ENERGIA CLIMA SOSTENIBILITA'

1. Informazioni fondamentali sull'astronave terra

Elio Giamello

Dipartimento di Chimica IFM

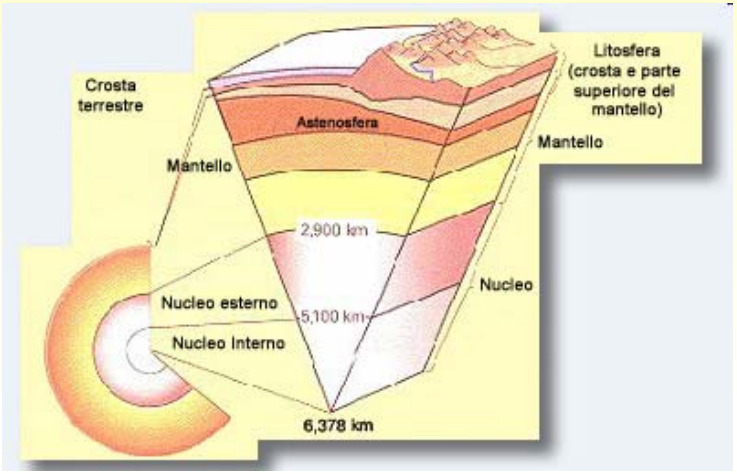
La materia e il pianeta terra: un breve viaggio

Le scienze della natura suddividono il pianeta in varie zone. La vita degli esseri umani e delle specie viventi ha luogo tra la atmosfera, la litosfera e la idrosfera.

La terra, le acque e l'atmosfera hanno composizioni chimiche diverse che nel tempo sono variate e hanno reso possibile la comparsa e lo sviluppo della vita

La materia è organizzata in questi ambienti in forme che vanno dal semplice al complesso e che sono basate su un relativamente piccolo numero di mattoni fondamentali, gli **ATOMI.**

La materia e il pianeta terra: un breve viaggio

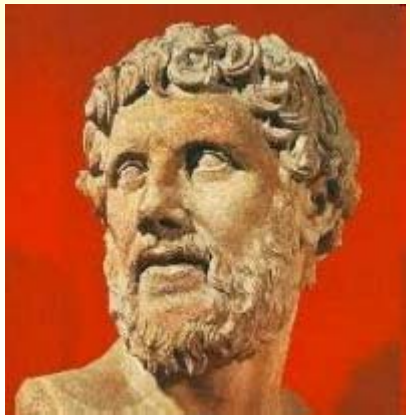


La **litosfera** è la parte superficiale del mantello superiore terrestre ed è spessa circa 70-75 km in corrispondenza dei bacini oceanici e i 110-113 km al di sotto dei continenti.

L'**idrosfera** è l'insieme delle acque di superficie e di sottosuolo del pianeta

La **biosfera** (o **ecosfera**) è l'insieme delle zone del pianeta nelle quali si osserva, a causa delle favorevoli condizioni chimico fisiche lo sviluppo della vita biologica, basata sulla chimica del **carbonio**. Nella biosfera sono incluse la parte esterna della litosfera, una gran parte della idrosfera e una parte dell'atmosfera.
L'**atmosfera** è la fascia gassosa che circonda i pianeti, trattenuta dalla gravitazione

ATOMI



Democrito

V secolo a.C.

Shri Mahavir
un*Tirthankar del giainismo*

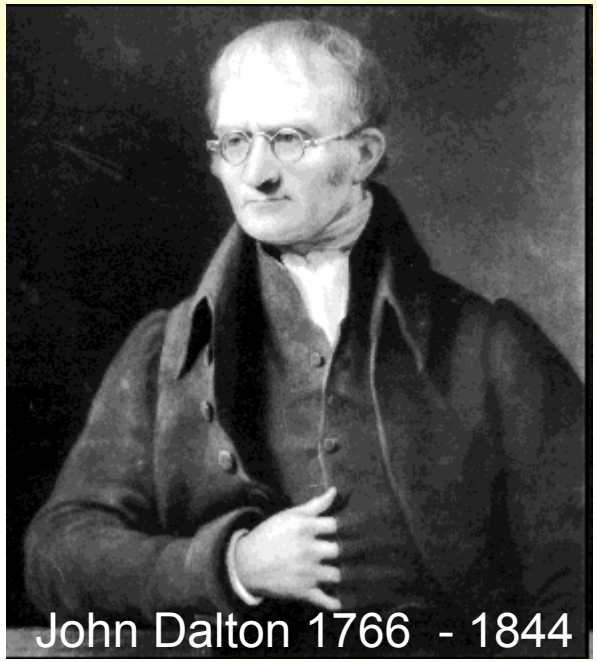
VI secolo aC

Secondo l'esposizione democritea della teoria atomistica della materia, ogni ente è costituito da **atomi**, minuscole particelle di materia pura, invisibili e indistruttibili (*atoma*, "indivisibili"), eternamente in moto in uno spazio infinito e vuoto (*kenòn*, "il vuoto"). Gli **atomi** sono composti della medesima materia, ma differiscono per figura, ordine e posizione. Pertanto, le differenze qualitative nella percezione, corruzione e distruzione delle cose risalgono in ultima istanza a caratteristiche quantitative degli atomi.

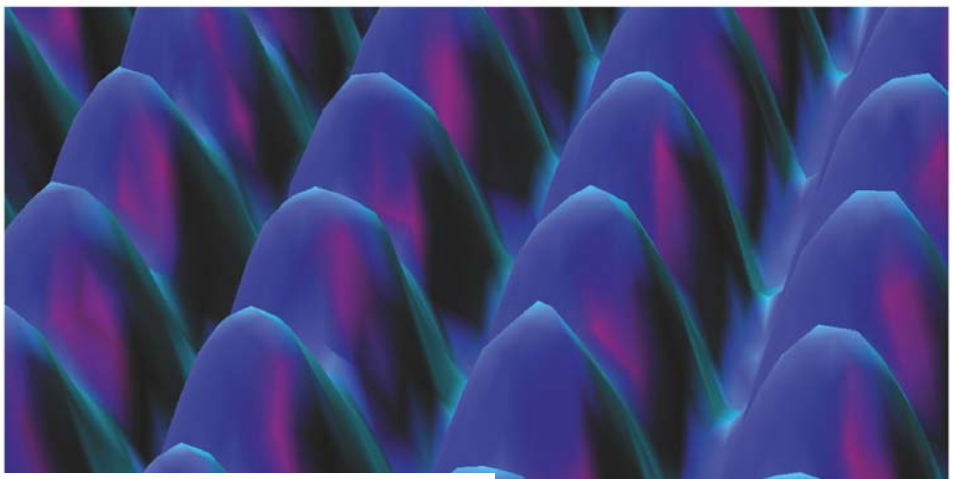
ATOMI

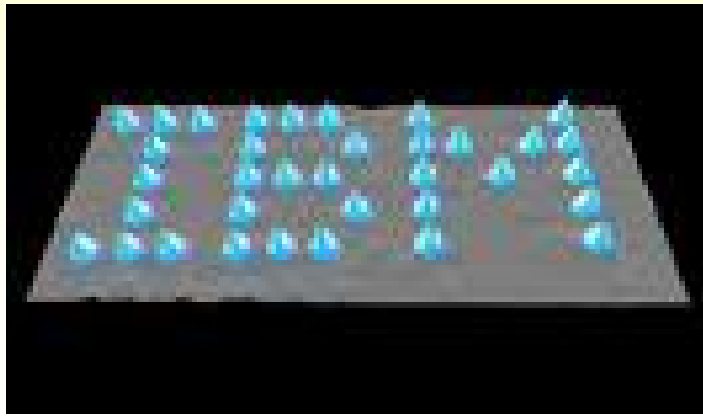
J. Dalton è il padre della ipotesi atomica moderna, più tardi diventata teoria atomica.

Ragionando sulle leggi sperimentali che regolano i rapporti in peso che si osservano nelle reazioni chimiche formulò l'ipotesi che il ricorrere di certi rapporti ponderali o di loro multipli si poteva spiegare solo ammettendo che le sostanze si combinano in vari rapporti ma sempre mediante unità intere di particelle fondamentali dette atomi

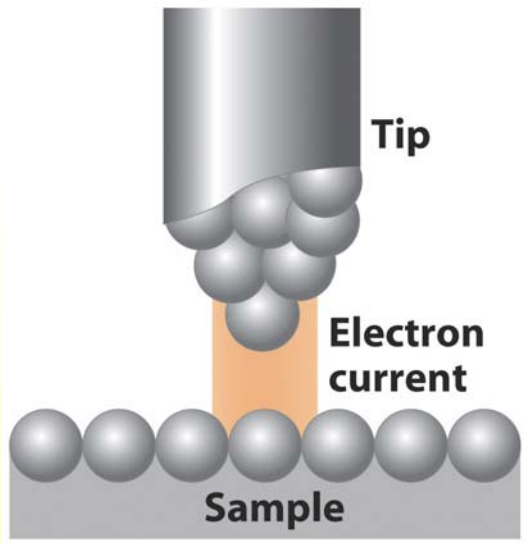

John Dalton 1766 - 1844

Oggi gli atomi …..si “vedono”



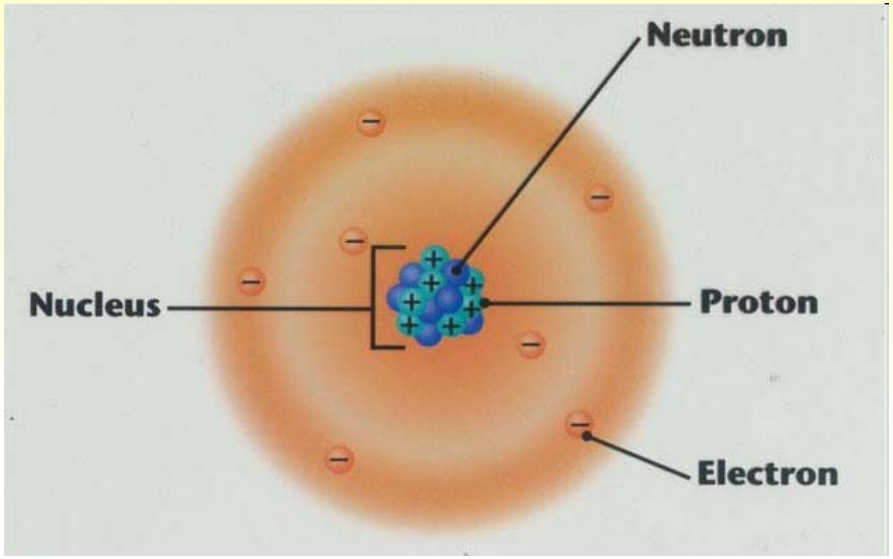


Il logo di IBM “scritto” su silicio con atomi di Xenon



La superficie di un pezzo di Nichel “vista” da un microscopio a scansione ad effetto tunnel (STM).

ATOMI: cosa c'è dentro?



