

Modello atomico

Gli elementi sono costituiti da atomi.

Tutto quello che vediamo è costituito da atomi.

... Quindi, paradossalmente, è corretto dire che gli atomi sono invisibili?...

La parola atomo deriva dal greco antico
ατεμνο (a-temno) = non divisibile.

... In realtà anche questo non è vero, perché gli atomi sono divisibili.

Modello atomico

Gli elementi sono costituiti da atomi.

Gli atomi sono costituiti da (*Rutherford, 1911*):

Nucleo Massa principale, con carica elettrica positiva

Elettroni Con massa molto piccola e carica negativa
(con una massa 1836 volte più piccola del protone)

Modello atomico

Gli elementi sono costituiti da atomi.

Dopo la scoperta del neutrone (*Chadwick, 1932*):

Protone Dotati di massa e di carica elettrica positiva
(sono tutti della stessa dimensione e massa, un miliardesimo di miliardesimo di miliardesimo di kg)

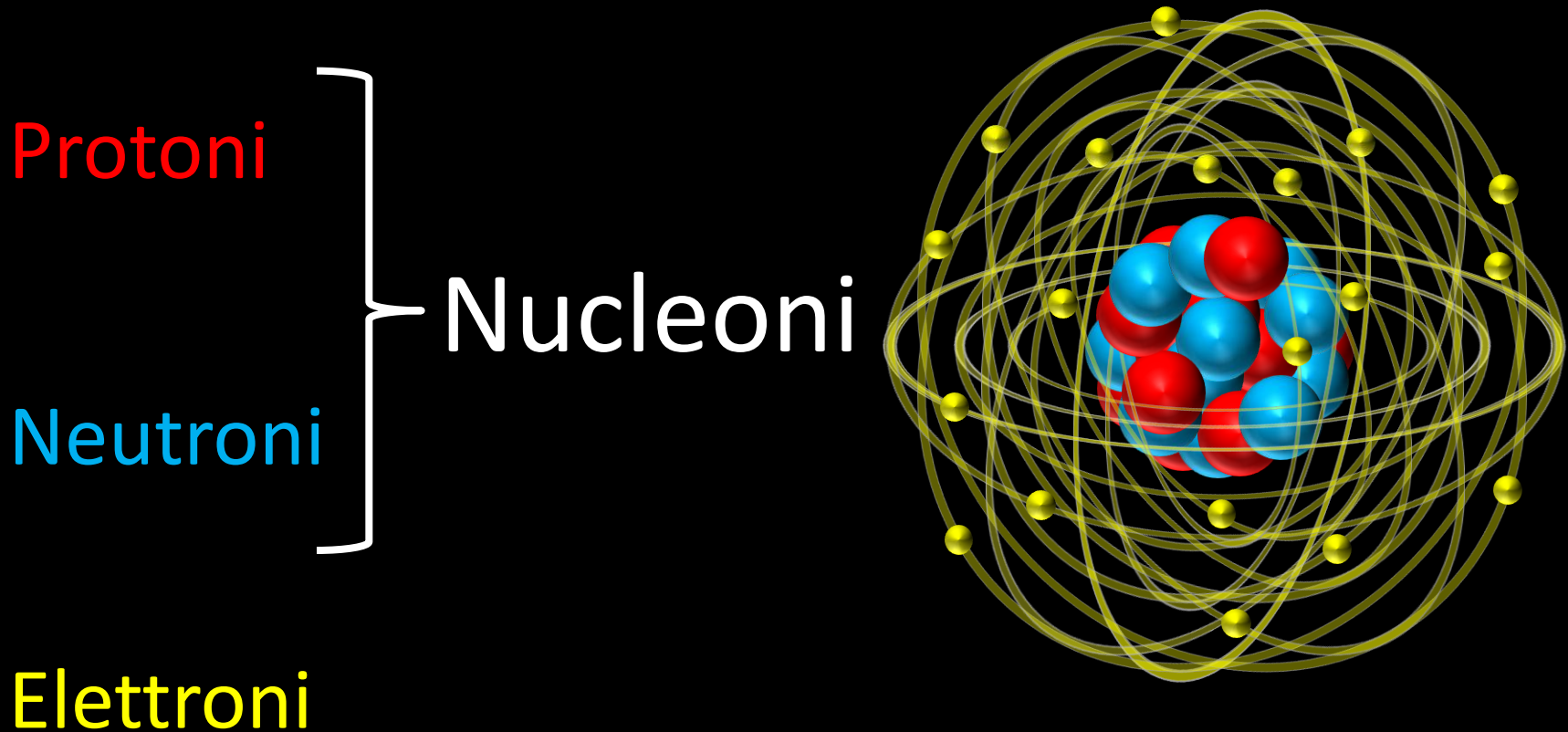
Neutrone Dotati di massa ma senza carica (neutro)
(con massa leggermente superiore a quella del protone, $\sim 1,6 \cdot 10^{-27}$ kg)

Elettrone Con massa molto piccola e carica negativa
(sono ~ 2000 volte più piccoli dei protoni)

Modello atomico

Protoni e neutroni sono uniti nel Nucleo.

Gli elettroni orbitano attorno ad esso.



Modello atomico

Protoni e neutroni sono uniti nel Nucleo.

Il nucleo ha un diametro 10.000 volte inferiore a quello dell'atomo corrispondente.

Protoni

Neutroni

Elettroni



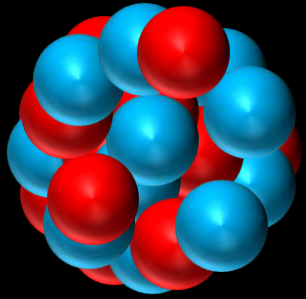
Modello atomico

Protoni e neutroni sono uniti nel Nucleo.

Il nucleo ha un diametro 10.000 volte inferiore a quello dell'atomo corrispondente.

Il diametro medio di un atomo è circa
 $0,0000000001 \text{ m}$ (10^{-10} m) \rightarrow 0,1 nm.

Il diametro medio del nucleo è circa
 $0,000000000000001 \text{ m}$ (10^{-15} m).



I **Protoni** hanno carica positiva, mentre i **Neutroni** non hanno carica.

Essendo tutti della stessa carica, i **Protoni** tenderebbero a respingersi a causa delle forze di repulsione elettromagnetica.

Quello che tiene uniti i **Protoni** all'interno del nucleo è una forza 100 volte superiore, chiamata **Forza Nucleare**.

La **Forza Nucleare**. Esercita il suo effetto di collante solo a distanze piccolissime, 1 fm (10^{-15} m) a distanza di 2,5 fm la Forza Nucleare non ha più intensità.

Cosa sono le radiazioni ionizzanti?

- 1) Radiazioni elettromagnetiche o
- 2) Radiazioni corpuscolari

Sono capaci di produrre “ioni”, ossia di rimuovere elettroni da atomi o molecole.

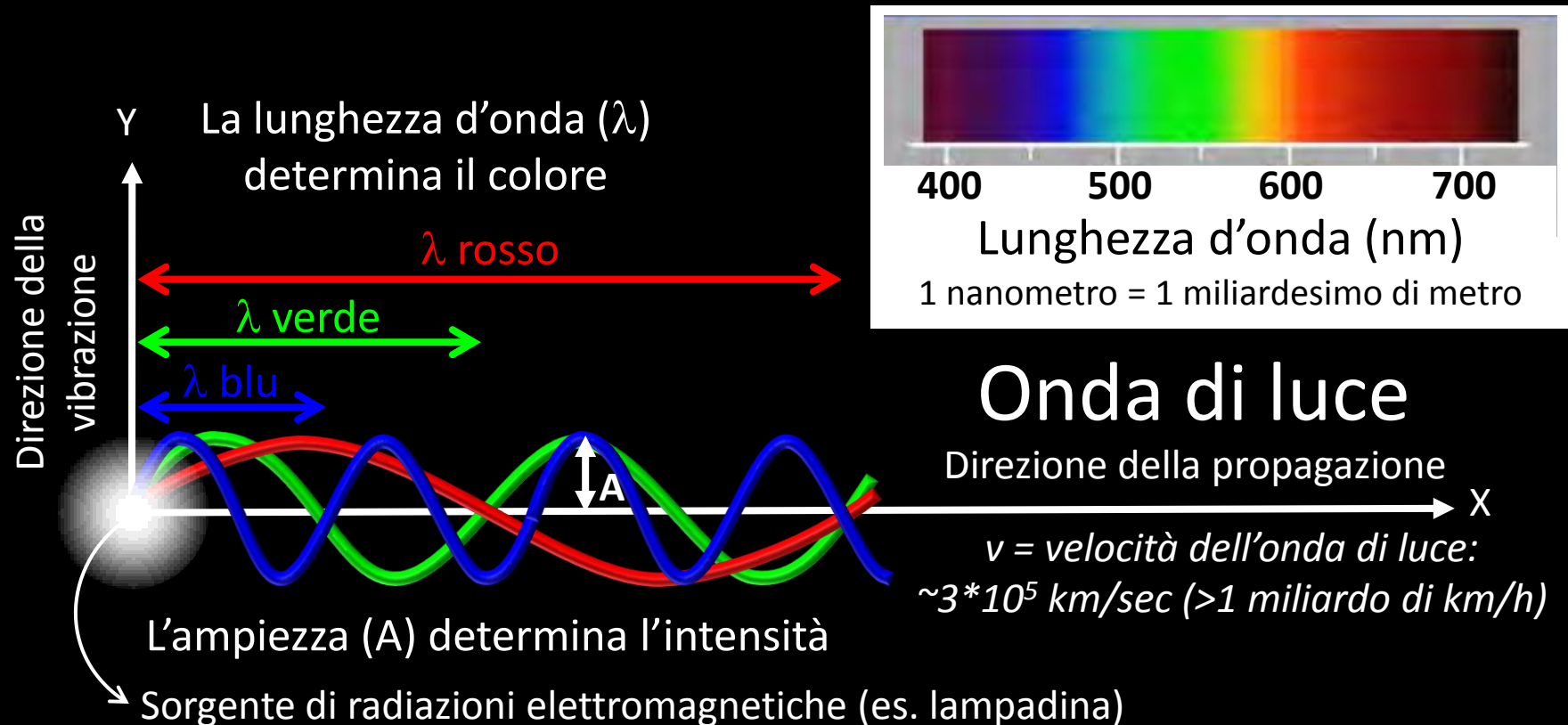
Gli ioni non sono quindi elettricamente neutri (ma vogliono ridiventarlo).

Per questo motivo gli ioni sono estremamente reattivi con l'ambiente circostante.

Cosa sono le radiazioni ionizzanti?

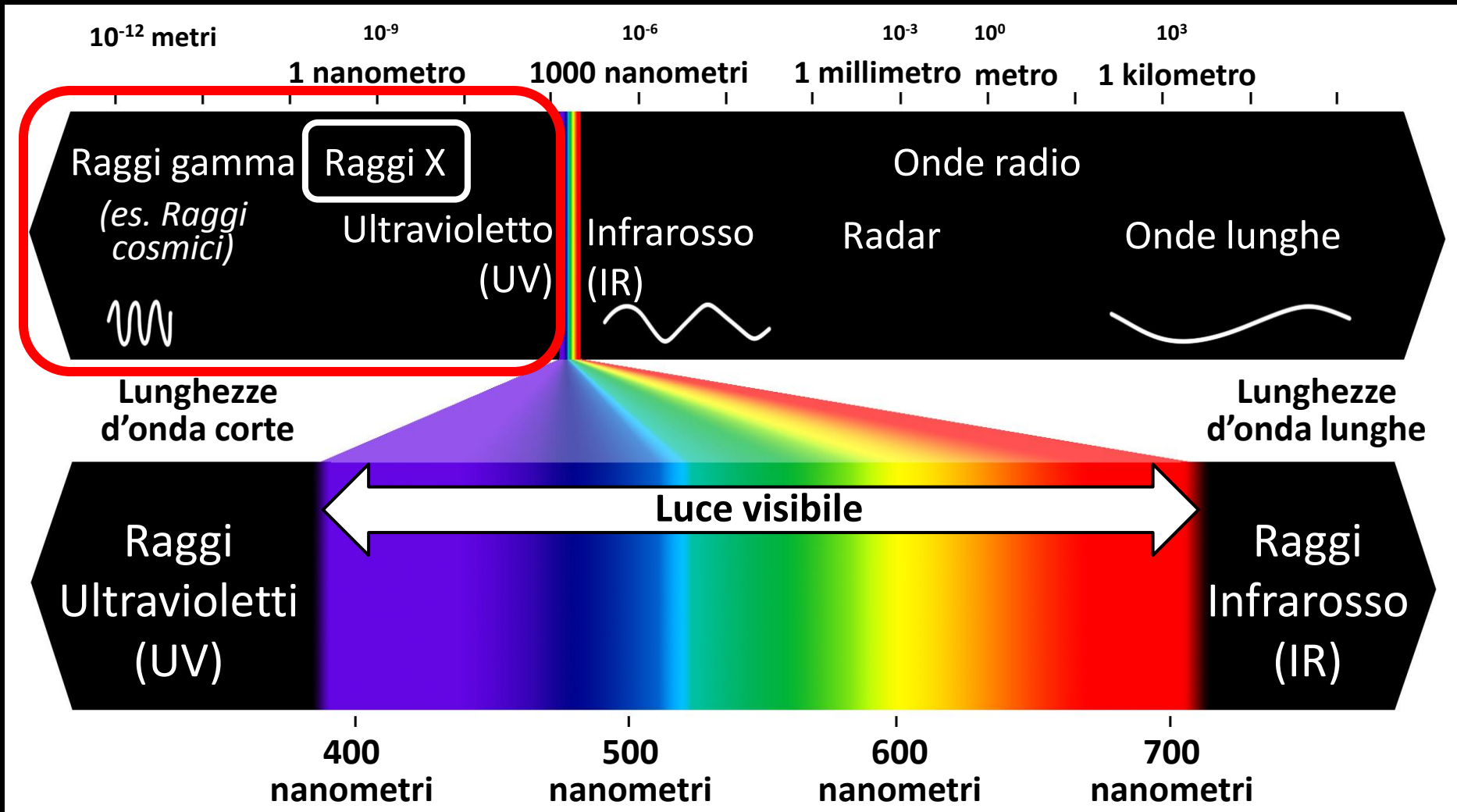
1) Radiazioni elettromagnetiche ionizzanti:

La luce visibile rappresenta una piccola porzione dello spettro elettromagnetico con lunghezze d'onda da ~390 a ~770 nm



Cosa sono le radiazioni ionizzanti?

1) Radiazioni elettromagnetiche ionizzanti:



Quando gli elettroni colpiscono l'anodo vengono prodotti raggi X, ossia fotoni (radiazioni elettromagnetiche) con lunghezze d'onda molto piccole (0,01-10 nm), invisibili per i nostri occhi (che possono vedere radiazioni con $\lambda = 390-700$ nm).

