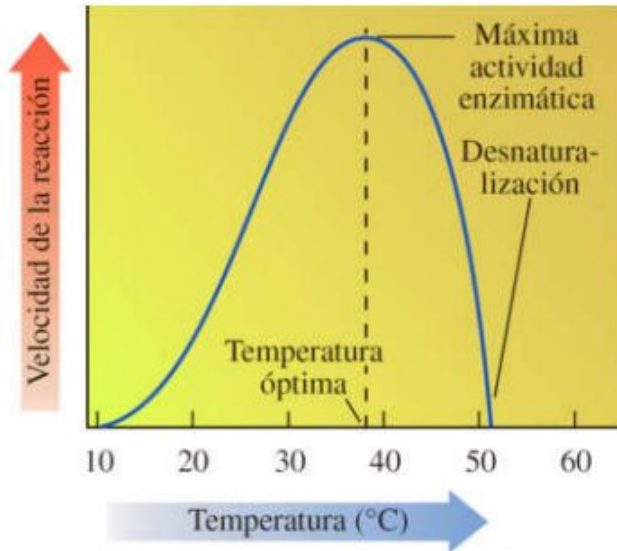
ENZIMA	pH òptim
Pepsina	1.5
Tripsina	7.7
Catalasa	7.6
Arginasa	9.7
Fumarasa	7.8
Ribonucleasa	7.8

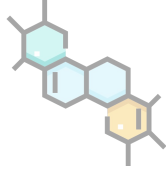




Temperatura

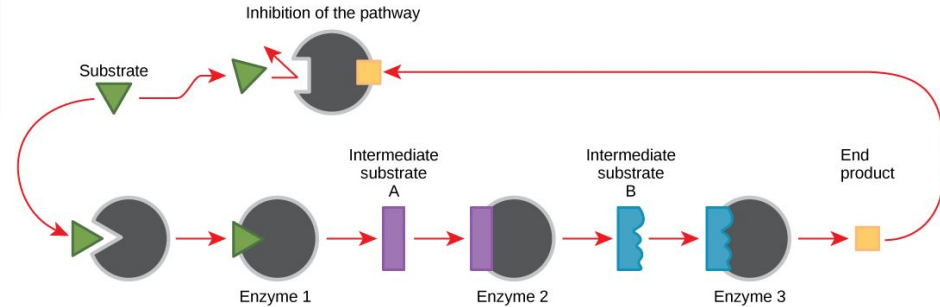
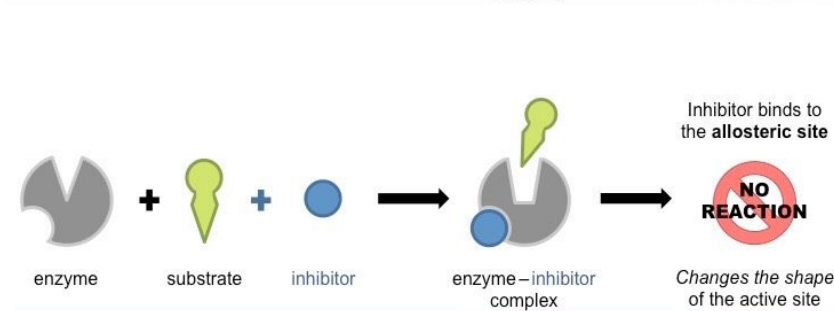
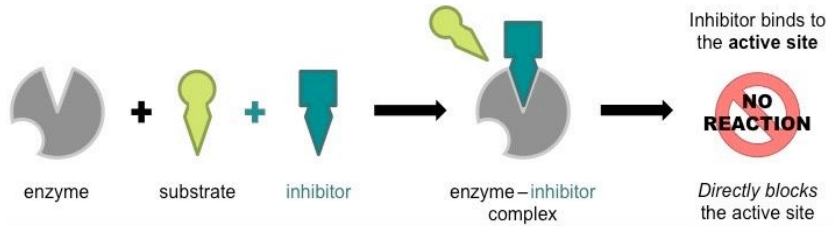
- Interval T on l'enzim és actiu ➡ **temperatura òptima** (36-37 °C)
- $T > T_{\text{màx}}$ ➡ **proteïna desnaturalitzada**

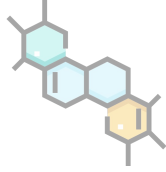




Inhibidors

- Substàncies que s'uneixen a l'enzim ➡ **Disminuir** o **bloquejar l'activitat**
- Solen ser **ions** o **molècules orgàniques**
- Inhibició per **retroalimentació** o **feedback** ➡ quan l'inhibidor és un dels productes de la reacció

