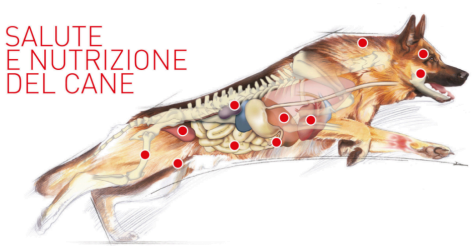
UD1
Composizione chimica degli organismi viventi

Concetti chiave:

- Da un punto di vista molecolare, gli organismi sono molto simili.
- Le molecole biologiche sono costruite da un numero limitato di elementi (bio-elementi).
- Le principali classi di biomolecole sono caratterizzati da determinati gruppi funzionali e legami.
- I diversi tipi di biomolecole sono caratterizzati da determinati gruppi funzionali e legami.

CIBO per CANI



Alimento completo con agnello e riso per cani adulti a partire da 12 mesi

COMPOSIZIONE:

Carni e derivati (Agnello 8%), Cereali (Riso 4%), Oli e grassi (Grasso di pollo 6,9%, Olio di salmone 0,5%), Sottoprodotti di origine vegetale (Polpa di barbabietola 1%, Inulina di cicoria - fonte di F.O.S. - 0,1%), Lieviti, Glucosamina 0,01%, Solfato di Condroitina 0,01%.

COMPONENTI ANALITICI:

Proteina 26%, Tenore in materia grassa 14,5%, Fibra grezza 3,2%, Materia inorganica 8,6%, Calcio 1,51%, Fosforo 1,01%, Sodio 0,17%, Cloruro 0,40%, Potassio 0,60%, Magnesio 0,11%, Omega 3 0,31%, Omega 6 2,15%.
Rapporto Calcio/Fosforo 1,5 - Energia metabolizzabile 3.532 kcal/kg.

ADDITIVI (PER KG):

Additivi nutrizionali: Vitamina A 18.000 UI, Vitamina D3 (E671) 1.140 UI, Vitamina E (3a700) 150 mg, Vitamina B1 4,8 mg, Vitamina B2 9,6 mg, Calcio D-pantotenato (3a841) 16,2 mg, Vitamina B6 (3a831) 4,8 mg, Vitamina B12 0,07 mg, Biotina (3a880) 0,12 mg, Niacina (3a314) 4,8 mg, Acido folico (3a316) 0,48 mg, Colina cloruro (3a890) 1.190 mg, L-carnitina 30 mg, Solfato rameico, pentaidrato 38,40 mg, Solfato ferroso, monoidrato 200,0 mg, Iodato di calcio anidro in granuli rivestiti (3b203) 1,85 mg, Ossido di zinco 200,0 mg, Solfato manganoso, monoidrato 37,50 mg, Selenio in forma organica (3b8.10) 52,17 mg.

ISTRUZIONI D'USO

Può essere servito secco o mescolato con acqua, lasciando sempre a disposizione acqua fresca e pulita.

RAZIONE GIORNALIERA CONSIGLIATA:

TAGLIA	PESO	RAZIONE GIORNALIERA
Toys	1-4 kg	25-72 g
Mini	5-10 kg	85-143 g
Medium	11-25 kg	154-285 g
Large breed maxi	26-44 kg	293-435 g
Large breed giant	45-60 kg	443 g + 20 g ogni kg di peso in più

Tali quantità rappresentano delle indicazioni e possono essere adattate a seconda del cane, del livello di attività e del clima in cui vive. Per cagne in gestazione aumentare la razione giornaliera fino ad un massimo del 3,5% del peso del cane.

