L’eredità di Alessandro Volta nella fisica contemporanea

Alessandro Bacchetta
Dipartimento di Fisica “A. Volta”, Università di Pavia

Volt(a)

Tecnologia

Scienza

Didattica

Cultura pop

Politica



🔵 Da “volt” a “volta”: una proposta italiana per rendere pieno omaggio ad Alessandro Volta

Ieri, a Parigi, in occasione del G7, ho incontrato la Direttrice Generale del Bureau International des Poids et Mesures, Dr.ssa Annette Koo, per presentare la proposta italiana di rinominare l’unità di misura SI del potenziale elettrico da “volt” a “volta”.

Non è una semplice questione linguistica.

È un riconoscimento storico, scientifico e culturale a uno dei padri della scienza modern ... Vedi altro

148 35 13

Alessio Butti,
sottosegretario della Presidenza del Consiglio

maggio 2026

Articolo 31 - Ti tiro scemo



[Intro]

Ti tiro scemo (Scemo, scemo, scemo)
The uno e the dos, the uno e the dos,
the uno e the dos, tres
The uno e the dos, the uno e the dos,
the uno e the dos, tres

[Strofa 1: J-Ax]
Senti oggi sono a caccia di udenti, mi prendi
Al limite semmai poco poi mi rivendi
Ma prova a ciucciare queste liriche bollenti
Lo sballo è uguale che ficcare il dito nel 220
Volt diventi sconvolt

Pokemon con poteri elettrici







100 milioni di volt

Volt(a)

Chimica

Tecnologia

Fisica

Scienza

Didattica

Biologia

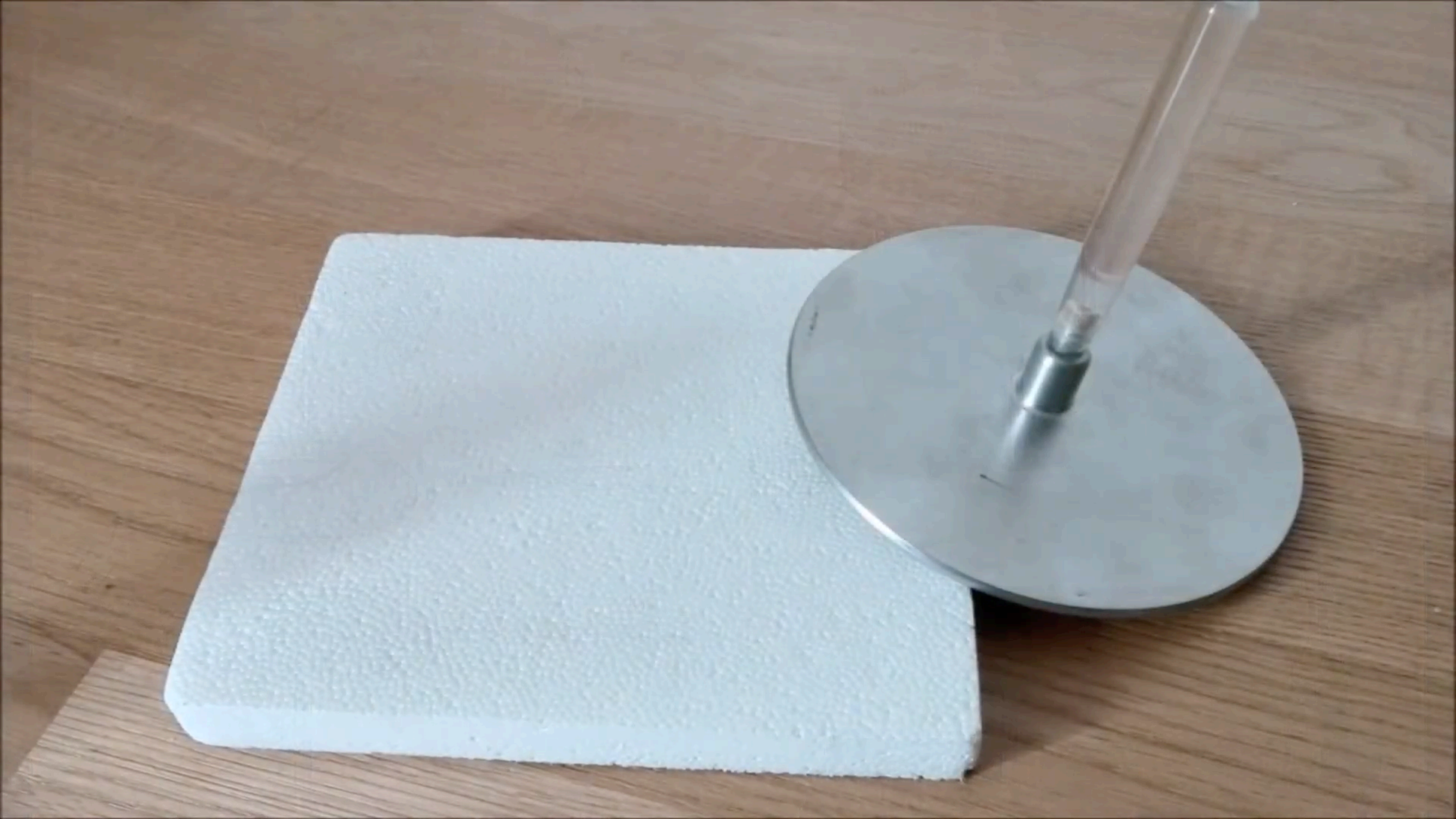
Cultura pop

Politica

L’elettroforo perpetuo (1775)

- Descrizione: https://alessandrovolta.it/strumento/lelettroforo/
- Triboelettricità
- Induzione
- Capacità
- video da https://www.youtube.com/watch?v=fDd6YpYSCvk

