

SINH HỌC A

CHƯƠNG II: CƠ SỞ HÓA HỌC CỦA SỰ SỐNG

TS. Nguyễn Hoài hương

Các nguyên tố tham gia cấu tạo chất sống

Các nguyên tố trong chất hữu cơ	Các ion	Các nguyên tố vi lượng
C	K ⁺	Fe
H	Na ⁺	Mn
N	Mg ⁺⁺	Co
O	Ca ⁺⁺	Cu
P	Cl	Zn
S		B

Tỉ lệ tương đối và chức năng của các nguyên tố trong cơ thể người

Tên (tỉ lệ %)	Chức năng
O (65)	Tham gia hô hấp, thành phần của nước và hầu hết các chất hữu cơ
C (18)	Tạo khung chất hữu cơ
H (10)	Có trong hầu hết các chất hữu cơ, thành phần của nước
N (3)	Thành phần của protein, nucleic acid
Ca (1,5)	Thành phần của xương và răng, quan trọng trong cơ cơ, dẫn truyền xung thần kinh và đông máu
P (1)	Thành phần nucleic acid, xương, phân tử ATP – chuyển năng lượng
K (0,4)	Cation chủ yếu trong tb, quan trọng cho hoạt động thần kinh và cơ cơ
S (0,3)	Thành phần phần lớn protein
Na (0,2)	Cation chủ yếu trong dịch của mô, vai trò cân bằng chất dịch, trong dẫn truyền xung thần kinh.
Mg (0,1)	Cần thiết cho máu và các mô, thành phần của nhiều hệ enzyme quan trọng
Cl (0,1)	Anion chủ yếu của dịch cơ thể, cân bằng nội dịch
Fe (vết)	Thành phần của hemoglobin, myoglobin và một số enzyme
I (vết)	Thành phần của hormone tuyến giáp

II.1. Các nguyên tố cấu tạo nên chất sống

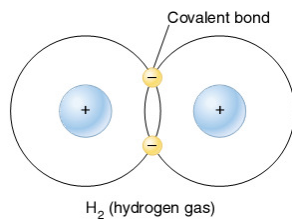
1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

II. 2. Các liên kết và tương tác hóa học

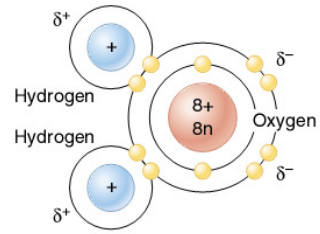
Liên kết hóa học: lực hút giữa các nguyên tử tạo nên phân tử

Tương tác hóa học:

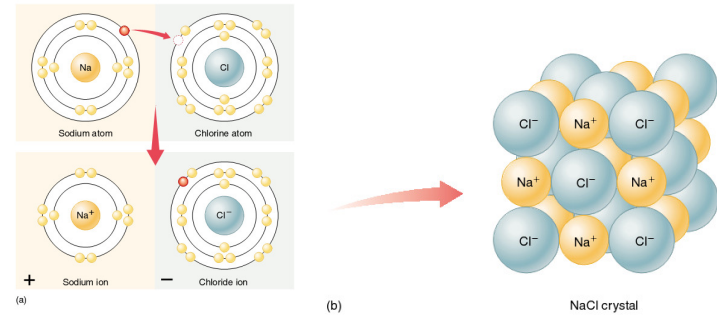
NAME	BASIS OF INTERACTION	STRUCTURE	BOND ENERGY* (KCAL/MOL)
Covalent bond	Các nguyên tử góp chung điện tử		50-110
Hydrogen bond	Lực hút tĩnh điện giữa các nhóm chức phân cực		3-7
Ionic bond	Lực hút tĩnh điện giữa các ion trái dấu		3-7
Hydrophobic interaction	Tương tác giữa các phân tử không phân cực khi có mặt các phân tử phân cực		1-2
van der Waals interaction	Tương tác giữa các đám mây điện tử của các phân tử không phân cực		1



