

PeF 24 (A.A. 2017-2018)

DIDATTICA DELLA CHIMICA SSD CHIM/03

Percorso Formativo di 24 CFU in attuazione del D.M. 616/2017, di seguito indicato con PeF24, per l'Anno Accademico 2017-2018.

Il Percorso consente l'acquisizione di 24 CFU nelle discipline antropo-psico-pedagogiche e nelle metodologie e tecnologie didattiche, di cui al Decreto Legislativo 13 aprile 2017 n. 59 e al Decreto del Ministro dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca 10 agosto 2017 n. 616.

MODULO DA 2 CFU (totale 12 ore ,1 CFU =6 ORE)

Periodic Table

Legend:

- electron per shell: 1-7
- atomic number (Z)
- symbol
- standard atomic weight (A_r)
- Oxidation states
- element name
- state: solid (s), liquid (l), gas (g), unknown (X)
- strongly acid oxide, acid, weakly acid oxide, weakly basic oxide, strongly basic oxide, amphoteric oxide
- LA: lanthanide, CA: calcium, SA: scandium, SY: synthetic
- stable element, unstable or radioactive element
- element natural, synthetic

Classification Key:

- s-block (with Helium)**: Alkali metals, Alkaline earth metals
- f-block**: Actinides, Lanthanides
- d-block**: Transition metals
- p-block (without Helium)**: Metalloids, Nonmetals (Polyatomic, Diatomic, Noble gas)

TITOLARE DR. IOLE VENDITTI

iole.venditti@uniroma3.it

LEZIONE 1

INTRODUZIONE

Obiettivi del corso:

Il corso consentirà di acquisire le competenze necessarie per la progettazione di percorsi culturalmente significativi e didatticamente efficaci per l'insegnamento della Chimica a livello della scuola secondaria. In particolare, lo studente sarà in grado di: contestualizzare alcuni argomenti di chimica nella loro prospettiva storica e epistemologica; affrontare le principali difficoltà cognitive che gli allievi incontrano nell'apprendimento della chimica; utilizzare a fini didattici la pluralità di testi e materiale scolastico; elaborare brevi sequenze didattiche per l'apprendimento di argomenti chimici previsti nelle linee guida ministeriali; usare un approccio trans- e interdisciplinare nell'insegnamento della disciplina.

Programma/Contenuti

I contenuti chimici nelle linee guida per la scuola secondaria e nei testi scolastici.

La rappresentazione della materia in chimica: i tre livelli di rappresentazione della materia e il triangolo di Johnstone; la struttura logica della chimica.

Il Linguaggio della Chimica: Atomi e Molecole.

Le reazioni :Chimica in azione

Dalla Chimica alla Biologia

Natura e origini delle concezioni alternative (misconcezioni) in Chimica

Strategie per l'apprendimento della Chimica.

Tecnologie digitali nell'insegnamento della Chimica.

Lezioni: LUNEDì in particolare la Didattica della CHIMICA

- 1) 09 Aprile 2h (ore 17-19): I contenuti chimici nelle linee guida per la scuola secondaria e nei testi scolastici; La rappresentazione della materia in chimica.
- 2) 16 Aprile 2h (ore 17-19): Il Linguaggio della Chimica: Atomi e Molecole;
- 3) 14Maggio 2h (ore 17-19): Le reazioni :Chimica in azione
- 4) 28 Maggio 2h (ore 15-17): Le reazioni :Chimica in azione
- 5) 28 Maggio 2h (ore 17-19): Esperimenti da cattedra
- 6) 11 Giugno2h (ore 15-17): Dalla Chimica alla Biologia; Natura e origini delle concezioni alternative (misconcezioni) in Chimica

Ricevimento studenti:

tutti i giovedì ore 13,30-15,30 previo appuntamento via e-mail

Testi

verranno suggeriti durante le lezioni link ,articoli e libri attinenti agli argomenti trattati e successivamente segnalati su piattaforma.

SCIENZE CHIMICHE NELLA SCUOLA SECONDARIA

LA RIFORMA DELLA SCUOLA- SITO MIUR:

[HTTP://ARCHIVIO.PUBBLICA.ISTRUZIONE.IT/RIFORMA_SUPERIORI/NUOVE SUPERIORI/INDEX.HTML](http://archivio.pubblica.istruzione.it/riforma_superiori/nuove_superiori/index.html)

SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO:

[HTTP://WWW.MIUR.GOV.IT/SCUOLA-SECONDARIA-DI-PRIMO-GRADO](http://www.miur.gov.it/scuola-secondaria-di-primo-grado)

SCUOLA SECONDARIA DI SECONDO GRADO:

[HTTP://WWW.MIUR.GOV.IT/SCUOLA-SECONDARIA-DI-SECONDO-GRADO](http://www.miur.gov.it/scuola-secondaria-di-secondo-grado)

[HTTP://WWW.ORIENTAMENTOISTRUZIONE.IT/](http://www.orientamentoistruzione.it/)

INDICAZIONI NAZIONALI

DOVE AVERE RIFERIMENTI PER I PROGRAMMI IN PARTICOLARE DI CHIMICA

LINEE GUIDA SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO

[HTTP://WWW.INDICAZIONINAZIONALI.IT/J/](http://www.indicazioninazionali.it/j/) → ANNALI

