



Clase 2:

El agua y moléculas orgánicas

Marco Tulio Núñez

Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile

¿Qué veremos en esta clase?

- Propiedades del H₂O
- Los componentes moleculares y su organización en los sistemas vivos

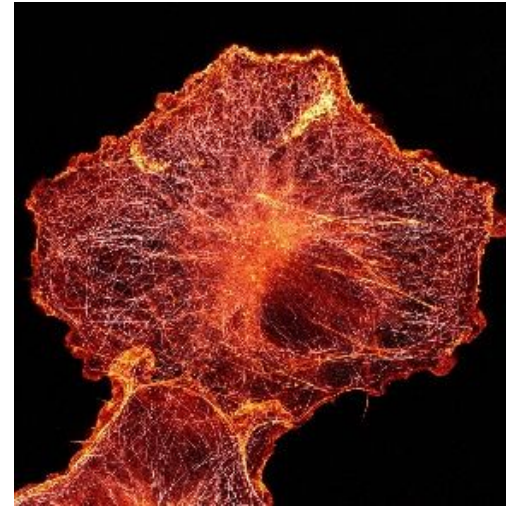
La vida en el planeta empezó en el océano. Este ambiente primordial puso su estampa en la química de la materia viva ya que determinó los componentes que posteriormente formaron parte de esta, **sobre la base de su solubilidad en el agua.**



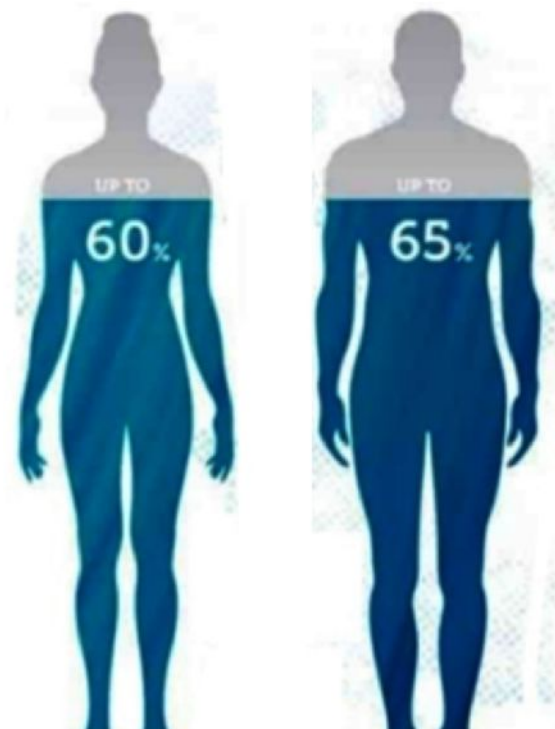
El agua



71 % de la superficie terrestre



70-80 % de la célula



60-65 % del cuerpo

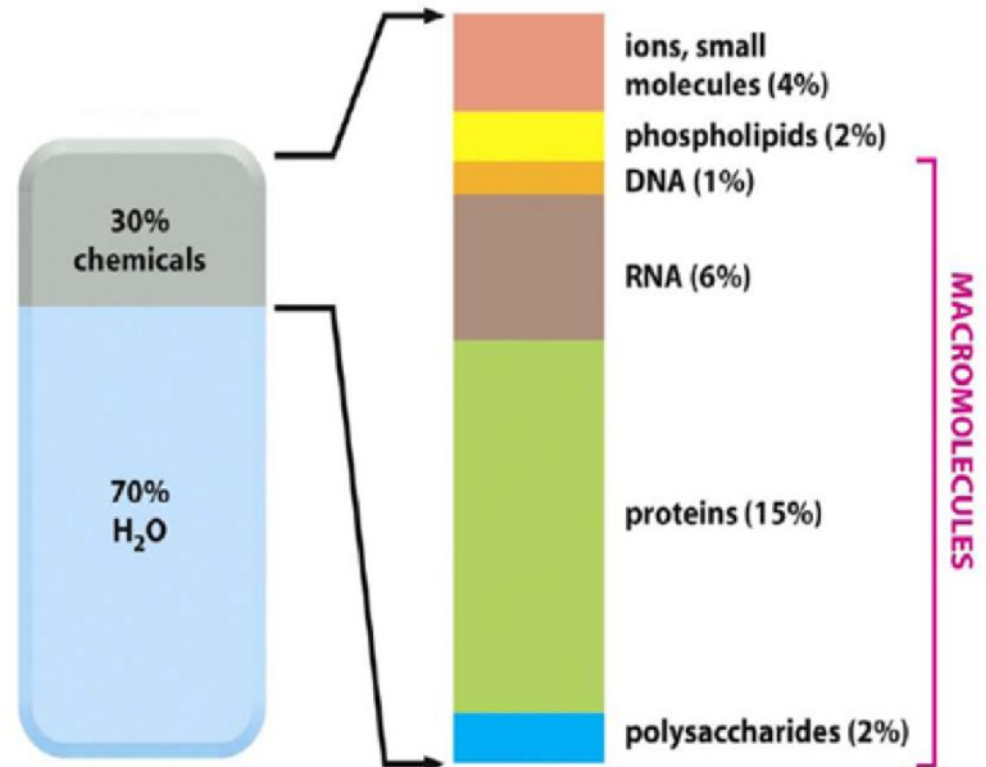
Los componentes moleculares de los sistemas vivos

Los componentes de la materia viva se pueden clasificar en:

A) Iones y moléculas pequeñas: como el agua, el dióxido de carbono (CO_2) y las sales como el NaCl .

B) Compuestos orgánicos: los **ÁCIDOS NUCLEICOS** los **LÍPIDOS**, las **PROTEÍNAS** y los **POLSACÁRIDOS**.

En los compuestos orgánicos participa el **carbono como elemento principal**, unido por enlaces covalentes al hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y azufre.



Molecular Biology of the Cell (© Garland Science 2008)

El agua.... para no olvidar

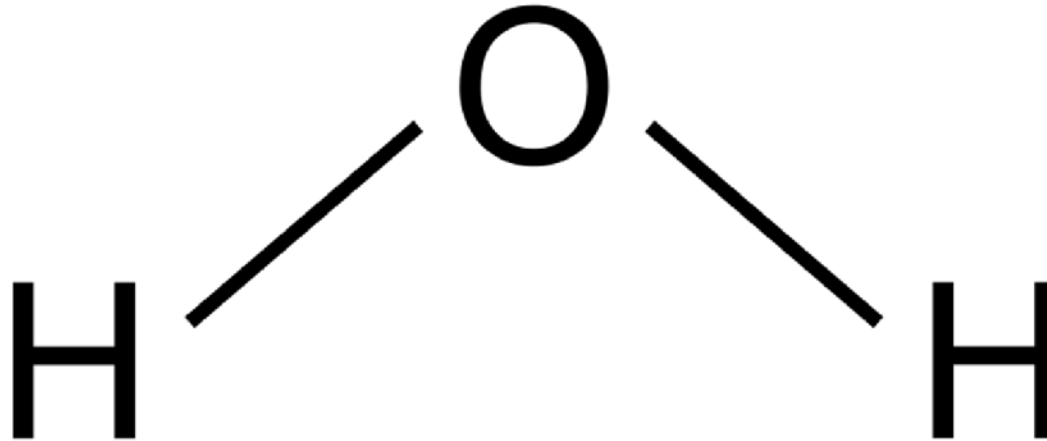
Los organismos vivos están diseñados sobre la base de las propiedades del solvente agua:

❖ su polaridad

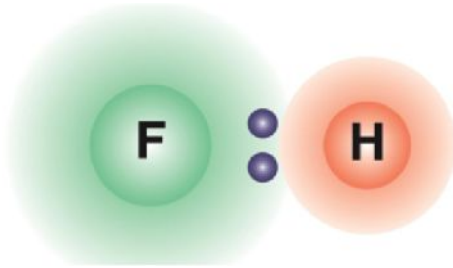
❖ su capacidad de formar enlaces de hidrógeno.

Conocer sobre las propiedades del agua es fundamental para comprender la organización molecular de la materia viva

La molécula de agua está formada por dos átomos de hidrógeno unidos covalentemente a un átomo de oxígeno: H_2O .

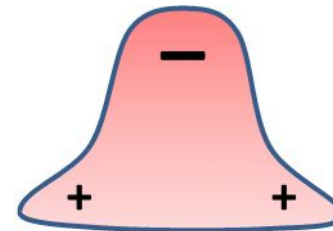
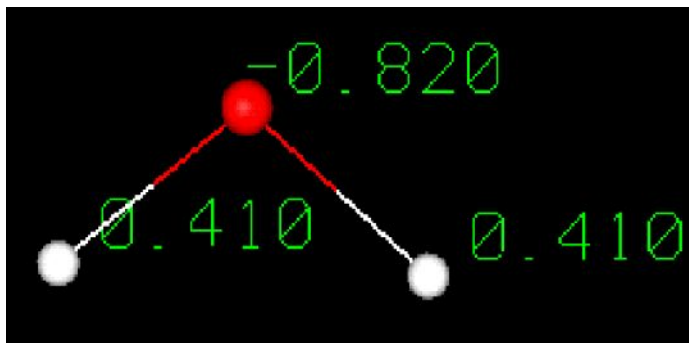


Polaridad del agua



En un enlace covalente, **los electrones se comparten entre dos átomos.**

Entre átomos con distinta **electronegatividad (capacidad de atraer electrones)**, este compartir no es equidistante:



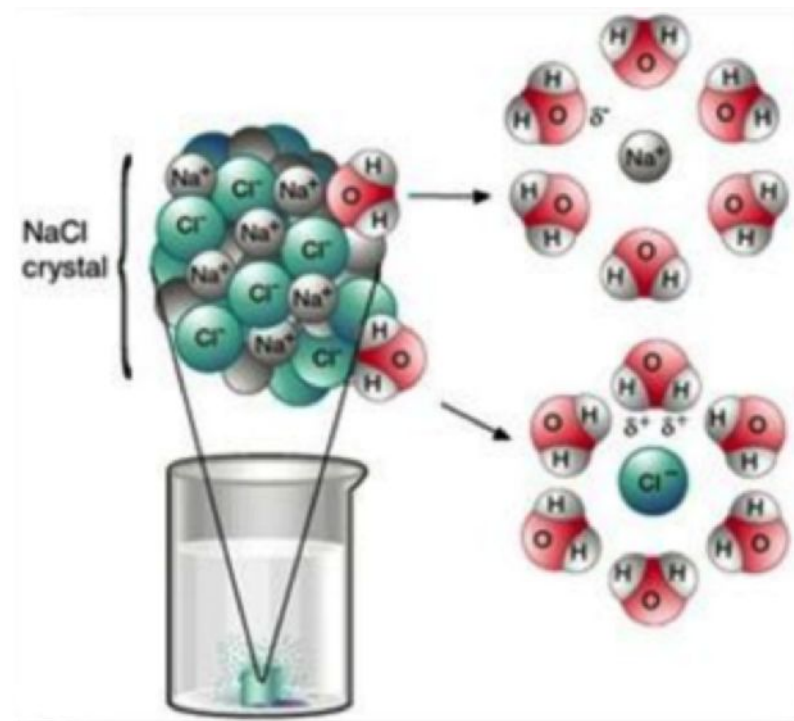
En el agua, el átomo de **oxígeno es más electronegativo**, por lo que atrae los electrones más fuertemente que el átomo de hidrógeno.

Esto induce una **distribución asimétrica de los electrones del enlace**, estableciéndose un dipolo.

La constante dieléctrica (D)

es la propiedad de un solvente para mantener cargas opuestas separadas, o, es una medida de la capacidad de un solvente de disolver sales.

La polaridad del agua le permite disolver sustancias polares y iónicas



La constante dieléctrica del agua

La constante dieléctrica del agua **es una de las más altas para un solvente**. Por el contrario, los solventes no polares como los hidrocarburos, tienen una constante dieléctrica pequeña.

Solvente (D)	Constante dieléctrica
Formamida	110.0
Agua	78.5
→ Dimetil sulfóxido	48.9
Metanol	32.6
Etanol	24.3
Acetona	20.7
Amoniaco	16.9
Coloroformo	4.8
Eter dietílico	4.3
Benceno	2.3
CCL ₄	2.2
Hexano	1.9

Preguntas: ¿Que solvente es mejor para disolver NaCl, acetona o cloroformo?

Que solvente disuelve mejor mantequilla, eter dietílico o metanol?

El compuesto es hidrofílico o hidrofóbico?

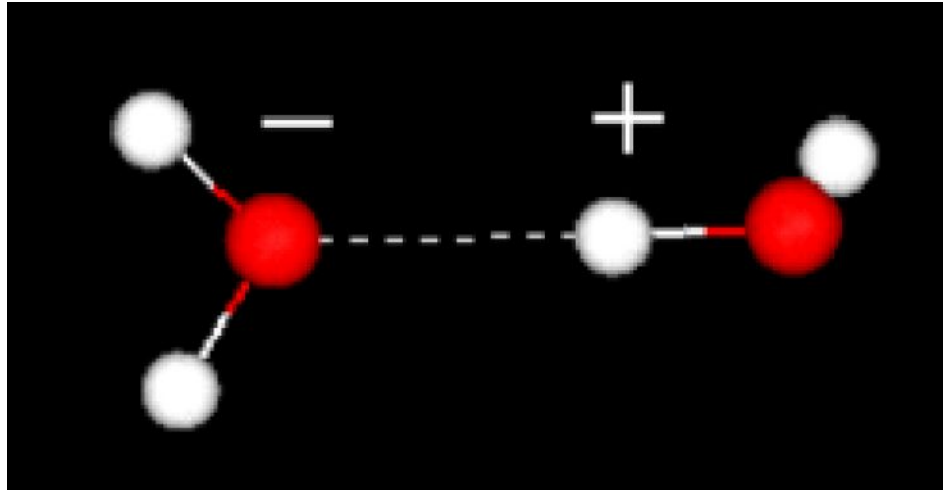
Los compuestos **cargados y/o polares** que se solubilizan en solventes polares como el agua son **hidrofílicos**,

en tanto que los compuestos sin carga y no polares son virtualmente insolubles en agua: son **hidrofóbicos**. Los compuestos hidrofóbicos son solubles en **solventes no polares** como el CCl_4 o el hexano.

Esto puede resumirse en que: “**lo semejante disuelve a lo semejante**”

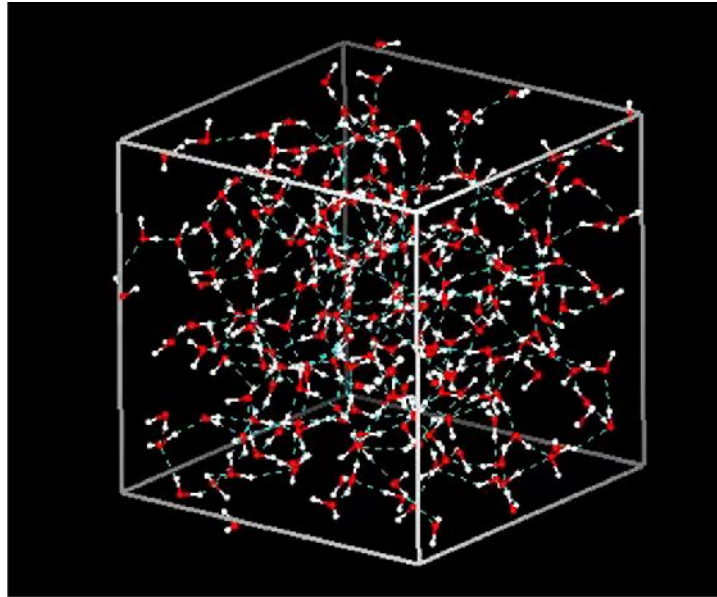
PUENTE O ENLACE DE HIDRÓGENO

Es un tipo específico de interacción atractiva que se establece entre dos átomos electronegativos, generalmente O o N, y un átomo de H, unido covalentemente a uno de los dos átomos electronegativos

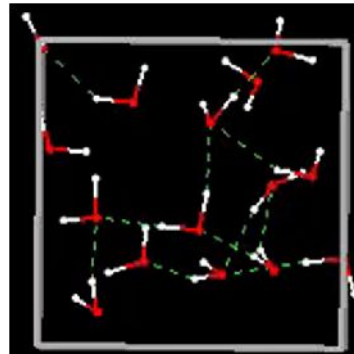


Las moléculas de H₂O interactúan atractivamente entre si mediante puentes o enlaces de hidrógeno. Los puentes o enlaces de hidrógeno tienen una dinámica de ensamblaje y desensamblaje que depende de la temperatura: a menor temperatura son más estables y viceversa.

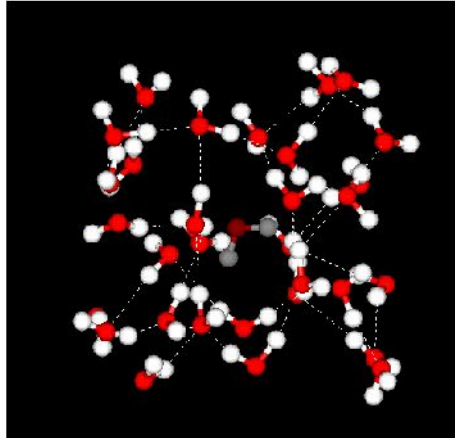
Water dynamics



Water box

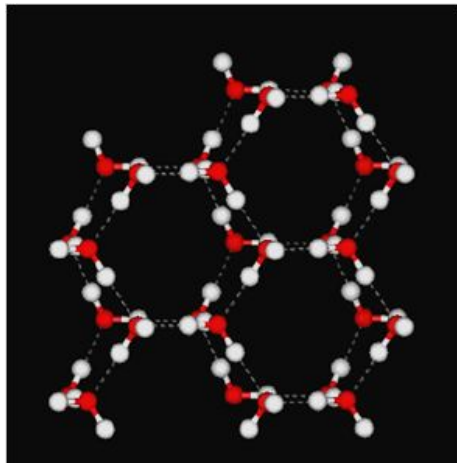


Las moléculas de H₂O forman estructuras cristalinas



A 37°C, alrededor del 15% forma estas estructuras. Este porcentaje baja a mayores temperatura, puesto que aumenta la energía cinética de las moléculas de H₂O.