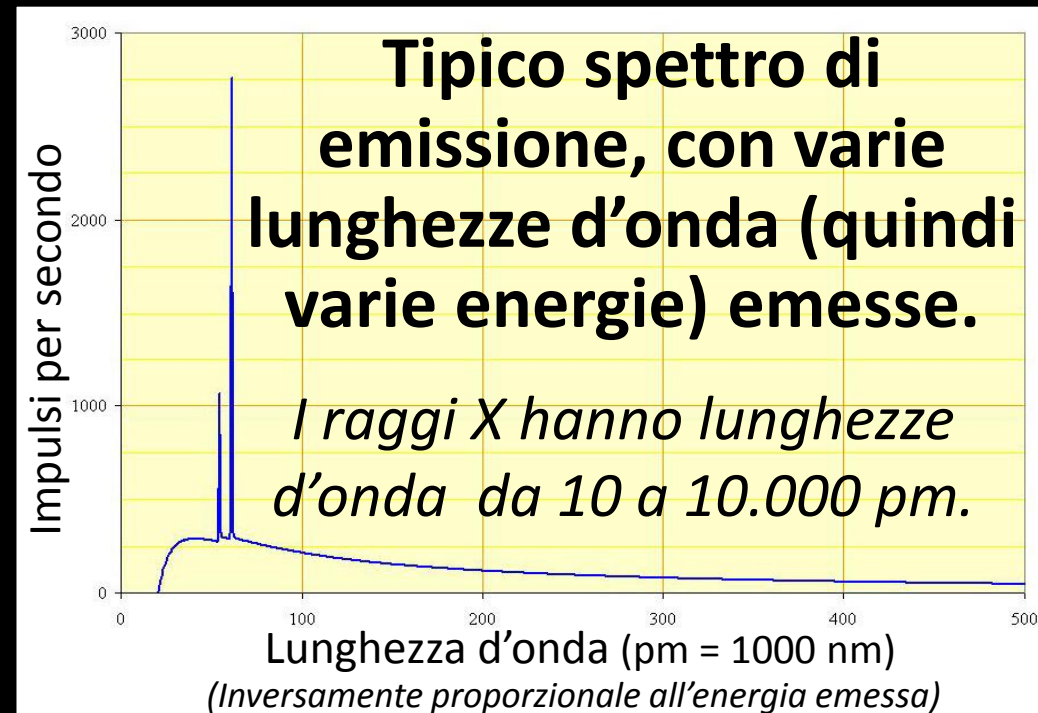
I fotoni X vengono emessi secondo due modalità:

Bremsstrahlung (o radiazione di frenamento)

Riempimento delle vacanze

1) Più piccola è la lunghezza d'onda, più alta è la frequenza.

2) Più alta è la frequenza maggiore è l'energia del fotone.



Quando gli elettroni colpiscono l'anodo vengono prodotti raggi X, ossia fotoni (radiazioni elettromagnetiche) con lunghezze d'onda molto piccole (0,01-10 nm), invisibili per i nostri occhi (che possono vedere radiazioni con $\lambda = 390-700$ nm).

I fotoni X vengono emessi secondo due modalità:

Bremsstrahlung (o radiazione di frenamento)

Riempimento delle vacanze

1) Più piccola è la lunghezza d'onda, più alta è la frequenza.

2) Più alta è la frequenza maggiore è l'energia del fotone.

$$E = h\nu = h\frac{c}{\lambda}$$

E = Energia

h = costante di Planck

ν = frequenza

c = velocità della luce

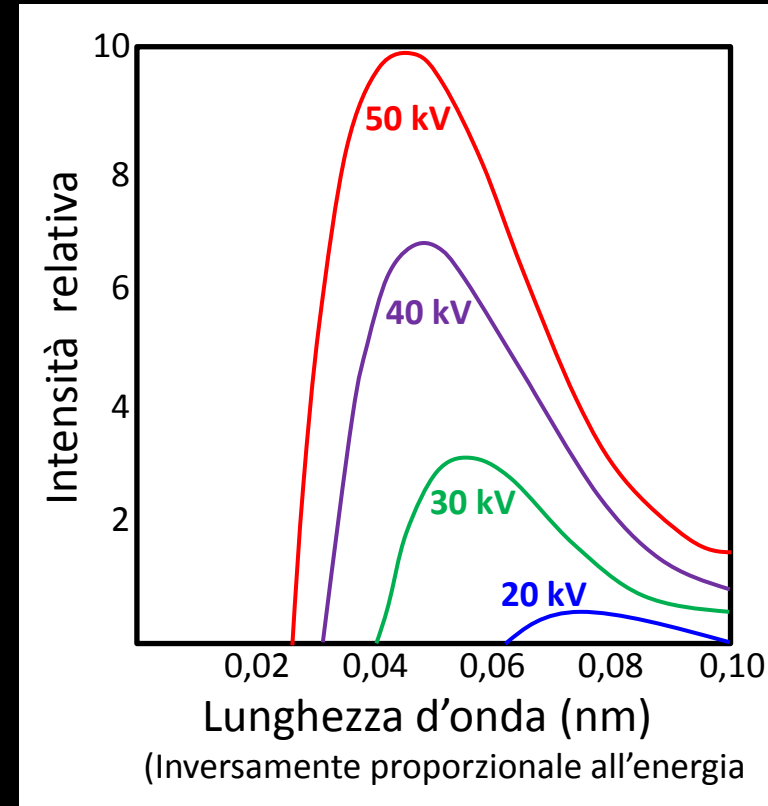
λ = lunghezza d'onda

Bremsstrahlung (o radiazione di frenamento)

Le particelle cariche (in questo caso gli elettroni) emettono radiazioni elettromagnetiche di intensità variabile a seconda di quanto vengono rallentate o deflesse durante l'interazione con il campo magnetico del nucleo.

I fotoni emessi hanno varie energie (ossia hanno varie lunghezze d'onda).

I fotoni emessi quindi possono rientrare nel campo delle onde radio (elettroni poco frenati, λ lunga, bassa energia), fino ai raggi X e raggi γ . (elettroni molto frenati, λ corta, elevata energia).

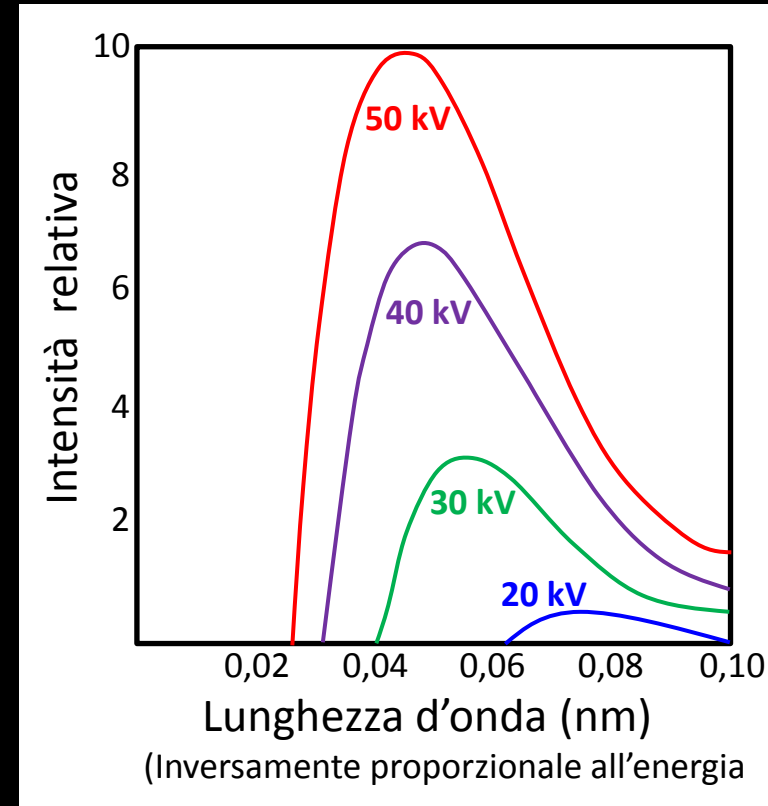


Bremsstrahlung (o radiazione di frenamento)

Le particelle cariche (in questo caso gli elettroni) emettono radiazioni elettromagnetiche di intensità variabile a seconda di quanto vengono rallentate o deflesse durante l'interazione con il campo magnetico del nucleo.

I fotoni emessi hanno varie energie (ossia hanno varie lunghezze d'onda).

Il limite massimo di energia emessa è dato dall'intensità di corrente del tubo (ossia da quanto sono accelerati gli elettroni). Es. un elettrone accelerato con 100 kV potrà emettere al massimo 100 keV.

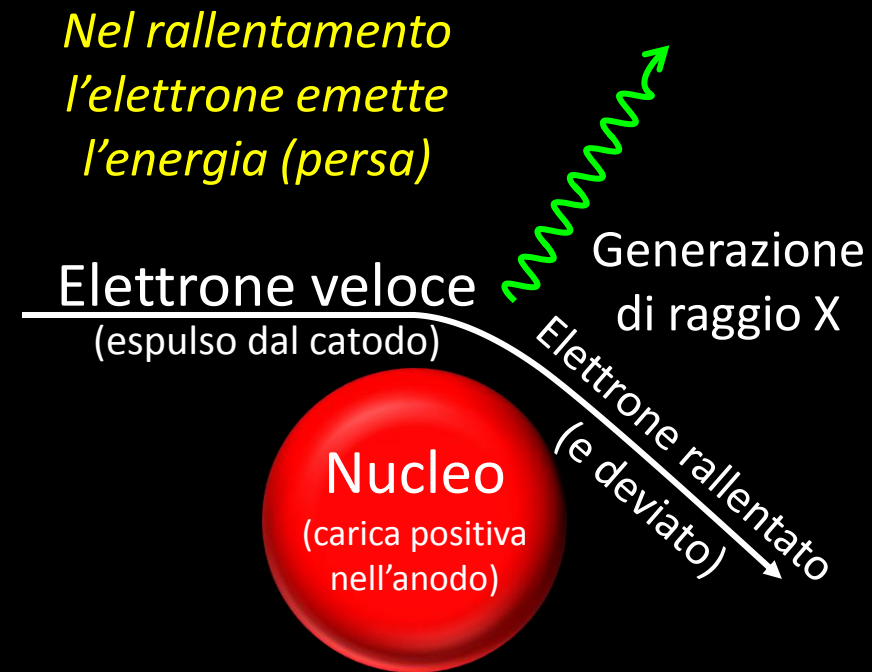


Bremsstrahlung (o radiazione di frenamento)

Le particelle cariche (in questo caso gli elettroni) emettono radiazioni elettromagnetiche di intensità variabile a seconda di quanto vengono rallentate o deflesse durante l'interazione con il campo magnetico del nucleo.

I fotoni emessi hanno varie energie (ossia hanno varie lunghezze d'onda).

In pratica: più un elettrone veloce viene deviato e rallentato, passando vicino al nucleo, più **la sua energia cinetica è convertita in un fotone** a energia crescente.



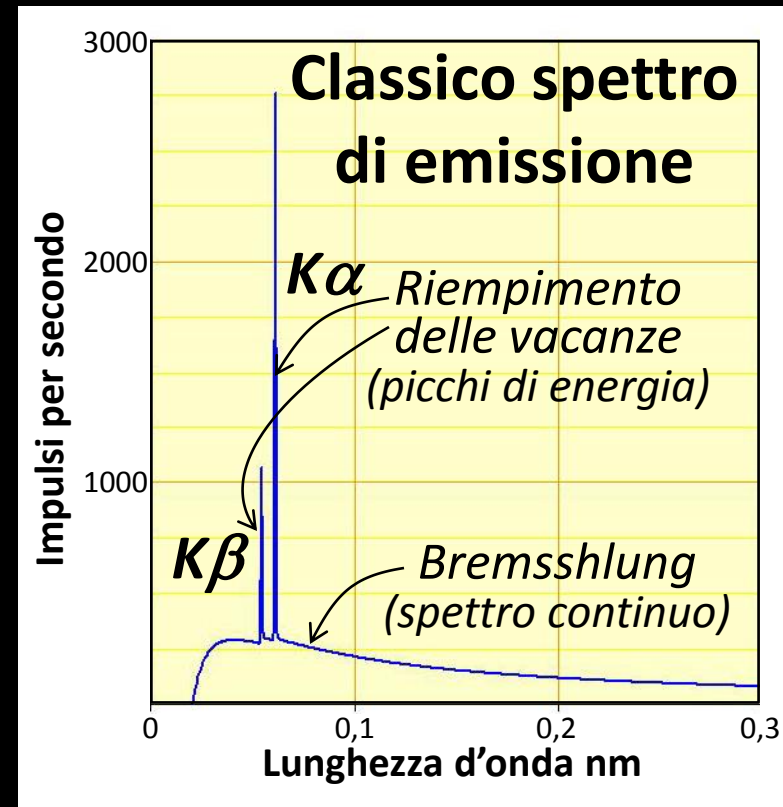
Riempimento delle vacanze

Gli elettroni espulsi dal catodo colpiscono con elevata energia gli atomi dell'anodo e possono ionizzarli (ossia possono allontanare un elettrone dall'atomo, trasformandolo in ione).

Nello ione, uno o più elettroni possono cadere in un orbitale più basso da un orbitale più lontano per prendere il posto dell'elettrone espulso.

Nel cadere in un orbitale più basso l'elettrone emette l'energia in eccesso sotto forma di fotone di raggio X.

La lunghezza d'onda (e quindi l'energia) è specifica per la transizione di orbitale, quindi è una caratteristica di ogni singolo elemento.

