



Radioattività: una storia per
immagini

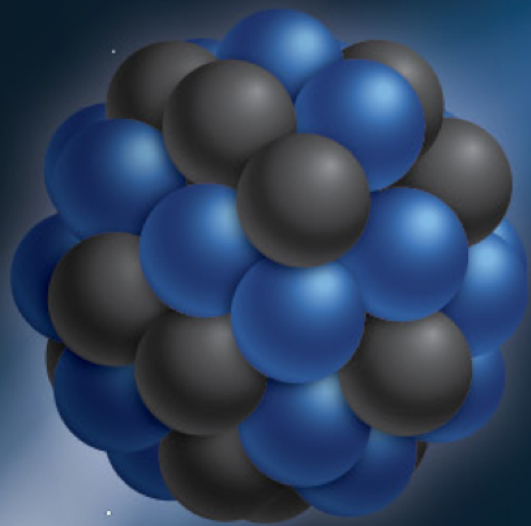
"Considereremo alcune delle
immagini che la fisica e la chimica
creano per l'umanità"

"The most beautiful thing we can
experience is the mysterious.
It is the source of all true art and
science"

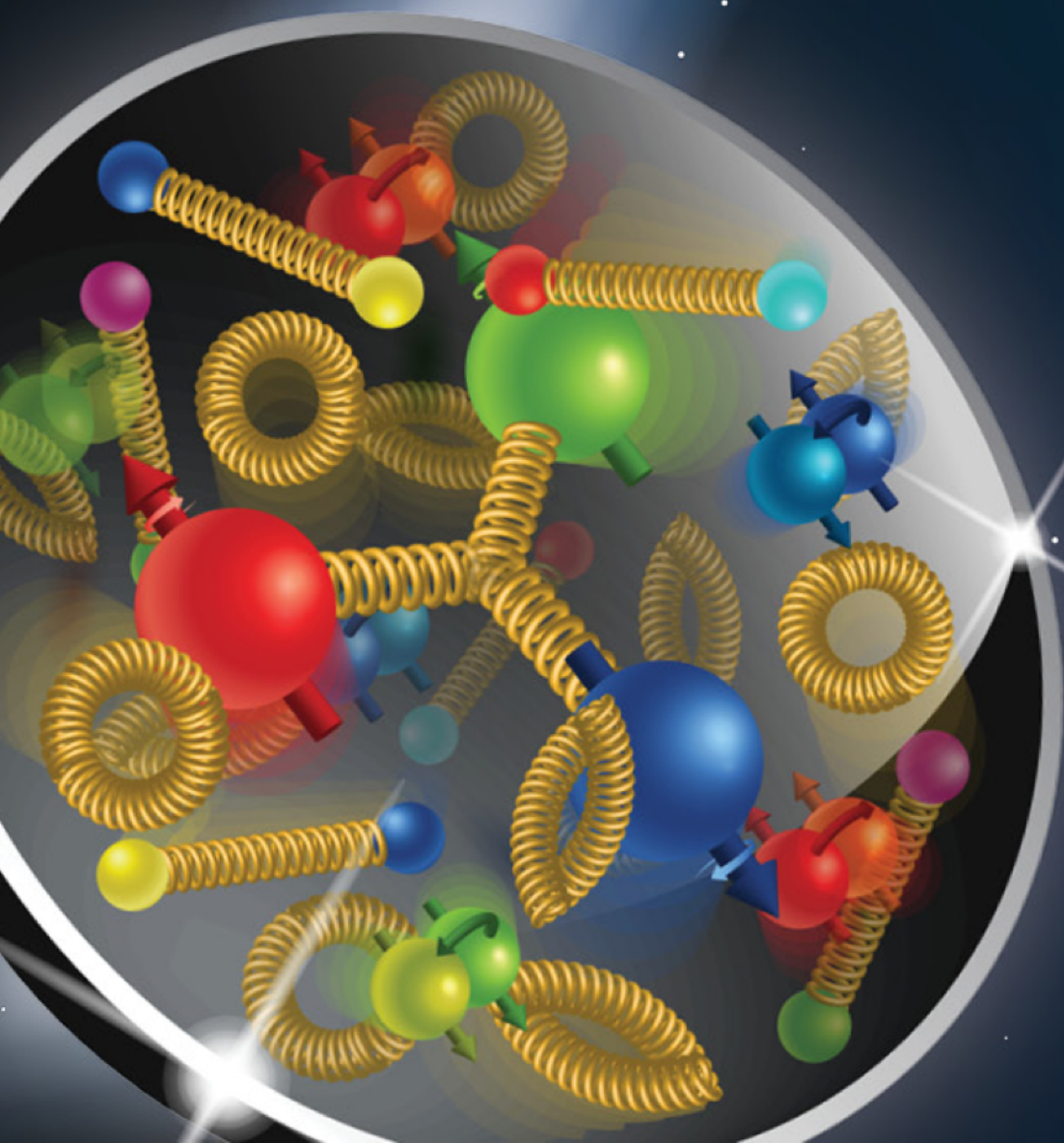
Albert Einstein

"ma non riuscirebbe a comunicare lo spirito e l'eccitamento di un'avventura che è stata caratterizzata insieme da giovanile baldanza e dalla convinzione che la verità, una volta scoperta, sarebbe stata semplice, oltre che bella."

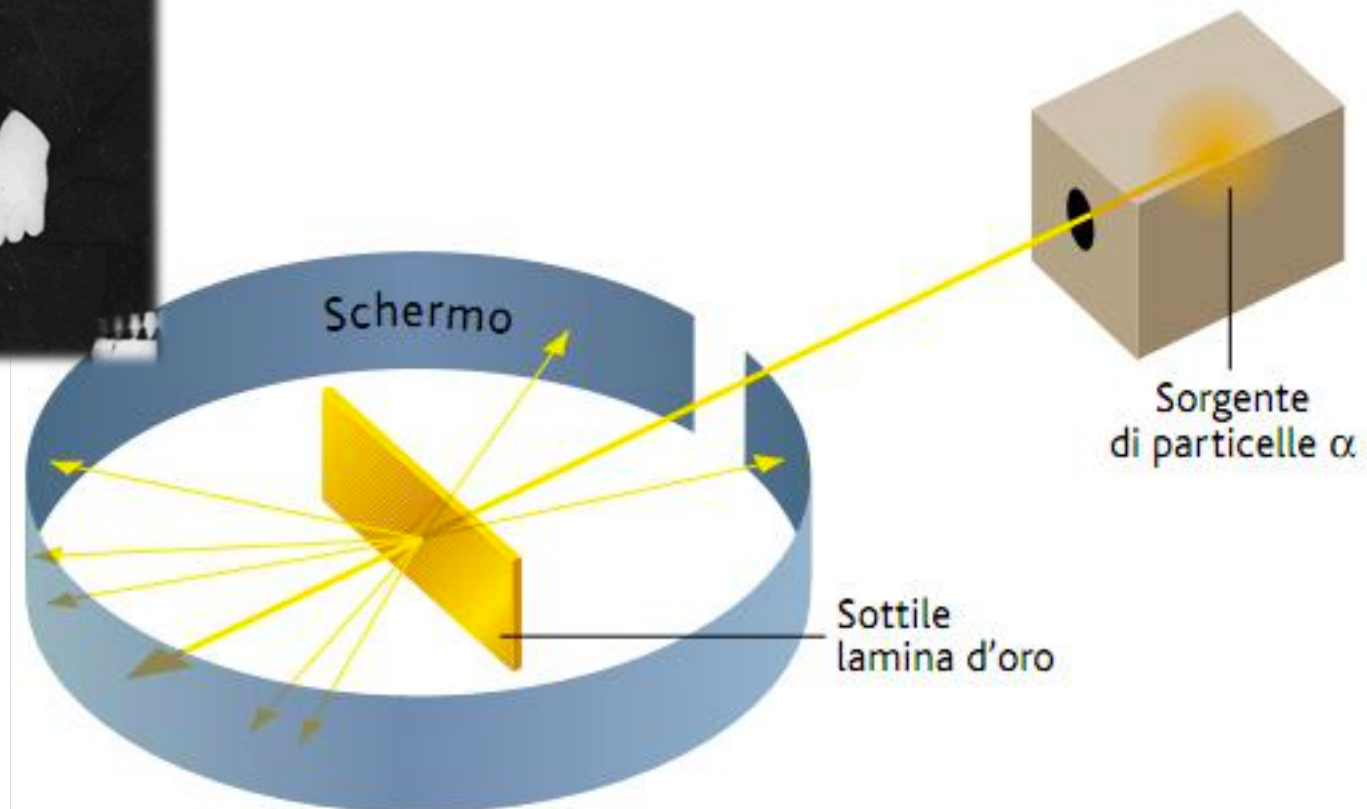
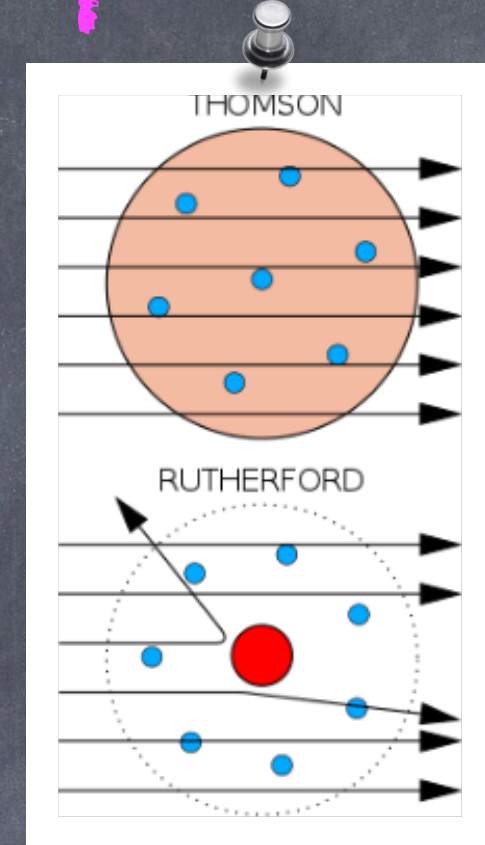
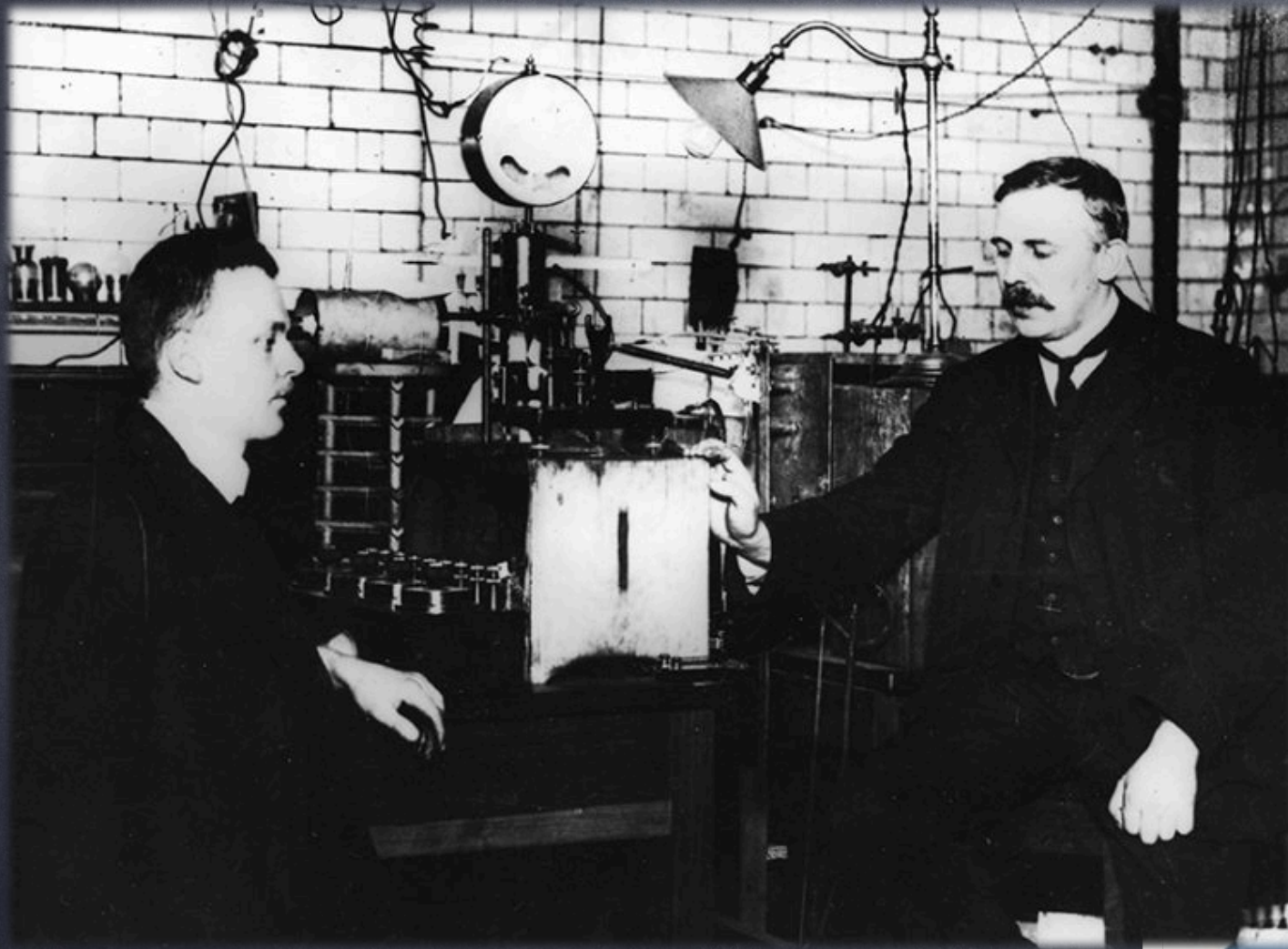
J. Watson, La doppia elica, 1968



Atomi, nuclei,
nucleoni...

