

Come si costruiscono le molecole

in natura ed in laboratorio

Giuseppe Macino

E Dio creo' la luce



THE BIG BANG THEORY

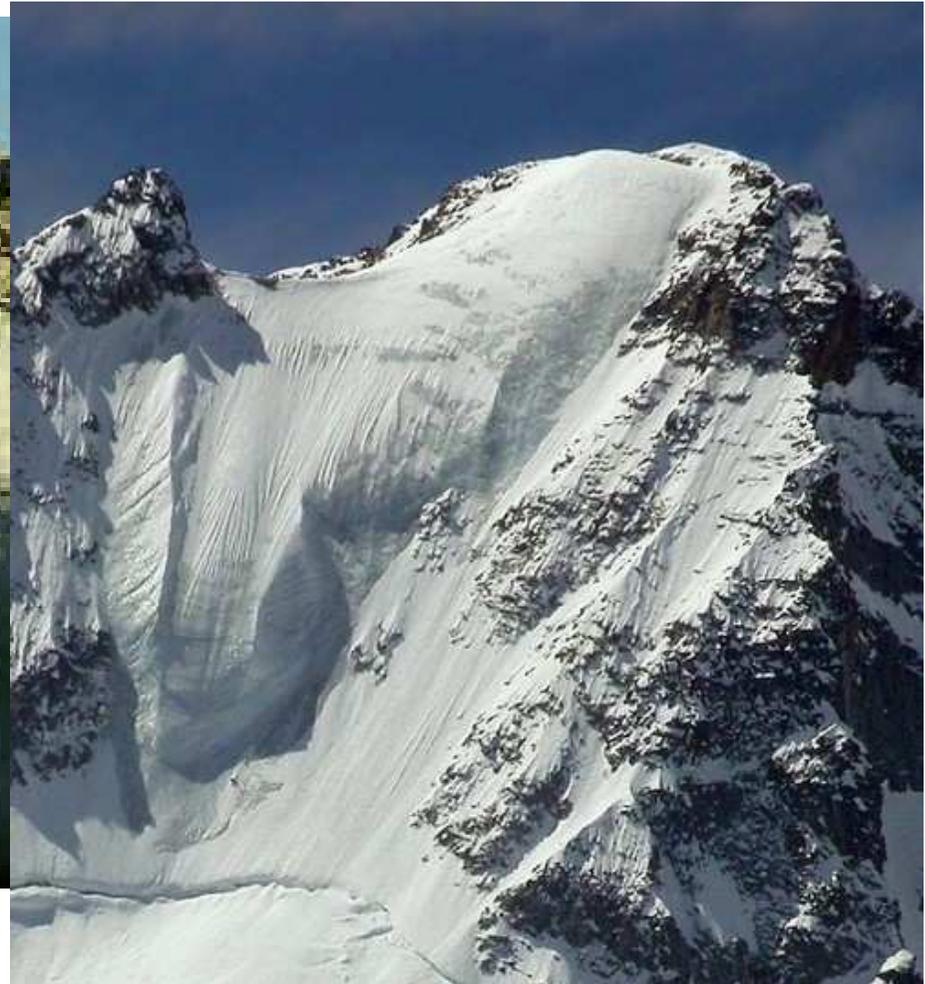
The belief that in the beginning there was nothing...which exploded.



Cosa tiene insieme tutta la materia
che forma la terra?



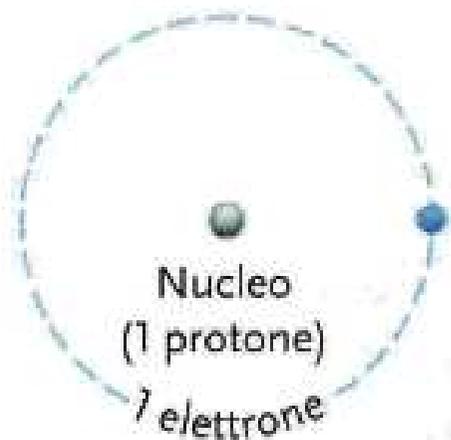
Tutto questo e' costituito da
ELEMENTI



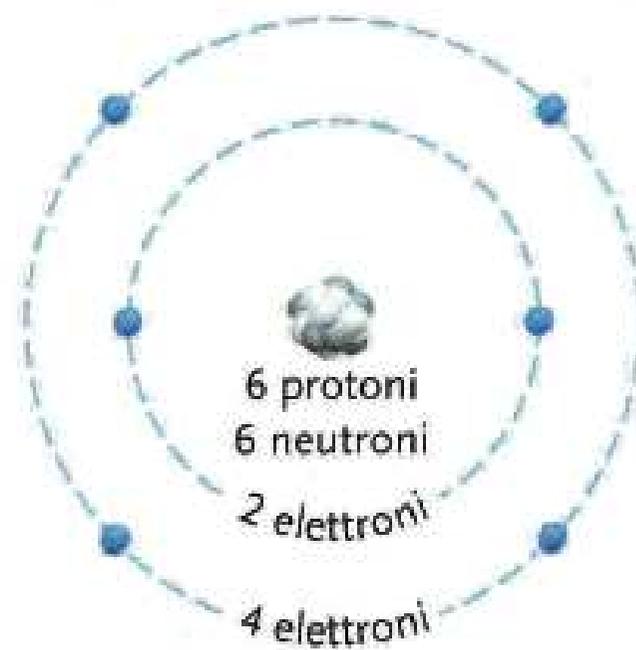
Gli elementi

- L'ossigeno e' un elemento- un sostanza pura che NON puo' essere scissa in sostanze piu' piccole per mezzo di tecniche chimiche o fisiche ordinarie.
- Gli elementi sono 92 (perche' solo 92?)
- Tutta la materia dell'UNIVERSO, ossia tutto cio' che occupa uno spazio o possiede una massa e' composta da elementi o combinazioni di elementi

a. Idrogeno



b. Carbonio



Struttura dell'atomo

- Tutti gli atomi (elementi) condividono la stessa struttura di base
- Il nucleo costituisce il 99.999% della massa ma gli elettroni costituiscono il 99.999% del volume.
- Quindi la materia e' praticamente vuota

Isotopi dell'idrogeno



${}^1\text{H}$

1 protone

numero atomico = 1
numero di massa = 1



${}^2\text{H}$ (deuterio)

1 protone
1 neutrone

numero atomico = 1
numero di massa = 2



${}^3\text{H}$ (trizio)

1 protone
2 neutroni

numero atomico = 1
numero di massa = 3

Isotopi del carbonio



${}^{12}\text{C}$

6 protoni
6 neutroni

numero atomico = 6
numero di massa = 12



${}^{13}\text{C}$

6 protoni
7 neutroni

numero atomico = 6
numero di massa = 13

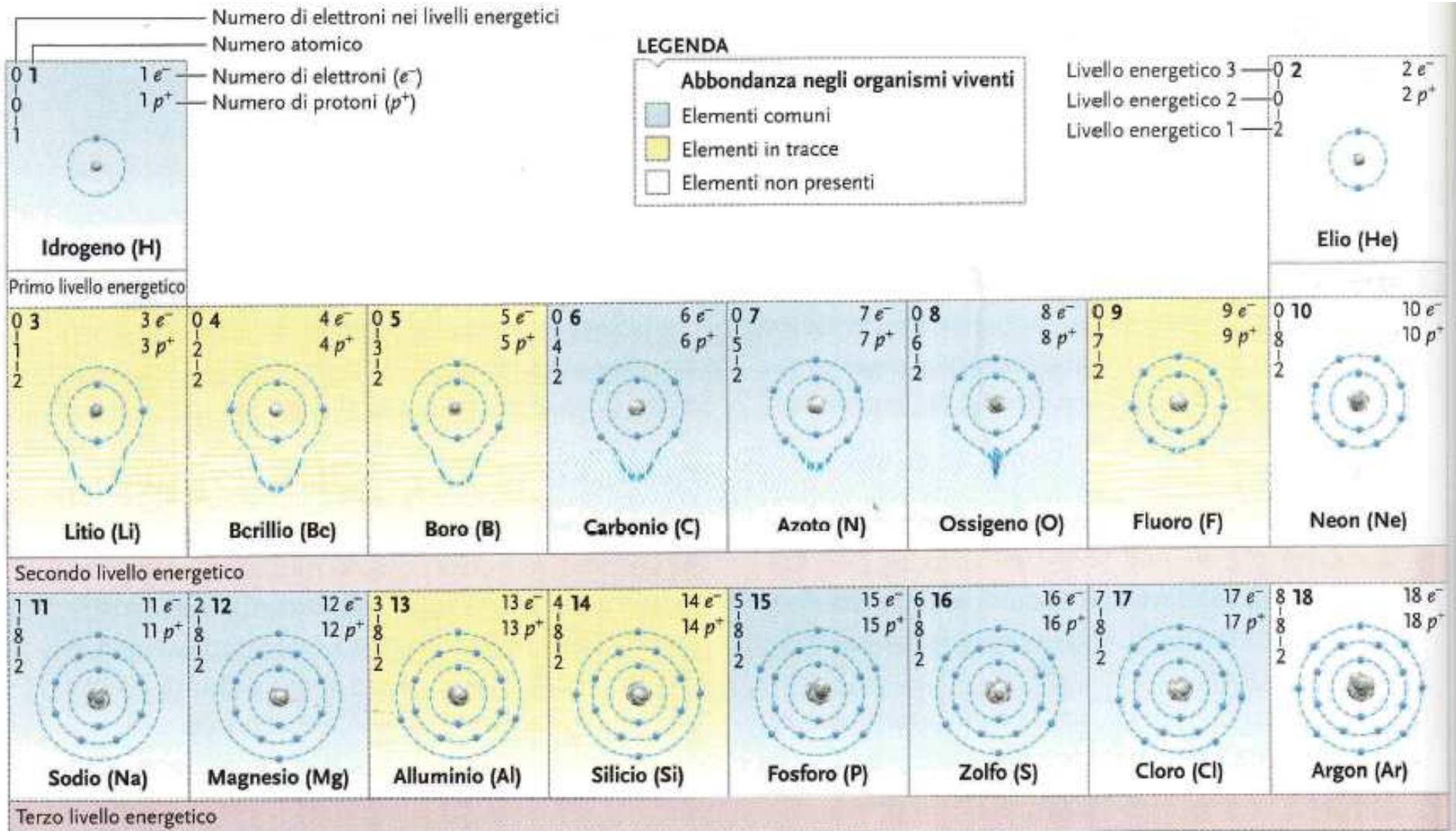


${}^{14}\text{C}$

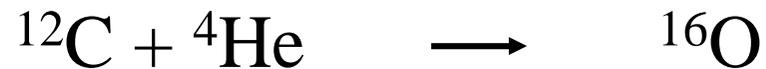
6 protoni
8 neutroni

numero atomico = 6
numero di massa = 14

Gli elettroni sono sistemati su piu' orbite



Come si sono formati gli elementi?
Per somma dei nuclei.
Dove? Nelle pile atomiche delle stelle

