



Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

Introduzione alla fisica delle particelle

Susanna Bertelli

INFN LNF - Education and Public Outreach Service

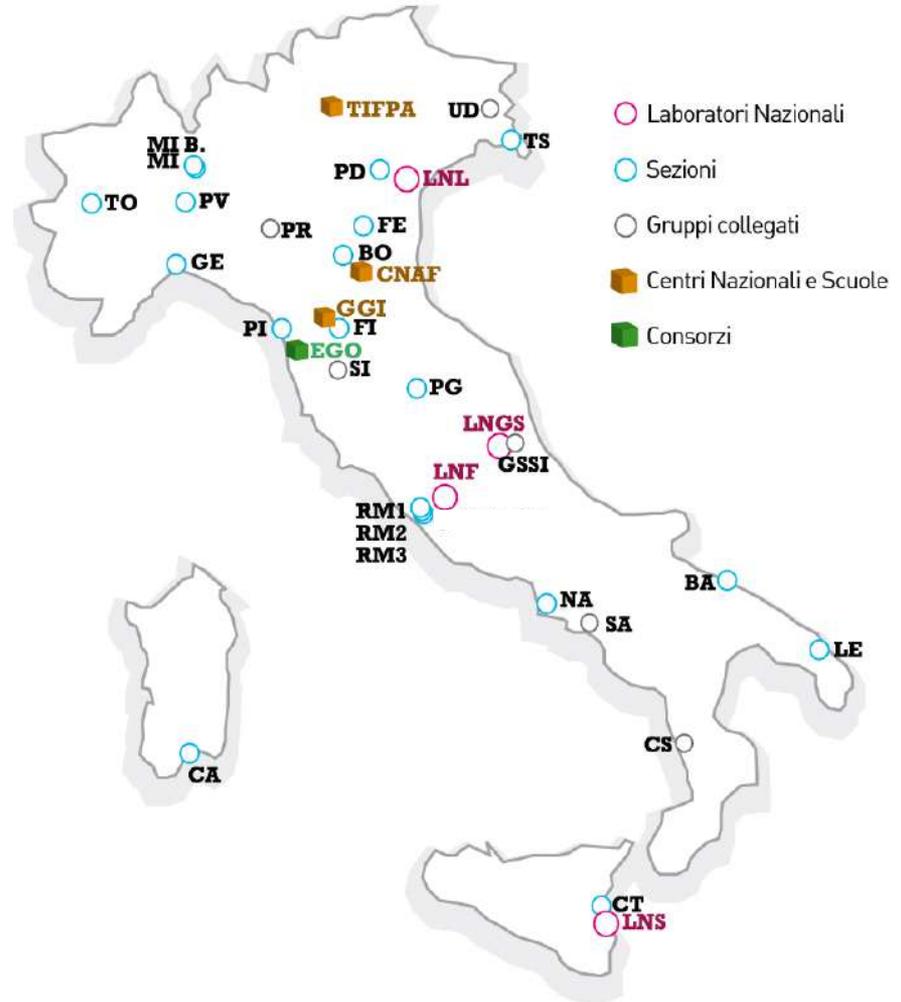


Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

■ INFN LNF: chi siamo

L'INFN ente pubblico nazionale di ricerca dedicato allo studio dei costituenti fondamentali della materia e delle leggi che li governano. Svolge attività di ricerca, teorica e sperimentale, nei campi della fisica subnucleare, nucleare e astroparticellare.

20 sezioni
6 gruppi collegati
4 laboratori nazionali



Costruiti nel 1955, i **Laboratori Nazionali di Frascati (LNF)** sono stati la prima struttura di ricerca italiana per lo studio della fisica nucleare e subnucleare con macchine acceleratrici e sono il più grande laboratorio dell'INFN

I LNF sono situati a circa 20 km da Roma, all'interno del comune di Frascati nella zona che accoglie i maggiori centri di ricerca di eccellenza tra cui ENEA, ESA-Esrin e CNR.