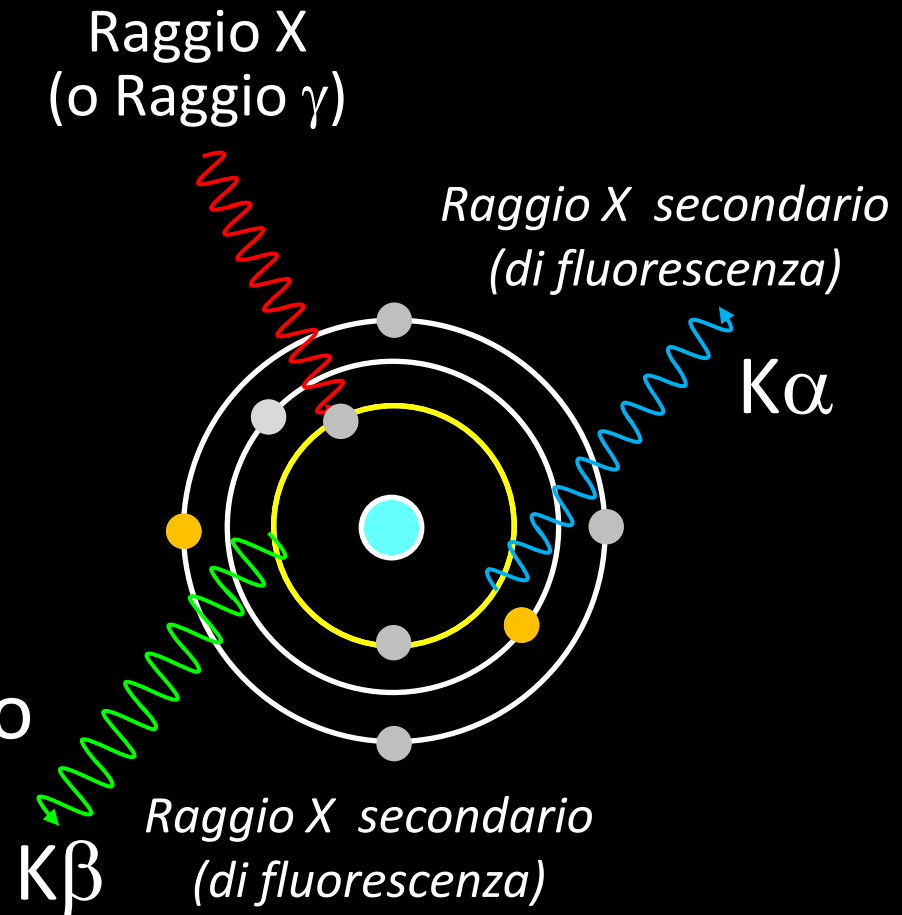


Riempimento delle vacanze

Il segnale di *Bremsstrahlung* è di tipo continuo: le energie rilasciate variano da molto basse fino all'energia equivalente alla differenza di potenziale nel tubo catodico.

Il segnale di *Riempimento delle vacanze* è invece di tipo discontinuo.

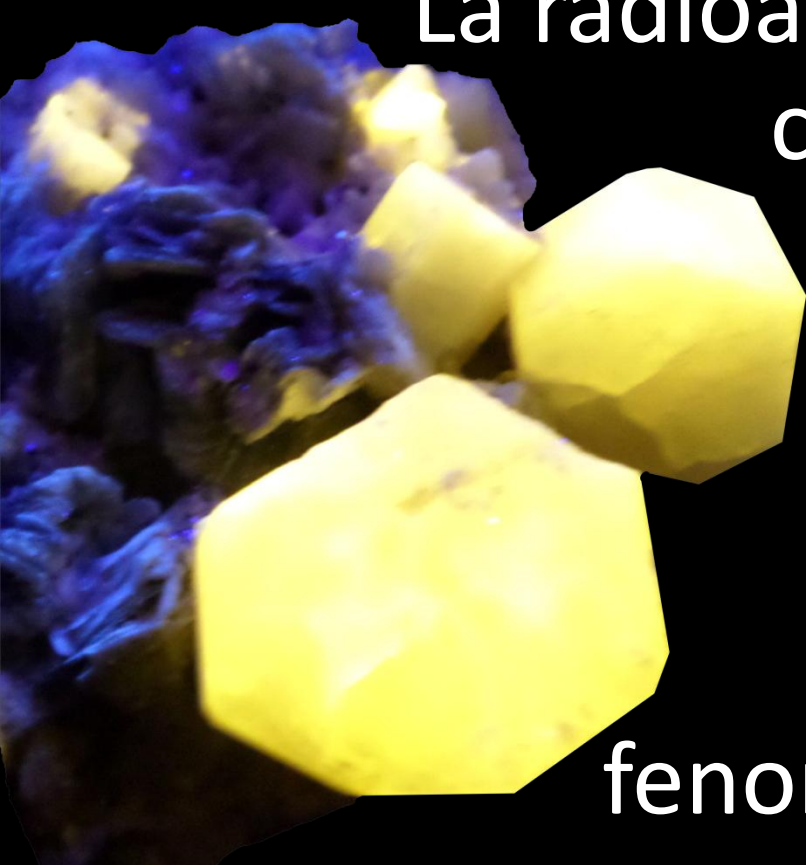
Si registrano picchi in corrispondenza del tipo di elettrone che si sposta verso livelli energetici più bassi.



I raggi X sono stati identificati per gli effetti della fluorescenza su particolari sostanze (es. quelle ricche in Uranio).

La radioattività è stata identificata cercando di capire meglio l'origine dei raggi X.

Quindi si può dire che la radioattività è stata identificata partendo dal fenomeno della **fluorescenza**.



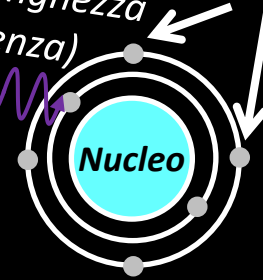
Fluorescenza

Utilizzando una lunghezza d'onda al di sotto della soglia del visibile (meno di 400 nm circa, ossia nel campo della luce ultravioletta) è possibile ottenere radiazioni di fluorescenza che entrano nel campo del visibile.

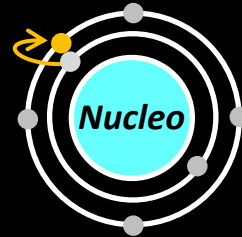
L'innescò dei fenomeni di fluorescenza legati all'emissione di raggi γ emessi dall'U spinse Becquerel a investigare in dettaglio questo processo, portandolo alla scoperta della radioattività.

Fascio di luce ultravioletta
(elevata energia, bassa lunghezza
d'onda, elevata frequenza)

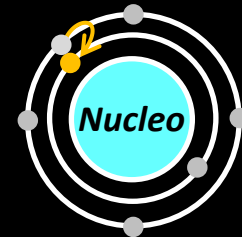
elettroni



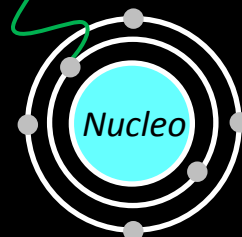
Un fotone impatta contro un elettrone del minerale.



L'energia dell'impatto eccita l'elettrone e lo spinge verso un orbitale più distante dal nucleo.



L'elettrone eccitato tende a ritornare nella sua posizione.



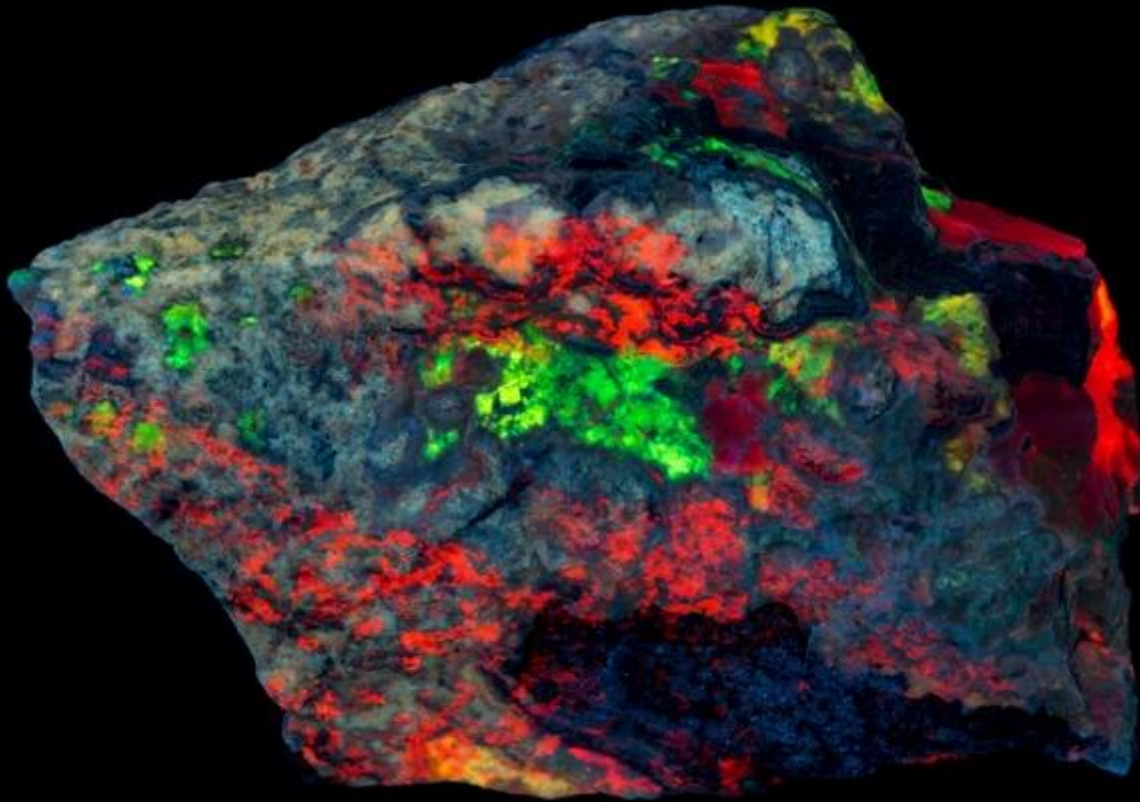
Durante il suo ritorno nella situazione originale l'elettrone perde parte dell'energia acquisita emettendo un fotone con lunghezza d'onda più lunga (ad energia più bassa).

Calcite e Willemite (Puttapa Mine, Australia)



www.naturesrainbows.com

Calcite e Willemite (Puttapa Mine, Australia)



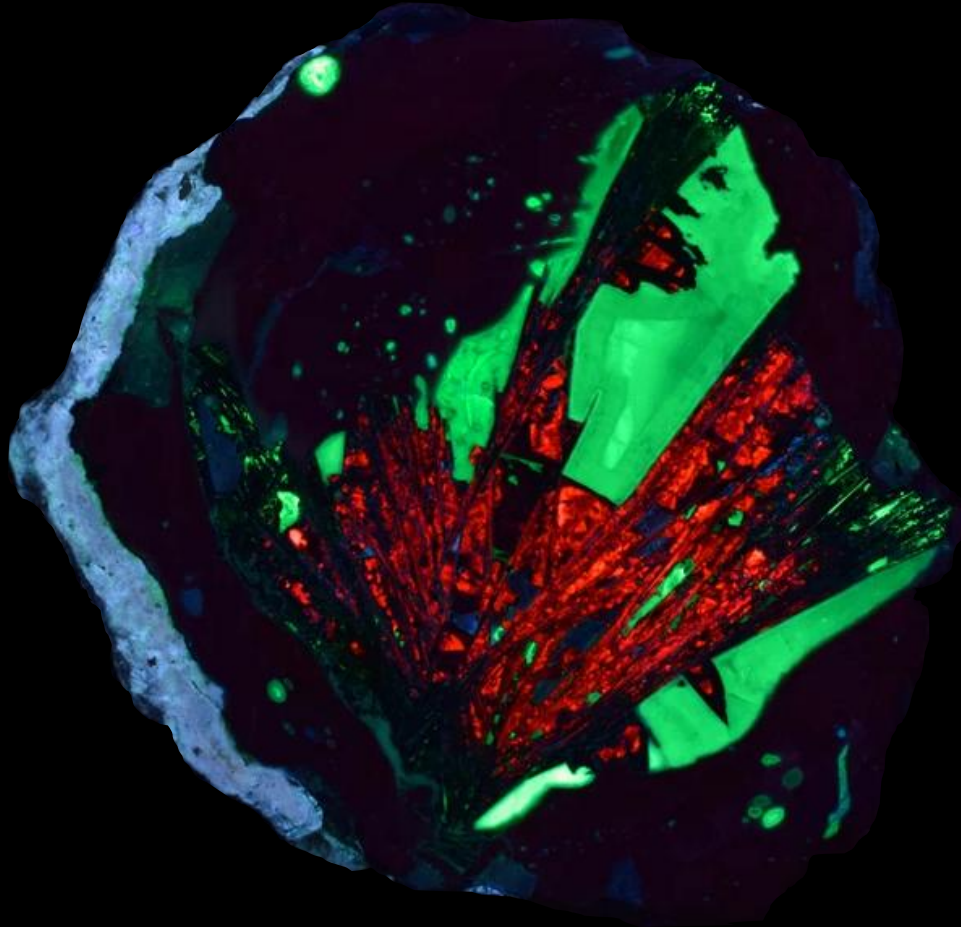
www.naturesrainbows.com

Calcedonio e calcite (Deming, New Mexico, USA)



www.naturesrainbows.com

Calcedonio e calcite (Deming, New Mexico, USA)



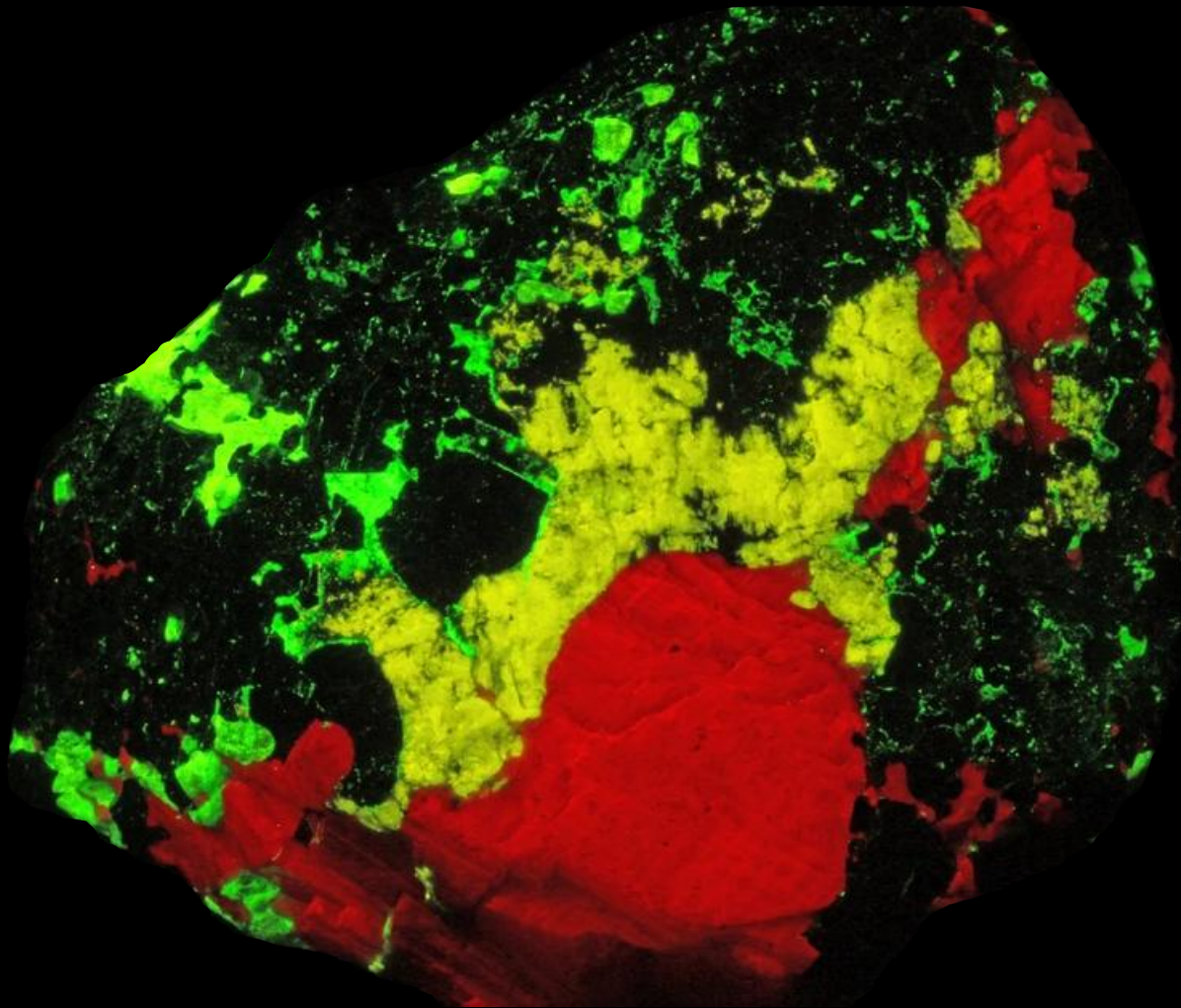
www.naturesrainbows.com

Esperite, Calcite e Willemite (Franklin, New Jersey, USA)



www.naturesrainbows.com

Esperite, Calcite e Willemite (Franklin, New Jersey, USA)



www.naturesrainbows.com

Ritorniamo alle radiazioni ionizzanti

2) Radiazioni corpuscolari (ovvero dotate di massa):