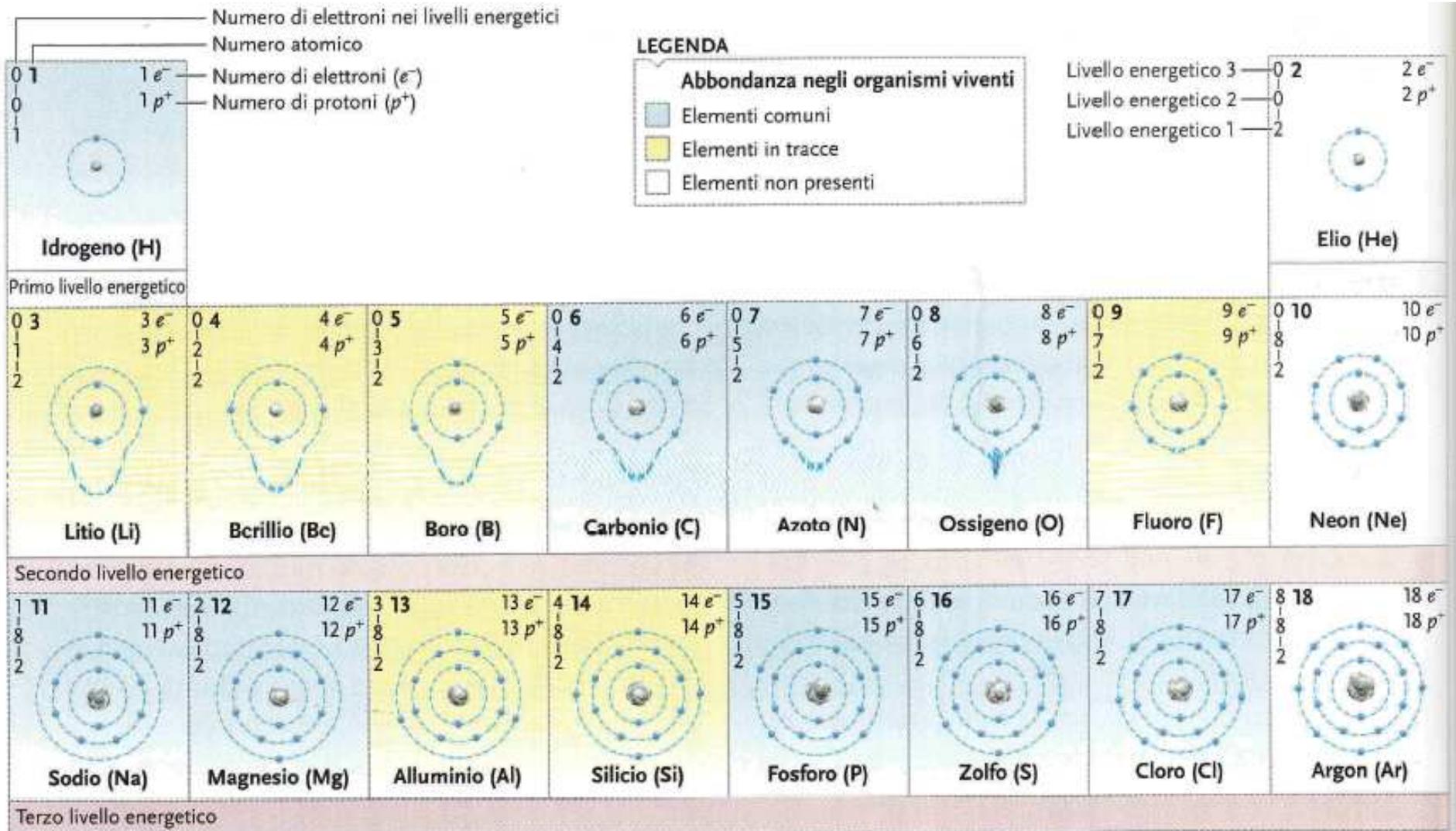


Siamo fatti di polvere di stelle

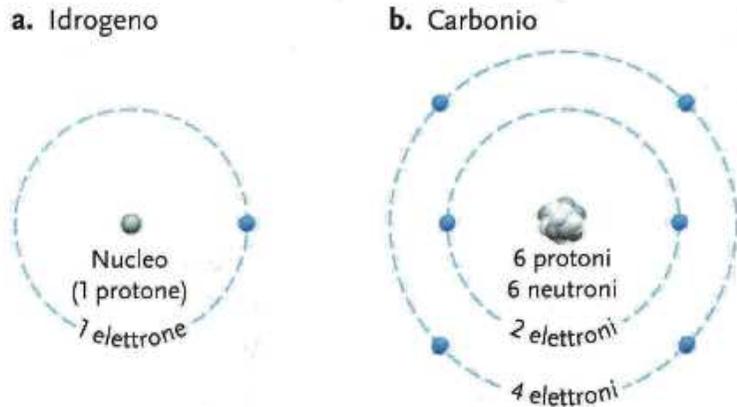
Gli elementi sono composti da atomi,
che si combinano a formare molecole

- Gli atomi combinati chimicamente,
secondo rapporti e numeri
stabiliti, costituiscono le molecole

Gli elettroni sono sistemati su piu' orbite



Perche' gli atomi tendono a combinarsi?



- Il numero di elettroni del livello energetico piu' esterno di un atomo determina la sua attivita' chimica
- Caso dell'idrogeno che cede facilmente il suo unico elettrone, ossigeno molto avido che si combina con tutto e tutti, carbonio con quattro legami che forma enormi catene e strutture complesse
- Possono perdere elettroni esterni e diventano ioni

Gli elementi sono composti da atomi, che si combinano a formare molecole

- Le proprietà delle molecole sono diverse dalle proprietà degli atomi ad esempio l'acqua è liquida ma è costituita da idrogeno ed ossigeni che sono gassosi (perché?)
- Es. Legno, ferro, cemento

Cosa tiene insieme gli atomi che formano molecole

- Cosa tiene insieme gli atomi che non scoppiano mentre se bombardati lo fanno(fissione)
- Foto di bomba atomica e liberano l'energia che e' contenuta nella loro massa
- La forza di attrazione si manifesta su larga scala (galassie) e su nano scala (atomi che si legano per formare molecole)



Composizione chimica della MATERIA

Acqua di mare		Essere umano		Zucca		Crosta terrestre	
Ossigeno	88,3	Ossigeno	65,0	Ossigeno	85,0	Ossigeno	46,6
Idrogeno	11,0	Carbonio	18,5	Idrogeno	10,7	Silicio	27,7
Cloro	1,9	Idrogeno	9,5	Carbonio	3,3	Alluminio	8,1
Sodio	1,1	Azoto	3,3	Potassio	0,34	Ferro	5,0
Magnesio	0,1	Calcio	2,0	Azoto	0,16	Calcio	3,6
Zolfo	0,09	Fosforo	1,1	Fosforo	0,05	Sodio	2,8
Potassio	0,04	Potassio	0,35	Calcio	0,02	Potassio	2,6
Calcio	0,04	Zolfo	0,25	Magnesio	0,01	Magnesio	2,1
Carbonio	0,003	Sodio	0,15	Ferro	0,008	Altri elementi	1,5
Silicio	0,0029	Cloro	0,15	Sodio	0,001		
Azoto	0,0015	Magnesio	0,05	Zinco	0,0002		
Stronzio	0,0008	Ferro	0,004	Rame	0,0001		
		Iodio	0,0004				



Gli organismi viventi sono composti da circa 25 elementi chiave

- Quattro elementi-carbinio, idrogeno, ossigeno, azoto costituiscono da soli oltre il 96% del peso degli organismi viventi

Acqua di mare	
Ossigeno	88,3
Idrogeno	11,0
Cloro	1,9
Sodio	1,1
Magnesio	0,1
Zolfo	0,09
Potassio	0,04
Calcio	0,04
Carbonio	0,003
Silicio	0,0029
Azoto	0,0015
Stronzio	0,0008

Essere umano	
Ossigeno	65,0
Carbonio	18,5
Idrogeno	9,5
Azoto	3,3
Calcio	2,0
Fosforo	1,1
Potassio	0,35
Zolfo	0,25
Sodio	0,15
Cloro	0,15
Magnesio	0,05
Ferro	0,004
Iodio	0,0004

Zucca	
Ossigeno	85,0
Idrogeno	10,7
Carbonio	3,3
Potassio	0,34
Azoto	0,16
Fosforo	0,05
Calcio	0,02
Magnesio	0,01
Ferro	0,008
Sodio	0,001
Zinco	0,0002
Rame	0,0001

Crosta terrestre	
Ossigeno	46,6
Silicio	27,7
Alluminio	8,1
Ferro	5,0
Calcio	3,6
Sodio	2,8
Potassio	2,6
Magnesio	2,1
Altri elementi	1,5



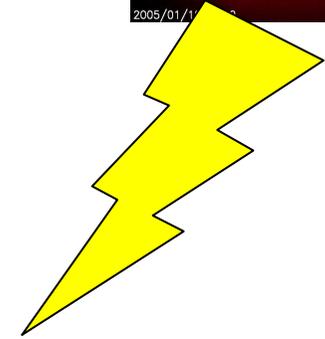
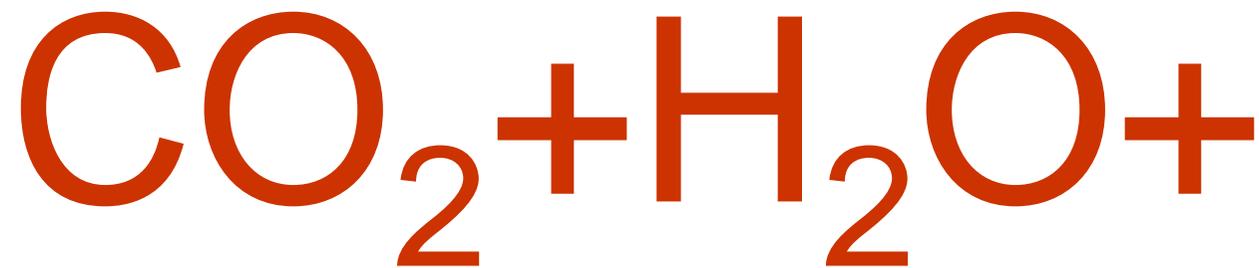
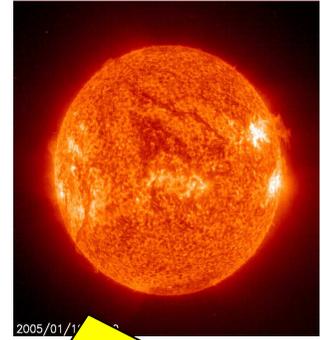
Steve Lissau/Rainbow



Frank Pore

Se l'ossigeno si combina con tutto,
perche' c'e' ne e' ancora di libero
nell'atmosfera?

