

Fisica delle Particelle

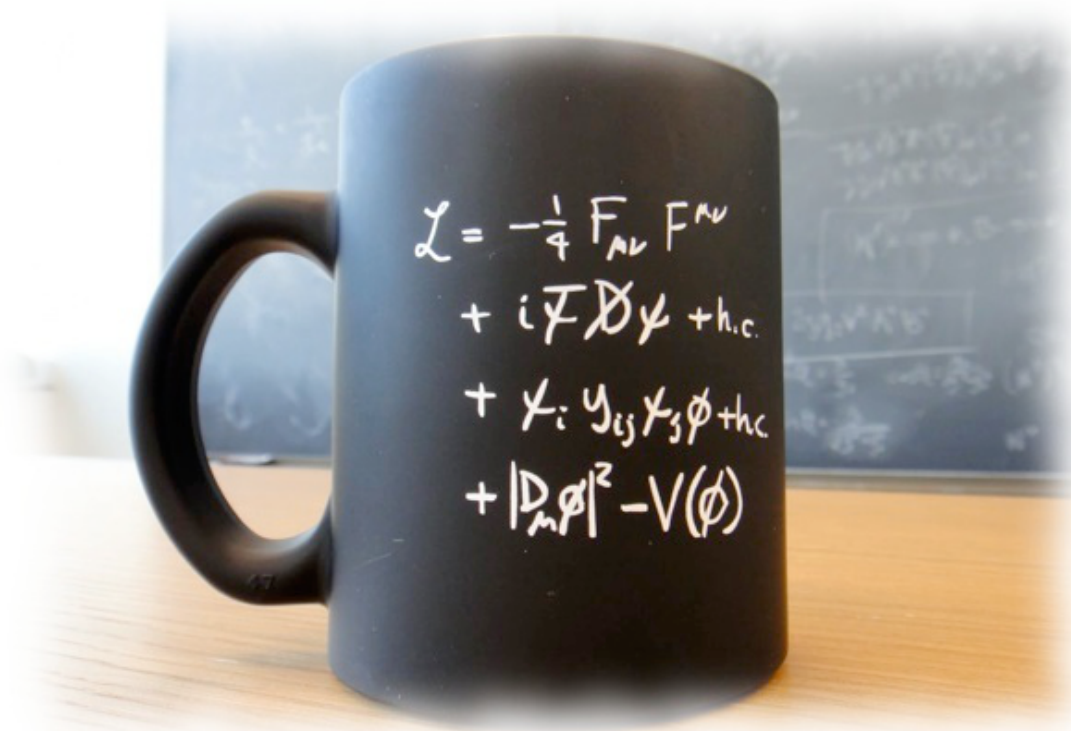
pietro.govoni@unimib.it

Giornata di Orientamento - 5 Marzo 2019

UNIVERSITA' DI MILANO-BICOCCA

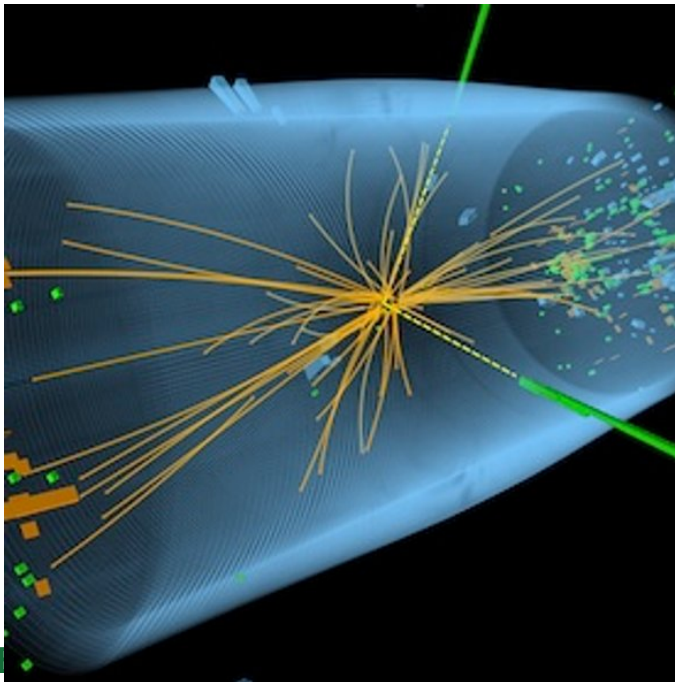
comprendere la Natura

- principio di riduzionismo: **la natura del cosmo può essere spiegata in termini di un numero piccolo di particelle elementari e delle loro interazioni elementari**
- la teoria ad oggi più completa che descrive la materia e le interazioni è il **Modello Standard delle Particelle Elementari**