Particelle alfa



Particelle beta



Neutroni



Protoni



Positroni



(Elettroni con carica positiva)

(Anti)Neutrini



(100.000 volte più piccoli degli elettroni/positroni e senza carica)



1 H Idrogeno 1,008	2 He Elio 4,0026	Atomic # Simbolo Nome Weight	
3 Li Litio 6,94	4 Be Berillio 9,0121...	20 Ca Calcio 40,078	21 Sc Scandio 44,955...
11 Na Sodio 22,989...	12 Mg Magnesio 24,305	22 Ti Titanio 47,867	23 V Vanadio 50,9415
19 K Potassio 39,0983	20 Ca Calcio 40,078	39 Y Ittrio 88,90584	40 Zr Zirconio 91,224
37 Rb Rubidio 85,4678	38 Sr Stronzio 87,62	41 Nb Niobio 92,90637	

20

Ca

Calcio

40,078

Numero atomico
(numero dei protoni)

Massa atomica
(somma dei protoni e neutroni)

Il numero dei protoni è anche indicato con **Z**

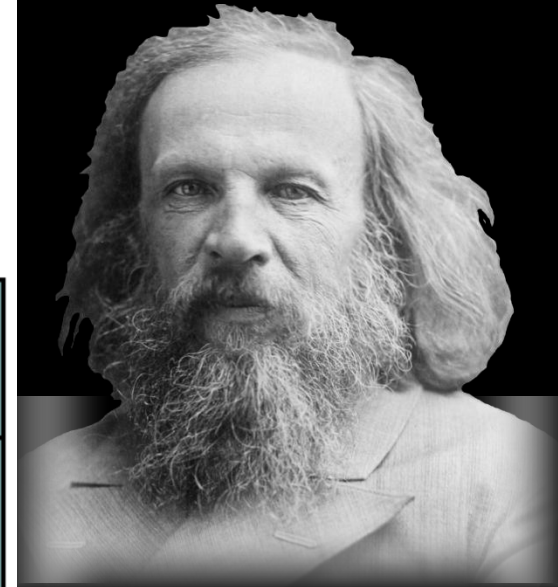
Il numero atomico rende unico un elemento

(non la massa atomica)

<table border="1"> <tr><td>C</td><td>Solidi</td></tr> <tr><td>Hg</td><td>Liquidi</td></tr> <tr><td>H</td><td>Gas</td></tr> <tr><td>Rf</td><td>Sconosciuto</td></tr> </table>		C	Solidi	Hg	Liquidi	H	Gas	Rf	Sconosciuto	<table border="1"> <tr> <th colspan="2">Semimetalli</th> <th colspan="16">Nonmetalli</th> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="16">Alogeni Gas nobili</td> </tr> <tr> <th colspan="10">Metallo</th> <th colspan="8">Post-transition metals</th> </tr> <tr> <td colspan="4">Metalli alcalini</td> <td colspan="4">Metalli alcalino terrosi</td> <td colspan="2">Lantanidi</td> <td colspan="2">Metalli del blocco d</td> <td colspan="8"></td> </tr> <tr> <td colspan="4"></td> <td colspan="4">Attinidi</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="8"></td> </tr> </table>																		Semimetalli		Nonmetalli																		Alogeni Gas nobili																Metallo										Post-transition metals								Metalli alcalini				Metalli alcalino terrosi				Lantanidi		Metalli del blocco d														Attinidi																																	
C	Solidi																																																																																																																																										
Hg	Liquidi																																																																																																																																										
H	Gas																																																																																																																																										
Rf	Sconosciuto																																																																																																																																										
Semimetalli		Nonmetalli																																																																																																																																									
		Alogeni Gas nobili																																																																																																																																									
Metallo										Post-transition metals																																																																																																																																	
Metalli alcalini				Metalli alcalino terrosi				Lantanidi		Metalli del blocco d																																																																																																																																	
				Attinidi																																																																																																																																							
<p>Per gli elementi senza isotopi stabili, le masse atomiche indicate sono quelle degli isotopi più stabili o più comuni.</p> <p>Tavola Periodica Design & Interface Copyright © 1997 Michael Dayah Ptable.com Ultimo aggiornamento 10 set 2016</p>																																																																																																																																											
<table border="1"> <tr> <td>57</td><td>58</td><td>59</td><td>60</td><td>61</td><td>62</td><td>63</td><td>64</td><td>65</td><td>66</td><td>67</td><td>68</td><td>69</td><td>70</td><td>71</td> </tr> <tr> <td>La</td><td>Ce</td><td>Pr</td><td>Nd</td><td>Pm</td><td>Sm</td><td>Eu</td><td>Gd</td><td>Tb</td><td>Dy</td><td>Ho</td><td>Er</td><td>Tm</td><td>Yb</td><td>Lu</td> </tr> <tr> <td>Lantano</td><td>Cerio</td><td>Praseodimio</td><td>Niobio</td><td>Prometeo</td><td>Samario</td><td>Euradio</td><td>Gadolinio</td><td>Terbio</td><td>Diossido</td><td>Erbio</td><td>Tulio</td><td>Itterbio</td><td>Ytterbio</td><td>Lutetio</td> </tr> <tr> <td>138,90</td><td>140,118</td><td>140,907</td><td>144,242</td><td>150,36</td><td>150,36</td><td>151,964</td><td>157,25</td><td>158,92</td><td>162,500</td><td>164,93</td><td>167,259</td><td>168,933</td><td>173,054</td><td>174,967</td> </tr> <tr> <td>89</td><td>90</td><td>91</td><td>92</td><td>93</td><td>94</td><td>95</td><td>96</td><td>97</td><td>98</td><td>99</td><td>100</td><td>101</td><td>102</td><td>103</td> </tr> <tr> <td>Ac</td><td>Th</td><td>Pa</td><td>U</td><td>Np</td><td>Pu</td><td>Am</td><td>Cm</td><td>Bk</td><td>Cf</td><td>Es</td><td>Fm</td><td>Md</td><td>No</td><td>Lr</td> </tr> <tr> <td>Attinio</td><td>Torio</td><td>Protattinio</td><td>Uranio</td><td>Neptunio</td><td>Plutonio</td><td>Americio</td><td>Curio</td><td>Berkelio</td><td>Californio</td><td>Einsteinio</td><td>Fermio</td><td>Mendelevio</td><td>Nobelio</td><td>Lawrencio</td> </tr> <tr> <td>(227)</td><td>(232,03)</td><td>(231,03)</td><td>(238,02)</td><td>(237)</td><td>(244)</td><td>(243)</td><td>(247)</td><td>(247)</td><td>(251)</td><td>(252)</td><td>(257)</td><td>(258)</td><td>(259)</td><td>(262)</td> </tr> </table>																				57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Lantano	Cerio	Praseodimio	Niobio	Prometeo	Samario	Euradio	Gadolinio	Terbio	Diossido	Erbio	Tulio	Itterbio	Ytterbio	Lutetio	138,90	140,118	140,907	144,242	150,36	150,36	151,964	157,25	158,92	162,500	164,93	167,259	168,933	173,054	174,967	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	Attinio	Torio	Protattinio	Uranio	Neptunio	Plutonio	Americio	Curio	Berkelio	Californio	Einsteinio	Fermio	Mendelevio	Nobelio	Lawrencio	(227)	(232,03)	(231,03)	(238,02)	(237)	(244)	(243)	(247)	(247)	(251)	(252)	(257)	(258)	(259)	(262)
57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71																																																																																																																													
La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu																																																																																																																													
Lantano	Cerio	Praseodimio	Niobio	Prometeo	Samario	Euradio	Gadolinio	Terbio	Diossido	Erbio	Tulio	Itterbio	Ytterbio	Lutetio																																																																																																																													
138,90	140,118	140,907	144,242	150,36	150,36	151,964	157,25	158,92	162,500	164,93	167,259	168,933	173,054	174,967																																																																																																																													
89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103																																																																																																																													
Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr																																																																																																																													
Attinio	Torio	Protattinio	Uranio	Neptunio	Plutonio	Americio	Curio	Berkelio	Californio	Einsteinio	Fermio	Mendelevio	Nobelio	Lawrencio																																																																																																																													
(227)	(232,03)	(231,03)	(238,02)	(237)	(244)	(243)	(247)	(247)	(251)	(252)	(257)	(258)	(259)	(262)																																																																																																																													

Gli elementi fino all'inizio del 1900 erano ordinati sulla base delle masse atomiche, non del numero atomico (che ancora non si conosceva).

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
H 1.01									
Li 6.94	Be 9.01	B 10.8	C 12.0	N 14.0	O 16.0	F 19.0			
Na 23.0	Mg 24.3	Al 27.0	Si 28.1	P 31.0	S 32.1	Cl 35.5			
K 39.1	Ca 40.1		Ti 47.9	V 50.9	Cr 52.0	Mn 54.9	Fe 55.9	Co 58.9	Ni 58.7
Cu 63.5	Zn 65.4			As 74.9	Se 79.0	Br 79.9			
Rb 85.5	Sr 87.6	Y 88.9	Zr 91.2	Nb 92.9	Mo 95.9		Ru 101	Rh 103	Pd 106
Ag 108	Cd 112	In 115	Sn 119	Sb 122	Te 128	I 127			
Ce 133	Ba 137	La 139		Ta 181	W 184		Os 194	Ir 192	Pt 195
Au 197	Hg 201	Tl 204	Pb 207	Bi 209					
			Th 232			U 238			



Dimitri Ivanovic Mendeleev, 1869

1 H Idrogeno 1,008	2 1	3 Li Litio 6,94	4 Be Berillio 9,0121...	20 Ca Calcio 40,078	21 Sc Scandio 44,955...	22 Ti Titanio 47,867	23 V Vanadio 50,9415
11 Na Sodio 22,989...	12 Mg Magnesio 24,305	19 K Potassio 39,0983	20 Ca Calcio 40,078	21 Sc Scandio 44,955...	22 Ti Titanio 47,867	23 V Vanadio 50,9415	24 Cr Cromo 51,9961...
37 Rb Rubidio 85,4678	38 Sr Stronzio 87,62	39 Y Ittrio 88,90584	40 Zr Zirconio 91,224	41 Nb Niobio 92,90637	42 Mo Molibdeno 95,94	43 Tc Technetio 98	44 Ru Rutenio 101,07

20
Ca Calcio
40,078

Numero atomico
(numero dei protoni)

Massa atomica
(somma dei protoni e neutroni)

In realtà questo numero rappresenta la **massa atomica relativa** (o **peso atomico**).

Esso è la media della massa atomica espresso in 1/12 della massa atomica del ^{12}C .

In altri termini: la massa atomica media del Ca è 40,078 volte maggiore di 1/12 della massa del ^{12}C .

1 H Idrogeno 1,008	2 He Elio 4,0026	Atomic # Simbolo Nome Weight	
3 Li Litio 6,94	4 Be Berillio 9,0121...	20 Ca Calcio 40,078	23 V Vanadio 50,9415
11 Na Sodio 22,989...	12 Mg Magnesio 24,305	21 Sc Scandio 44,955...	22 Ti Titanio 47,867
19 K Potassio 39,0983	20 Ca Calcio 40,078	39 Y Ittrio 88,90584	40 Zr Zirconio 91,224
37 Rb Rubidio 85,4678	38 Sr Stronzio 87,62	41 Nb Niobio 92,90637	

20

Ca

Calcio

40,078

Numero atomico
(numero dei protoni)

Massa atomica
(somma dei protoni e neutroni)

Il numero atomico è sempre un numero intero.

La massa atomica non è mai un numero intero.

Per gli elementi senza isotopi stabili, le masse atomiche indicate sono quelle degli isotopi più stabili o più comuni.

Tavola Periodica Design & Interface Copyright © 1997 Michael Dayah | Ptable.com Ultimo aggiornamento 10 set 2016

1 H Idrogeno 1,008	2 He Elio 4,0026	Atomic # Simbolo Nome Weight	
3 Li Litio 6,94	4 Be Berillio 9,0121...		
11 Na Sodio 22,989...	12 Mg Magnesio 24,305		
19 K Potassio 39,0983	20 Ca Calcio 40,078	21 Sc Scandio 44,955...	22 Ti Titanio 47,867
37 Rb Rubidio 85,4678	38 Sr Stronzio 87,62	39 Y Ittrio 88,90584	40 Zr Zirconio 91,224
		41 Nb Niobio 92,90637	

40

Zr

Zirconio

91,224

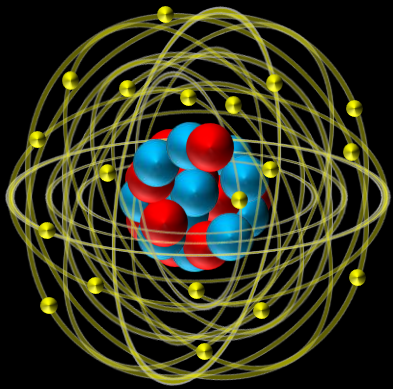
Numero atomico
(numero dei protoni)

Massa atomica
(somma dei protoni e neutroni)

Cosa vuol dire avere una massa = 91,224? Quanti neutroni ha lo zirconio?

Per gli elementi senza isotopi stabili, le masse atomiche indicate sono quelle degli isotopi più stabili o più comuni.

Tavola Periodica Design & Interface Copyright © 1997 Michael Dayah | Ptable.com Ultimo aggiornamento 10 set 2016



40

Zr

Zirconio

91,224

Esistono vari “tipi” di Zr, tutti con lo stesso numero di protoni ma con diverso numero di neutroni.