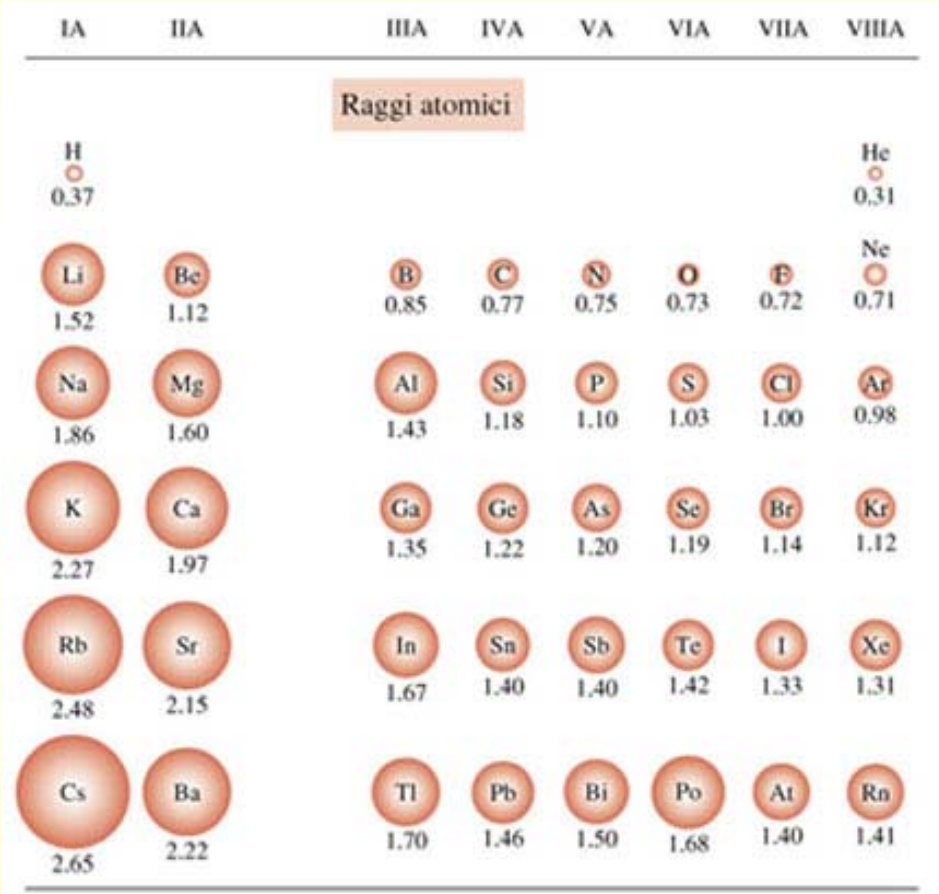
	Massa (Kg)	Carica (C)	Massa (u)	Carica (e)
PROTONE	$1.67262\ 10^{-27}$	$1.60218\ 10^{-19}$	1.00728	+ 1
NEUTRONE	$1.67493\ 10^{-27}$	0	1.00866	0
ELETTRONE	$9.10939\ 10^{-31}$	$-1.60218\ 10^{-19}$	0.00055	- 1

ATOMI: dimensioni

Il diametro di un atomo è 100000 volte più grande di quello del nucleo.

Se il nucleo ha un diametro di 1 cm ed è posto in Via Verdi 8 l'intero atomo sarà……

ATOMI: dimensioni



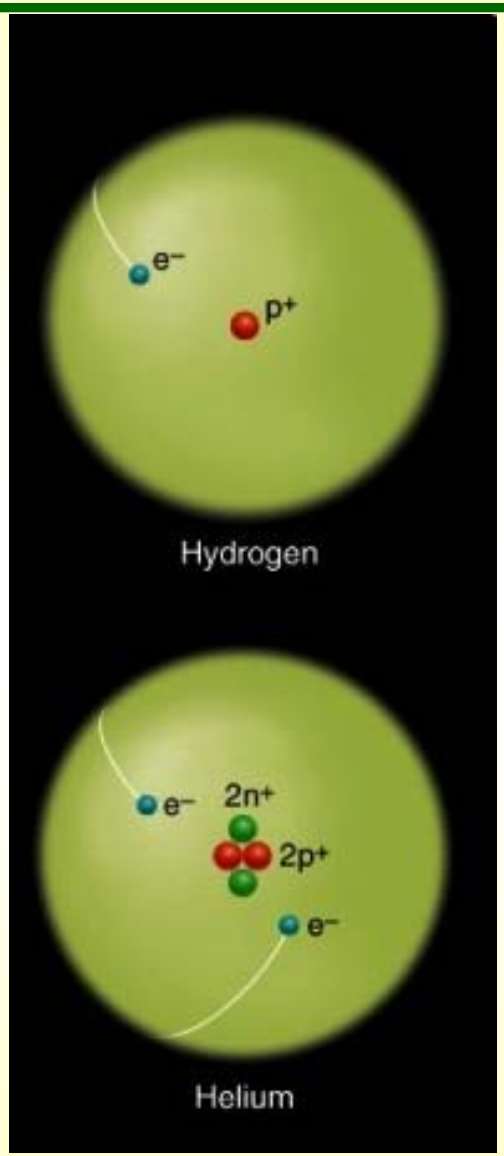
Gli atomi hanno dimensioni (raggio) che vanno da

0.3 10^{-10} metri a 2.6 10^{-10} metri

Per fare una riga di 1 mm –

Con atomi di Al (grandezza media) bisogna metterne in fila circa 3,5 milioni

ATOMI



Z e il NUMERO ATOMICO.
Z= numero di protoni nel nucleo
Z identifica l'atomo e ne definisce il simbolo

Z=1 H, Idrogeno A=1 ^{1}H

A e il NUMERO di MASSA.
A= numero di nucleoni (protoni + neutroni) nel nucleo

Z=2, He, Elio A=4 ^{4}He

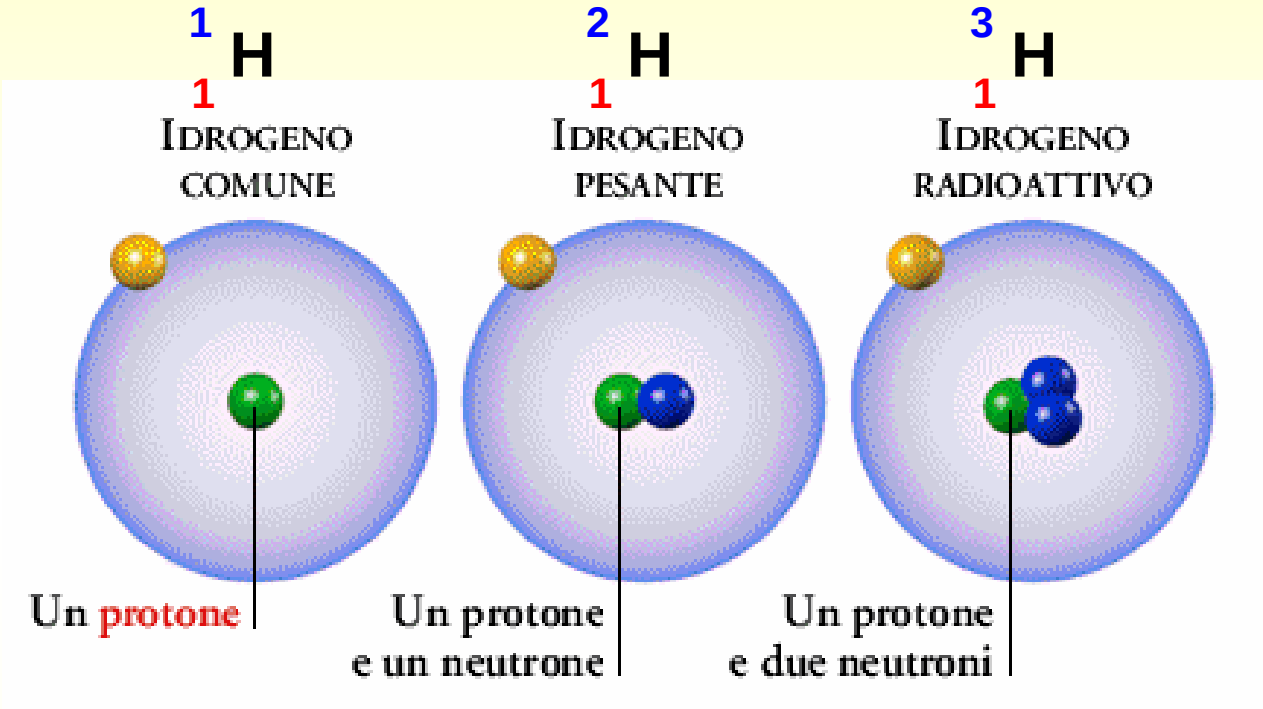
ISOTOPI: tipologie di nuclei diversi

Un dato atomo (gli atomi di un certo elemento) sono caratterizzati compiutamente da Z e A. Tuttavia esiste una notazione simbolica per ogni elemento: il **SIMBOLO**. In modo esteso si scrive:

$$^{A}_{Z}\mathrm{Sy} \qquad ^{1}_{1}\mathrm{H} \qquad ^{4}_{2}\mathrm{He} \qquad ^{12}_{6}\mathrm{C}$$

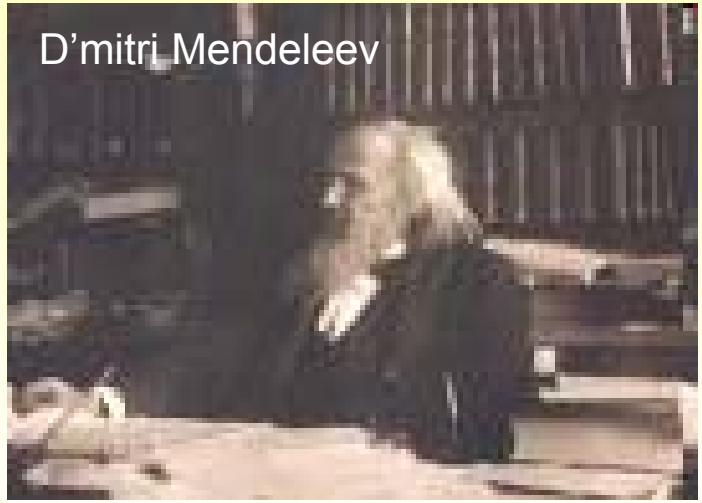
Un elemento è un tipo di sostanza i cui atomi hanno tutti lo stesso numero atomico, Z.
Tra gli atomi di un certo elemento vi possono essere casi di numero di massa, A variabile. Ciò è possibile a causa di un diverso numero di **NEUTRONI**.
Atomi dello stesso elemento (stesso Z) e diverso A sono tra loro **ISOTOPI.**

ISOTOPI: tipologie di nuclei diversi



Z= 1	Z=1	Z=1
A=1	A=2	A=3

ATOMI: il catalogo è questo.



La tavola (periodica) degli elementi ci mostra una serie ininterrotta di atomi a Z crescente da 1 a poco più di 90.

