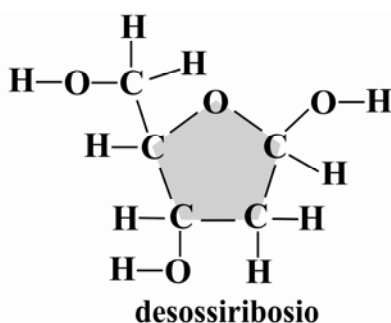
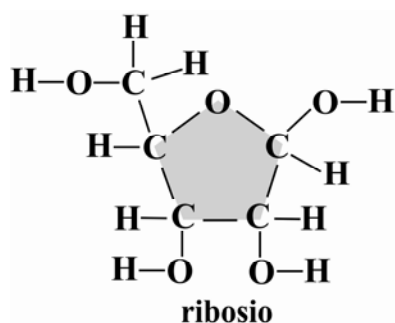
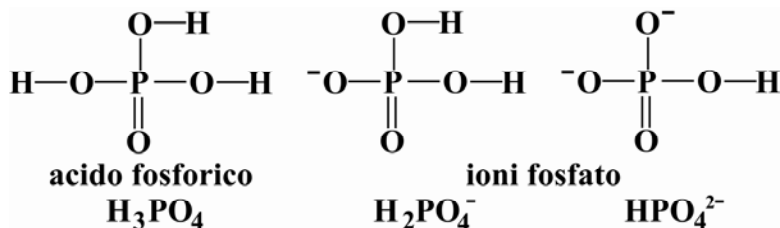


15 - ACIDI NUCLEICI

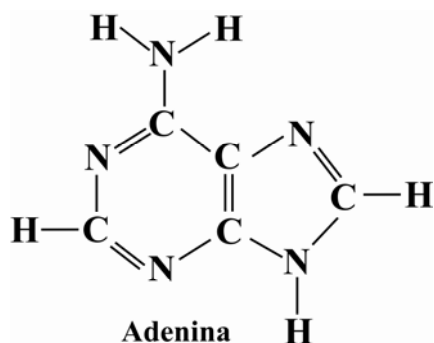
Gli acidi nucleici sono sostanze organiche complesse, insiemi di molecole particolari: **gruppi fosfato**, **zucchero** e **basi azotate**.

GRUPPI FOSFATO (vedi scheda 7). Gruppi di atomi derivanti dalla molecola di acido fosforico; per comodità (per evitare la scrittura di insiemi costituiti da 5 o 6 atomi e perché non è facile ricordarsi le loro formule, si possono rappresentare con il simbolo “P”, la lettera iniziale della parola *Phosphoreum* (fosforo), l'elemento caratterizzante. A livello grafico (nel caso in cui si ritenga utile effettuare dei disegni) si può ricorrere al simbolo “□”.



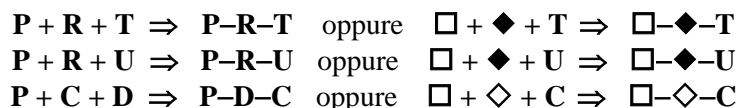
ZUCCHERO (vedi scheda 6). Precisamente due monosaccaridi pentosi (costituiti da 5 atomi di carbonio): **ribosio** (simboli “R” oppure “◆”) e **desossiribosio** (simboli “D” oppure “◇”). Il primo ha formula $C_5H_{10}O_5$, mentre il secondo presenta un atomo di ossigeno in meno ($C_5H_{10}O_4$), da cui la denominazione “desossi” davanti

al termine “*ribosio*”. La complessità di tali molecole fa capire perché è più conveniente ricorrere ai simboli.



BASI AZOTATE (vedi scheda 12). Abbiamo già avuto modo di verificare la complessità di tali molecole e quello rappresentato a fianco costituisce un esempio. Le basi azotate che interessano sono cinque: **Adenina (A)**; **Guanina (G)**; **Timina (T)**; **Uracile (U)** e **Citosina (C)**.