LINEE GUIDA SCUOLA SECONDARIA DI SECONDO GRADO

[HTTP://WWW.MIUR.GOV.IT/SCUOLA-SECONDARIA-DI-SECONDO-GRADO](http://www.miur.gov.it/scuola-secondaria-di-secondo-grado)

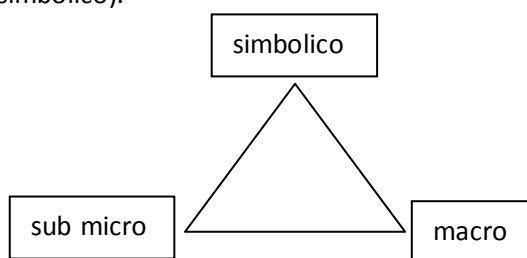
SCIENZE CHIMICHE E LA RAPPRESENTAZIONE DELLA MATERIA IN CHIMICA

IL TRIANGOLO DI JHONSTONE

La Chimica è vista e presentata spesso come una “materia difficile”. Uno dei motivi è che la comprensione della logica chimica non deriva direttamente da ciò che si osserva (atomi e molecole sono troppo piccoli), ma da schemi mentali astratti e fortemente simbolici.

Molto della struttura concettuale della chimica è basata sull'interazione tra mondo macroscopico e mondo sub-microscopico. In assenza di una conoscenza teorica specifica, anche se eseguiamo un esperimento, non riusciamo a ‘vedere’ perché i fatti sono oltre l'osservabile e il percepibile.

Uno degli studi che spiega le difficoltà incontrate dagli studenti nella comprensione del modello particellare in rapporto all'utilizzo dei simboli che usiamo e delle relazioni col mondo macroscopico, è il ‘triangolo’ di Johnstone (macro, sub-micro, simbolico).



Se nelle spiegazioni ci muoviamo all'interno del triangolo, facilmente rendiamo la chimica difficile, o impossibile, a molti studenti. “Perché infliggere i tre livelli simultaneamente agli studenti?” si chiede Johnstone. La difficoltà non è dovuta all'esistenza dei tre livelli di rappresentazione della materia, ma al fatto che l'istruzione viene condotta simultaneamente sui tre livelli, utilizzando soprattutto il livello simbolico.

Una considerevole mole di lavoro per comprendere le difficoltà connesse con la natura particellare della materia è stata svolta da Dorothy Gabel dell'Indiana University in Bloomington. Col suo gruppo ha studiato le idee della natura particellare della materia di futuri insegnanti elementari, utilizzando il test “Nature of Matter Inventory”. [10] Attributi quali la regolarità e la conservazione delle particelle venivano ignorati dagli studenti in oltre il 50% degli esempi utilizzati nel test. Una idea sbagliata che risulta in molti studi è l'aumento delle dimensioni degli atomi nel passaggio dallo stato liquido a quello gassoso. Conoscere le convinzioni scientifiche degli studenti è importante per noi insegnanti perché le idee preesistenti influenzano come gli studenti imparano le nuove conoscenze scientifiche e svolgono un ruolo essenziale nell'apprendimento successivo. Spesso queste concezioni sono difficili da cambiare perché nella mente degli studenti sono comprese in strutture concettuali coerenti, ancorché sbagliate.

Bilanciare un'equazione non necessariamente significa comprendere il significato delle formule in termini di particelle che i simboli rappresentano. Ad esempio, soltanto metà dei 14 studenti delle scuole superiori intervistati erano capaci di rappresentare i corretti collegamenti degli atomi nelle molecole. Stains e Talanquer hanno studiato la classificazione delle reazioni chimiche intervistando 44 studenti universitari di chimica a vari livelli di formazione, inclusi 13 laureati inseriti nel programma PhD. La natura delle

rappresentazioni ha influenzato la maniera di ragionare degli studenti nel processo di classificazione. Le rappresentazioni più familiari delle reazioni chimiche in forma simbolica facilitavano la classificazione, mentre la maggior parte degli studenti doveva sforzarsi nell'assegnare il significato chimico alla rappresentazione microscopica delle reazioni chimiche.

Da circa 30 anni la ricerca educativa evidenzia le difficoltà e le idee sbagliate connesse con la natura particellare della materia e sono stati eseguiti studi sui possibili benefici dell'uso delle moderne tecnologie. I computer forniscono mezzi potenti per promuovere la comprensione molecolare perché possono rappresentare il pensiero chimico nei vari livelli ed hanno la capacità di presentare le informazioni in differenti, ancorché coordinati, sistemi simbolici e questo accresce l'apprendimento. [19]

L'uso di multimedia [20, 21] e delle animazioni molecolari [22, 23] hanno effetti positivi, soprattutto se gli insegnanti danno suggerimenti, guidano nella comprensione e aiutano gli studenti a processare le nuove informazioni e fare collegamenti significativi con altri processi e sistemi chimici. Oppure se gli studenti sono tra loro coinvolti in discussioni significative mentre usano lo strumento di visualizzazione e fanno collegamenti tra quanto viene visualizzato e gli aspetti concettuali delle rappresentazioni. [24]

L'apprendimento dei concetti verso il problem solving. Per capire in modo significativo il processo e ragionare manipolando simboli mentre si risolvono i problemi è necessario aver compreso la rappresentazione dei fenomeni chimici, sia a livello particellare che a quello macroscopico. Ma il saper risolvere in modo corretto certi tipi di problemi non ne garantisce la loro comprensione concettuale. Questa è la conclusione che risulta da uno studio di Susan Nurrenbern e Miles Pickering.