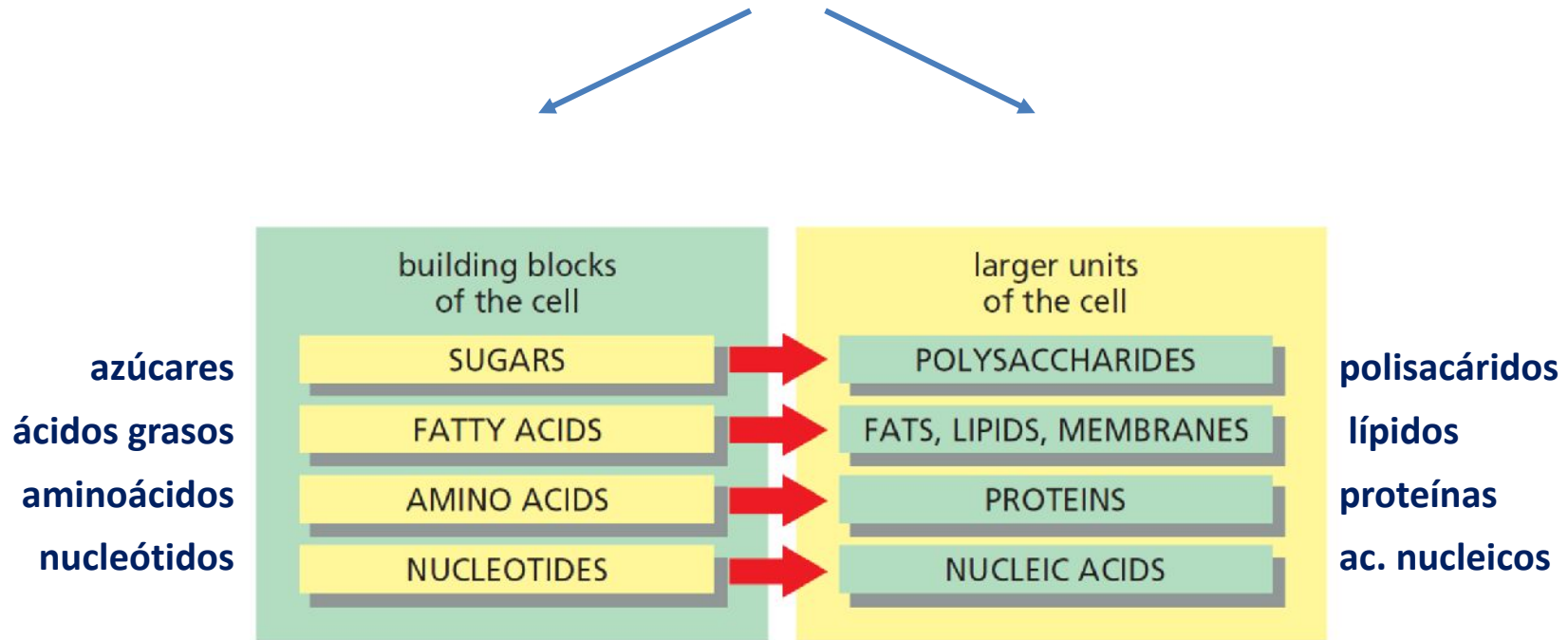
HIELO



A temperaturas bajo 0 °C cerca del 100% de las moléculas de agua forman esta estructura cristalina

COMPONENTES MOLECULARES DE LA MATERIA VIVA

Azúcares, aminoácidos y nucleótidos son los “ladrillos” de las macromoléculas



Molecular Biology of the Cell Sixth Edition

<https://www.slideshare.net/julururadhika/molecularbiologyofthecellalberts6thed-65418285>

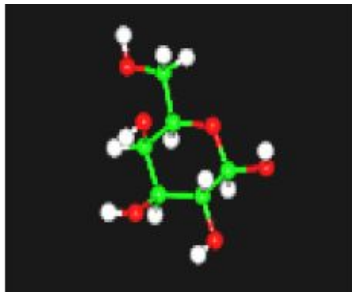
AZUCARES

Su fórmula general es $(CH_2O)_n$, en el que n: 3-7: 3: triosas; 4: tetrasas; 5, pentosas; 6, hexosas; 7: heptosas.

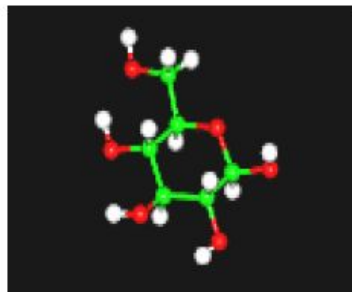
Los azúcares como glucosa y fructosa, galactosa y xilosa se producen en organismos que realizan fotosíntesis.

Los azúcares son el alimento celular por excelencia, al ser **una rápida fuente de energía** mediante la glicólisis anaeróbica.

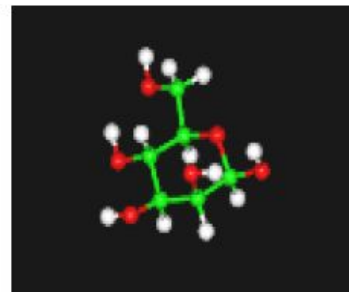
Hexosas



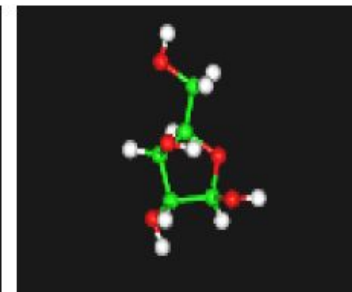
Galactosa



Glucosa



Manosa



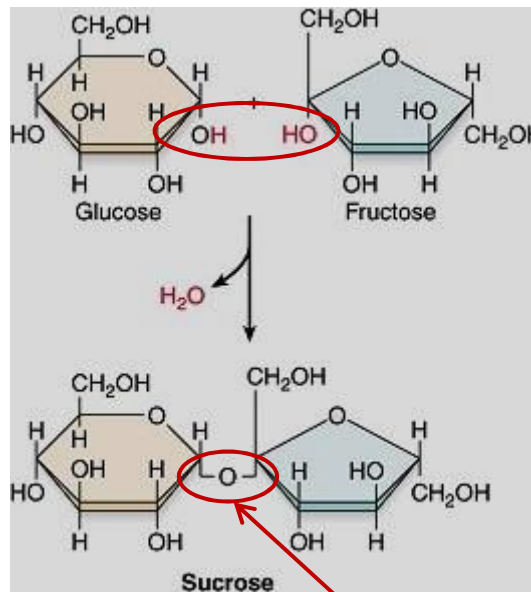
Xilosa

Falta fructosa

Polisacáridos

Los polisacáridos se generan por la unión de dos o más monosacáridos por enlaces **eter (C-O-C)**, con la remoción de una molécula de H₂O (deshidratación)

Sacarosa: un disacárido



Glucosa + Fructosa

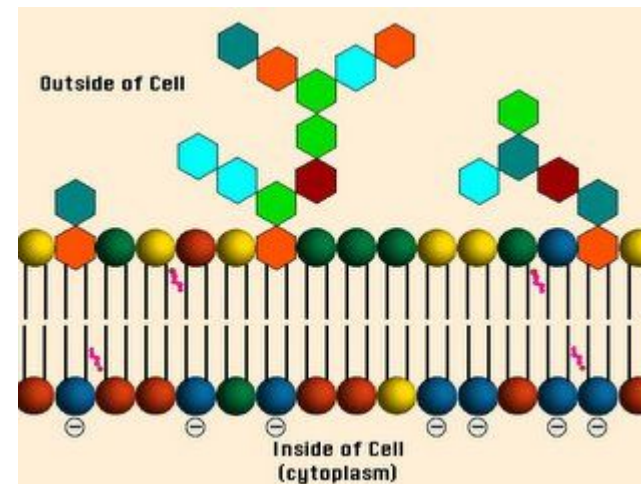
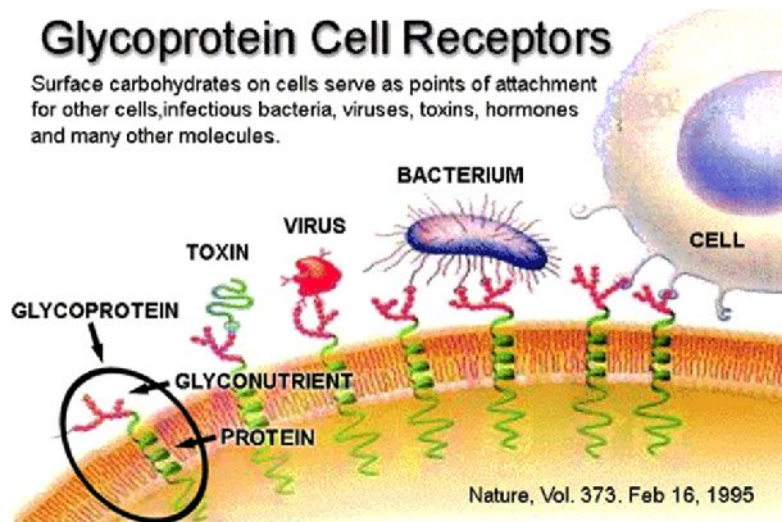


Sacarosa + H₂O

Enlace glicosídico

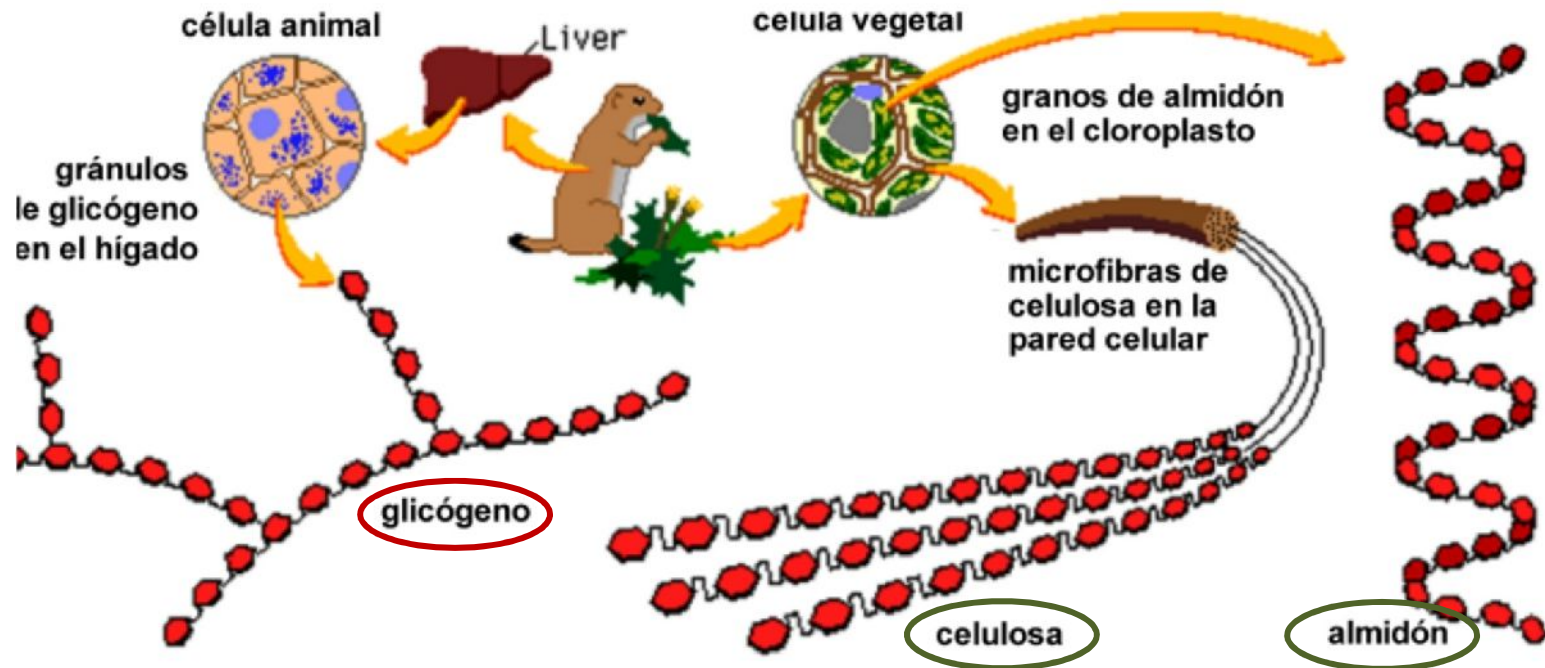
POLISACÁRIDOS

Los polisacáridos también se encuentran unidos a proteínas y a lípidos formando las **glicoproteínas** y los **glicolípidos**.