Storia dei Laboratori Nazionali di Frascati – A.Ghigo <https://www.youtube.com/watch?v=pEFl2-lo--s>

I Laboratori Nazionali di Frascati : la ricerca

Fisica delle alte energie, Astroparticelle, Fisica nucleare, Fisica applicata, Computing



Attività di terza missione dei LNF

EDUCAZIONE SCIENTIFICA

Programma studenti e
docenti

COMUNICAZIONE SCIENTIFICA

Web, news, newsletter,
social

PUBLIC OUTREACH

Seminari, openday,
visite guidate

TRASFERIMENTO TECNOLOGICO

Aziende, enti, università

Educazione scientifica

Suscitare interesse e curiosità verso la scienza

Aumentare la conoscenza della scienza e delle sue applicazioni

Promuovere la scienza come strumento per cittadini consapevoli, sostenere la cultura scientifica

Incoraggiare le carriere STEM Science, Technology, Engineering, Mathematics

Studenti

Attività per allievi delle
Scuole Primarie,
Secondarie di I e II grado,
italiane e straniere

Docenti

Corsi di formazione e
aggiornamento per
docenti delle Scuole
Secondarie di I e II
grado

AccendiScienza

Portale di e-learning
per studenti e docenti

Public outreach

Programma di attività di divulgazione scientifica per il vasto pubblico rivolto agli appassionati di scienza e a chi è desideroso di esplorare il mondo della ricerca scientifica.

Seminari

I ricercatori LNF presentano diverse conferenze in librerie, Università, eventi scientifici

Openday

Giornate di apertura al pubblico con visite guidate ai siti sperimentali, conferenze, spazi per bambini