CIBO per GATTI

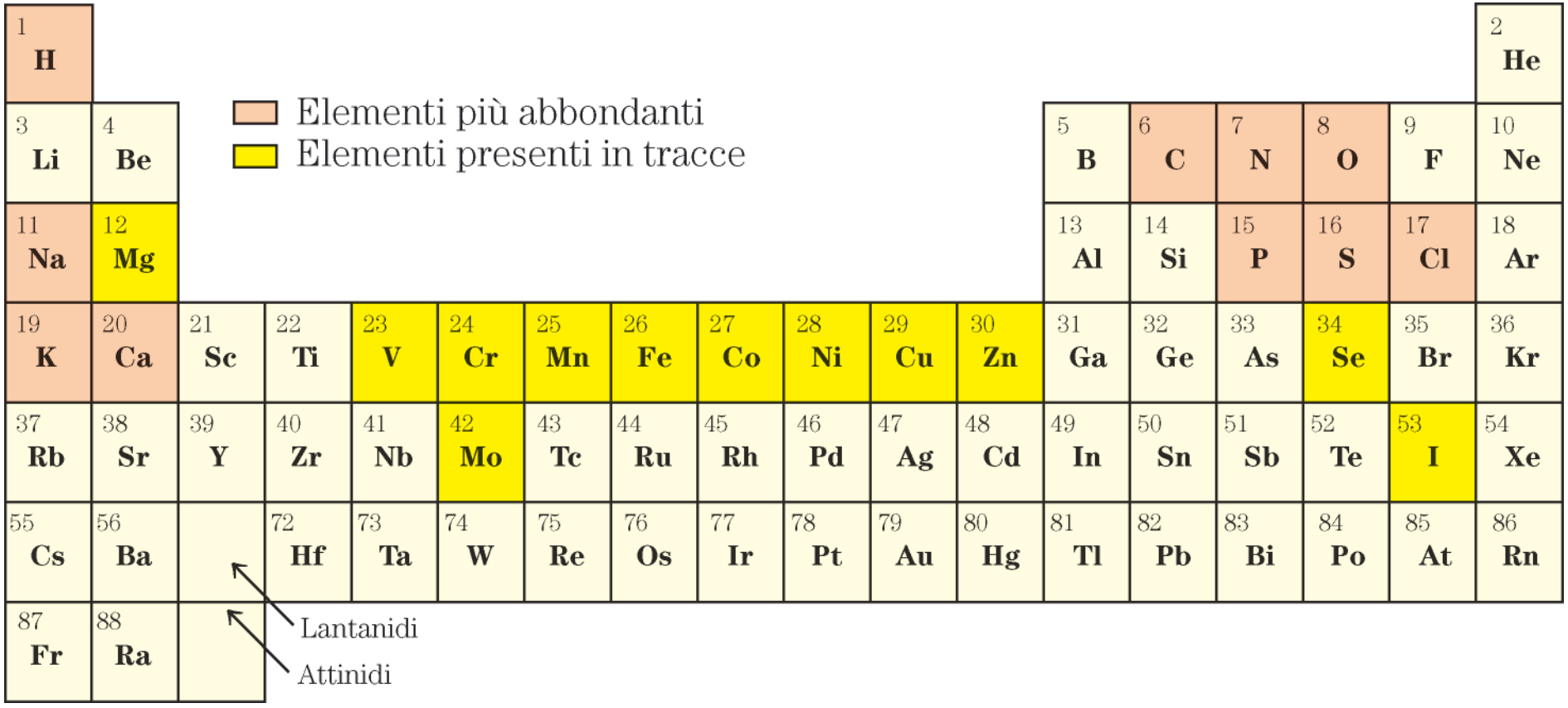
INGREDIENTI

COMPOSIZIONE: proteine di pollame disidratate, grassi animali, riso, proteine vegetali isolate*, farina di mais, fibre vegetali, idrolizzato di proteine animali, glutine di mais, farina di frumento, mais, lieviti e prodotti simili, sali minerali, polpa di cicoria, olio di pesce, tegumento e semi di psyllium (1%), olio di soia, frutto-oligosaccaridi, idrolizzato di lieviti (fonte di mannano-oligosaccaridi), olio di borraggine, estratto di fiore di Tagete (fonte di luteina). ADDITIVI (per kg): Additivi nutrizionali: Vitamina A: 31000 UI, Vitamina D3: 800 UI, E1 (Ferro): 36 mg, E2 (Iodio): 3,6 mg, E4 (Rame): 11 mg, E5 (Manganese): 47 mg, E6 (Zinco): 140 mg, E8 (Selenio): 0,08 mg - Additivi tecnologici: Clinoptilolite di origine sedimentaria: 10 g - Conservanti - Antiossidanti. COMPONENTI ANALITICI: Proteina grezza: 30% - Oli e grassi grezzi: 22% - Ceneri grezze: 7,4% - Fibra grezza: 4,7% - Per kg: Acidi grassi omega 6: 48,4 g - Acidi grassi omega 3: 11 g. ISTRUZIONI PER L'USO: vedi tabella. Da consumarsi preferibilmente entro/n° di lotto/n° di identificazione dello stabilimento: vedi informazioni sulla confezione. Da conservare in un luogo fresco ed asciutto.

*L.I.P.: proteine selezionate per la loro elevata digeribilità.

Biochimica della Nutrizione

Tavola periodica degli elementi



La materia vivente consiste di pochi elementi

TABELLA 1.1 Gli elementi più abbondanti nel corpo umano[a]

Elemento	Peso secco (%)
C	61,7
N	11,0
O	9,3
H	5,7
Ca	5,0
P	3,3
K	1,3
S	1,0
Cl	0,7
Na	0,7
Mg	0,3

[a] Calcoli di Frieden, E. (1972). *Sci. Am.* **227**(1), 54-55.

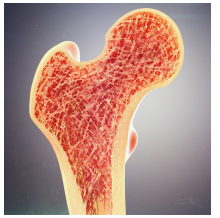
Sali minerali

MACROELEMENTI o elementi presenti in discrete quantità (da decine di grammi): Ca, P, Mg, S, Na, K, Cl
Fabbisogno giornaliero è dell'ordine dei grammi o dei decimi di grammo

OLIGOELEMENTI o microelementi o elementi presenti in tracce: Fe, Cu, Zn, I, ecc.
Fabbisogno giornaliero è dell'ordine dei mg o dei microgrammi

Omega 3, Omega 6, Zinco, Biotina, Calcio D-pantotenato favoriscono il mantenimento di una pelle sana e di un mantello folto e lucente

Calcio, Ca

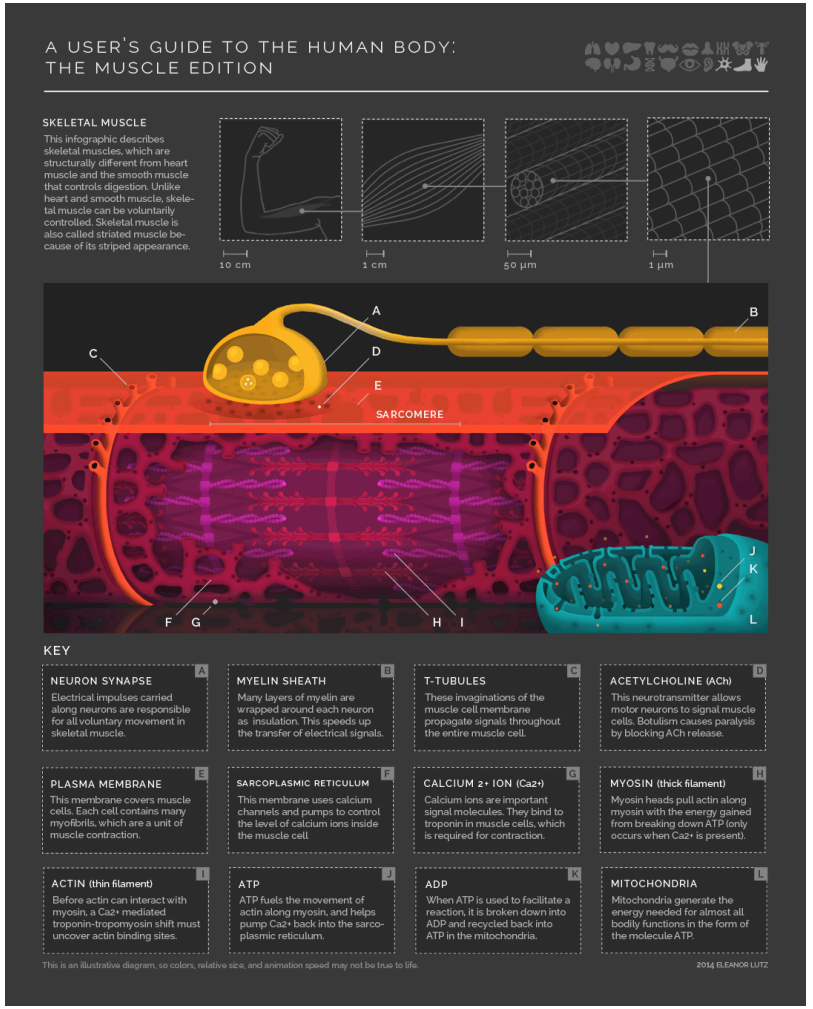


In un uomo adulto si trovano 1000 g di calcio di cui 99% nelle ossa e nei denti

TABELLA 1.1 Gli elementi più abbondanti nel corpo umano[a]

Elemento	Peso secco (%)
C	61,7
N	11,0
O	9,3
H	5,7
Ca	5,0
P	3,3
K	1,3
S	1,0
Cl	0,7
Na	0,7
Mg	0,3

[a] Calcoli di Frieden, E. (1972). *Sci. Am.* 227(1), 54-55.



Il calcio non osseo svolge il ruolo di **secondo messaggero** universale, in grado di convogliare segnali nervosi, ormonali, ecc. Fabbisogno giornaliero uomo adulto: 0.8 - 1 g.

OLIGOELEMENTI

- Essenziali: Fe, Cu, Zn, I, Se (13 mg), Cr (6 mg), Co, F, Mo (9 mg)
- Probabilmente essenziali: Si, Mn, Ni, V
- Potenzialmente tossici, con possibile funzione essenziale a bassissima concentrazione: As, Pb, Cd, Hg, Al, Li, Sn.

La tossicità è una caratteristica di tutti gli elementi e dipende solo dalla quantità (e qualità o forma chimica) del minerale che perviene all'organismo.