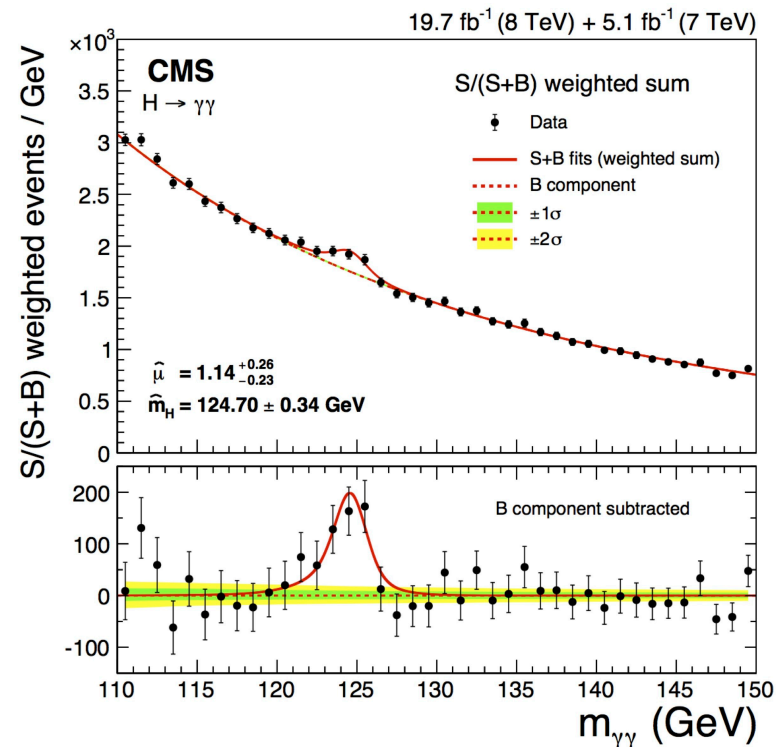


il metodo scientifico

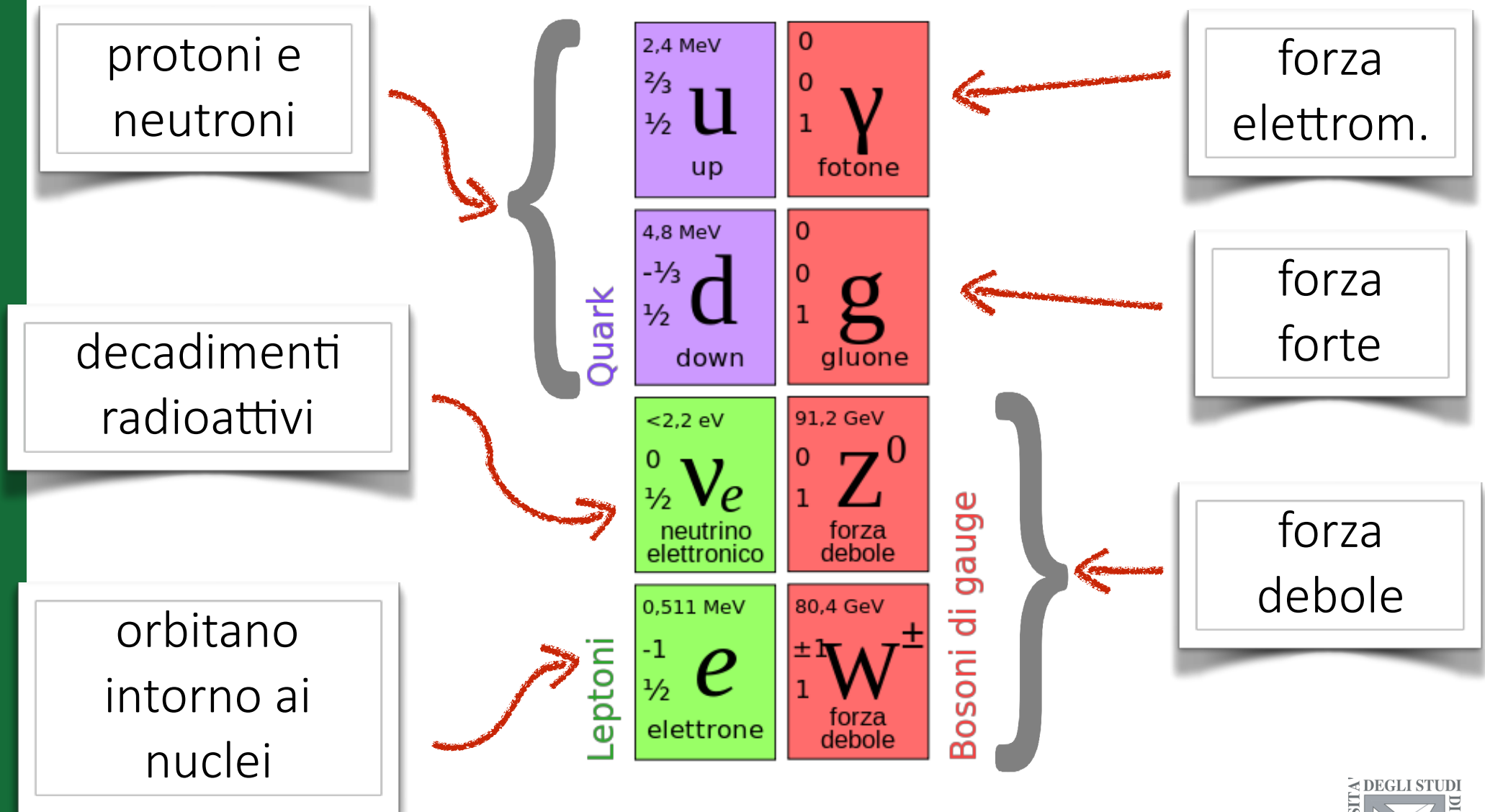
- le misure sperimentali sono il punto di partenza e di arrivo:
 - guidano la concezione di nuove teorie
 - falsificano le loro predizioni
- il Modello Standard è verificato sperimentalmente da decenni di misure
 - LEP, Tevatron, LHC sono gli ultimi ad aver contribuito, con al culmine con la scoperta del bosone di Higgs



DIPARTIM



la materia e le sue interazioni



il quadro completo (?)

Tre generazioni della materia (fermioni)

	I	II	III							
massa→	2,4 MeV	1,27 GeV	171,2 GeV	0	125 GeV	2,4 MeV	1,27 GeV	171,2 GeV		
carica→	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	0	0	$-\frac{2}{3}$	$-\frac{2}{3}$	$-\frac{2}{3}$		
spin→	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$		
nome→	u up	c charm	t top	γ fotone	h higgs	ū up	c̄ charm	t̄ top		
	4,8 MeV	104 MeV	4,2 GeV	0		4,8 MeV	104 MeV	4,2 GeV		
	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	0		$+\frac{1}{3}$	$+\frac{1}{3}$	$+\frac{1}{3}$		
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1		$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$		
Quark	d down	s strange	b bottom	g gluone		d̄ down	s̄ strange	b̄ bottom		
	<2,2 eV	<0,17 MeV	<15,5 MeV	91,2 GeV		<2,2 eV	<0,17 MeV	<15,5 MeV		
	0	0	0	0		0	0	0		
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1		$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$		
	ν_e neutrino elettronico	ν_μ neutrino muonico	ν_τ neutrino tauonico	Z⁰ forza debole		ν̄_e neutrino elettronico	ν̄_μ neutrino muonico	ν̄_τ neutrino tauonico		
	0,511 MeV	105,7 MeV	1,777 GeV	80,4 GeV		0,511 MeV	105,7 MeV	1,777 GeV		
	-1	-1	-1	±1		+1	+1	+1		
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1		$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$		
Leptoni	e elettrone	μ muone	τ tauone	W[±] forza debole		e⁺ elettrone	μ⁺ muone	τ⁺ tauone		

Bosoni di gauge

anti Quark

anti Leptoni

grande assente: l'interazione gravitazionale

la formazione di un “particellare”