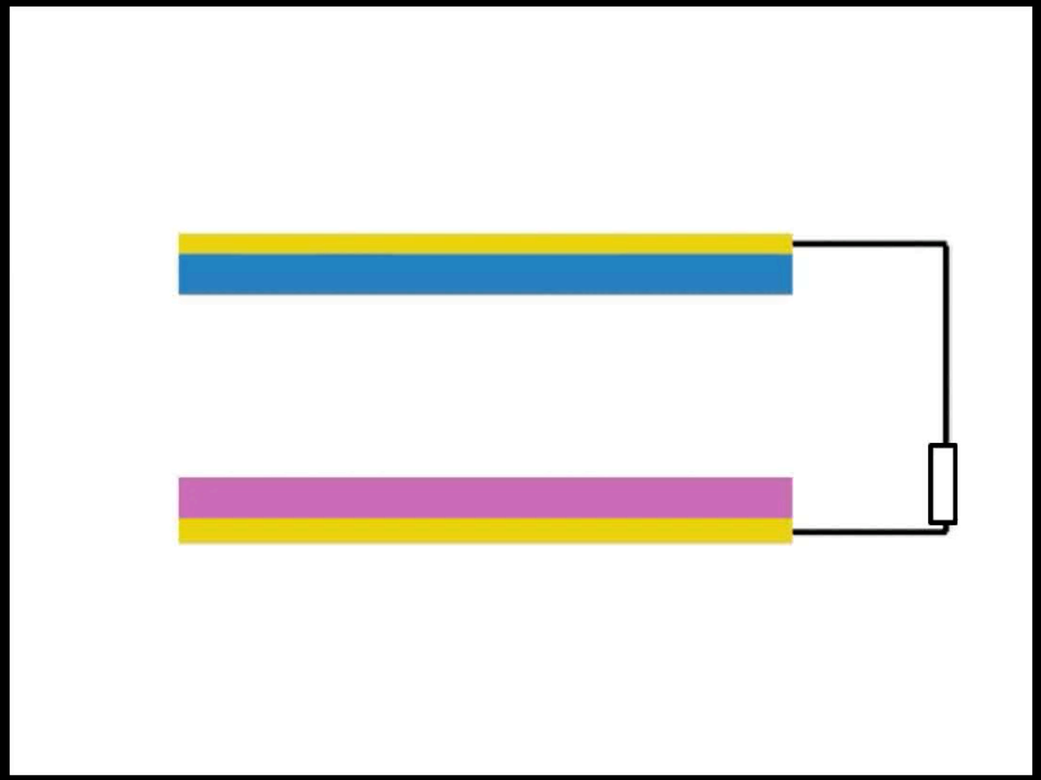




Triboelettricità

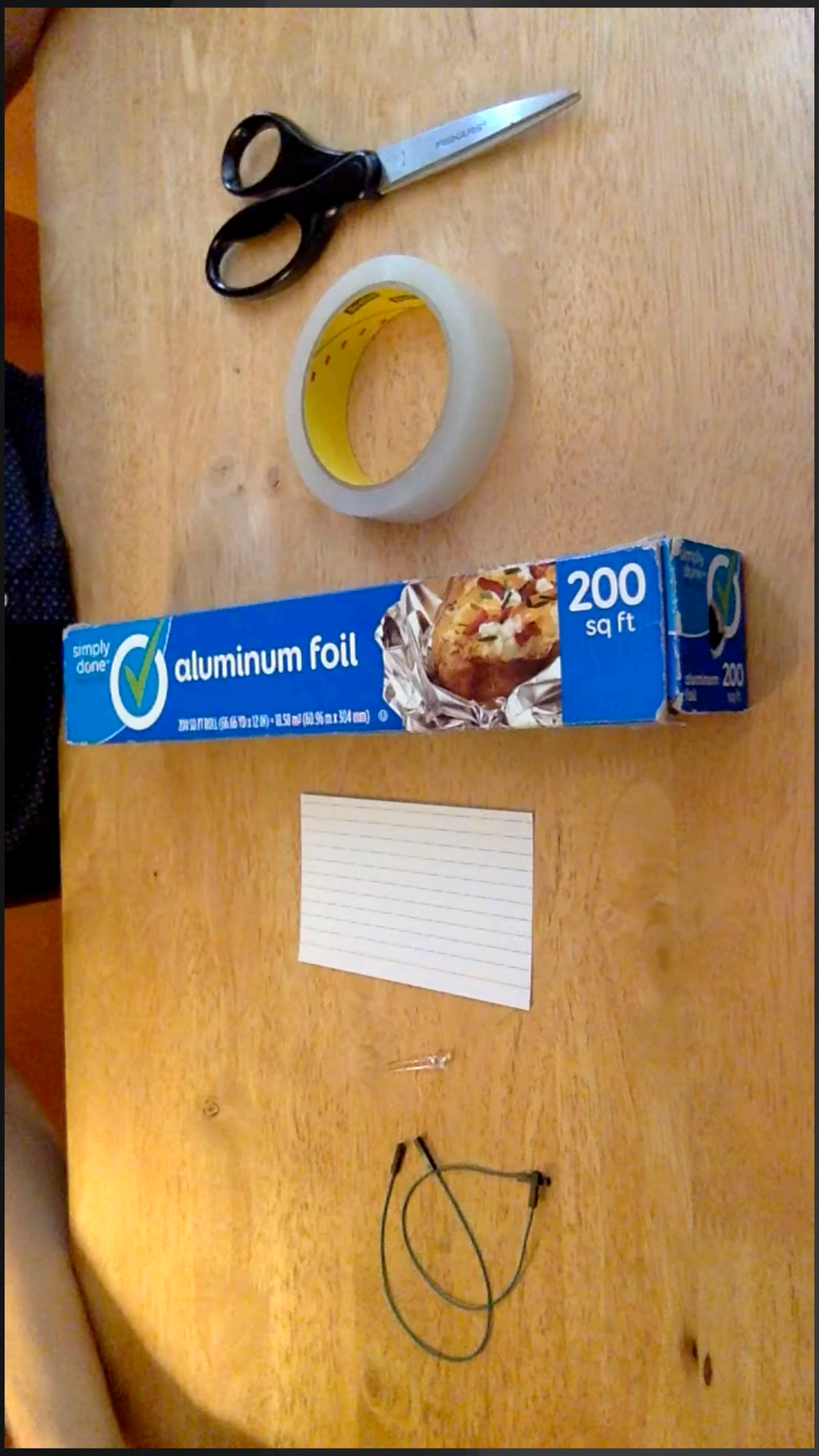
Generatori triboelettrici (TEG o TENG)

https://youtu.be/UOuX8JdAH5I?si=JnLHNjaGWA9bAJUK





https://www.youtube.com/watch?v=C8_jYtzsf4k


simply done
aluminum foil
200
sq ft

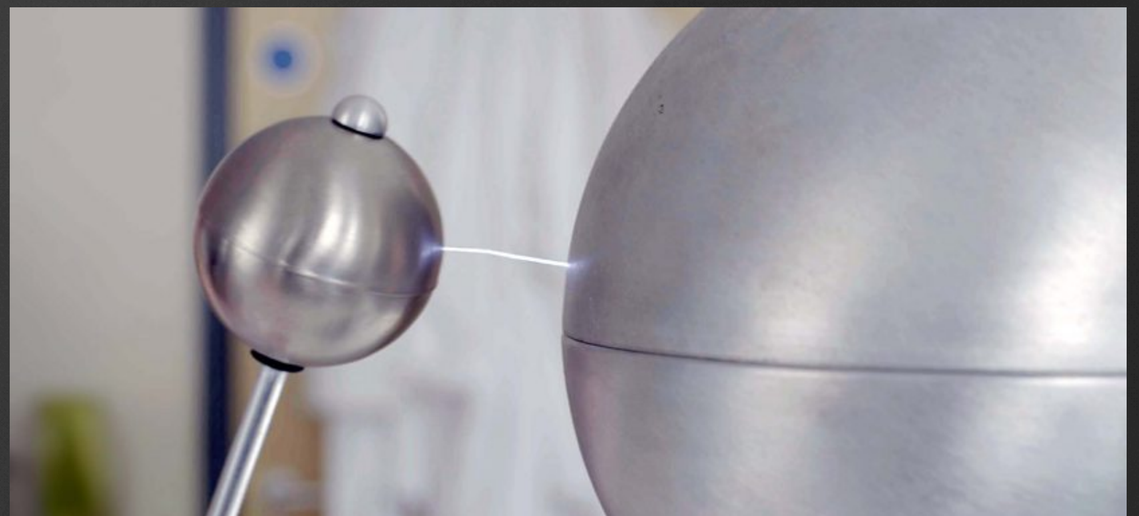


www.instagram.com/reel/DSfc12viPqo/

Induzione e scariche elettriche

Torniamo all’elettroforo

- Ogni volta che carico un piatto di dimensioni ragionevoli, raccolgo una carica dell’ordine di 0.1 μC (Nature)
- Posso trasferirlo su una sfera conduttrice
- Per avere una scintilla, devo superare la rigidità elettrica dell’aria: 3000 kV/m