NUCLOETIDE. È una molecola che abbiamo già visto a proposito dell'adenosinmonofosfato (vedi scheda 12), cioè l'unione di tre molecole: zucchero (ribosio o desossiribosio) + gruppo fosfato + base azotata. Utilizzando i simboli si possono proporre i seguenti esempi di nucleotidi:



Gli acidi nucleici sono distinti in due tipi, entrambi caratterizzati dalla presenza del gruppo fosfato e distinguibili a seconda di quale zucchero e di quali base azotate sono composti:

	base azotata	zucchero	nucleotidi
Acido RiboNucleico (RNA)	Adenina	Ribosio	$\square-\blacklozenge-A$
	Uracile		$\square-\blacklozenge-T$
	Citosina		$\square-\blacklozenge-U$
	Guanina		$\square-\blacklozenge-G$
Acido DesossiRibonucleico (DNA)	Adenina	Desossiribosio	$\square-\diamond-A$
	Timina		$\square-\diamond-T$
	Citosina		$\square-\diamond-C$
	Guanina		$\square-\diamond-G$

In sintesi si tratta di due sostanze molto simili:

- presentano entrambe il gruppo fosfato;
- tre basi azotate sono identiche (**A**denina, **C**itosina e **G**uanina); la quarta base azotata è l'**U**racile per l'RNA e la **T**imina per il DNA;
- entrambe presentano uno zucchero pentoso, il **R**ibosio per l'RNA e il **D**esossiribosio per il DNA.

A cosa servono gli acidi nucleici? Prima di rispondere conviene riflettere sul termine “**progetto**”, ricorrendo ad un esempio. Immaginiamo l'acquisto di un videoregistratore e di predisporlo vicino al televisore. Non basta il pensiero per far funzionare l'apparecchio; occorre effettuare i giusti collegamenti dei diversi cavi con il video e con la presa di tensione, programmare i canali ed imparare ad usare i numerosi tasti in modo corretto. Sono procedure non sempre facili, ma per fortuna si può consultare il “*libretto di istruzioni*”; questo è normalmente è una dispensa di una decina di pagine che illustra ciò che occorre per il buon funzionamento.

Ma se il “*libretto di istruzioni*” spiega come funziona l'apparecchio, ciò non significa che esso possa essere definito un “*progetto*”. Con esso si impara a “*far funzionare*” e non a capire “*come funziona*” o “*come è fatto*” il videoregistratore. D'altra parte a noi importa solamente utilizzare l'apparecchio per quel che serve e non a sapere come è stato costruito, come sono stati realizzati i singoli pezzi che lo costituiscono e come sono stati montati, quali sono gli strumenti e gli attrezzi necessari per la costruzione, quali fenomeni elettrici e meccanici si manifestano quando premiamo il tasto play, come è possibile che le immagini passino dal nastro al video,... Mica dobbiamo costruircelo! Ci limitiamo ad utilizzarlo senza tanti pensieri ed il “*libretto di istruzioni*” è più che sufficiente per i nostri scopi.

Se ci interessa imparare tutto sul videoregistratore, il semplice “*libretto di istruzioni*” è insufficiente. È necessario disporre di un vero e proprio “*progetto*” che non si limita a descrivere le procedure per l'uso corretto, ma fornisce anche tutte le informazioni necessarie per la costruzione. Se il “*libretto di istruzioni*” è una dispensa di una decina di pagine, il “*progetto*” è un libro molto spesso e con grandi pagine. Un conto è imparare ad usare l'apparecchio, ben altra cosa è la conoscenza dell'insieme di tutte le procedure necessarie per la sua costruzione.