51,45% → 50 neutroni **n. massa?** 90

11,22% → 51 neutroni **n. massa?** 91

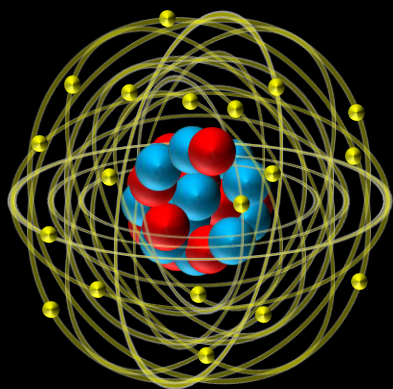
17,15% → 52 neutroni **n. massa** 92

17,38% → 54 neutroni **n. massa** 94

2,80% → 56 neutroni **n. massa** 96

Cinque diversi “tipi” di Zr (con n. massa variabile)

Il numero dei neutroni è anche indicato con **N**



40

Zr

Zirconio

91,224

Esistono vari “tipi” di Zr, tutti con lo stesso numero di protoni ma con diverso numero di neutroni.

Tutti questi tipi diversi di atomi sono sempre atomi di Zirconio (hanno 40 protoni).

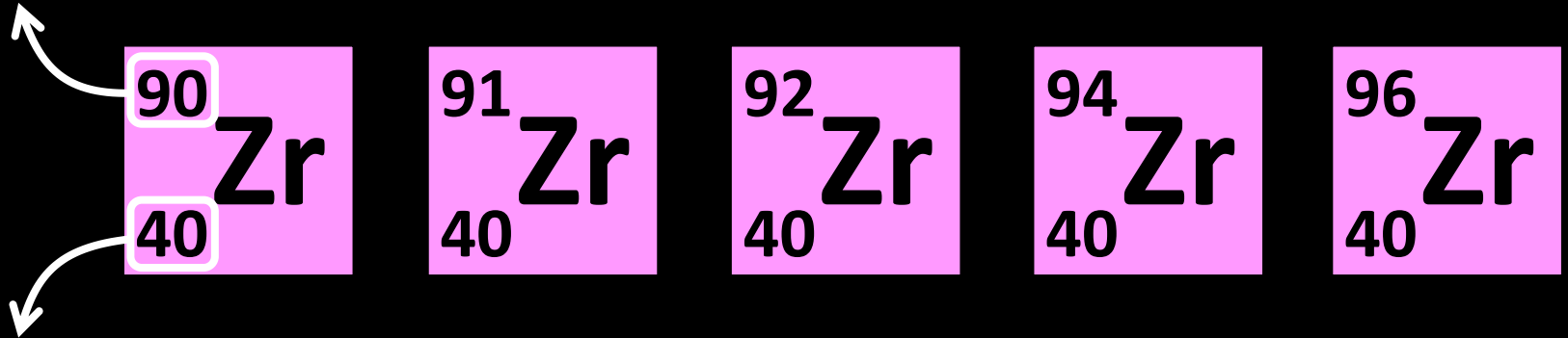
Tutti saranno quindi posizionati nella stessa casella della tavola periodica.

...Stesso posto = **ισος τοπος** (*in greco*) = isotopo

Lo Zr ha cinque isotopi

In chimica i simboli chimici degli elementi sono quasi sempre associati a uno o due numeri.

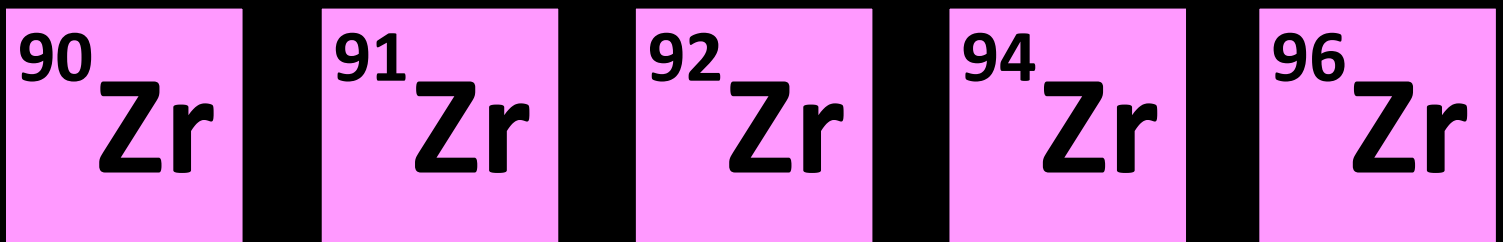
Numero dei protoni + neutroni (numero di massa)



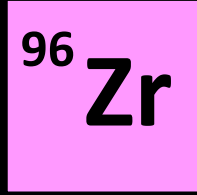
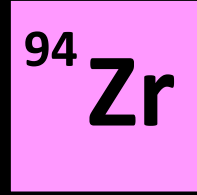
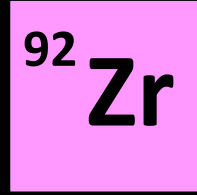
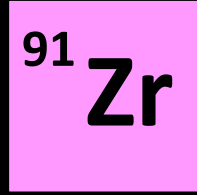
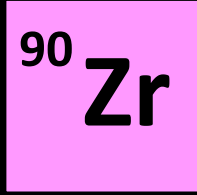
Numero dei protoni

Siccome ad un numero di protoni corrisponde unicamente un singolo elemento, in genere si

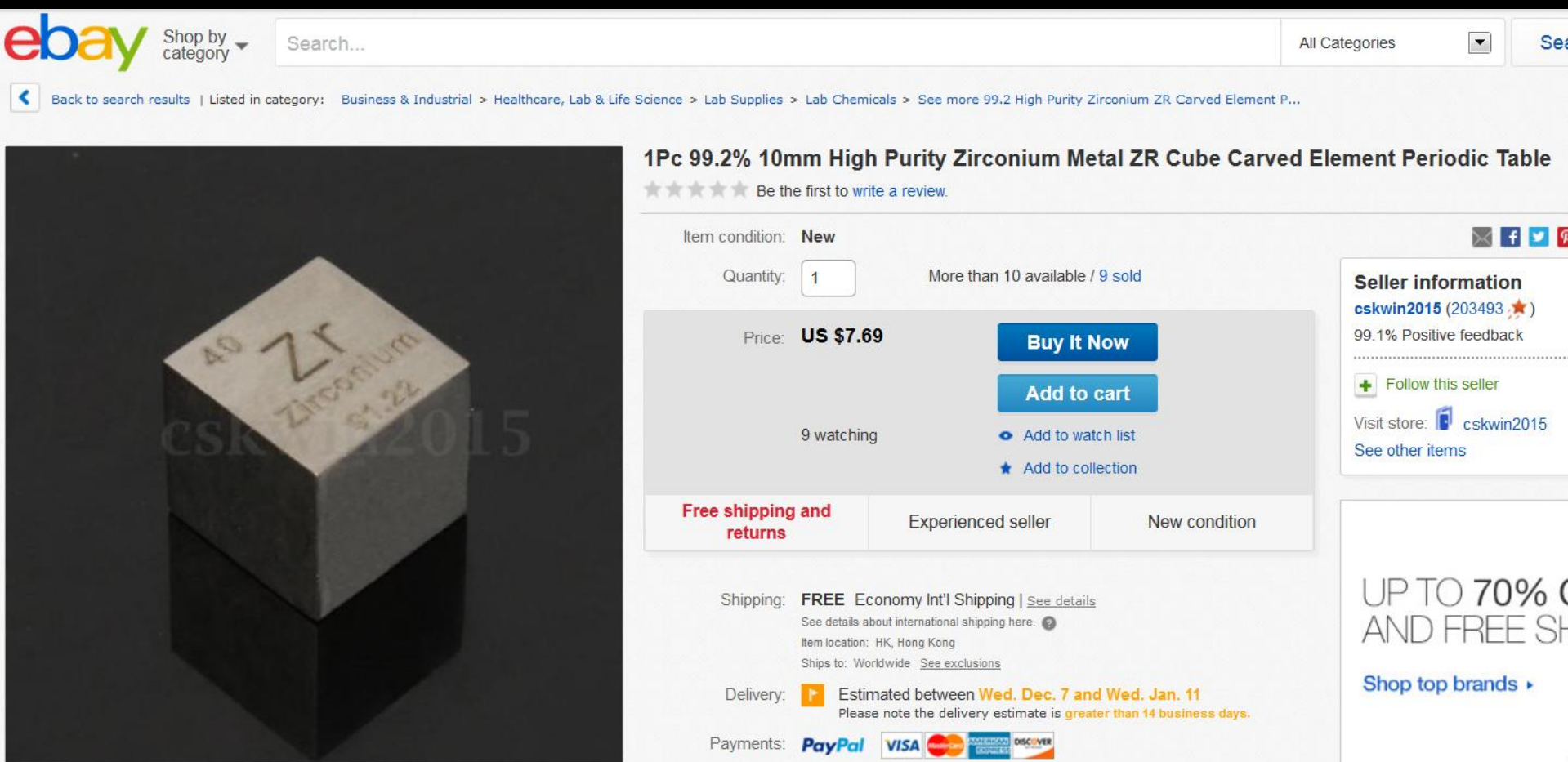
scrive:



Quale tipo di isotopo è presente in un elemento?



<http://www.ptable.com>



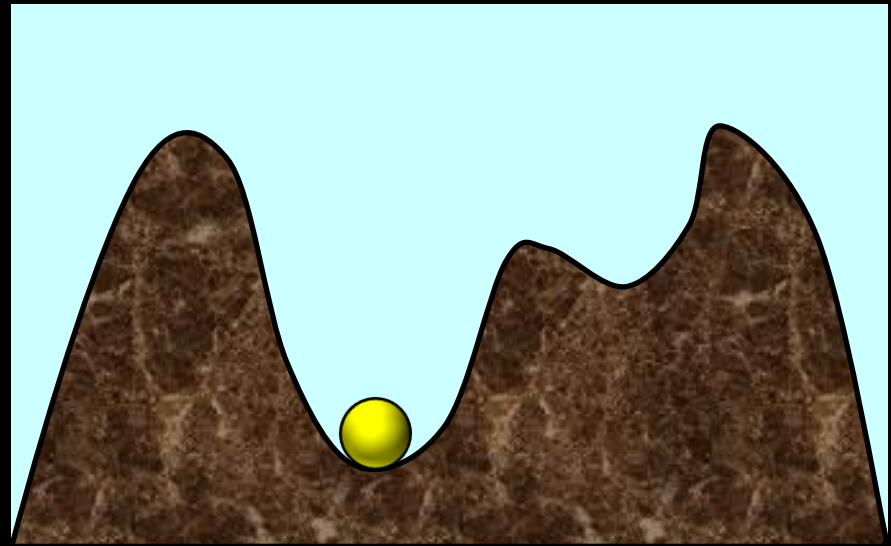
The image shows a screenshot of an eBay product listing. On the left is a photograph of a small, light-colored metal cube. The top face of the cube is engraved with the atomic number '40', the symbol 'Zr', the element name 'Zirconium', and the atomic weight '91.22'. A faint watermark 'CSKWIN2015' is visible on the cube. The main listing area on the right contains the following information:

- Title:** 1Pc 99.2% 10mm High Purity Zirconium Metal ZR Cube Carved Element Periodic Table
- Condition:** New
- Quantity:** 1 (More than 10 available / 9 sold)
- Price:** US \$7.69
- Buttons:** Buy It Now, Add to cart
- Shipping:** FREE Economy Int'l Shipping | See details
- Delivery:** Estimated between Wed, Dec. 7 and Wed, Jan. 11
- Payments:** PayPal, VISA, MasterCard, American Express, Discover

On the right side of the listing, there is a 'Seller information' section for 'cskwin2015' (203493) with a 99.1% positive feedback rating and a 'Follow this seller' button. A promotional banner at the bottom right says 'UP TO 70% OFF AND FREE SHIP' and 'Shop top brands'.