Phân tử không phân cực

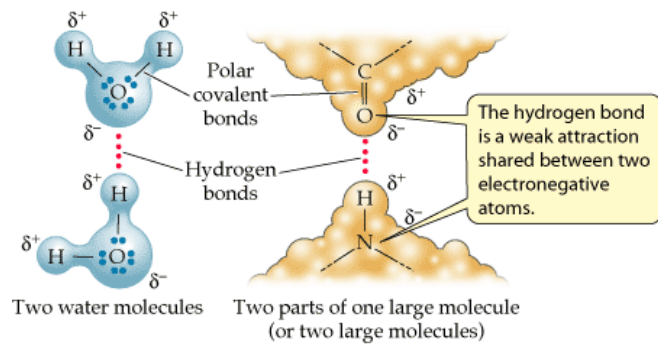


Phân tử phân cực do sự phân bố điện tử không đồng đều



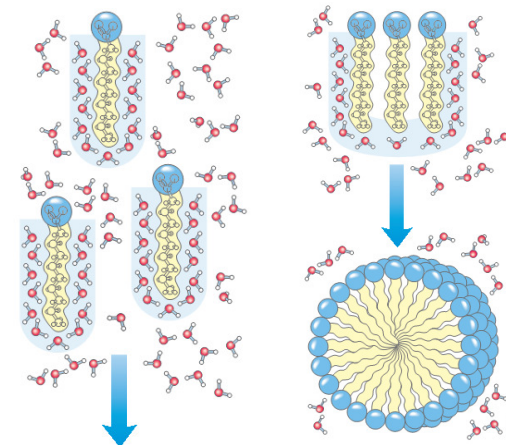
Liên kết ion

Liên kết cộng hóa trị



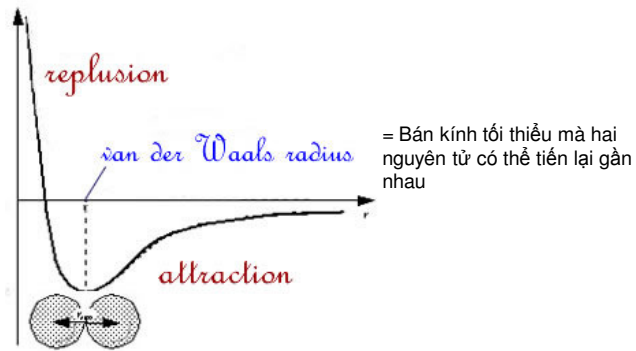
Liên kết hydro

Lực giữ
những phần
không phân
cực của phân
tử/ các phân
tử không phân
cực lại với
nhau gọi là
tương tác kỵ
nước



Quá trình tạo thành micelle của các phân tử acid béo do tương tác kỵ nước

Tương tác kỵ nước: các đuôi hydrocarbon có xu hướng “xích lại gần nhau” và “tránh xa” các phân tử nước



Tương tác van der Waals: tương tác giữa các đám mây điện tử của các nguyên tử không mang điện khi chúng ở gần nhau

II. 3. Thành phần vô cơ của chất sống

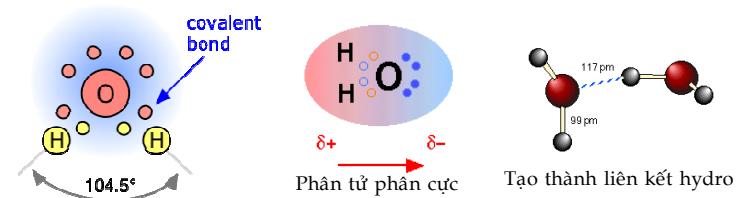
1. Nước (H_2O)

Chất vô cơ đơn giản chiếm phần lớn trên trái đất

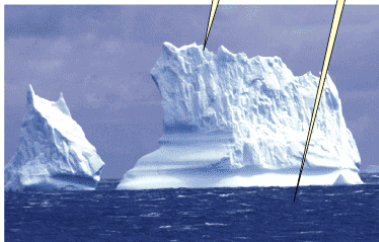
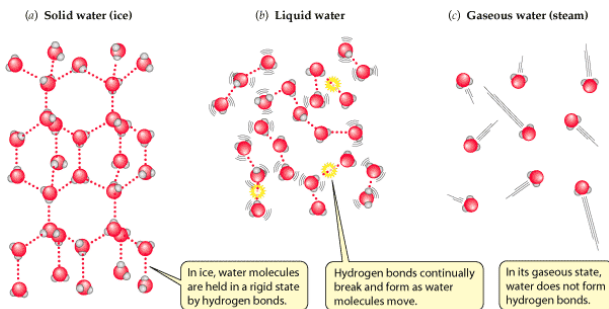
Chiếm gần 70-80% cơ thể sinh vật

Sự sống bắt nguồn từ nước

Vì sao ?



