

Palestra della Scienza
Faenza

LABORATORIO
CAMERA A NEBBIA

LABORATORIO CAMERA A NEBBIA

OVVERO

VEDERE
L'INVISIBILE





Radiazioni ionizzanti

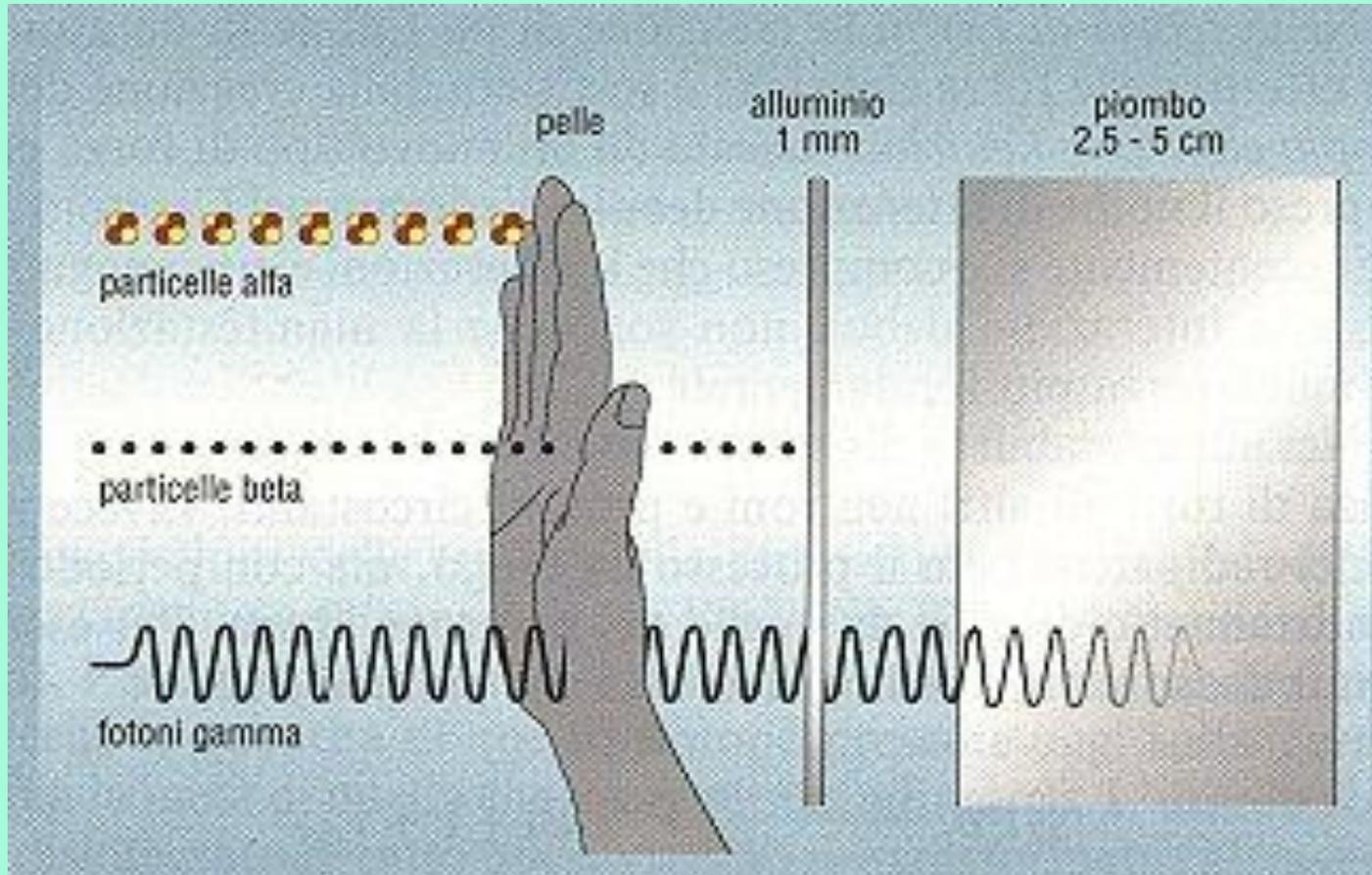
quelle che posseggono sufficiente energia da poter ionizzare gli atomi (o le molecole) con i quali vengono a contatto.