Qualche calcolo

- Capacità di una sfera:

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q}{R}$$

$$C = 4\pi\epsilon_0 R$$

- Accumulando una carica di 1 μC, per una sfera di 10 cm di raggio, otterremmo 90 kV

Campo elettrico

- $E(r) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{Q}{r^2}$

- Nel nostro esempio, il campo elettrico sulla superficie è circa 900 kV/m, inferiore a quello necessario per generare una scarica elettrica nell'aria
- Come si possono produrre delle scariche, anche di una certa potenza?

Supereroi con poteri elettrici

- Questa pagina
  https://comicvine.gamespot.com/profile/king_a_the_true_king/lists/electric-abilitys/17814/
  ne lista 104

- Questo video
  https://youtu.be/vf93tldEysk?si=xFr-nJIr1CTf-mzh
  mostra i “Top 10” di Hollywood



Storm/Tempesta



Shazam



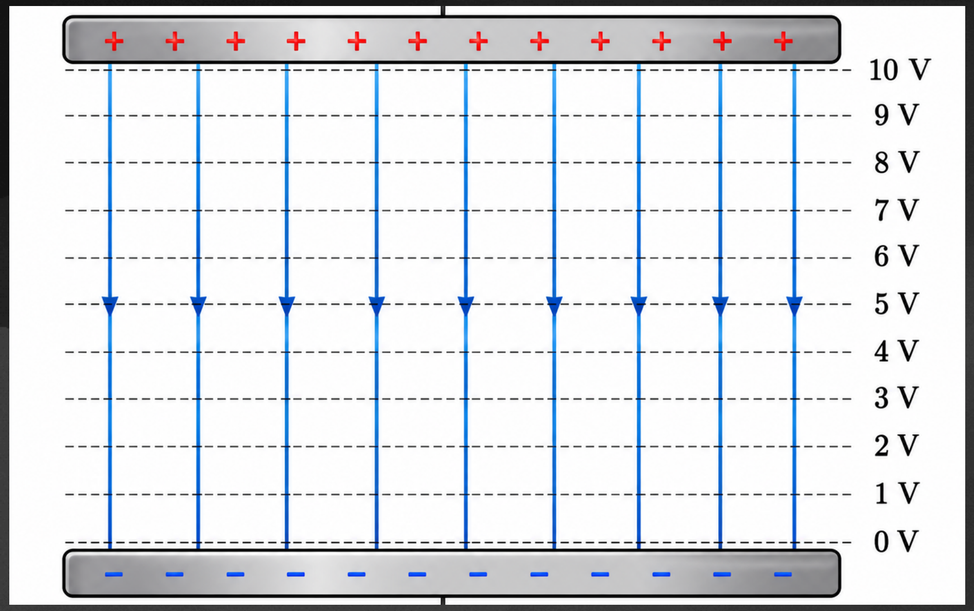
Electro
(“1 milione di watt”)



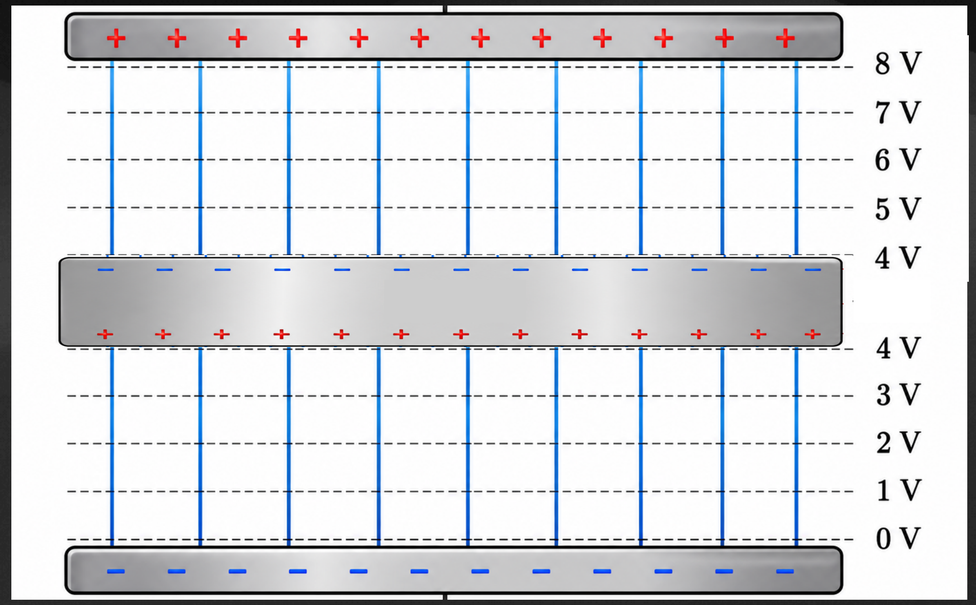
Thor Ragnarok (2017)

Effetti dell’induzione

caso semplice



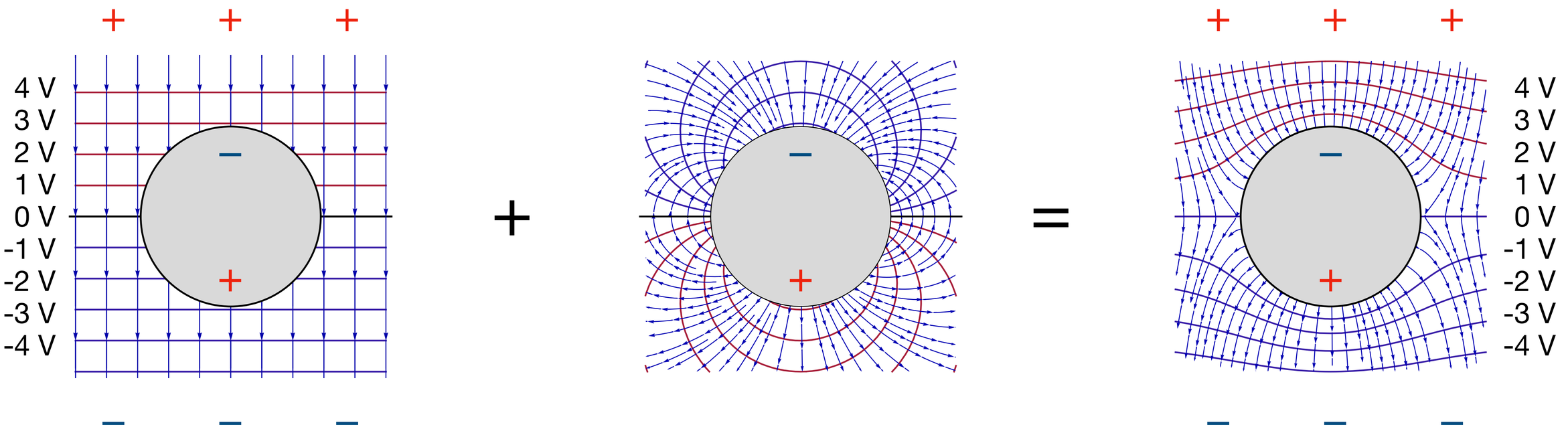
Capacità: $C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{A}{h}$