Inside or outside?

Polisacáridos: GLICÓGENO, CELULOSA, ALMIDÓN



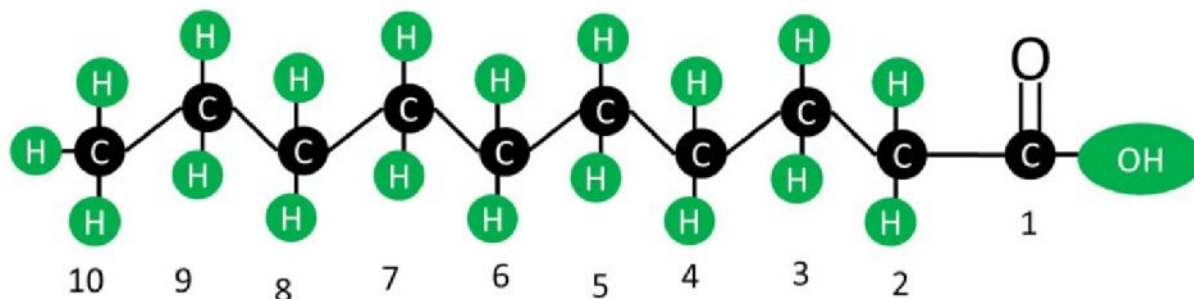
Copyright © Pearson Education, Inc.

Los polisacáridos contienen muchos (10, 20, 100, 10.000...) residuos de monosacáridos. Se dividen en **polisacáridos simples**, consistentes en la repetición de un tipo de monosacárido **y complejos**, compuestos por diferentes tipos de monosacáridos.

Acidos grasos

Ácidos grasos

Los ácidos grasos son **ácidos carboxílicos con una cadena alifática** de entre 8-20 átomos de carbonos

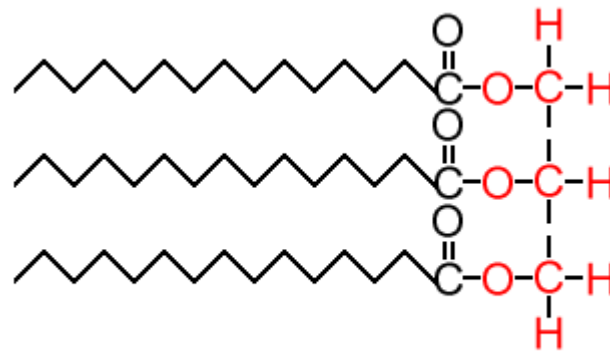


Tarea: calcule es estado de oxidación promedio de los carbonos de un ácido graso (considere que H= +1 y O= -2)

Acidos grasos

Los ácidos grasos son **fuentes de energía celular**. Se almacenan en el citoplasma como gotas de triglicéridos (3 ac. grasos unidos por enlace ester al glicerol). **Su metabolismo a CO_2 y H_2O rinde el doble de calorías que los azúcares**

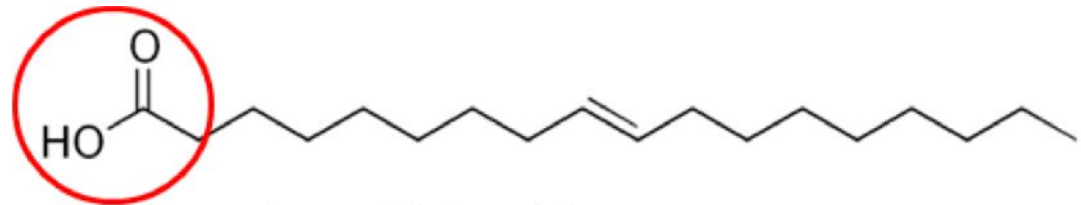
triglicérido



3 ácidos grasos + glycerol

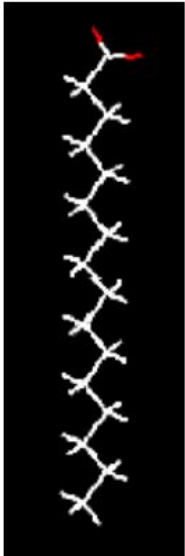
Acidos grasos

Los ácidos grasos son anfipáticos: El grupo carboxílico es **polar**, y por lo tanto **soluble en agua**, y la cadena alifática es **no polar**, y por lo tanto **insoluble en agua**.

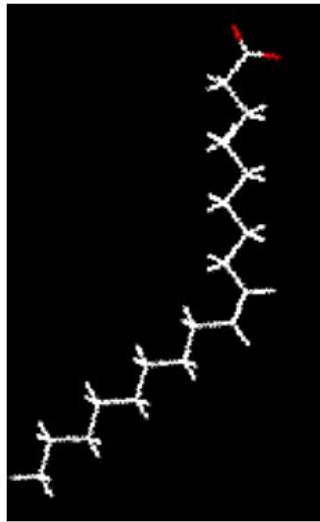


trans-Oleic acid

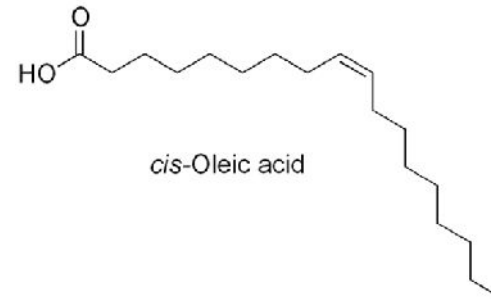
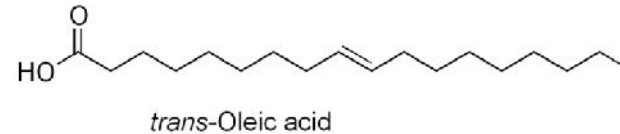
Acidos grasos



Palmitato
C16



Oleato
C18

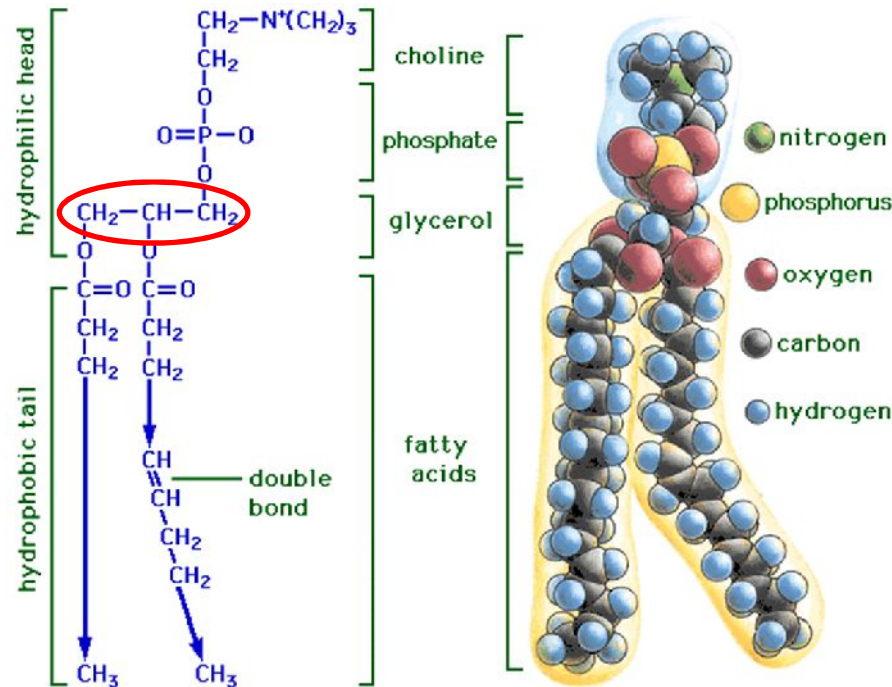


Los ácidos grasos varían en **el largo de la cadena** y el **número y posición de dobles enlaces** (-CH=CH-, **grado de insaturación**). Un **doble enlace *cis*** produce un **“kink” o desviación** que incide en las propiedades de empaquetamiento del ácido graso