In una ricerca che ha iniziato un nuovo filone di indagine, hanno chiesto a studenti universitari sia di risolvere alcuni problemi tradizionali sui gas che di rispondere a questioni senza contenuto matematico ma che richiedevano la comprensione concettuale dei gas. [27] In tutte domande, il numero di risposte corrette dei problemi matematici è stato superiore al numero di risposte corrette dei problemi concettuali.

Forse lo scopo di un insegnamento di successo deve essere quello di aiutare gli studenti a ragionare e a considerare il problem solving come un processo e non ad accontentarsi di ottenere il risultato corretto. "Colmare il gap tra ragionamento concettuale e problem solving algoritmico può comportare una varietà di benefici. Gli studenti interessati alla chimica svilupperanno una migliore comprensione concettuale oltre ad essere competenti matematici mentre quelli non interessati possono risultare incuriositi interagendo con i concetti." [31] Un tipo di insegnamento che rende esplicito il livello considerato e fornisce collegamenti tra il livello macroscopico, microscopico e simbolico aiuta gli studenti, come pure l'uso di rappresentazioni multiple e coordinate, che aiutano gli studenti a sviluppare modelli mentali dei fenomeni chimici.

Le difficoltà nel problem solving È riportato in letteratura che molte sono le difficoltà che gli studenti incontrano nel problem solving. Ma per quello che è necessario in questo articolo, restringiamo l'analisi alla rappresentazione del problema e alla traduzione in formula algebriche di affermazioni compiute. Una parte delle difficoltà logiche che gli studenti incontrano quando risolvono problemi connessi con la natura particellare della materia, sono illustrate dal problema che segue. Qual è l'equazione che rappresenta la seguente relazione:

all'Università ci sono sei studenti (S) per ogni professore (P). [36]

[A] $6S = P$

[B] $S = 6P$

Gli Autori riportano che un numero molto grande di studenti (37%) iscritti al primo anno del corso di laurea in ingegneria sbaglia la soluzione. Questo è vero ancora oggi per gli studenti iscritti nelle nostre Università. Anche studenti diplomati col massimo dei voti sbagliano questo ed altri problemi contenenti relazioni logiche. Le relazioni proporzionali sono parte essenziale di molte idee insegnate nel corso di chimica generale e gli studenti che non comprendono le proporzioni, per certo incontreranno notevoli difficoltà.

Come risulta dalla letteratura, le limitazioni e le difficoltà degli studenti rispetto ad un maggiore approfondimento dei concetti chimici sono dovute a diverse cause tra le quali la mancanza di modelli mentali e il limitato numero di rappresentazioni con le quali gli studenti hanno avuto modo di familiarizzare. In questo modo facciamo un servizio agli studenti perché li aiutiamo a diventare più abili.
[48]

CHIMICA

Definizione

- Ø La conoscenza e il controllo delle proprietà macroscopiche, microscopiche e fisiologiche di sostanze e materiali
- Ø La conoscenza e il controllo delle trasformazioni di **Le scienze chimiche hanno tre obiettivi fondamentali, fra loro strettamente connessi:** sostanze in altre sostanze, incluse le condizioni energetiche e cinetiche
- Ø La sintesi di sostanze e la produzione di materiali, siano essi già esistenti (in natura) ovvero siano totalmente innovativi