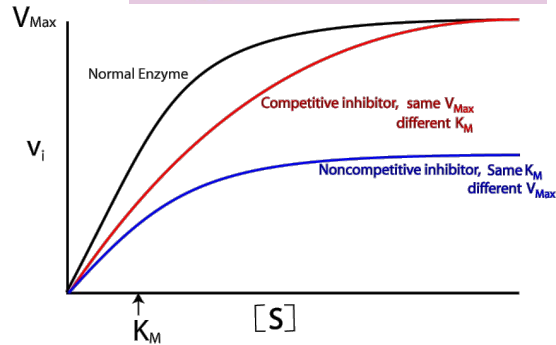
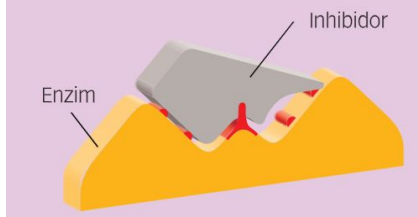




6.8. Inhibició enzimàtica

IRREVERSIBLE

Unió **permanent** inhibidor + centre actiu i inactivació total de l'enzim (toxines, insecticides, fàrmacs antibiòtics...)



REVERSIBLE

Unió **temporal** inhibidor + enzim

No competitiva (al·lostèrica)

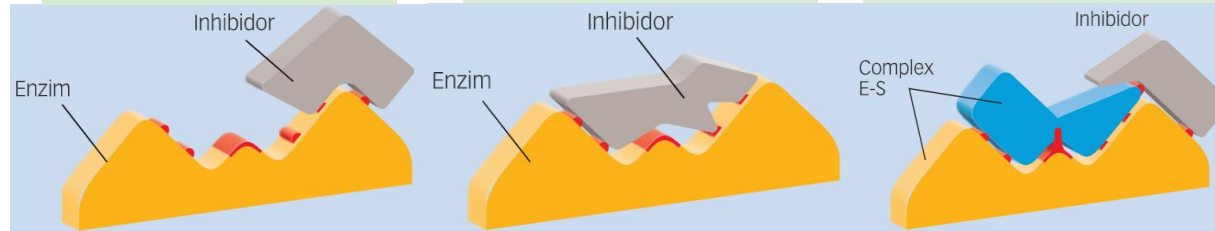
L'inhibidor s'uneix a un lloc diferent del centre actiu i modifica l'enzim

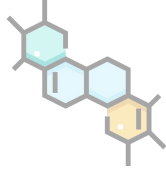
Competitiva

L'inhibidor s'uneix al centre actiu implicant la unió del substrat

Acompetitiva

L'inhibidor s'uneix a un lloc diferent del centre actiu, es forma complex E-S, però no hi ha reacció

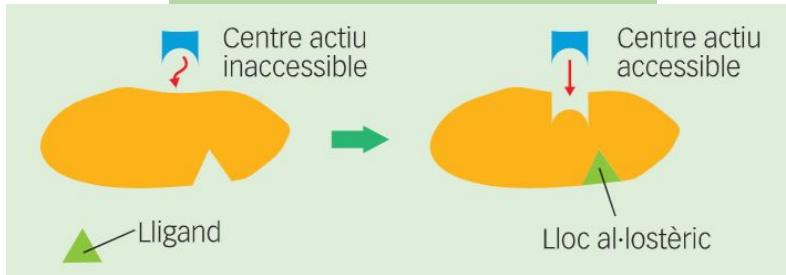




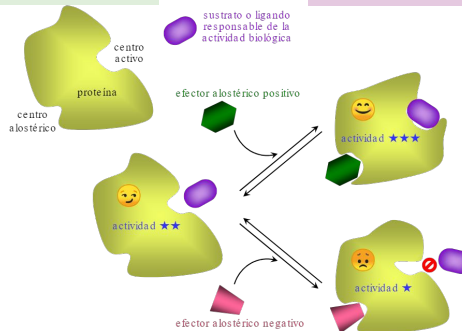
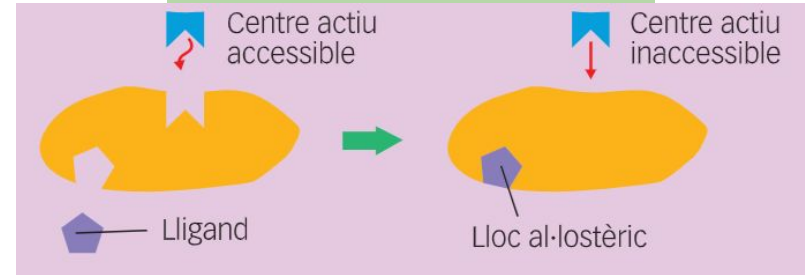
6.9. Regulació al·lostèrica de l'activitat enzimàtica

- Enzims que tenen un **lloc regulador** o **al·lostèric** (a més del centre actiu)
- **Lligand** o **molècula reguladora** (cofactor, inhibidor)