Más sobre dobles enlaces cuando veamos fluidez de membranas

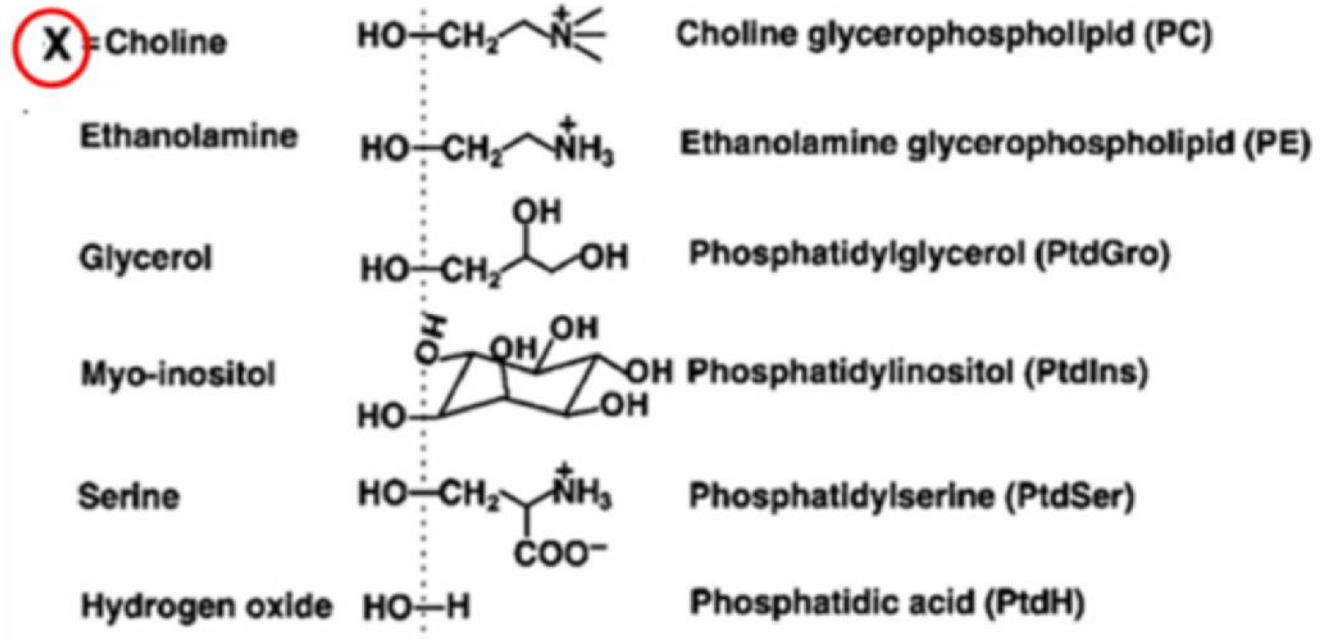
Fosfolípidos

Los fosfolípidos están formados por un esqueleto de **glicerol** al que se unen **2 ácidos grasos** y un **fosfato unido a una cabeza polar**. Por lo tanto conservan la característica anfipática de los ac. grasos. Debido a esta característica, tienden a unirse en forma espontánea formando una bicapa lipídica, que es la estructura base de las membranas biológicas.



¿Son los fosfolípidos moléculas anfipáticas?

Fosfolípidos: cabeza polar



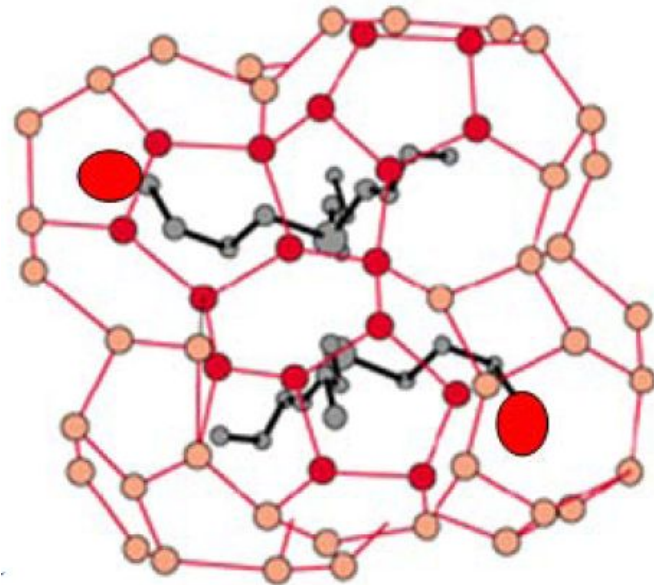
Más sobre fosfolípidos cuando veamos Membranas

FUERZAS HIDROFÓBICAS

MOLÉCULAS HIDROFÓBICAS: moléculas apolares incapaces de formar puentes de hidrógeno con el agua.

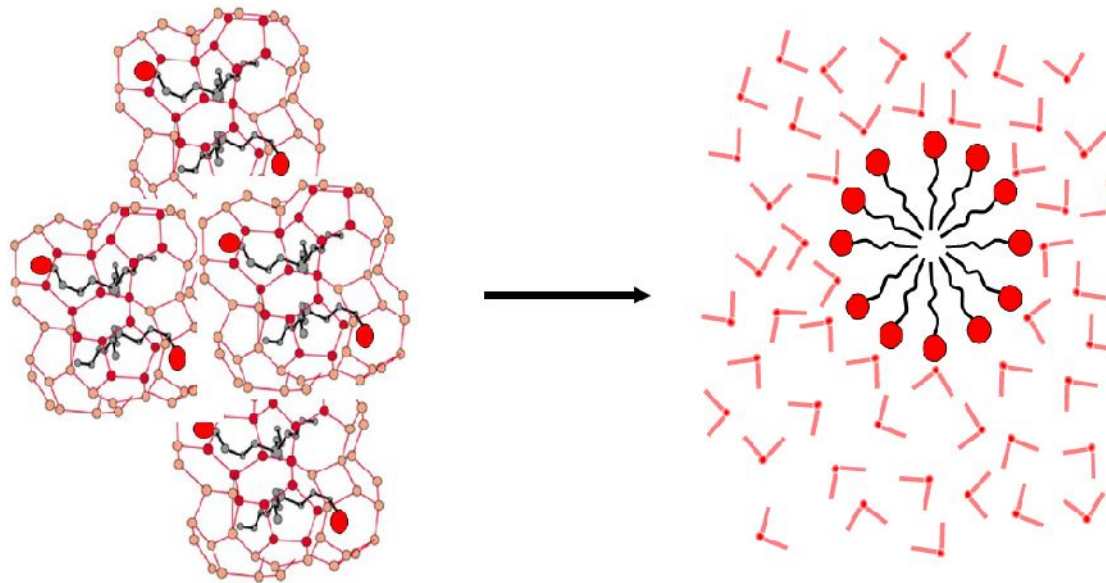
La solución de una molécula apolar en medio acuoso produce el ordenamiento de las moléculas de agua de su entorno en estructuras como cajas llamadas CLATRATOS.

La formación de clatratos resulta en la disminución de la entropía de la solución



LAS FUERZAS HIDROFÓBICAS SON DE ORIGEN ENTRÓPICO:

las moléculas apolares tenderán a interactuar entre si, formando monocapas o bicapas. Este es un proceso acoplado al gran aumento en la entropía de la solución, lo que genera un ΔG^- para el proceso



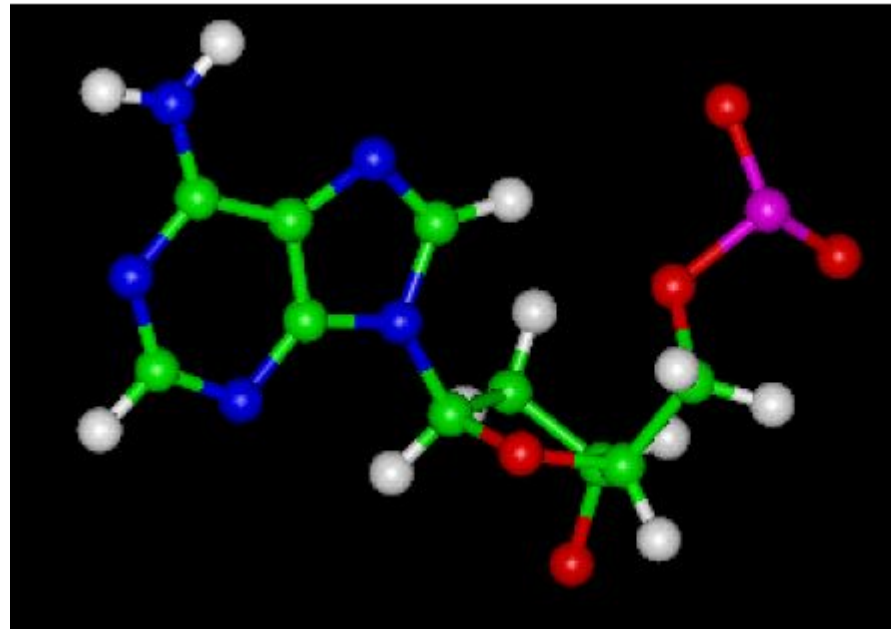
Clatrato

Micela

La energía libre en la formación de monocapas y bicapas lipídicas es de origen entrópico

NUCLEOTIDOS

Los nucleótidos están formados por una **base** orgánica unida a una azúcar la que tiene 1 a 3 grupos fosfatos. Las bases pueden ser Púricas: adenina y guanina o Pirimídicas: citocina, uracilo y timina. El azúcar puede ser ribosa (RNA) o deoxiribosa (DNA)



AMP

Los nucleótidos tienen dos funciones principales, el almacenar energía y formar parte de los ácidos nucleicos. Los ácidos nucleicos son polímeros de nucleótidos en donde se almacena la información genética.