LA CHIMICA INORGANICA e ORGANICA

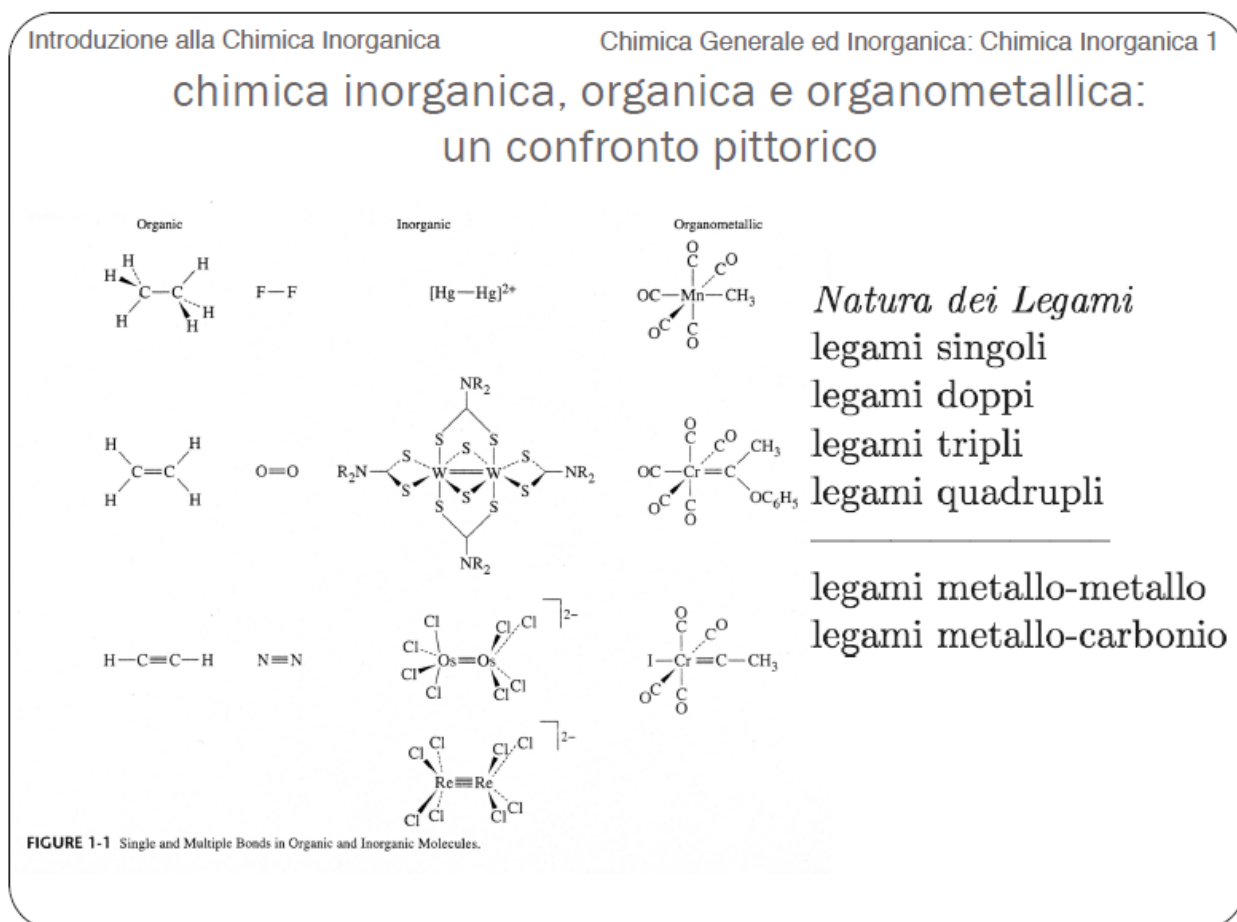
La chimica inorganica è la branca della chimica che tratta delle proprietà e del comportamento di tutti gli elementi e dei loro composti con l'eccezione dei composti del carbonio (tranne pochi).

La maggior parte dei composti del carbonio sono oggetto di studio della chimica organica. *Composti organici e inorganici*

La distinzione delle sostanze chimiche in organiche e inorganiche si fondava sull'idea che i composti "organici" del carbonio potessero essere prodotti solo dagli organismi viventi. L'infondatezza di questo concetto venne dimostrata nel 1828, quando il chimico tedesco Friedrich Woehler trasformò il cianato di ammonio in urea. Fu questa la prima trasformazione di una sostanza inorganica naturale in un prodotto organico e naturale del metabolismo di numerosi organismi. Nonostante ciò la divisione fra chimica organica e inorganica viene usata tuttora.

I composti inorganici danno luogo a molti tipi di legami chimici che non hanno riscontro nella chimica delle sostanze organiche.

Il carbonio forma infatti solo **legami covalenti**, utilizzando i suoi quattro elettroni di valenza. Ciò dà origine ad un limitato insieme di legami singoli e multipli che uniscono gli atomi di carbonio tra di loro e con l'idrogeno, l'ossigeno, l'azoto e pochi altri elementi.



La chimica inorganica ha le sue radici storiche nello studio dei minerali naturali e di altre sostanze non viventi. L'estrazione e il riconoscimento degli elementi chimici dai loro minerali ha portato di conseguenza allo studio del loro comportamento chimico caratteristico e alla scoperta di nuovi composti inorganici. La maggiore varietà di legami che si riscontra tra le sostanze inorganiche deriva dalla varietà delle combinazioni possibili tra gli oltre 100 elementi.

Ma da dove arrivano questi oltre 100 elementi???

ORIGINE E DISTRIBUZIONE DEGLI ELEMENTI

Poiché tutti gli elementi più pesanti dell'elio sono stati nucleo sintetizzati dalle stelle, tutti gli elementi chimici più pesanti, che sono la materia prima della vita, furono un tempo parte di un ciclo di vita stellare. Noi siamo il prodotto delle stelle. (Allan R. Sandage, astronomo)

La storia sull'origine degli elementi chimici è strettamente intrecciata con l'evoluzione del nostro universo. Gli elementi che costituiscono il nostro corpo, tutto ciò che ci circonda, riflettono l'abbondanza cosmica degli elementi, e la loro presenza sulla Terra è parte della storia evolutiva delle stelle.

La genesi di tutti gli elementi presenti in natura si può ricondurre a due fasi:

- la **nucleosintesi primordiale** per gli elementi "più leggeri"
- e la **nucleosintesi stellare** per la formazione degli elementi "più pesanti".

Nucleosintesi primordiale

La prima nucleosintesi, si riferisce al processo di formazione degli elementi nella prima fase dell'universo, conosciuta come big bang.

Essa è responsabile della formazione degli elementi idrogeno (H) e del suo isotopo deuterio (2H), dell'elio (He) e i suoi isotopi ^3He , ^4He e del litio-7 (^7Li).

Si ritiene che la formazione di questi elementi si sia avuta subito dopo la prima fase di espansione dell'universo, quando la temperatura ha avuto un "raffreddamento" a circa 1010 K. In questo momento l'universo è costituito da:

- un mare di fotoni (γ),
- elettroni e positroni (le antiparticelle degli elettroni e^+),
- neutrini (ν) e antineutrini ($\bar{\nu}$),
- più protoni e neutroni;

queste particelle esistono in equilibrio.