- prima introduzione: **Fisica Nucleare e Subnucleare** (laurea triennale)
- corsi specifici:
 - **Fisica delle Particelle I**: i fondamenti
 - **Fisica delle Particelle II**: la frontiera dell’energia
 - **Fisica delle Particelle III**: la frontiera dell’intensità
 - **Rivelatori di Radiazioni**: la rivelazione delle particelle
 - **Metodi Sperimentali in fisica delle Alte Energie**: gli apparati di misura

la formazione di un “particellare”

- laboratori sperimentali:
 - **Esperimentazioni di Fisica Nucleare e Subnucleare** (laurea triennale)
 - **Laboratorio di Misure Nucleari e Subnucleari I & II**
- corsi complementari:
 - fisica teorica: **Fisica Teorica I, Teoria e Fenomenologia delle Interazioni Fondamentali, Relatività**
 - strumenti ed applicazioni: **Analisi Statistica dei Dati, Simulazione Montecarlo di Rivelatori di Radiazione, Elettronica**

il piano di studi triennale

- corsi a scelta affini all'indirizzo

Esperimentazioni di Fisica Nucleare e Subnucleare	8 CFU
Insegnamento a scelta	
Elementi di Elettronica	6 CFU
Relatività	6 CFU
Attività formative a libera scelta dello studente	12 CFU
(a scelta su tutti i corsi offerti dall'Ateneo)	
Preparazione prova finale	6 CFU
Abilità informatiche e telematiche	3 CFU



<https://goo.gl/FPGPWb>

il piano di studi specialistico

totale	70 CFU
formazione caratterizzante	40 CFU
Sperimentale ed Applicativa	22 CFU
Teorica	6 CFU
Microfisica e Struttura della Materia	12 CFU
Formazione affine o integrativa	6 CFU
Attività formative a libera scelta dello studente	18 CFU
(a scelta su tutti i corsi offerti dall'Ateneo)	
Preparazione prova finale	47 CFU
Abilità informatiche e telematiche	3 CFU

<https://goo.gl/PGds6i>

scuole internazionali

- scuole intensive di 1-2 settimane, dedicate a studenti di laurea o di dottorato, con **lezioni avanzate di fisica delle particelle**
- possono essere a pagamento, oppure offrire supporto economico a partecipanti meritevoli

- ICTP Summer School on Particle Physics: <http://indico.ictp.it/event/8690/>
- Jennifer Summer School on Particle Physics and Detectors <https://agenda.infn.it/event/14407/>
- Petnica Summer Institute <http://psi.petnica.rs/2019/description.php>
- Hadron Collider School - HASCO <http://hasco.uni-goettingen.de/2018/index.htm>
- First EWSB Spring School <https://indico.cern.ch/event/673580/>

stage estivi in laboratori internazionali

- programmi integrati di **lezioni di fisica delle particelle** in parallelo con **attività di ricerca nei laboratori** spesi parzialmente o completamente dall'istituto ospitante
- CERN Summer Student Programme
<https://home.cern/summer-student-programme>
- Paul Scherrer Institut internship <https://www.psi.ch/pa/higher-education>
- DESY Summer Student Programme <http://summerstudents.desy.de>
- Laboratori INFN di Frascati
http://www.infn.it/index.php?option=com_content&view=article&id=244&Itemid=348&lang=it
- Fermilab Italian Student Program <http://ed.fnal.gov/interns/programs/>
<https://internships.fnal.gov/italian-student-programs/>
- Oxford University Summer Student Program
- Helsinki Institute of Physics at CERN http://www.hip.fi/?page_id=3619

... e infine la tesi

di che cosa è fatta la
materia oscura?

perché non c'è
antimateria
nell'Universo?