Fondo di radioattività naturale:

- **radiazione terrestre** (materiali da costruzione, gas radon emanato dal sottosuolo)
- **radiazione cosmica**

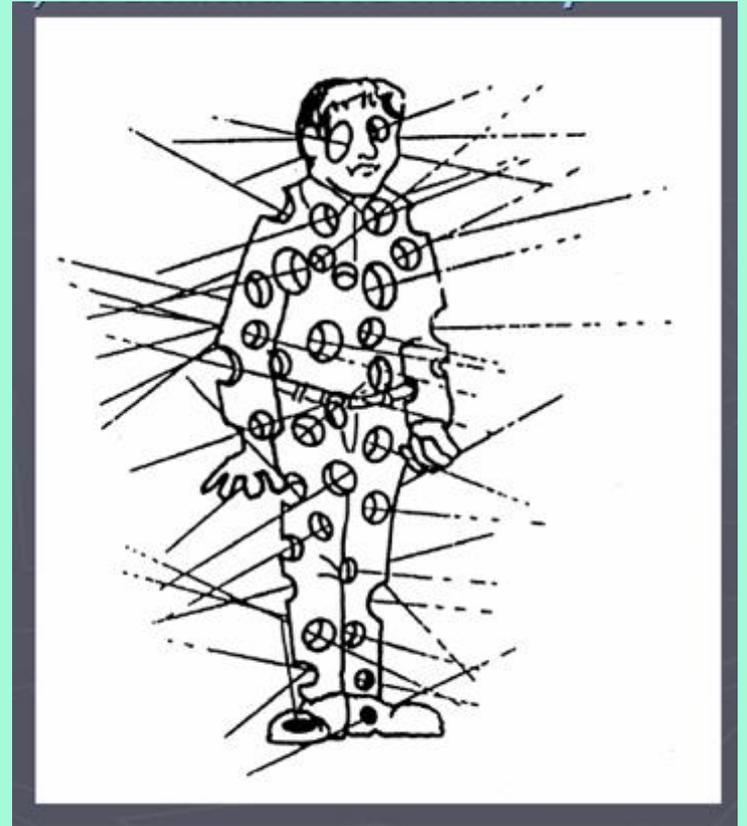
A causa del fondo di radioattività naturale l'uomo riceve mediamente una dose di 2,4 millisievert/anno, valore variabile a seconda del luogo dove ci si trova. Nel nostro paese la **dose equivalente media** valutata per la popolazione è di 3,4 mSv/ anno

Capacità di penetrazione delle particelle

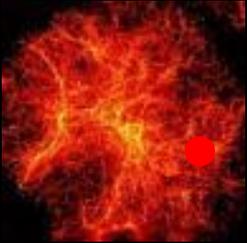


I Raggi Cosmici sulla Terra...

- I RC bombardano continuamente la Terra: circa 100.000 particelle (principalmente *muoni*) originate dai Raggi Cosmici ci attraversano ogni ora.
- Questo contribuisce alla dose di radioattività ambientale a cui siamo continuamente soggetti.