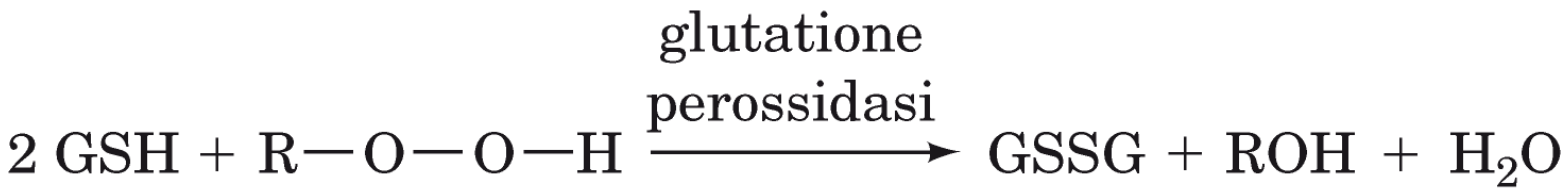
Spesso la tossicità acuta di un elemento si deve a un'inibizione totale o parziale di enzimi vitali (UD2).

Selenio in forma organica
il selenio organico viene facilmente assimilato ed aiuta a proteggere l'integrità dei tessuti

Selenio, Se

In un uomo adulto si trovano 13 mg di selenio

Cofattore essenziale per la Glutatione perossidasi



Idroperossido organico

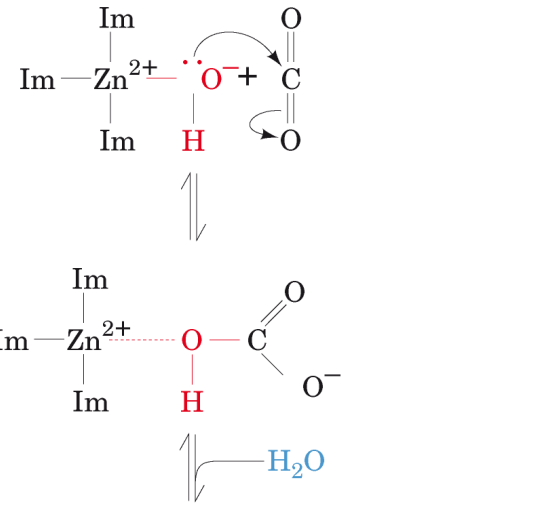
Il selenio contribuisce a proteggere l'integrità delle membrane cellulari ed è implicato nel metabolismo degli ormoni tiroidei
Fabbisogno giornaliero uomo adulto: 50-200 microgrammi.

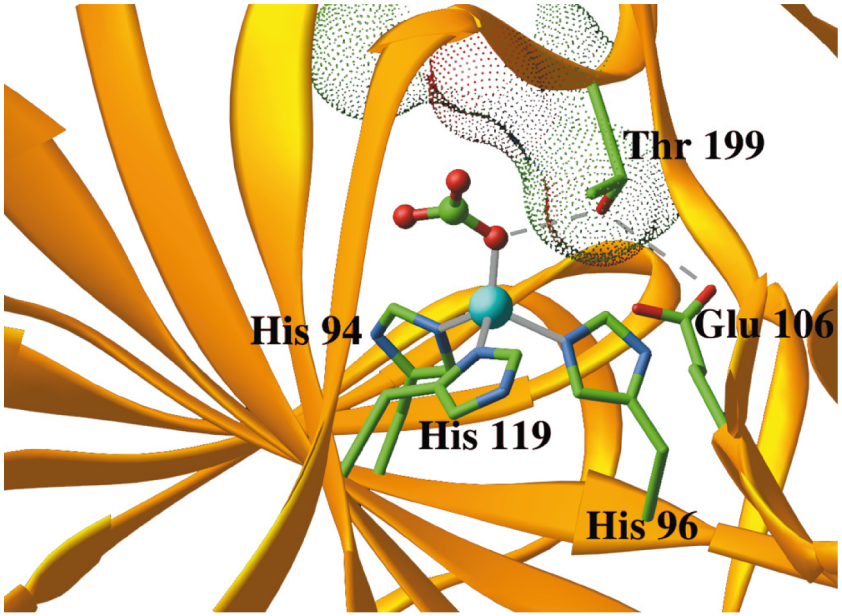
Omega 3, Omega 6, Zinco, Biotina, Calcio D-pantotenato
favoriscono il mantenimento di una pelle sana e di un mantello folto e lucente

Zinco, Zn

In un uomo adulto si trovano 1.4-2.3 g di zinco

Cofattore essenziale per numerosi enzimi:
Anidrasi carbonica
Superossido dismutasi
Carbossipeptidasi





Fabbisogno giornaliero uomo adulto: 10 mg.

VALORE di una DIETA VARIA (oligoelementi)

Se l'alimentazione è varia e razionale il fabbisogno in sali minerali viene automaticamente soddisfatto; per alcuni comunque (Ca, Fe, I) si può andare facilmente incontro a sindromi da carenza, con manifestazioni ben definite, soprattutto un determinate condizioni fisiologiche, come ad esempio la gravidanza.

Grandezze e costanti della chimica

1 dalton (Da) = 1 unità di massa atomica (uma) = 1/12 massa del C-12

Numero di Avogadro (N_A) = $6{,}022 \times 10^{23}$

Mole = unità di misura della quantità di sostanza:
1 mole di una sostanza = quantità di sostanza che contiene un N_A di particelle di sostanza

Numero di moli (n) = massa di una sostanza (g)/massa molecolare della sostanza (g/mol)

Concentrazione molare di una sostanza = numero di moli di una sostanza (n)/ volume della soluzione (L)

TABELLA 1.5 • Costituenti chimici delle cellule

Costituente	*Intervallo di peso molecolare*
H_2O	18
Ioni inorganici	23–100
Na^+, K^+, Cl^-, SO_4^{2-}, HPO_4^{2-}, HCO_3^-, Ca^{2+}, Mg^{2+}, ecc.	
Piccole molecole organiche	100–1200
Zuccheri semplici, acidi organici, lipidi semplici, nucleotidi, peptidi	
Macromolecole	6000–1 000 000
Proteine, polisaccaridi, acidi nucleici, lipidi complessi	

Notazione scientifica

Standard form	Basic numeral	Name	SI prefix	SI symbol
1.0×10^{24}	1 000 000 000 000 000 000 000 000	Septillion	yotta	Y
1.0×10^{21}	1 000 000 000 000 000 000 000	Sextillion	zetta	Z
1.0×10^{18}	1 000 000 000 000 000 000	Quintillion	exa	E
1.0×10^{15}	1 000 000 000 000 000	Quadrillion	peta	P
1.0×10^{12}	1 000 000 000 000	Trillion	tera	T
1.0×10^{9}	1 000 000 000	Billion	giga	G
1.0×10^{6}	1 000 000	Million	mega	M
1.0×10^{3}	1 000	Thousand	kilo	k
1.0×10^{2}	100	Hundred	hecto	h
1.0×10^{1}	10	Ten	deca	da
1.0×10^{-1}	0.1	Tenth	deci	d
1.0×10^{-2}	0.01	Hundredth	centi	c
1.0×10^{-3}	0.001	Thousandth	milli	m
1.0×10^{-6}	0.000 001	Millionth	micro	μ
1.0×10^{-9}	0.000 000 001	Billionth	nano	n
1.0×10^{-12}	0.000 000 000 001	Trillionth	pico	p
1.0×10^{-15}	0.000 000 000 000 001	Quadrillionth	femto	f
1.0×10^{-18}	0.000 000 000 000 000 001	Quintillionth	atto	a
1.0×10^{-21}	0.000 000 000 000 000 000 001	Sextillionth	zepto	z
1.0×10^{-24}	0.000 000 000 000 000 000 000 001	Septillionth	yocto	y

Note: **SI** stands for International System of units.