Cấu tạo đặc biệt của phân tử nước

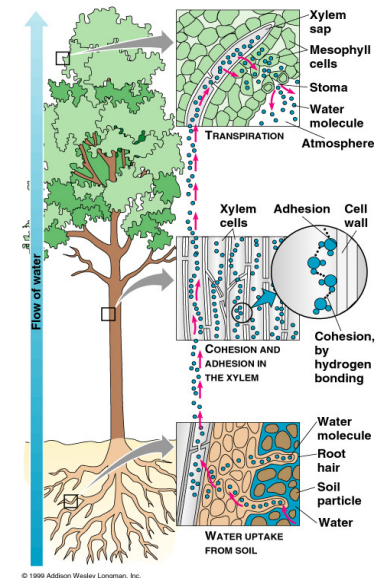
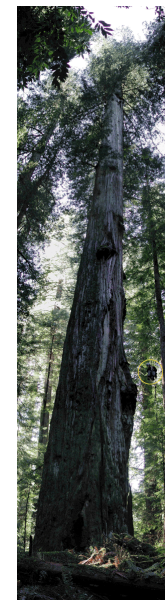


Liên kết hydro giữa các phân tử nước:

Nước đá: mạng lưới liên kết hydro chặt chẽ

Nước lỏng: liên kết hydro liên tục hình thành và phá vỡ khi nước chảy

Hơi nước: không có liên kết hydro

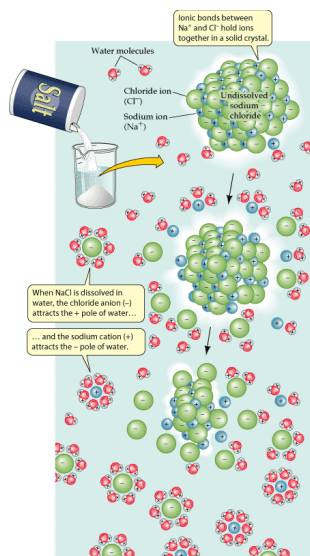


Liên kết hydro giữa các phân tử nước tạo sự kết dính giữa các phân tử nước

Liên kết hydro giữa các phân tử nước với các phân tử phân cực khác, ví dụ như cellulose vách tế bào thực vật



Mô hình vận chuyển nước trong mạch dẫn thực vật



Nước đóng vai trò dung môi:

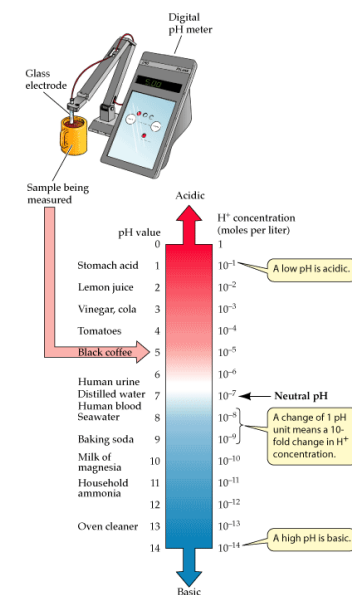
Chất hòa tan tạo liên kết hydro với phân tử nước

2. Acid, base và độ pH

Acid: chất cho H^+

Base: chất nhận H^+

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$$



Dung dịch đệm

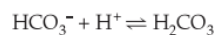
Một số vi sinh vật có khả năng thích nghi trong điều kiện pH cực đoan (vi khuẩn ưa acid, vi khuẩn ưa kiềm)

Phần lớn sinh vật cần duy trì pH ổn định (pH sinh lý = 7.4)