La combinazione di un protone e un neutrone attraverso l'attrazione della forza nucleare per formare ${}^2\text{H}$ non è possibile a temperature così alte perché i nuclei del ${}^2\text{H}$ si disintegrano istantaneamente, come atomi ionizzati quando esposti ad alta temperatura. **Espandendosi ulteriormente, un minuto dopo l'esplosione** iniziale, l'universo subisce un **decremento di temperatura (intorno a 109 K)** permettendo ai nuclei di ${}^2\text{H}$ di sopravvivere e rendendo possibile tutta una serie di reazioni che portano alla formazione di ${}^3\text{H}$, ${}^4\text{H}$, ${}^3\text{He}$, ${}^4\text{He}$, ${}^7\text{Be}$:

La formazione degli elementi con nuclei più pesanti del ${}^7\text{Li}$ è impedita dal fatto che nuclei con numero di massa (A) uguale a 5 e 8 sono estremamente instabili. A questo punto (3 minuti dopo il big bang) l'universo si è espanso e raffreddato al punto che le reazioni nucleari non possono più essere sostenute. I neutroni rimanenti poi decadono a protoni

I protoni e i neutroni derivati dal big bang non reagiti costituiscono l'abbondanza residua dell'idrogeno che osserviamo oggi nell'universo.

Il prodotto di reazione principale della nucleosintesi cosmologica è ${}^4\text{He}$, con piccole quantità di ${}^2\text{H}$, ${}^3\text{He}$ e ${}^7\text{Li}$. Questo elemento, insieme all'idrogeno costituisce il 98% degli elementi presenti principalmente nelle stelle

Esiste un forte **accordo tra le abbondanze misurate per i prodotti del big bang e quelle calcolate sulla base delle conoscenze delle velocità di reazione nucleare.** **Uno degli argomenti più forti in favore dell'ipotesi del big bang è che l'abbondanza del ${}^4\text{He}$ appare uniforme dovunque osserviamo l'universo, portando alla conclusione che molto dell'elio deve essere stato prodotto nello stesso momento.** Altrimenti, ci dovrebbe essere una più grande differenza nella composizione tra stelle di età diversa, come nel caso degli elementi più pesanti.

Dopo questa breve fase iniziale dell'espansione dell'universo, la nucleosintesi non può più aver luogo a causa della diminuzione della temperatura e della densità e tutta la materia è costituita quindi da idrogeno (75%) ed elio (25%).

Questi elementi non sono distribuiti uniformemente nello spazio.

Tale condizione è critica, perché una distribuzione non uniforme ha permesso alla gravità di agire nelle aree di maggior concentrazione per iniziare la "condensazione" della materia. Se ci fosse stata completa uniformità, non sarebbe successo nulla, in quanto ogni atomo sarebbe stato attratto uniformemente in tutte le direzioni e sarebbe rimasto nella stessa posizione relativa rispetto agli atomi vicini.

Come risultato di questa leggera discrepanza nella distribuzione della materia, la gravità ha determinato il collasso di grandi quantità di idrogeno e elio in aree più concentrate. Queste zone alla fine si sono evolute a formare le galassie.

Nucleosintesi stellare

All'interno di queste aree **un'ulteriore concentrazione di H ed He** ha portato successivamente alla **formazione delle stelle, dove gli elementi con massa maggiore sono stati sintetizzati**. In queste zone più concentrate gli atomi furono spinti con elevate velocità verso il centro dalla gravità e questo ebbe come conseguenza un incremento della temperatura (10⁷ K) e della densità della materia (100 g/cm³) con un aumento della frequenza di collisione tra gli atomi (formazione delle protostelle). Queste condizioni sono certamente estreme quando vengono comparate a quelle dell'idrogeno sulla Terra, la cui densità a 300 K è circa 10⁻⁴ g/cm³.

E' importante notare che solo il nucleo di una stella raggiunge la massima temperatura e densità; per esempio la temperatura raggiunta alla superficie del Sole è circa 5700 K, mentre nel suo nucleo si ritiene che sia intorno a 14 milioni di K.

Quando il nucleo di una stella raggiunge queste condizioni di temperatura e pressione, i protoni acquistano sufficiente energia cinetica per superare la loro reciproca repulsione elettrica e iniziano le reazioni di fusione nucleare

Questo ciclo è chiamato **catena p-p (proton-proton chain reaction)**, e sono possibili diverse varianti a seconda della temperatura del nucleo o della composizione della stella.

L'effetto complessivo in ogni caso è la trasformazione di 4 protoni in 1 atomo di ⁴He, che si addiziona una piccola quantità (circa il 10%) alla concentrazione primordiale del big bang di ⁴He.

L'enorme quantità di energia rilasciata nella reazione di fusione (6x10¹¹ J per grammo di H) serve come forza di espansione per stabilizzare la compressione dovuta alla forza gravità.

La stella appare quindi un corpo stabile con l'energia liberata dalle reazioni nucleari nel nucleo bilanciata dalla radiazione emessa alla superficie.

La massa della stella determina la velocità con cui "brucia" il combustibile nucleare e quindi il suo tempo di vita.

Se la massa della stella è sufficientemente grande, la forza di gravità comincia a contrarre il nucleo, causando un aumento di temperatura e pressione.

