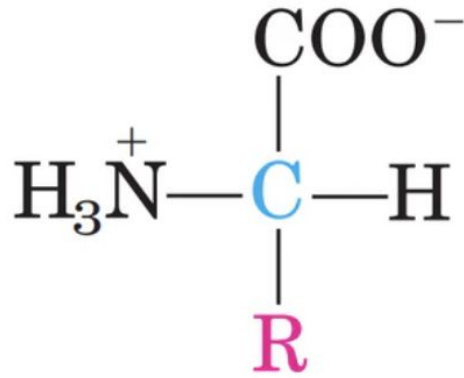


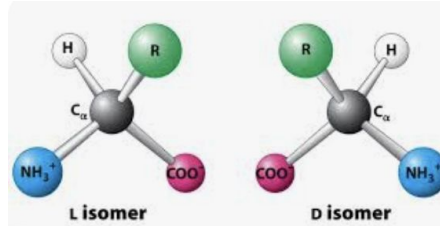
PROTEÏNES

Polímers d'aminoàcids

ESTRUCTURA GENERAL DELS AMINOÀCIDS



El C alfa és quiral:
existeix en les formes L i D. A la natura, tots els aa són L.

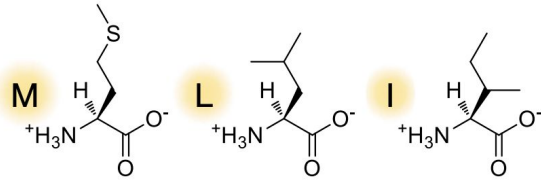
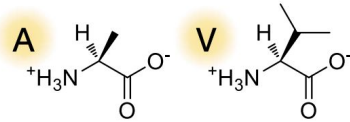


En blau es mostra el **C alfa**: l'àtom de C que porta enllaçat:

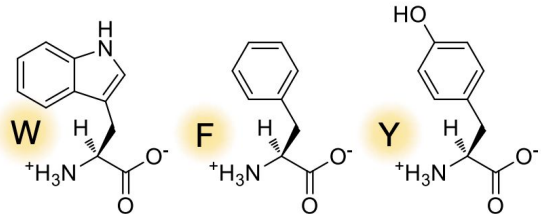
- Un grup amino (-NH₂ o -NH₃(+))
- Un grup àcid carboxílic (-COOH o -COO (-))
- Un àtom d'H
- Un grup **R (en vermell)**: és la part que canvia entre els 20 aminoàcids que existeixen a la natura.