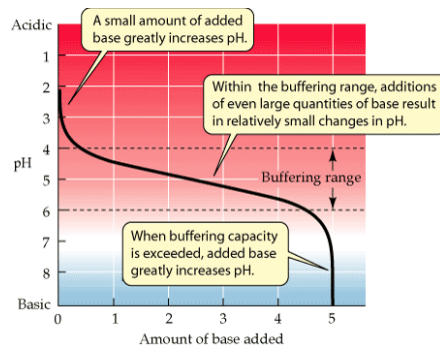
Duy trì H nhờ dung dịch đệm

Dung dịch đệm là hỗn hợp của một acid yếu và một base tương ứng

Ví dụ: H_2CO_3 và HCO_3^-



Phản ứng theo chiều sang phải nếu thêm acid và sang trái nếu thêm base



Trong vùng đệm, pH ít thay đổi ngay cả khi thêm một lượng kiềm lớn

3. Các chất vô cơ khác

Muối: NaCl , KCl , NaHCO_3 , CaCl_2 , CaCO_3 , MgSO_4 , NaH_2PO_4

Nguyên tố vi lượng: I, Mn, Zn, Fe

Khí hòa tan: CO_2 , O_2

II. 3. Các hợp chất hữu cơ phân tử nhỏ

1. Tính chất của các hợp chất hữu cơ ảnh hưởng đến chức năng của chúng trong cơ thể

- Kích thước phân tử
- Độ phân cực
- Độ hòa tan
- Tính acid/ kiềm
- Nhóm chức
- Các dạng đồng phân

Hydrocarbon

- Không phân cực
- Không tan trong nước/ tan trong dung môi hữu cơ: kị nước (hydrophobic)

Các nhóm chức

- Phân cực, thậm chí có khả năng phân ly thành ion: ái nước (hydrophilic)
- Tan trong nước

Hợp chất hữu cơ =
sườn hydrocarbon +
các nhóm chức

Các hydrocarbon

Compound (molecular formula)	Structural formula	Ball-and-stick model	Space-filling model
Methane CH ₄			
Ethane C ₂ H ₆			
Ethylene (Ethene) C ₂ H ₄			
Benzene C ₆ H ₆			

Các nhóm chức

Functional group	Class of compounds	Structural formula	Example	Ball-and-stick model
Hydroxyl -OH	Alcohols			
Carbonyl -CHO	Aldehydes			
Carbonyl -CO-	Ketones			
Carboxyl -COOH	Carboxylic acids			
Amino -NH2	Amines			
Phosphate -OPO3 ²⁻	Organic phosphates			
Sulphydryl -SH	Thiols			

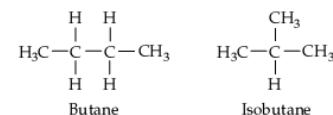
Các dạng đồng phân

Đồng phân = các hợp chất cùng công thức hóa học, khác về sự sắp xếp các nguyên tử trong phân tử.

Các dạng đồng phân chính trong tự nhiên:

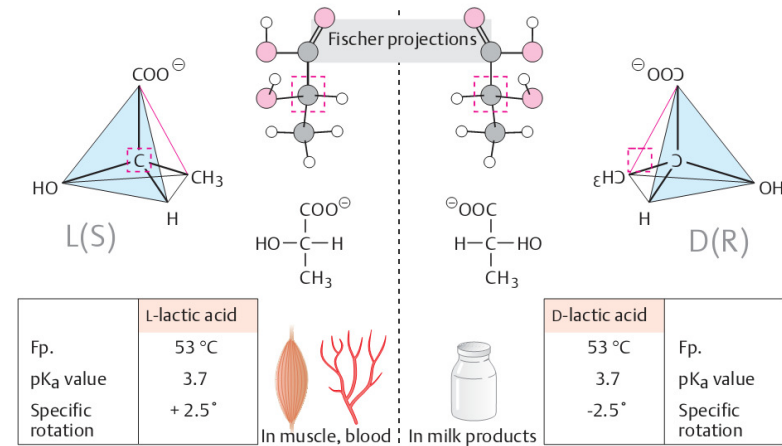
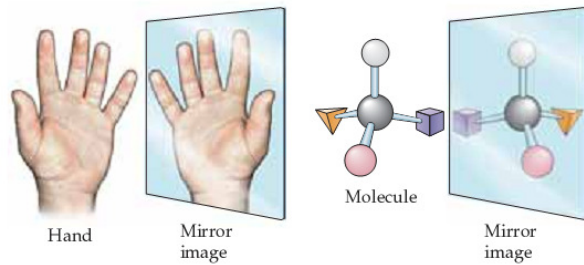
Đồng phân cấu trúc