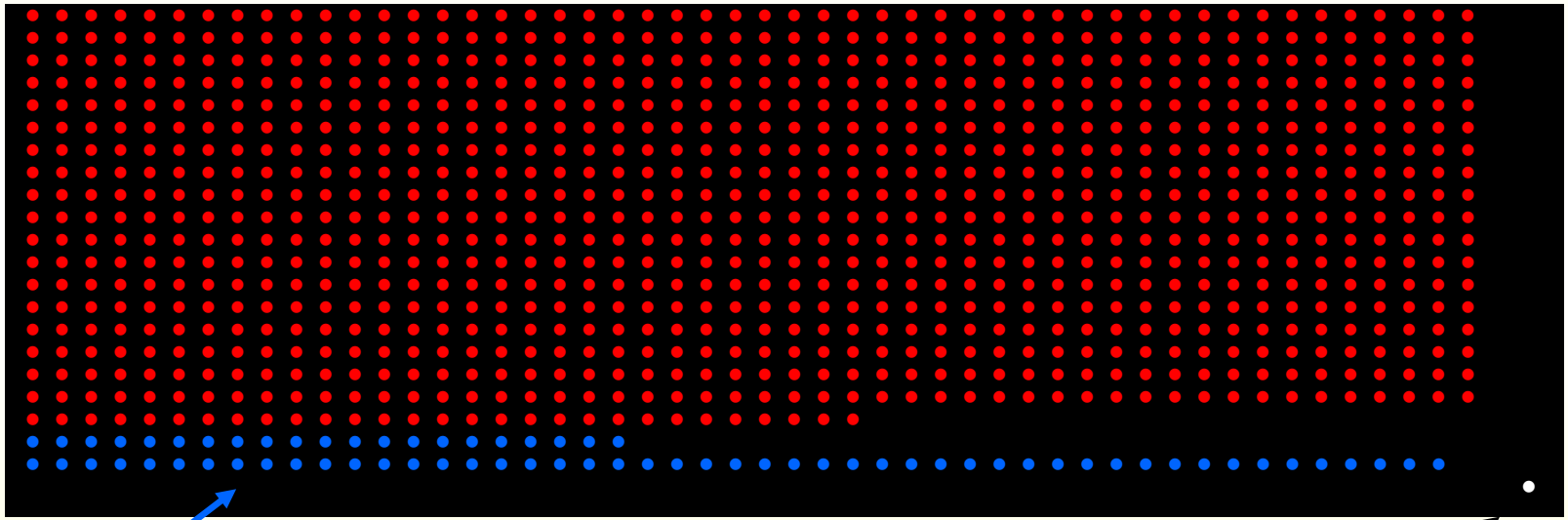
Gruppo	IA (1)	IIA (2)	IIIB (3)	IVB (4)	VB (5)	VIB (6)	VIIB (7)	VIIIB (8)	VIIIB (9)	VIIIB (10)	IB (11)	IIB (12)	IIIA (13)	IVA (14)	VA (15)	VIA (16)	VIIA (17)	VIIIA (18)
Periodo 1	1 H 1s																	1 H 1s / 2 He 1s
2	3 Li / 4 Be 2s												5 B / 6 C / 7 N / 8 O / 9 F / 10 Ne 2p					
3	11 Na / 12 Mg 3s												13 Al / 14 Si / 15 P / 16 S / 17 Cl / 18 Ar 3p					
4	19 K / 20 Ca 4s		21 Sc	22 Ti / 23 V / 24 Cr / 25 Mn / 26 Fe / 27 Co / 28 Ni / 29 Cu / 30 Zn 3d									31 Ga / 32 Ge / 33 As / 34 Se / 35 Br / 36 Kr 4p					
5	37 Rb / 38 Sr 5s		39 Y	40 Zr / 41 Nb / 42 Mo / 43 Tc / 44 Ru / 45 Rh / 46 Pd / 47 Ag / 48 Cd 4d									49 In / 50 Sn / 51 Sb / 52 Te / 53 I / 54 Xe 5p					
6	55 Cs / 56 Ba 6s		57 La	72 Hf / 73 Ta / 74 W / 75 Re / 76 Os / 77 Ir / 78 Pt / 79 Au / 80 Hg 5d									81 Tl / 82 Pb / 83 Bi / 84 Po / 85 At / 86 Rn 6p					
7	87 Fr / 88 Ra 7s		89 Ac	104 Rf / 105 Db / 106 Sg / 107 Bh / 108 Hs / 109 Mt / 110 / 111 / 112 6d														

	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
4f														
5f	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

ATOMI NELL'UNIVERSO

L'Universo è dominato dalla presenza di Idrogeno ed Elio. L'abbondanza degli altri elementi è bassissima ma…ci riguarda da vicino. Gran parte degli atomi che formano la terra o noi stessi sono parte di questa infima porzione della materia universale

• : Idrogeno



• : Elio

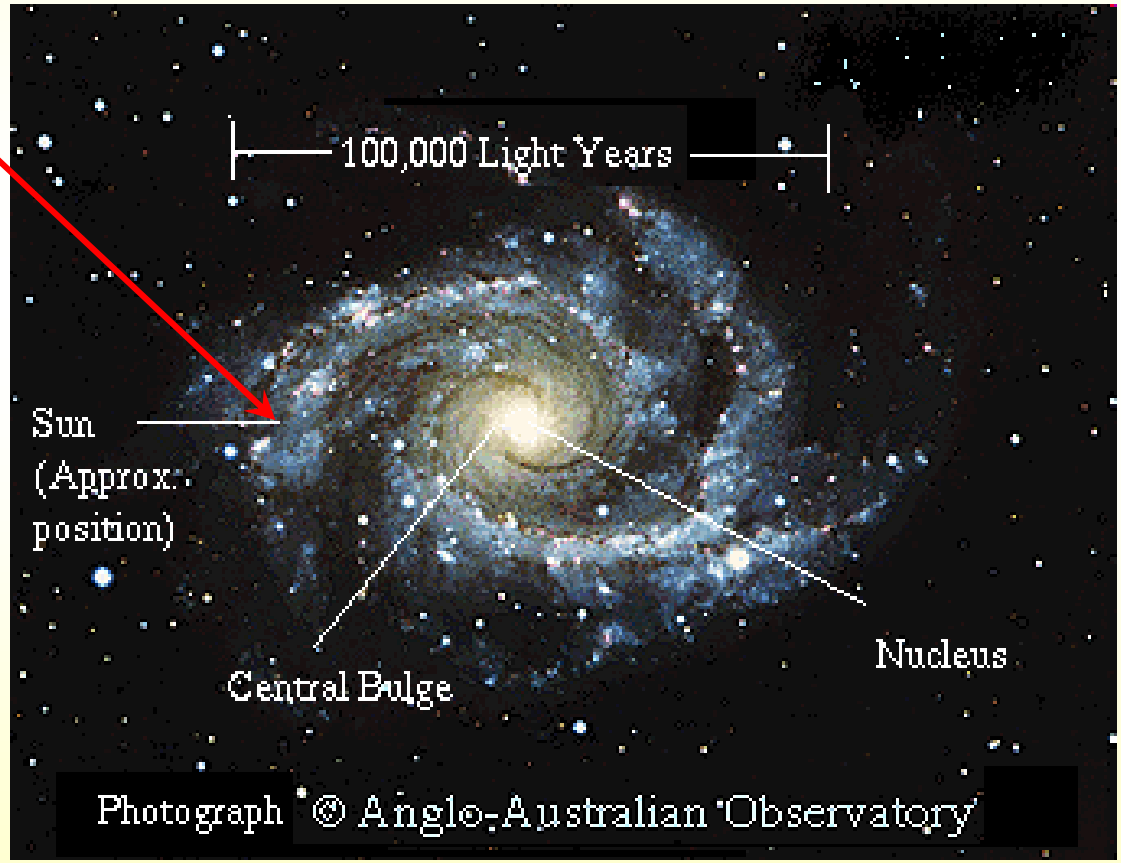
Tutti gli altri 0,1%
(ossia 1 per mille

ATOMI: come si formano? La nucleogenesi

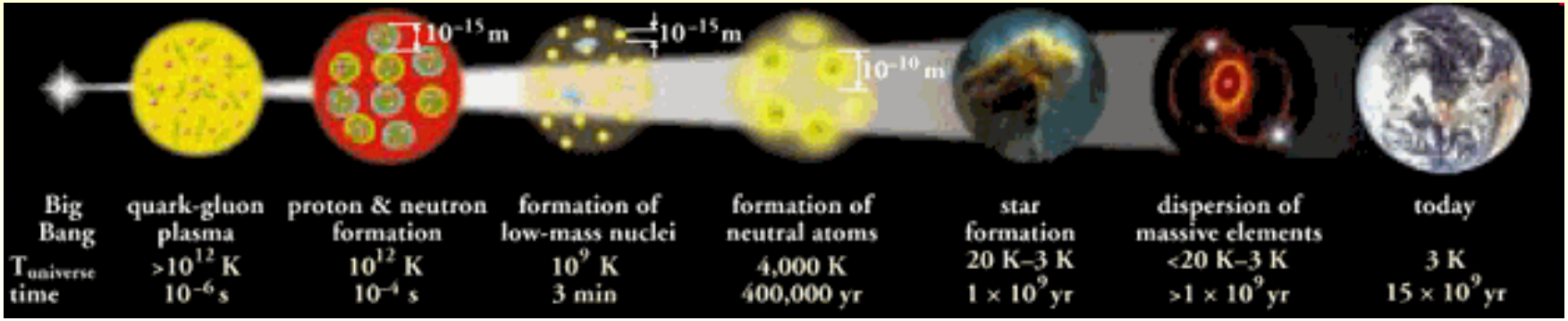
La nostra galassia vista da….lontano.

Gli atomi si sono formati in varie fasi dei complessi processi che partono dal big-bang e arrivano alla formazione ed evoluzione delle stelle.

VOI SIETE QUI

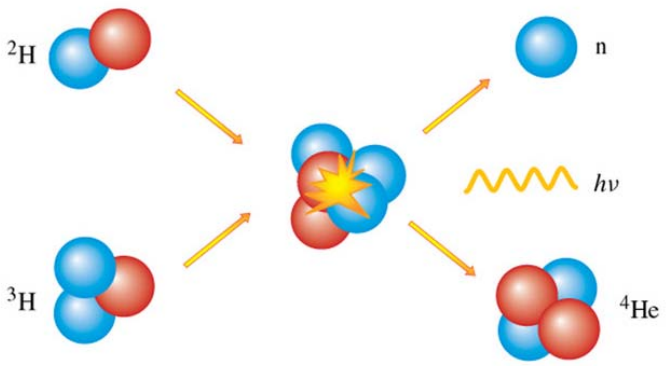


ATOMI in formazione

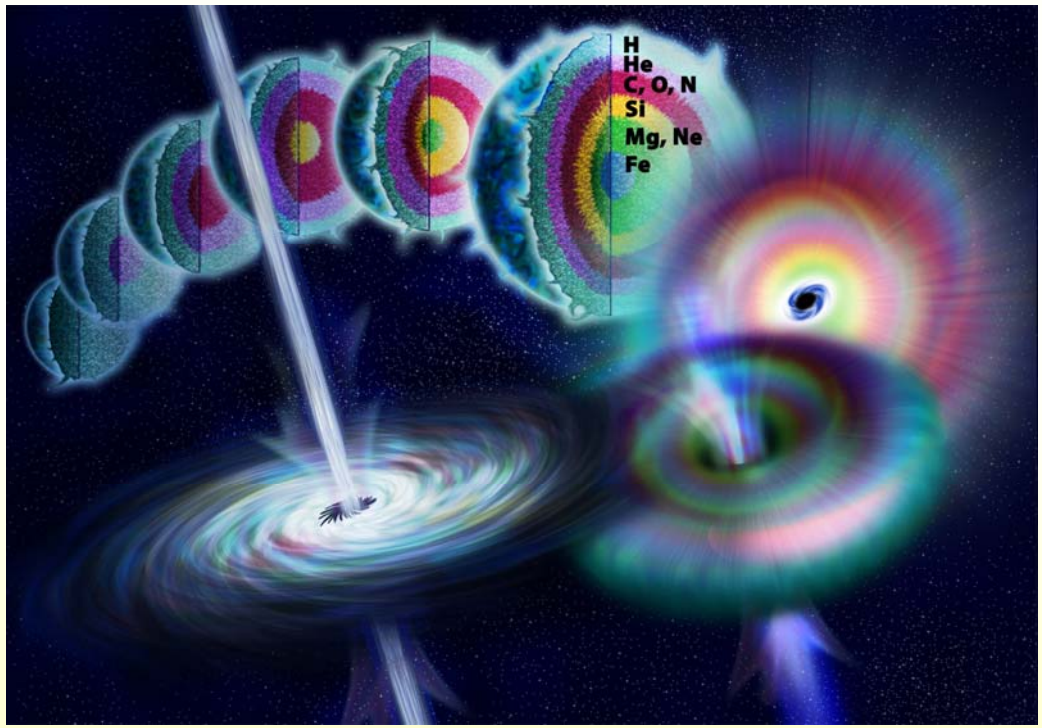


Big-bang. 15 miliardi di anni fa. Iniziano l'espansione e il raffreddamento.
Nei primi 3 minuti l'ammasso altamente energetico si raffredda progressivamente e permette la "condensazione" dei quarks in neutroni e protoni. Un ulteriore raffreddamento ed espansione porta ai primi nuclei stabili (piccoli, He, H) .
Dopo centinaia di migliaia di anni l'energia si abbassa ancora e consente la formazione di atomi di H ed He. Questi formano delle grandi nubi (1 Miliardo di anni dal Bang) che per interazione gravitazionale si aggregano contraendosi ed addensandosi (protostelle). La temperatura localmente si innalza (alcuni milioni di K) e partono le reazioni di **fusione nucleare.**
Elementi più pesanti possono ora formarsi nel cuore di queste grandi stelle.