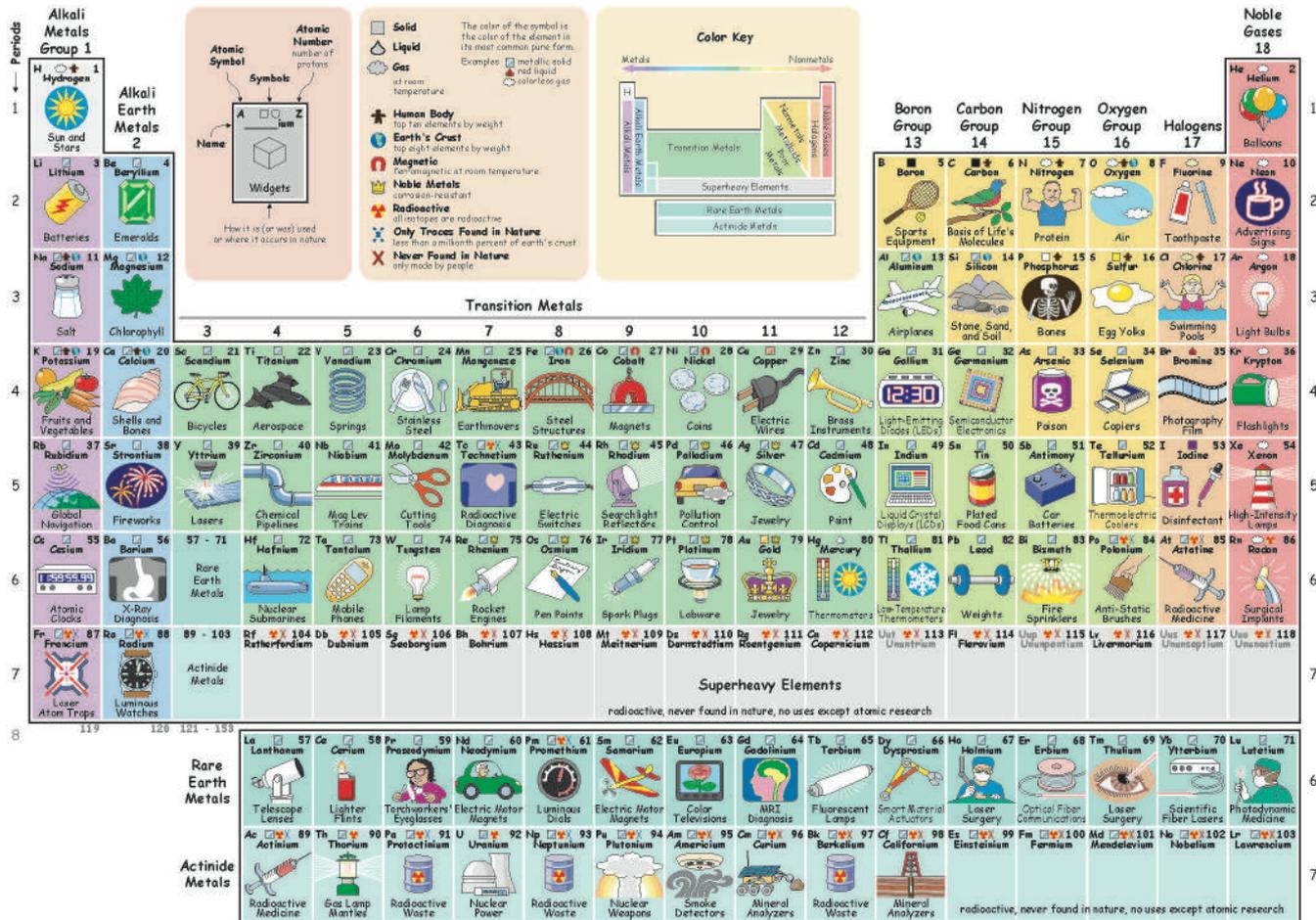
Bruno Touschek Visitor Centre

Polo didattico museale dedicato alla Storia dei LNF, visite guidate condotte dai ricercatori



Di cosa è fatta la materia?

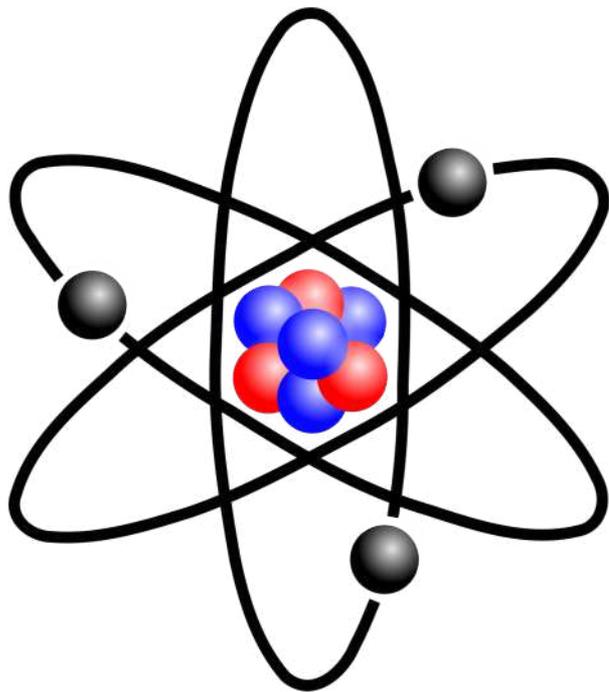
The Periodic Table of the Elements, in Pictures



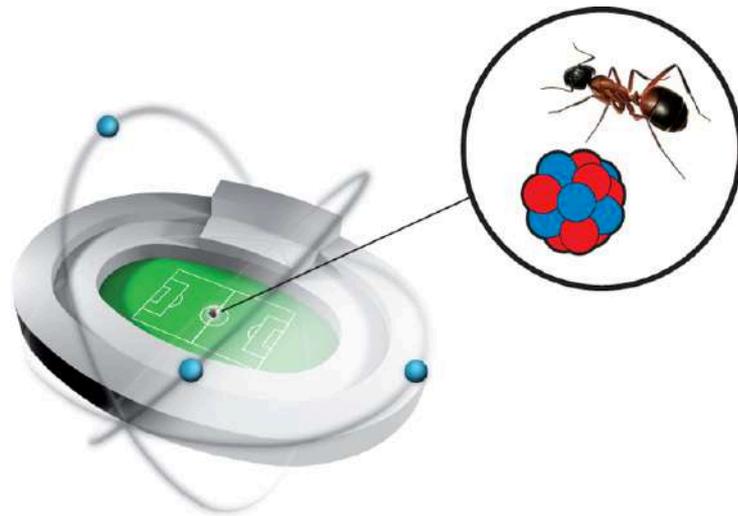
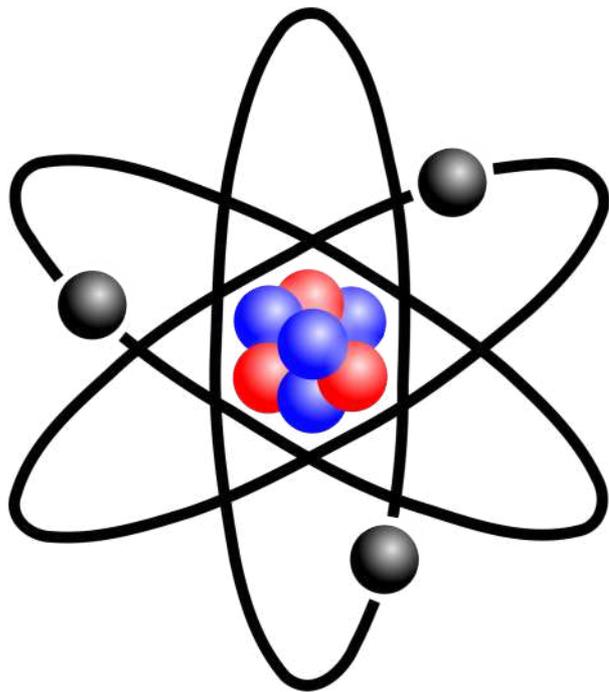
Viaggio nel mondo degli atomi