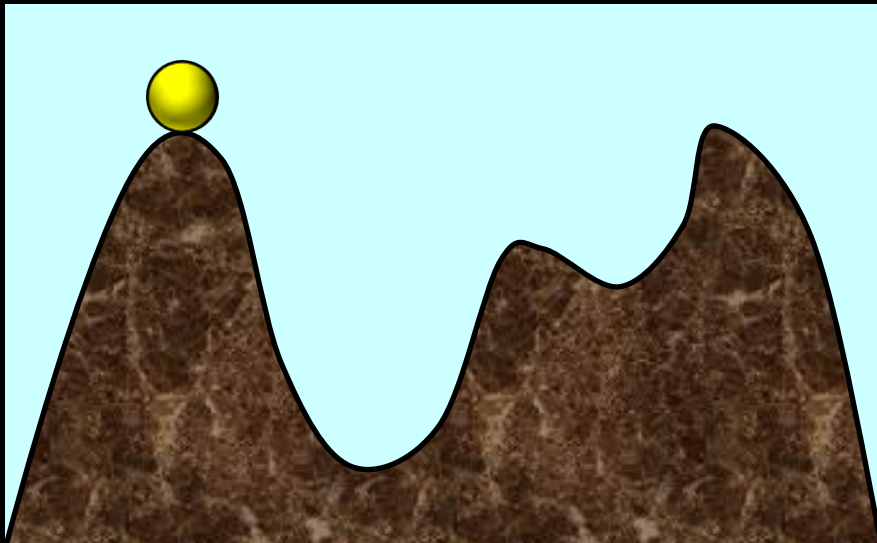
Alcuni isotopi sono **stabili**

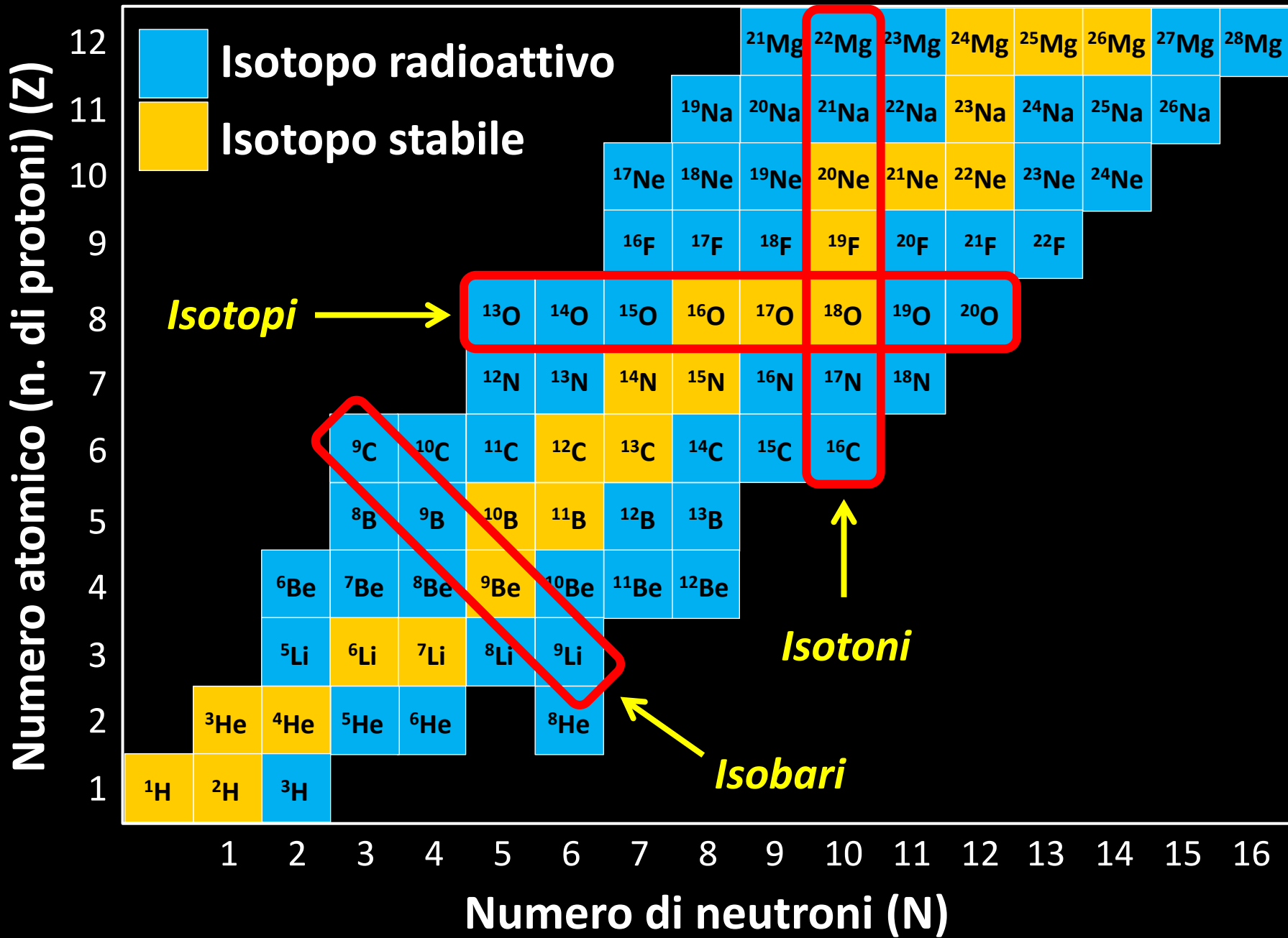
La loro abbondanza non è diminuita dalla formazione del sistema solare.



Altri isotopi sono **instabili**

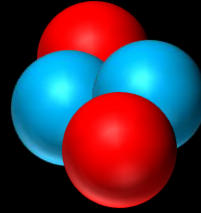
La loro abbondanza è diminuita a partire dalla formazione del sistema solare.





Gli isotopi instabili si trasformano in atomi diversi emettendo radiazioni ionizzanti, essenzialmente:

Emissione di particella
alfa α



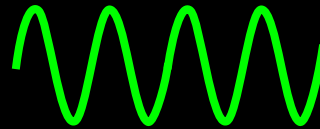
2 protoni + 2 neutroni
(un nucleo di ${}^4_2\text{He}$)
Carica 2+

Emissione di particella
beta β



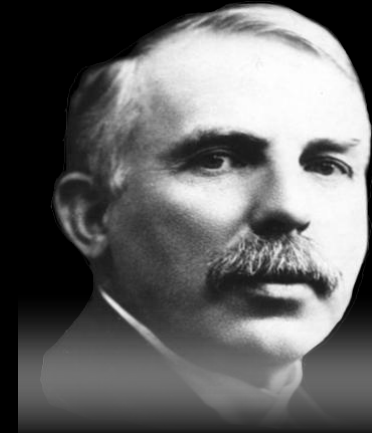
1 elettrone
Carica 1-

Emissione di radiazione
gamma γ



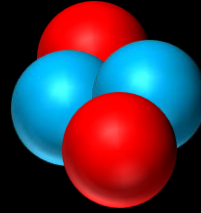
Radiazione
elettromagnetica

Le radiazioni γ sono fotoni – pacchetti di energia – come quelli della “normale” luce, ma dotati di energia assai maggiore.



Gli isotopi instabili si trasformano in atomi diversi emettendo radiazioni ionizzanti, essenzialmente:

Emissione di particella
alfa α



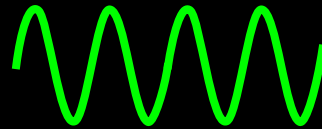
$\sim 15.000-20.000$
km/sec

Emissione di particella
beta β



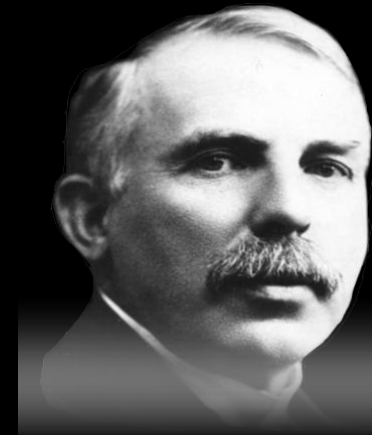
~ 270.000 km/sec

Emissione di radiazione
gamma γ



~ 300.000 km/sec

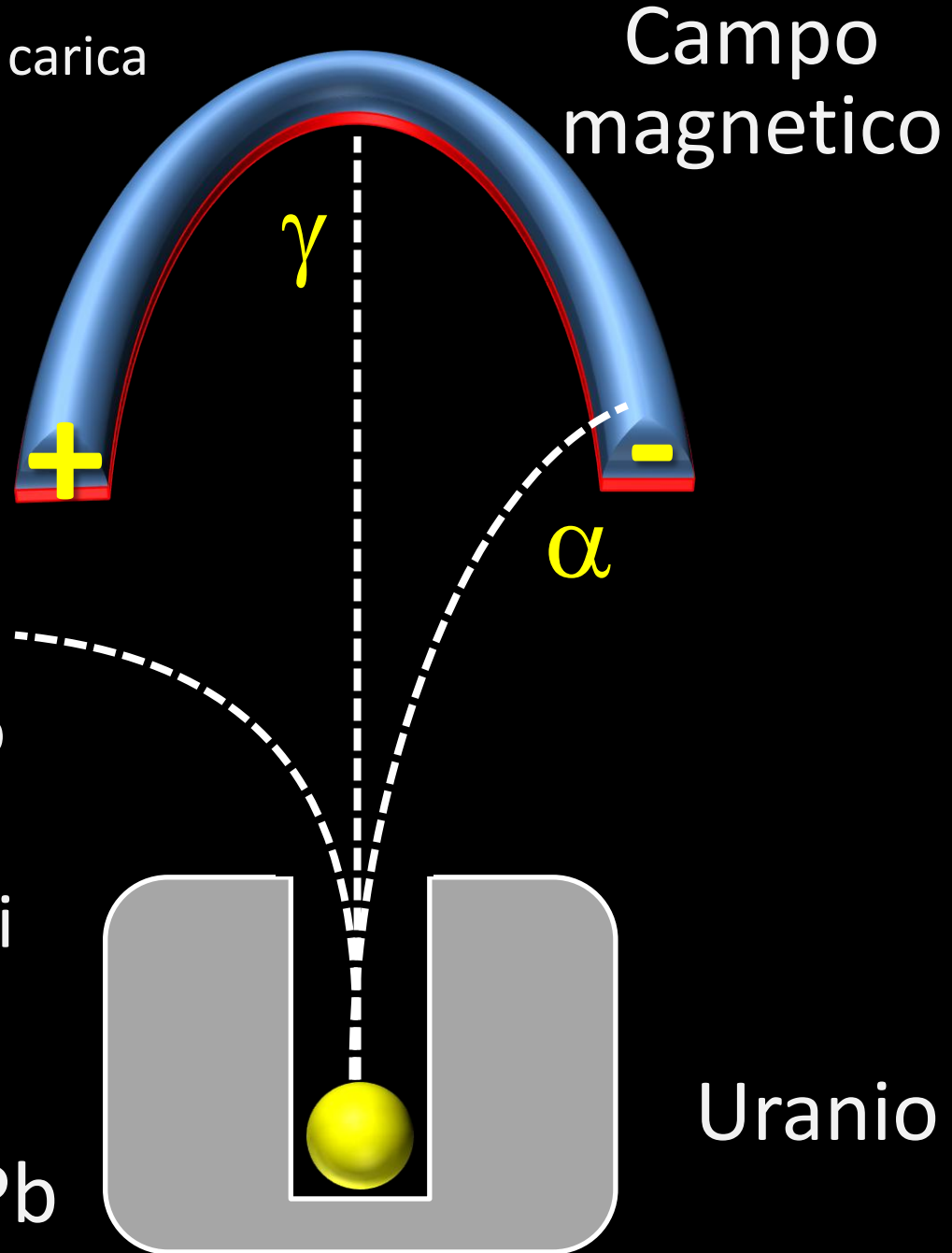
Le radiazioni γ sono fotoni – pacchetti di energia – come quelli della “normale” luce, ma dotati di energia assai maggiore.



α Particelle con grande massa e carica positiva

β Particelle con piccola massa e carica negativa

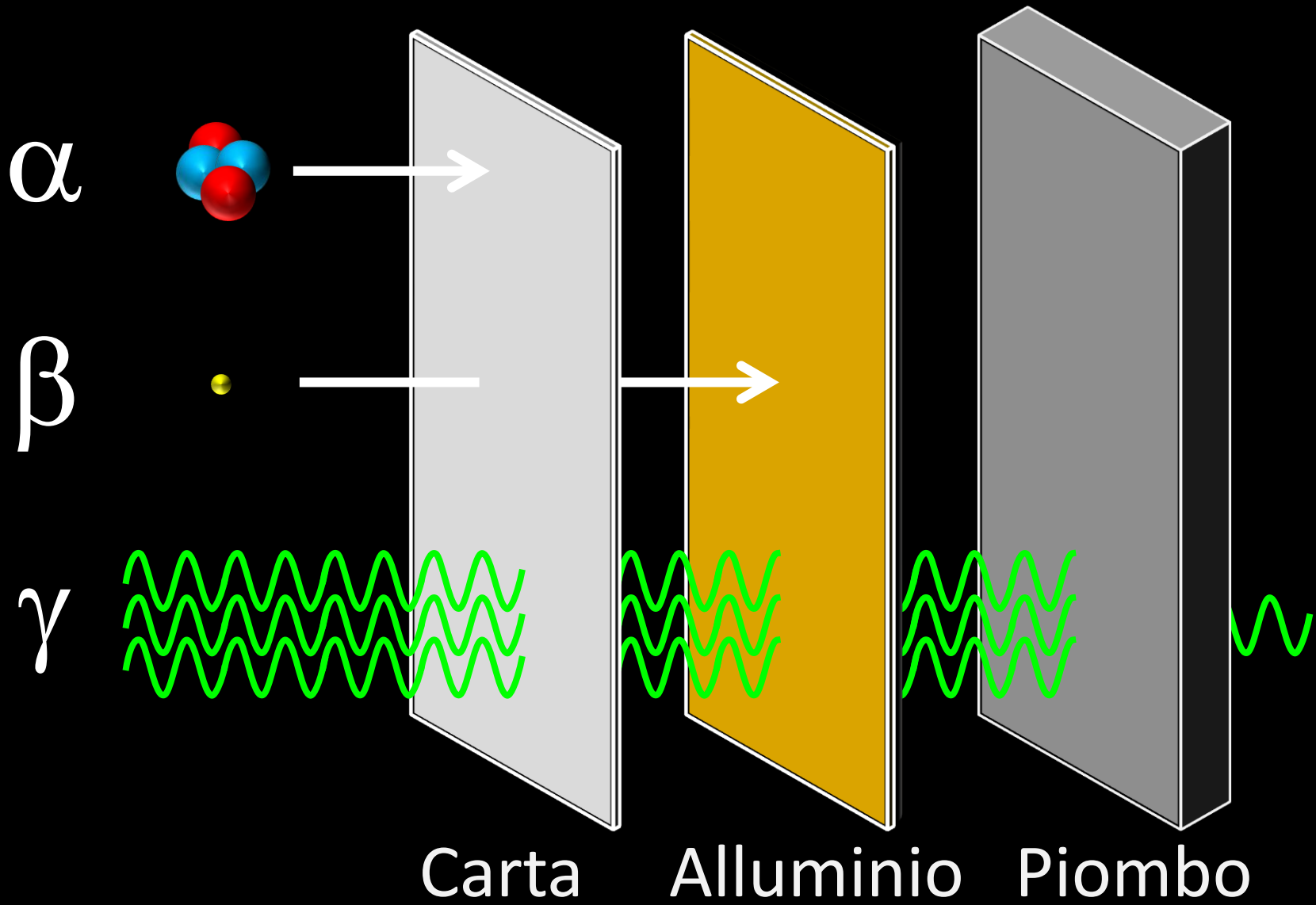
γ Assenza di carica (radiazione non particella) (come i raggi X)



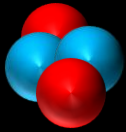
In questo modo è stato possibile misurare la massa (e la carica) degli elettroni e del nucleo.

Contenitore in Pb

Uranio



α



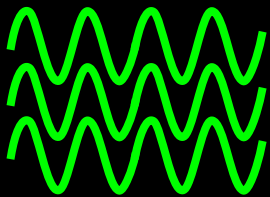
Molto ionizzanti. Sono bloccate da pochi cm di aria o un foglio di carta.

β



Si propagano per qualche m di aria e possono superare sottili strati di metallo.

γ



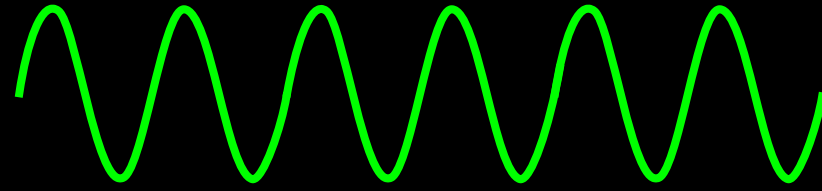
Radiazioni elettromagnetiche ad altissima frequenza (e lunghezza d'onda molto corta).

neutroni



Vengono emessi quando particelle α colpiscono particolari elementi (es. Be).