CLASSIFICACIÓ DELS AMINOÀCIDS

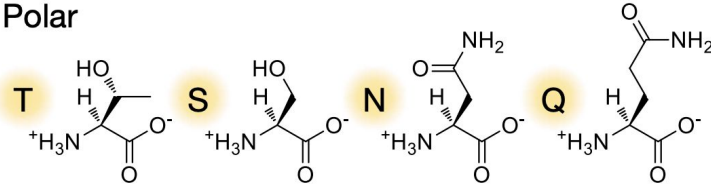
Aliphatic



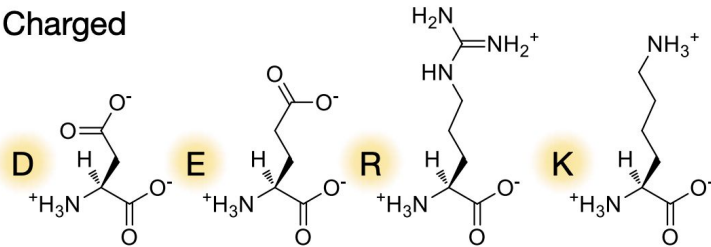
Aromatic



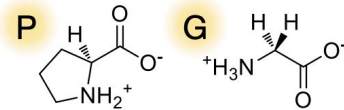
Polar



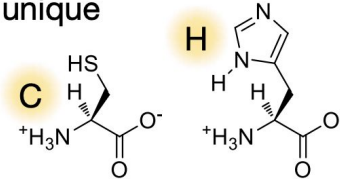
Charged



Conformationally unique

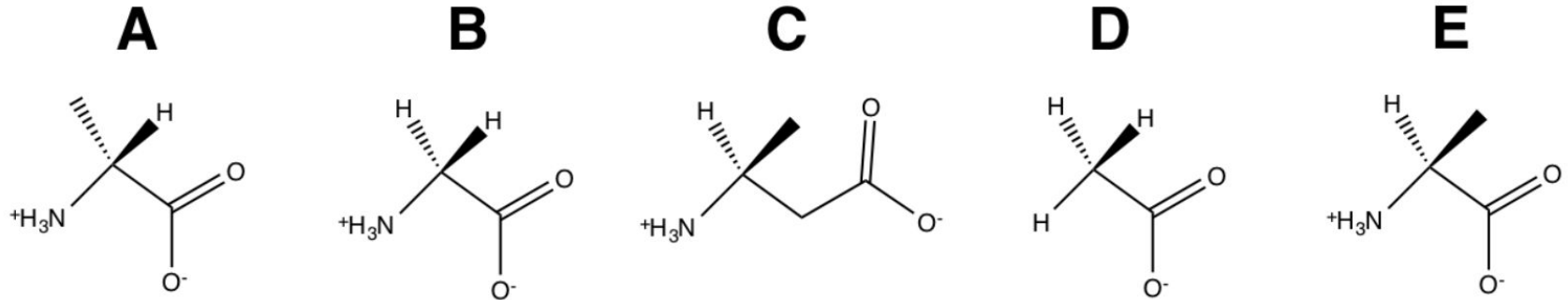


Chemically unique



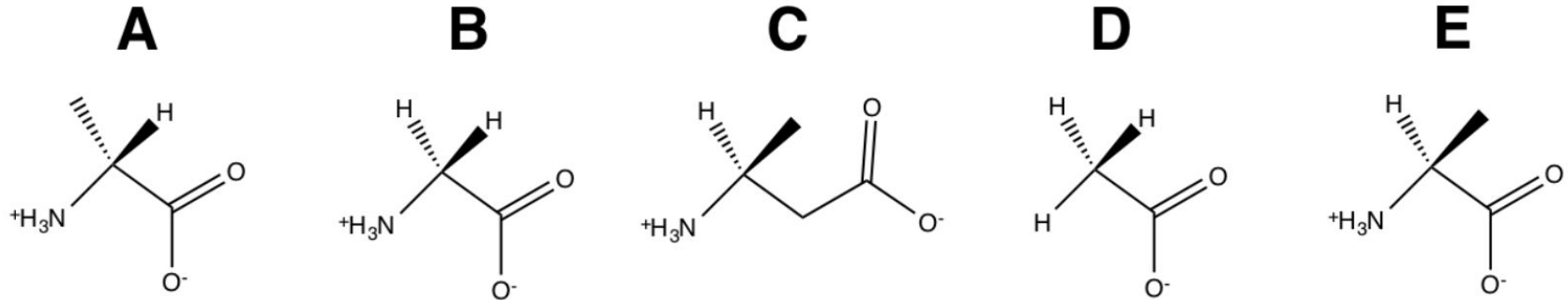
CLASSIFICACIÓ DELS AMINOÀCIDS

Quines de les següents molècules poden ser aminoàcids presents a la natura?



CLASSIFICACIÓ DELS AMINOÀCIDS

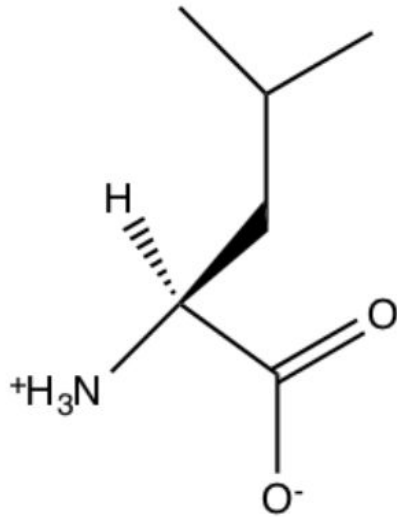
Quines de les següents molècules poden ser aminoàcids presents a la natura?



Resposta: B i E

CLASSIFICACIÓ DELS AMINOÀCIDS

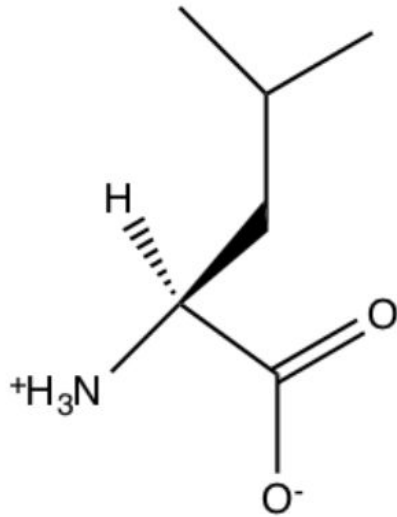
Classifica el següent aminoàcid:



- a) Polar, amb càrrega negativa
- b) Polar, amb càrrega positiva
- c) No polar, alifàtic, petit
- d) No polar, alifàtic

CLASSIFICACIÓ DELS AMINOÀCIDS

Classifica el següent aminoàcid:

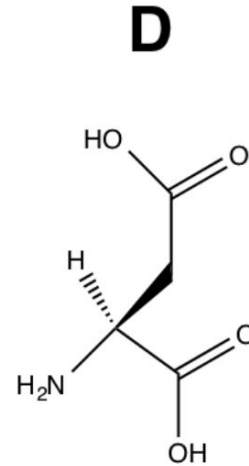
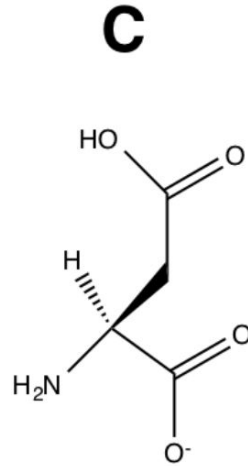
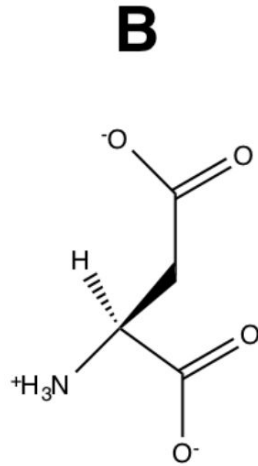
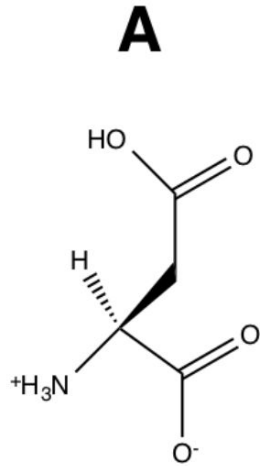


- a) Polar, amb càrrega negativa
- b) Polar, amb càrrega positiva
- c) No polar, alifàtic, petit
- d) No polar, alifàtic

Resposta: d)