Fotosintesi



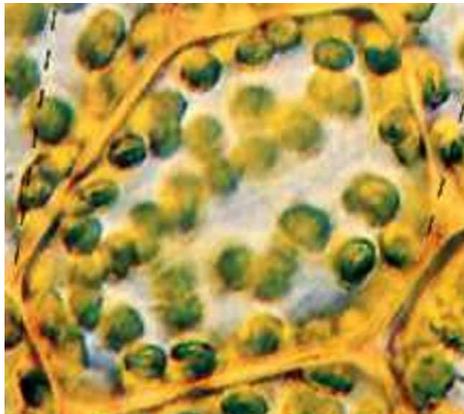
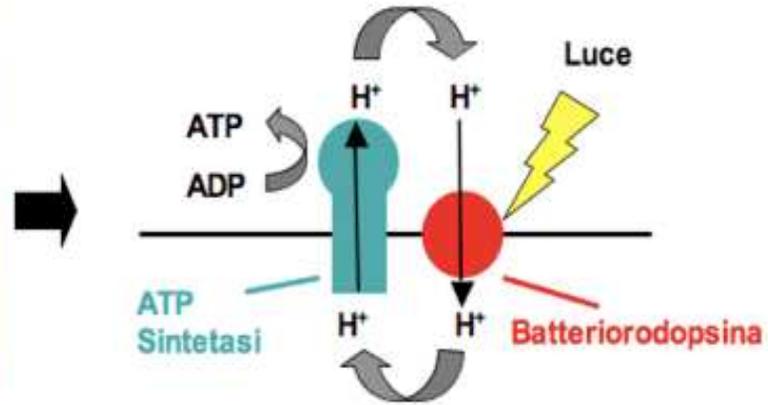
E = zuccheri +

O_2

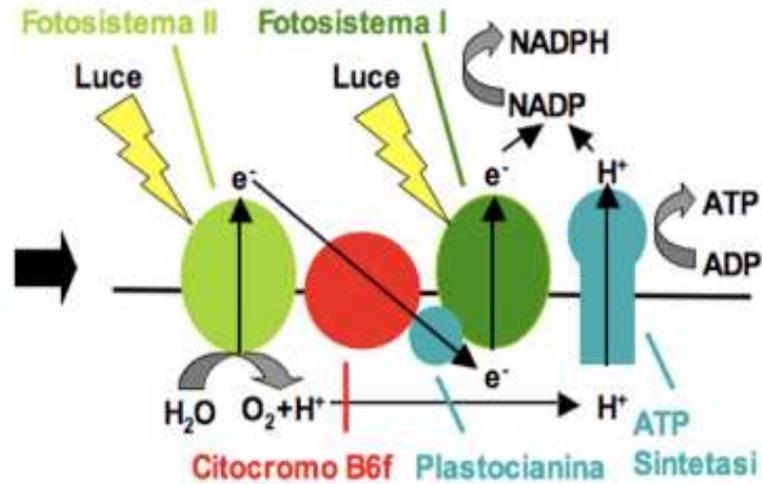
Fotosintesi accumula energia dal sole e fissa la CO2



Halobacterium



Piante



I legami chimici

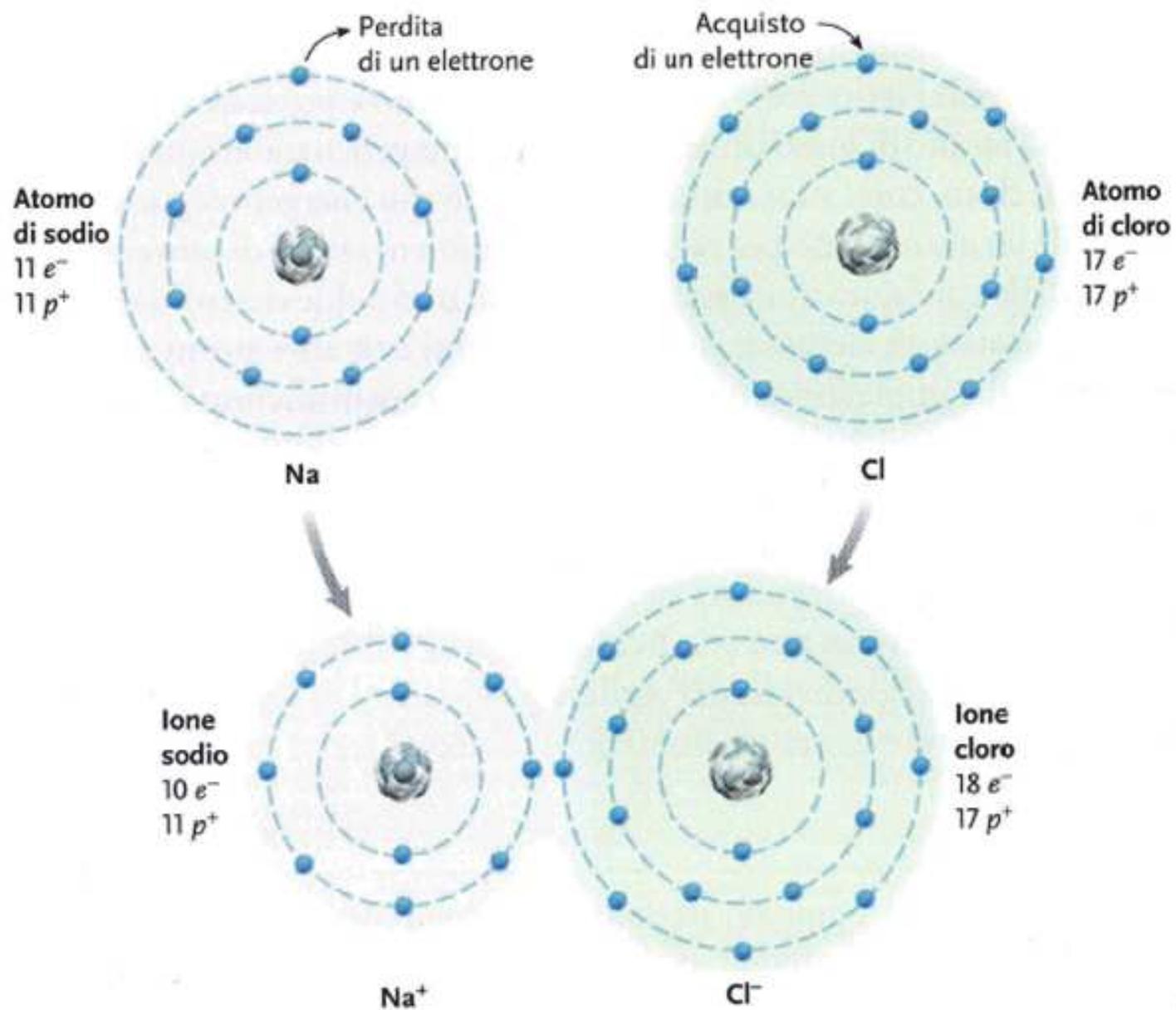
- **Legami ionici** tra atomi che hanno perso o acquisito elettroni
- **Legami covalenti** ottenuti dalla condivisione di elettroni
- **Legami idrogeno** non covalenti con condivisione NON EQUA tra atomi
- **Forse di van der Waals** deboli attrazioni molecolari che agiscono su piccolissima distanza

Esempio di legame ionici

- Sale da cucina



a. Formazione di un legame ionico tra sodio e cloro



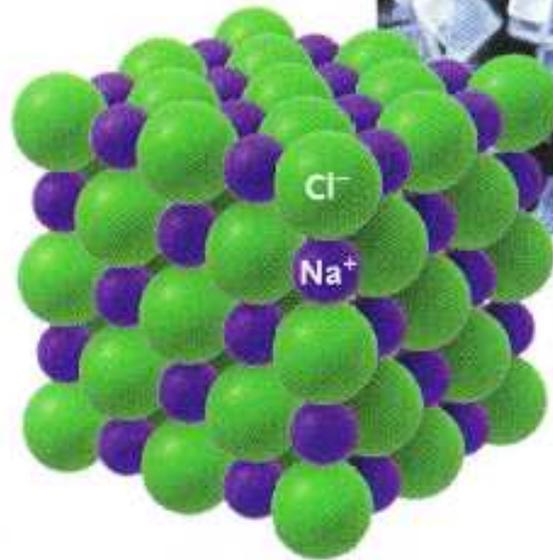
b. Cristalli di cloruro di sodio (NaCl)