$C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{A}{h - s}$

Effetti dell’induzione

caso non banale, ma trattabile in classe?



$$V_0 = E_0 y$$

campo uniforme

$$V_{\text{dip}} = -\frac{E_0 R^3 y}{r^3}$$

campo dipolare

$$V_{\text{tot}} = V_0 + V_{\text{dip}}$$

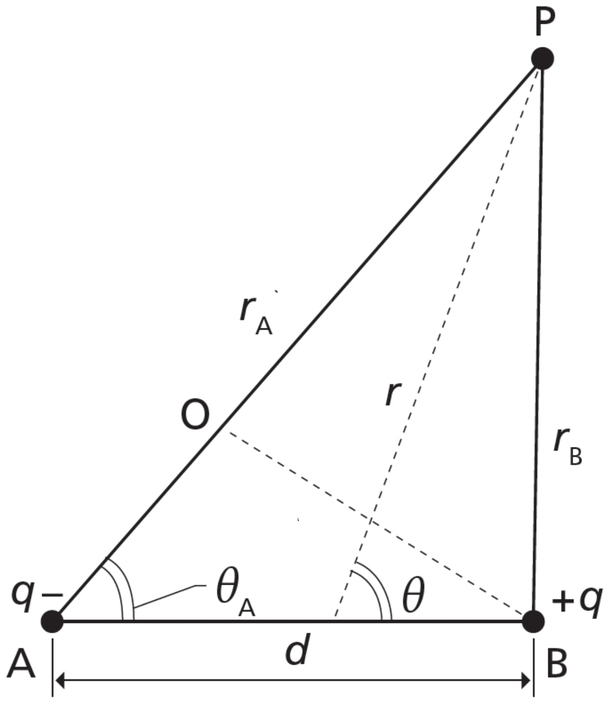
Potenziale dipolare (orientato lungo x)

$$V(P) = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon_r}\left(\frac{1}{r_B} - \frac{1}{r_A}\right) = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon_r}\left(\frac{r_A - r_B}{r_A\, r_B}\right)$$

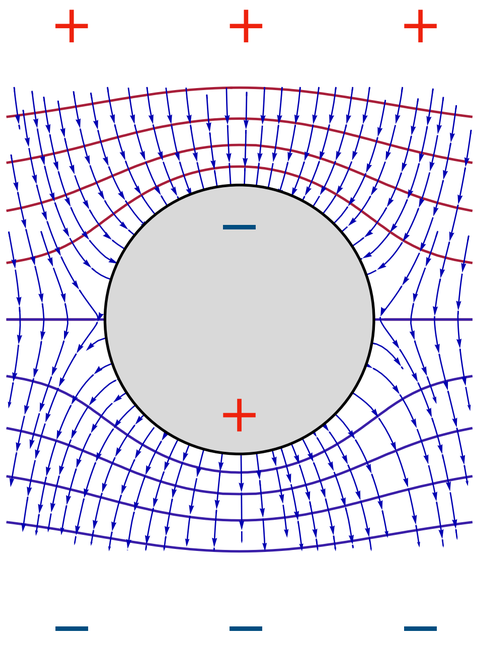
Approssimazione di lunga distanza, $r \gg d$:

$$r_A - r_B \approx \bar{OA} = d\cos\theta_A \approx d\cos\theta \qquad r_A r_B \approx r^2$$

$$\approx \frac{q}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon_r}\left(\frac{d\,\cos\theta}{r^2}\right) = \frac{qd}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon_r}\left(\frac{x}{r^3}\right)$$



Effetto punta



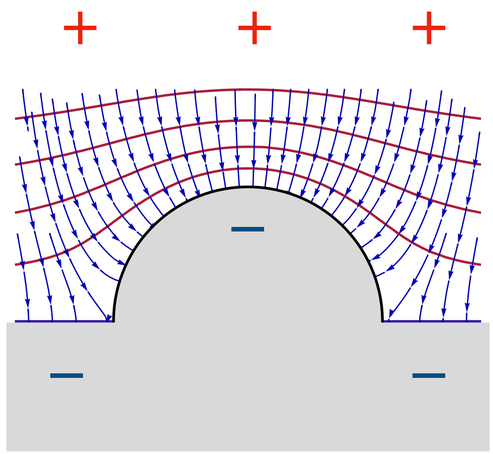
$$V_{\text{tot}}(x,y) = V_0 + V_{\text{dip}} = E_0\left(y - \frac{R^3 y}{(x^2+y^2)^{3/2}}\right)$$

$$V_{\text{tot}}(0,y) = V_0 + V_{\text{dip}} = E_0\left(y - y\frac{R^3}{|y|^3}\right)$$ potenziale lungo y

$$E_{\text{tot}}(0,y) = -\frac{dV(0,y)}{dy} = -E_0\left(1 + 2\frac{R^3}{|y|^3}\right)$$

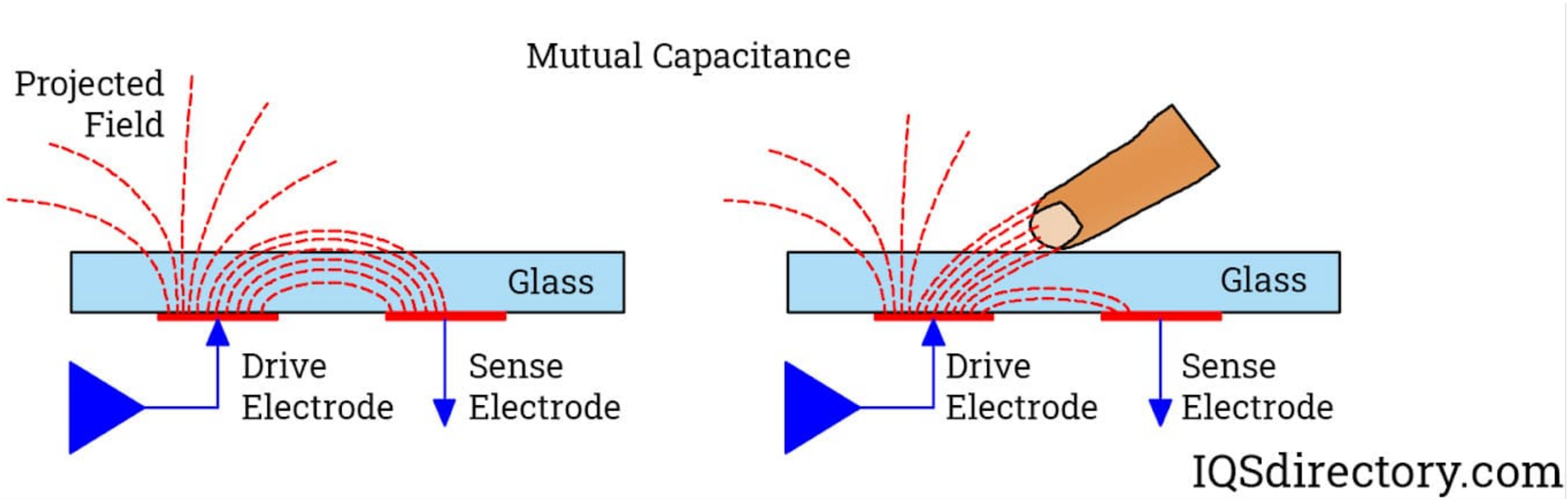
Sulla punta della sfera, il campo elettrico diventa $3E_0$. Legge generale per le sfere!