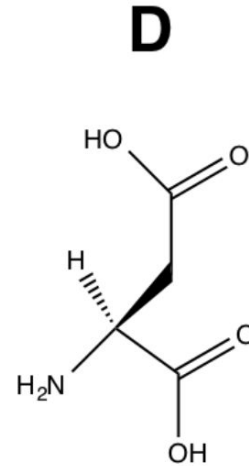
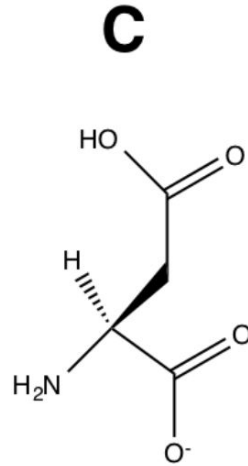
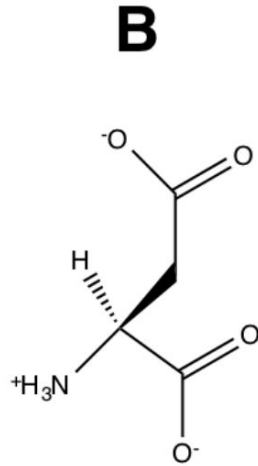
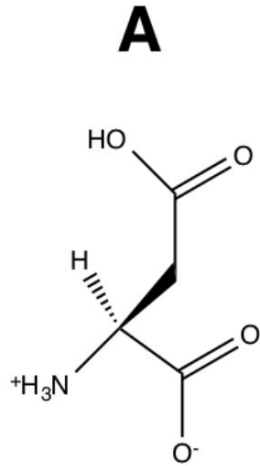
CLASSIFICACIÓ DELS AMINOÀCIDS

El pH fisiològic és molt pròxim a la neutralitat, lleugerament bàsic (7,4). Com seria la càrrega de l'aa asparmat a aquest pH?



CLASSIFICACIÓ DELS AMINOÀCIDS

El pH fisiològic és molt pròxim a la neutralitat, lleugerament bàsic (7,4). Com seria la càrrega de l'aa asparmat a aquest pH?



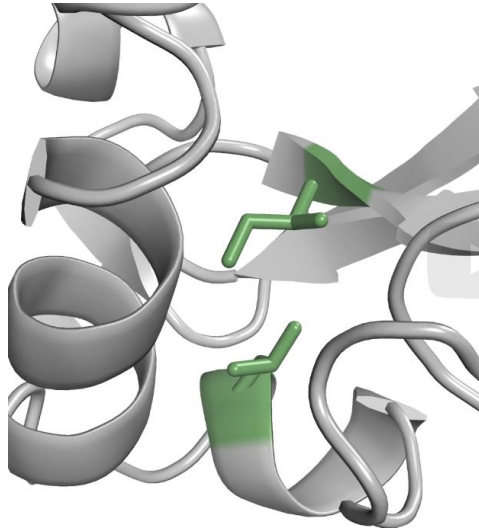
Resposta: B

CLASSIFICACIÓ DELS AMINOÀCIDS

- Saber de quins tipus són els aminoàcids d'una proteïna és important, perquè el fet de que siguin hidrofòbics, polars o amb càrrega elèctrica determinaran quin tipus d'enllaços no covalents podran formar entre ells:
 - Forces de Van der Waals
 - Ponts d'hidrogen
 - Atracció entre càrregues elèctriques de diferent signe
 - Repulsió entre càrregues elèctriques del mateix signe
 - Interaccions hidrofòbiques, etc.
- Aquests tipus d'enllaços determinen la forma que assoleix la proteïna en l'espai, la seva conformació espacial.
- Una proteïna només pot portar a terme la seva funció si presenta la conformació espacial que li correspon.

INTERACCIONS ENTRE AMINOÀCIDS I FORMA DE LES PROTEÏNES

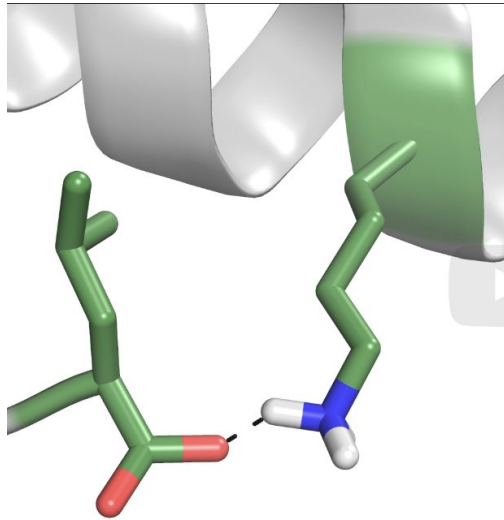
Exemple: forces de Van der Waals entre aminoàcids hidrofòbics:



Interacció entre les
cadenes laterals de
leucina i isoleucina

INTERACCIONS ENTRE AMINOÀCIDS I FORMA DE LES PROTEÏNES

Exemple: atraccions electrostàtiques entre ions (+) i (-):