Bruce Iverson



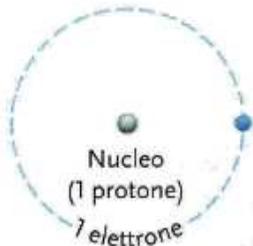
1 mm



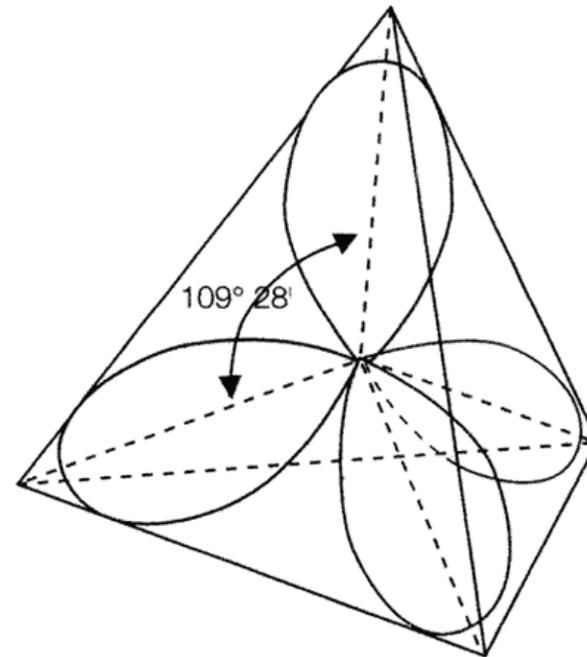
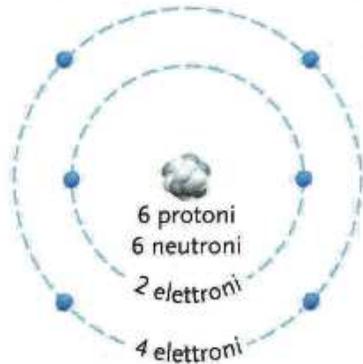
Legami covalenti

- Schema con due atomi con doppietto elettronico in comune

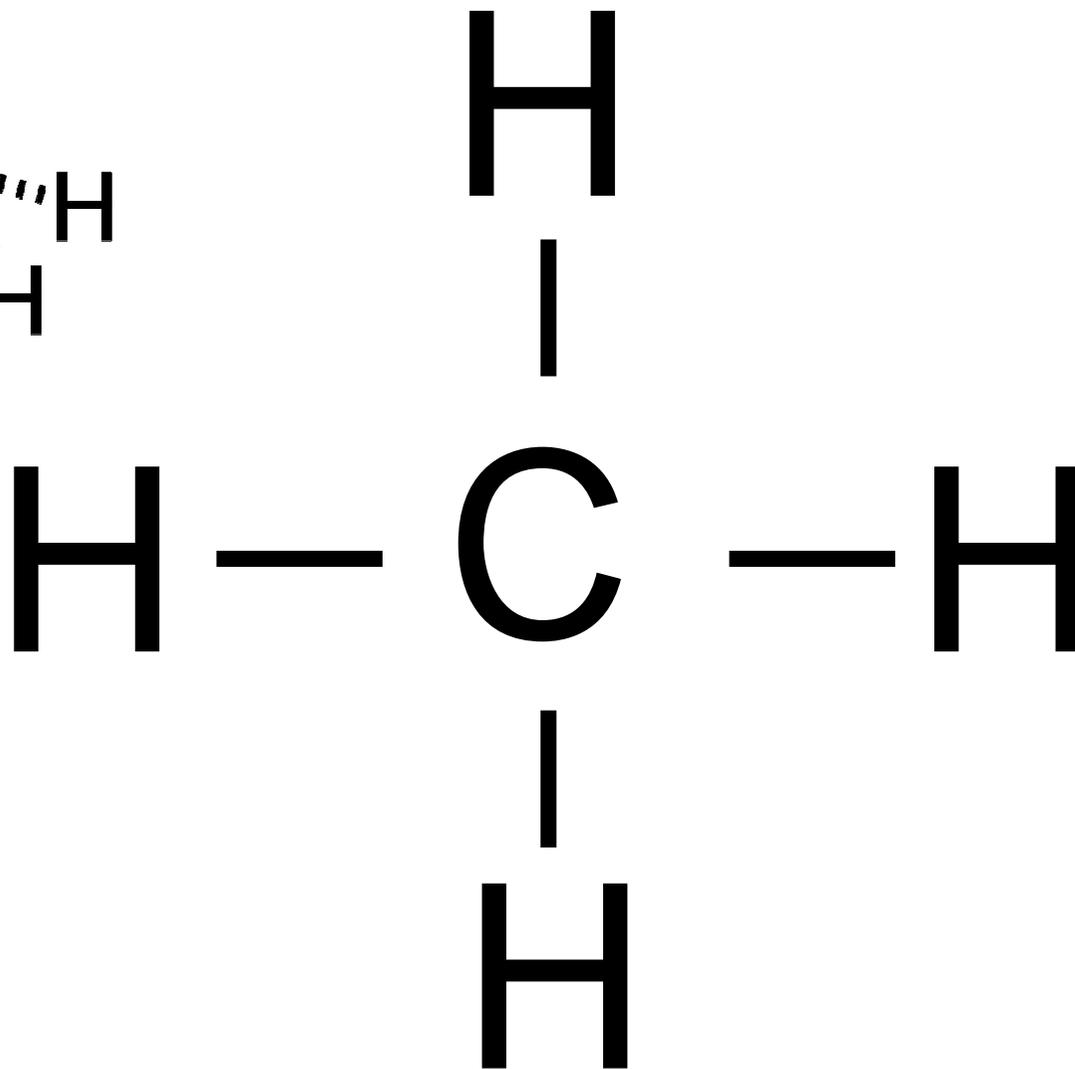
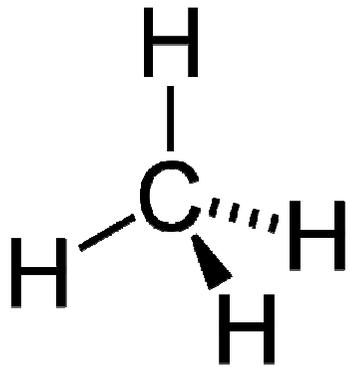
a. Idrogeno



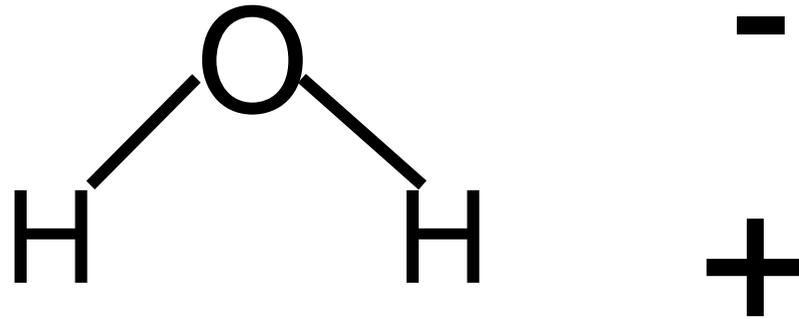
b. Carbonio



Legami covalenti



Legami idrogeno



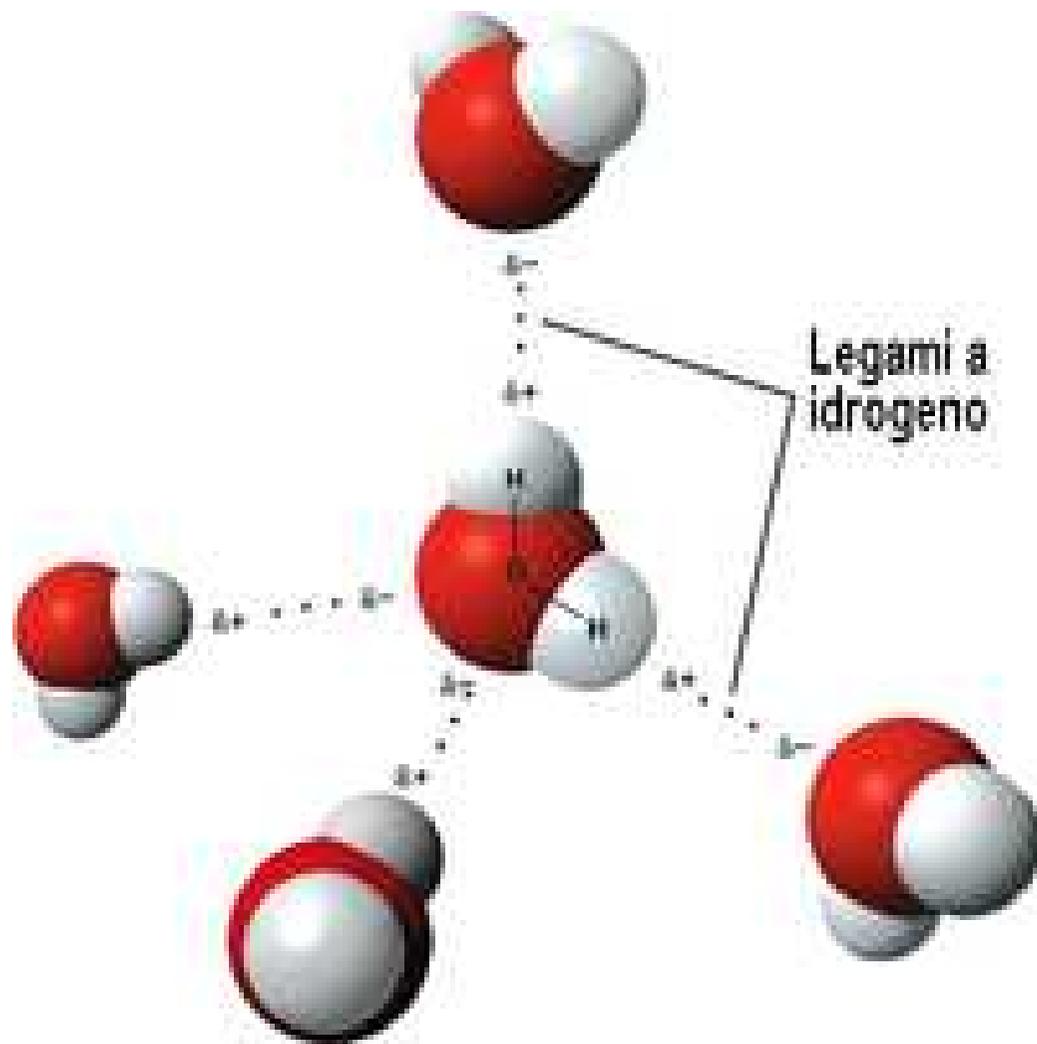
- Molecola acqua liquida



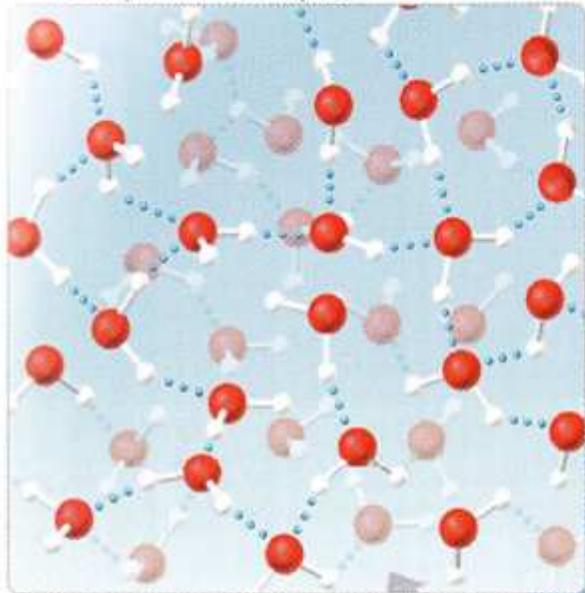
- Molecola acido solfidrico gassosa

Legami idrogeno

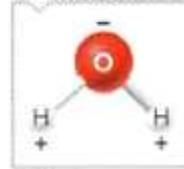
- Importanza fondamentale del legame idrogeno H₂O
- Esempi di proprietà dell'acqua
- Ghiaccio liquido vapore
- H₂O liquida permette la vita