Positiva: activació de l'enzim



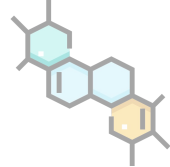
Negativa: inhibició de l'enzim



7. Metabolisme

Tema 1. Biomolècules i metabolisme

Jaume Benet i Bertran



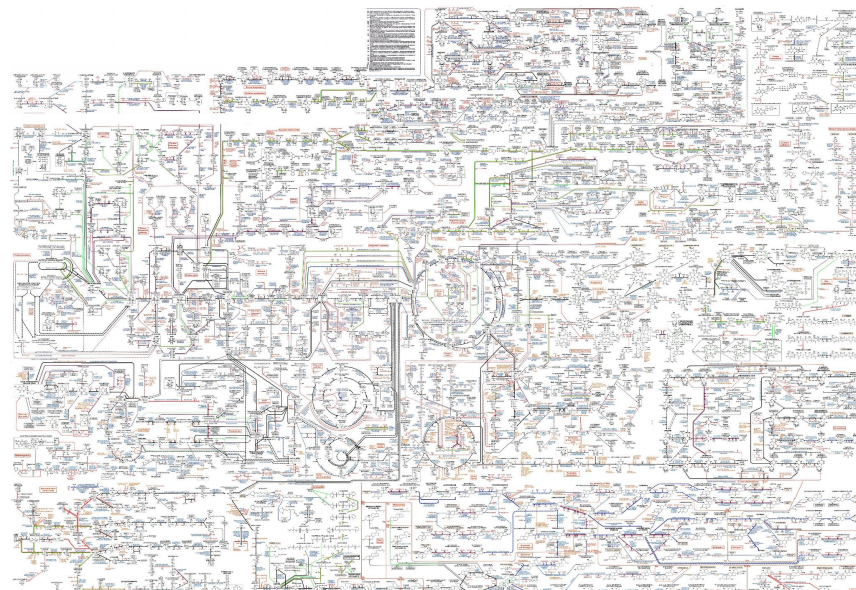
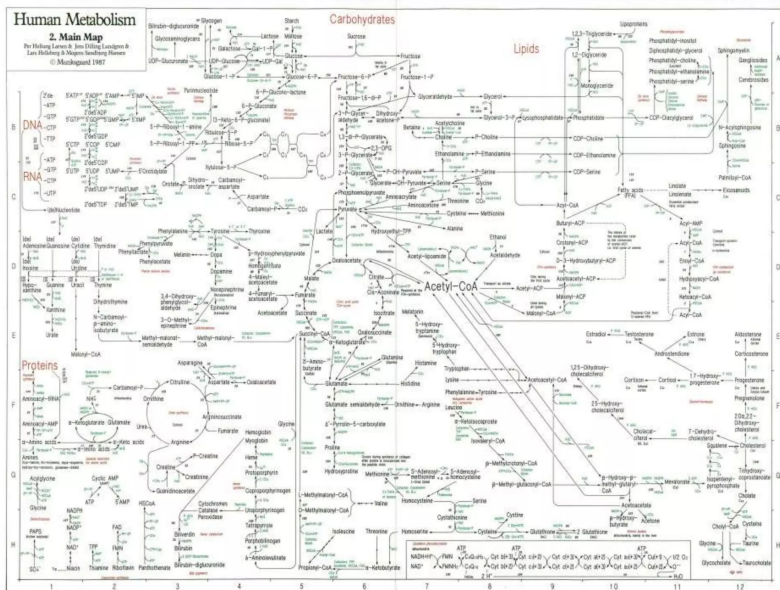
- **Conjunt de reaccions químiques** que es donen a l'interior de les cèl·lules:

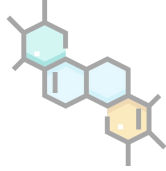
- **De degradació:** transformació de **molècules complexes a simples, obtenint energia**

Energia per realitzar les 3 funcions vitals

- **De síntesi:** formació de **molècules complexes a través de senzilles, consumint energia**

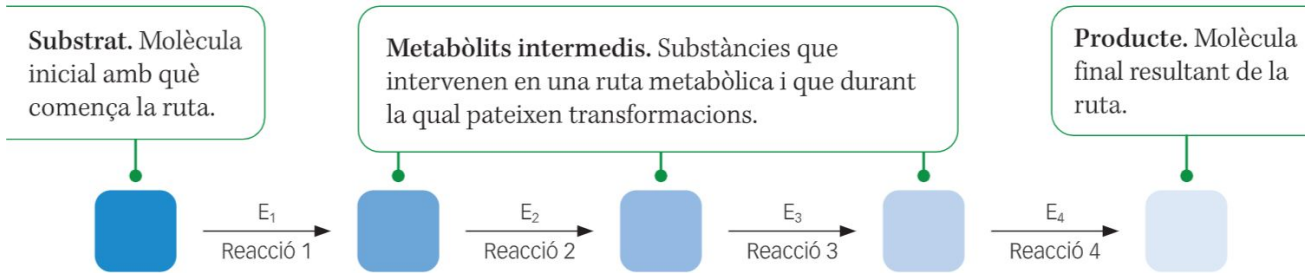
Matèria per créixer i reparar estructures