Scala dimensionale degli enti biologici

TABLE 1.2 **Biomolecular Dimensions**

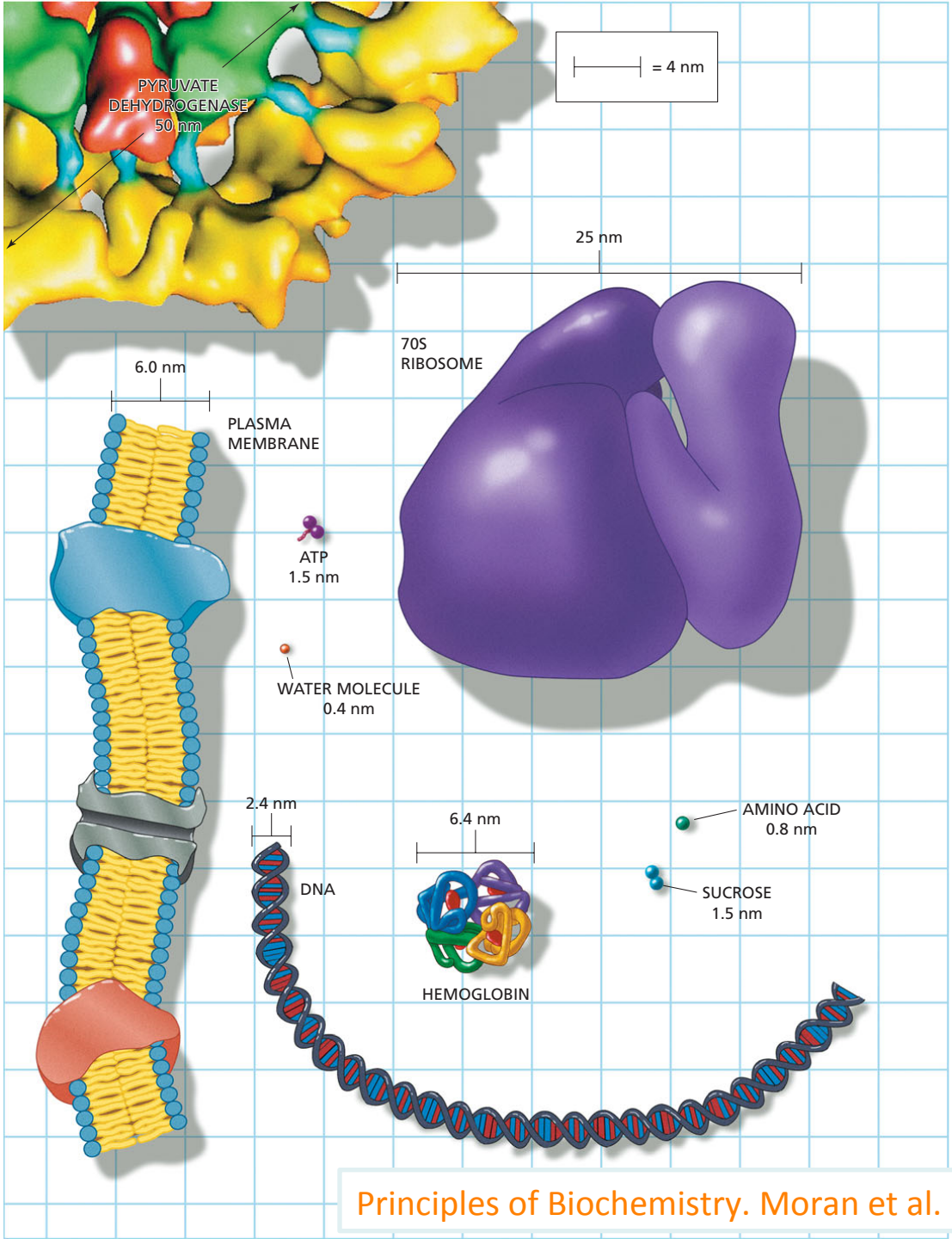
The dimensions of mass* and length for biomolecules are given typically in daltons and nanometers,† respectively. One dalton (D) is the mass of one hydrogen atom, 1.67×10^{-24} g. One nanometer (nm) is 10^{-9} m, or 10 Å (angstroms).

Biomolecule	Length (long dimension, nm)	Mass	
		Daltons	Picograms
Water	0.3	18	
Alanine	0.5	89	
Glucose	0.7	180	
Phospholipid	3.5	750	
Ribonuclease (a small protein)	4	12,600	
Immunoglobulin G (IgG)	14	150,000	
Myosin (a large muscle protein)	160	470,000	
Ribosome (bacteria)	18	2,520,000	
Bacteriophage ϕX174 (a very small bacterial virus)	25	4,700,000	
Pyruvate dehydrogenase complex (a multienzyme complex)	60	7,000,000	
Tobacco mosaic virus (a plant virus)	300	40,000,000	6.68×10^{-5}
Mitochondrion (liver)	1,500		1.5
Escherichia coli cell	2,000		2
Chloroplast (spinach leaf)	8,000		60
Liver cell	20,000		8,000

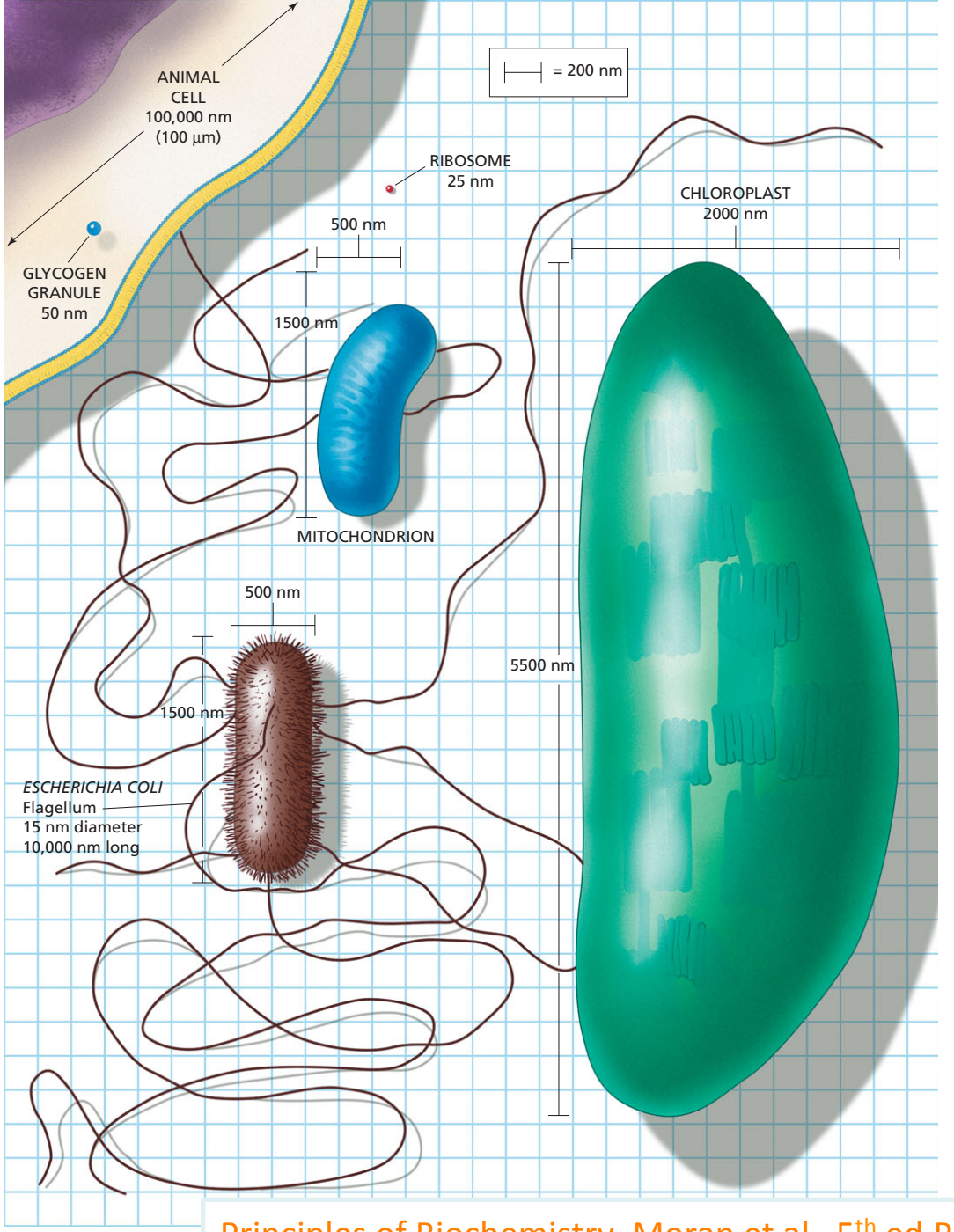
*Molecular mass is expressed in units of daltons (D) or kilodaltons (kD) in this book; alternatively, the dimensionless term *molecular weight,* symbolized by Mr, and defined as the ratio of the mass of a molecule to 1 dalton of mass, is used.