Effetto punta



Anche nella situazione in cui ho una semisfera che emerge dal suolo,
il campo elettrico sulla sommità triplica

Touch screen capacitivi



Scariche elettriche nell’aria

- Rigidità dell’aria: 3000 kV/m
- Elettroforo di Volta: 900 kV/m, ma con un’altra sfera a pochi millimetri di distanza, può superare la soglia (ma energie dell’ordine di 1 mJ)
- Fulmini: 10 MV – 1 GV (energie di 100 MJ)
- 1 mJ: 10 grammi che cadono da 10 cm
  100 MJ: 100 tonnellate da 100 m

Energie in gioco
qualche numero

- Sfera caricata da un elettroforo: se la si scarica completamente, si ottiene

$$U = \frac{1}{2}QV = \frac{1}{2}(10^{-6}\,\mathrm{C})\ (90 \times 10^{3}\,\mathrm{V}) = 45\ \mathrm{mJ}$$

- Fulmini: carica elettrica totale scaricata da un fulmine 10-30 C
- Energia (assumendo che il potenziale rimanga essenzialmente costante): Q V = 50 MJ - 10 GJ (da decine di milioni e decine di miliardi di J)
- Durata: millisecondi
- Corrente: 10^4 A (online e nei libri si trovano numeri intorno ai 30-100 kA, ma dipende anche se si intende la corrente media o istantanea)
- Nota: correnti dell'ordine di 1 A sono fatali, ma dipende anche dalla durata, dall'energia disponibile
- Il supereroe Electro: 1 milione di J/s deve attaccare a piena potenza per circa un minuto per liberare l'energia di un solo fulmine.

Dirigere le scariche elettriche?

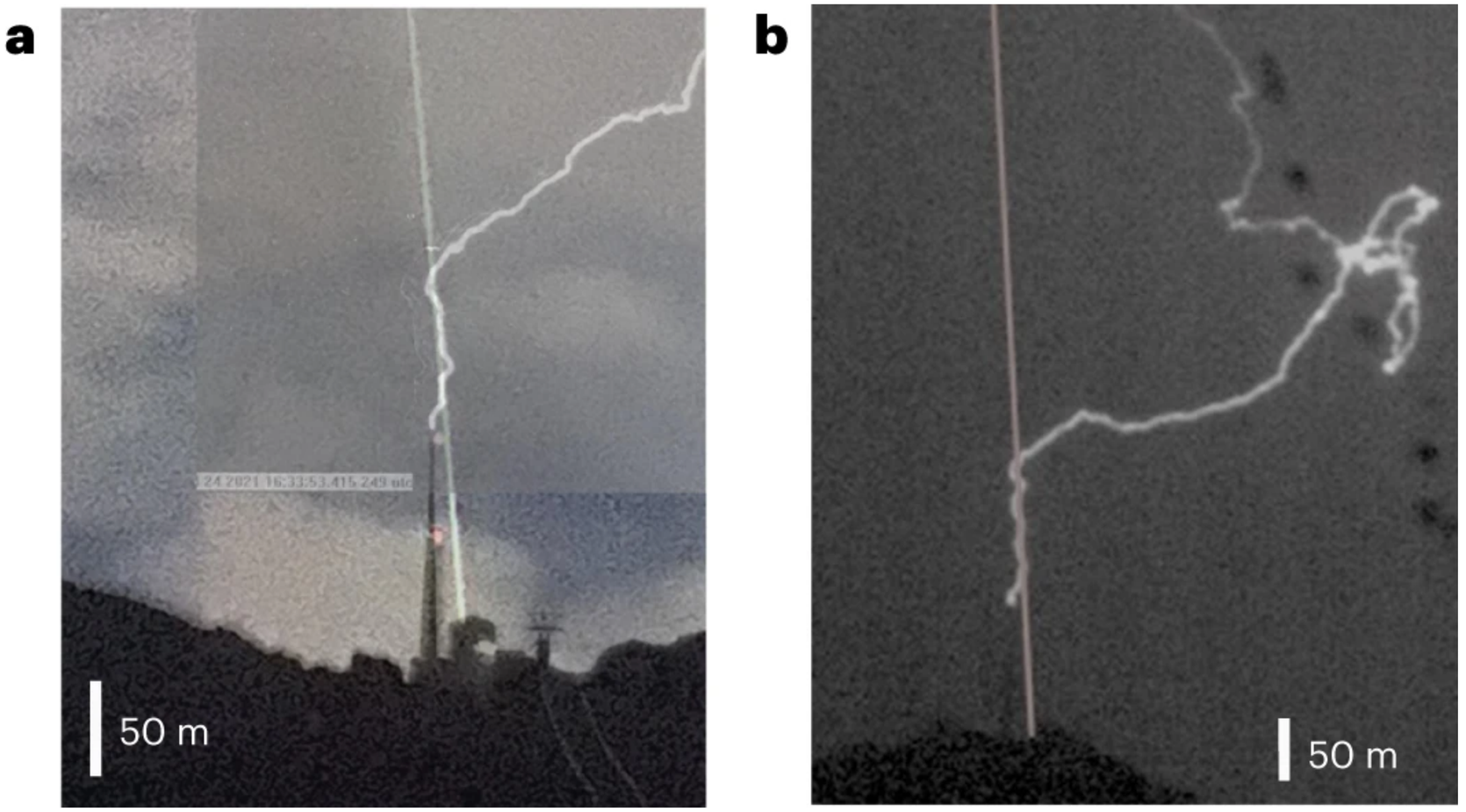
Scienze Il raggio laser che funziona come parafulmine

In Svizzera è stato testato un raggio laser capace di attirare i fulmini nell'aria e di guidarli fino a scaricarsi a terra. Potrebbe proteggere aree molto più ampie di quelle coperte da un comune parafulmine.