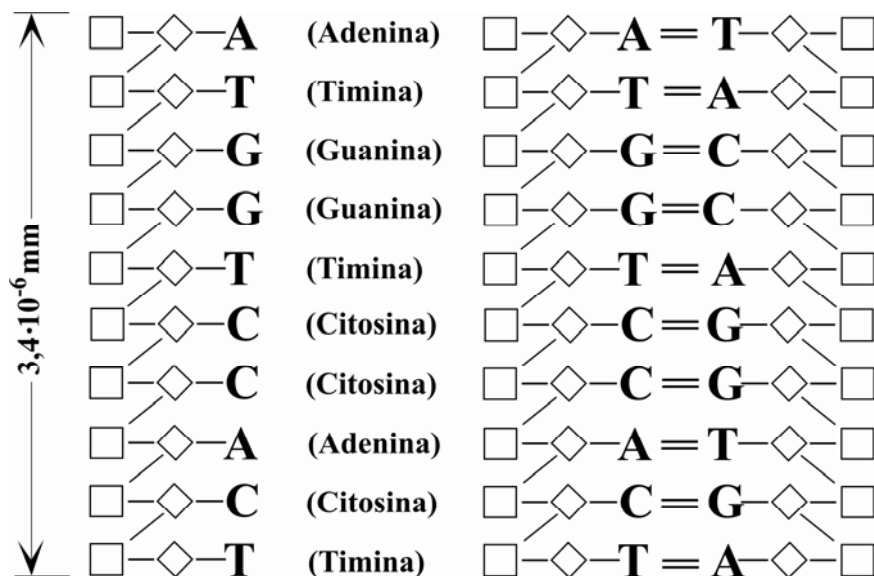
Il “*progetto*” di un videoregistratore, di un telefono cellulare, di una automobile,... è la descrizione dettagliata e precisa dei materiali che compongono l'oggetto, dei modi con cui vengono adoperati, delle tecniche necessarie al montaggio, degli strumenti e degli attrezzi necessari alle diverse operazioni,... ed anche del modo con cui funziona. La descrizione è corredata da disegni, schemi, tavole, diagrammi,... per aiutare i costruttori ad effettuare correttamente le procedure. Il “*progetto*” è tanto più grande (in termini materiali, cioè di ingombro spaziale) quanto più complesso è l'oggetto che si intende realizzare. Per scrivere le istruzioni necessarie alla costruzione una barchetta di carta è sufficiente un testo di un paio di pagine, magari corredata da qualche illustrazione. Per scrivere le istruzioni necessarie alla costruzione di un palazzo è necessario un testo di centinaia di pagine, con numerose illustrazioni, molte delle quali su fogli di carta grandi come lenzuola. È importante sottolineare il fatto che il “*progetto*” deve essere ben realizzato, cioè deve permettere a chiunque, purché abbia le competenze per leggerlo e comprenderlo, di realizzare correttamente l'oggetto.

Abbiamo considerato, quali esempi, oggetti piuttosto comuni. Immaginiamo di costruire un organismo, uno fra i meno ingombranti e forse più semplice da realizzare, per esempio una pianta di margherita; è sufficiente disporre di un “*progetto*”. Si tratta di fantascienza? Non proprio! Forse se disponessimo veramente del “*progetto*” della pianta di margherita (e degli attrezzi giusti), potremmo costruirla. Un problema consisterebbe nelle dimensioni del “*progetto*”. Infatti la pianta della margherita è un sistema enormemente più complesso del più complesso dei marchingegni mai costruiti dall'uomo. Il “*progetto*” della pianta della margherita è forse grande come una enciclopedia costituita da enormi volumi. Immaginiamo allora quanto potrebbe essere grande il “*progetto*” necessario per costruire un essere umano, il più complesso sistema che oggi conosciamo.