Emissione di radiazione gamma γ



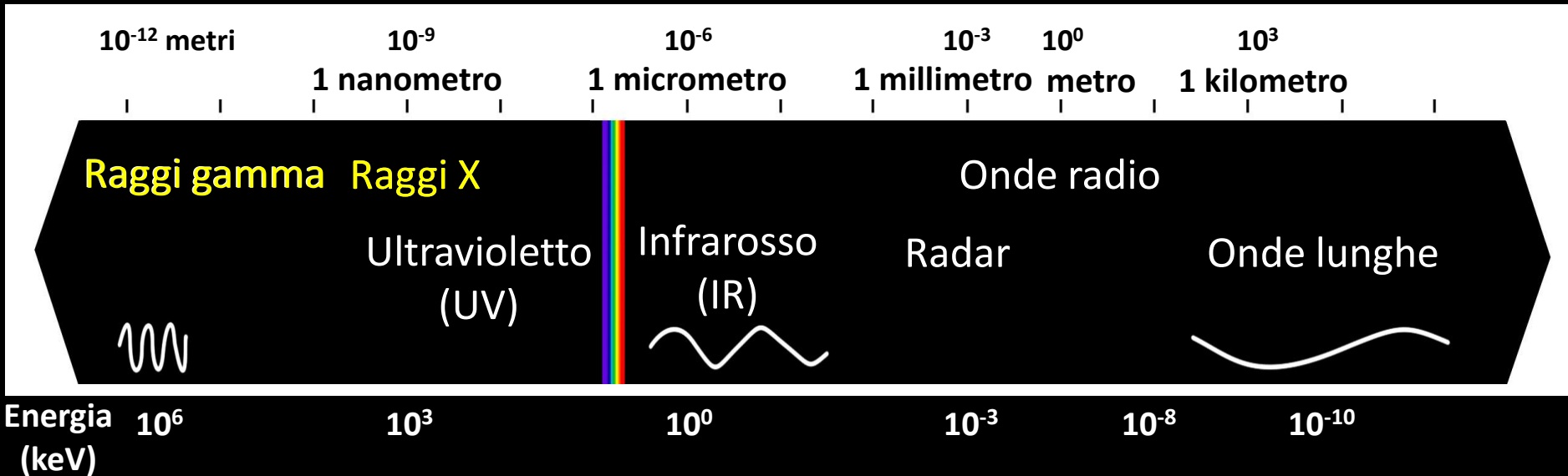
Le radiazioni γ assomigliano ai raggi X (sono entrambe radiazioni elettromagnetiche dotate di grande energia).

I raggi X vengono generati “*on demand*”, mentre la produzione di raggi γ è un processo fisico inesorabile.

Le radiazioni γ sono quasi sempre associate a emissione di particelle α o β .

La sola emissione di radiazioni γ non fa cambiare composizione ai radionuclidi instabili.

Qual è la differenza tra raggi γ e raggi X?

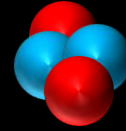


In genere i fotoni dei raggi X sono dotati di energia minore rispetto ai fotoni dei raggi γ .

Nella fisica moderna: i fotoni dei raggi γ sono associati a transizioni energetiche dei nuclei, mentre i fotoni dei raggi X non sono associati a transizioni nucleari (es. urto di elettroni in un tubo catodico).

In che modo gli atomi di alcuni elementi possono trasformarsi in altri elementi?

1) Radiazione corpuscolare α



Per gli elementi senza isotopi stabili, le masse atomiche indicate sono quelle degli isotopi più stabili o più comuni.

Trenda Foundation Design & Interface Copyright © 1997 Michael Dayah Public con ultimo aggiornamento 10 set 2010

Un isotopo dell'U (^{238}U) è radioattivo e decade con emissione di particella α .
In quale isotopo si trasformerà?

L'isotopo figlio avrà due protoni in meno (la particella α ha 2 p)

L'isotopo figlio quindi avrà numero atomico 90 = **Th**

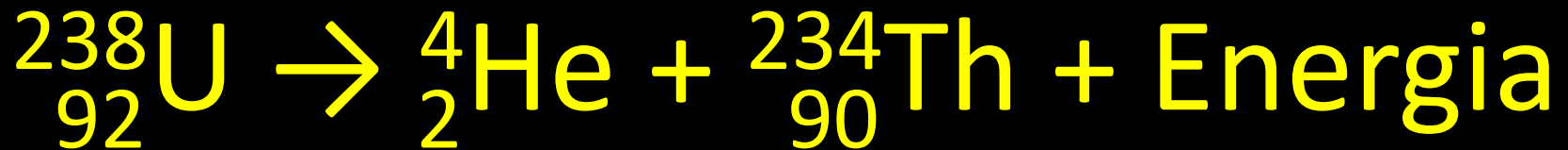
Quale numero di massa? **^{234}Th**

58 Ce	59 Pr	60 Nd
234 90 Th	91 Pa	238 92 U

In che modo gli atomi di alcuni elementi possono trasformarsi in altri elementi?

1) Radiazione corpuscolare α 

Questa reazione può essere quindi scritta come:



${}_{58}^{140}\text{Ce}$	${}_{59}^{141}\text{Pr}$	${}_{60}^{142}\text{Nd}$
${}_{90}^{234}\text{Th}$	${}_{91}^{235}\text{Pa}$	${}_{92}^{238}\text{U}$

L'energia liberata è l'energia cinetica delle particelle α .

In che modo gli atomi di alcuni elementi possono trasformarsi in altri elementi?

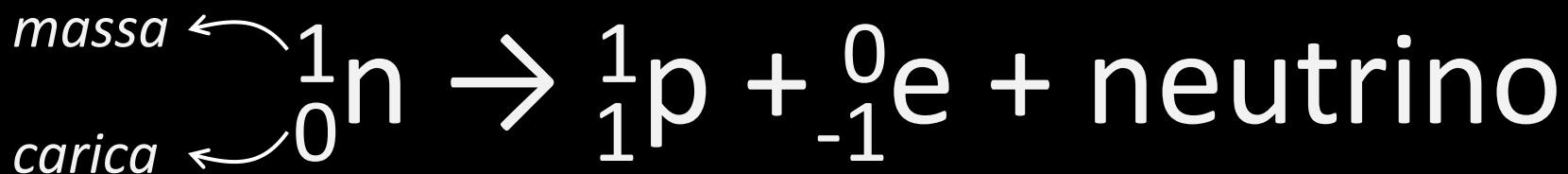
2) Radiazione corpuscolare β^- • $N > Z$ (neutroni in eccesso)

L'elettrone che viene espulso non è uno degli elettroni degli orbitali esterni.

Si tratta di un "elettrone" del nucleo...



Un neutrone si trasforma in protone + elettrone:

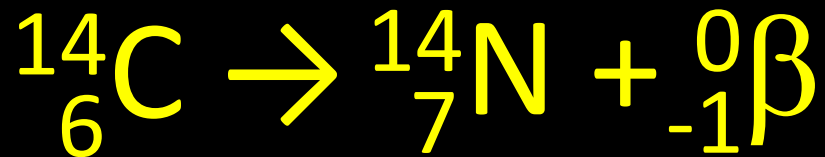


In pratica l'isotopo figlio avrà un numero atomico in più ma stessa massa dell'isotopo padre.

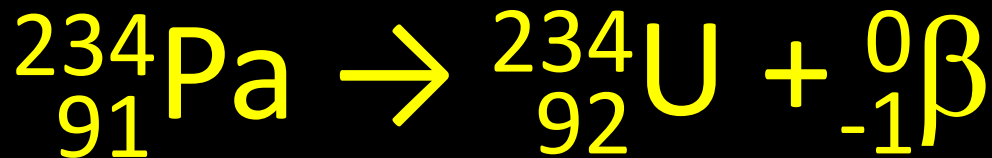
In che modo gli atomi di alcuni elementi possono trasformarsi in altri elementi?

2) Radiazione corpuscolare β^- • $N > Z$ (neutroni in eccesso)

Esempi:



Cosa cambia? Il numero di massa o il numero atomico?



${}_{5}^{11}\text{B}$	${}_{6}^{14}\text{C}$	${}_{7}^{14}\text{N}$
-----------------------	-----------------------	-----------------------

${}_{13}^{13}\text{Al}$	${}_{14}^{14}\text{Si}$	${}_{15}^{15}\text{P}$
-------------------------	-------------------------	------------------------

${}_{58}^{140}\text{Ce}$	${}_{59}^{141}\text{Pr}$	${}_{60}^{142}\text{Nd}$
--------------------------	--------------------------	--------------------------

${}_{90}^{230}\text{Th}$	${}_{91}^{234}\text{Pa}$	${}_{92}^{234}\text{U}$
--------------------------	--------------------------	-------------------------

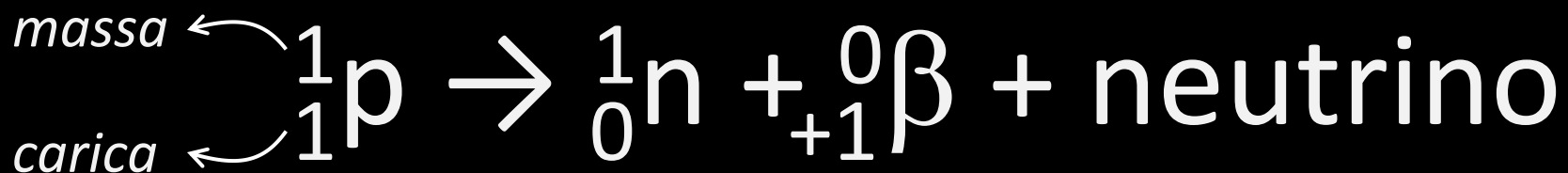
In che modo gli atomi di alcuni elementi possono trasformarsi in altri elementi?

3) Radiazione corpuscolare β^+ • $Z > N$ (protoni in eccesso)

Viene emesso un **positrone** (stessa massa dell'elettrone ma con carica positiva).

Anche in questo caso si tratta di una particella subatomica emessa dal nucleo.

Un protone si trasforma in neutrone + positrone:

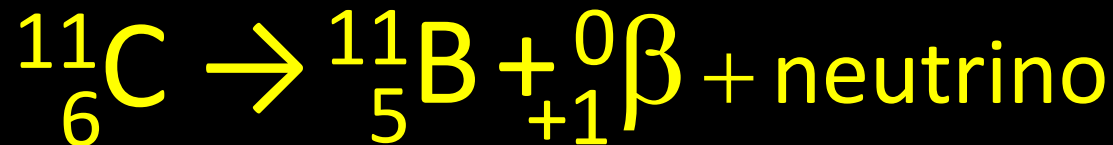


In pratica l'isotopo figlio avrà un numero atomico più basso di un'unità ma stessa massa dell'isotopo padre.

In che modo gli atomi di alcuni elementi possono trasformarsi in altri elementi?

3) Radiazione corpuscolare β^+ • $Z > N$ (protoni in eccesso)

Esempio:



${}_{5}^{11}\text{B}$	${}_{6}^{11}\text{C}$	${}_{7}\text{N}$
${}_{13}\text{Al}$	${}_{14}\text{Si}$	${}_{15}\text{P}$

In che modo gli atomi di alcuni elementi possono trasformarsi in altri elementi?

3) Radiazione corpuscolare β^+ • $Z > N$ (protoni in eccesso)

Sia gli elettroni che i positroni possono interagire con la materia generando raggi X

(Normalmente i raggi X sono generati nei tubi catodici, applicando una forte differenza di potenziale).

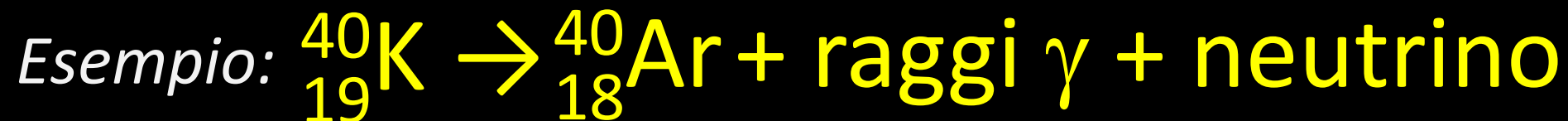
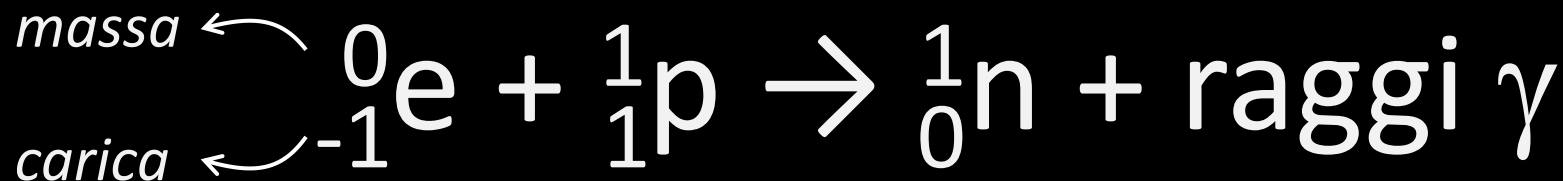


In che modo gli atomi di alcuni elementi possono trasformarsi in altri elementi?

4) Cattura elettronica (con emissione di raggi γ)

Raggi γ possono essere emessi da un radionuclide instabile con numero di protoni $>$ numero di neutroni.

Uno degli elettroni degli orbitali più interni viene “catturato” nel nucleo e avviene la reazione:



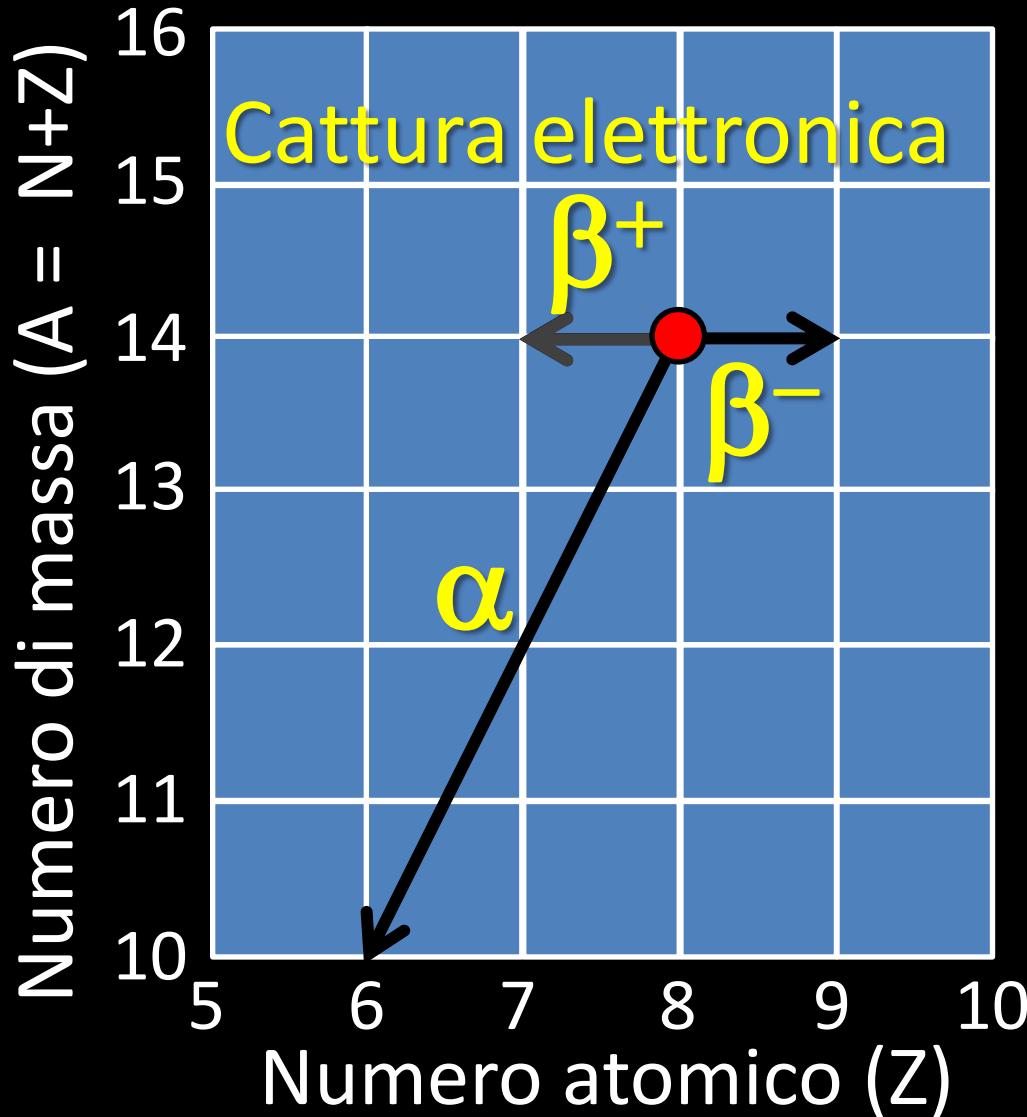
In che modo gli atomi di alcuni elementi possono trasformarsi in altri elementi?