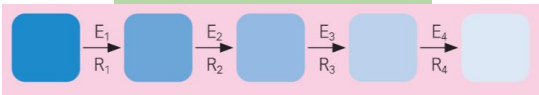


7.1. Rutes metabòliques

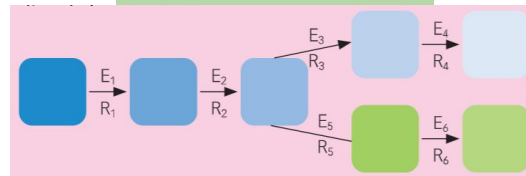
- Aquestes **reaccions** es troben **interconnectades** ➡ **vies** o **rutes metabòliques**
- **Producte** d'una reacció actua **com a substrat** de la següent
- **Enzims en sèrie** ➡ cada reacció és catalitzada per un enzim



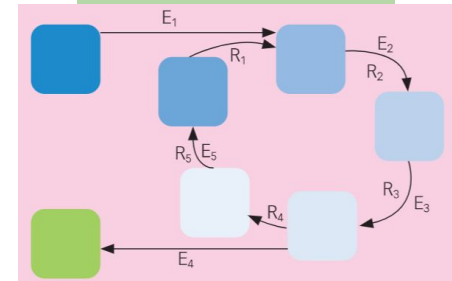
Lineals

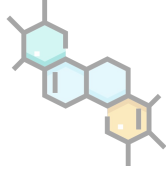


Ramificades



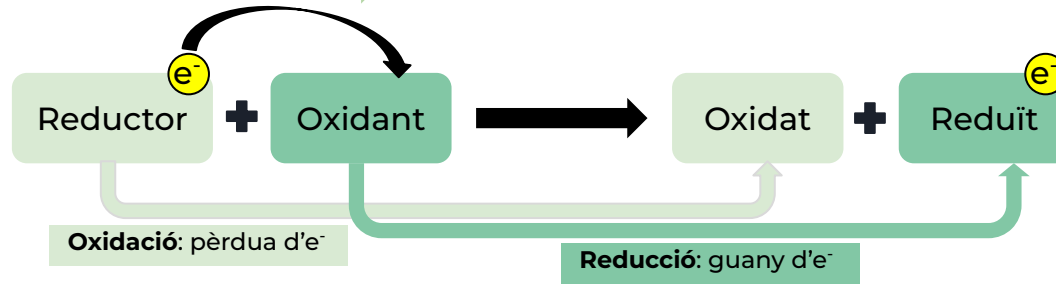
Circulars



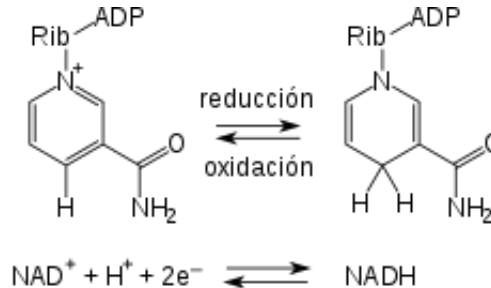
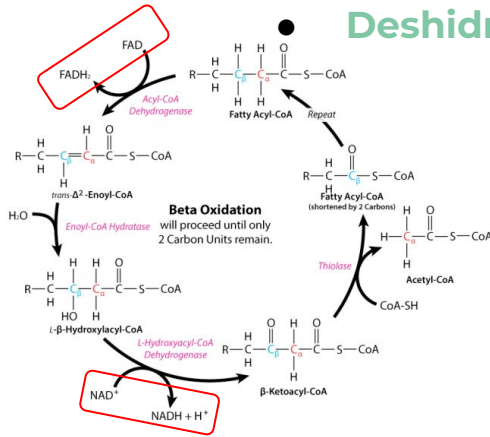


7.2. Reaccions redox

- Moltes reaccions metabòliques són d'**oxidació-reducció**
- Transferència d'e⁻** → una substància guanya e⁻ i una altra perd e⁻



- Deshidrogenació** → transferència d'e⁻ **acompanyada de H⁺** → catalitzada per **deshidrogenases**



presenten **coenzims** que **recullen e⁻ i H⁺** passant de la forma **oxidada (NAD⁺, FAD, NADP⁺, FMN)** a la **reduïda (NADH, FADH₂, NADPH, FMNH₂)**