Vd:



Đồng phân quang học: khi có 4 nguyên tử khác nhau gắn vào một nguyên tử C,

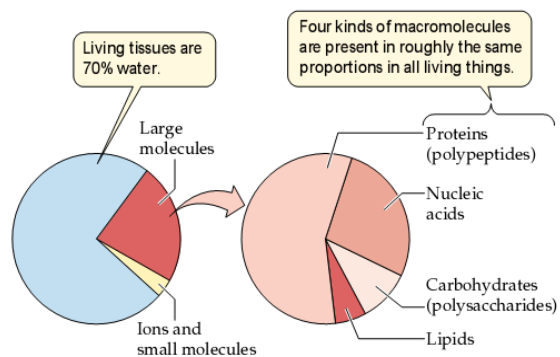
Sự sắp xếp các nguyên tử khác nhau xung quanh nguyên tử C sao cho hai phân tử đối xứng qua gương



L- Acid lactic và D-acid lactic

II. 4. Các đại phân tử sinh học

- Carbohydrate
- Lipid
- Protein
- Acid nucleic



Thành phần hóa học của các mô

1. Đặc điểm chung của các đại phân tử sinh học

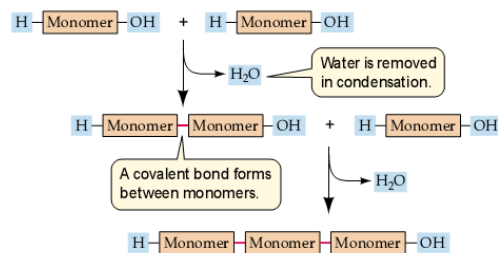
Đại phân tử sinh học: Mw > 1000

Là polymer sinh học tạo thành từ các monomer nhờ liên kết cộng hóa trị

MONOMER	SIMPLE POLYMER	COMPLEX POLYMER (MACROMOLECULE)
Amino acid	Peptide or oligopeptide	Polypeptide (protein)
Nucleotide	Oligonucleotide	Nucleic acid
Monosaccharide (sugar)	Oligosaccharide	Polysaccharide (carbohydrate)

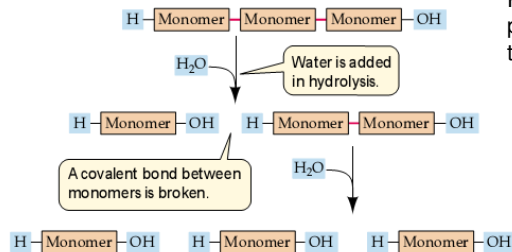


(a) Condensation



Phản ứng trùng ngưng: tổng hợp biopolymer từ monomer

(b) Hydrolysis



Phản ứng thủy phân: phân hủy biopolymer thành các monomer

2. Carbohydrate

Cấu tạo chung: (C-H-OH)

- Đường đơn (monosaccharide): monomer
- Đường đôi (disaccharide): dimer
- Oligosaccharide: 3-20 monosaccharide
- Polysaccharide: polymer của đường đơn

Chức năng:

- Dự trữ năng lượng: đường, tinh bột và glycogen.
- Làm thành phần cấu trúc tế bào: như cellulose trong thành tế bào thực vật và nhiều loại động vật nguyên sinh, chitin trong lớp vỏ côn trùng và động vật chân đốt.
- Vai trò trong quá trình nhận biết, truyền tín hiệu giữa các phân tử, tương tác giữa các tế bào, phản ứng miễn dịch (glycoconjugate: glycolipid và glycoprotein, proteoglycan).

Chức năng các đại phân tử sinh học:

Chức năng phụ thuộc vào

➢ Tính chất hóa học nhóm chức của monomer

➢ Cấu trúc không gian

Các chức năng chính

➢ Dự trữ năng lượng

➢ Hỗ trợ cấu trúc

➢ Bảo vệ

➢ Xúc tác

➢ Vận chuyển

➢ Điều hòa

➢ Chuyển động

➢ Lưu trữ thông tin.