Radiazione elettromagnetica γ 

Le radiazioni γ sono quasi esclusivamente associate a emissione α o β . Si possono avere emissioni α o β senza radiazione γ .

Le radiazioni γ non portano alla trasmutazione della materia del radionuclide che le emette.

In che modo gli atomi di alcuni elementi possono trasformarsi in altri elementi?



α Nuclei di He

β^- Emissione di elettroni

β^+ Emissione di positroni

Cattura elettronica



Schema proposto

da

Frederick

Soddy

Tavola dei nuclidi (o degli isotopi)

<https://www-nds.iaea.org/relnsd/vcharthtml/VChartHTML.html>

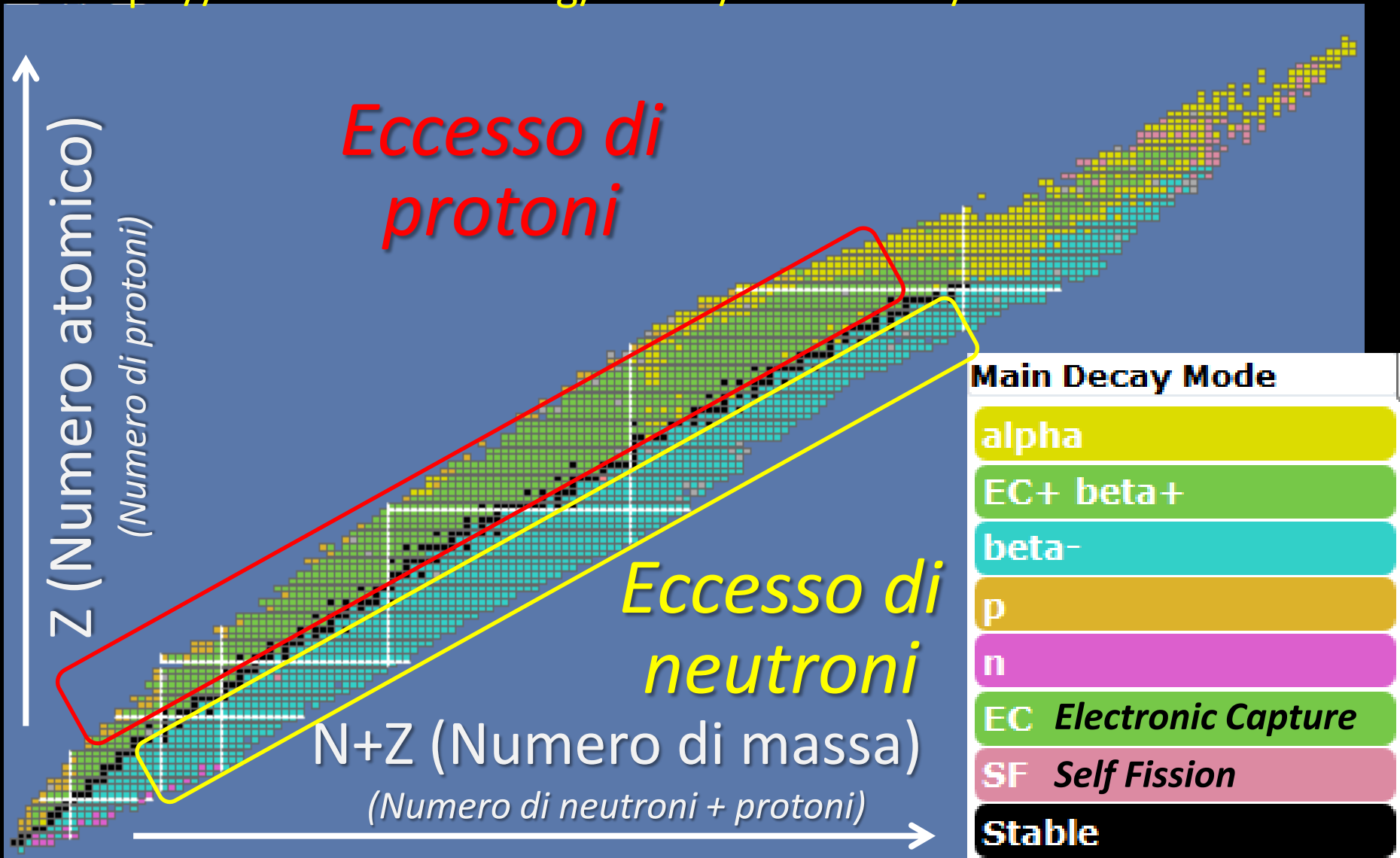
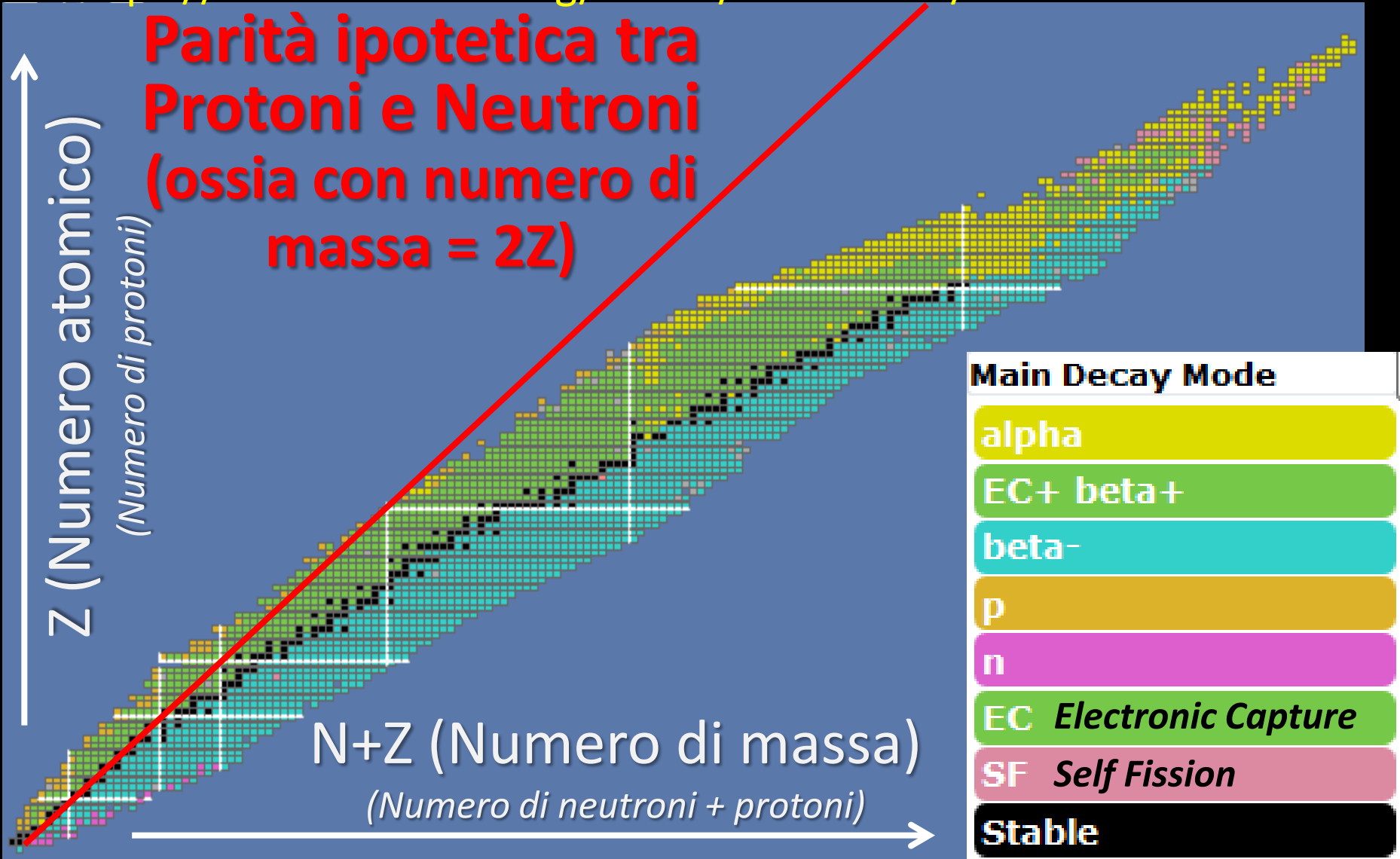
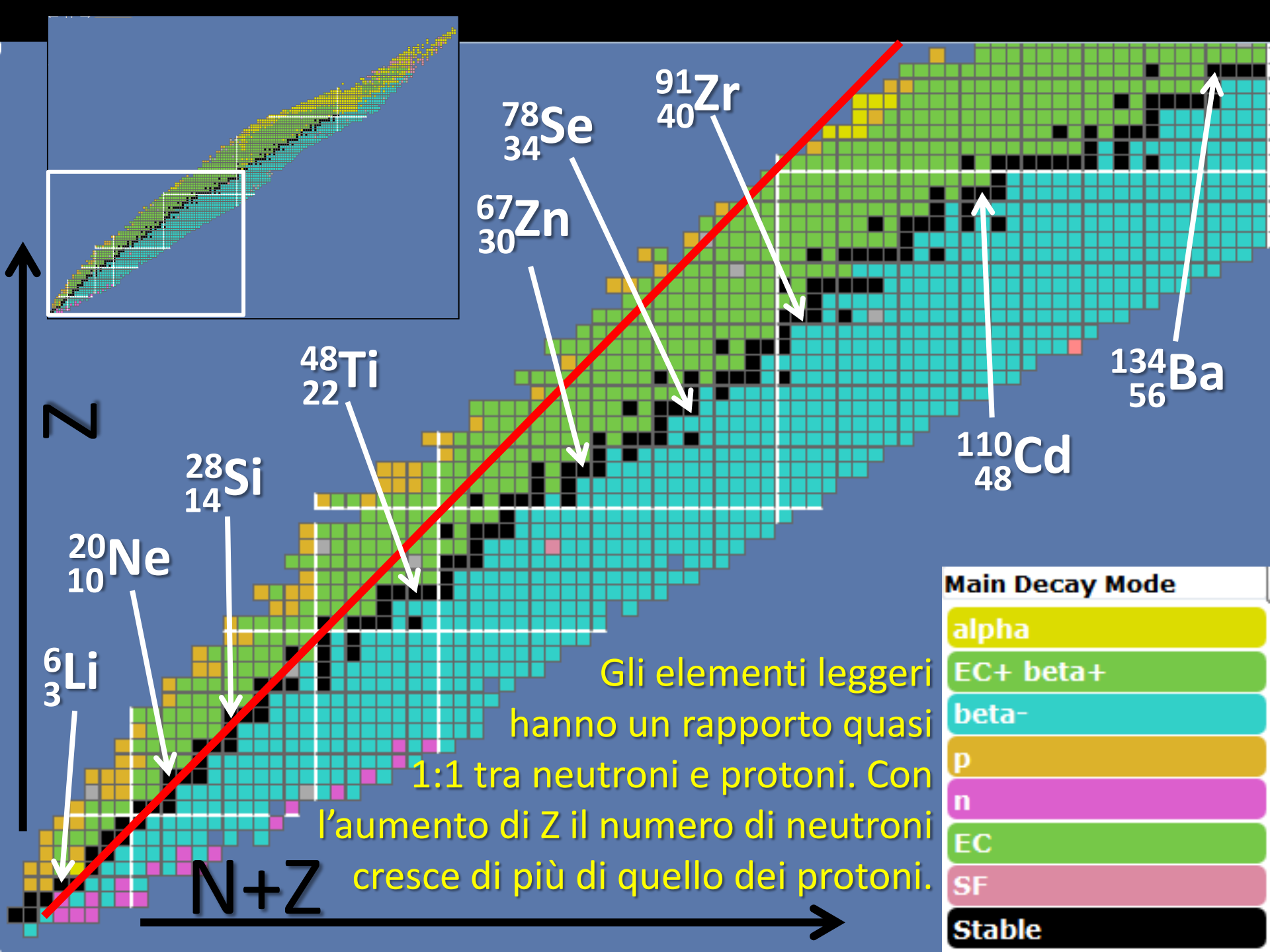


Tavola dei nuclidi (o degli isotopi)

<https://www-nds.iaea.org/relnsd/vcharthtml/VChartHTML.html>

**Parità ipotetica tra
Protoni e Neutroni
(ossia con numero di
massa = $2Z$)**





Z

N+Z

${}^6_3\text{Li}$

${}^{20}_{10}\text{Ne}$

${}^{28}_{14}\text{Si}$

${}^{48}_{22}\text{Ti}$

${}^{67}_{30}\text{Zn}$

${}^{78}_{34}\text{Se}$

${}^{91}_{40}\text{Zr}$

${}^{110}_{48}\text{Cd}$

${}^{134}_{56}\text{Ba}$

Gli elementi leggeri hanno un rapporto quasi 1:1 tra neutroni e protoni. Con l'aumento di Z il numero di neutroni cresce di più di quello dei protoni.

Il Pb è l'ultimo elemento ad avere anche isotopi stabili.

Tutti gli altri elementi hanno solo isotopi radioattivi