<https://videos.cern.ch/record/2307613>

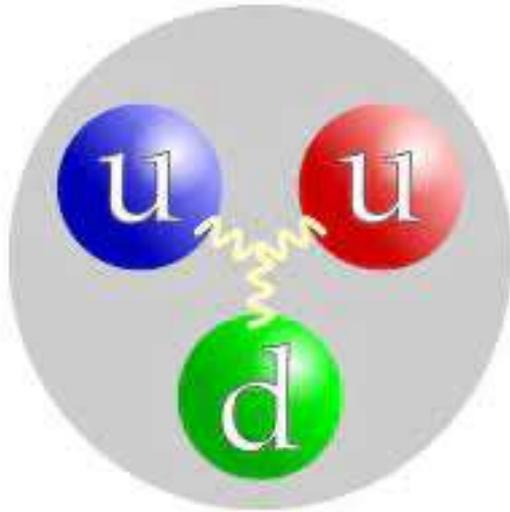
Modello di atomo



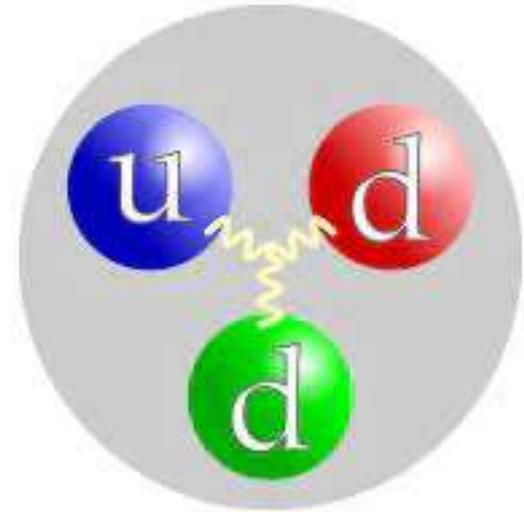
Modello di atomo



Protone



Neutrone



Modello Standard delle Particelle Elementari

		tre generazioni della materia (fermioni)			mediatori delle forze / interazioni (bosoni)	
		I	II	III		
QUARK	massa	$\approx 2.2 \text{ MeV}/c^2$	$\approx 1.28 \text{ GeV}/c^2$	$\approx 173.1 \text{ GeV}/c^2$	0	$\approx 124.97 \text{ GeV}/c^2$
	carica	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	0	0
	spin	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1	0
		u up	c charm	t top	g gluone	H higgs
		d down	s strange	b bottom	γ fotone	
		e elettrone	μ muone	τ tauone	Z bosone Z	
		ν_e neutrino elettronico	ν_μ neutrino muonico	ν_τ neutrino tauonico	W bosone W	
LEPTONI		$\approx 0.511 \text{ MeV}/c^2$	$\approx 105.66 \text{ MeV}/c^2$	$\approx 1.7768 \text{ GeV}/c^2$	$\approx 91.19 \text{ GeV}/c^2$	
		-1	-1	-1	0	
		$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1	
		$< 1.0 \text{ eV}/c^2$	$< 0.17 \text{ MeV}/c^2$	$< 18.2 \text{ MeV}/c^2$	$\approx 80.39 \text{ GeV}/c^2$	
		0	0	0	± 1	
		$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1	
		BOSONI DI GAUGE			BOSONI VETTORI	BOSONI SCALARI