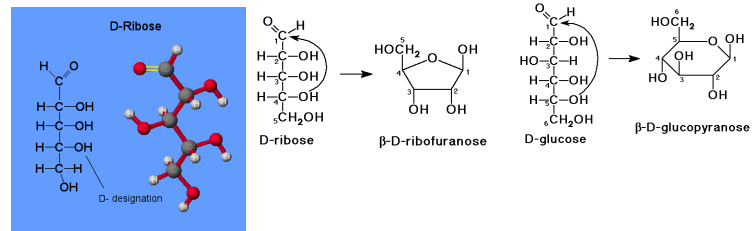
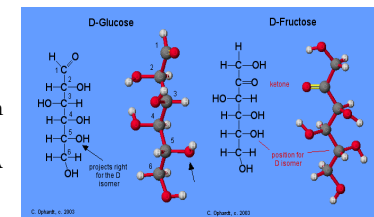
a) Đường đơn (monosaccharide)

$(CH_2O)_n$ ($n=2-7$)

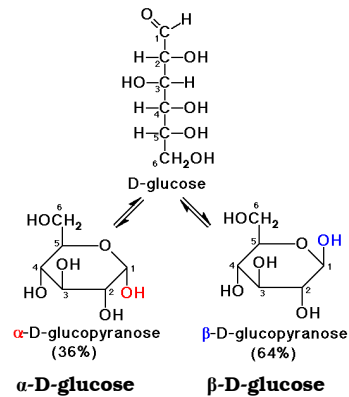
Chứa nhóm chức **aldehyde** hoặc **ketone** và nhiều nhóm hydroxyl

Đường năm (pentose): ribose (thành phần của ATP, RNA, NADH), deoxyribose thành phần của DNA

Đường sáu: glucose, fructose.



Đồng phân anomer tồn tại đồng thời trong dung dịch



Dẫn xuất của đường đơn

Glucuronic acid:

Đường phosphate: hợp chất trung gian trao đổi chất

Đường amino: glucosamine, galactosamine (thành phần sụn)

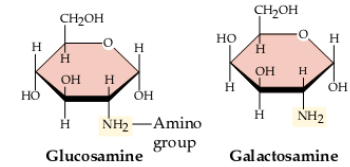
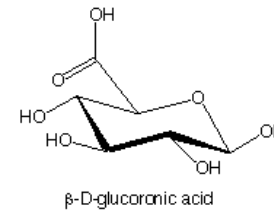
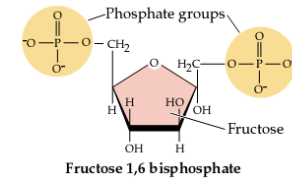
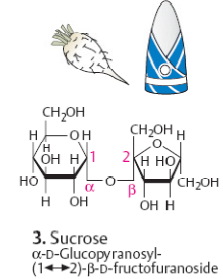
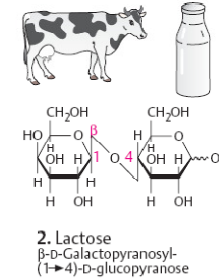
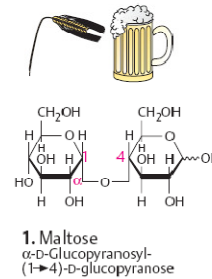


TABLE 7-1 Abbreviations for Common Monosaccharides and Some of Their Derivatives

Abequose	Abe	Glucuronic acid	GlcA
Arabinose	Ara	Galactosamine	GalN
Fructose	Fru	Glucosamine	GlcN
Fucose	Fuc	<i>N</i> -Acetylgalactosamine	GalNAc
Galactose	Gal	<i>N</i> -Acetylglucosamine	GlcNAc
Glucose	Glc	Iduronic acid	IdoA
Mannose	Man	Muramic acid	Mur
Rhamnose	Rha	<i>N</i> -Acetylmuramic acid	Mur2Ac
Ribose	Rib	<i>N</i> -Acetylneuraminic acid	Neu5Ac
Xylose	Xyl	(a sialic acid)	

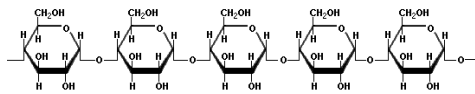
b) Đường đôi (disaccharide)