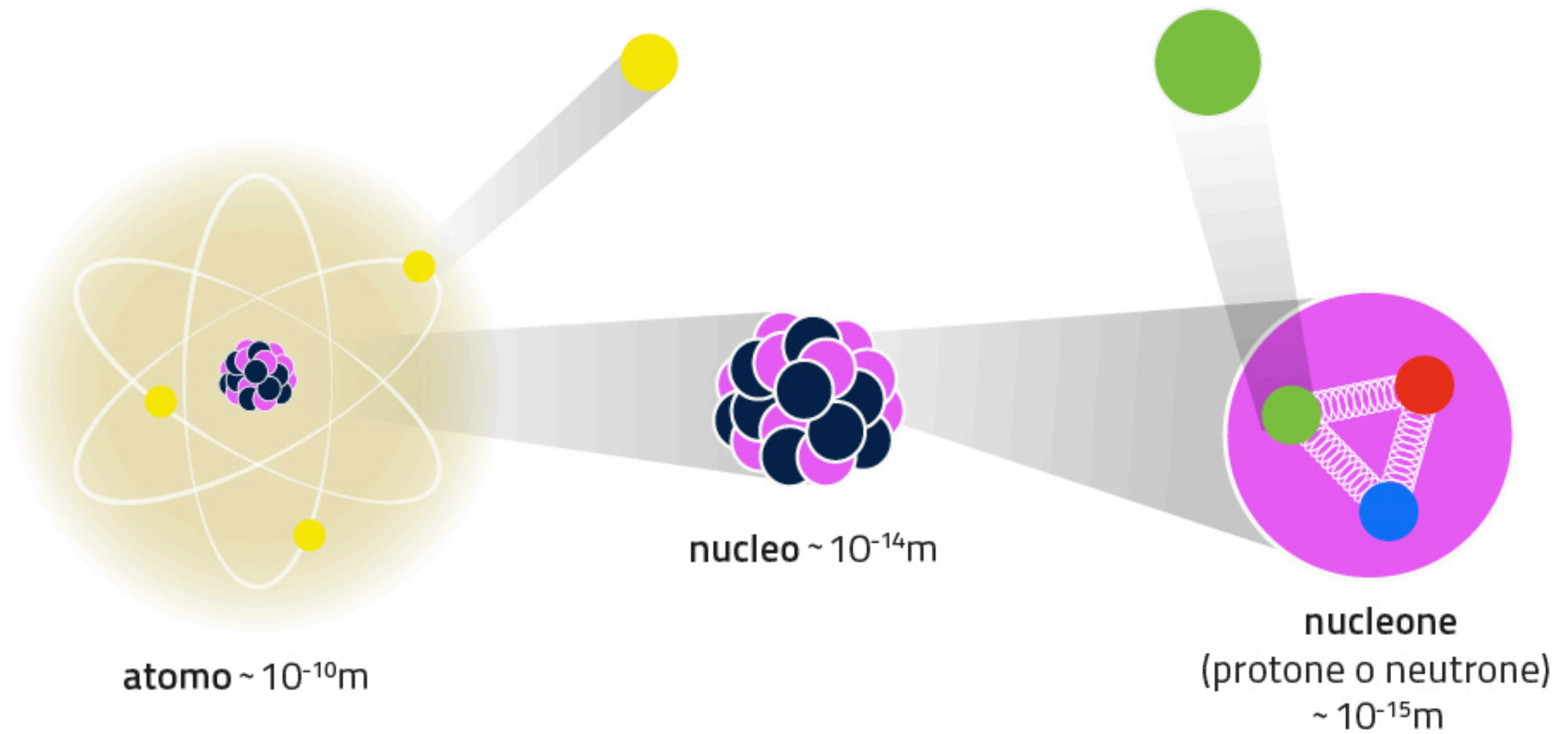


IL nucleo atomico: l'esperienza di Rutherford



elettrone
 $< 10^{-18} \text{m}$

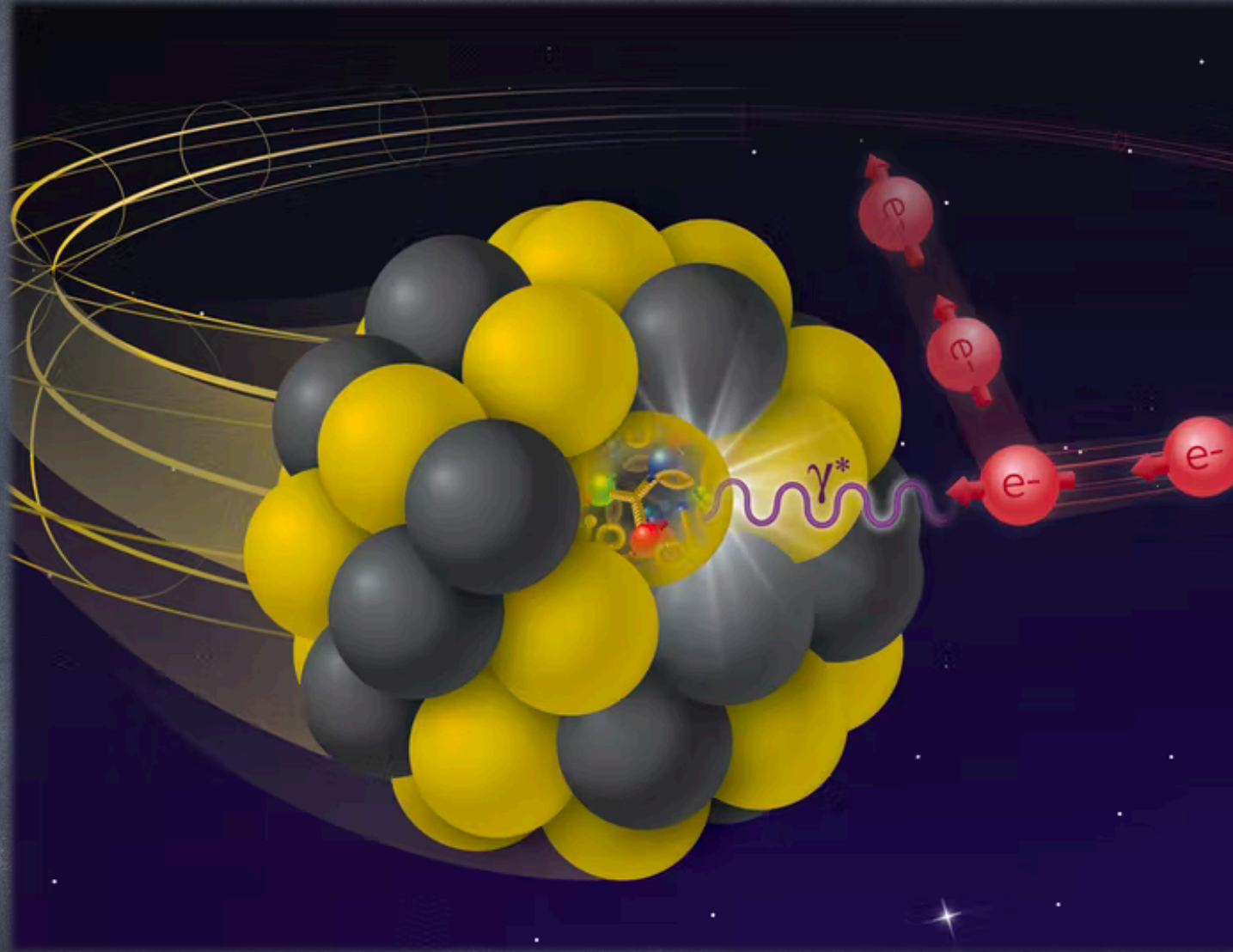
quark
 $\sim 10^{-18} \text{m}$



Gli atomi sono legati dalla forza elettromagnetica tra protoni ed elettroni.

I nuclei sono legati dalla forza nucleare forte tra i nucleoni (range di circa 10^{-15} m).

La forza nucleare forte contrasta la forza repulsiva elettrostatica tra i protoni.

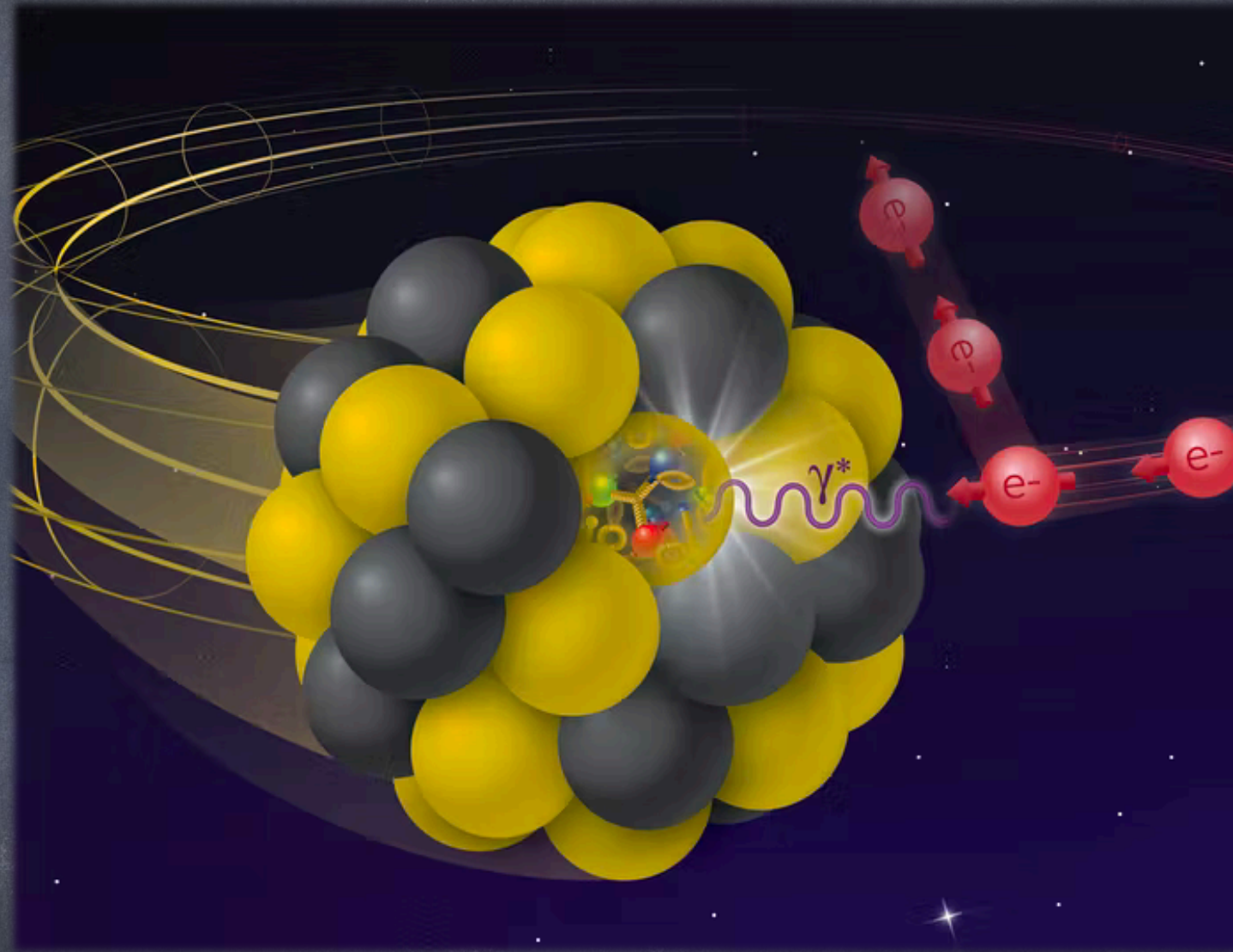


Quando si aggiunge un
protone ad un nucleo:

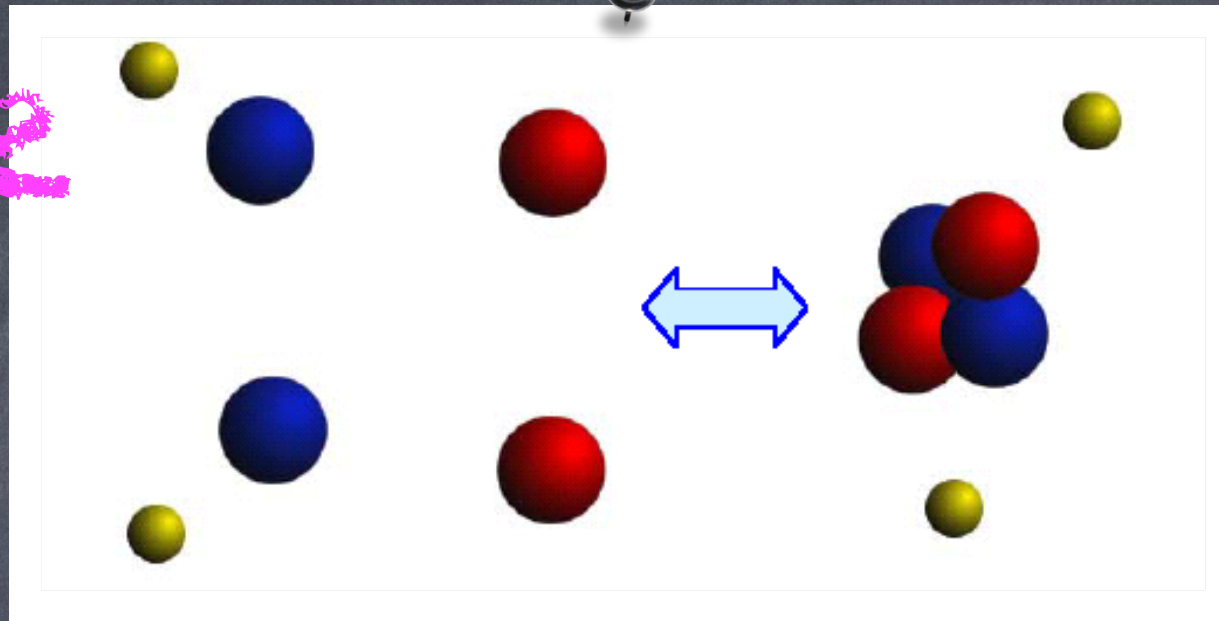
è attratto dai protoni più
vicini (forza indipendente
dalle dimensioni del nucleo).

È respinto dai protoni più
distanti (forza che aumenta
con le dimensioni del
nucleo).

Esiste una dimensione
massima perché un nucleo
sia stabile.



⁴₂He



Un nucleo ha una massa M minore della somma delle masse dei suoi nucleoni

Il difetto di massa è l'energia di legame del nucleo.

Per il nucleo di He è pari a: $\Delta m c^2 = 28.3 \text{ MeV}$

L'energia di legame per nucleone è quindi pari a $28.3/4 = 7.1 \text{ MeV}$.

La tavola periodica



"in chimica, la tavola periodica degli elementi è il grande diagramma organizzatore che finalmente diede un senso alle regolarità osservate nelle proprietà degli elementi.

La tavola periodica fu concepita come un'immagine, la cui influenza non è venuta meno con la piena comprensione assicurata dalla teoria quantistica e che ancora adorna la parete di ogni laboratorio di chimica, come fosse il ruolino dei giocatori nella formazione della natura"

John D. Barrow, Le immagini della scienza

Best science book ever

Nel 2006 la Royal Institution di Londra ha dichiarato Il sistema periodico di Primo Levi "il più bel libro di scienza mai scritto"

La lista dei finalisti:

The Periodic Table (1975) by Primo Levi

King Solomon's Ring (1949) by Konrad Lorenz

Arcadia (1993) by Tom Stoppard

The Selfish Gene (1976) by Richard Dawkins

"This book pinions my awareness to the solidity of the world around me. The science book is the ultimate in non-fiction. You've got the entire universe and the entire sub-atomic world to choose from and everything that has happened in it."

Tim Radford, Guardian science editor

"childlike wonder. It's the most simple and beautiful science you can imagine" Armand Leroi, scientist and author

A

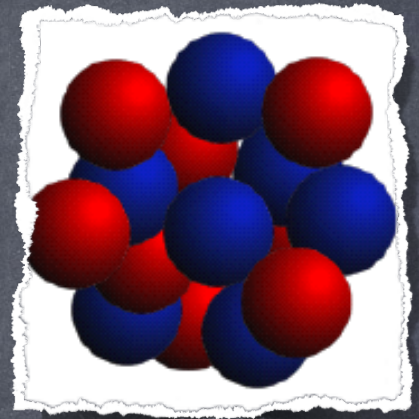
4

X

Z

He

2



A = numero di massa = numero di
protoni + numero di neutroni

Z = numero atomico = numero di
protoni (ed elettroni nell'atomo)

Il simbolo chimico (ad es. Au per l'oro) indica il numero Z di protoni di un atomo ($Z = 79$ per Au).

Tutti gli atomi che hanno $Z = 79$ protoni sono atomi di Au indipendentemente dal numero N di neutroni.

Il numero Z di protoni (e quindi di elettroni) determina le proprietà chimiche dell'elemento.

Nuclidi con lo stesso numero atomico Z ma differente N (e quindi differente numero di massa A) sono detti isotopi.

isotopi

4

He

2

238

U

92

3

He

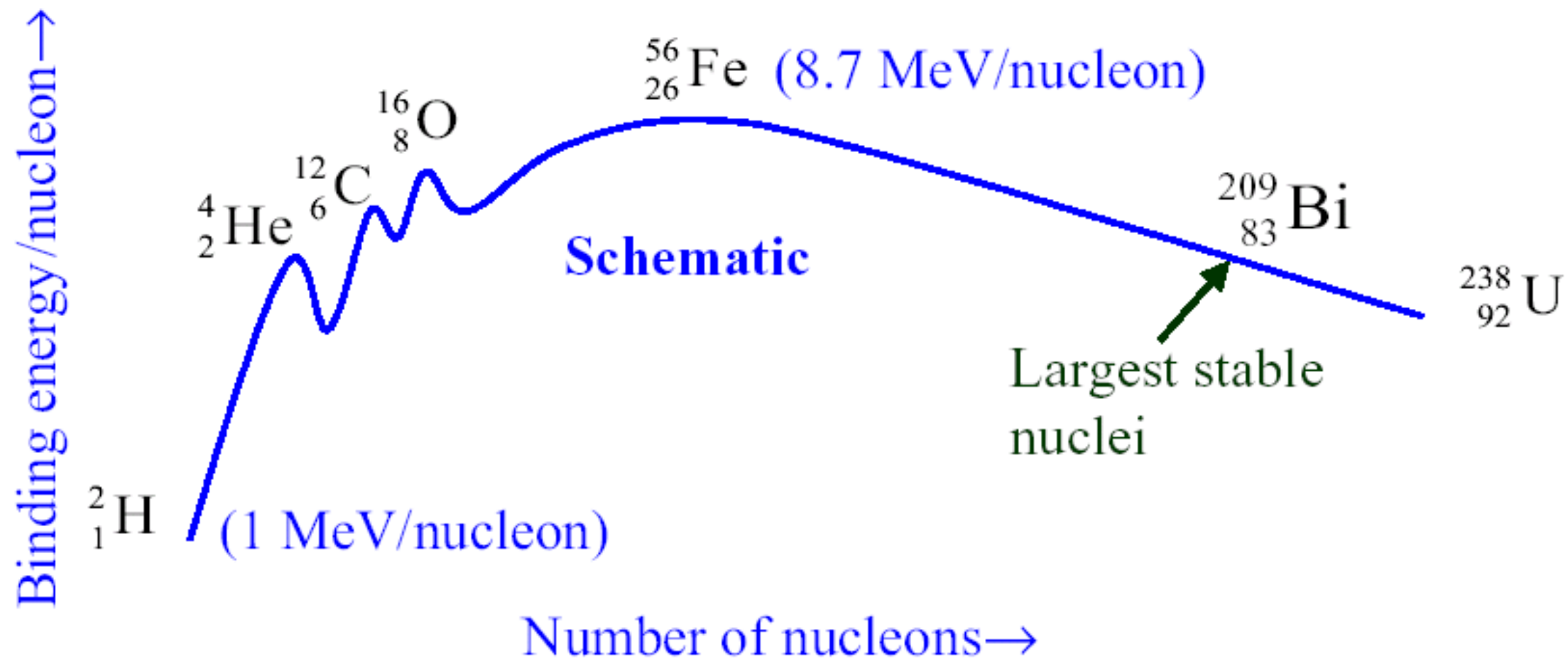
2

235

U

92

L'energia di legame per nucleone non è la stessa per tutti i nuclei



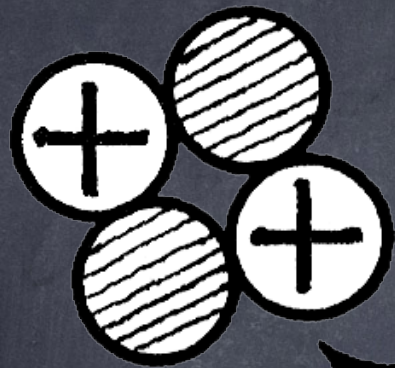
➔
Fusione

←
Fissione

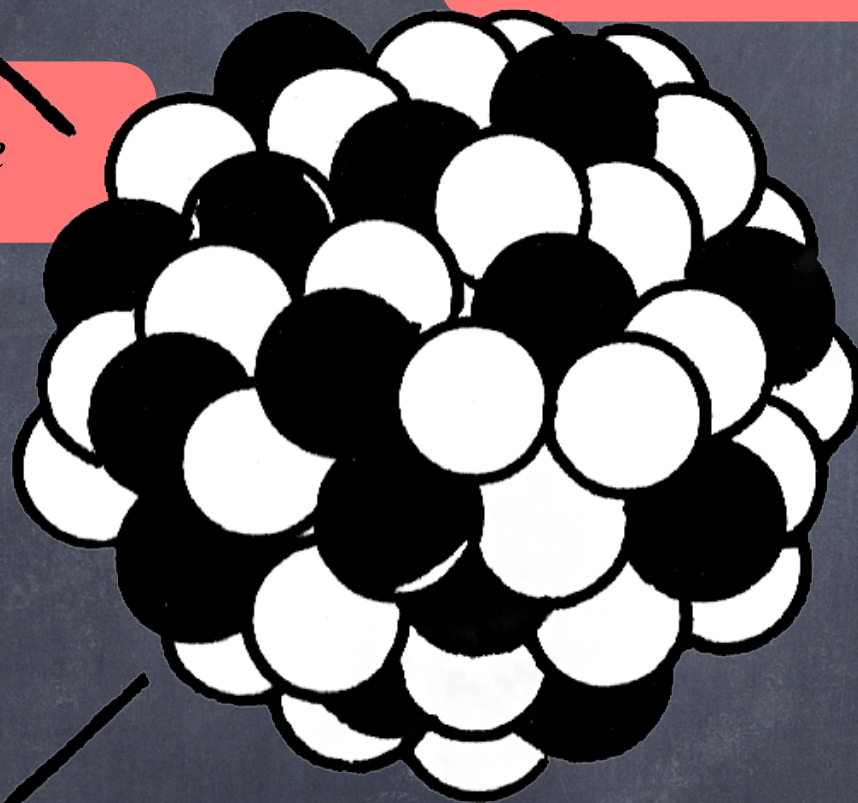
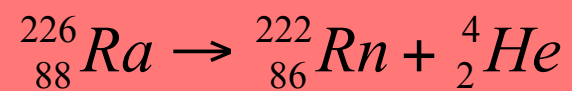
Radionuclidi

Tutti gli isotopi instabili

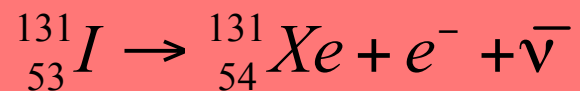
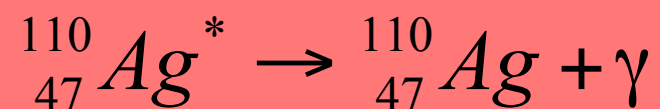
ALPHA PARTICLE