Standard Model of Elementary Particles

			three generations of matter (elementary fermions)			three generations of antimatter (elementary antifermions)			interactions / force carriers (elementary bosons)	
			I	II	III	I	II	III		
QUARKS	mass		$\approx 2.2 \text{ MeV}/c^2$	$\approx 1.28 \text{ GeV}/c^2$	$\approx 173.1 \text{ GeV}/c^2$	$\approx 2.2 \text{ MeV}/c^2$	$\approx 1.28 \text{ GeV}/c^2$	$\approx 173.1 \text{ GeV}/c^2$	0	$\approx 125.09 \text{ GeV}/c^2$
	charge		$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$-\frac{2}{3}$	$-\frac{2}{3}$	$-\frac{2}{3}$	0	0
	spin		$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1	0
			u up	c charm	t top	\bar{u} antiup	\bar{c} anticharm	\bar{t} antitop	γ photon	H higgs
			$\approx 4.7 \text{ MeV}/c^2$	$\approx 96 \text{ MeV}/c^2$	$\approx 4.18 \text{ GeV}/c^2$	$\approx 4.7 \text{ MeV}/c^2$	$\approx 96 \text{ MeV}/c^2$	$\approx 4.18 \text{ GeV}/c^2$	$\approx 91.19 \text{ GeV}/c^2$	
			$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	0	
			$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1	
			d down	s strange	b bottom	\bar{d} antidown	\bar{s} antistrange	\bar{b} antibottom	Z Z ⁰ boson	
			$\approx 0.511 \text{ MeV}/c^2$	$\approx 105.66 \text{ MeV}/c^2$	$\approx 1.7768 \text{ GeV}/c^2$	$\approx 0.511 \text{ MeV}/c^2$	$\approx 105.66 \text{ MeV}/c^2$	$\approx 1.7768 \text{ GeV}/c^2$	$\approx 80.39 \text{ GeV}/c^2$	
			-1	-1	-1	1	1	1	1	
			$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1	
			e electron	μ muon	τ tau	e^+ positron	$\bar{\mu}$ antimuon	$\bar{\tau}$ antitau	W^+ W ⁺ boson	
LEPTONS			$< 2.2 \text{ eV}/c^2$	$< 1.7 \text{ MeV}/c^2$	$< 15.5 \text{ MeV}/c^2$	$< 2.2 \text{ eV}/c^2$	$< 1.7 \text{ MeV}/c^2$	$< 15.5 \text{ MeV}/c^2$	$\approx 80.39 \text{ GeV}/c^2$	
			0	0	0	0	0	0	-1	
			$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1	
				ν_e electron neutrino	ν_μ muon neutrino	ν_τ tau neutrino	$\bar{\nu}_e$ electron antineutrino	$\bar{\nu}_\mu$ muon antineutrino	$\bar{\nu}_\tau$ tau antineutrino	W^- W ⁻ boson
									0	
									0	
									1	
										g gluon

GAUGE BOSONS
VECTOR BOSONS

SCALAR BOSONS

Le interazioni fondamentali

In natura esistono 4 interazioni fondamentali, che sono alla base degli scambi di energia tra le particelle e sono responsabili della struttura dell'Universo



L'interazione elettromagnetica responsabile della struttura atomica e molecolare della materia. Al livello microscopico, si manifesta tra particelle dotate di carica elettrica diversa da zero ed al fotone come mediatore dell'interazione



L'interazione forte lega protoni e neutroni nel nucleo e impedisce al nucleo di disintegrarsi. In conseguenza della repulsione elettromagnetica tra i protoni del nucleo. E' connessa ai quark.



Le interazioni deboli sono responsabili del decadimento di quark e leptoni, radioattività e attività solare.



L'interazione gravitazionale responsabile della caduta dei corpi, moto stellare...

interazioni	intensità relativa	raggio di azione	mediatore
interazione forte	1	10^{-11} m	gluoni
elettromagnetica	10^{-2}	∞	fotoni
interazione debole	10^{-13}	10^{-13} m	bosoni
gravitazionale	10^{-39}	∞	gravitone