a. La rete di legami idrogeno che si forma nell'acqua allo stato liquido

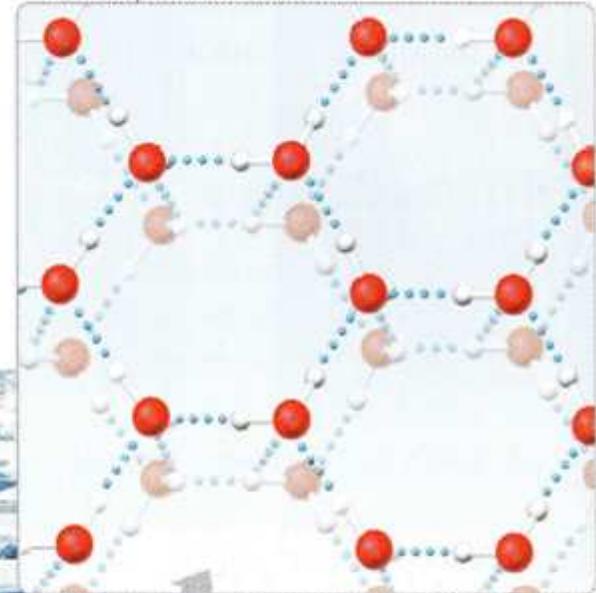


LEGENDA



Wolfgang Kaehler

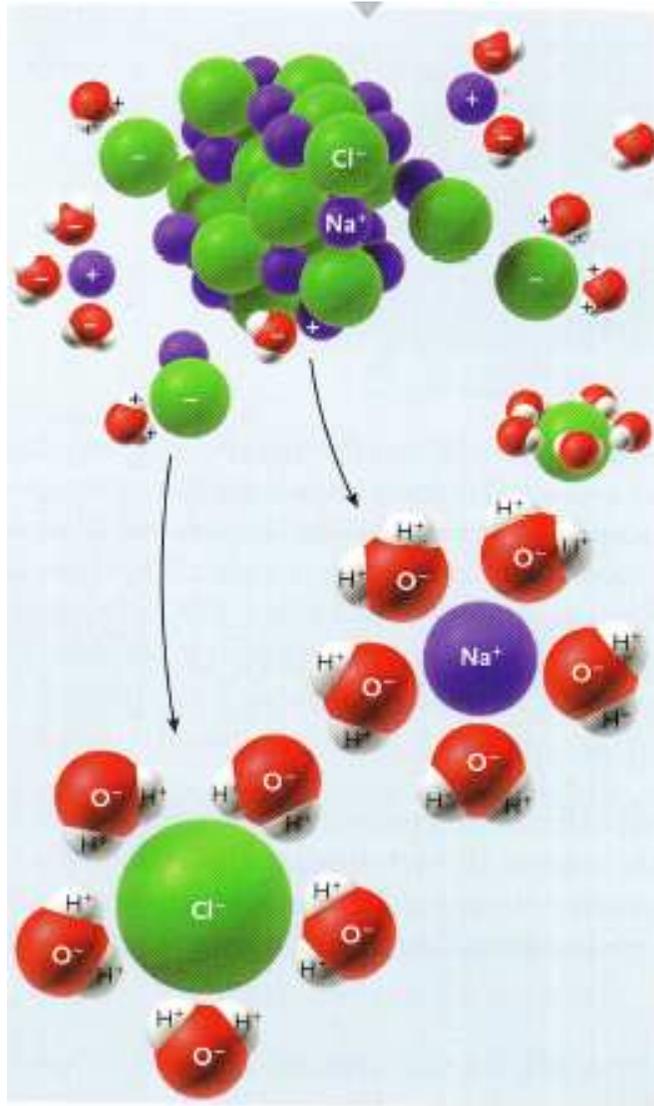
b. La rete di legami idrogeno che si forma nell'acqua allo stato solido





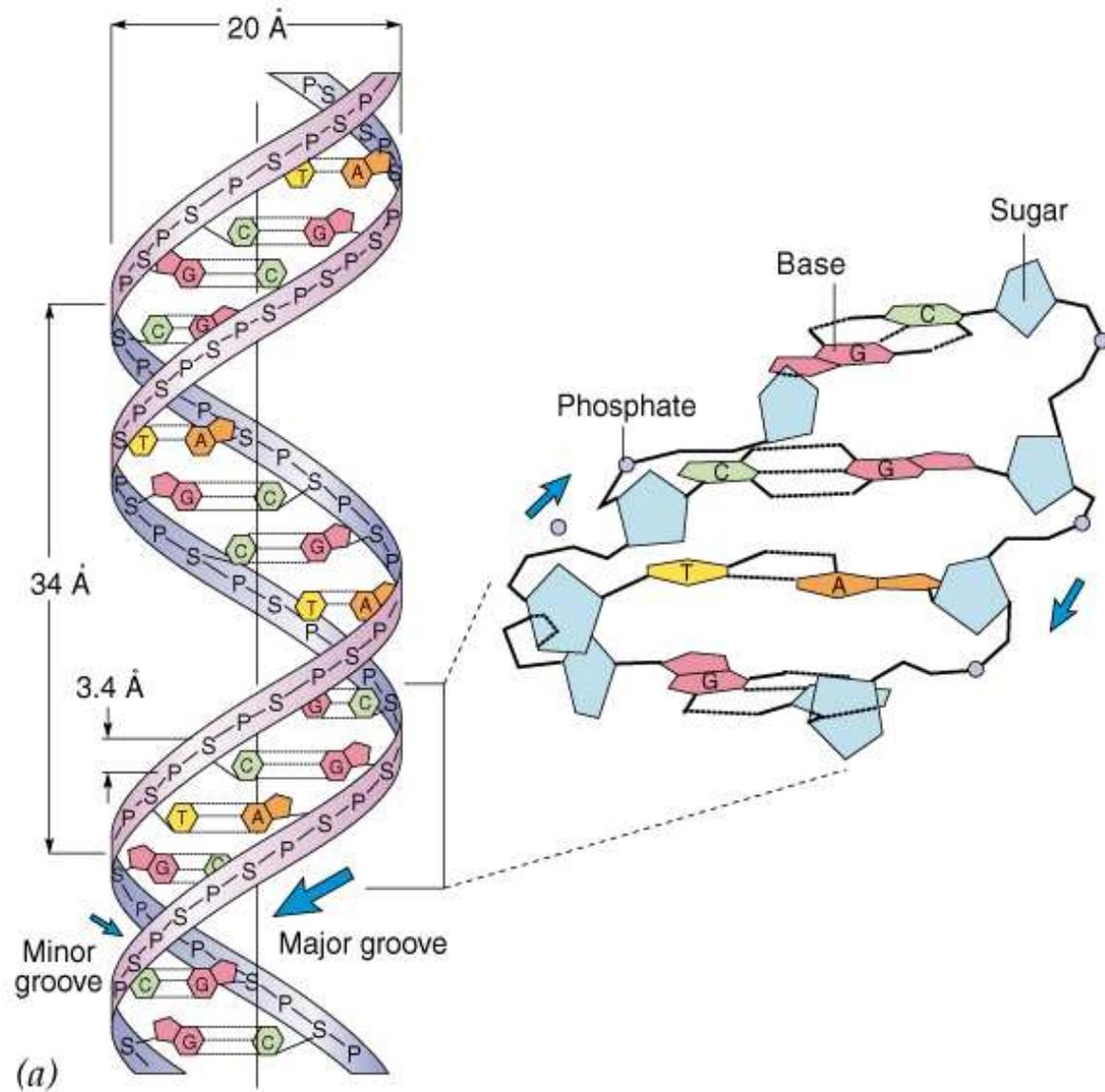
H₂O ottimo solvente

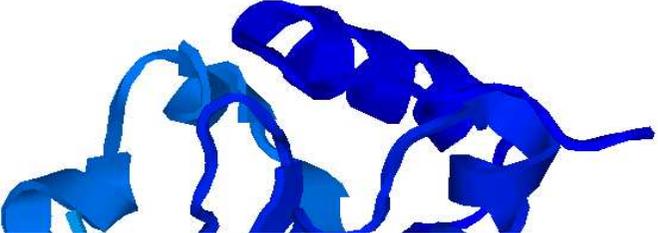
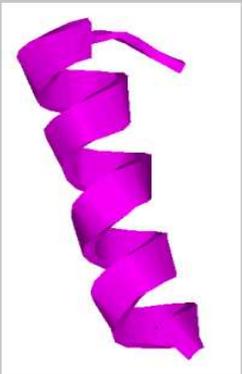
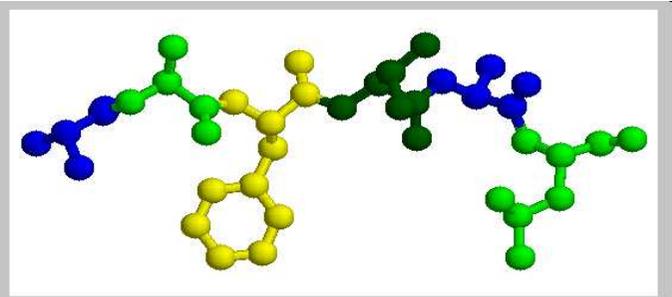
- Dissocia i Sali
- Le proteine sono in soluzione nell'acqua
- Il DNA e' in soluzione
- Il ferro non si scioglie a meno che non diventa uno ione (sale di ferro)
- Le rocce si sciolgono lentamente perche' gli atomi che costituiscono le molecole delle rocce preferiscono rimanere legati tra loro che con l'acqua