FUSIONE NUCLEARE



E’ un processo mediante il quale nuclei piccoli si fondono in nuclei più grandi con un effetto di stabilizzazione che si manifesta con la liberazione di energia frutto di una perdita di massa.



Le stelle sono fornaci nucleari. Gli elementi pesanti (fino a Fe) si formano mediante reazioni di fusione nucleare nel loro cuore, quando l’energia non è dispersa e la temperatura cresce a 100-200 Milioni di gradi

ATOMI in formazione

Le stelle di prima generazione convertono l'idrogeno in elementi più pesanti:

$4\ {}^{1}H \rightarrow {}^{4}He$

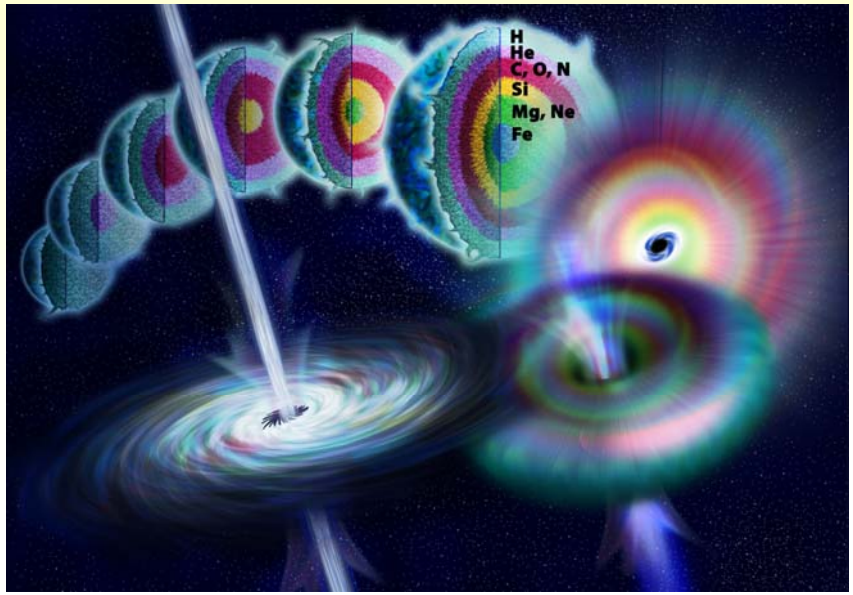
$3\ {}^{4}He \rightarrow {}^{12}C$

${}^{4}He + {}^{12}C \rightarrow {}^{16}O$

$2\ {}^{16}O \rightarrow {}^{28}Si + {}^{4}He$

$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots {}^{56}Fe$

Queste reazioni si producono in stelle di prima generazione che garantiscono le alte temperature necessarie.



Abbondanza degli ATOMI

Gli atomi non si sono formati tutti in ugual misura. Le reazioni principali

4 $^{1}H \rightarrow {}^{4}He$ 3 $^{4}He \rightarrow {}^{12}C$

"saltano" Li, Be, B che infatti sono poco abbondanti e si formano solo per reazioni secondarie (o di ritorno) che implicano la rottura di nuclei più grandi.

Allo stesso modo si capisce perché gli elementi con numero atomico Z pari sono più abbondanti rispetto a quelli con Z dispari.

ATOMI NELL'UNIVERSO

ATOMI nell'Universo: guardiamo dentro l'uno per mille

Ogni 100.000 atomi nell'universo ne abbiamo

Z = 1 H 92760	Z = 2 He 7140	Z = 3 Li ——	Z = 4 Be ——
Z = 5 B ——	Z = 6 C 8	Z = 7 N 15	Z = 8 O 49
Z = 9 F ——	Z = 10 Ne 20	Z = 11 Na 0.1	Z = 12 Mg 2.1
Z = 13 Al 0.2	Z = 14 Si 2.3	Z = 5 P ——	Z = 16 S 0.9
Z= 17 Cl ——	Z = 18 Ar 0.4	Z = 19 K ——	Z = 20 Ca 0.1
Z= 22 Ti ——	Z = 25 Mn ——	Z = 26 Fe 1.4	Z = 28 Ni ——

—— = trascurabile. La somma dei numeri in tabella porta a 99999.5. I quasi 70 elementi mancanti rappresentano quindi 0.5 su 100000 (0.0005%)

Tutto quanto descritto prima accade nella fornace nucleare delle stelle. Tuttavia l'astronave terra non è una stella bensì un pianeta.
Come si sono formati i pianeti?

Formazione del sistema solare

Una stella di una certa massa tende ad innescare reazioni nucleari in progressione. Quando una reazione successiva ad un'altra non riesce ad innescarsi la stella inizia una mutazione legata all'esaurimento del combustibile

1. Espansione a gigante rossa (si esaurisce H)
2. Collasso per raffreddamento del nucleo centrale (morte o vampata dell'elio). Evoluzione a nana bianca)
3. Accumulo di un surplus di energia gravitazionale ed esplosione di supernova
4. Il materiale stellare si disperse e si riaggrega in una stella di seconda generazione: il sole
5. Frammenti aggregati ricchi di elementi pesanti non "riescono" ad innescare una nuova fornace nucleare e restano a raffreddarsi intorno alla nuova stella: **i pianeti**

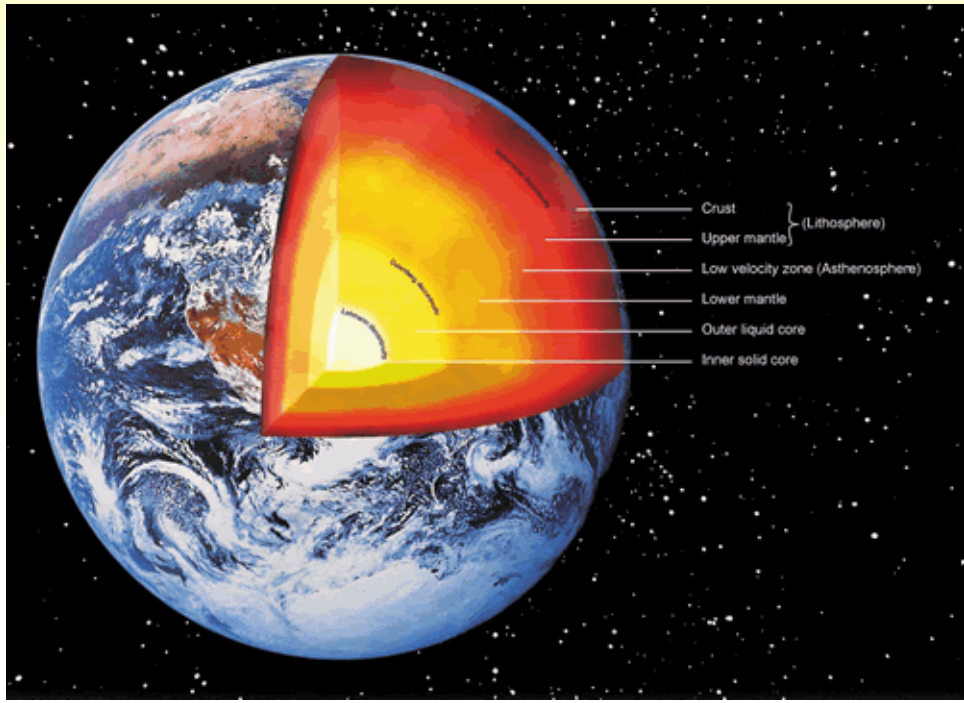
Atomi sul pianeta terra

La terra si forma dall'aggregazione di detriti che non innescano una fornace nucleare. Essendo detriti di una stella di prima generazione contengono elementi pesanti (e forse già qualche molecola)

1.L'energia legata all'aggregazione e ai fenomeni radioattivi fa comunque alzare la temperatura e fondere la sfera (o almeno la sua parte interna)

2.Alle temperature alte i gas leggeri dell'atmosfera originale sfuggono alla gravitazione. Sono trattenuti di più elementi leggeri come l'ossigeno che sono reattivi e reagiscono con altri elementi a formare le rocce (carbonati, silicati, ossidi contengono ossigeno)

3.Comincia la chimica: formazione di composti. (parentesi chimica)



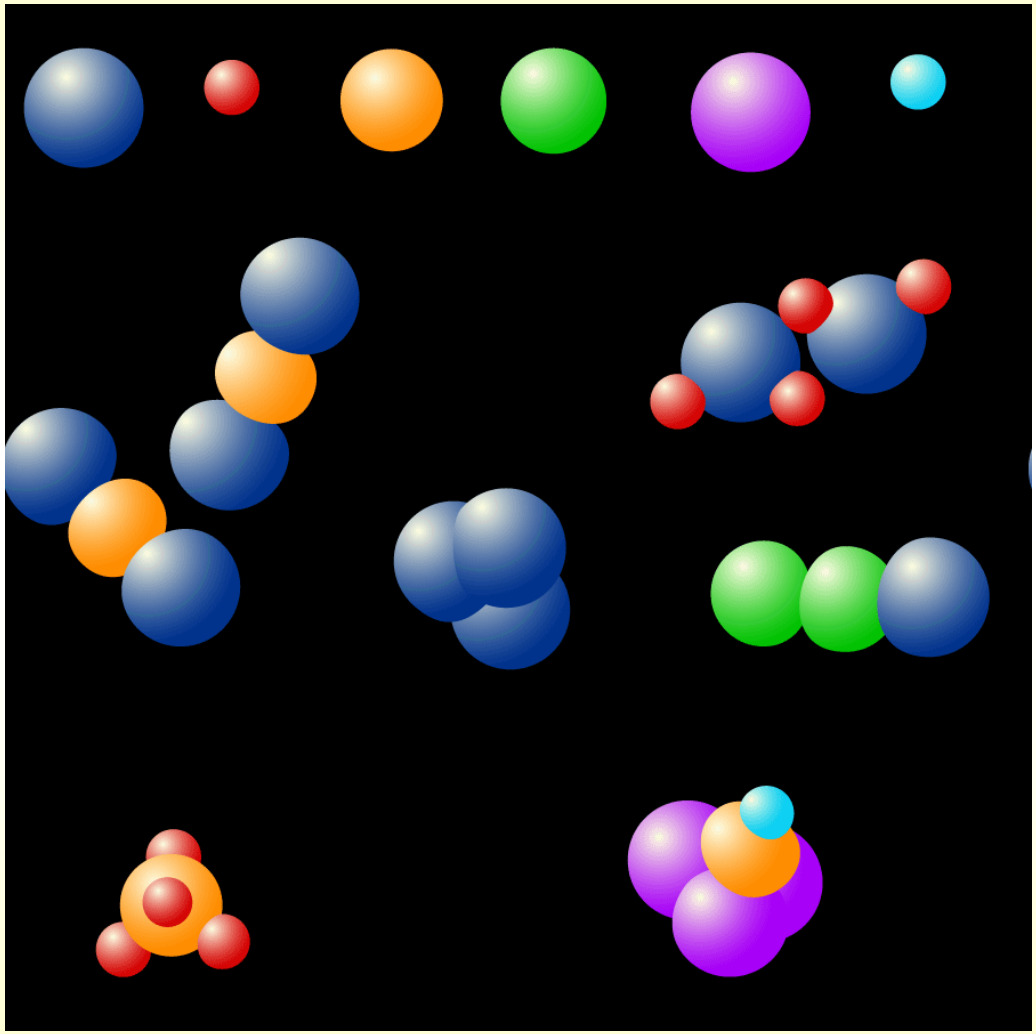
4.La massa semiliquida stratifica e i composti più leggeri vengono a galla. Comincia la formazione della **litosfera**

Gli atomi si possono aggregare: molecole

Gli atomi che contano statisticamente sul pianeta sono poco più di una cinquantina.