ATOMIC NUCLEUS



GAMMA RAY



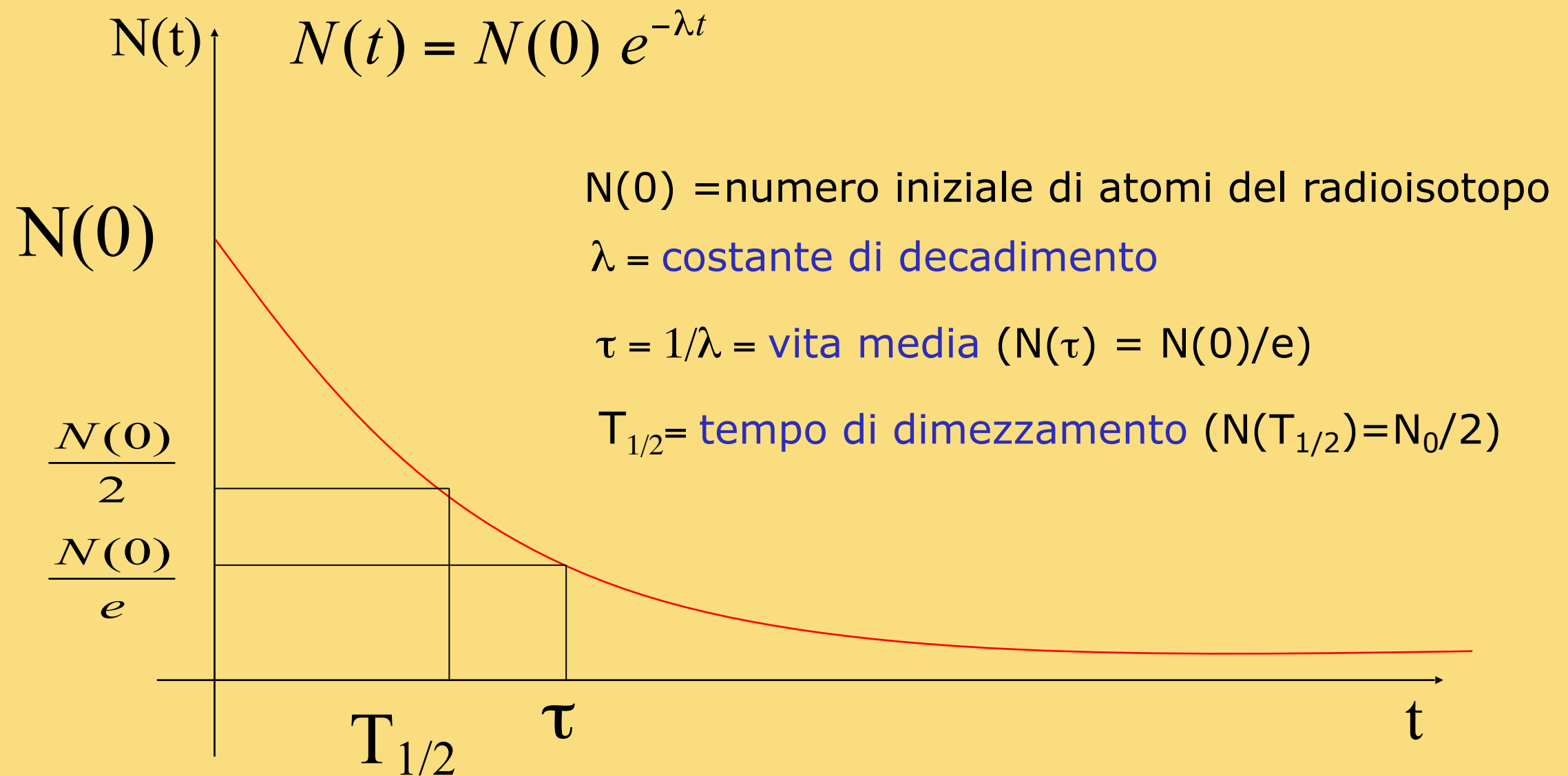
BETA PARTICLE

Legge del decadimento radioattivo

non c'è alcun modo per determinare in quale istante un nucleo radioattivo decadrà.

Il decadimento di un determinato nucleo è un fatto casuale ed è dominato da fattori statistici.

Legge del decadimento radioattivo



Attività di una sorgente

Numero di emissioni nell'unità di tempo, ovvero velocità di diminuzione del numero di nuclei radioattivi presenti.

$$1 \text{ decadimento/s} = 1 \text{ Bq}$$

$$1 \text{ Ci} = 37 \text{ miliardi di Bq}$$

Attività di una sorgente

Numero di emissioni nell'unità di tempo, ovvero velocità di diminuzione del numero di nuclei radioattivi presenti.

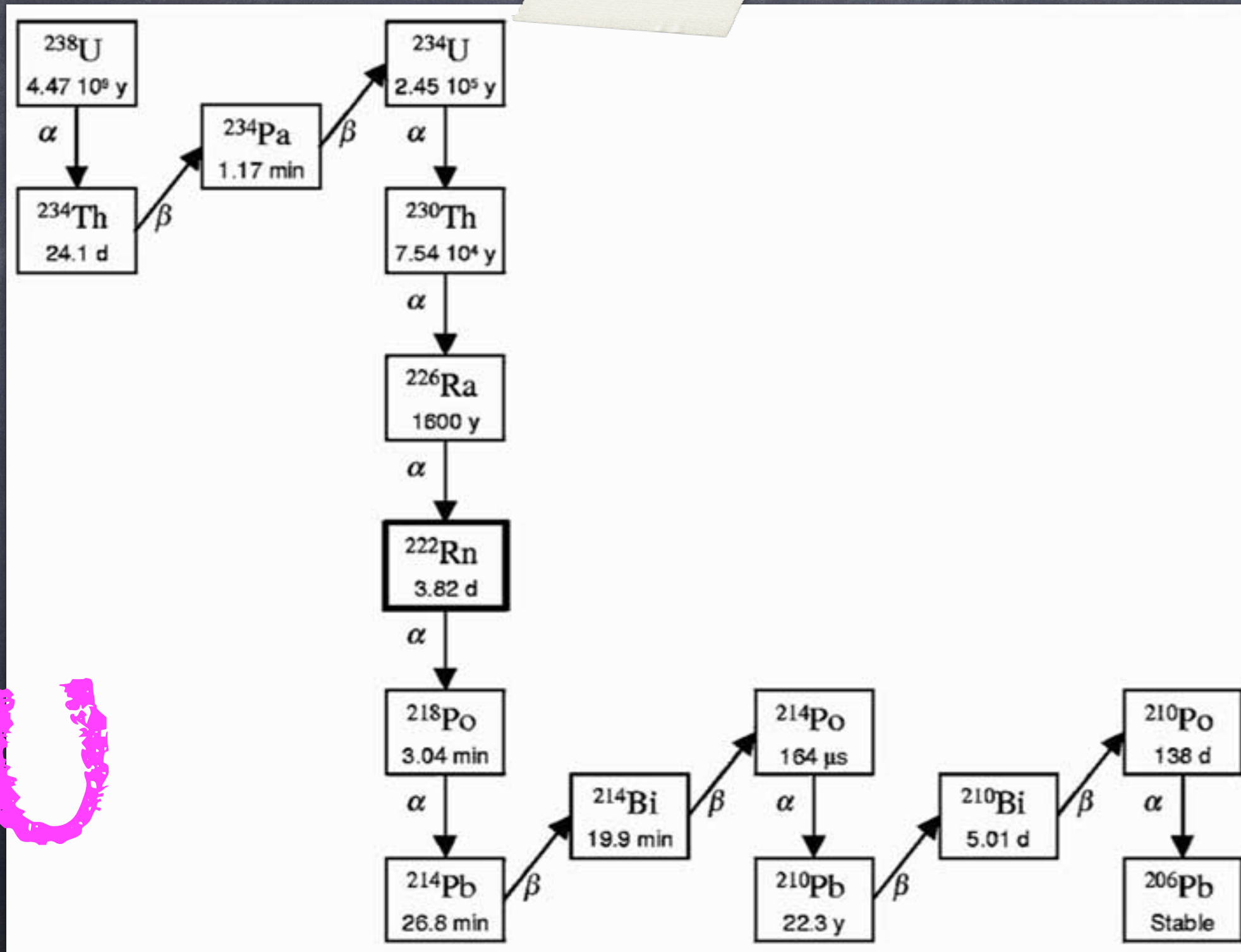
- Example: ^{137}Cs
 - 27 years half life
 - Probability per unit time for a single nucleus to decay

$$8.2 \times 10^{-10} / \text{s}$$

- Very small probability ! But:
- $1\mu\text{g}$ contains 10^{15} nuclei, so the mean number of decays per second is

$$8.2 \times 10^5 / \text{s}$$

Molto spesso il decadimento di un nucleo avviene attraverso più fasi.

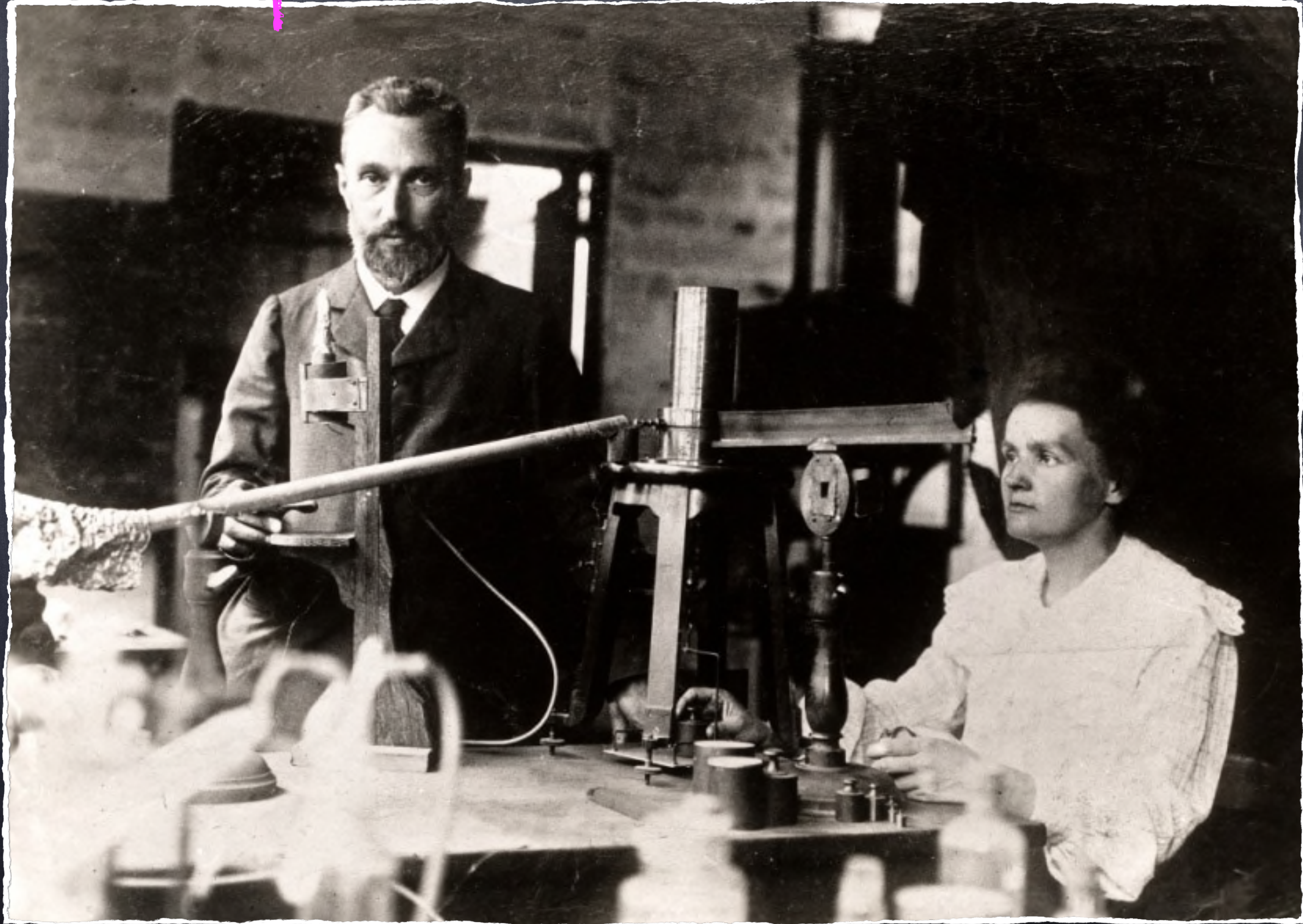


238

92

U

La scoperta della radioattività



Con quale soddisfazione scrivo $\text{radio}=225,93$.
Pierre ed io rimaniamo a guardare commossi
la nostra creatura, che con la sua piccola
luce blu palpita nell'incavo della provetta.