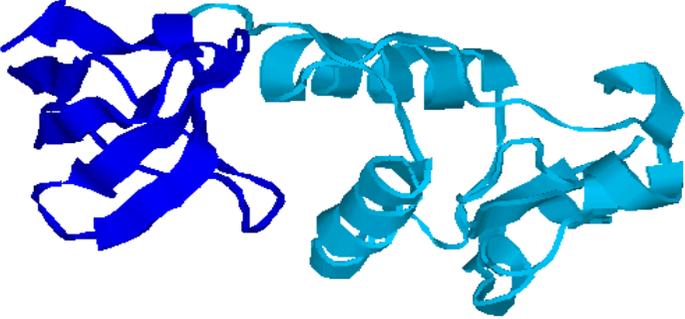
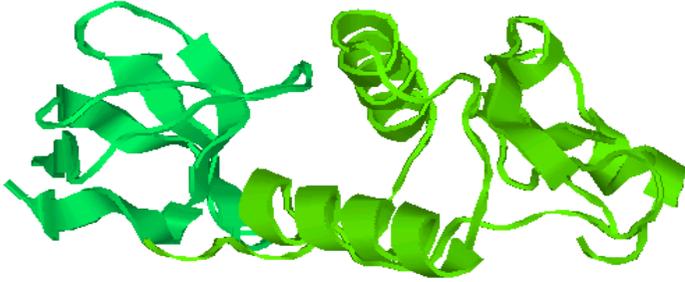
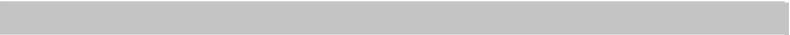
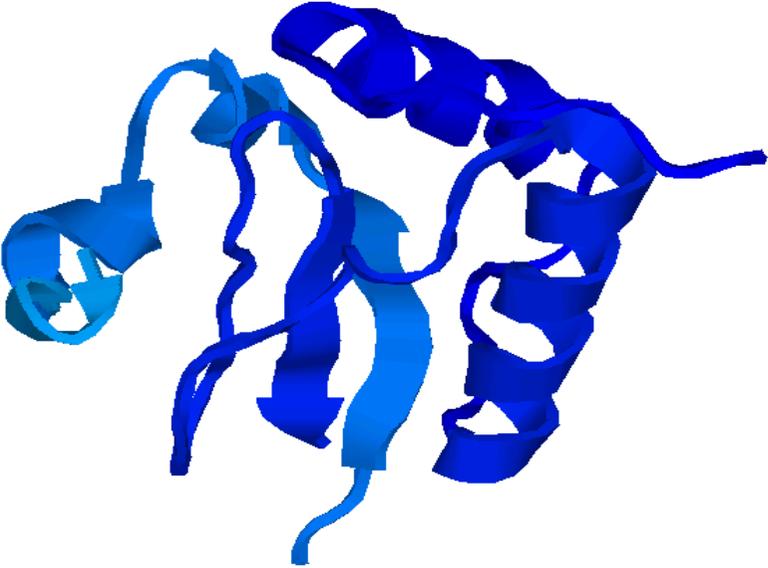


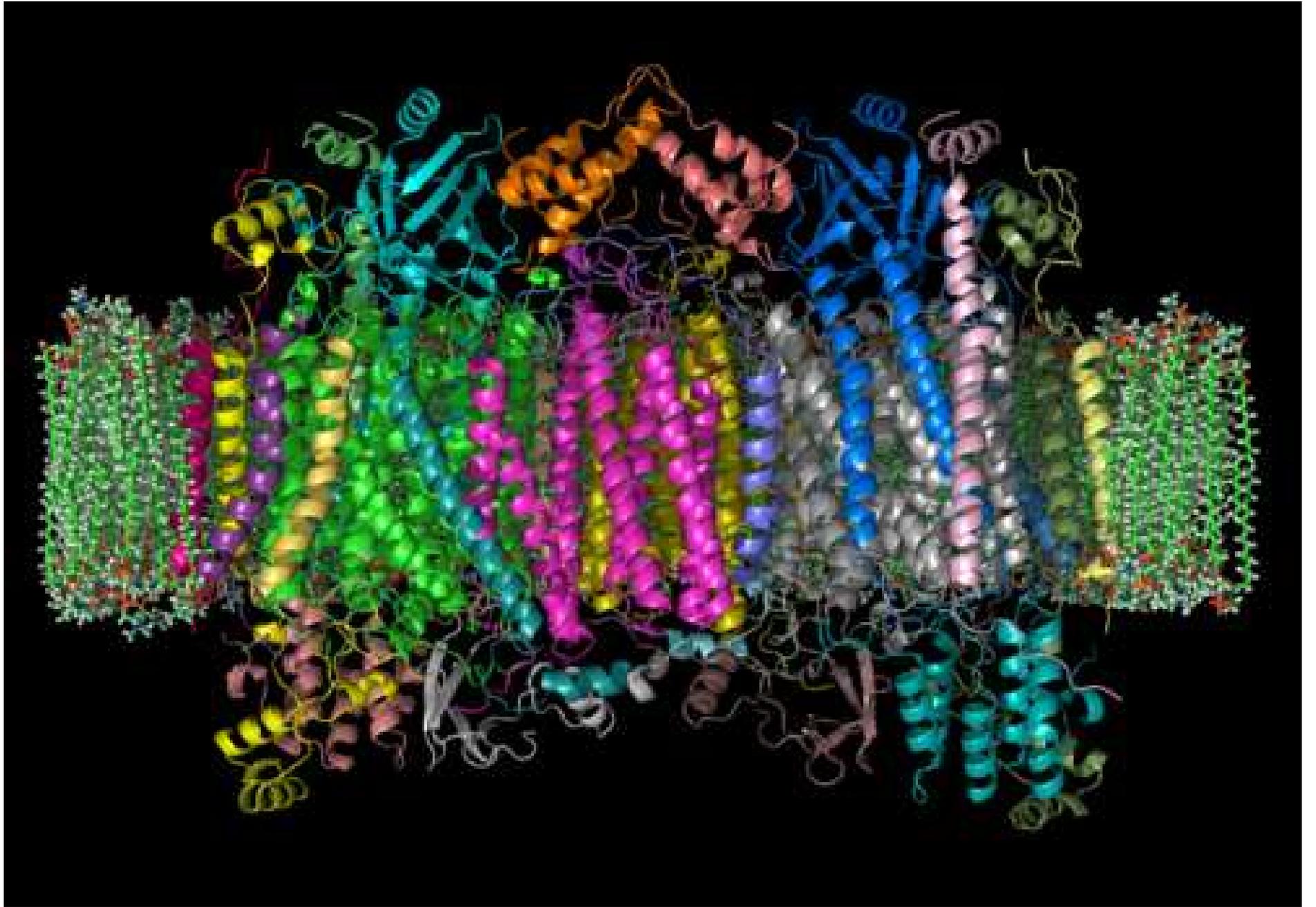
Legami idrogeno

- Doppia elica di DNA (i legami idrogeno permettono l'esistenza del DNA)
- Proteine

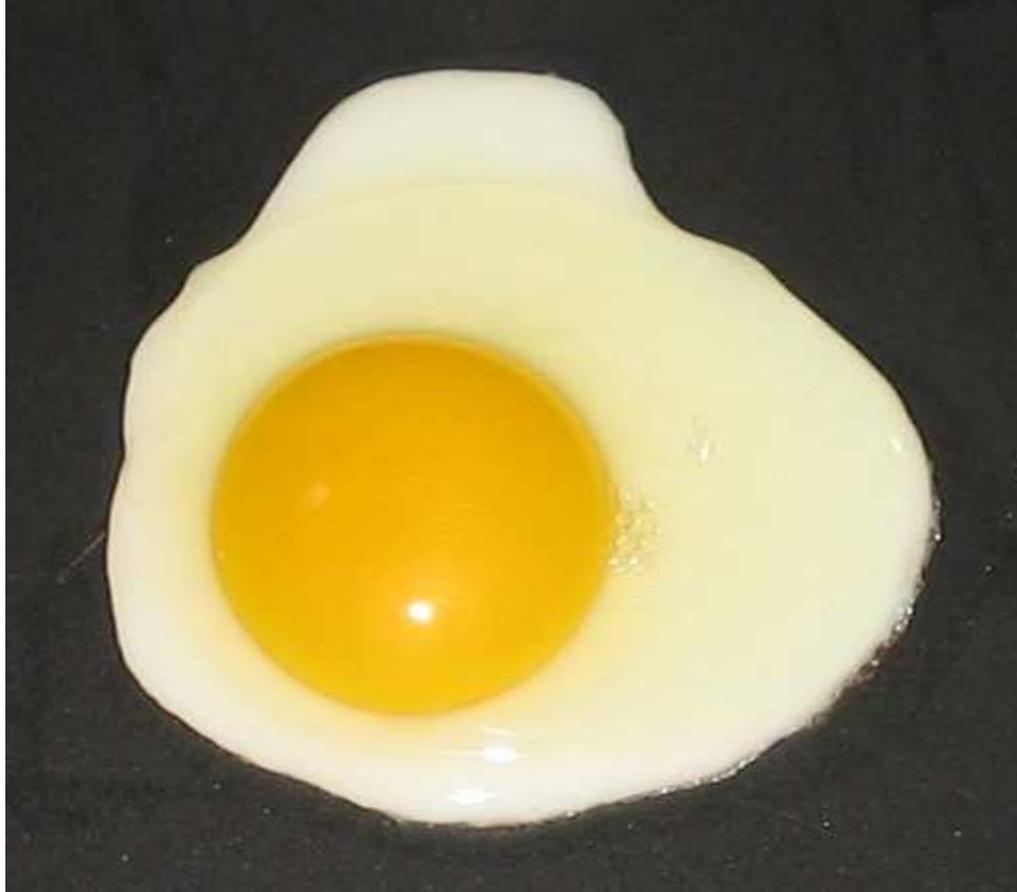








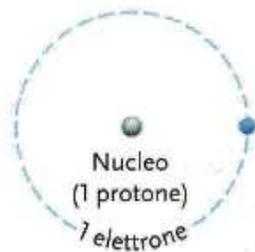
Denaturazione delle proteine



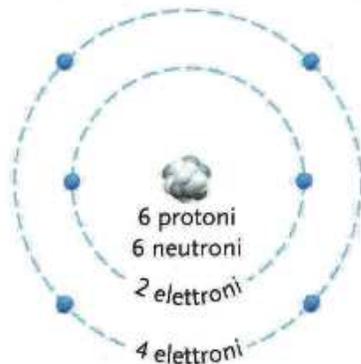
Forze di van der Waals

- Due atomi non legati possono avvicinarsi fino al limite del raggio di van der Waals
- Forza di attrazione tra elettroni di un atomo e protoni dell'altro