L'enorme varietà di sostanze che ci circonda è frutto della capacità degli atomi di dare aggregazioni stabili dette molecole, costituite da più atomi uguali o diversi tra loro con combinazioni possibili pressoché infinite

Gli atomi si connettono tra loro, formando entità stabili, sulla base delle regole del legame chimico



Gli atomi si possono aggregare: molecole

Molecole biatomiche di sostanze elementari

Molecole poliatomiche di sostanze elementari

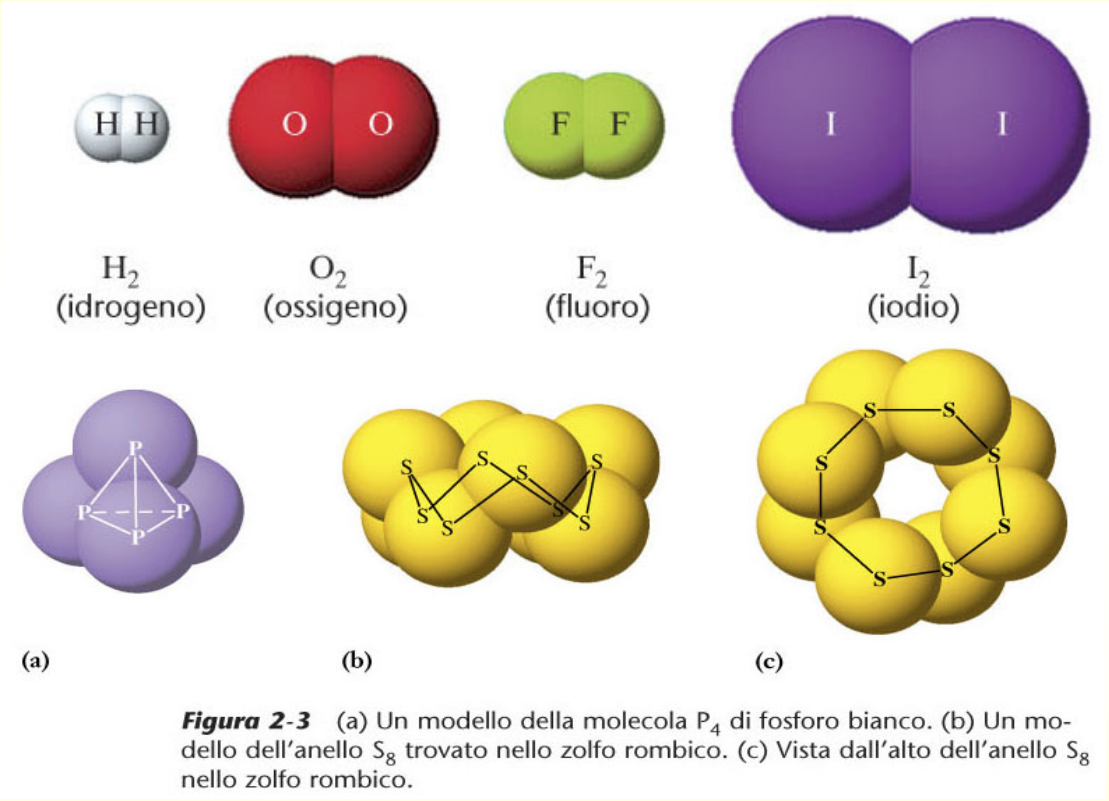
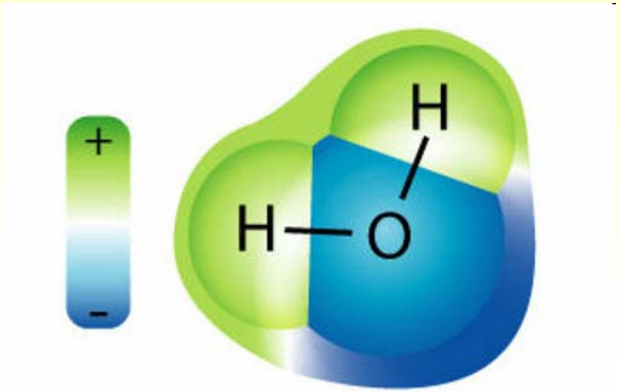
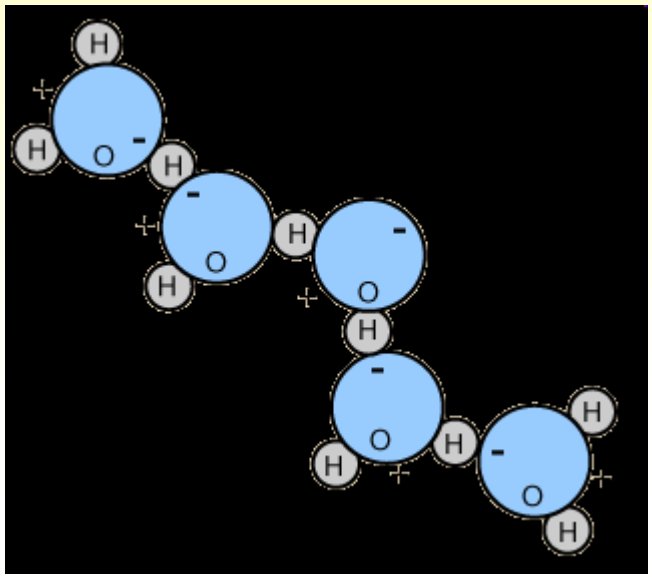


Figura 2-3 (a) Un modello della molecola P_4 di fosforo bianco. (b) Un modello dell'anello S_8 trovato nello zolfo rombico. (c) Vista dall'alto dell'anello S_8 nello zolfo rombico.

Le molecole possono essere formate da atomi uguali: molte sostanze elementari sono formate da molecole (e non da atomi singoli)

Una molecola speciale, l'acqua





L'acqua H_2O è una molecola un po' speciale. E' provvista di un momento di dipolo, una parte leggermente positiva e una leggermente negativa. Questo fa si che le molecole tendano ad aggregarsi per interazioni elettrostatiche e che la T di fusione e quella di ebollizione siano eccezionalmente alte rispetto a quanto ci si aspetterebbe per una molecola della dimensione di H_2O.

A pressione atmosferica T_f= 0°C T_{eb}= 100 °C. In questo intervallo l'acqua è liquida.

Gli atomi possono perdere o acquistare elettroni: gli ioni

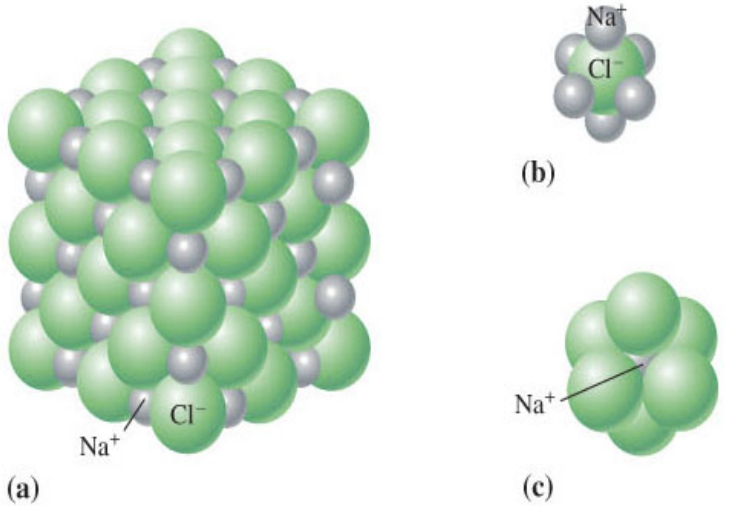
IONI: particelle dotate di carica elettrica a causa della presenza di un numero di protoni diverso dal numero di elettroni.

Possono essere: positivi → Na^+, Fe^{2+}, Al^{3+} negativi → Cl^-, O^{2-}, N^{3-}

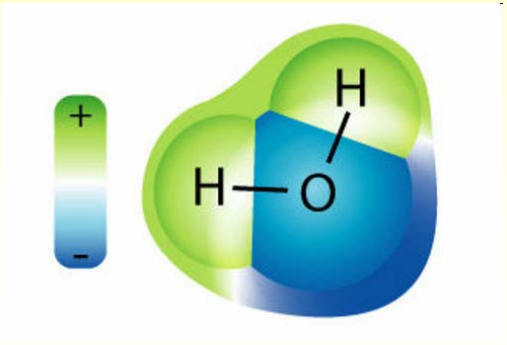
Monoatomici (sopra) poliatomici → NO_3^-, SO_4^{2-}, NH_4^+

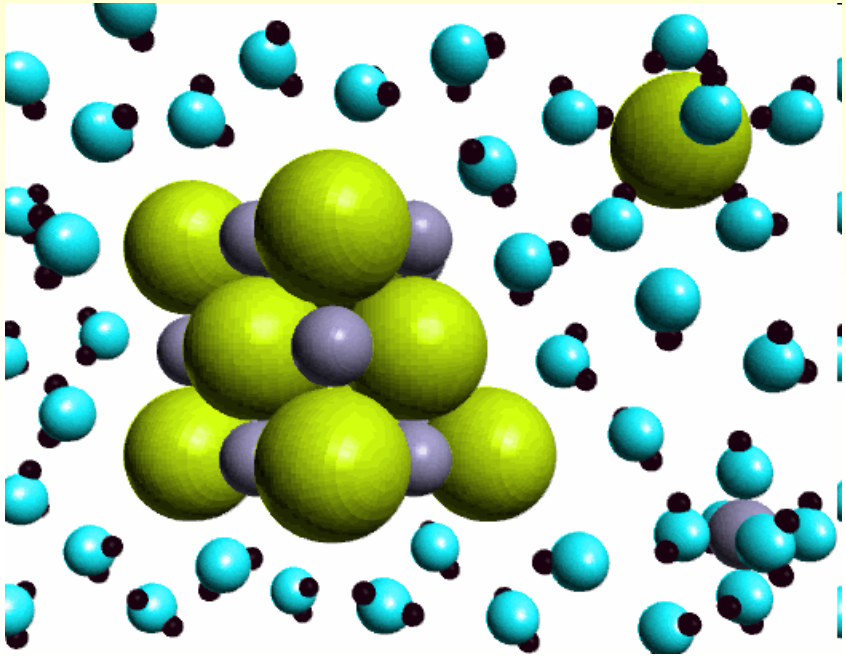
Gli ioni si organizzano in reticoli cristallini contenenti ioni di segno opposto

Figura 2-7 La disposizione degli ioni in NaCl. (a) Un cristallo di cloruro di sodio è formato da un esteso insieme ordinato di ioni sodio (*sfere piccole*) e ioni cloruro (*sfere grandi*) in egual numero. All'interno del cristallo, (b) ogni ione cloruro è circondato da sei ioni sodio e, (c) ogni ione sodio è circondato da sei ioni cloruro.