Questo determina un'espansione degli strati gassosi esterni composti da idrogeno che dà luogo ad una nuova fase dell'evoluzione della stella, **chiamata fase della gigante rossa.**

Durante lo stadio di gigante rossa, la pressione gravitazionale continua a comprimere e riscaldare il nucleo. Quando la temperatura raggiunge valori intorno a 10⁸ K e densità di

10^4 g/cm^3 , diventa possibile un nuovo tipo di reazioni nucleari che interessano gli atomi di He. Queste reazioni sono dette **processo triplo alfa**.

La cinetica di reazione di questo processo è molto lenta a causa dell'instabilità del ^8Be (che decade in $3 \times 10^{-16} \text{ s}$) ed è quindi necessario un lungo periodo di tempo per dare luogo alla produzione di carbonio a partire da una iniziale atmosfera di elio.

Il processo continua nel nucleo della stella finché tutto l'elio è convertito in ^{12}C e ^{16}O .

A questo punto ci sono due possibilità per la stella.

- Per le **stelle più piccole**, la temperatura raggiunta nel nucleo non è abbastanza alta da bruciare carbonio. Quindi non sarà possibile nessuna ulteriore reazione esotermica. Il nucleo della stella continuerà a contrarsi e la stella collasserà fino a divenire un corpo con dimensioni simili a quelle della Terra con densità elevatissima (circa 10^9 g/cm^3). Queste stelle sono chiamate **nane bianche**. Negli anni '30, il fisico Chandrasekhar (Premio Nobel per la fisica 1983) mostra che la massima massa stellare che determina questo processo è 1,4 Msole.
- Per **stelle più massive, cioè $M \geq 10$ Msole, il nucleo continua a contrarsi e la temperatura a salire**. Quando questa raggiunge il valore di circa $5 \times 10^8 \text{ K}$ e densità di $5 \times 10^5 \text{ g/cm}^3$ gli **atomi di carbonio fonderanno per formare nuclei più pesanti come Mg, Ne**. A 10^9 K i nuclei di **ossigeno cominceranno a fondere producendo ^{28}Si e ^{32}S** .

Poiché queste reazioni possono essere relativamente rapide ad alta temperatura, l'evoluzione della stella procede molto velocemente a questo stadio e si sviluppa una composizione nucleare molto più varia.

A temperature vicine ai 10^9 K e densità intorno a 10^6 g/cm^3 , **inizia un nuovo processo che determina la formazione di nuclei di ferro a partire dal silicio (processo e)**. Il ferro-56 è l'ultimo isotopo che viene creato dalla nucleosintesi in quanto è uno degli isotopi più stabili dell'Universo. La fusione non può più procedere poiché il processo di fusione del ^{56}Fe è di tipo endotermico, ossia richiede un apporto di energia maggiore di quello che riesce a generare.

La sintesi di elementi più pesanti del ferro non è energeticamente favorevole e, non fornendo energia al sistema, non può contribuire a sostenere il peso della stella.

A questo punto si è formata una stella instabile piuttosto complessa, contenente nei vari strati gli elementi dall'idrogeno, strato esterno, poi elio, ossigeno, carboni, silicio, fino al ferro nello strato più interno.

L'accumulo degli elementi del gruppo del ferro nel nucleo della stella con massa più grande di 10 volte la massa del Sole, porta a una condizione catastrofica. Senza la stabilizzazione dell'energia nucleare, le forze gravitazionali causano il collasso del nucleo. L'implosione avviene su una scala dei tempi molto breve (secondi) durante la quale la

densità della materia nucleare può raggiungere i 10^8 g/cm^3 con una temperatura ben oltre i 10^9 K nel centro del nucleo. Questo rapido riscaldamento determina un'enorme onda d'urto che porta all'esplosione della stella in processo associato con la **formazione di una supernova**.

È durante i pochi secondi del collasso, le condizioni molto speciali di temperatura e pressione che esistono nella supernova permettono la formazione degli elementi più pesanti del ferro.

La quantità di elementi che vengono rilasciati nello spazio è enorme. Si calcola che, per esempio, la supernova SN1987A, osservata nel 1987, espulse una quantità pari a 25000 volte la massa della Terra di solo ferro.

Ci sono due importanti conseguenze del collasso gravitazionale e del rapido riscaldamento che ne segue.

- Primo l'incremento della temperatura dà avvio ad un'estesa rete di reazioni nucleari nella parte esterna della stella che porta ad una diversità delle specie nucleari per gli elementi precedentemente formati.
- Secondo, le condizioni al centro del nucleo, dove la temperatura e la densità sono più elevate, causa la rottura dei nuclei di ferro mediante reazioni di fotodisintegrazione con formazione di un gran numero di neutroni. Poiché i neutroni non hanno carica elettrica, possono interagire con la materia nucleare precedentemente formata senza subire repulsione coulombiana. Questo processo di cattura di neutroni determina la formazione di nuovi elementi più pesanti.

Come le stelle formano gli elementi più pesanti del ferro

Il processo di formazione degli elementi più pesanti del ferro può avvenire attraverso due meccanismi, detti **processo s** (dall'inglese slow "lento") e **processo r** (dall'inglese rapid "rapido").