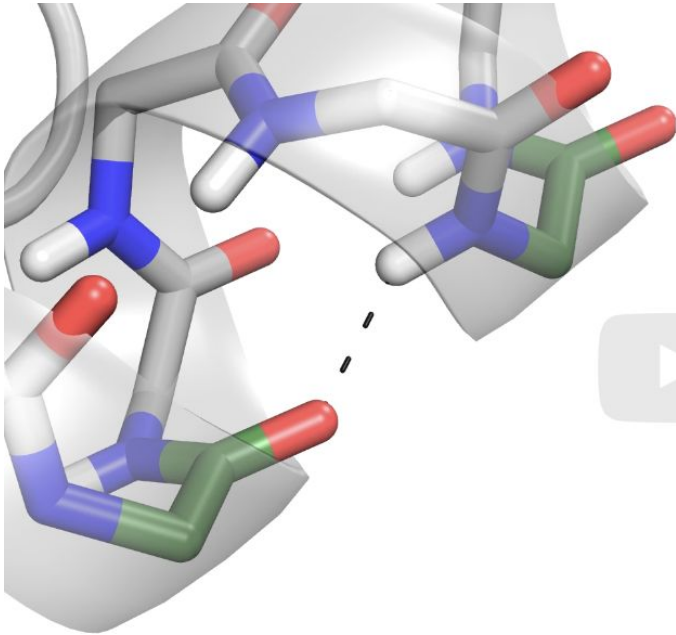


Interacció entre la cadena lateral d'una lisina (+) i el àcid carboxílic de l'extrem de la proteïna (-).

Són els enllaços no covalents més forts que es poden donar entre aa (poden arribar a ser 10 vegades més forts que les forces de Van der Waals)

INTERACCIONS ENTRE AMINOÀCIDS I FORMA DE LES PROTEÏNES

Exemple: enllaços per ponts d'hidrogen:



Interacció entre el grup amino d'un aa i el grup carboxílic d'altre aa (en aquest cas, no intervenen les cadenes laterals dels aa sinó els grups que formen els enllaços peptídics)

Són entre 2 i 5 vegades més forts que les forces de Van der Waals.

CLASSIFICACIÓ DELS AMINOÀCIDS

Ordena els enllaços no covalents que es poden donar entre aminoàcids, de major a menor:

1. Van der Waals > iònics > ponts d'hidrogen
2. iònics > ponts d'hidrogen > Van der Waals
3. iònics > Van der Waals > ponts d'hidrogen
4. Ponts d'hidrogen > iònics > Van der Waals

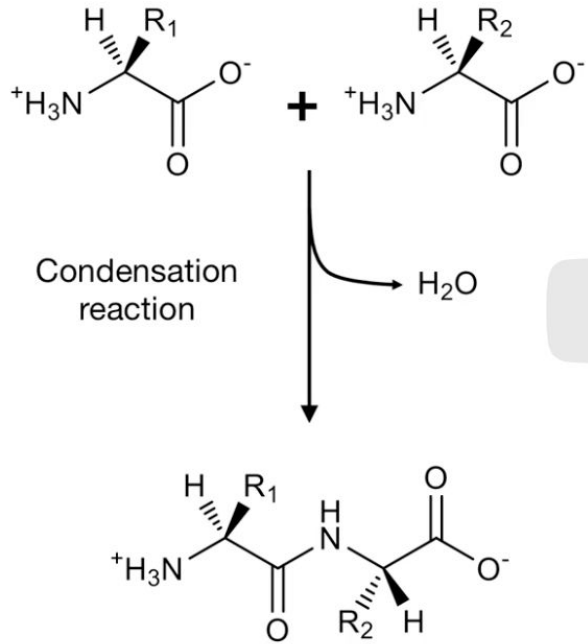
CLASSIFICACIÓ DELS AMINOÀCIDS

Ordena els enllaços no covalents que es poden donar entre aminoàcids, de major a menor:

1. Van der Waals > iònics > ponts d'hidrogen
2. Iònics > ponts d'hidrogen > Van der Waals
3. Iònics > Van der Waals > ponts d'hidrogen
4. Ponts d'hidrogen > iònics > Van der Waals

Resposta: 2

Unió entre aminoàcids: formació dels enllaços peptídics



La reacció d'unió entre dos aa s'anomena "reacció de condensació", i implica la pèrdua d'una molècula d'aigua.

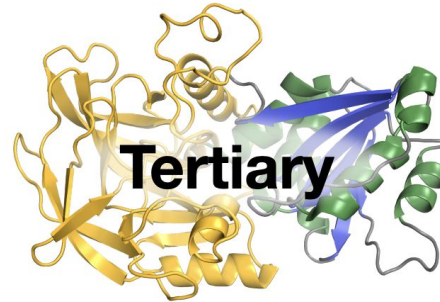
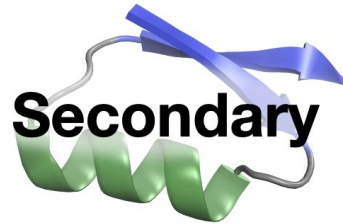
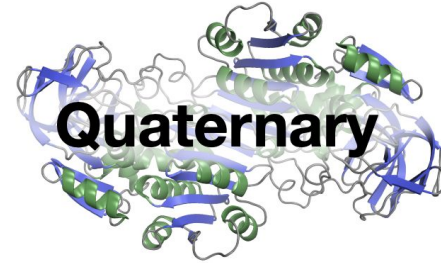
El grup carboxílic del primer aa reacciona amb el grup amino del segon per formar una amida.

Aquest grup amida s'anomena, quan parlem de proteïnes, "enllaç peptídic".

ESTRUCTURA DE LES PROTEÏNES

...THVLPFEKINEGFDLLRSGESI...