Le considerazioni appena espresse non sono fantasia, ma realtà. Entro il corpo di ogni organismo, grande o piccolo, vegetale o animale, acquatico o terrestre,... è presente un “*progetto*” che illustra nel dettaglio come è fatto e come funziona l'organismo stesso. Ma come è possibile che il nostro corpo di umani possa contenere un “*progetto*” di così grandi dimensioni. Inoltre esso è in duplice copia, anzi milioni, miliardi di copie. Difficile da credere, ma ciò dipende dall'abitudine di utilizzare un sistema di comunicazione scritta mediante simboli grafici sulla carta. Una enciclopedia contiene una grande quantità di informazioni, ma occupa da sola mezza libreria. Ma lo stesso numero di informazioni, trascritte con un linguaggio diverso

(informatico) può essere contenuto in un supporto di dimensioni enormemente più piccole, per esempio in un disco dentro un computer.

Gli organismi utilizzano una forma di linguaggio con la quale è possibile immagazzinare una quantità enorme di informazioni in uno spazio infinitamente piccolo. Si tratta di un linguaggio chimico che sarà oggetto di futuro approfondimento; per ora ci limitiamo ad affermare che tale linguaggio dipende dalla capacità dei nucleotidi di legarsi tra loro per formare lunghe catene, dette **polinucleotidi**. C'è ancora molto da studiare, ma almeno abbiamo capito **l'importanza degli acidi nucleici: sostanze organiche utilizzate dagli organismi per la redazione, mediante un linguaggio chimico, dei progetti sulle loro strutture e funzioni; ogni organismo esiste perché dotato di un "progetto" e sopravvive oltre alla sua morte, perché nel tempo il suo progetto viene conservato, cioè trasmesso di generazione in generazione.**



I polinucleotidi sono catene di nucleotidi legati fra loro. La figura a fianco rappresenta una catena di DNA costituita da 10 unità. Essa è lunga poco più di 3 milionesimi di millimetro. Se la catena fosse costituita da 10.000 nucleotidi essa risulterebbe ancora piccolissima: appena 3 millesimi di millimetro. In realtà le cose sono un poco più complicate, in quanto le basi azotate tendono a legarsi a quelle appartenenti ad altri nucleotidi. Si forma quindi una doppia catena che ha una caratteristica particolare; le basi azotate si legano tra loro median-

te due soli possibili accoppiamenti: Adenina con Timina ($A=T$) e Guanina con Citosina ($G=C$). La doppia catena assume quindi la forma di una scala a pioli, dove i due assi portanti sono costituiti dagli insiemi "fosfato + zucchero", mentre i pioli sono costituiti dalle coppie fisse di basi azotate.

La doppia catena potrebbe essere paragonata anche ad una sorta di nastro (di carta o di stoffa). Immaginiamo ora di mantenere ferma una estremità e di ruotare quella opposta: il nastro assume la forma di una spirale e, come importante conseguenza, si accorcia; diventa cioè meno ingombrante, fino anche alla metà della lunghezza iniziale. Ciò significa che una doppia catena, costituita da due sequenze di 10.000 nucleotidi ciascuna, avvolta spirale, è lunga circa 1,5 millesimi di millimetro. Se poi immaginiamo ancora un "aggrovigliamento" di tale struttura, allora lo spazio che occupa diventa ancora più piccolo. Infine se consideriamo che la sequenza dei nucleotidi (o meglio delle basi azotate) rappresenta un modo di codificazione di un insieme di informazioni, allora si dovrebbe comprendere come funziona il linguaggio chimico che permette di immagazzinare una mole enorme di informazioni in pochissimo spazio. Il problema consiste nel trovare la chiave di traduzione di tale linguaggio chimico (il *codice*), ma questo è un argomento che sarà affrontato in seguito.

Quanto appena illustrato è valido per l'acido desossiribonucleico (DNA). Per quanto riguarda l'RNA (acido ribonucleico) dobbiamo semplicemente ricordarci di sostituire la base azotata Timina con l'Uracile e lo zucchero desossiribosio con il ribosio. Vedremo che i due acidi hanno funzioni diverse nel modo di rappresentare e gestire le informazioni legate al progetto.