†Prefixes used for powers of 10 are

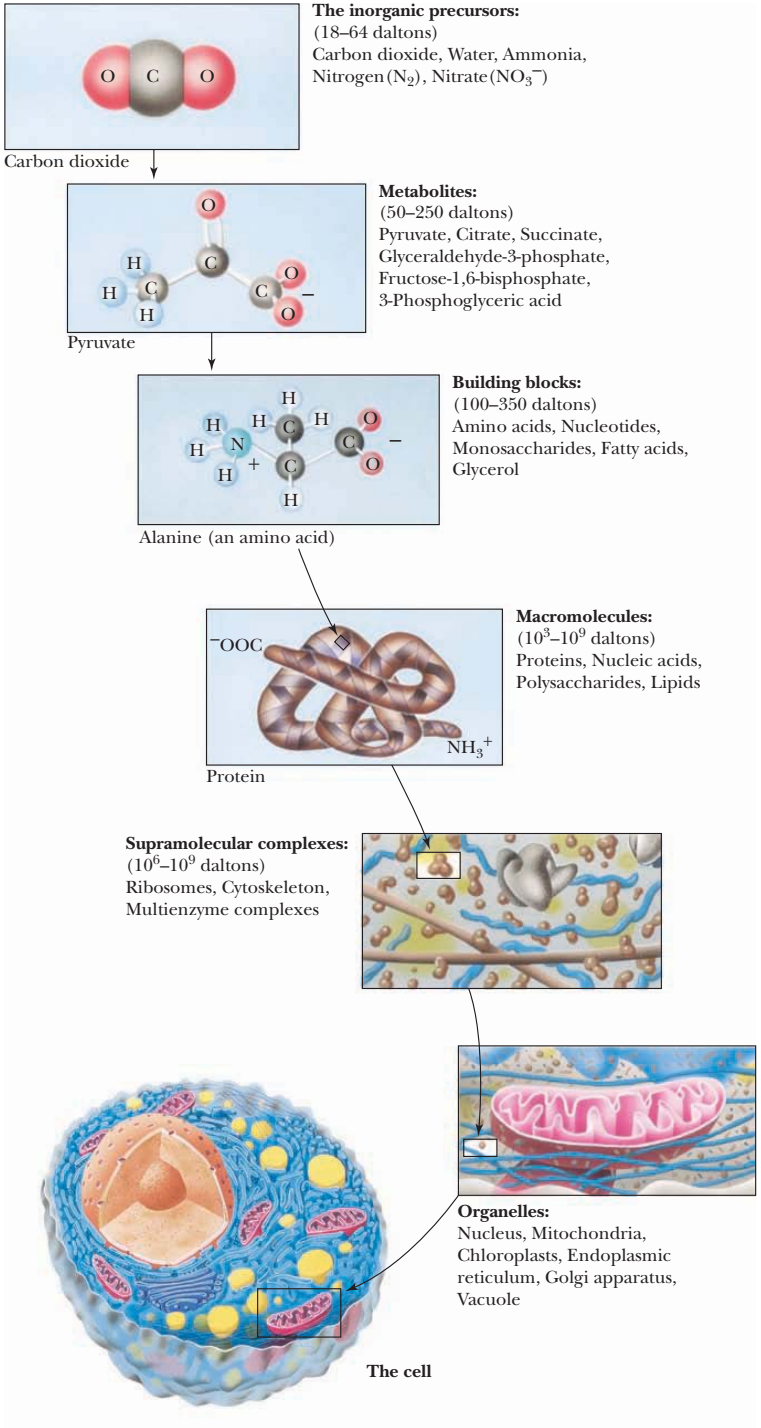
10^{6}	mega	M	10^{-3}	milli	m
10^{3}	kilo	k	10^{-6}	micro	μ
10^{-1}	deci	d	10^{-9}	nano	n
10^{-2}	centi	c	10^{-12}	pico	p
			10^{-15}	femto	f



Principles of Biochemistry. Moran et al. 5th ed.PEARSON



Principles of Biochemistry. Moran et al. 5th ed.PEARSON


The inorganic precursors:
(18–64 daltons)
Carbon dioxide, Water, Ammonia,
Nitrogen (N_2), Nitrate (NO_3^-)
Carbon dioxide
Metabolites:
(50–250 daltons)
Pyruvate, Citrate, Succinate,
Glyceraldehyde-3-phosphate,
Fructose-1,6-bisphosphate,
3-Phosphoglyceric acid
Pyruvate
Building blocks:
(100–350 daltons)
Amino acids, Nucleotides,
Monosaccharides, Fatty acids,
Glycerol
Alanine (an amino acid)
Macromolecules:
(10^3–10^9 daltons)
Proteins, Nucleic acids,
Polysaccharides, Lipids
Protein
Supramolecular complexes:
(10^6–10^9 daltons)
Ribosomes, Cytoskeleton,
Multienzyme complexes
Organelles:
Nucleus, Mitochondria,
Chloroplasts, Endoplasmic
reticulum, Golgi apparatus,
Vacuole
The cell