7.3. L'ATP

- Moltes reaccions metabòliques són **endergòniques**
- Adenosinatrifosfat (ATP)** → **coenzim** nucleòtid que actua en el metabolisme com a **molècula energètica**
- Síntesi ATP** → emmagatzema d'energia (7,3 kcal/mol cada enllaç fosfoanhídrid)
- Hidròlisi ATP** → cedeix energia

L'energia despesa en una reacció exergònica **es pot aprofitar** perquè es produeixi una reacció endergònica

reaccions de **desfosforilació** exergòniques

Reacció exergònica: $\text{ATP} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{ADP} + \text{P}_i \quad \Delta G < 0$

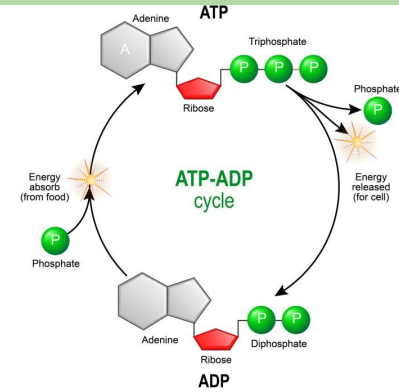
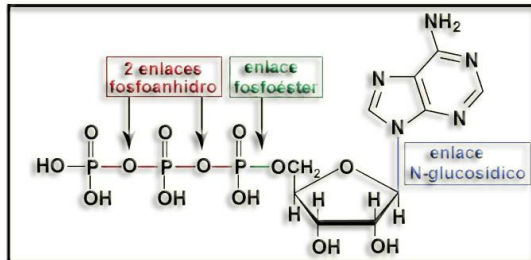
Reacció endergònica: $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{C} \quad \Delta G > 0$

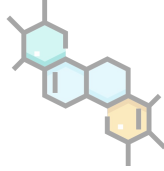
Reacció global: $\text{A} + \text{B} + \text{ATP} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C} + \text{ADP} + \text{P}_i$

Desfosforilació



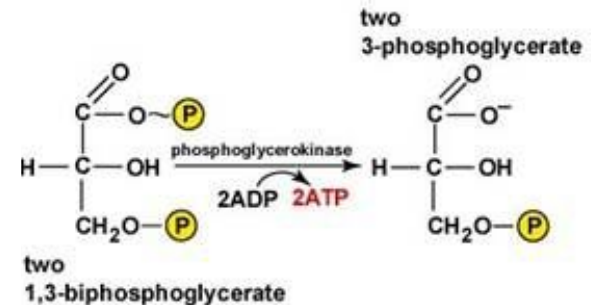
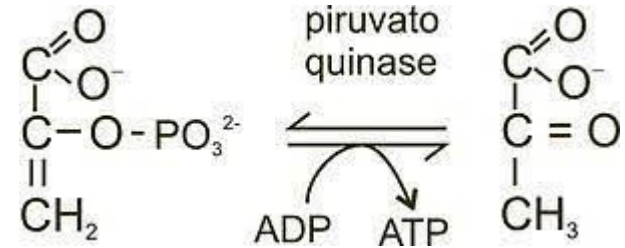
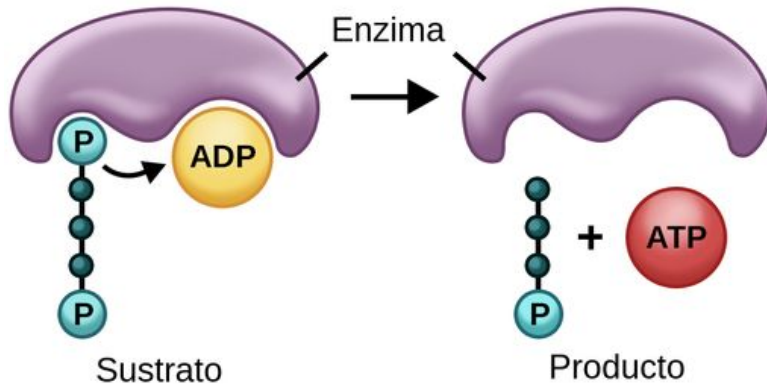
Fosforilació