Una molecola speciale, l'acqua

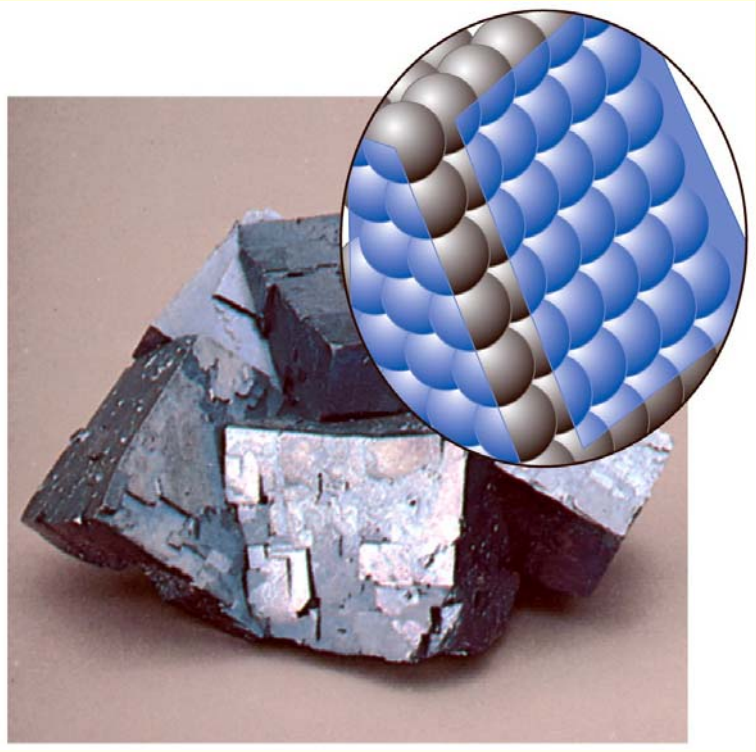


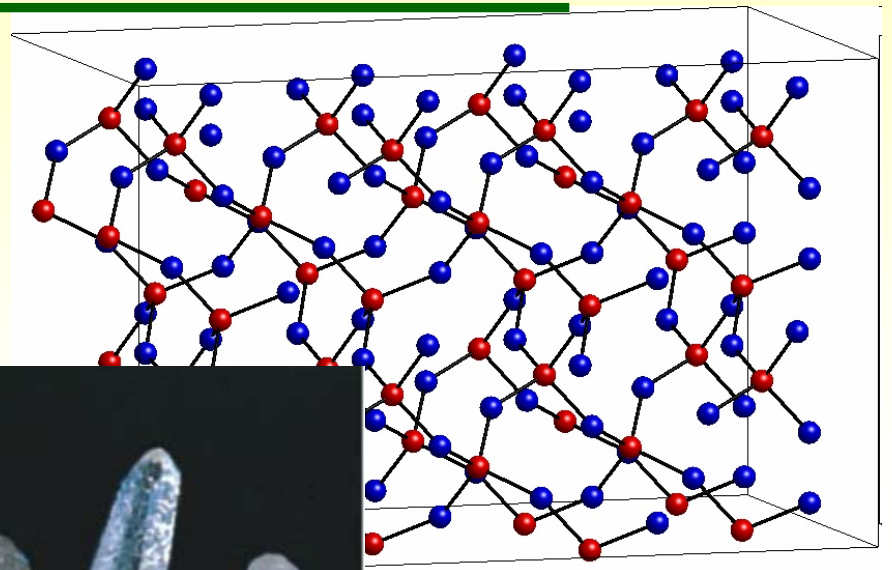


Per le sue proprietà dipolari l'acqua riesce a portare in soluzione sostanze polari e diverse sostanze ioniche come NaCl e $MgCl_2$

Sostanze molecolari come CO_2 e NH_3 si sciolgono abbondantemente in acqua alterandone le proprietà neutre in senso acido (CO_2) o basico (NH_3)

Altre forme di aggregazione: i reticoli cristallini

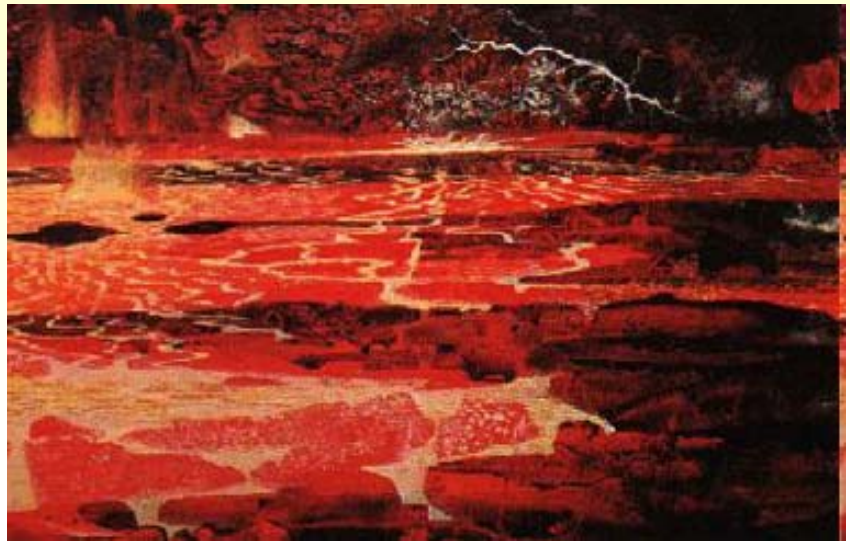




Due tipi di reticoli. Un reticolo metallico, formato da atomi dello stesso tipo (es. ferro), un reticolo formato da un alternanza regolare di atomi diversi, il quarzo SiO_2

Atomi sul pianeta terra

Prevalgono atomi più pesanti rispetto all'universo. Ciò rispecchia la storia del pianeta



Ogni 100.000 atomi sulla Terra ne abbiamo

Z = 1 H 120	Z = 2 He ——	Z = 3 Li ——	Z = 4 Be ——
Z = 5 B ——	Z = 6 C 99	Z = 7 N 0.3	Z = 8 O 48880
Z = 9 F 3.8	Z = 10 Ne ——	Z = 11 Na 640	Z = 12 Mg 12500
Z = 13 Al 1300	Z = 14 Si 14000	Z = 5 P 140	Z = 16 S 1400
Z= 17 Cl 45	Z = 18 Ar ——	Z = 19 K 56	Z = 20 Ca 460
Z= 22 Ti 28	Z = 25 Mn 56	Z = 26 Fe 18860	Z = 28 Ni 1400

Torniamo alla storia del pianeta terra

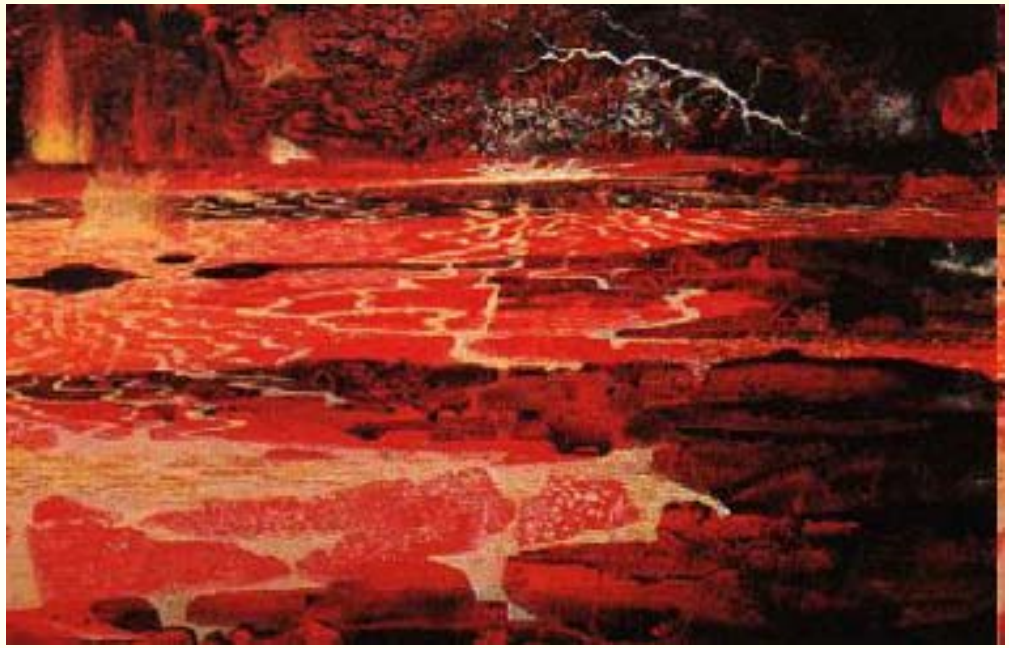
La massa semiliquida stratifica e i composti più leggeri vengono a galla.

Comincia col raffreddamento la solidificazione della parte esterna e la formazione della **litosfera**

1.Nucleo interno dei Ferro (e nichel)

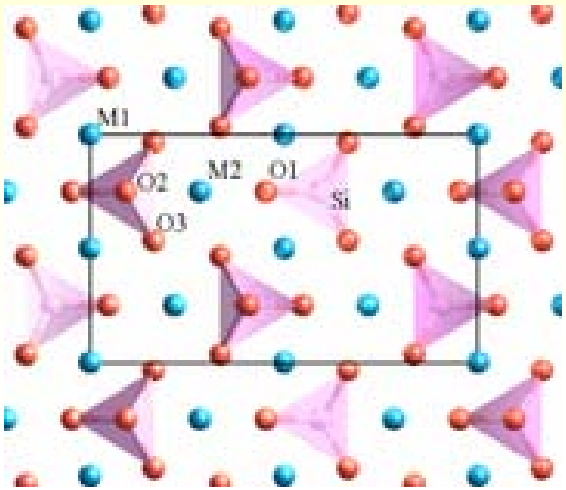
2.Mantello. Silicati ad alta densità come l'olivina $FeMgSiO_4$.

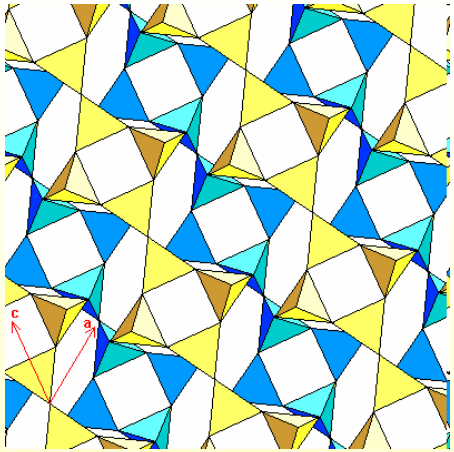
3.Crosta. Prevalgono i minerali più leggeri come fedspati, silicati che contengono Na, K, Ca ed Al



I silicati nella litosfera

Olivina





I tetraedri rosa sono ioni silicato (SiO_4^{4-}, il silicio - Si^{4+} - è al centro di 4 ioni O^{2-}) .

Lo ione silicato ha una carica complessivamente negativa che è compensata dalla carica positiva di ioni Mg^{2+} e Fe^{2+}.(le sfere azzurre)

L'olivina è tra i silicati più densi quindi occupa zone interne della sfera terrestre (mantello)

I fedspati sono ancora aggregati di tetraedri SiO_4^{2-} ma sono assai meno densi e si trovano dunque più abbondantemente nelle zone superficiali (crosta).

L’atmosfera della TERRA: evoluzione

La terra ha circa 4.5 Miliardi di anni ed inizialmente non ha atmosfera (la fase gas che circonda il pianeta non fu trattenuta dalla troppo debole forza gravitazionale)

La prima atmosfera terrestre si forma dalle eruzioni vulcaniche e **NON contiene ossigeno.** Si tratta di una atmosfera composta da **molecole**

CH_4 N_2 NH_3 H_2O H_2S

Simile a quella osservata (2005) su Titano dalla sonda Cassini

L’idrosfera della TERRA

L’acqua è un componente essenziale del pianeta.