60. — 1. — 90. . Dalfade 'Dunble' d'urway le et de Polaron's —
Papier noir. Cuir de lairre l'urway —
Exposé au soleil le 27. et à la lune d'urway le 26. —
D'urway le 15. —





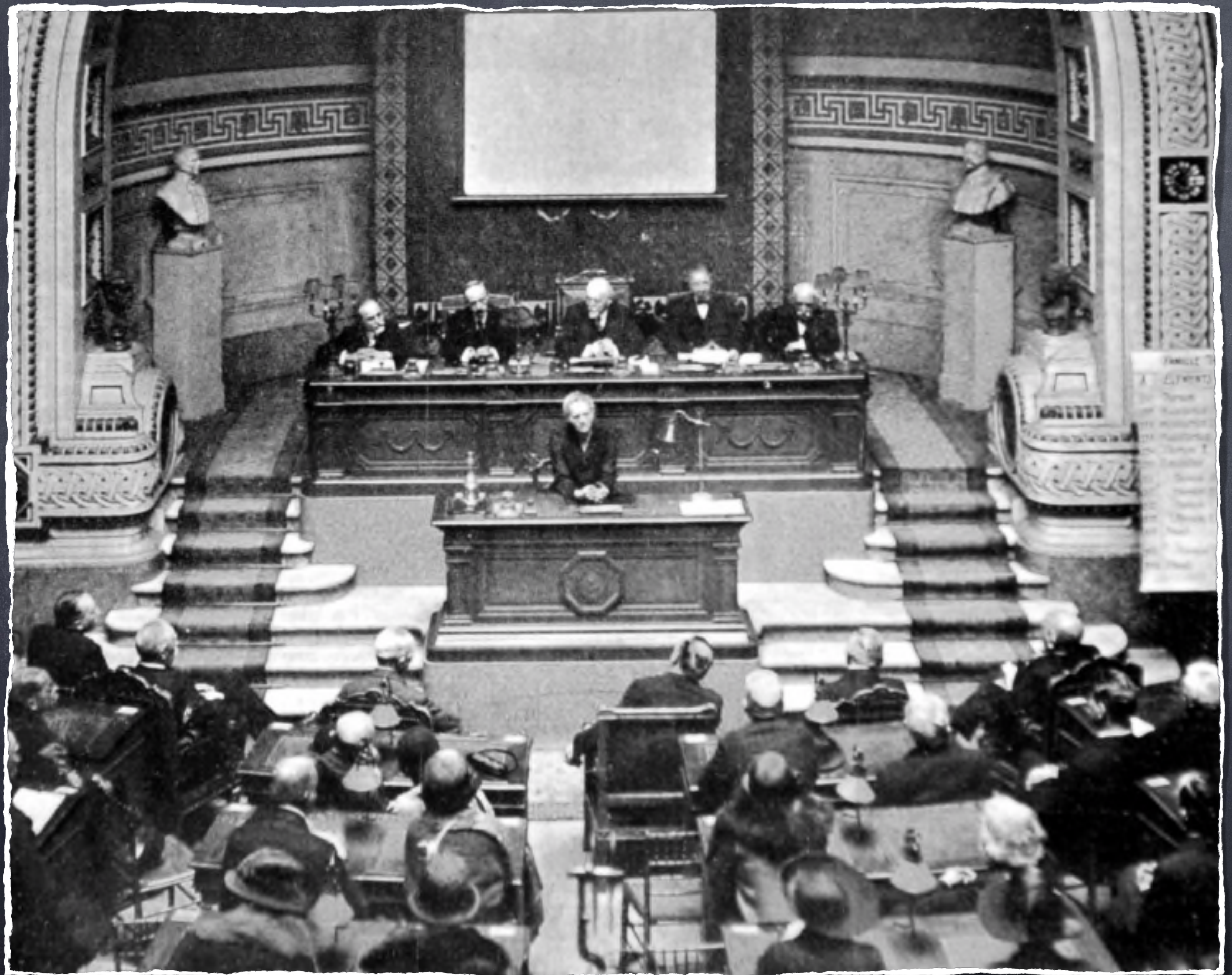




Tavola Periodica

IA																		VIIIA																	
elettroni per livello numero atomico (Z) simbolo peso atomico standard (A) classificazione Goldschmidt elemento nome punto di fusione (K) energia di prima ionizzazione (kJ/mol) densità (g/cm³) elettronegatività proprietà degli ossidi stato d'ossidazione configurazione elettronica X solido X liquido X gassoso X non conosciuto fortemente acido mediamente acido debolmente acido neutro debolmente basico mediamente basico fortemente basico anfotero peso atomico [peso atomico] elemento stabile elemento instabile o radioattivo elemento naturale elemento sintetico Lit Cal Sid Atm Syn litofilo calcofilo siderofilo atmofilo sintetico																		gruppo 13 gruppo 14 gruppo 15 gruppo 16 gruppo 17																	
periodo 1																		periodo 2																	
periodo 3																		periodo 4																	
periodo 5																		periodo 6																	
periodo 7																		periodo 8																	
periodo 9																		periodo 10																	
periodo 11																		periodo 12																	
periodo 13																		periodo 14																	
periodo 15																		periodo 16																	
periodo 17																		periodo 18																	
periodo 19																		periodo 20																	
periodo 21																		periodo 22																	
periodo 23																		periodo 24																	
periodo 25																		periodo 26																	
periodo 27																		periodo 28																	
periodo 29																		periodo 30																	
periodo 31																		periodo 32																	
periodo 33																		periodo 34																	
periodo 35																		periodo 36																	
periodo 37																		periodo 38																	
periodo 39																		periodo 40																	
periodo 41																		periodo 42																	
periodo 43																		periodo 44																	
periodo 45																		periodo 46																	
periodo 47																		periodo 48																	
periodo 49																		periodo 50																	
periodo 51																		periodo 52																	
periodo 53																		periodo 54																	
periodo 55																		periodo 56																	
periodo 57																		periodo 58																	
periodo 59																		periodo 60																	
periodo 61																		periodo 62																	
periodo 63																		periodo 64																	
periodo 65																		periodo 66																	
periodo 67																		periodo 68																	
periodo 69																		periodo 70																	
periodo 71																		periodo 72																	
periodo 73																		periodo 74																	
periodo 75																		periodo 76																	
periodo 77																		periodo 78																	
periodo 79																		periodo 80																	
periodo 81																		periodo 82																	
periodo 83																		periodo 84																	
periodo 85																		periodo 86																	
periodo 87																		periodo 88																	
periodo 89																		periodo 90																	
periodo 91																		periodo 92																	
periodo 93																		periodo 94																	
periodo 95																		periodo 96																	
periodo 97																		periodo 98																	
periodo 99																		periodo 100																	
periodo 101																		periodo 102																	
periodo 103																		periodo 104																	
periodo 105																		periodo 106																	
periodo 107																		periodo 108																	
periodo 109																		periodo 110																	
periodo 111																		periodo 112																	
periodo 113																		periodo 114																	
periodo 115																		periodo 116																	
periodo 117																		periodo 118																	
periodo 119																		periodo 120																	
periodo 121																		periodo 122																	
periodo 123																		periodo 124																	
periodo 125																		periodo 126																	
periodo 127																		periodo 128																	
periodo 129																		periodo 130																	
periodo 131																		periodo 132																	
periodo 133																		periodo 134																	
periodo 135																		periodo 136																	
periodo 137																		periodo 138																	
periodo 139																		periodo 140																	
periodo 141																		periodo 142																	
periodo 143																		periodo 144																	
periodo 145																		periodo 146																	
periodo 147																		periodo 148																	
periodo 149																		periodo 150																	
periodo 151																		periodo 152																	
periodo 153																		periodo 154																	
periodo 155																		periodo 156																	
periodo 157																		periodo 158																	
periodo 159																		periodo 160																	
periodo 161																		periodo 162																	
periodo 163																		periodo 164																	
periodo 165																		periodo 166																	
periodo 167																		periodo 168																	
periodo 169																		periodo 170																	
periodo 171																		periodo 172																	
periodo 173																		periodo 174																	
periodo 175																		periodo 176																	
periodo 177																		periodo 178																	
periodo 179																		periodo 180																	
periodo 181																		periodo 182																	
periodo 183																		periodo 184																	
periodo 185																		periodo 186																	
periodo 187																		periodo 188																	
periodo 189																		periodo 190																	
periodo 191																		periodo 192																	
periodo 193																		periodo 194																	
periodo 195																		periodo 196																	
periodo 197																		periodo 198																	
periodo 199																		periodo 200																	
periodo 201																		periodo 202																	
periodo 203																		periodo 204																	
periodo 205																		periodo 206																	
periodo 207																		periodo 208																	
periodo 209																		periodo 210																	
periodo 211																		periodo 212																	
periodo 213																		periodo 214																	
periodo 215																		periodo 216																	
periodo 217																		periodo 218																	
periodo 219																		periodo 220																	
periodo 221																		periodo 222																	
periodo 223																		periodo 224																	
periodo 225																		periodo 226																	
periodo 227																		periodo 228																	
periodo 229																		periodo 230																	
periodo 231																		periodo 232																	
periodo 233																		periodo 234																	
periodo 235																		periodo 236																	
periodo 237																		periodo 238																	
periodo 239																		periodo 240																	
periodo 241																		periodo 242																	
periodo 243																		periodo 244																	
periodo 245																		periodo 246																	
periodo 247																		periodo 248																	
periodo 249																		periodo 250																	
periodo 251																		periodo 252																	
periodo 253																		periodo 254																	
periodo 255																		periodo 256																	
periodo 257																		periodo 258																	
periodo 259																		periodo 260																	
periodo 261																		periodo 262																	
periodo 263																		periodo 264																	
periodo 265																		periodo 266																	
periodo 267																		periodo 268																	
periodo 269																		periodo 270																	
periodo 271																		periodo 272																	
periodo 273																		periodo 274																	
periodo 275																		periodo 276																	
periodo 277																		periodo 278																	
periodo 279																		periodo 280																	
periodo 281																		periodo 282																	
periodo 283																		periodo 284																	
periodo 285																		periodo 286																	
periodo 287																		periodo 288																	
periodo 289																		periodo 290																	
periodo 291																		periodo 292																	
periodo 293																		periodo 294																	
periodo 295																		periodo 296																	
periodo 297																		periodo 298																	
periodo 299																		periodo 300																	
periodo 301																		periodo 302																	
periodo 303																		periodo 304																	
periodo 305																		periodo 306																	
periodo 307																		periodo 308																	
periodo 309																		periodo 310																	
periodo 311																		periodo 312																	
periodo 313																		periodo 314																	
periodo 315																		periodo 316																	
periodo 317																		periodo 318																	
periodo 319																		periodo 320																	
periodo 321																		periodo 322																	
periodo 323																		periodo 324																	
periodo 325																		periodo 326																	
periodo 327																		periodo 328																	
periodo 329																		periodo 330																	
periodo 331																		periodo 332																	
periodo 333																		periodo 334																	
periodo 335																		periodo 336																	
periodo 337																		periodo 338																	
periodo 339																		periodo 340																	
periodo 341																		periodo 342																	
periodo 343																		periodo 344																	
periodo 345																		periodo 346																	
periodo 347																		periodo 348																	
periodo 349																		periodo 350																	
periodo 351																		periodo 352																	
periodo 353																		periodo 354																	
periodo 355																		periodo 356																	
periodo 357																		periodo 358																	
periodo 359																		periodo 360																	
periodo 361																		periodo 362																	
periodo 363																		periodo 364																	
periodo 365																		periodo 366																	
periodo 367																		periodo 368																	
periodo 369																		periodo 370																	
periodo 371																		periodo 372																	
periodo 373																		periodo 374																	
periodo 375																		periodo 376																	
periodo 377																		periodo 378																	
periodo 379																		periodo 380																	
periodo 381																		periodo 382																	
periodo 383																		periodo 384																	
periodo 385																		periodo 386																	
periodo 387																		periodo 388																	
periodo 389																		periodo 390																	
periodo 391																		periodo 392																	
periodo 393																		periodo 394																	
periodo 395																		periodo 396																	
periodo 397																		periodo 398																	
periodo 399																		periodo 400																	
periodo 401																		periodo 402																	
periodo 403																		periodo 404																	
periodo 405																		periodo 406																	
periodo 407																		periodo 408																	
periodo 409																		periodo 410																	
periodo 411																		periodo 412																	
periodo 413																		periodo 414																	
periodo 415																		periodo 416																	
periodo 417																		periodo 418																	
periodo 419																		periodo 420																	
periodo 421																		periodo 422																	
periodo 423																		periodo 424																	
periodo 425																		periodo 426																	
periodo 427																		periodo 428																	
periodo 429																		periodo 430																	
periodo 431																		periodo 432																	
periodo 433																		periodo 434																	
periodo 435																		periodo 436																	
periodo 437																		periodo 438																	
periodo 439																		periodo 440																	
periodo 441																		periodo 442																	
periodo 443																		periodo 444																	
periodo 445																		periodo 446																	
periodo 447																		periodo 448																	
periodo 449																		periodo 450																	
periodo 451																		periodo 452																	
periodo 453																		periodo 454																	
periodo 455																		periodo 456																	
periodo 457																		periodo 458																	
periodo 459																		periodo 460																	
periodo 461																		periodo 462																	
periodo 463																		periodo 464																	
periodo 465																		periodo 466																	
periodo 467																		periodo 468																	
periodo 469																		periodo 470																	
periodo 471																		periodo 472																	
periodo 473																		periodo 474																	
periodo 475																		periodo 476																	
periodo 477																		periodo 478																	
periodo 479																		periodo 480																	
periodo 481																		periodo 482																	
periodo 483																		periodo 484																	
periodo 485																		periodo 486																	
periodo 487																		periodo 488																	
periodo 489																		periodo 490																	
periodo 491																		periodo 492																	
periodo 493																		periodo 494																	
periodo 495																		periodo 496																	
periodo 497																		periodo 498																	
periodo 499																		periodo 500																	
periodo 501																		periodo 502																	
periodo 503																		periodo 504																	
periodo 505																		periodo 506																	
periodo 507																		periodo 508																	
periodo 509																		periodo 510																	
periodo 511																		periodo 512																	
periodo</																																			

Si può immaginare ancora che in mani criminali il radio possa divenire assai pericoloso e ci si potrebbe domandare se l'umanità abbia un vantaggio a conoscere i segreti della natura e sia matura per approfittarne o se piuttosto tutto ciò le possa arrecare danno.