Primary



ESTRUCTURA DE LES PROTEÏNES: estructura primària

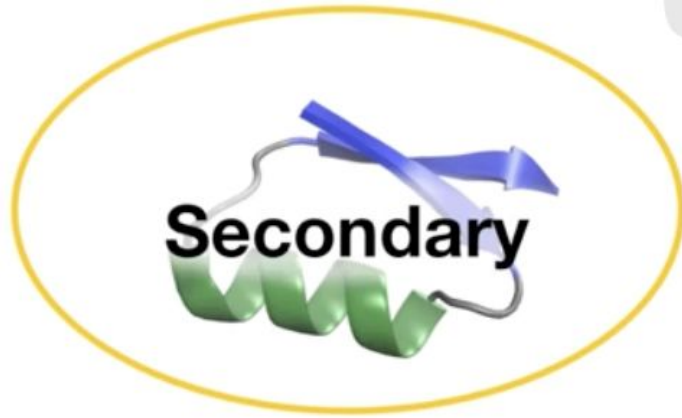
...THVLPFEKINEGFDLLRSGESI...

Primary

L'estructura primària de les proteïnes es refereix als aa que la formen i l'ordre en què estan units.

No té en compte la forma o conformació espacial de la proteïna, tot i que aquesta depèn de l'estructura primària.

ESTRUCTURA DE LES PROTEÏNES: estructura secundària

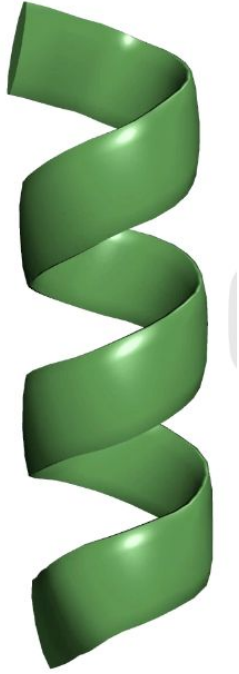


L'estructura secundària de les proteïnes es refereix a certes formes que es repeteixen en gairebé totes les proteïnes:

- alfa hèlix
- conformació beta
- zones d'unió o "loops".

ESTRUCTURA DE LES PROTEÏNES: estructura secundària

Alfa hèlix

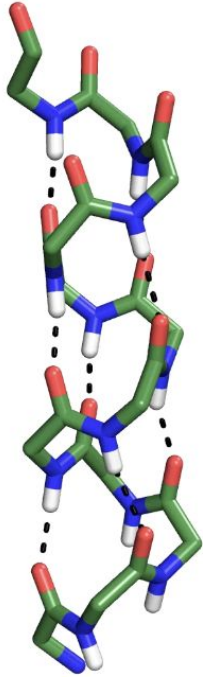


Els aa naturals (enantiòmer L) sempre formen hèlix destrògides (giren en sentit de les agulles del rellotge).

Imagina't que puges unes escales amb aquesta forma: si hi hagués una barana per la part de fora, et quedaria a la mà dreta)

ESTRUCTURA DE LES PROTEÏNES: estructura secundària

Alfa hèlix

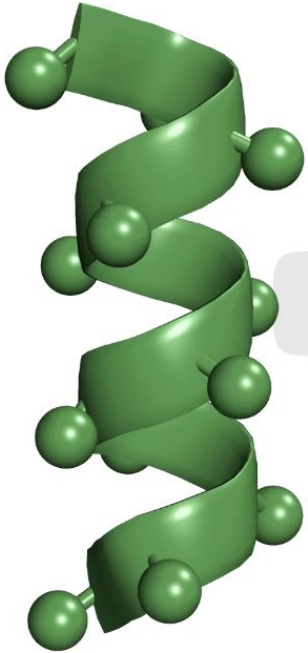


Aquesta forma és possible perquè es formen enllaços per ponts d'hidrogen entre els àtoms que formen part de l'enllaç peptídic:

- l'àtom d'H del grup -NH amb
- l'àtom d'O del grup -C=O que es troba 4 aa més avall.

ESTRUCTURA DE LES PROTEÏNES: estructura secundària

Alfa hèlix



Les cadenes laterals dels aa o grups R queden tots orientats cap a fora de l'hèlix, on no hi ha problemes de manca d'espai.

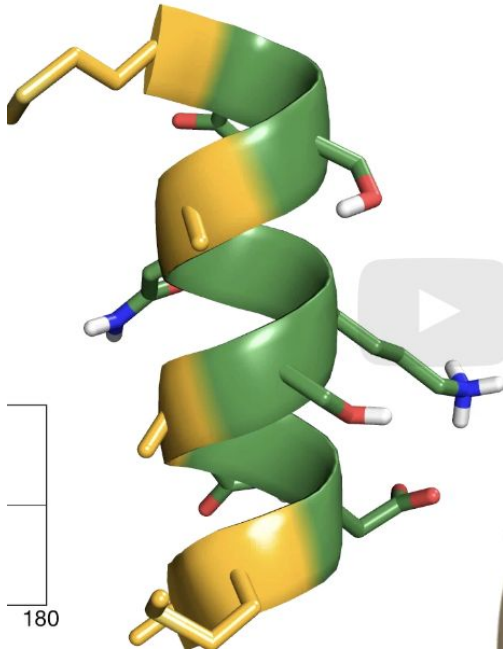
Cada volta de l'hèlix conté 3,6 residus o cadenes laterals.

ESTRUCTURA DE LES PROTEÏNES: estructura secundària

Alfa hèlix

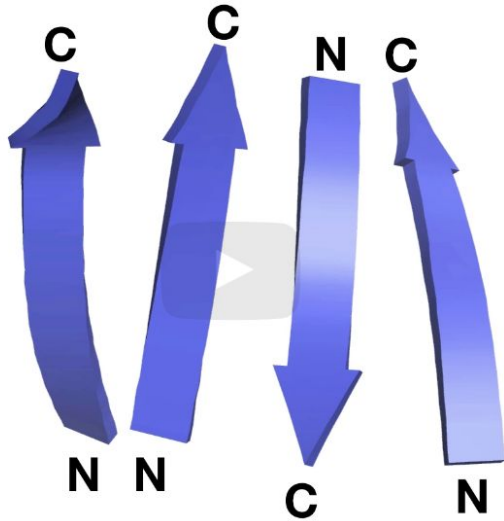
EXEMPLE: ATP sintasa (*enzim per la síntesi de l'ATP*)

- Part en groc: cadenes laterals hidrofòbiques. Se situen al mateix costat i això permet crear una regió hidrofòbica dins l'enzim. Per fer-ho possible, a l'estructura primària observem que aquests aa hidrofòbics es van situant cada 3 o 4 aa.