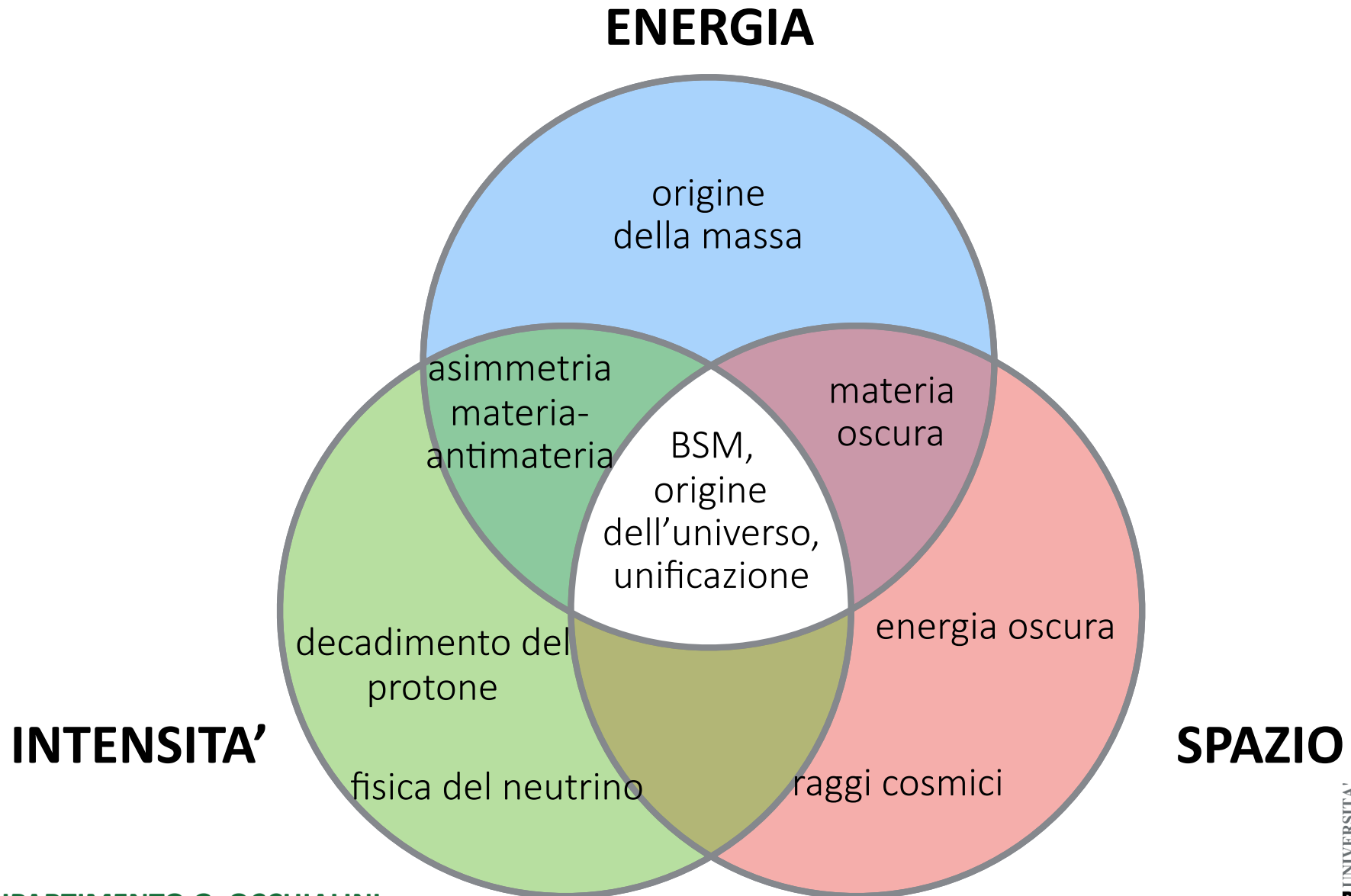
perché le particelle
elementari hanno
masse così diverse?

come si fa ad
unificare la gravità
con le altre forze?

il neutrino è uguale
alla sua
antiparticella?

quale è la massa del
neutrino?

le frontiere della ricerca



le frontiere della ricerca



le proposte di tesi

- per la **laurea triennale** (circa 4 settimane di lavoro a tempo pieno)
 - approfondimento di un argomento di fisica delle particelle e una attività o misura originale
 - le conoscenze necessarie sono apprese nel corso del triennio
- per la **laurea magistrale** (circa otto mesi di lavoro a tempo pieno)
 - attività di ricerca originale con uno dei nostri gruppi di lavoro
 - le conoscenze necessarie sono apprese durante la laurea specialistica
- link alla pagina di particelle del sito di Dipartimento, aggiornato mensilmente:
<https://www.fisica.unimib.it/it/ricerca/fisica-delle-particelle-e-delle-astroparticelle>
- **chiedete consiglio a noi!**

visite a laboratori

- le nostre attività di ricerca avvengono in **laboratori internazionali**, dove spesso si svolgono anche parte delle attività di tesi
- programma di visite ai vari laboratori **organizzate dal Dipartimento**
- per il **secondo anno**