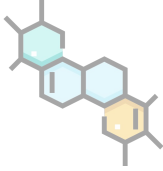




Fosforilació a nivell de substrat

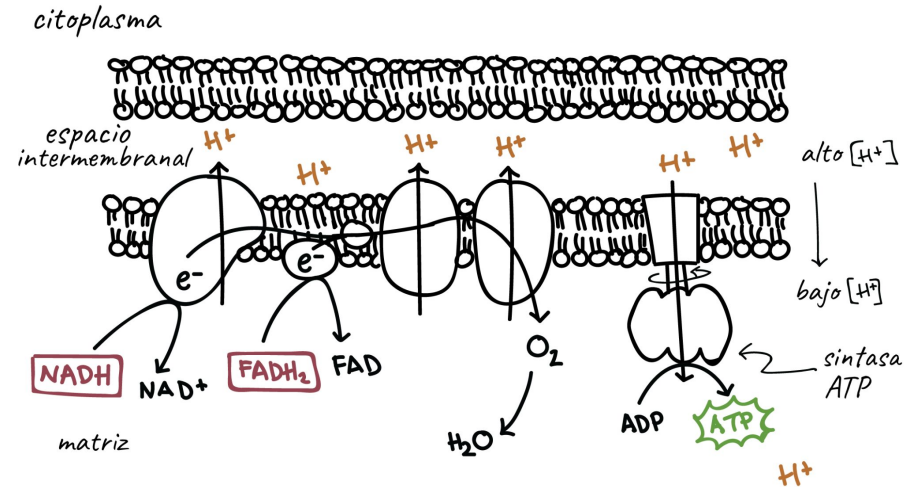
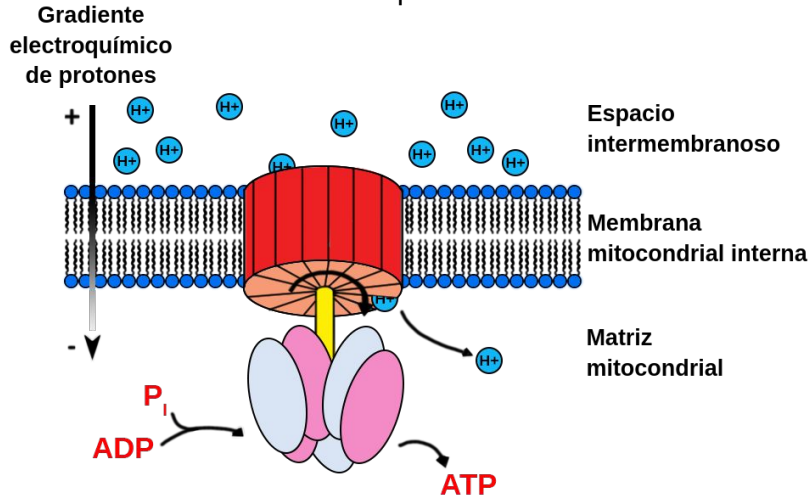
- S'utilitza l'energia del **trencament d'un enllaç** d'una molècula per **sintetitzar ATP**
- Els enzims catalitzadors són les **quinases** o **cinases**
- Es produeixen en condicions **anaeròbiques** (sense O_2)





Fosforilació mitjançant ATPsintases

- S'utilitza l'energia del **pas de H^+** a través d'una membrana per **sintetitzar ATP**
- Els enzims catalitzadors són les **ATPsintases** o **ATPsintetases**
- Ocorre a les **crestes mitocondrials** i als **tilacoides dels cloroplasts**
- Es produeix en condicions **aeròbiques** (amb O_2)



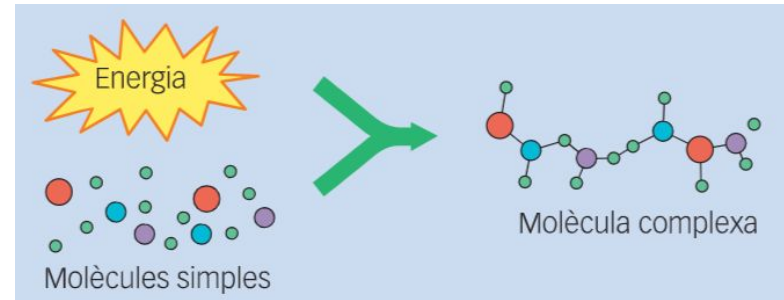
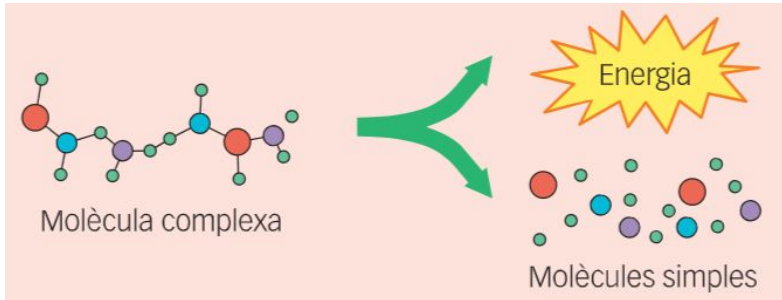
7.4. Catabolisme i anabolisme

Processos **interrelacionats** i **simultanis** del metabolisme.