ESTRUCTURA DE LES PROTEÏNES: estructura secundària

Comformació beta



Cada cadena d'aa es representa per una fletxa que va de l'aa N-terminal al C-terminal.

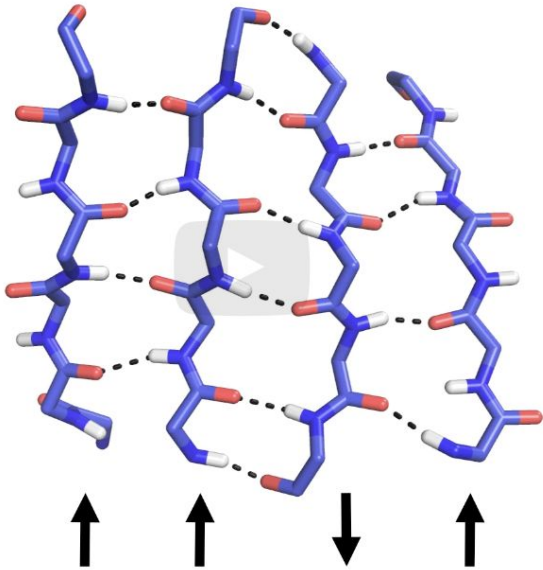
Aquestes cadenes s'uneixen per ponts d'hidrogen entre elles per formar làmines.

Es poden col·locar paral·leles entre elles, antiparal·leles o fent barreges de les dues formes.

Les cadenes poden estar una al costat de l'altra a la mateixa proteïna, poden estar allunyades o fins i tot poden formar part de diferents proteïnes

ESTRUCTURA DE LES PROTEÏNES: estructura secundària

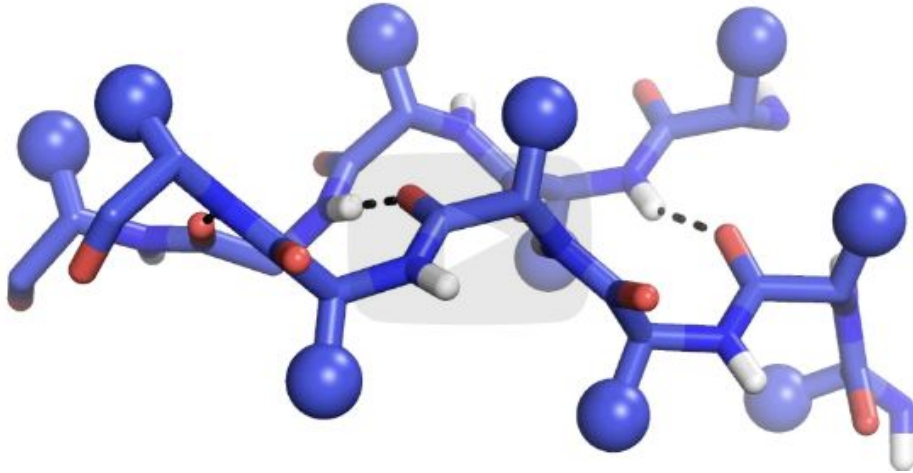
Comformació beta/Làmina plegada



Els ponts d'hidrogen es formen entre cadenes adjacents, i els àtoms implicats són l'àtom d'H del grup -NH i l'àtom d'O del grup -C=O dels enllaços peptídics.

ESTRUCTURA DE LES PROTEÏNES: estructura secundària

Comformació beta/Làmina plegada

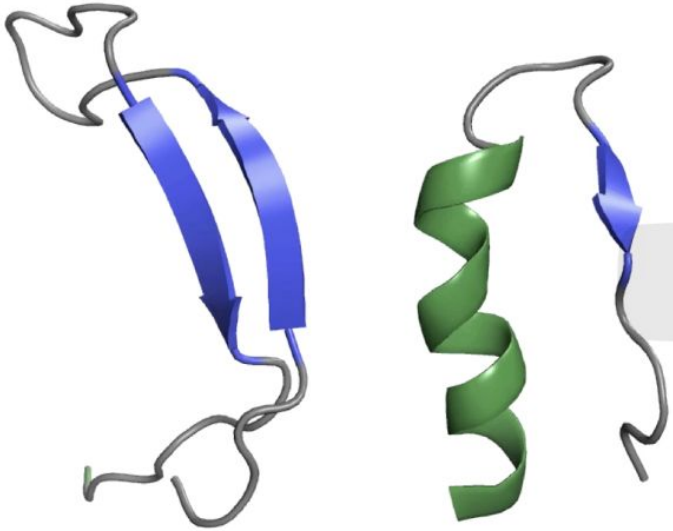


Els grups R se situen perpendicularment al pla dels enllaços peptídics, i es van col·locant de manera alterna, cap a munt i cap avall.

Això permet crear làmines beta que són hidrofòbiques per un dels costats del pla i hidrofíliques de l'altre.