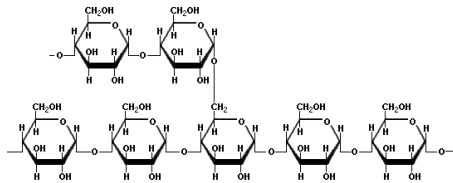
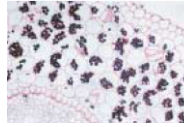
Liên kết 1,4 glycoside

c) Polysaccharide (glycan)

Tinh bột



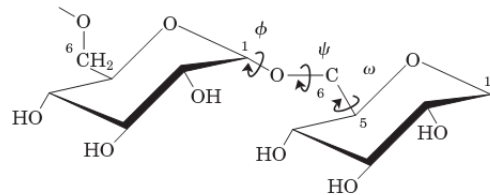
Amylose (200 – 20 000 α -Glucose)



Amylopectin (phân nhánh)



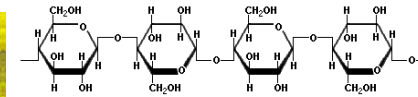
Glycogen (polymer của α -Glucose, phân nhánh, mỗi nhánh chứa khoảng 13 phân tử Glucose)



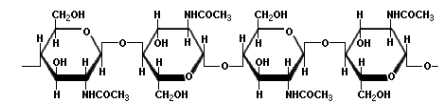
Dextran
(α 1 \rightarrow 6)Glc repeats, with (α 1 \rightarrow 3) branches

Polysaccharide vi khuẩn và nấm men

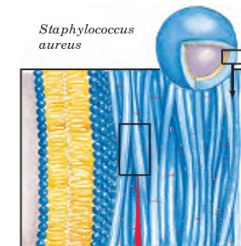
Sephadex: dextran tổng hợp ứng dụng trong sắc ký



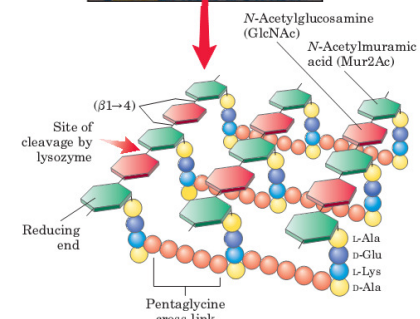
Cellulose (polymer của β -Glucose)



Chitin (polymer của N-acetyl-D-glucosamine)



Peptidoglycan: vách tế bào vi khuẩn Gram+



Các polysaccharide quan trọng đóng vai trò dự trữ năng lượng và cấu trúc

Poly-saccharide	Mono-saccharide 1	Mono-saccharide 2	Linkage	Branching	Occurrence	Function
Bacteria						
Murein	D-GlcNAc	D-MurNAc ¹⁾	$\beta 1 \rightarrow 4$ $\alpha 1 \rightarrow 6$	— $\alpha 1 \rightarrow 3$	Cell wall Slime	SC WB
Plants						
Agarose	D-Gal	L-aGal ²⁾	$\beta 1 \rightarrow 4$	$\beta 1 \rightarrow 3$	Red algae (agar)	WB
Carrageenan	D-Gal	—	$\beta 1 \rightarrow 3$	$\alpha 1 \rightarrow 4$	Red algae	WB
Cellulose	D-Glc	—	$\beta 1 \rightarrow 4$	—	Cell wall (Hemicellulose)	SC
Xyloglucan	D-Glc	D-Xyl (D-Gal, L-Fuc)	$\beta 1 \rightarrow 4$	$\beta 1 \rightarrow 6$ ($\beta 1 \rightarrow 2$) $\alpha 1 \rightarrow 3$	Cell wall (pectin)	SC
Arabinan	L-Ara	—	$\alpha 1 \rightarrow 5$	—	Amyloplasts	RC
Amylose	D-Glc	—	$\alpha 1 \rightarrow 4$	$\alpha 1 \rightarrow 6$	Amyloplasts	RC
Amylopectin	D-Glc	—	$\alpha 1 \rightarrow 4$	—	Storage cells	RC
Inulin	D-Fru	—	$\beta 2 \rightarrow 1$	—	Storage cells	RC
Animals						
Chitin	D-GlcNAc	—	$\beta 1 \rightarrow 4$	—	Insects, crabs	SK
Glycogen	D-Glc	—	$\alpha 1 \rightarrow 4$	$\alpha 1 \rightarrow 6$	Liver, muscle	RK
Hyaluronic acid	D-GlcUA	D-GlcNAc	$\beta 1 \rightarrow 4$ $\beta 1 \rightarrow 3$	—	Connective tissue	SK, WB