a. Idrogeno



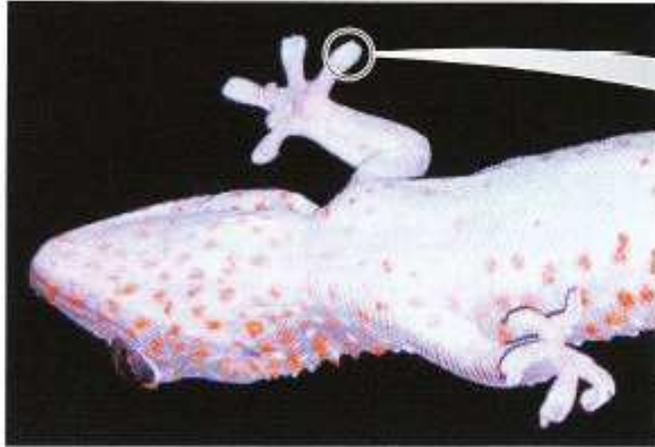
b. Carbonio



Cosa tiene unita una goccia di olio nell'acqua?

Cosa tiene sospeso al soffitto un Geco? I legami di van der Waals!!!!

a. Un gecko cammina a testa in giù su un vetro



b. Un dito di gecko



c. Le *setae* di un dito

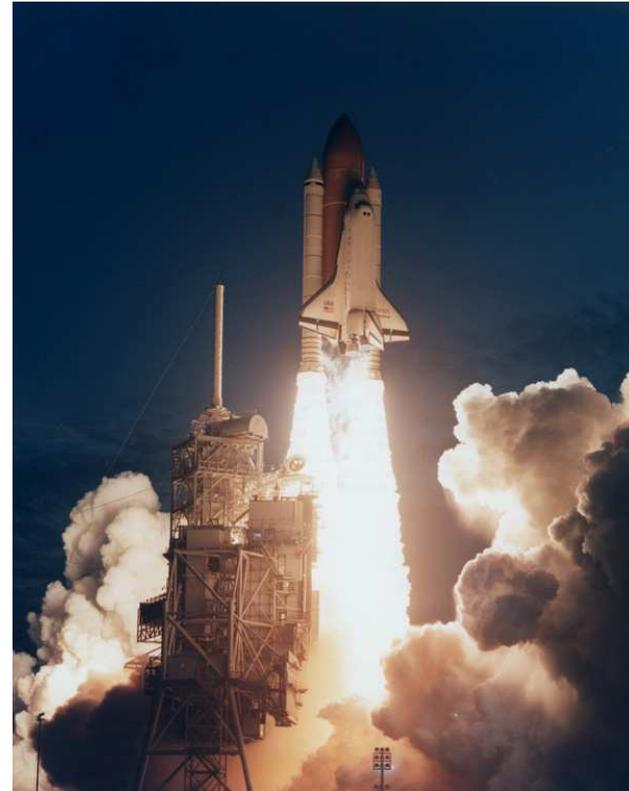


d. I cuscinetti di una setola



Energia di legame

Esempio del legame tra ossigeno e l'idrogeno



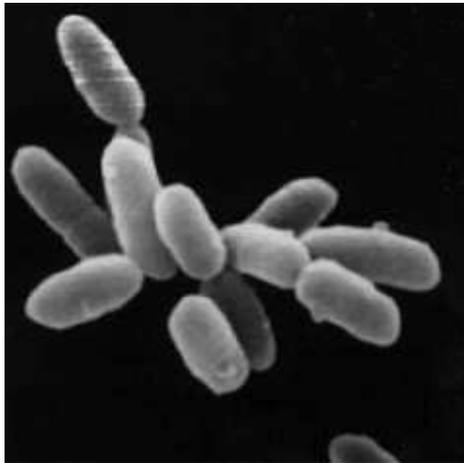
Energia di legame

- Tanta energia che si libera dalla sintesi dell'acqua!
- Come e' possibile liberare l'idrogeno dall'ossigeno? Per fare l'idrogeno per la combustione nei motori auto

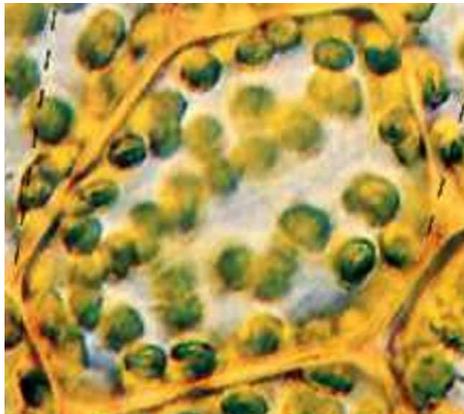
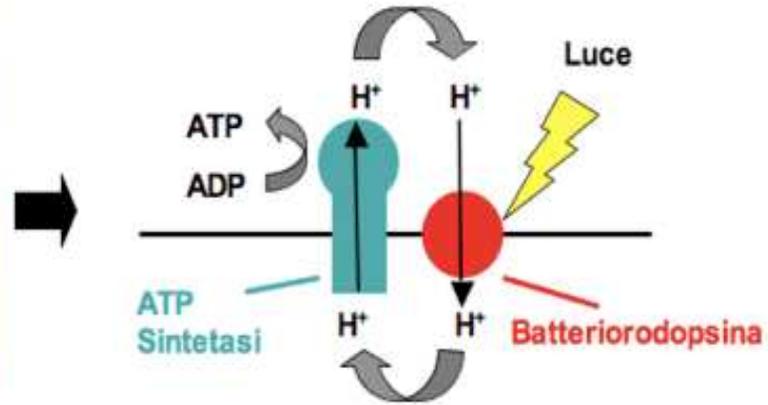
Quando si forma l'acqua si libera
tanta energia

- **Ma** quando si scinde l'acqua per formare idrogeno ed ossigeno serve ancora piu'energia di quella che si libera nella sua formazione.

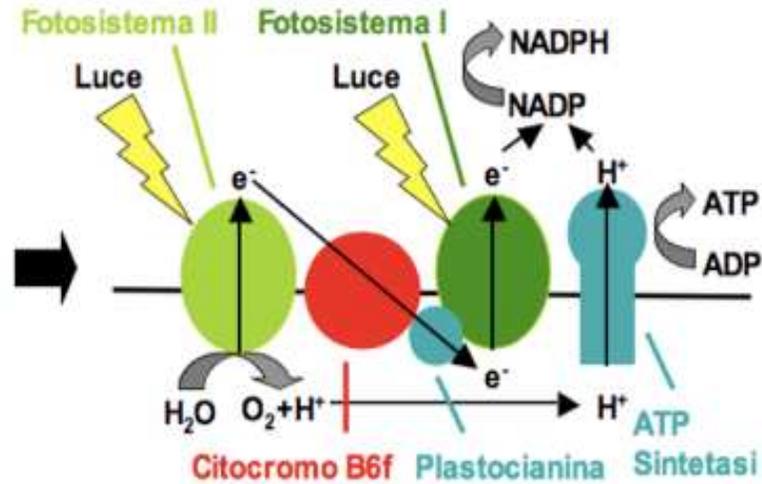
Fotosintesi accumula energia dal sole e fissa la CO₂



Halobacterium



Piante



L'Energia per formare le molecole da dove viene?

- Dal Sole
- Fotosintesi
- Per formare (sintetizzare) le molecole organiche serve energia, quando le si ossida (combustione) la restituiscono

Le proprietà del carbonio

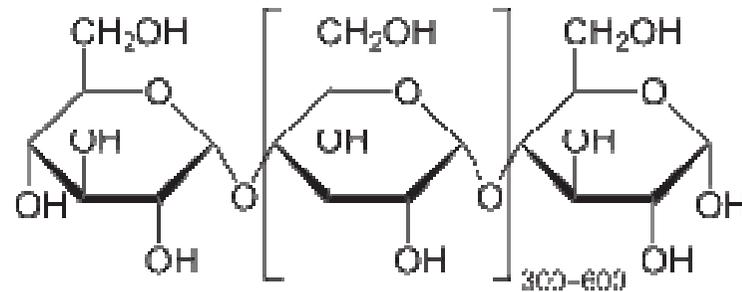
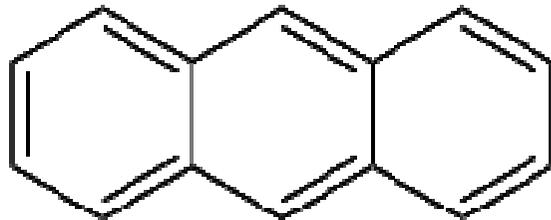
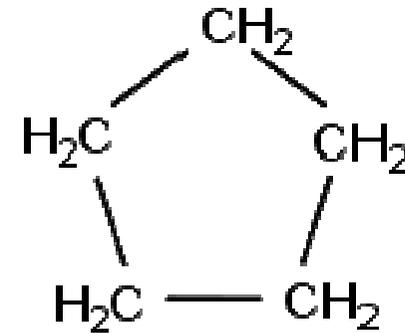
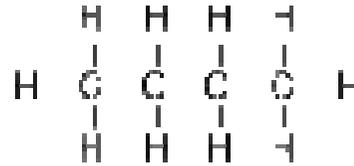
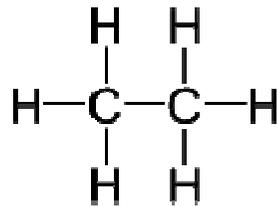
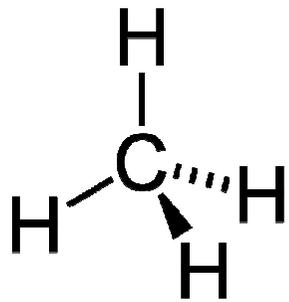
- Molecole di metano- etano- idrocarburi- idrocarburi ramificati- ciclici- zuccheri- amido- cellulosa- proteine-DNA-