Scala temporale degli eventi biologici

TABLE 1.5 Life Times

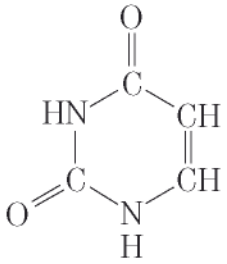
Time (sec)	Process	Example
10^{-15}	Electron transfer	The light reactions in photosynthesis
10^{-13}	Transition states	Transition states in chemical reactions have lifetimes of 10^{-11} to 10^{-15} sec (the reciprocal of the frequency of bond vibrations)
10^{-11}	H-bond lifetimes	H bonds are exchanged between H_2O molecules due to the rotation of the water molecules themselves
10^{-12} to 10^{3}	Motion in proteins	Fast: tyrosine ring flips, methyl group rotations Slow: bending motions between protein domains
10^{-6} to 10^{0}	Enzyme catalysis	10^{-6} sec: fast enzyme reactions 10^{-3} sec: typical enzyme reactions 10^{0} sec: slow enzyme reactions
10^{0}	Diffusion in membranes	A typical membrane lipid molecule can diffuse from one end of a bacterial cell to the other in 1 sec; a small protein would go half as far
10^{1} to 10^{2}	Protein synthesis	Some ribosomes synthesize proteins at a rate of 20 amino acids added per second
10^{4} to 10^{5}	Cell division	Prokaryotic cells can divide as rapidly as every hour or so; eukaryotic cell division varies greatly (from hours to years)
10^{7} to 10^{8}	Embryonic development	Human embryonic development takes 9 months (2.4×10^{8} sec)
10^{5} to 10^{9}	Life span	Human life expectancy is 77.6 years (about 2.5×10^{9} sec)
10^{18}	Evolution	The first organisms appeared 3.5×10^{9} years ago and evolution has continued since then

BIOMOLECOLE

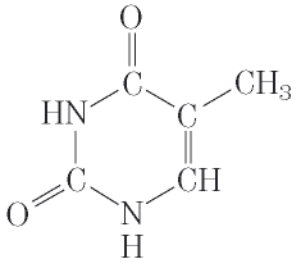
TABLE 2–5 Major Categories of Organic Molecules in the Body

Category	Percent of Body Weight	Majority of Atoms	Subclass	Subunits
Carbohydrates	1	C, H, O	Monosaccharides (sugars)	
			Polysaccharides	Monosaccharides
Lipids	15	C, H	Triacylglycerols	3 fatty acids + glycerol
			Phospholipids	2 fatty acids + glycerol + phosphate + small charged nitrogen molecule
			Steroids	
Proteins	17	C, H, O, N	Peptides	Amino acids
			Proteins	Amino acids
Nucleic acids	2	C, H, O, N	DNA	Nucleotides containing the bases adenine, cytosine, guanine, thymine, the sugar deoxyribose, and phosphate
			RNA	Nucleotides containing the bases adenine, cytosine, guanine, uracil, the sugar ribose, and phosphate