SC = structural carbohydrate, RC = reserve carbohydrate,
WB = water-binding carbohydrate; ¹⁾N-acetylmuramic acid, ²⁾3,6-anhydrogalactose

ii) Glycoprotein

Oligosaccharide liên kết cộng hóa trị với protein

Nằm ngoài màng sinh chất tế bào, trong chất ngoại bào, trong máu, trong một số bào quan như bộ Golgi, các hạt tiết và tiêu thể.

Đóng vai trò vị trí nhận biết (recognition site) hoặc vị trí liên kết (binding site) đối với các protein khác.

iii) Glycolipid

Thành phần lipid màng tế bào, trong đó đầu ái nước là oligosaccharide.

Đóng vai trò vị trí nhận biết (recognition site) hoặc vị trí liên kết (binding site) đối với các protein khác.

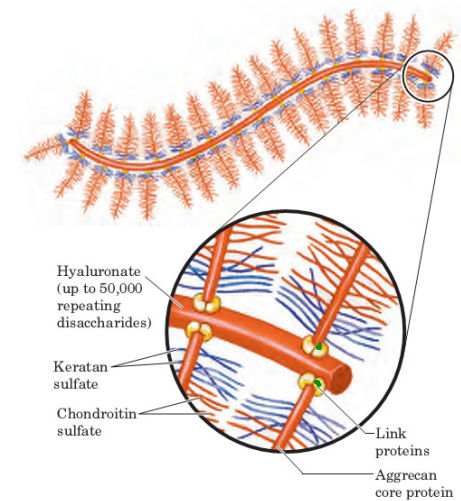
d) Glycoconjugate

i) Proteoglycan:

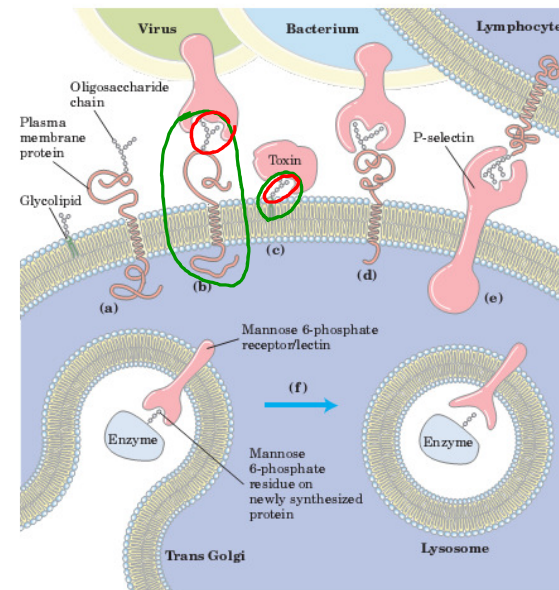
Protein liên kết cộng hóa trị với với glycan (heparan sulfate, keratan sulfate, chondroitin sulfate)

Đại phân tử sinh học trên bề mặt tế bào hoặc chất ngoại bào.

Thành phần chính của sụn.



Proteoglycan của chất ngoại bào



a) Các oligosaccharide (trong glycoprotein và glycolipid) đóng vai trò vị trí nhận biết và liên kết

b) Giai đoạn đầu tiên của lây nhiễm của virus: virus gắn vào glycoprotein bề mặt tế bào

c) Độc tố vi khuẩn (tả, ho gà) gắn vào glycolipid bề mặt tế bào trước khi xâm nhập

d) Vi khuẩn (*H. pylori*) liên kết với tế bào để phát triển

e) Giúp cho sự tương tác giữa tế bào-tế bào.

f) Liên kết giữa enzyme và glycoprotein để vận enzyme từ bộ Golgi sang tiêu thể

Chức năng glycoprotein và glycolipid