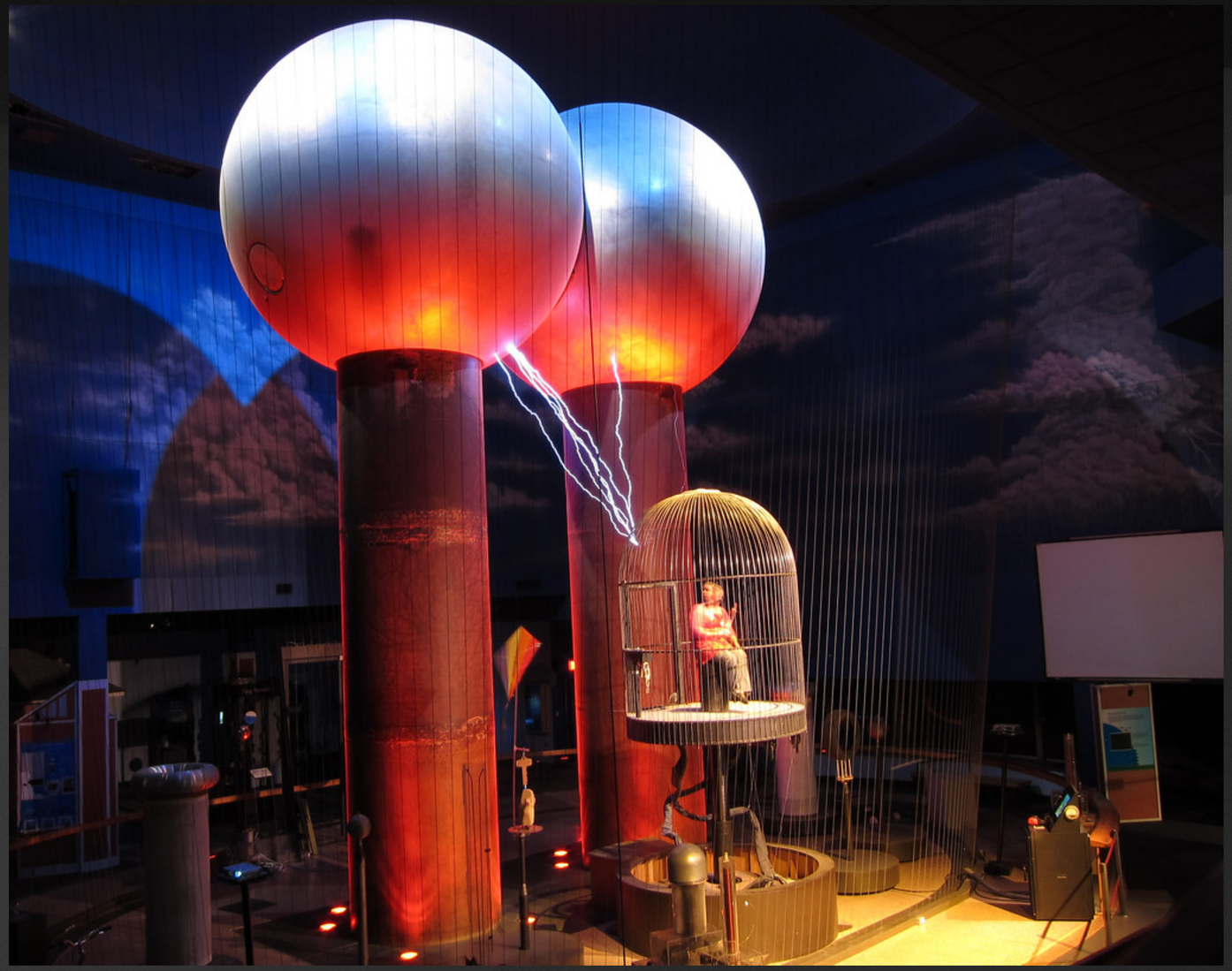
Focus 2023



Dirigere le scariche elettriche?

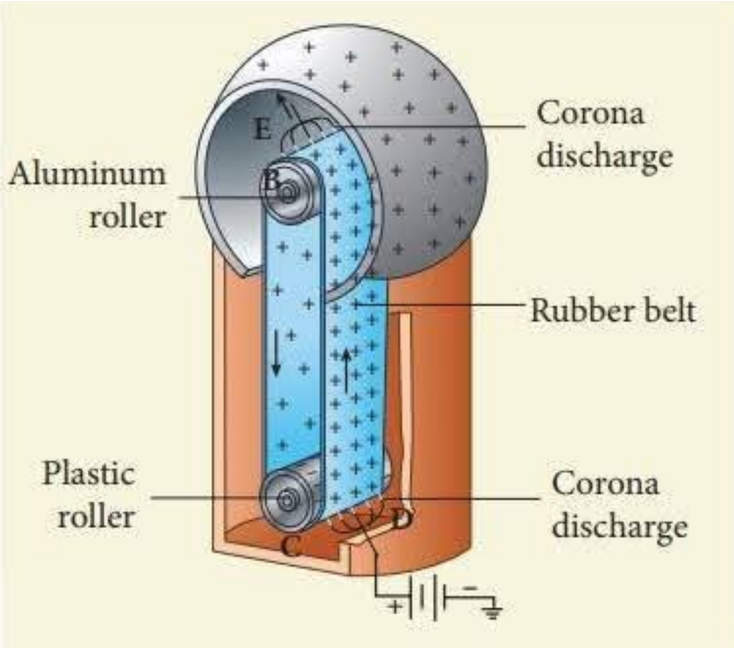


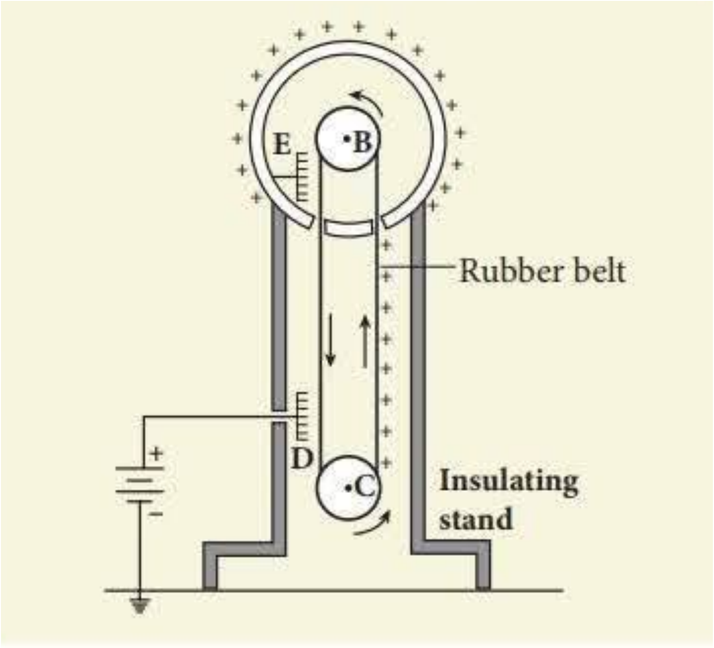
Come si generano al giorno d’oggi potenziali enormi?