ESTRUCTURA DE LES PROTEÏNES: estructura secundària

Zones d'unió o “loops”

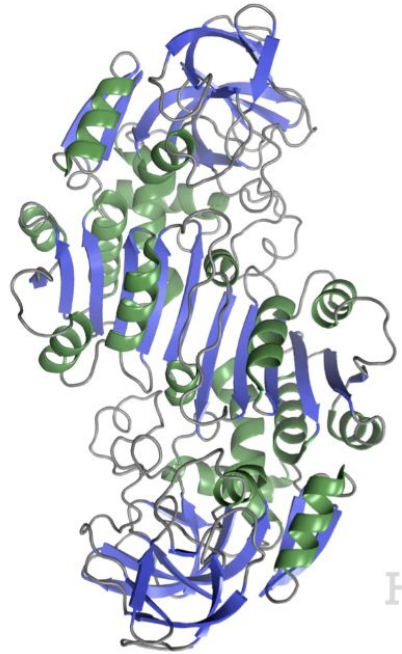


Són zones d'unió entre altres estructures secundàries, alfa hèlixes o làmines plegades beta.

La seva forma és més aleatòria (varia de cas a cas) i tendeixen a ser cadenes curtes.

La majoria es troben a la superfície de les proteïnes amb residus polars i petits.

ESTRUCTURA DE LES PROTEÏNES: estructura secundària



EXEMPLE: Enzim alcohol deshidrogenasa

El conjunt d'hèlix alfa, làmines beta i zones d'unió forma la seva estructura secundària.

Tots els ponts d'hidrogen necessaris per crear alfa-hèlixes o làmines beta es formen entre els àtoms involucrats en els enllaços peptídics.

ESTRUCTURA DE LES PROTEÏNES: estructura terciària i quaternària

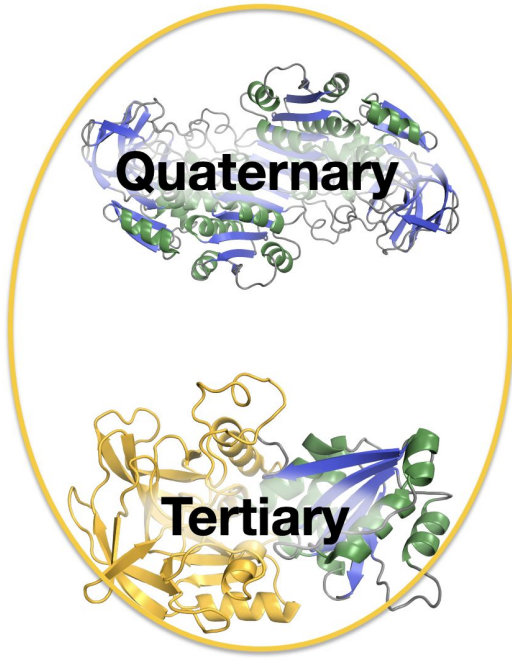
ESTRUCTURA TERCITÀRIA:

Disposició en l'espai de les estructures secundàries, dins un mateix polipèptid.

ESTRUCTURA QUATERNÀRIA:

Disposició en l'espai de diferents polipèptids, dins la mateixa proteïna.

Les dues estructures depenen dels enllaços no covalents entre les cadenes laterals dels aa



ESTRUCTURA DE LES PROTEÏNES: estructura terciària i quaternària

FORCES RESPONSABLES DE LES ESTRUCTURES Terciària I QUATERNÀRIA

Veure pàg. 78 del llibre de text (estructura terciària) i la pàg. 80 (estructura quaternària).

Estructura de les proteïnes: estructura terciària i quaternària

Indica quins dels següents canvis podrien fer canviar l'estructura terciària o quaternària d'una proteïna:

- Pons disulfur entre cadenes laterals dels aa
- Enllaços iònics entre cadenes laterals dels aa
- ponts d'hidrogen entre cadenes laterals dels aa
- forces de Van der Waals entre cadenes laterals dels aa
- canvis en l'estructura primària d'una proteïna
- el pH de l'entorn
- un augment important de la temperatura ambient
- una altra molècula s'uneix a la proteïna

COM PODRÍEM DISSENYAR UNA PROTEÏNA DE MEMBRANA?

Imaginem que necessitem generar una proteïna per la membrana externa d'un bacteri, de tal manera que permeti l'entrada de:

- molècules petites polars sense càrrega,

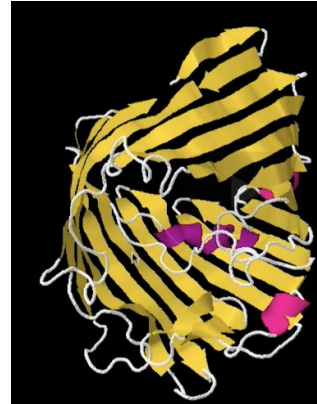
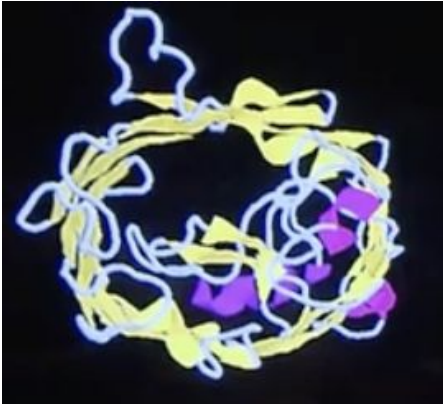
i que no permeti l'entrada de:

- molècules grans
- molècules amb càrregues (ni positives ni negatives)
- molècules hidrofòbiques

COM PODRÍEM DISSENYAR UNA PROTEÏNA DE MEMBRANA?