NOMEZCLATURA: BASE + AZUCAR: NUCLEOSIDO

BASE + AZUCAR + FOSFATO: NUCLEOTIDO

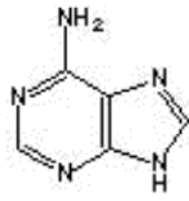
Nucleósidos

Base	Ribonucleósido	Desoxirribonucleósido
Adenina	Adenosina	Desoxiadenosina
Guanina	Guanosina	Desoxiguanosina
Timina	Timidina	Desoxitimidina
Uracilo	Uridina	Desoxiuridina
Citosina	Citidina	Desoxicitidina

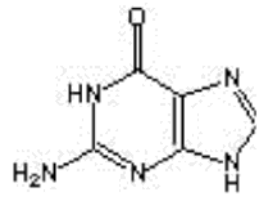
Nucleótido / Ac. Nucleíco

Base	Azúcar	Fosfatos	Nucleótido	Ac. Nucleíco
Adenina	ribosa	1	AMP	RNA
Adenina	ribosa	2	ADP	RNA
Adenina	ribosa	3	ATP	RNA
Guanina	ribosa	1	GMP	RNA
Citosina	ribosa	1	CMP	RNA
Uracilo	ribosa	1	UMP	RNA
Adenina	deoxiribosa	1	dAMP	DNA
Guanina	deoxiribosa	1	dGMP	DNA
Citocina	deoxiribosa	1	dCMP	DNA
Timina	deoxiribosa	1	dTMP	DNA

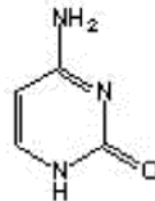
BASES



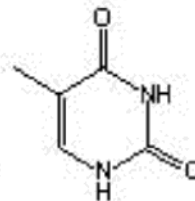
Adenina



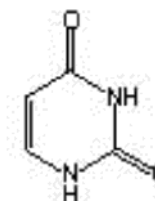
Guanina



Citosina



Timina
(DNA)

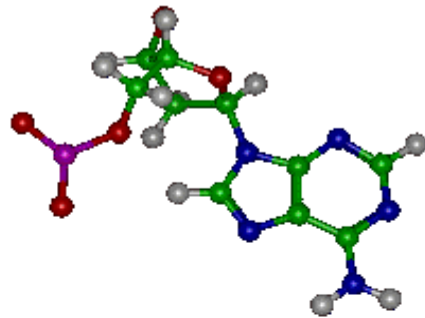


Uracilo
(RNA)