Generatori Van der Graaf

https://www.youtube.com/watch?v=EsZQS2GOMQE



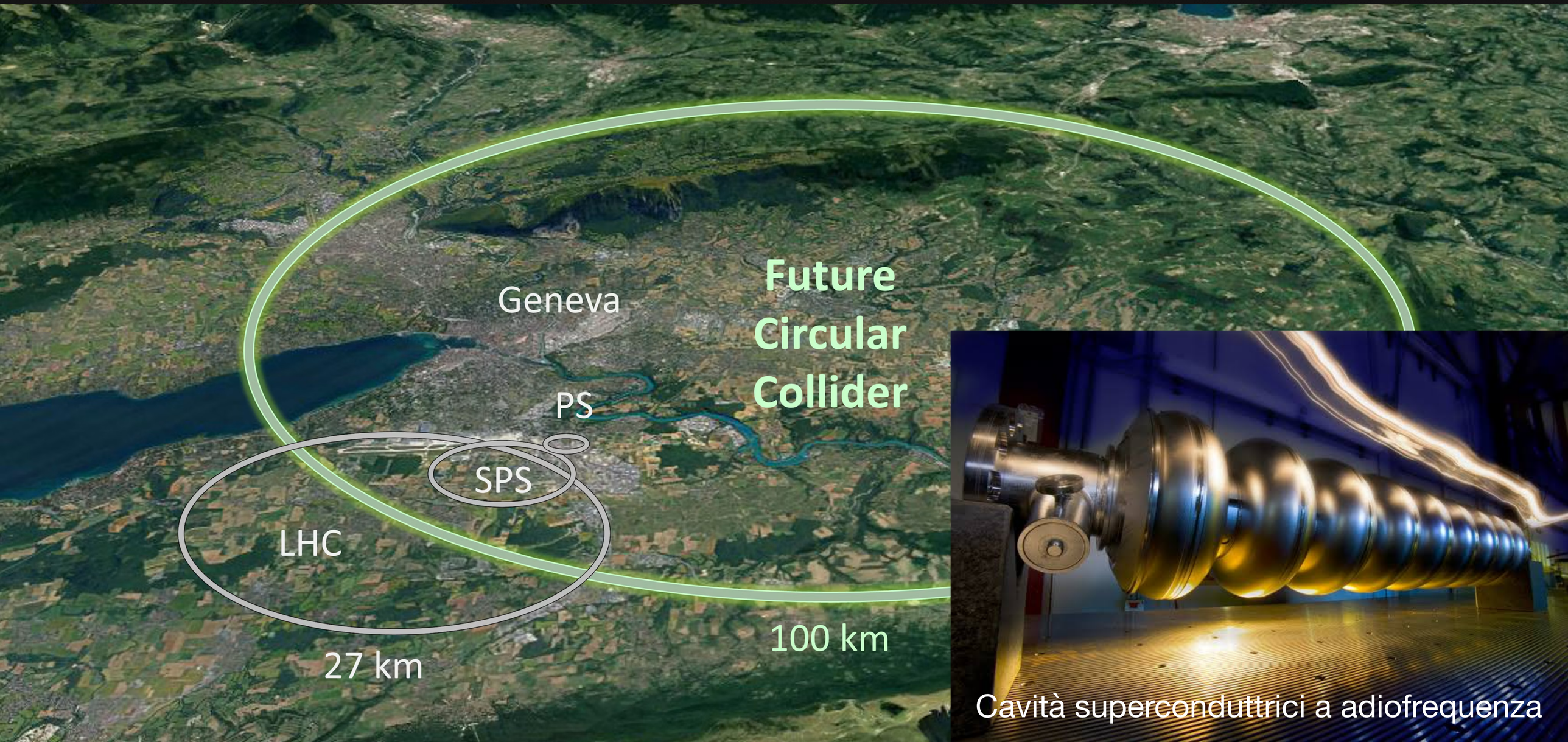




Massime tensioni raggiunte

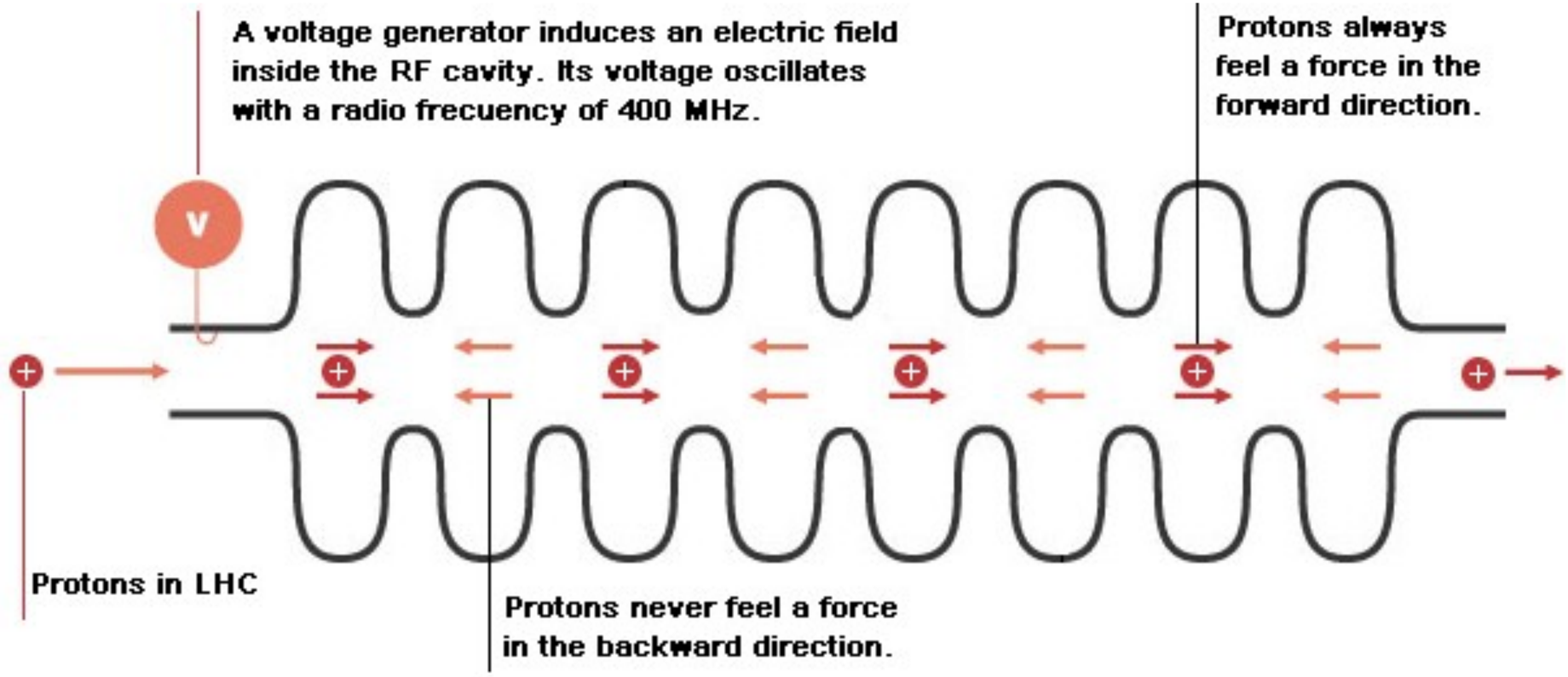
- Il Pelletron (inventato negli anni ’60 da Raymond Herb), un’evoluzione del generatore Van der Graaf (inventato nel 1929), ha raggiunto 32 MV
- Con 10 MV possiamo accelerare un elettrone fino ad un’energia di 10 MeV
- L’LHC accelera protoni fino a 6 TeV, ma con tecniche molto diverse