L’acqua ha origine endogena. Durante il primo raffreddamento le eruzioni vulcaniche (anche legate al bombardamento meteoritico) la proiettano nell’atmosfera (insieme ad altri gas).

Ma c’è anche una origine esogena legata proprio a quanto trasportato dai meteoriti e dalle comete, enormi palle di ghiaccio.

Il raffreddamento progressivo della superficie porta alla condensazione di enormi quantità di acqua atmosferica.

Gli oceani compaiono dopo soli 150 Milioni di anni dalla formazione. Una enorme quantità di acqua, calda, è a disposizione……..

L’atmosfera della TERRA: evoluzione

La prima atmosfera terrestre **NON contiene ossigeno** libero**.** Si tratta di una atmosfera composta da **molecole**

CH_4 N_2 NH_3 H_2O H_2S

In termini chimici l’atmosfera primordiale è detta **riducente**. Se contenesse molto ossigeno sarebbe **ossidante**

L’atmosfera terrestre è stata **riducente** fino a **1.8 miliardi** di anni fa, ed è diventata **ossidante 1,4 miliardi** di anni fa**.**

In quei 0.4 Miliardi di anni è dunque successo qualcosa…..

Compare la vita: un po' di chimica nella fase pre-biologica

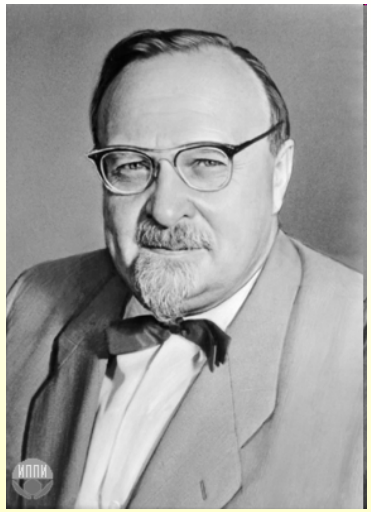
La complessità degli organismi viventi è fuori dalla nostra trattazione. Tuttavia la questione dell'origine della vita appassiona gli scienziati da sempre.

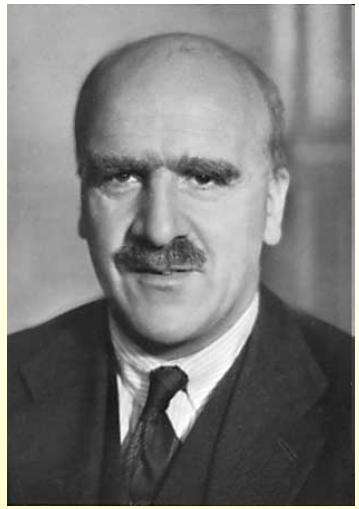
Non sembra più essere in discussione che gli organismi complessi siano frutto di una evoluzione che parte da entità molto semplici, da materiale organico (chimica del carbonio!) che ha progressivamente trovato il modo di andare a forme più complesse e organizzate.

Tutto ciò ha richiesto un tempo enorme e non sarebbe stato possibile in un ambiente ossidante : **l'ossigeno "ossida" "brucia" inesorabilmente i composti organici.**

In ambiente riducente le molecole organiche sono stabili a lungo e possono trovare la via per evolvere a forme più complesse.

Una ipotesi teorica al problema dell'origine della vita venne proposta indipendentemente da A. Oparin (URSS) e J. Haldane (UK)





Le ipotesi di Oparin e Haldane

Le molecole dell'atmosfera riducente, sottoposte a radiazione UV – non c'è il filtro dell'ozono! - formano molecole più complesse (persino amminoacidi) che sono solubili nell'acqua degli oceani

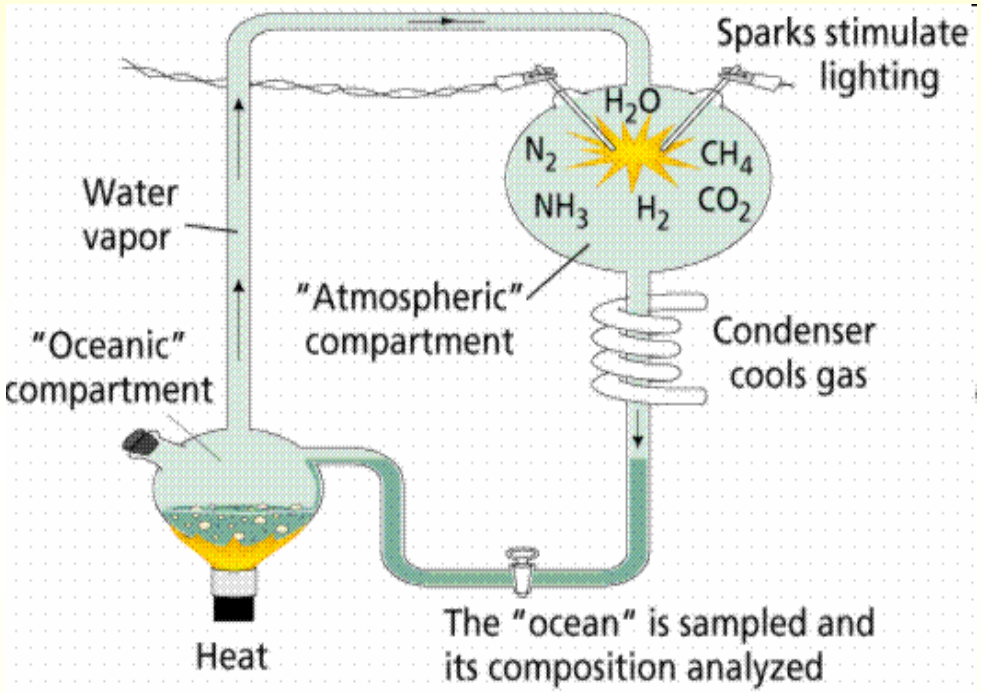
Mancando l'azione ossidante dell'ossigeno queste molecole si accumulano raggiungendo grandi concentrazioni in un liquido ancora caldo: il "brodo" di Haldane o "brodo" primordiale

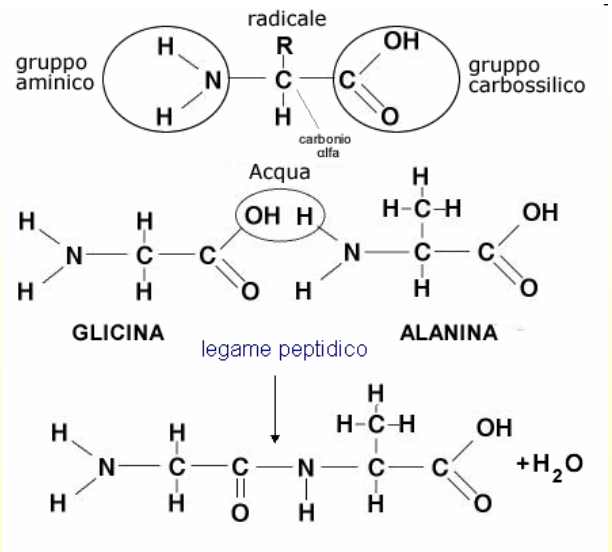
Questo è l'ambiente favorevole per fenomeni che qui non trattiamo e che portano ad una molecola, in mezzo a miliardi di altre in grado di replicare se stessa. E' l'origine dei fenomeni biologici

I primi organelli (una membrana che impedisce la dispersione e un po' di molecole che reagiscono) trovano l'energia a scapito di sostanze presenti nel "brodo" stesso.

La conferma: gli esperimenti di Miller

Stanley Miller (1930-2007) prepara in laboratorio una miscela gassosa che simula la prima atmosfera (un ambiente abiotico riducente) e la sottopone a stimoli termici, a irraggiamento e a scariche elettriche. Si osserva così la formazione di molecole complesse quali aldeidi, nitrili e persino amminoacidi.





Gli amminoacidi sono i mattoni delle catene proteiche!

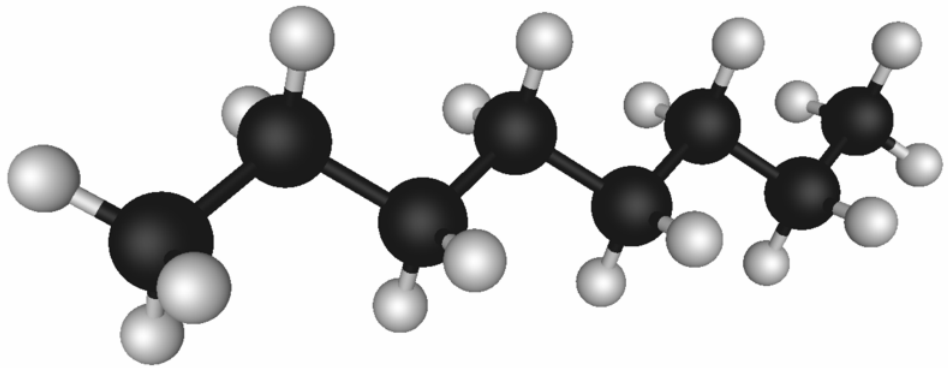
Gli atomi per la chimica della vita

La vita è COMPLESSITA'. Per questo servono sistemi capaci di creare un immenso numero di composti da cui la complessità possa attingere.

s^2p^1	s^2p^2	s^2p^3	s^2p^4	s^2p^5	s^2p^6
5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne

Gli atomi della vita sono **C**, N, O, H
Il carbonio è:

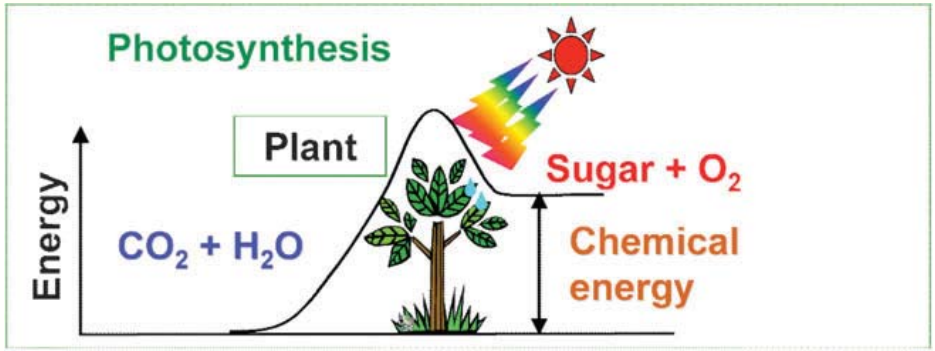
- capace di fare lunghe catene flessibili basate sul legame C-C
- capace di fare legami doppi C=C che introducono un punto di rigidità in catena
- Capace di legarsi ad atomi piccoli come N e O per dare una varietà di "gruppi funzionali"
- Capace di fare serie alternanti di legami semplici e doppi che assorbono radiazione elettromagnetica (luce solare). In altre parole capace di fare sostanze colorate….



Gli atomi per la chimica della vita

L'atmosfera terrestre è stata **riducente** fino a **1.8 miliardi** di anni fa, ed è diventata **ossidante 1,4 miliardi** di anni fa**.**
In quei 0.4 Miliardi di anni è dunque successo qualcosa…..