Algunes **alternatives** al catabolisme per **obtenir energia** utilitzada per alguns éssers vius són la **fotosíntesi** (vegetals, algues, bacteris fotosintètics i cianobacteris) i la **quimiosíntesi** (alguns bacteris i arqueobacteris)

● Catabolisme

- Reaccions de **degradació**
- Transformació de **molècules complexes en altres senzilles**
- Format per les **rutes** o **vies catabòliques**



● Anabolisme

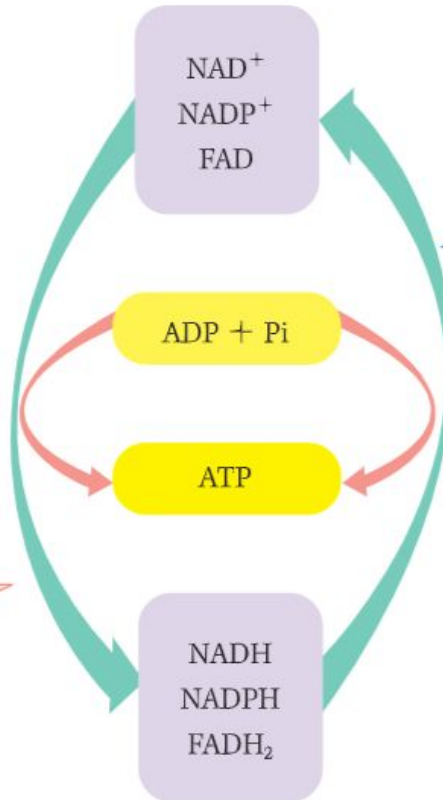
- Reaccions de **síntesi**
- Síntesi de **molècules complexes a partir d'altres més senzilles**
- Format per les **rutes** o **vies anabòliques**

Molècules complexes productores d'energia com ara glúcids, lípids i proteïnes.

Catabolisme

- Reaccions d'oxidació.
- Generen energia, produeixen ATP.
- Els productes finals i intermedis són matèries primeres de l'anabolisme.
- Generen poder reductor (NADH, FADH₂).

Molècules més senzilles, amb poca energia, com ara NH₃, CO₂, H₂O, etc.



Molècules orgàniques complexes com a polisacàrids, proteïnes i àcids nucleics.

Anabolisme

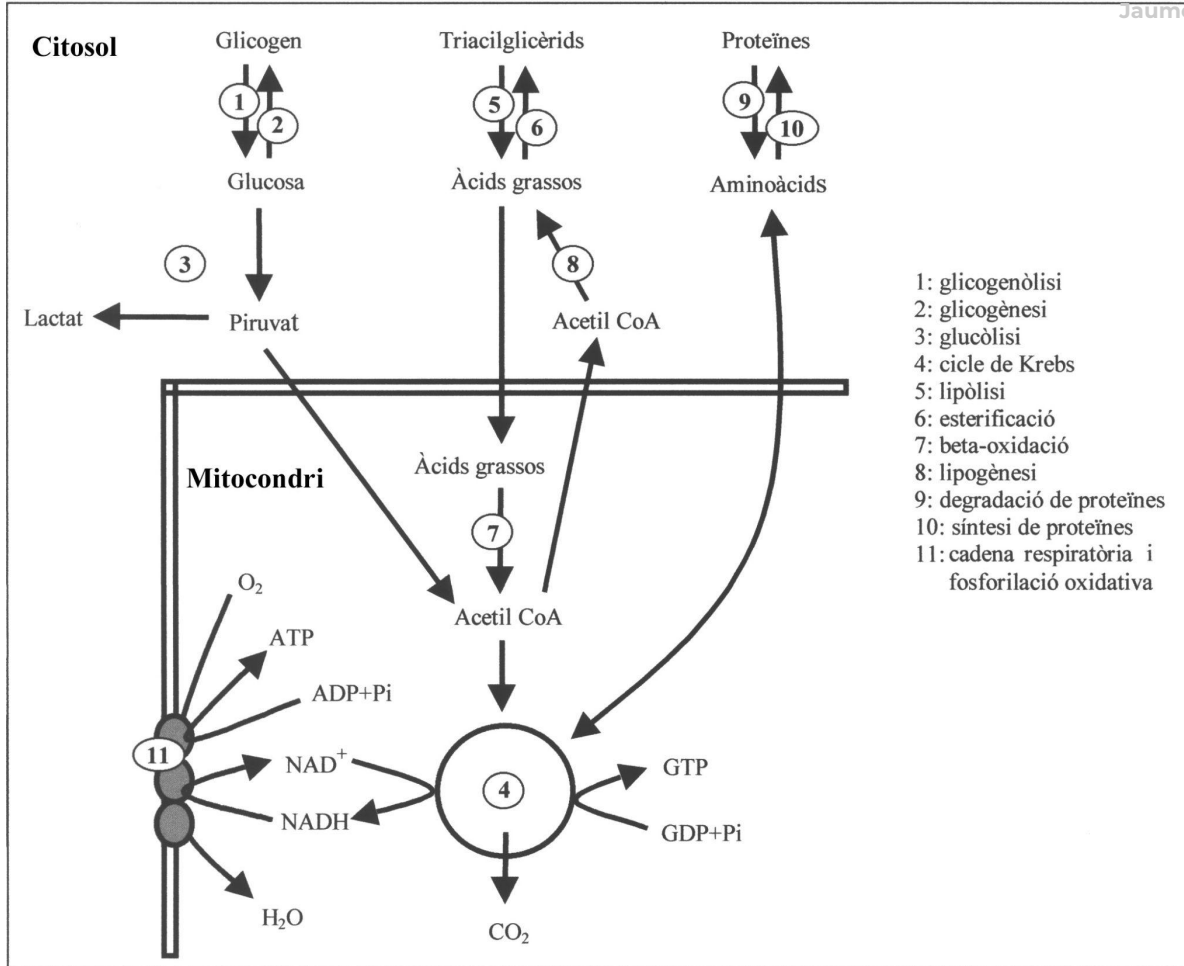
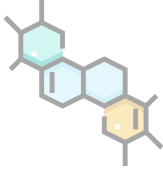
- Reaccions de reducció.
- Utilitzen energia, consumeixen ATP.
- Els productes finals són matèries primeres del catabolisme.
- Necessiten poder reductor (NADH, FADH₂).