Acceleratori moderni



Cavità superconduttrici a adiofrequenza

Cavità a radiofrequenza

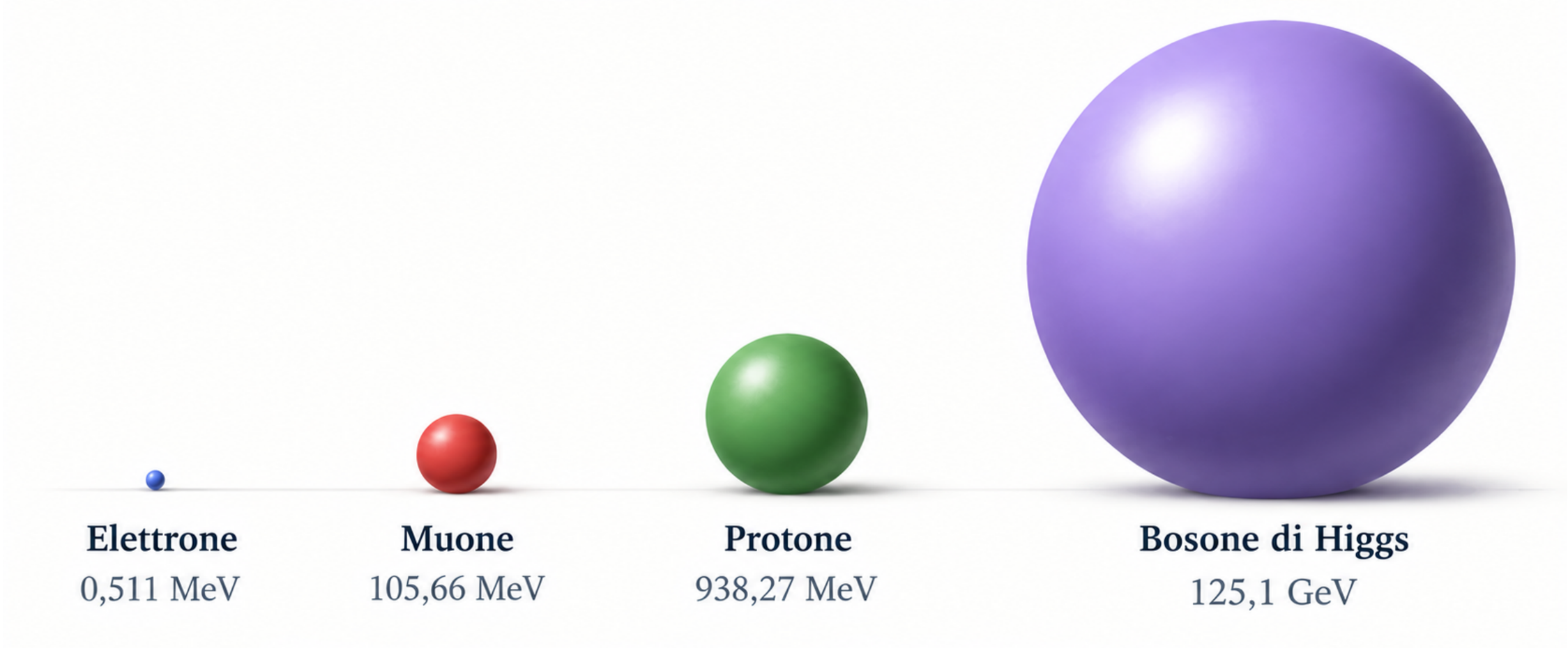


Effetto più simile a quello di spingere una giostra che usare uno scivolo…

L’elettronvolt

- Unità di misura dell’energia, pari a
- $1\ \text{eV} = 1.6 \times 10^{-19}\text{C V} = 1.6 \times 10^{-19}\text{J}$
- Le masse possono essere misurate anche in eV, usando la relazione $E = mc^2$

Massa delle particelle

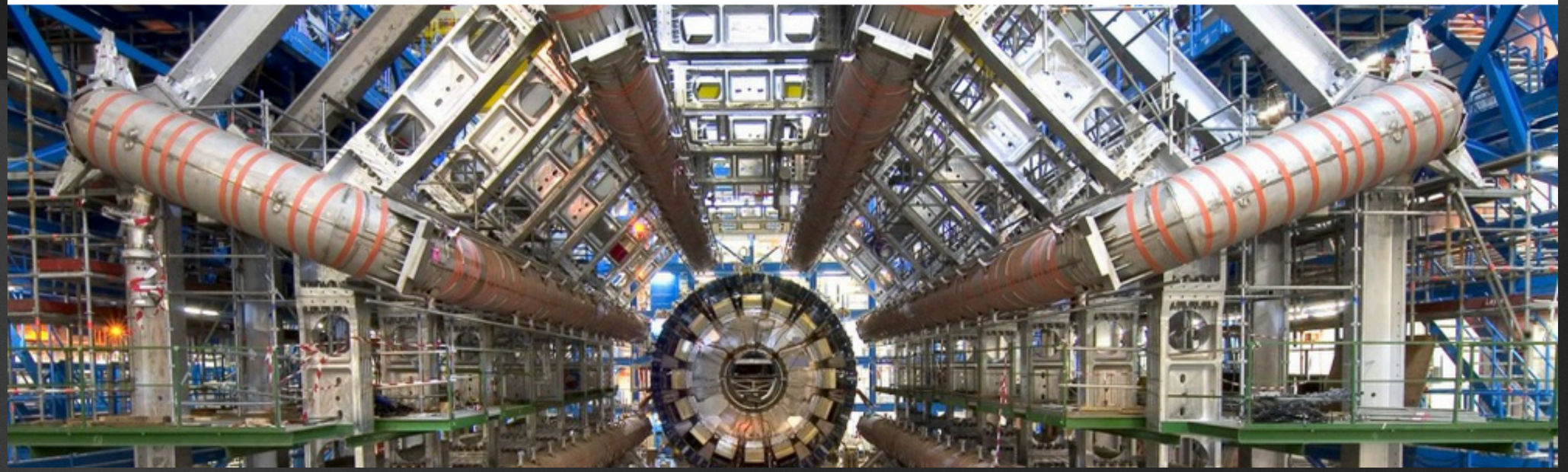


Scienze Il Bosone di Higgs c'è... probabilmente!

Focus

Non possiamo escludere che il bosone di Higg esista. Anzi, ci sono buone probabilità che ci sia, con una massa di circa 125 GeV. Tuttavia la certezza assoluta ancora non c'è.

Mettici tra i preferiti di Google



Con il volt si può fare tutto!

- Qualsiasi energia si può misurare in eV
- Qualsiasi massa si può esprimere in eV
  (basta moltiplicare per $\frac{1}{c^2} = 1.78266 \times 10^{-36}\ \mathrm{kg/eV}$ per ottenere la massa in kg)
- Qualsiasi tempo si può esprimere in eV^{-1}
  (basta moltiplicare per $\hbar = 6.58 \times 10^{-16}\ \mathrm{eV\ s}$)
- Qualsiasi lunghezza si può esprimere in eV^{-1}
  (basta moltiplicare per $\hbar c = 1.97327 \times 10^{-7}\ \mathrm{eV\ m}$)