I primi organelli formati all'interno della "brodo" di Haldane hanno….finito il carburante, costituito dalle sostanze nutrienti accumulate nel liquido.
Si sviluppa una nuova strategia basata sulla fotosintesi, la capacità di certe molecole (i doppi legami) di intercettare radiazione solare e di usarne l'energia per reazioni chimiche che sviluppano gli organismi viventi
La fotosintesi usa CO_2, H_2O ed energia del sole per fare zuccheri e ossigeno



Il contenuto dell'atmosfera con l'azione prolungata di batteri fotosintetici e in seguito di piante più evolute cambierà per sempre:

La vita dovrà reinventarsi su basi AEROBICHE

Gli atomi per la chimica della vita

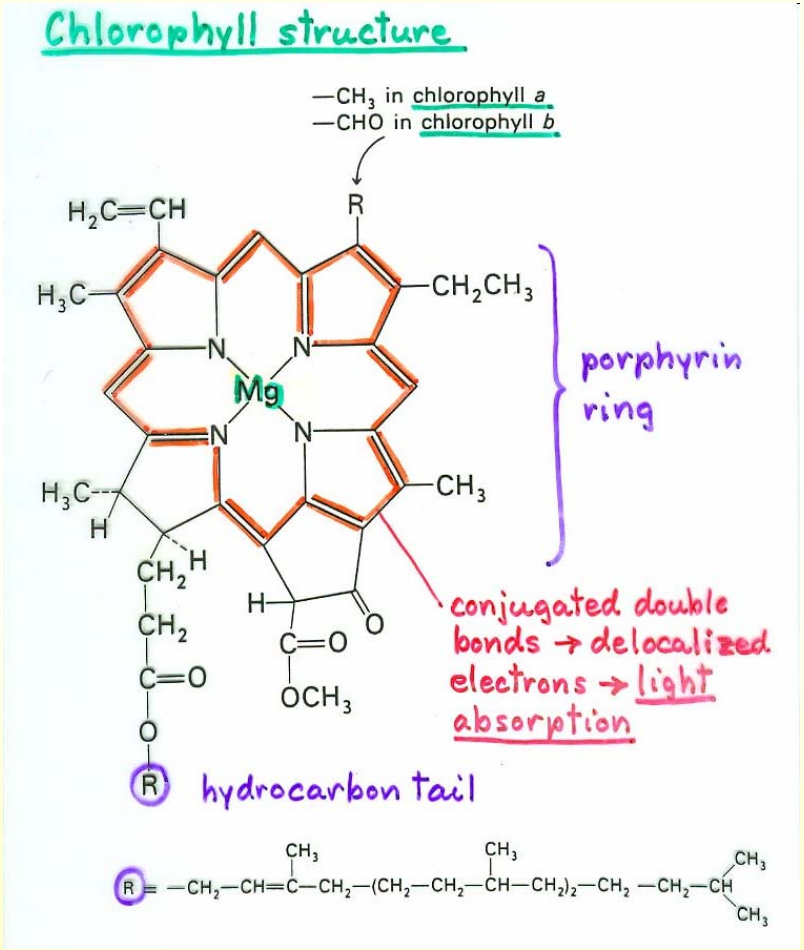
$$6\,CO_2 + 6H_2O + h\nu \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

L'ossigeno è una novità nell'atmosfera. Inizialmente si consuma a scapito dei minerali che vengono ossidati poi comincia ad accumularsi in atmosfera.

La terra è più protetta dai raggi ultravioletti

Le piante verdi popolano il pianeta, specie animali sempre più complesse il mare e più tardi (450 Milioni di anni a.c.) la terra.

230 Milioni di anni a.c arrivano i dinosauri che domineranno la terra fino a 150Manni a.c.



Composizione dell'atmosfera attuale

Componente	Vol %
N_2	78.1
O_2	20.9
Ar	0.9
CO_2	0.031
Ne	0.0018
He	0.00052
CH_4	0.0002
Kr	0.0001

L'atmosfera è costituita da componenti fisse e componenti variabili a seconda di clima e eventi atmosferici (vap. d'acqua, ozono). Componenti estranei a queste due categorie sono **inquinanti.**

L'atmosfera ha avuto composizioni diverse nell'evoluzione del pianeta.

CO_2 è un componente essenziale dell'atmosfera.

Negli ultimi anni la frazione di questo componente ha cominciato a crescere a causa delle attività antropiche

Gli elementi sulla terra oggi: le acque

Acque DOLCI	
Componente	% in peso
SiO_2 (colloidale)	0.00013
Ca^{2+}	**0.0015**
Na^+	0.00063
Mg^{2+}	0.00041
K^+	0.00023
HCO_3^-	**0.0058**
SO_4^{2-}	0.0011
Cl^-	0.00078

Nelle acque si trovano disciolte sostanze solubili. Principalmente Sali e alcuni gas.

Gli ioni positivi e negativi che si trovano nelle acque provengono dal dilavamento della crosta terrestre.

Nelle acque dolci è importante il contenuto di ioni calcio (Ca^{2+}). Le acque che ne contengono molto sono dette **acque dure.** Riscaldando un'acqua dura si osserva un precipitato di **$CaCO_3$** che si forma dal più solubile $Ca(HCO_3)_2$

$$Ca(HCO_3)_2 \rightarrow CaCO_3 + CO_2 + H_2O$$

Gli elementi sulla terra oggi: le acque

Acque SALATE	
Componente	% in peso
Br^-	0.006
Ca^{2+}	0.041
Na^+	**1.1**
Mg^{2+}	0.13
K^+	0.040
HCO_3^-	0.0058
SO_4^{2-}	0.27
Cl^-	**1.9**

Nelle acque marine si trova una forte quantità di ioni sodio e cloruri.

Si trovano anche i bromuri praticamente assenti nel caso delle acque dolci.

Gli elementi sulla terra oggi: le acque

Acque DOLCI	
Componente	% in peso
SiO_2 (colloidale)	0.00013
Ca^{2+}	**0.0015**
Na^+	0.00063
Mg^{2+}	0.00041
K^+	0.00023
HCO_3^-	**0.0058**
SO_4^{2-}	0.0011
Cl^-	0.00078

Acque SALATE	
Componente	% in peso
Br^-	0.006
Ca^{2+}	0.041
Na^+	**1.1**
Mg^{2+}	0.13
K^+	0.040
HCO_3^-	0.0058
SO_4^{2-}	0.27
Cl^-	**1.9**

Gli elementi sulla terra oggi: la litosfera

Elemento	% in peso
O	46.6
Si	27.7
Al	8.1
Fe	5.0
Ca	3.6
Na	2.8
K	2.6
Mg	2.1
Ti	0.4
H	0.14

La composizione chimica dell'intero pianeta non è conosciuta con certezza. E' nota invece la composizione della crosta terrestre (la parte superficiale) dove si trovano in abbondanza silicati, materiali a minore densità venuti a galla nella fase di formazione in cui gran parte del pianeta era composta da un magma incandescente. Ossigeno, silicio e alluminio (principali componenti dei silicati) costituiscono più dell'80% della crosta terrestre.

Il 5% in peso è costituito da ferro (Fe) e l'11% circa da sodio, potassio, magnesio e calcio Questi ioni metallici non a caso sono dominanti nelle acque.

Gli elementi sulla terra oggi: la biosfera

La composizione chimica degli esseri viventi riflette in qualche misura (es. le % di ioni metallici) quella marina, più almeno di quella delle acque dolci. Ciò suggerisce la bontà delle ipotesi sull'origine marina delle prime forme di vita biologica. La composizione effettiva di un organismo animale (es il corpo umano) tuttavia non rispecchia in toto quella di un ambiente particolare in quanto gli elementi presenti sono stati "scelti" nei processi evolutivi come quelli più adatti alla costruzione delle biomolecole.

L'ossigeno è l'elemento dominante legato alla presenza di acqua che rappresenta sempre una frazione elevatissima di un organismo vivente. Carbonio, Azoto, Ossigeno e Idrogeno costituiscono le proteine e gli acidi nucleici.

I metalli del blocco s (Na, K) hanno funzioni di trasmissione di messaggi nelle membrane cellulari. Ca costituisce (con P e O) lo scheletro (fosfati di calcio)

I metalli di transizione, seppure in quantità bassa, danno composti di coordinazione in proteine di cui sono centri attivi (es emoglobina)

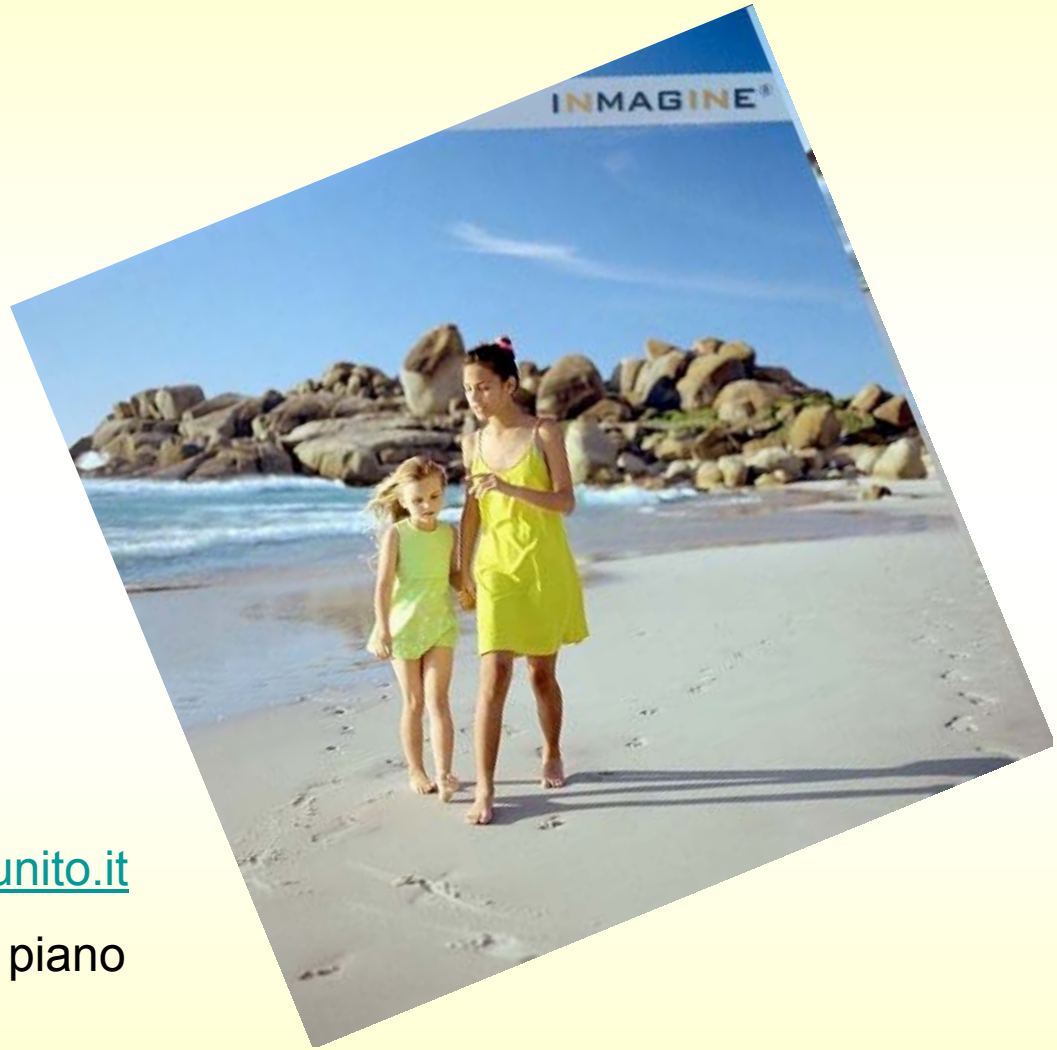
Gli elementi sulla terra oggi: la biosfera

Composizione per un uomo (o donna) di 70Kg

Non Metalli **Blocco p**	Peso (g)
O	43550
C	12590
H	6580
N	1815
P	680
Cl	115
S	100

Blocco s	Peso (g)
Ca	1700
K	250
Na	70
Mg	42

Blocco d	Peso (g)
Fe	6
Zn	2
Co	<1
Mn	<1
Mo	<1
Ni	<1
Cu	<1



elio.giamello@unito.it

Via Giuria 9, 5° piano