Proprieta' del Carbonio

Acqua di mare		Essere umano		Zucca		Crosta terrestre	
Ossigeno	88,3	Ossigeno	65,0	Ossigeno	85,0	Ossigeno	46,6
Idrogeno	11,0	Carbonio	18,5	Idrogeno	10,7	Silicio	27,7
Cloro	1,9	Idrogeno	9,5	Carbonio	3,3	Alluminio	8,1
Sodio	1,1	Azoto	3,3	Potassio	0,34	Ferro	5,0
Magnesio	0,1	Calcio	2,0	Azoto	0,16	Calcio	3,6
Zolfo	0,09	Fosforo	1,1	Fosforo	0,05	Sodio	2,8
Potassio	0,04	Potassio	0,35	Calcio	0,02	Potassio	2,6
Calcio	0,04	Zolfo	0,25	Magnesio	0,01	Magnesio	2,1
Carbonio	0,003	Sodio	0,15	Ferro	0,008	Altri elementi	1,5
Silicio	0,0029	Cloro	0,15	Sodio	0,001		
Azoto	0,0015	Magnesio	0,05	Zinco	0,0002		
Stronzio	0,0008	Ferro	0,004	Rame	0,0001		
		Iodio	0,0004				



Alcune molecole organiche



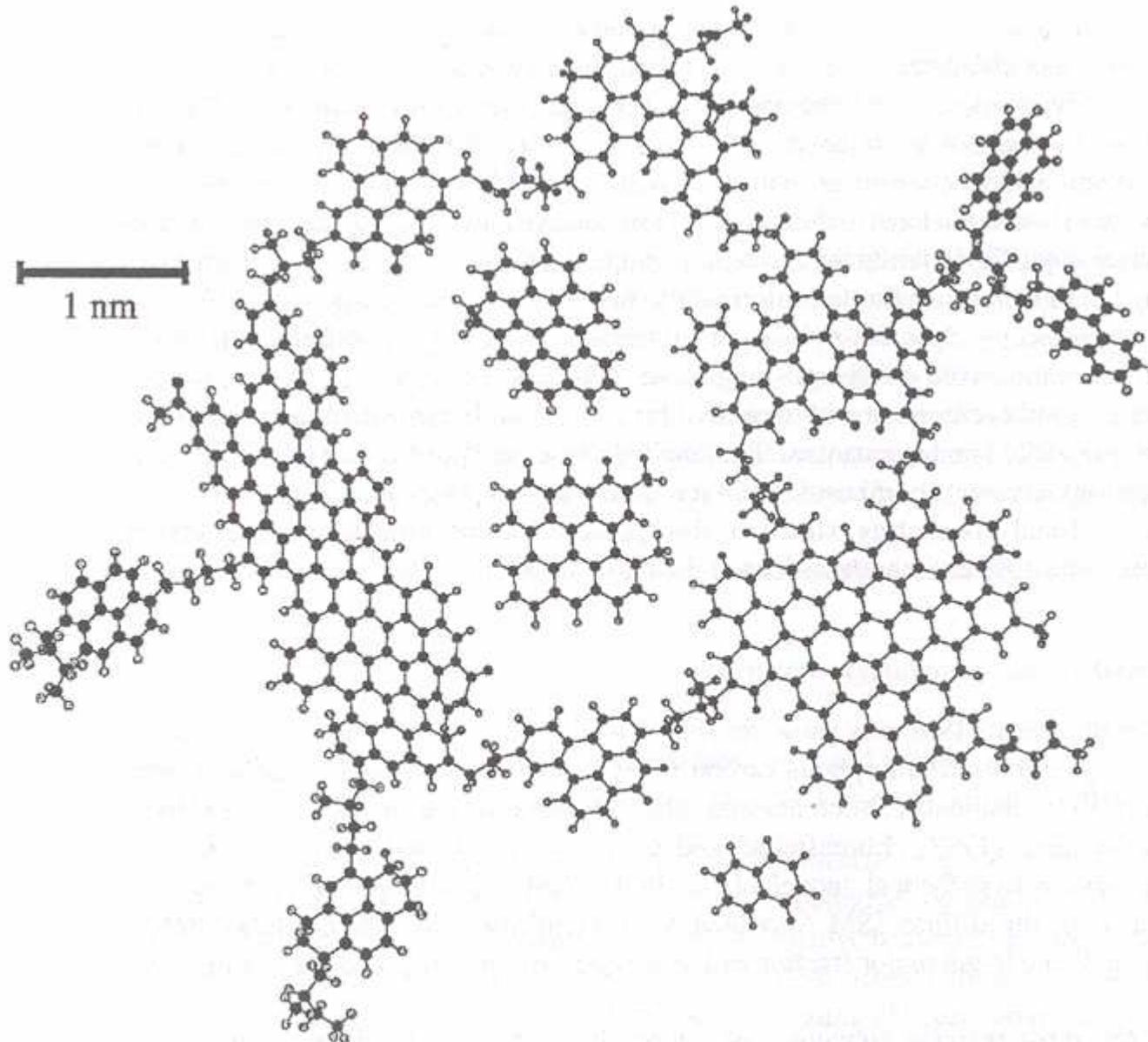
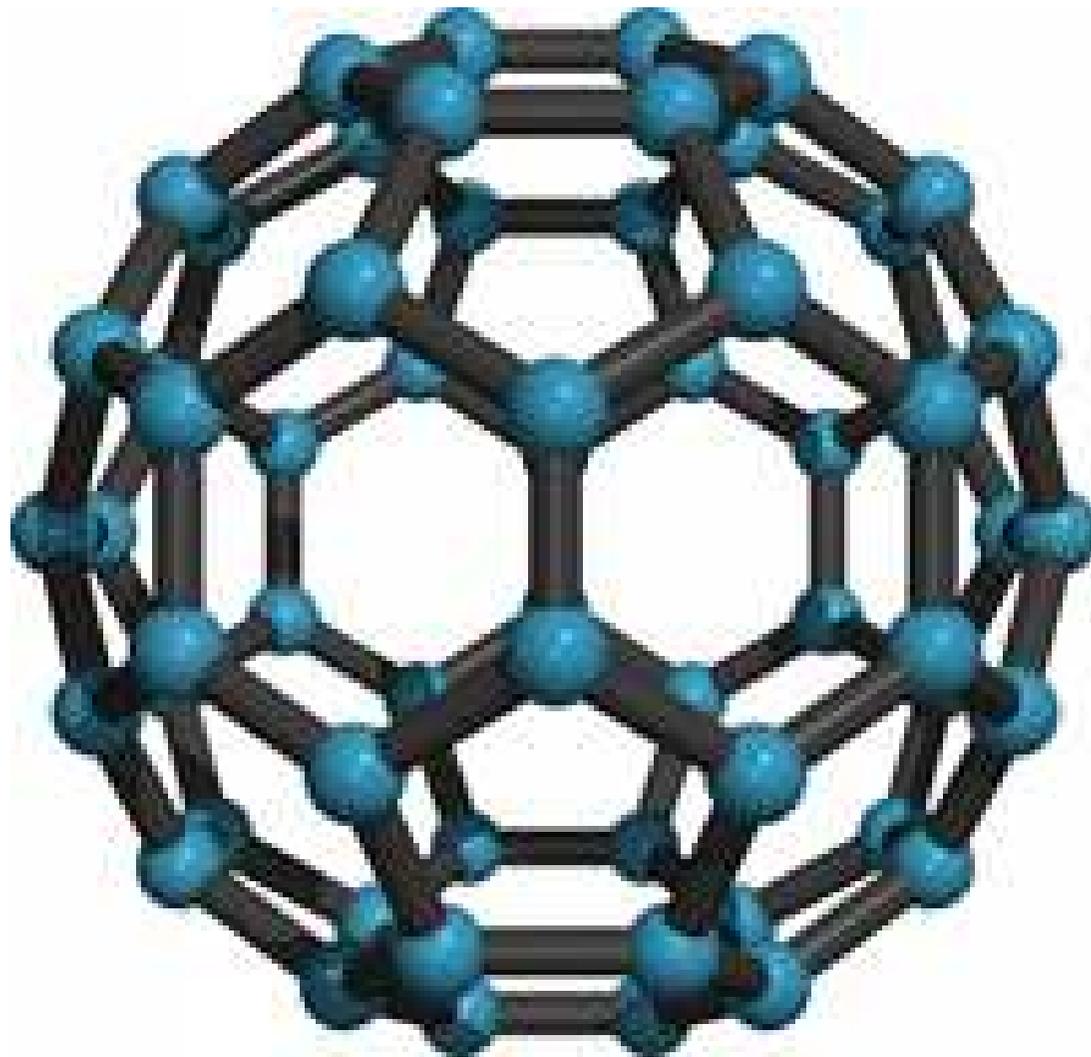


Figure 1: The hypothesized basic structural and molecular character of carbonaceous, interstellar dust in the diffuse ISM. The structure is a kerogen-type aromatic network bridged by aliphatic chains, including side-groups and heteroatoms. The specific geometries of the aromatic plates and aliphatic components are inferred. A typical $0.1 \mu\text{m}$ carbonaceous dust grain contains $\sim 10^4$ fragments (modified from Pendleton and Allamandola 2002).

Ehrenfreund *et al.* 2002.

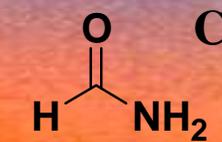
fullerene





Da dove arrivano le molecole della vita?

Pyrimidines

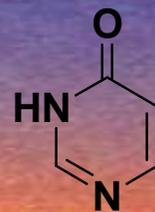


Formamide

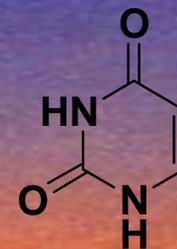
Cosmic Dust Analogues



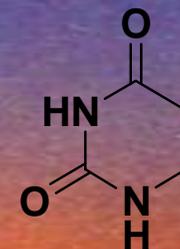
Cytosine



Pyrimidinone



Uracil



Dihydrouracil