- Forma que podríem buscar per aquesta proteïna de membrana:

BARRIL - BETA

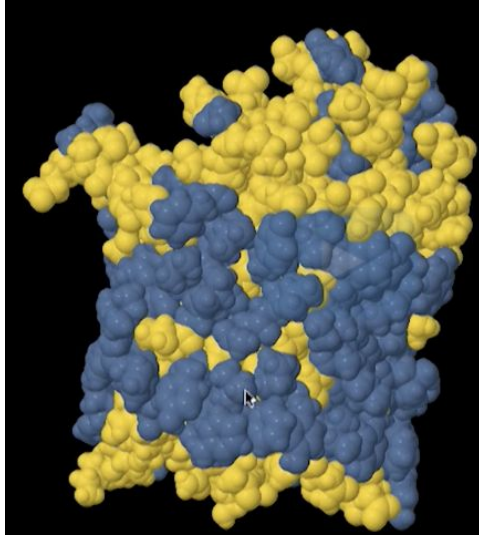


COM PODRÍEM DISSENYAR UNA PROTEÏNA DE MEMBRANA?

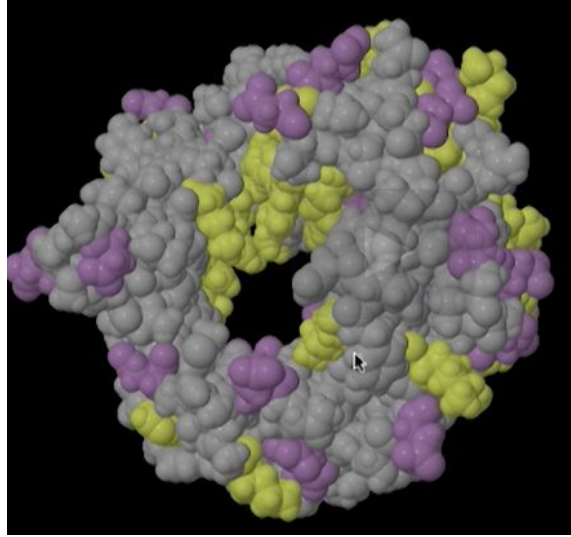
- Ha de situar-se dins la membrana externa (bicapa lipídica).
 - Això implica que ha de tenir aa amb cadenes laterals hidrofòbiques orientades cap l'exterior del barril, a la zona que quedarà inclosa dins la membrana.
- Per evitar que entrin molècules amb càrregues positives:
 - Ha de tenir aa amb cadenes laterals carregades positivament, que s'orientin cap l'interior del barrilet. (Aquests aa repeleran les molècules amb càrregues iguals, positives)
- Per evitar que entrin molècules amb càrregues negatives:
 - Ha de tenir aa amb cadenes laterals carregades negativament, que s'orientin cap l'interior del barrilet. (Aquests aa repeleran les molècules amb càrregues iguals, negatives)
- Per evitar que entrin molècules hidrofòbiques:
 - Els aa anteriorment esmentats, amb càrregues (+) i (-), repeleran les molècules hidrofòbiques.

Resultat: podran entrar molècules polars, que no siguin ni cations ni anions.

COM PODRÍEM DISSENYAR UNA PROTEÏNA DE MEMBRANA?



A l'exterior: aa hidrofòbics pintats en blau, aa hidrofílics pintats en groc.



A l'interior: aa carregats (+) en groc. aa carregats (-) en lila. aa neutres en gris

PROPIETATS DE LES PROTEÏNES

- Solubilitat
- Desnaturalització
 - per canvis en el pH
 - per canvis en la salinitat
 - per canvis en la temperatura
- Especificitat
- Capacitat amortidora del pH

(Pàgines 81 i 82 del llibre de text)

Classificació de les proteïnes

- Holoproteïnes: formades exclusivament per aa
 - Filamentoses:
 - No presenten estructures terciàries o quaternàries, només secundàries.
 - Són insolubles en aigua i per això són òptimes per a les funcions estructurals o esquelètiques
 - Presents en els animals: tendons, teixit connectiu, ossos, cabells, ungles, plomes...
 - Globulars:
 - Presenten estructura terciària o quaternària.
 - Normalment són solubles en aigua.
 - Exemples: histones (proteïnes unides a l'ADN)
- Heteroproteïnes: formades per aa més una part no proteica anomenada “grup prostètic”. Es classifiquen segons la naturalesa d'aquest:

Classificació de les proteïnes

- Heteroproteïnes: formades per aa més una part no proteica anomenada “grup prostètic”. Es classifiquen segons la naturalesa d’aquest:
 - Cromoproteïnes: el grup prostètic és una substància acolorida. EX: hemoglobina (transporta oxigen), clorofil·la (realitza la fotosíntesi).
 - Glicoproteïnes: el grup prostètic és un glúcid. EX: heteroproteïnes de la membrana dels eritròcits (glòbuls vermells) responsables dels diferents grups sanguinis.
 - Lipoproteïnes: el grup prostètic és un lípid. EX: lipoproteïnes de la sang, que transporten els lípids ja que són hidrosolubles.
 - Fosfoproteïnes: el grup prostètic és l'àcid fosfòric.
 - Nucleoproteïnes: el grup prostètic és un àcid nucleic. EX: associació d'ADN + histones.

(Pàg. 83-84-85 del llibre de text)

FUNCIÓ DE LES PROTEÏNES

- Funció:
 - estructural
 - de transport
 - de reserva
 - enzimàtica
 - contràctil
 - hormonal
 - homeostàtica
 - de defensa