20 marzo	introduzione al Gran Sasso (1h)	10.30	aula U1/8
28 marzo	introduzione al CERN (1h)	10.30	aula U2/06
6,7 aprile	visita al Gran Sasso	<u>iscriz.</u>	<u>programma</u>
13,14 aprile	visita al CERN	<u>iscriz.</u>	<u>programma</u>
4,5 maggio	visita al CERN	<u>iscriz.</u>	<u>programma</u>
18,19 maggio	visita al Gran Sasso	<u>iscriz.</u>	<u>programma</u>

- per il **secondo e terzo anno:**

19 marzo	visita ai laboratori di Criogenia in Bicocca	<u>iscriz.</u>	<u>programma</u>
----------	--	----------------	------------------

visite a laboratori

- le nostre attività di ricerca avvengono in **laboratori internazionali**, dove spesso si svolgono anche parte delle attività di tesi
- programma di visite ai vari laboratori **organizzate dal Dipartimento**
- per il **secondo anno**

20 marzo	introduzione al Gran Sasso (1h)	10.30	aula U1/8
28 marzo	introduzione al CERN (1h)	10.30	aula U2/06
6,7 aprile	visita al Gran Sasso	<u>iscriz.</u>	<u>programma</u>
13,14 aprile	visita al CERN	<u>iscriz.</u>	<u>programma</u>
4,5 maggio	visita al CERN	<u>iscriz.</u>	<u>programma</u>
18,19 maggio	visita al Gran Sasso	<u>iscriz.</u>	<u>programma</u>

- per il **secondo e terzo anno:**

19 marzo	visita ai laboratori di Criogenia in Bicocca	<u>iscriz.</u>	<u>programma</u>
----------	--	----------------	------------------

**Scadenza:
12 marzo**

esempi di attività di ricerca

- **quattro esempi** fra le tante attività di particelle, non sono esaustivi!
- coprendo diverse direzioni di studio
- **tempestateli di domande!!**

- **Lo studio dei neutrini**, Mattia Beretta
- **Collisioni di protoni**, Davide Valsecchi
- **Il sapore nel Modello Standard**, Simone Meloni
- **Esempi di misure temporali**, Matteo Borghesi

- **panoramica più completa** mostrata recentemente da Francesco Terranova al workshop di Dipartimento: [link](#)

backup slides

Giornata di Orientamento - 5 Marzo 2019

UNIVERSITA' DI MILANO-BICOCCA

formazione caratterizzante (40 CFU)	
Microfisica e Struttura della Materia (12 CFU)	
Fisica delle Particelle I	6 CFU
Rivelatori di Radiazioni	6 CFU
Energetica	6 CFU
Fisica dello Stato Solido	6 CFU
Microscopia Ottica	6 CFU
Sperimentale ed Applicativa (22 CFU)	
Laboratorio di Misure Nucleari e Subnucleari I	10 CFU
Laboratorio di Misure Nucleari e Subnucleari II	6 CFU
Fisica delle Particelle II	6 CFU
Applicazioni della Fisica alla Medicina	6 CFU
Laboratorio di Biofotonica I	10 CFU
Laboratorio di Biofotonica II	6 CFU
Biofotonica	6 CFU
Teorica (6 CFU)	
Fisica Teorica I	6 CFU
Meccanica Statistica	6 CFU
Teoria della Materia Condensata I	6 CFU

formazione affine o integrativa (12 CFU)	
Teoria e Fenomenologia delle Interazioni Fondamentali	6 CFU
Fisica delle particelle III	6 CFU
Analisi Statistica dei Dati	6 CFU
Metodi Sperimentali in fisica delle Alte Energie	6 CFU
Simulazione Montecarlo di Rivelatori di Radiazione	6 CFU
Elettronica	6 CFU
Radioattività	6 CFU
Radiazioni Elettromagnetiche non ionizzanti	6 CFU
Applicazioni della Fisica ai Neutroni	6 CFU
Metodi Matematici della Fisica	6 CFU
Termodinamica Statistica Computazionale dei Solidi	6 CFU
Superfici ed Interfacce	6 CFU
Teoria della Materia Condensata II	6 CFU
Gravità quantistica	6 CFU
Il anno	
Attività formative a libera scelta dello studente	18 CFU
Abilità informatiche e telematiche	3 CFU
Preparazione prova finale	47 CFU