Io comunque sono tra quelli che con Nobel pensano che l'umanità trarrà più bene che male da queste nuove scoperte.

Premio Nobel 1903

Pierre Curie, Discorso al nobel laureate nel 1905



Marie e Irene Curie con
l'unità mobile di radiografia



CRÈME  POUDRE

THO-RADIA

EMBELLISSANTES PARCE QUE CURATIVES
à base de thorium et de radium selon la formule du

CRÈME DOCTEUR ALFRED CURIE POUDRE



CRÈME
COLD-CREAM
POUR PEAUX SÈCHES
CRÈME
MAURESQUE
FOND DE TEINT
POUDRE
SAVON
LAIT DE TOILETTE
— DÉMAQUILLANT —
ROUGE À LÈVRES
DENTIFRICE

THO-RADIA

MÉTHODE
SCIENTIFIQUE
DE
BEAUTÉ



EN PHARMACIE EXCLUSIVEMENT

ATOMIC ENERGY LAB

- MOST MODERN SCIENTIFIC SET EVER CREATED!
- SEE PATHS OF ALPHA PARTICLES SPEEDING AT 12,500 MILES PER SECOND!
- WATCH ACTUAL ATOMIC DISINTEGRATION—RIGHT BEFORE YOUR EYES!
- PROSPECT FOR URANIUM WITH GEIGER-MUELLER COUNTER!

EXPLORE THE SECRETS OF THE ATOM

Model of Alpha Particle
Matter with Nuclear Spine

Measure radioactivity of Monomers and other ions with Geiger Electrometer, just like you do salts.

Fluoride in toothpaste (Gillman, Epithetoxine) changes your natural Atomic structure of your teeth.

Fragment for Uranium and other radioactive
Gross Gilbert Geiger-Mueller Counter may
also use \$10,000 (next item)

CONTENTS

[illegible]

130,000-00 NEW

Exciting! Safe!

ANOTHER GILBERT HALL OF SCIENCE PRODUCTION





La scoperta della fissione nucleare: Lise Meitner



QUANDO SI PENSA AL PERIODO DELLA MIA GIOVINEZZA, PIÙ DI CINQUANT'ANNI FA, CI SI STUPISCE DI QUANTI PROBLEMI DOVESSE AFFRONTARE UNA RAGAZZA NELLA SUA VITA, PROBLEMI CHE SONO OGGI COMPLETAMENTE SCOMPARI E CHE SEMBRANO INIMMAGINABILI. TRA LE DIFFICOLTÀ MAGGIORI, C'ERA L'IMPOSSIBILITÀ DI ACCEDERE ALL'ISTRUZIONE.

Lise Meitner



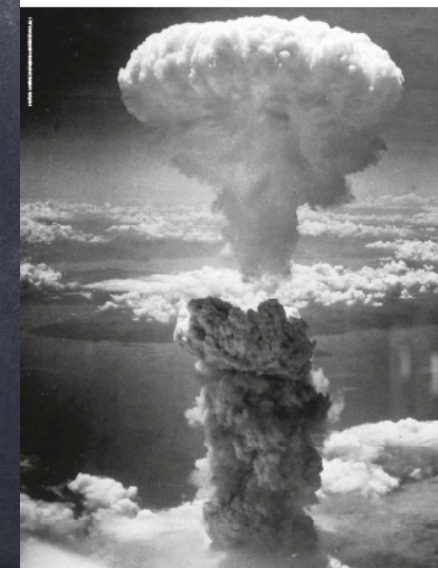
4 | 26 MARZO 2023

TORINO
ARCHIVIO DI STATO

1878
1938
1968

INGRESSO LIBERO
TUTTI I GIORNI

MOSTRA MULTIMEDIALE
DEDICATA ALLE RAGAZZE
DI 8-14 ANNI... ADATTA
ANCHE AI RAGAZZI E
ALLE PERSONE PIÙ GRANDI.



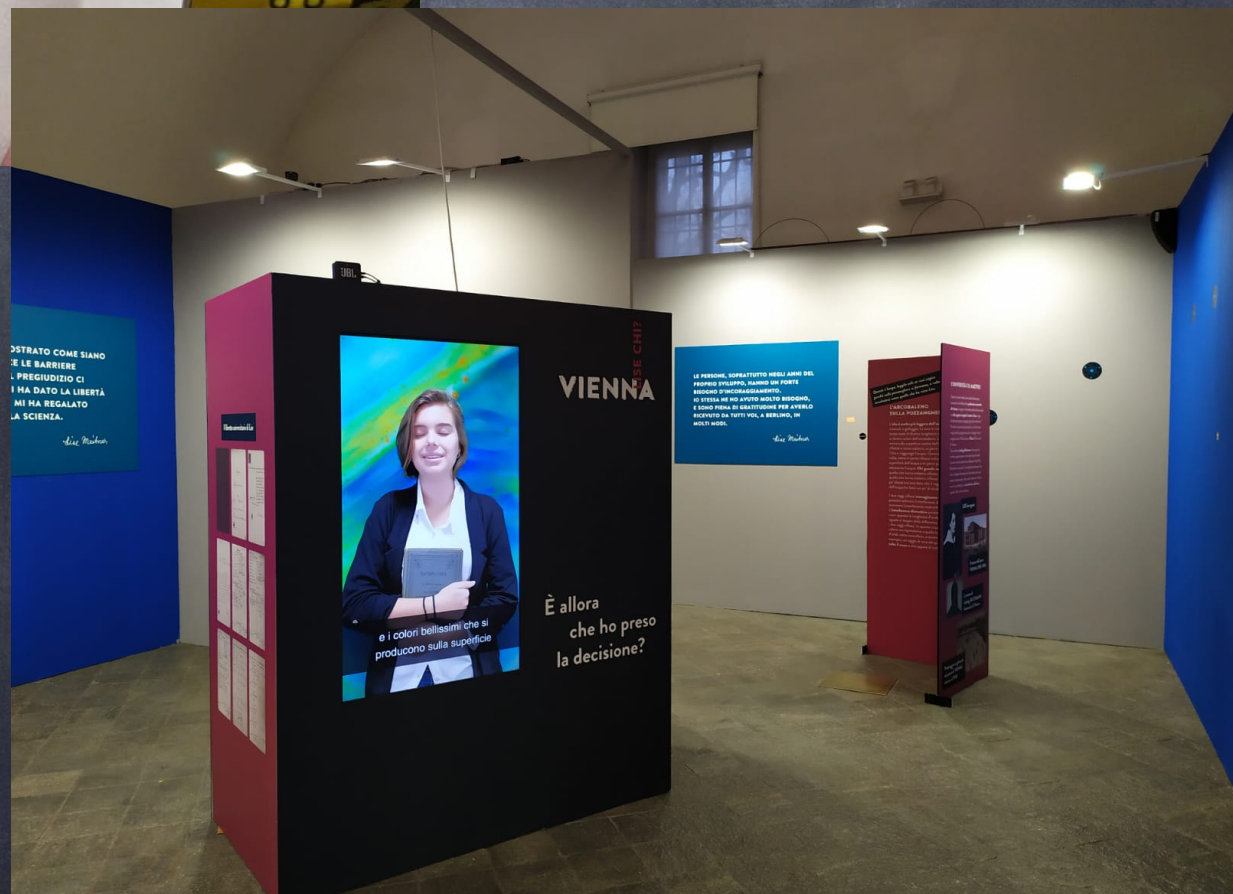
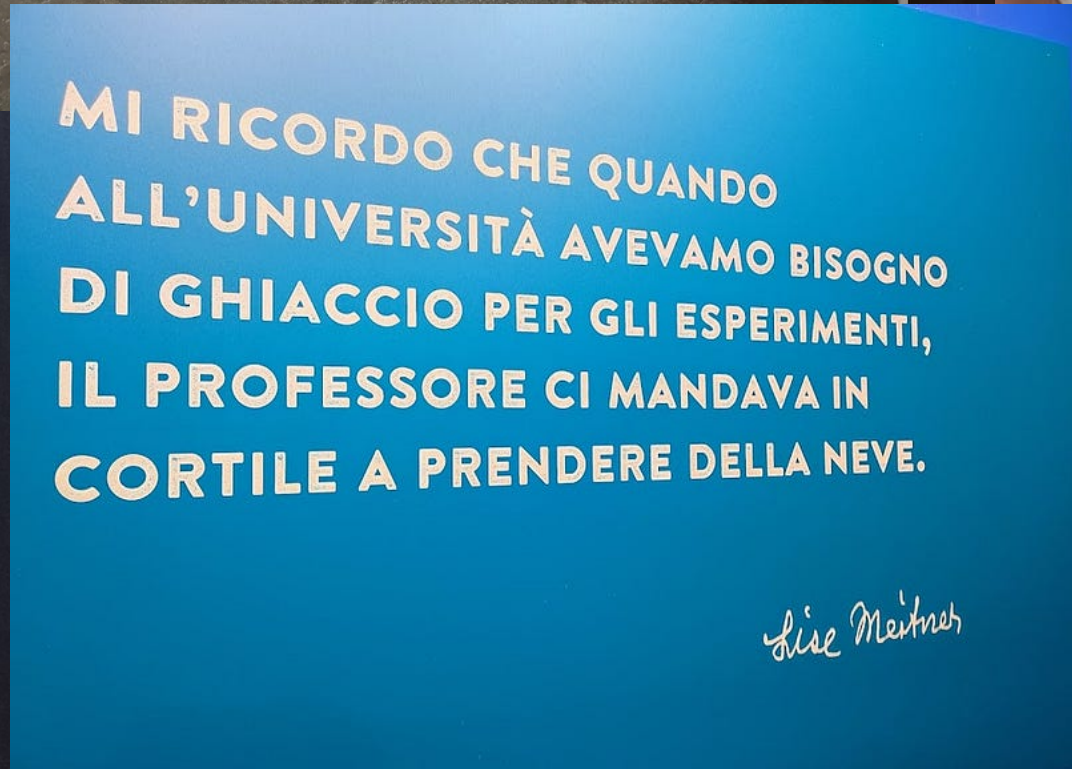
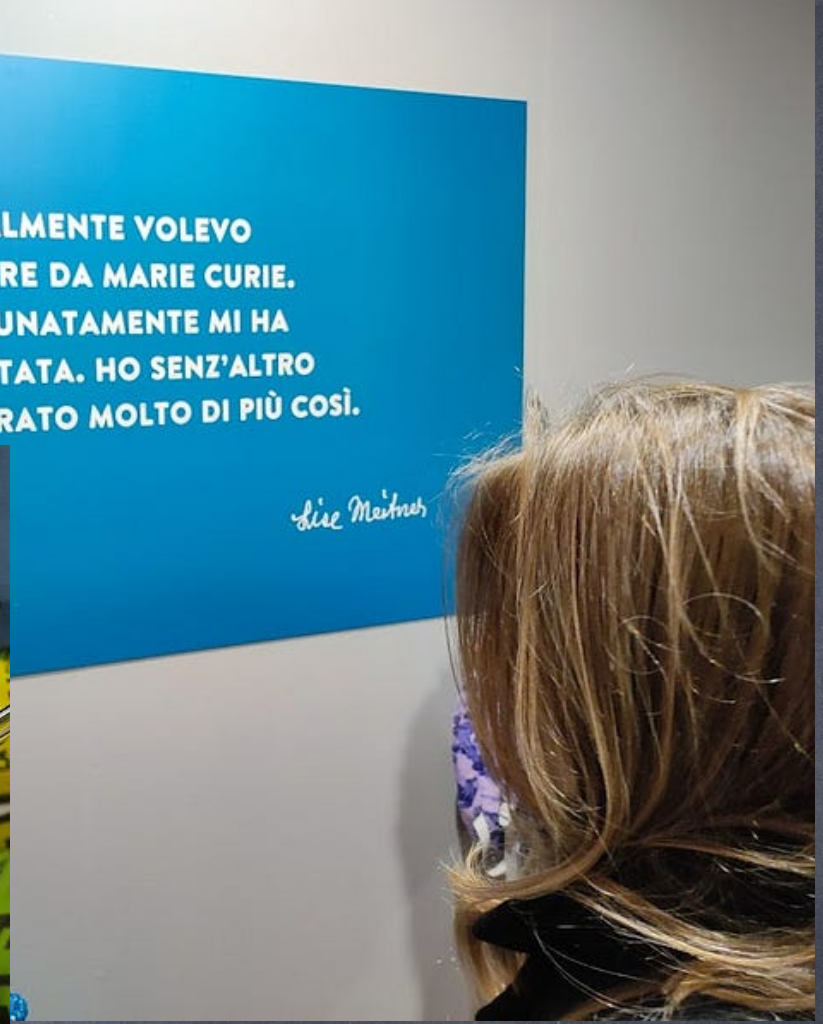
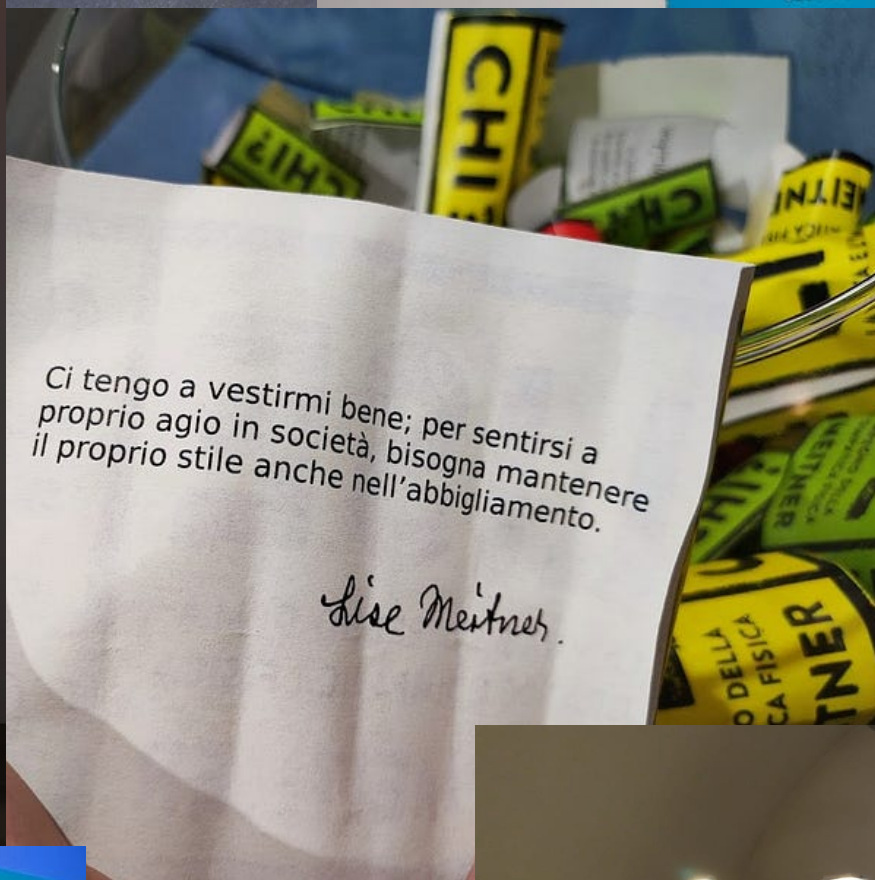
“
LA
SCIENZIATA
CHE NON
PERSE MAI
LA PROPRIA
UMANITÀ