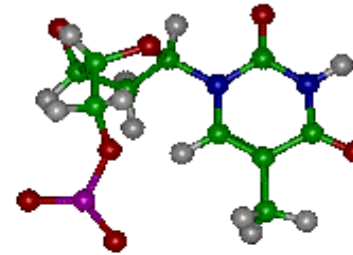
Púricas

Pirimidínicas

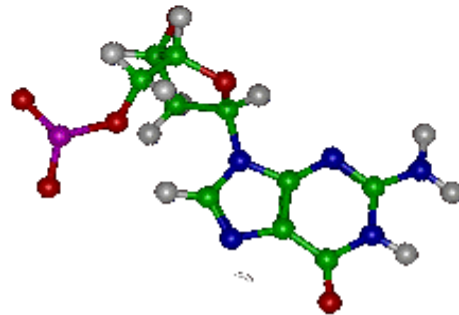
A



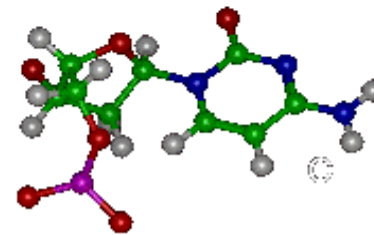
T



G



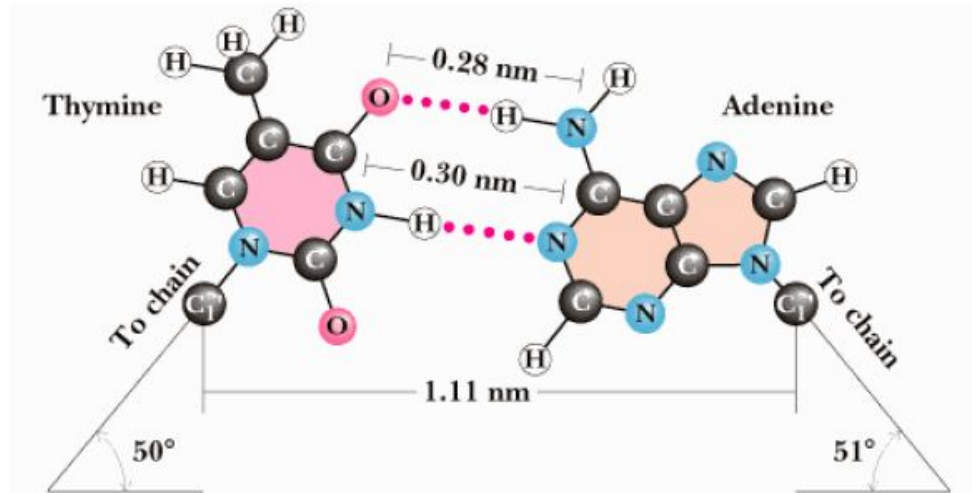
C



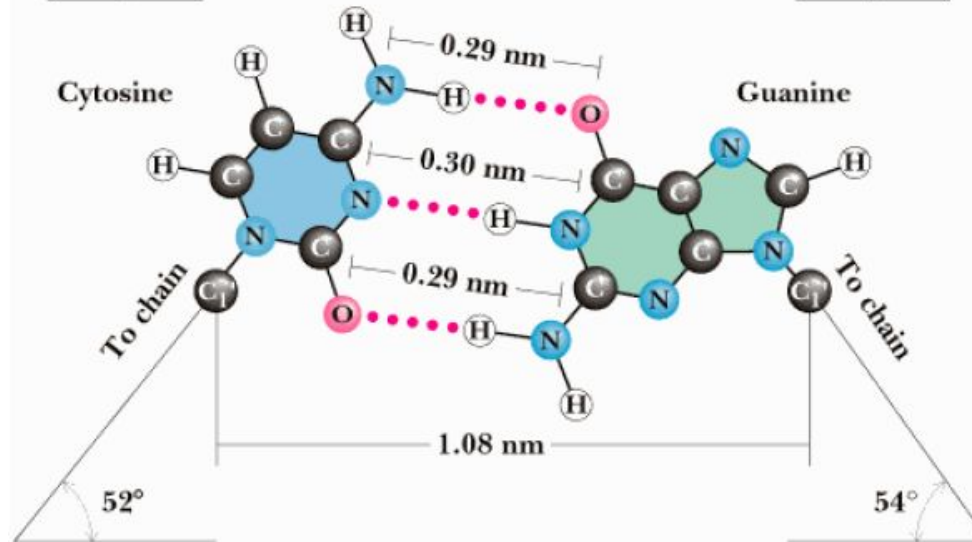
APAREAMIENTO DE BASES

Las bases se aparean por puentes de hidrógeno

A=T

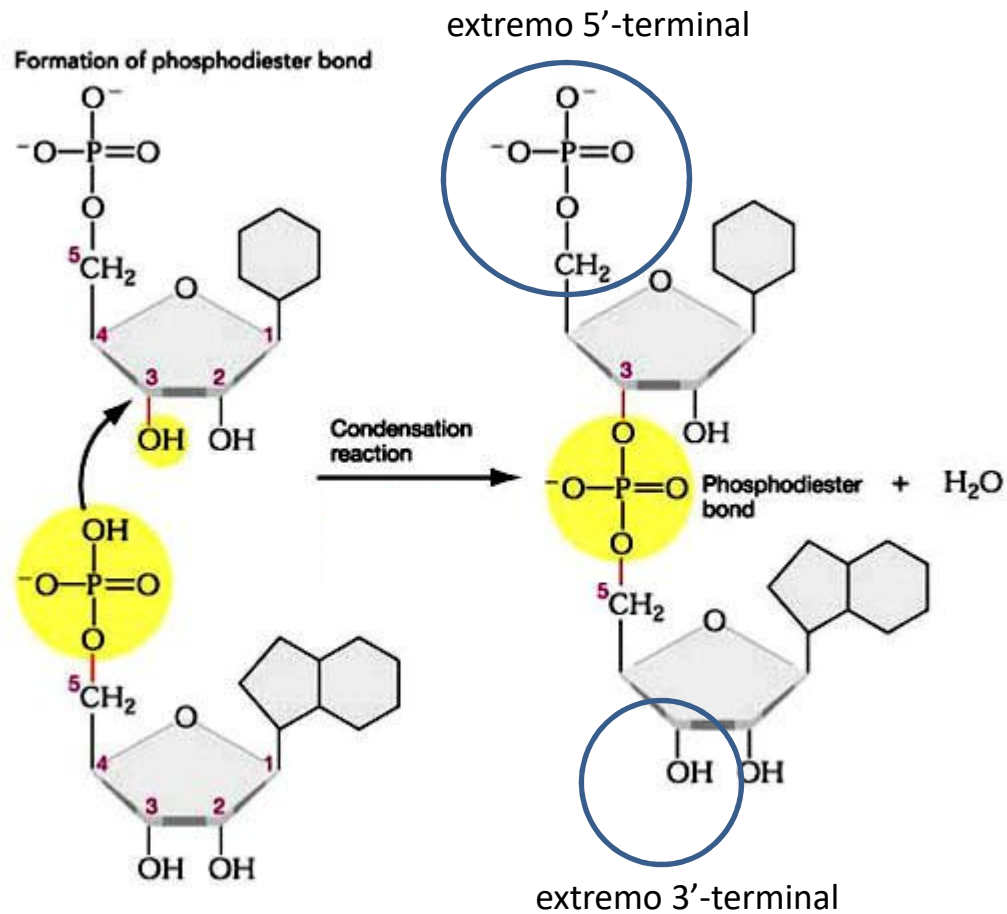


C≡G



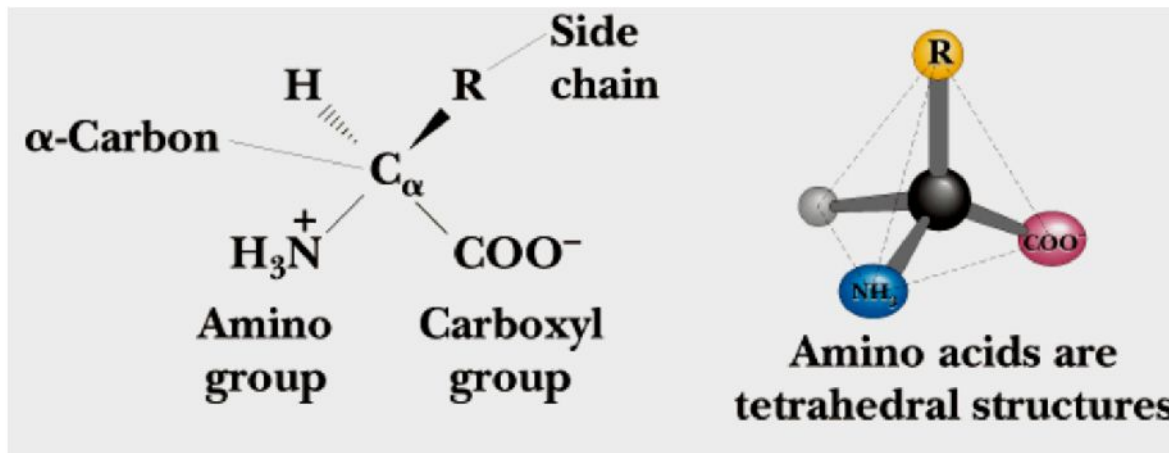
El enlace fosfodiéster

Los ácidos nucleicos crecen del extremo 5'-terminal al 3'-terminal



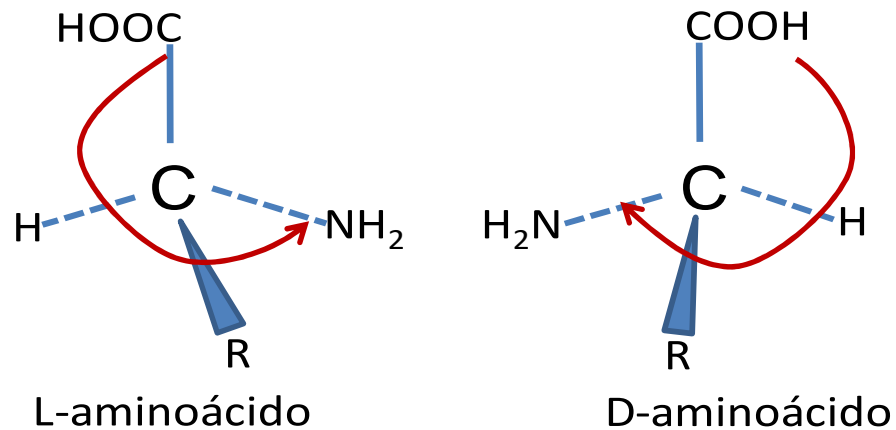
AMINOACIDOS

Formados por un carbono (carbono α) al que se unen un grupo amino, un hidrógeno y un grupo sustituyente (R), el que le da sus características químicas



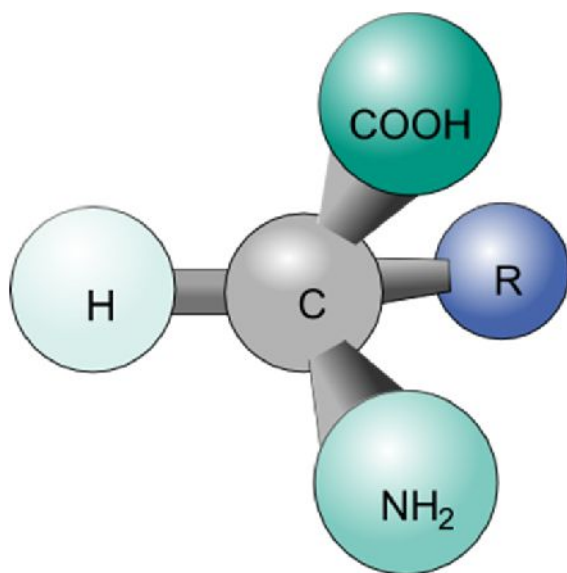
AMINOACIDOS

Los aminoácidos encontrados en las proteínas son **20 enantiómeros L**

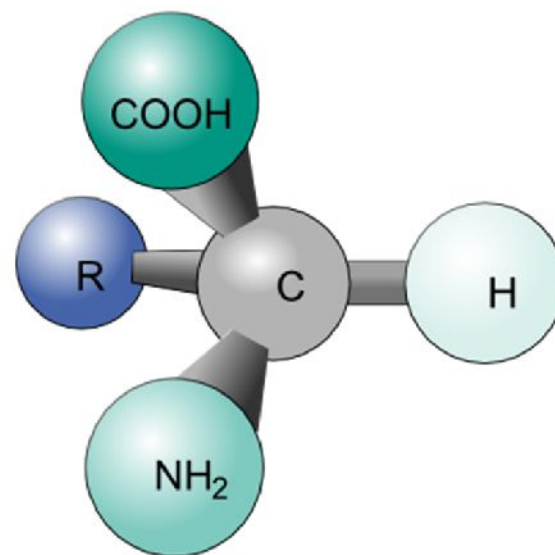


Una regla empírica para determinar la forma isomérica D/L de un aminoácido es la regla CORN. Los grupos: COOH, R, NH₂ y H (donde R es una cadena de carbono variante) están dispuestos alrededor del átomo de carbono del centro quiral. Mirando con el átomo de hidrógeno lejos del espectador, si estos grupos están dispuestos en el sentido de las agujas del reloj alrededor del átomo de carbono, entonces es la forma D. Si es en sentido contrario a las agujas del reloj, es la forma de L.

EJERCICIO:



¿D o L?



¿D o L?

Los aminoácidos que forman parte de las proteínas son 20. Según la naturaleza de la cadena lateral, se agrupan en **ácidos, básicos, polares no cargados y no polares**

Aminoácido	Tipo	Abreviatura	Letra	pK _{a1} (-COOH)	pK _{a2} (-NH ₂)	pK _{aR} (R)	pI
Glicina	Neutros apolares	GLI	G	2,34	9,78		6,06
Alanina		ALA	A	2,35	9,69		6,02
Valina		VAL	V	2,32	9,62		5,97
Leucina		LEU	L	2,36	9,64		6,00
Isoleucina		ILE	I	2,36	9,68		6,02
Metionina		MET	M	2,28	9,21		5,75
Prolina		PRO	P	1,99	10,60		6,30
Fenilalanina	Neutros aromáticos	PHE	F	1,83	9,29		5,53
Tirosina		TRY	Y	2,20	9,11	10,07	5,65
Triptófano		TRP	W	2,38	9,39		5,89
Serina	Neutros polares	SER	S	2,21	9,15		5,68
Cisteína		CYS	C	1,96	10,28	8,18	5,07
Treonina		TRE	T	2,71	9,62		6,16
Asparagina		ASG	N	2,02	8,80		5,41
Glutamina		GLN	Q	2,17	9,13		5,65
Ácido aspártico	Ácidos	ASP	D	2,09	9,82	3,86	2,97
Ácido glutámico		GLU	E	2,19	9,67	4,25	3,22
Lisina	Básicos	LYS	K	2,18	8,95	10,53	9,74
Arginina		ARG	R	2,17	9,04	12,48	10,76
Histidina		HIS	H	1,82	9,17	6,00	7,58

Aminoácidos esenciales

Son aquellos que no se puede sintetizar por el organismo, por lo que su única fuente es mediante la ingesta de componentes de la dieta alimenticia