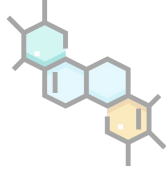
Molècules precursors com ara aminoàcids, nucleòtids, bases nitrogenades, monosacàrids, etc.

ESQUEMA GENERAL DEL METABOLISME

Tema 1. Biomolècules i metabolisme

Jaume Benet i Bertran

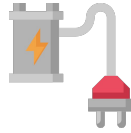




7.5. Tipus de metabolismes

Podem classificar els éssers vius segons el seu metabolisme en funció de:

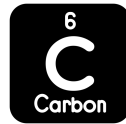
Font d'energia



Segons el tipus d'energia que fan servir per **sintetitzar ATP**:

- **Fotosintètics**: **lumínica** (energia de la **llum**)
- **Quimiosintètics**: **química** (energia de les **reaccions químiques**)

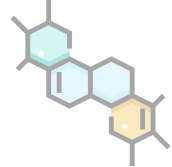
Font de carboni



Segons l'**origen dels C** per construir els esquelets de les biomolècules.

- **Autòtrofs**: utilitzen **carboni inorgànic** (CO_2 atmosfèric o dissolt en aigua)
- **Heteròtrofs**: utilitzen **carboni orgànic** (**glucosa, aminoàcids, àcids grassos**)

Font reductora



Segons la font **donadora d'e⁻** per a la biosíntesi de molècules.

- **Litòtrofs**: utilitzen **compostos inorgànics** (com H_2O , H_2S , NH_3 , Fe)
- **Organòtrofs**: utilitzen **compostos orgànics** (glúcids, lípids, proteïnes, hidrocarburs i alcohols)

Necessitat d'oxigen



Segons si l'**últim acceptor d'e⁻** és l'oxigen o no.

- **Aerobis estrictes**: depenen de l'**O₂** que és l'últim acceptor d'e⁻ en les oxidacions
- **Anaerobis**: poden viure en **absència d'O₂**, l'últim acceptor d'e⁻ és una altra molècula com NO_3^-
 - **Estrictes**: **no utilitzen mai O₂**, alguns poden tolerar-lo i per altres és tòxic
 - **Facultatius**: **poden utilitzar O₂** quan hi és present **o un acceptor d'e⁻ alternatiu** en absència d'O₂

Font d'energia	Font de C	Font reductora	Nom	Exemples
Lumínica (foto-)	inorgànica (auto-)	inorgànica (lito-)	Fotolitoautòtrof	Vegetals, algues, cianobacteris, bacteris del sofre porpres i veds
		orgànica (organo-)	Fotoorganoautòtrof	Alguns arqueobacteris
	orgànica (hetero-)	inorgànica (lito-)	Fotolitoheteròtrof	Bacteris no sulfurosos porpres i verds
		orgànica (organo-)	Fotoorganoheteròtrof	Alguns bacteris
Química (quimio-)	inorgànica (auto-)	inorgànica (lito-)	Quimiolitoautòtrof	Bacteris nitrificants, bacteris del sofre incolores, alguns arqueobacteris
		orgànica (organo-)	Quimioorganoautòtrof	Alguns arqueobacteris
	orgànica (hetero-)	inorgànica (lito-)	Quimiolitoheteròtrof	Alguns bacteris
		orgànica (organo-)	Quimioorganoheteròtrof	Animals, fongs, protozous, molts bacteris