- Nel **processo s**, quando un nucleo di ferro assorbe un neutrone, aumenta il proprio peso atomico di un'unità. Se diventa un isotopo instabile può subire un decadimento beta (che consiste nella conversione di un neutrone in un protone all'interno del nucleo), aumentando così il proprio numero atomico di un'unità. Se il nucleo formato attraverso il processo s è stabile questo può catturare un altro neutrone, altrimenti decadere in un altro nucleo. Il meccanismo s è estremamente lento; è stato stimato che, in media, possono passare centinaia di migliaia di anni tra successive catture di neutroni. Inoltre il processo di crescita del numero atomico può proseguire fino al ^{208}Pb e ^{209}Bi . Al di sopra di questo punto, i nuclei sono abbastanza stabili da non permettere ulteriore cattura di neutroni e quindi gli elementi che fanno parte della serie degli attinidi (numero atomico > 90) non possono essere sintetizzati mediante il processo s.

- A differenza del processo s che avviene all'interno della stella prima che questa esploda, il **processo r**, cioè la cattura rapida di neutroni avviene nelle fasi esplosive di una stella, durante le quali si producono moltissimi neutroni in pochissimo tempo. In queste circostanze, più neutroni vengono catturati in rapida successione dai nuclei atomici, prima che possano verificarsi dei decadimenti beta. Come l'aggiunta di neutroni prosegue, il decadimento beta diventa più probabile. Questo produce gli elementi successivi più pesanti. Queste reazioni producono nuclei ricchi di neutroni che sono quelli presenti nella parte inferiore del diagramma di stabilità dei nuclei. È il processo r che porta alla formazione del torio ($Z=90$) e uranio ($Z=92$). Il limite massimo per la sintesi degli elementi nel processo r è imposto dalle reazioni di fissione nucleare, che dividono i nuclei pesanti in frammenti più leggeri. Il processo r è ritenuto concludere il ciclo delle stelle di prima generazione, cioè le stelle composte del materiale originale del big bang.

Storia della teoria della nucleosintesi stellare

La teoria della nucleosintesi stellare si deve principalmente al lavoro di quattro fisici: Geoffrey e Margaret Burbidge, William Fowler e Fred Hoyle (spesso indicati con la sigla B2FH) i quali proposero che tutti i nuclei atomici più pesanti del litio dovevano essere sintetizzati nelle stelle e non durante il big bang.

La nucleosintesi cosmologica nel big bang e la sintesi degli elementi durante l'evoluzione stellare sono in grado di tener conto di quasi tutti gli elementi della tavola periodica e delle loro abbondanze relative.

L'unica eccezione riguarda gli elementi più leggeri Li, Be e B che contengono rispettivamente tre, quattro e cinque protoni, e che si disintegrano rapidamente nell'ambiente caldo e denso che caratterizza l'interno di una stella.

Si ritiene ora che questi tre elementi siano stati sintetizzati non nell'interno delle stelle, ma nelle immense nubi di gas e polvere a bassa densità che riempiono lo spazio interstellare della galassia, costituendo nell'insieme il mezzo interstellare (processo di spallazione). I raggi cosmici, costituiti principalmente da protoni di alta energia, che attraversano il mezzo interstellare, hanno dato inizio alle reazioni che producono i tre elementi leggeri. I nuclei di Li, Be e B si formano quando i raggi cosmici interagiscono con i nuclei di elio, carbonio, azoto e ossigeno presenti nel mezzo interstellare. Queste reazioni avvengono ad energie molto più alte di quelle caratteristiche del big bang e dell'evoluzione stellare ma in un ambiente che ha una bassa densità. Conseguentemente, la temperatura è bassa e i prodotti Li, Be, e B non bruciano dopo la loro formazione, come avviene nelle stelle.

Nascita della CHIMICA INORGANICA

IL CONGRESSO DI KARLSRUHE

Il Congresso di Karlsruhe fu un incontro internazionale di chimici tenutosi a Karlsruhe nel 1860. Rappresenta la prima conferenza mondiale di chimica, con la partecipazione di circa 140 chimici.

Il Congresso di Karlsruhe venne realizzato affinché i chimici europei potessero discutere le questioni riguardanti la nomenclatura, le notazioni impiegate, e i pesi atomici. Il Congresso però si concluse senza un accordo definitivo sul problema dei pesi atomici e molecolari.

Tuttavia l'ultimo giorno del congresso vennero distribuite le ristampe di una pubblicazione del 1858 di Stanislao Cannizzaro sui pesi atomici, in cui lo scienziato utilizzò il lavoro precedente di Amedeo Avogadro. Gli sforzi di Cannizzaro esercitarono una forte e, in alcuni casi, alquanto immediata influenza sui delegati. Ne furono influenzati in particolare Lothar Meyer e Dmitri Mendeleev, che successivamente elaborarono la tavola periodica degli elementi riconoscendo la validità delle considerazioni fatte da Cannizzaro.

“PERCHÉ IL CONGRESSO”

Nel congresso internazionale dei chimici, organizzato nel 1860 a Karlsruhe (Germania) da Kekulé e Wurtz si volevano superare molte incomprensioni e a favorire un accordo su qualcuno dei seguenti punti: la definizione di importanti nozioni chimiche, quali quelle espresse dai termini atomo, molecola, equivalente, atomico, basico; l'esame della questione degli equivalenti e delle formule chimiche; l'istituzione di una notazione e di una nomenclatura uniformi.