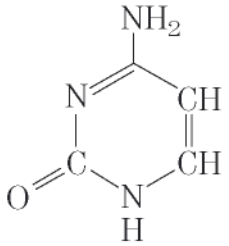
(b) I componenti degli acidi nucleici



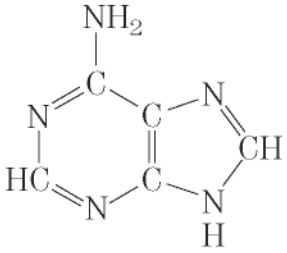
Uracile



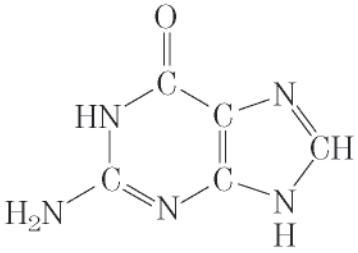
Timina



Citosina

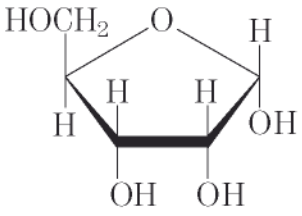


Adenina

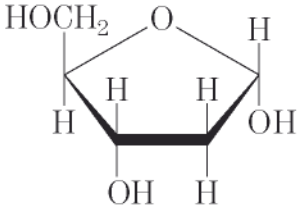


Guanina

Basi azotate

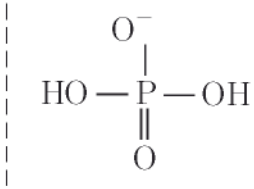


α-D-Ribosio



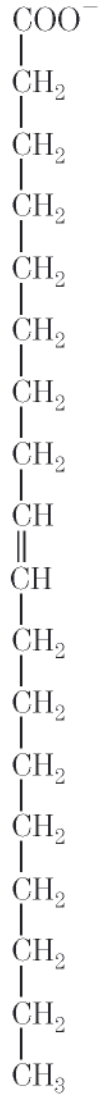
2-Deossi-α-D-ribosio

Zuccheri a cinque atomi di carbonio

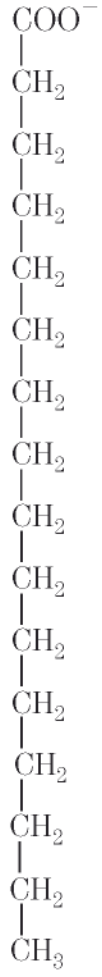


Fosfato

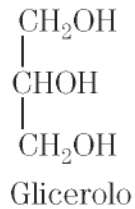
(c) Altri componenti dei lipidi



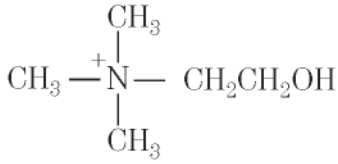
Acido oleico



Acido palmitico

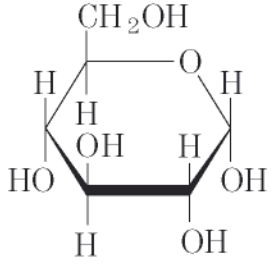


Glicerolo



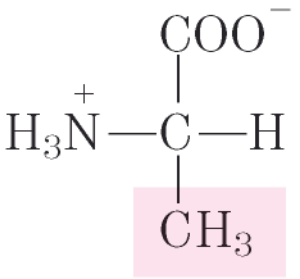
Colina

(d) Lo zucchero progenitore

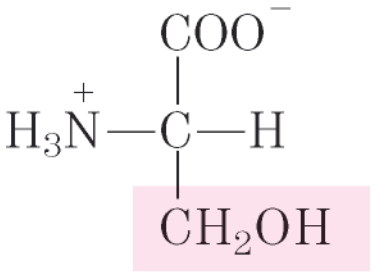


α-D-Glucosio

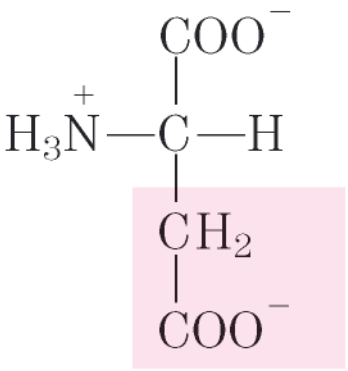
(a) Alcuni amminoacidi delle proteine



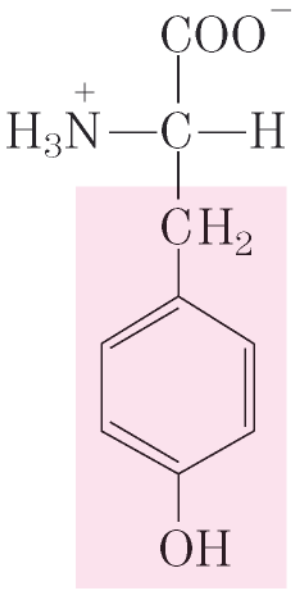
Alanina



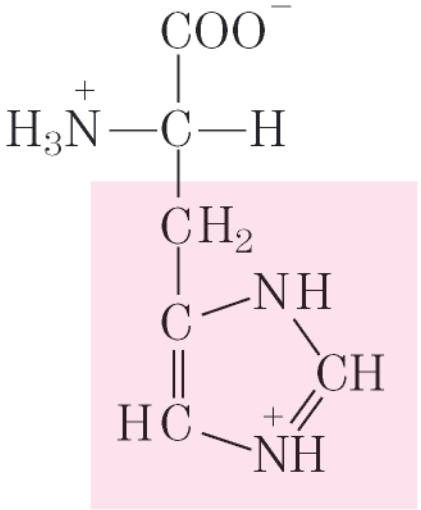
Serina



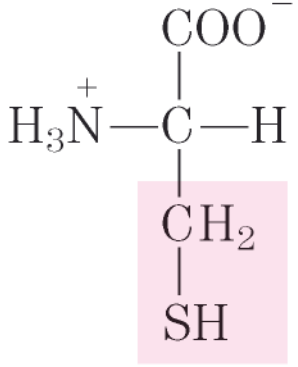
Acido aspartico



Tirosina



Istidina



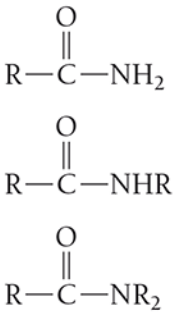
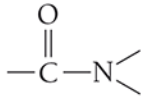
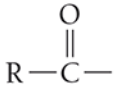
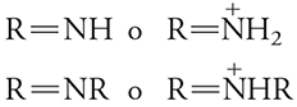
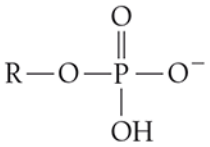
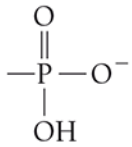
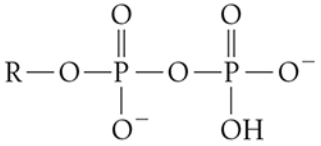
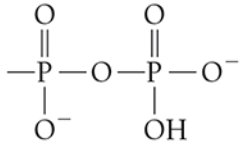
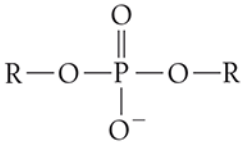
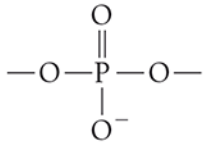
Cisteina

Gruppi funzionali e legami chimici in biochimica

TABELLA 1.2 Gruppi funzionali e tipi di legame comunemente riscontrabili in biochimica

Nome del composto	Struttura[a]	Gruppo funzionale o tipo di legame
Ammina[b]	RNH_2 o $R\overset{+}{N}H_3$ R_2NH o $R_2\overset{+}{N}H_2$ R_3N o $R_3\overset{+}{N}H$	$-N<$ o $-\overset{+}{N}-$ (gruppo amminico)
Alcol	ROH	—OH (gruppo ossidrilico)
Tiolo	RSH	—SH (gruppo solfidrilico)
Etere	ROR	—O— (legame etere)
Aldeide	$R-C(=O)-H$	$-C(=O)-$ (gruppo carbonilico)
Chetone	$R-C(=O)-R$	$-C(=O)-$ (gruppo carbonilico)
Acido carbossilico[b]	$R-C(=O)-OH$ o $R-C(=O)-O^-$	$-C(=O)-OH$ (gruppo carbossilico) o $-C(=O)-O^-$ (gruppo carbossilato)
Estere	$R-C(=O)-OR$	$-C(=O)-O-$ (legame estere) $R-C(=O)-$ (gruppo acilico)[c]
Tioestere	$R-C(=O)-SR$	$-C(=O)-S-$ (legame tioestere) $R-C(=O)-$ (gruppo acilico)[c]

Gruppi funzionali e legami chimici in biochimica

Amide		 (gruppo amidico)  (gruppo acilico)[c]
Immina (base di Schiff)[b]		(gruppo imminico)
Disolfuro		(ponte disolfuro)
Estere fosfato[b]		 (gruppo fosforilico)
Estere difosfato[b]		 (gruppo fosfoanidridico)
Diestere fosfato[b]		 (legame fosfodiesterico)

[a] R rappresenta un qualsiasi gruppo contenente carbonio. In una molecola con più di un gruppo R, i gruppi possono essere uguali o differenti.

[b] In condizioni fisiologiche questi gruppi sono ionizzati, quindi hanno una carica positiva o negativa.

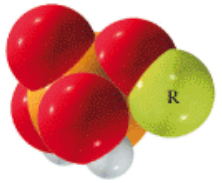
[c] Se unito a un atomo diverso dal carbonio.

che contiene un legame P-O-R. In questa figura l'acido fosforico è mostrato in forma non ionizzata. Sono mostrati anche i modelli space-filling dell'acido fosforico e del suo estere metilico: le sfere rosse rappresentano l'ossigeno, quelle bianche l'idrogeno, quelle verdi il carbonio, quelle arancio il fosforo.

Acido fosforico

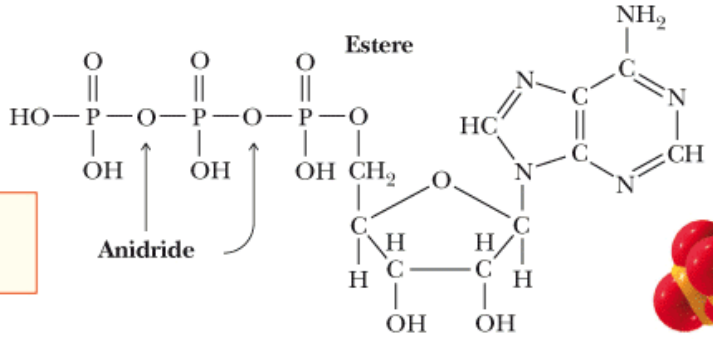
Alcol

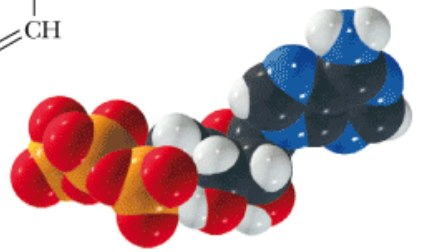
Un estere dell'acido fosforico



Anidride dell'acido fosforico

2 La reazione tra due molecole di acido fosforico per formare un'anidride, che contiene un legame P-O-P. È mostrato il modello space-filling dell'anidride fosforica.