”



**AMO LA FISICA APPASSIONATAMENTE,
COME FOSSE UNA PERSONA E
NON POTREI IMMAGINARE
LA MIA VITA SENZA.
E IO, CHE MI LASCIO PRENDERE
FACILMENTE DAI SENSI DI COLPA, SONO
UNA FISICA SENZA ALCUN RIMORSO.**

Lise Meitner



**NELLO STUDIO DELLE COSE INVISIBILI E
PICCOLISSIME SI POTEVANO ATTENDERE
RIVELAZIONI NUOVE, SI POTEVANO ANCORA
SCOPRIRE NUOVE LEGGI, E PROVARE
QUELLA SENSAZIONE DI GIOIA MISTA A
TIMORE, DI AVERE PENSATO QUALCOSA CHE
NESSUNO AVEVA MAI PENSATO PRIMA, DI
AVERE VISTO QUALCOSA CHE NESSUNO
AVEVA VISTO PRIMA.**

Lise Meitner

Sono riuscita a rendere "visibili" questi raggi e queste particelle piccolissime...sembra incredibile che si possa anche solo scoprire qualcosa su queste entità.

L'effetto del loro passaggio si può osservare come le tracce di uno sciatore sulla neve fresca.

Per vedere queste tracce favolose uso un metodo assolutamente nuovo: la camera a nebbia.

Questa contiene vapore che al passaggio della particella si condensa in tante piccole goccioline formando come una collana di perle minuscole.

La forza nell'atomo

Lise Meitner si racconta

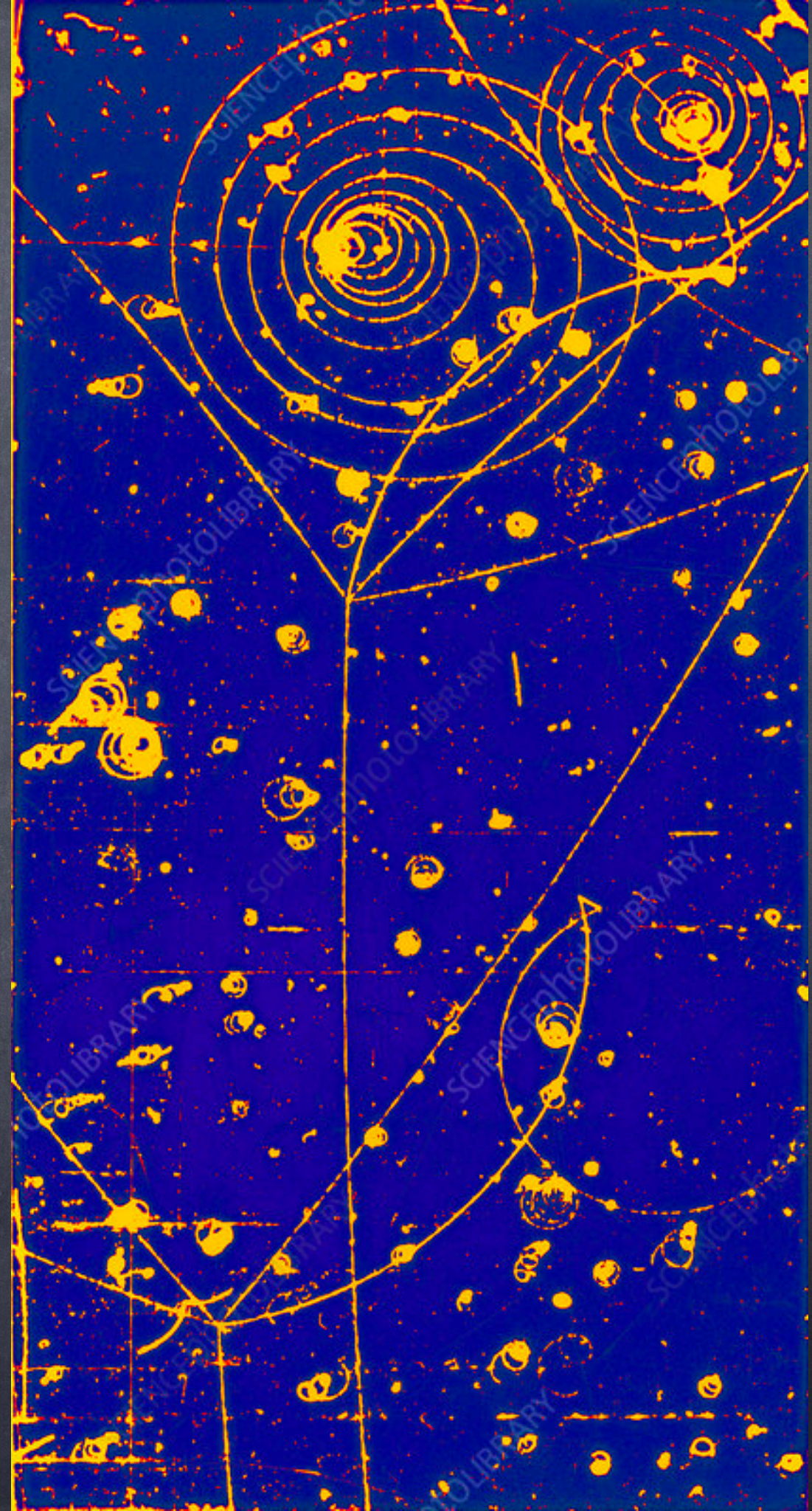
Simona Cerrato

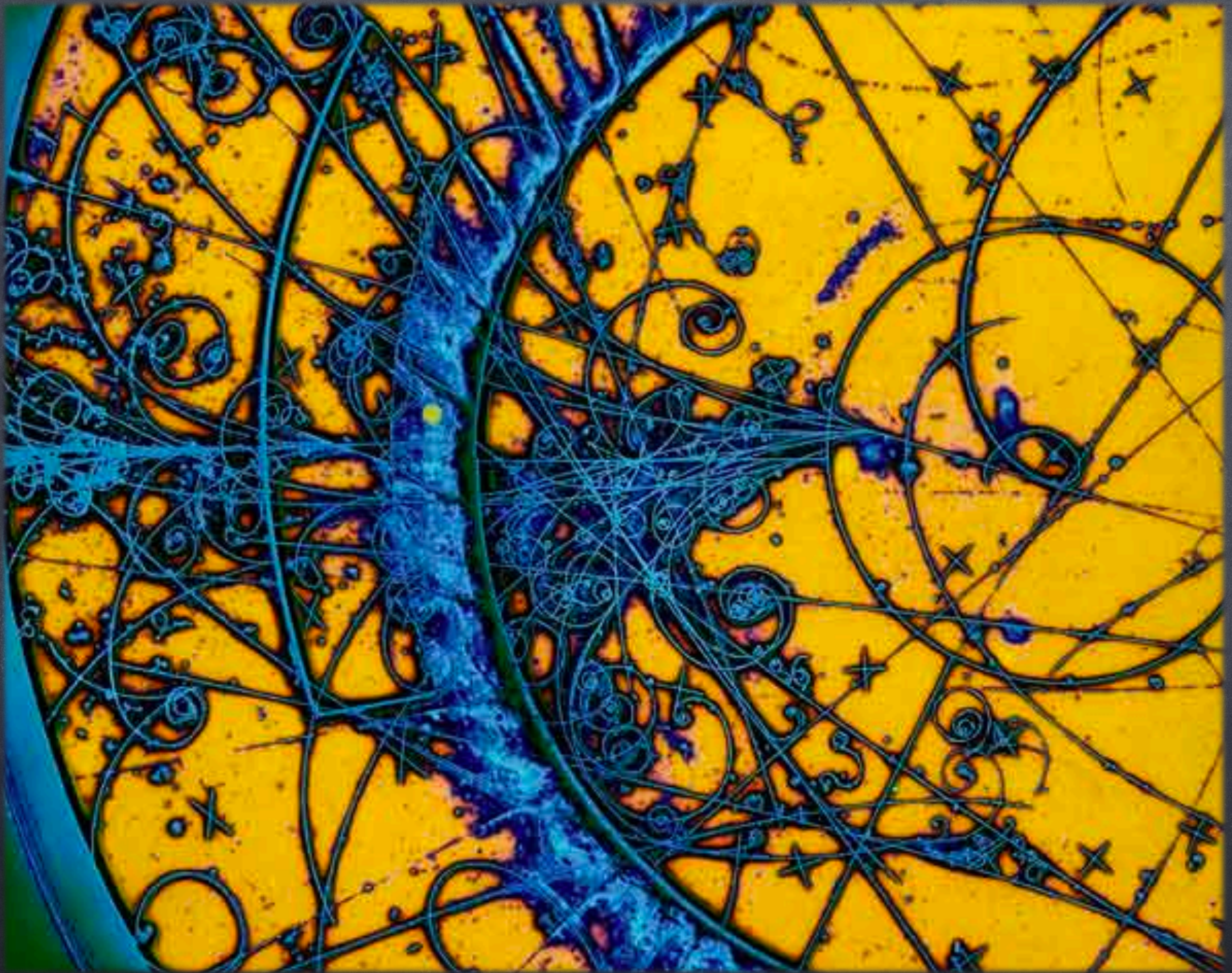
"Scrivere sull'aria" per vedere l'invisibile

camera a nebbia (Wilson, 1911)

camera a bolle (Glaser, 1952)