Alcuni chimici di vecchia scuola rifiutarono l'invito. Il Congresso fu molto importante, per la prima volta si riunivano scienziati di una singola disciplina e di molte differenti nazioni, che dimostravano l'esistenza di una comunità chimica internazionale, che doveva definire le regole, e periodicamente cercare insieme la soluzione a problemi che non si potevano risolvere nel proprio luogo di studio.

Al Congresso, che si svolse dal 3 al 5 Settembre 1860, a Karlsruhe, capitale del Baden, nella sala riunioni della seconda Camera dello Stato, messa a disposizione dall'Arciduca, presero parte più di 140 chimici, provenienti da tutta Europa.

Nella prima giornata, si parlò della necessità di differenziare molecole: esse costituiscono la più piccola quantità di un corpo che partecipa a una reazione o ne è prodotta, atomi la più piccola quantità di un corpo che costituisce queste molecole. Nel suo intervento, Kekulé ribadì la sua convinzione che le molecole fossero la più piccola quantità di una sostanza che potesse esistere allo stato libero e, nel corso delle reazioni, potesse essere separata in parti più piccole, gli atomi, che erano effettivamente indivisibili.

Nella seconda giornata si chiarì la differenza tra il termine equivalente, utilizzato per le operazioni sperimentali e atomo, legato a ipotesi teoriche.

Nella terza giornata si affrontò il problema di stabilire tutti insieme i valori dei pesi atomici e, di conseguenza, le formule molecolari. Dumas, che presiedeva l'assemblea, propose di adottare per il carbonio un peso atomico eguale a 12 solo per la chimica organica, e lasciare il vecchio valore di 6 in quella inorganica. Cannizzaro si oppose vivacemente a questa proposta, dimostrando che ritornare ai pesi atomici di Berzelius avrebbe introdotto un grande equivoco nelle scienze. Il Congresso si chiuse senza che si fosse raggiunto alcun consenso, anche se la proposta di Cannizzaro aveva convinto la maggior parte dei partecipanti. Per fortuna alla fine dei lavori, Angelo Pavesi (1830-1896), professore di Chimica a Pavia distribuì ai congressisti le copie di un articolo di Cannizzaro, apparso nel 1858 sulla rivista *Il nuovo cimento*, dal titolo *Sunto di un Corso di Filosofia Chimica*. Il *Sunto*, era scritto sotto forma di lettera indirizzata a Sebastiano De Luca (1820-1880), professore di Chimica all'Università di Napoli e riportava in modo semplice la teoria sui pesi atomici.

Un importante risultato a lungo termine del Congresso di Karlsruhe fu l'adozione degli oramai familiari pesi atomici. In precedenza, e andando indietro fino al lavoro di Dalton nel 1803, erano in uso diversi sistemi per esprimere i pesi atomici. In un caso, fu adottato un valore pari a 1 per l'idrogeno (l'unità di base), a 6 per il Carbonio e a 8 per l'Ossigeno. Finché esistevano delle incertezze sui pesi atomici la composizione di molti composti chimici restò in dubbio. In seguito al Congresso di Karlsruhe furono adottati valori di circa 1 per l'idrogeno, 12 per il carbonio, 16 per l'ossigeno e così via. Ciò era basato sul riconoscimento del fatto che certi elementi, come idrogeno, azoto, e ossigeno, erano composti da biatomiche e non da atomi individuali.

La Chimica Inorganica nei Tempi Moderni :NUOVI ELEMENTI DELLA TAVOLA PERIODICA:

| | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|---|---------------------------------------|--------------------------------------|---|--|-------------------------------------|
| 10 | 11 | 12 | aluminum 26.98 | silicon (28.06, 28.09) | phosphorus 30.97 | sulfur (32.05, 32.06) | chlorine (35.44, 35.46) | argon 39.95 |
| 28 Ni nickel 58.69 | 29 Cu copper 63.55 | 30 Zn zinc 65.38(2) | 31 Ga gallium 69.72 | 32 Ge germanium 72.63 | 33 As arsenic 74.92 | 34 Se selenium 78.96(3) | 35 Br bromine (79.90, 79.91) | 36 Kr krypton 83.80 |
| 46 Pd palladium 106.4 | 47 Ag silver 107.9 | 48 Cd cadmium 112.4 | 49 In indium 114.8 | 50 Sn tin 118.7 | 51 Sb antimony 121.8 | 52 Te tellurium 127.6 | 53 I iodine 126.9 | 54 Xe xenon 131.3 |
| 78 Pt platinum 195.1 | 79 Au gold 197.0 | 80 Hg mercury 200.6 | 81 Tl thallium (204.3, 204.4) | 82 Pb lead 207.2 | 83 Bi bismuth 209.0 | 84 Po polonium | 85 At astatine | 86 Rn radon |
| 110 Ds darmstadtium | 111 Rg roentgenium | 112 Cn copernicium | 113 Uut ununtrium | 114 F1 flerovium | 115 Uup ununpentium | 116 Lv livermorium | 117 Uus ununseptium | 118 Uuo ununoctium |

ESEMPIO

Il **moscovio** (detto anche *eka-bismuto*, nome sistematico temporaneo: **Ununpentio**) è un elemento superpesante sintetico della tavola periodica, che ha come simbolo **Mc** e numero atomico 115. L'elemento è stato introdotto nella tavola periodica ufficiale dell'IUPAC il 30 dicembre 2015, insieme agli elementi con numero atomico 113, 117 e 118, andando così a completare il settimo periodo della tavola.