THE ESSENTIAL AMINO ACIDS

THREONINE

METHIONINE

LYSINE

VALINE

LEUCINE

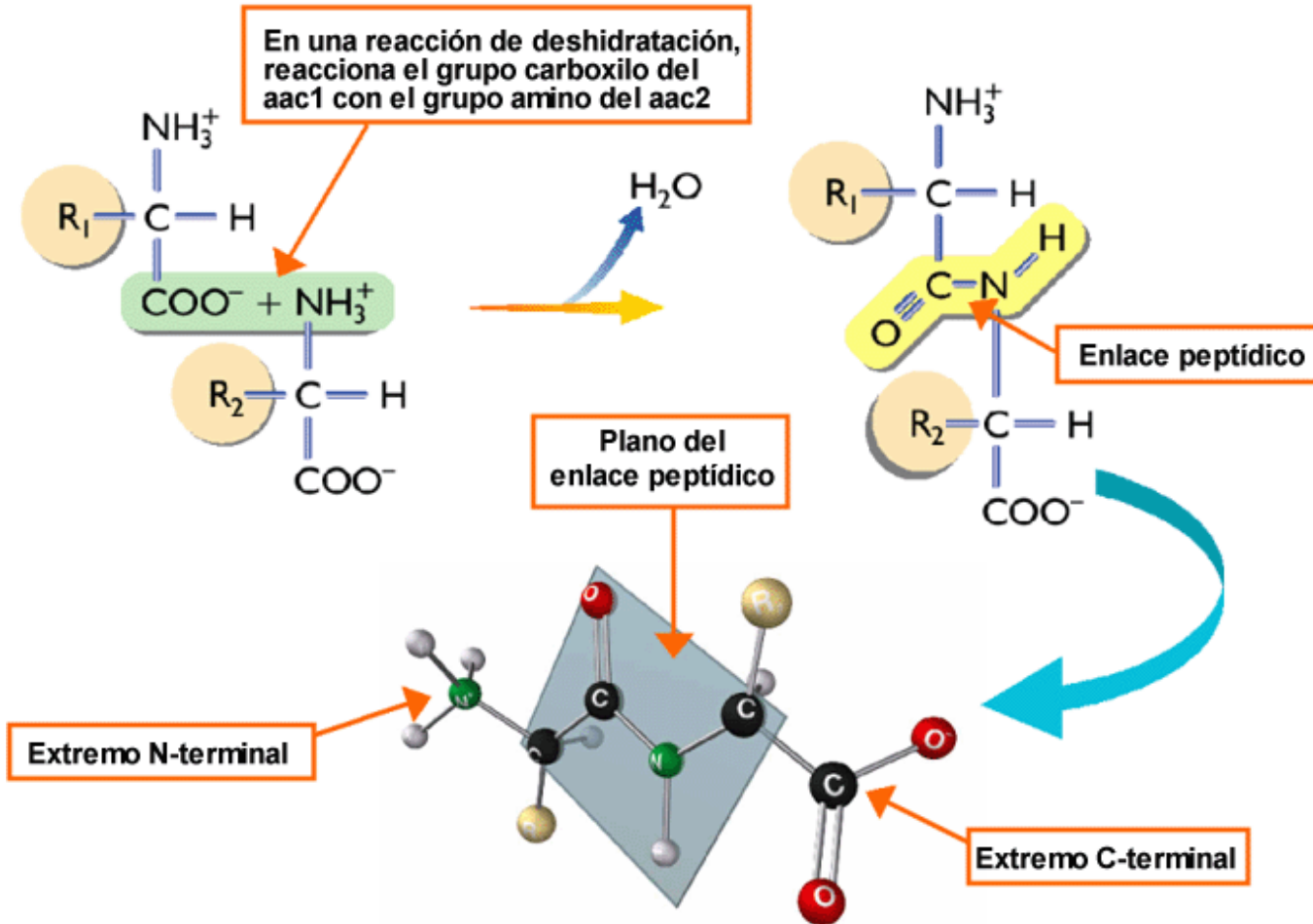
ISOLEUCINE

HISTIDINE

PHENYLALANINE

TRYPTOPHAN

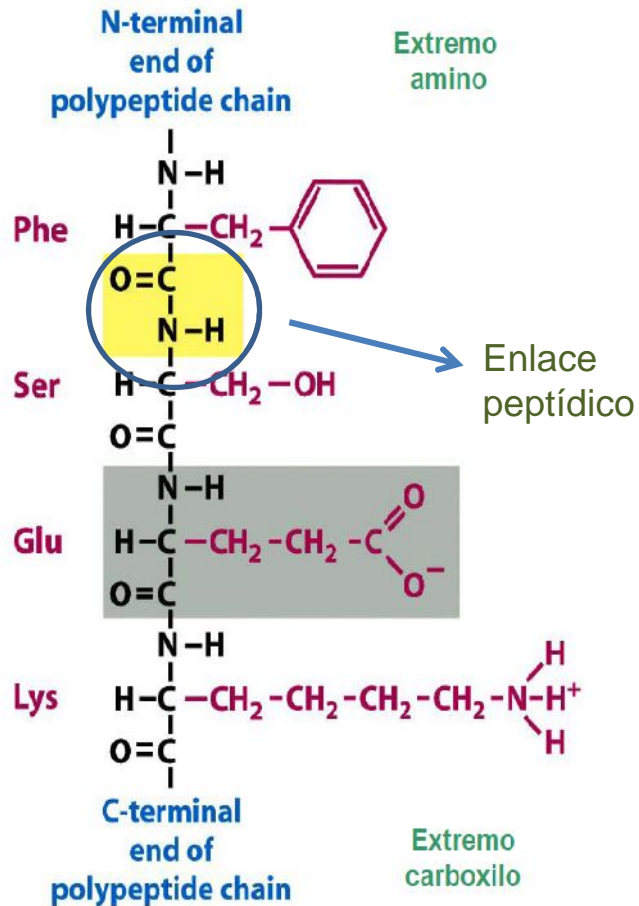
EL ENLACE PEPTÍDICO



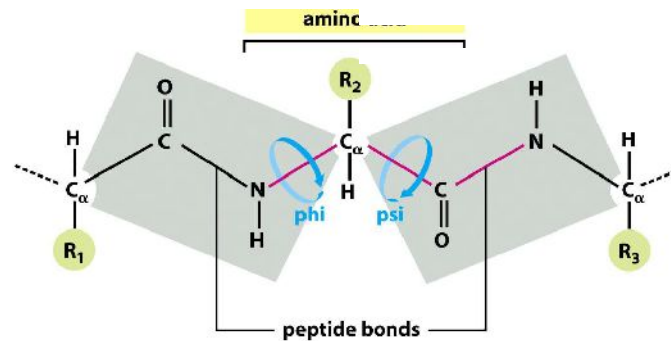
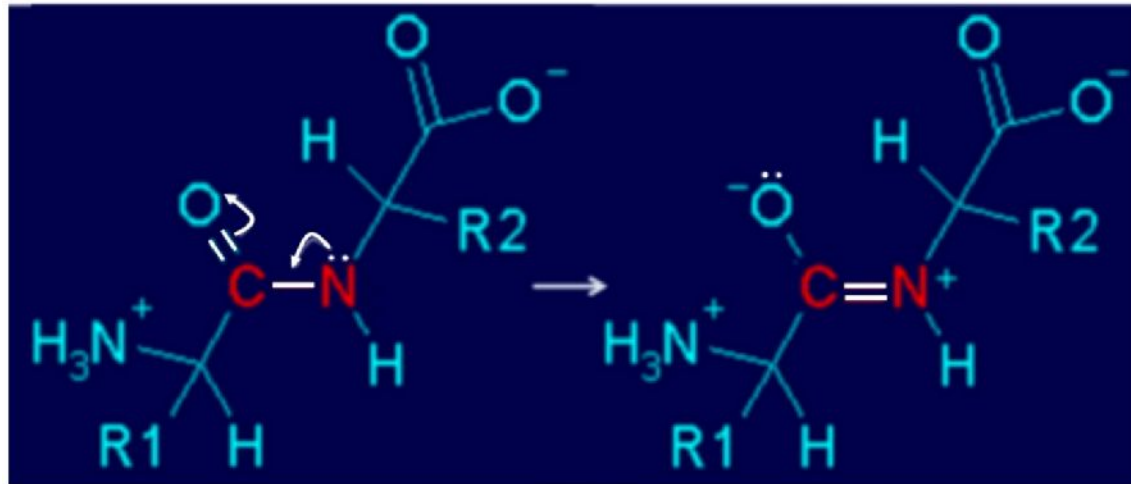
Las proteínas se sintetizan (crecen) desde el extremo amino-terminal al extremo carboxilo-terminal!!!

Las proteínas son polímeros de aminoácidos unidos por un enlace peptídico

El enlace peptídico definen un extremo amino-terminal y uno carboxilo terminal



Por resonancia electrónica, el enlace C-N tiene característica de **doble enlace** por lo que tiende a ser rígido y planar



Resumen

Los organismos vivos están hechos de un restringido número de moléculas basadas en el carbono. Estas son los azúcares, lípidos, aminoácidos y nucleótidos.

Los azúcares son las fuentes más importantes de energía. Forman parte de la glicoproteína y los glicolípidos.

Los lípidos también son una excelente fuente de energía y, además, por su capacidad anfipática, forman la bicapa lipídica, la base estructural de las membranas celulares.

Los aminoácidos constituyen las proteínas, moléculas extraordinariamente versátiles involucradas en la estructura y la catálisis celular.

Los nucleótidos tienen un papel fundamental en el almacenamiento y la transferencia de energía. Componen, además, las moléculas de información genética, RNA y DNA.

Las características principales del agua como solvente de las soluciones biológicas son:

I. Que tiene un baja constante dieléctrica

II. Que en solución sus moléculas tienen un alto grado de orden

III. Sus moléculas forman enlaces de hidrógeno

IV. La molécula tiene un pequeño tamaño y naturaleza dipolar

V. Establece enlaces iónicos con átomos cargados como Na^+ y Cl^-

Respuesta: a: I y II; b: III y IV; c: I y IV; d: III y V; e: II y IV

Preguntas de revisión (por favor traducir)

1. The chemical reaction where water is removed during the formation of a covalent bond linking two monomers is known as ____

a) dehydration; b) hydrolysis; c) photosynthesis; d) protein synthesis

2. The monomer that makes up polysaccharides is _____

a) amino acids; b) sugars; c) fatty acids; d) nucleotides; e) glycerol

3. Proteins are composed of which of these monomers?

a) amino acids; b) glucose; c) fatty acids; d) nucleotides; e) glycerol

4. Which of these is not a function of lipids?

a) long term energy storage; b) structures in cells; c) hormones; d) enzymes;
e) sex hormones

5. All living things use the same ____ amino acids

a) 4; b) 20; c) 100; d) 64

6. The sequence of ____ bases determines the ____ structure of a protein

a) RNA, secondary; b) DNA, quaternary; c) DNA, primary;
d) RNA, primary

7. Which of these is not a nucleotide base found in DNA?

a) uracil; b) adenine; c) guanine; d) thymine; e) cytosine

8. Which of these carbohydrates constitutes the bulk of dietary fiber?

a) starch; b) cellulose; c) glucose; d) fructose; e) chitin

El enlace peptídico:

- I. Se establece entre el grupo amino de un aminoácido y el carboxilo de otro
 - II. Se establece entre el grupo amino de un aminoácido y la cadena lateral de otro
 - III. Determina en la proteína un extremo 5'-amino-terminal y uno 3'-carboxilo-terminal
 - IV. Determina la estructura de alfa-hélice
 - V. Es un enlace carbono-nitrógeno de alta libertad rotacional
- Respuesta: a: I y III; b: III y IV; c: I y V; d: I y IV; e: II y IV

La formación de monocapas y bicapaslipídicas en soluciones acuosas se debe a:

- I. Fuerzas hidrofóbicas de origen entálpico
- II. Fuerzas atractivas tipo apolar entre moléculas de lípidos
- III. Fuerzas atractivas hidrofóbicas entre las cabezas polares de los lípidos y las moléculas de agua
- IV. Fuerzas hidrofóbicas de origen entrópico
- V. Al mayor ordenamiento del agua al formar la bicapalipídica

Respuesta: a: II y III; b: III y V; c: I y IV; d: II y IV; e: I y II

Preguntas relacionadas

¿Cuáles son los principales elementos que componen la materia viva?

¿Cuáles son los principales componentes de la materia viva?

FIN