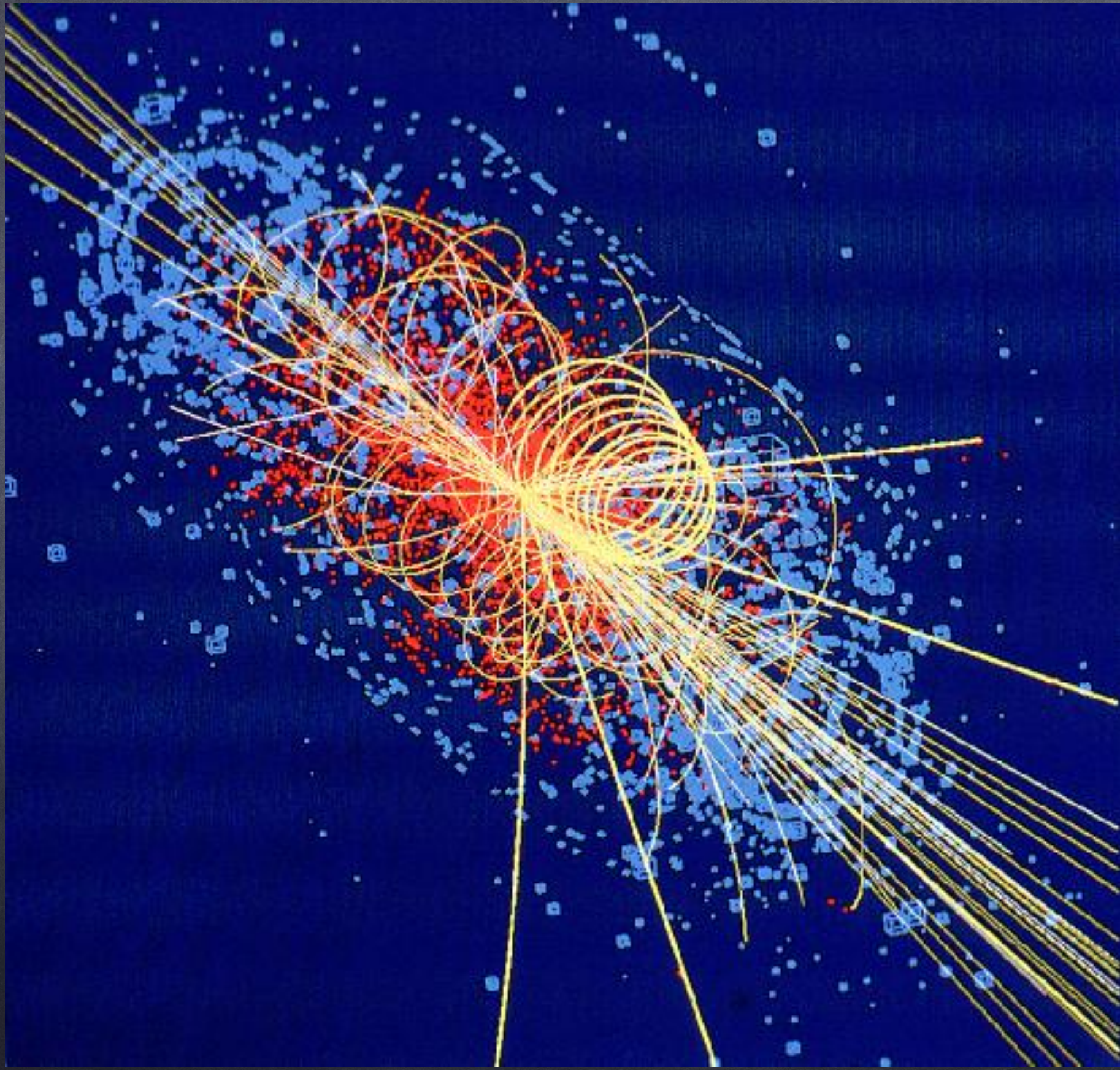
Scrisse Lord Blackett di Wilson:
"Il suo coinvolgimento totale
nel lavoro derivava da un
intenso amore per il mondo
naturale e dalla gioia che
provava di fronte alle sue
meraviglie."



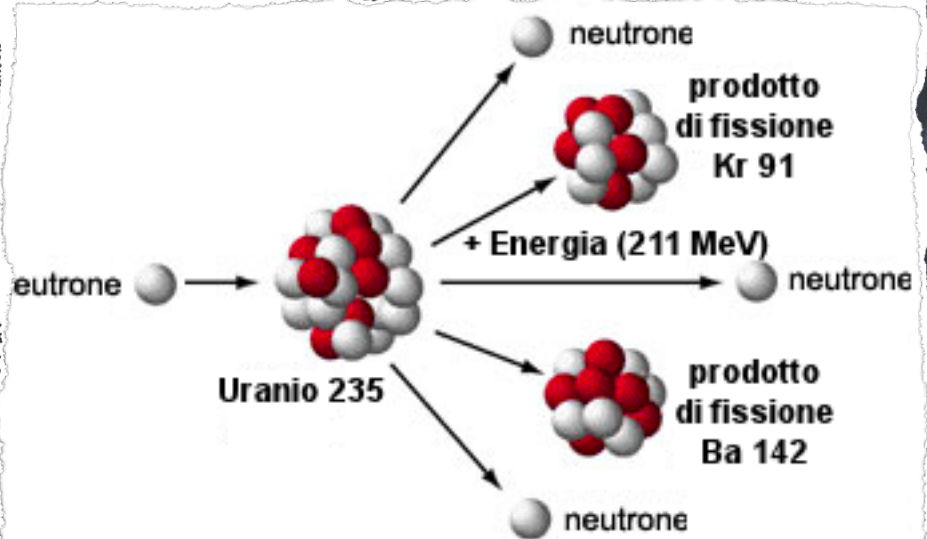


This artistically enhanced image was produced by the Big European Bubble Chamber (BEBC), which started up at CERN in 1973. Charged particles passing through a chamber filled with hydrogen-neon liquid leave bubbles along their paths (Image: BEBC)

"Fotografia digitale" di tracce di particelle con
gli strumenti di oggi



Lise e la fissione nucleare



Mio nipote Otto Robert e io ci siamo spremute le meningi... Sì, avete veramente ottenuto una disintegrazione in bario, un decadimento dell'uranio in due nuclei più leggeri: un risultato meraviglioso, emozionante!

Immagina il nucleo come una goccia d'acqua. Una normale goccia si rompe se viene tirata per lungo, anche se la tensione superficiale si oppone a tale rottura. E qual è la differenza essenziale tra una goccia e un nucleo? La carica elettrica: il nucleo dell'atomo è elettricamente carico.

Otto Robert e io ci siamo allora chiesti: sarebbe sufficiente la carica elettrica di un nucleo di uranio a rompere la superficie di questa instabile goccia – il nucleo stesso dell'atomo? I nostri calcoli dicono di sì. Il nucleo di uranio cattura un neutrone, nell'impatto si deforma, si allunga in una direzione, si restringe nel mezzo... ecco che compare una specie di strozzatura. Le forze di repulsione elettriche hanno la meglio sulla forza attrattiva che normalmente tiene insieme il nucleo. E alla fine si produce una divisione in due nuclei quasi uguali, insieme più leggeri dell'originale nucleo di uranio, che schizzano lontano a grande velocità, a causa della repulsione reciproca.

Ce l'abbiamo fatta! Abbiamo trovato anche un nome per questo processo: l'abbiamo battezzato fissione, lo stesso nome che i biologi usano per la divisione dei bacilli.

Lise

**FINCHÉ SAREMO SOLO NOI A PASSARE LE
NOTTI INSONNI E VOI CONTINUERETE A
DORMIRE TRANQUILLI, LE COSE NON
POTRANNO MIGLIORARE IN GERMANIA.
MA VOI NON AVETE AVUTO NOTTI
INSONNI, NON AVETE VOLUTO VEDERE,
ERA TROPPO SCOMODO.**

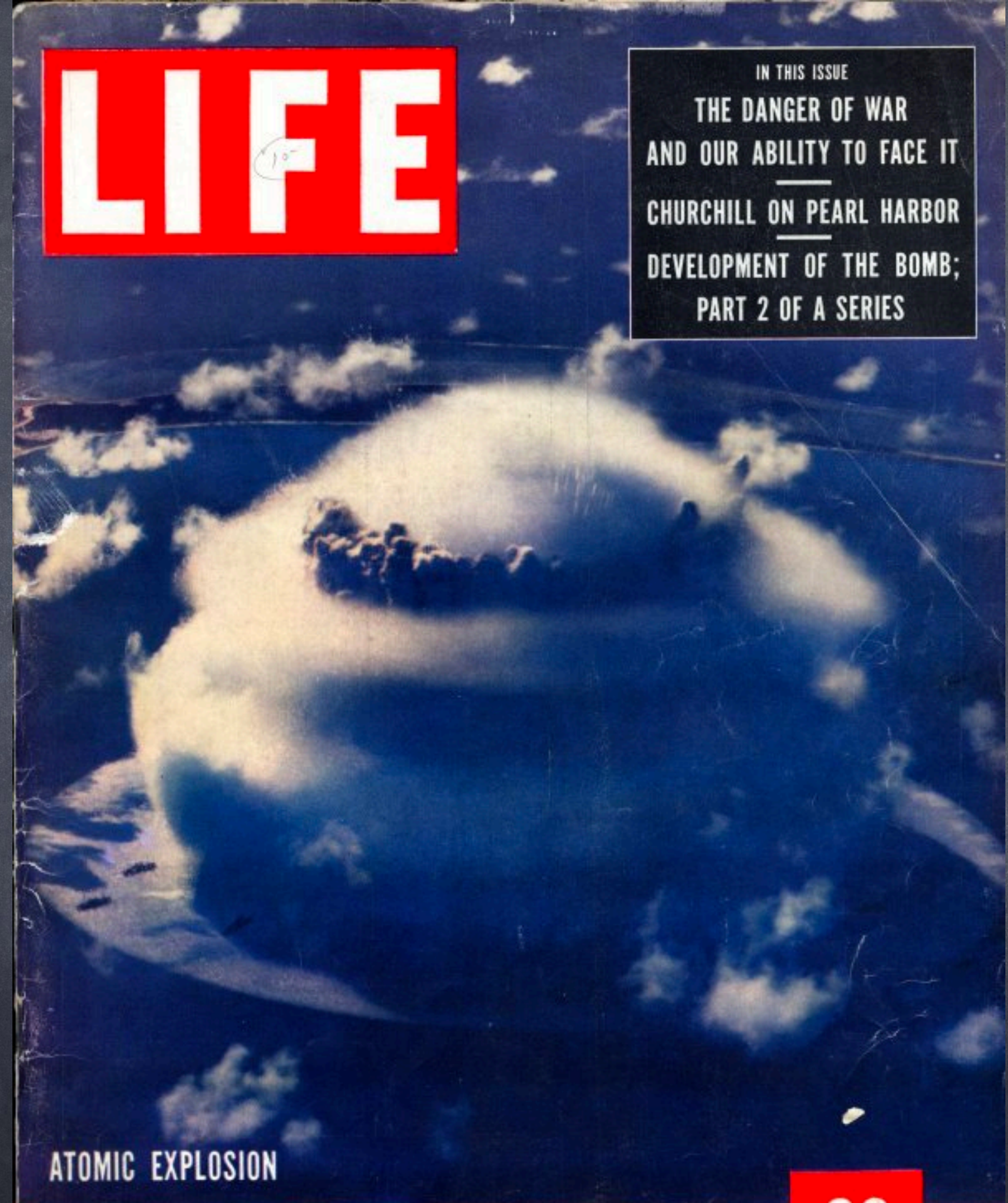
Lise Meitner

**LA SCIENZA NON È DI
PER SÉ CATTIVA, MA
LO SIAMO NOI ESSERI
UMANI.**

Lise Meitner

LIFE

IN THIS ISSUE
THE DANGER OF WAR
AND OUR ABILITY TO FACE IT
—
CHURCHILL ON PEARL HARBOR
—
DEVELOPMENT OF THE BOMB;
PART 2 OF A SERIES



ATOMIC EXPLOSION

605
CONRAD H. MEDIN
47 MADISON ST
BELMONT MASS
60 60107 0803 0047

FEBRUARY 27, 1950 **20** CENTS
YEARLY SUBSCRIPTION \$6.00

La radiazione a cui siamo esposti è principalmente di origine naturale



238



92

226



88

222



86

1 Airport security scan

Dental X-ray

50

Average background
dose per day

66

Flight from New York to LA

400

Chest X-ray

1,00E+03

EU limit for annual public exposure

1,00E+04

Average CT scan

1,00E+05

Lowest annual dose, where increase in cancer risk is evident

1,00E+06

Highest annual background dose recorded, Brasil

8,00E+06

Lethal radiation dose

1,00E+08

BED

Banana

Equivalent

Dose

0.1 μ Sv



0.1 mSv

1 mSv

0.8 Sv