3 La struttura dell'ATP (adenosin trifosfato), con evidenziati il legame estere e i due legami anidridici.

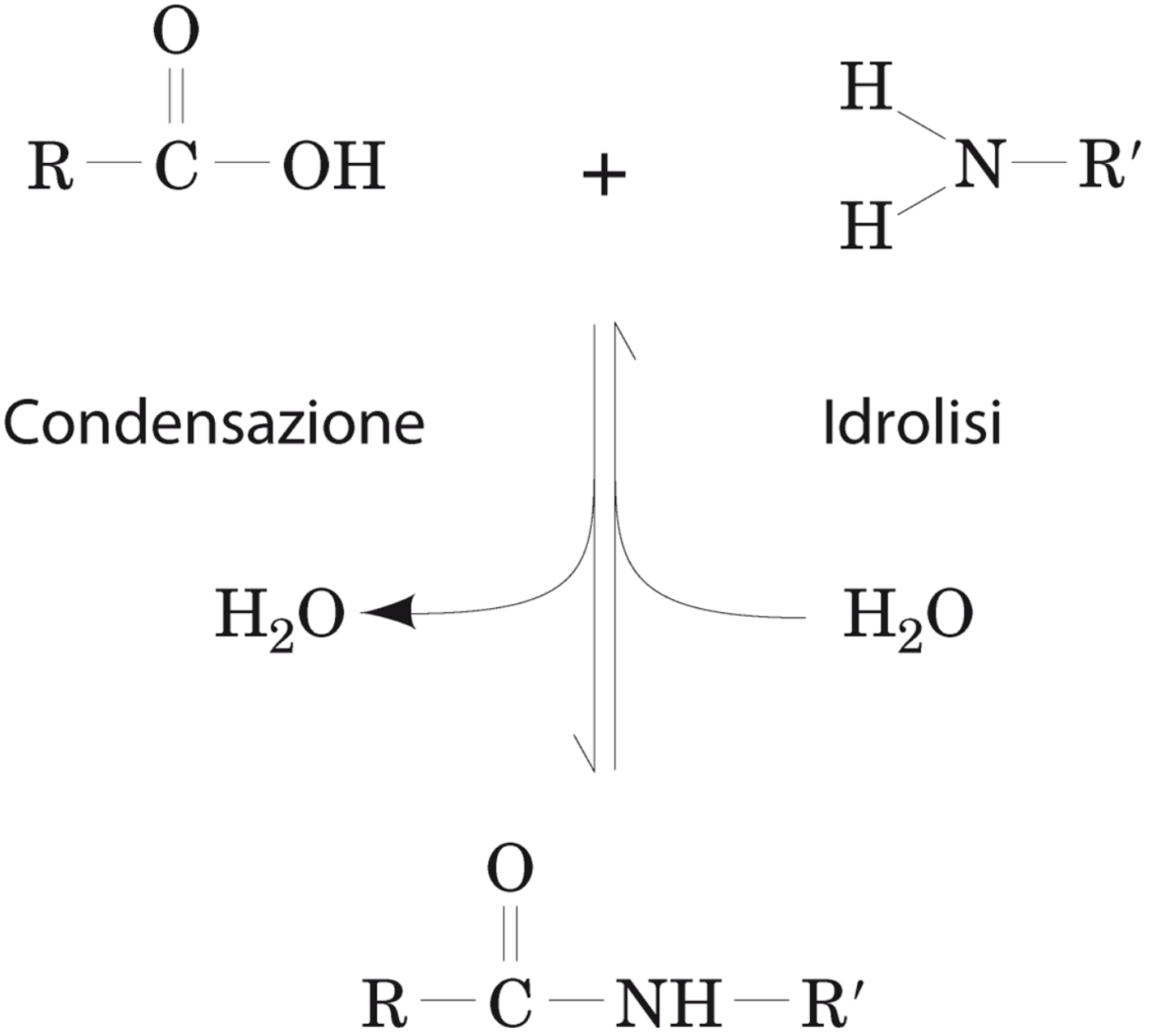
■ **FIGURA 1.2** L'ATP e le reazioni per la sua formazione.

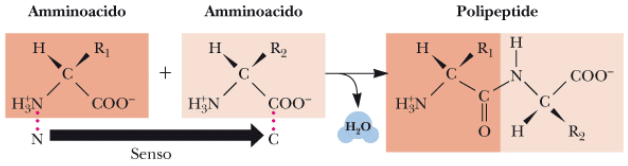
I polimeri biologici

TABELLA 1.3 I principali polimeri di interesse biologico e i monomeri che li compongono

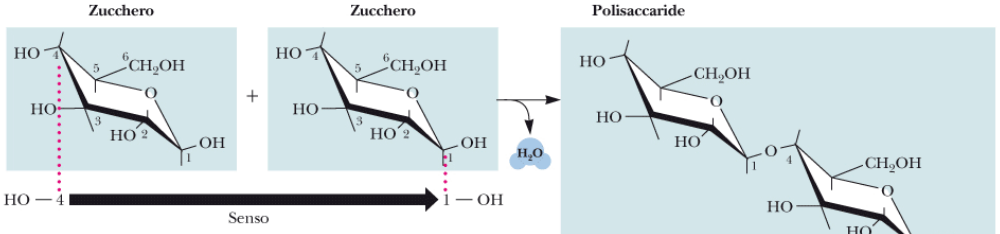
Polimero	Monomero
Proteina (polipeptide)	Amminoacido
Acido nucleico (polinucleotide)	Nucleotide
Polisaccaride (carboidrato complesso)	Monosaccaride (carboidrato semplice)

Reazioni tra acidi carbossilici e ammine

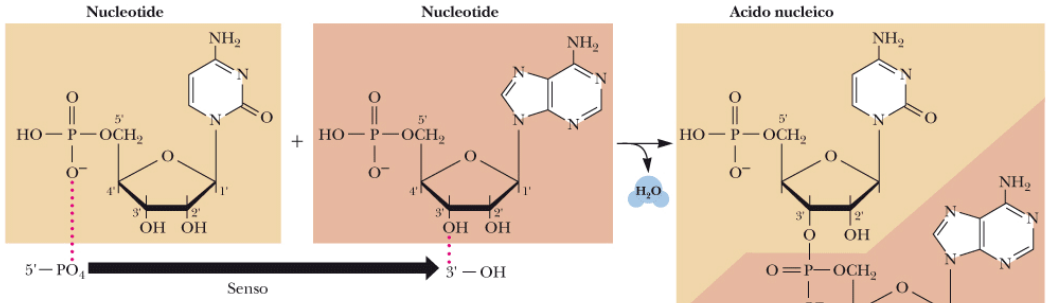




A Gli amminoacidi formano proteine congiungendo il carbossile di un amminoacido con il gruppo amminico del successivo.



B I polisaccaridi si formano congiungendo il primo carbonio di uno zucchero con il quarto carbonio dello zucchero successivo.



C Negli acidi nucleici l'ossidrile in 3' nell'anello del ribosio di un nucleotide si lega all'ossidrile del fosfato presente in posizione 5' nell'anello del ribosio di un altro nucleotide adiacente. Tutte queste reazioni di polimerizzazione comportano l'eliminazione di una molecola d'acqua.

■ **FIGURA 1.6** **Direzionalità nelle macromolecole.** Le macromolecole biologiche e le loro unità costitutive hanno un "verso", o una direzionalità.

Introduzione alla chimica della vita

Punto di verifica:

- Quali sono i quattro elementi che compaiono praticamente in tutte le molecole biologiche?
- Quali sono i principali gruppi funzionali di interesse biologico? Che caratteristiche chimiche possiedono?
- Quale sono le principali classi di biomolecole? Che definizione ne darebbe un chimico organico?
- Che cosa sono i bio-elementi? Nominate i principali macroelementi e microelementi.
- Schematizzate una semplice reazione di condensazione e idrolisi.