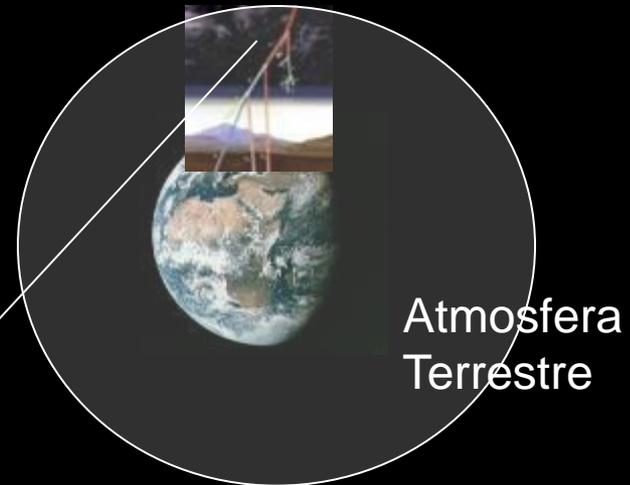


2. RC Primari e Secondari



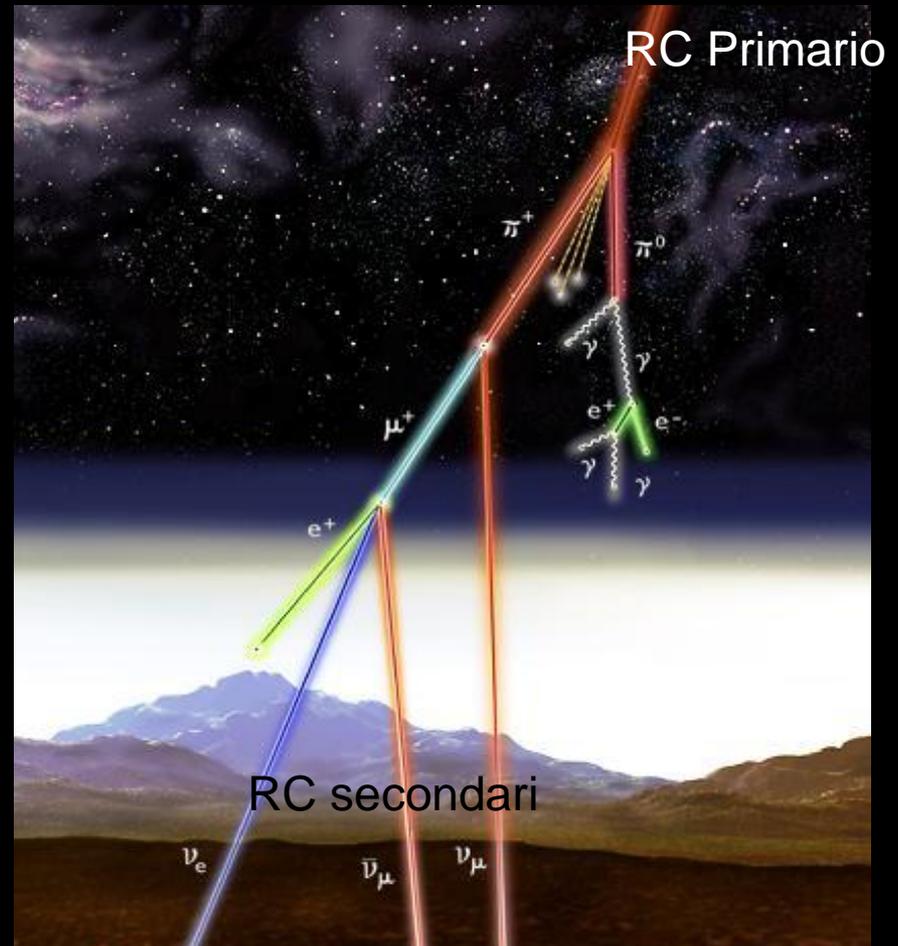
Sorgente Astrofisica
(Resto di Supernova)

Raggio Cosmico Primario
(protone, nucleo)



Sciame di particelle
secondarie =
RC secondari

- I RC Primari (90% protoni, 9% nuclei) in arrivo sulla sommità dell'atmosfera interagiscono producendo uno sciame di particelle.
- Tra queste, sopravvivono sino alla superficie della terra gli **elettroni** ed i **muoni**.



Come rivelare le particelle

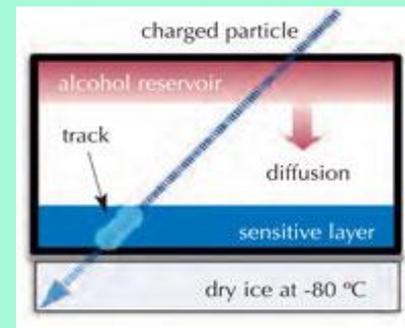
☐ Contatore Geiger



☐ Rivelatore raggi cosmici



☐ Camera a nebbia



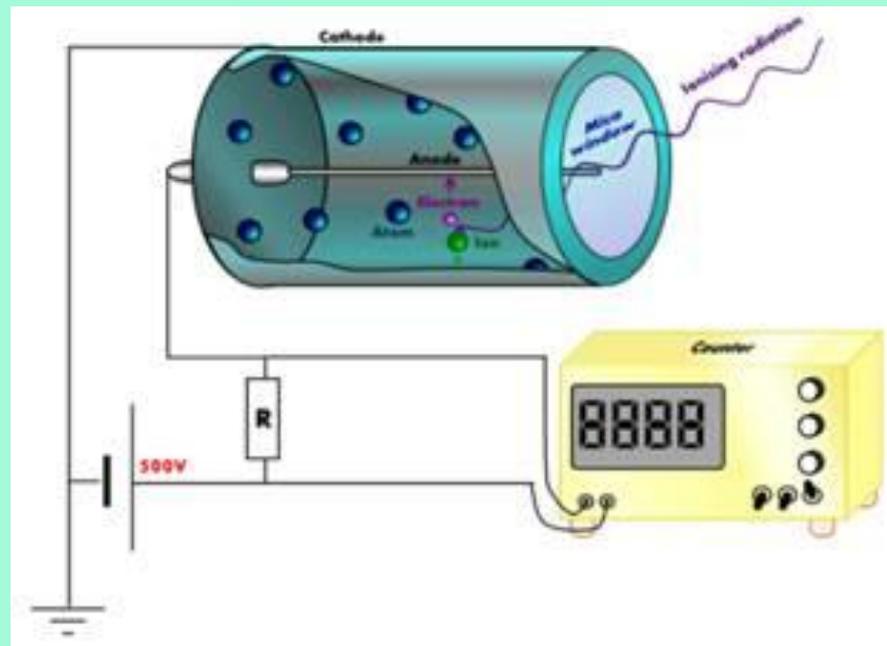
Il contatore Geiger

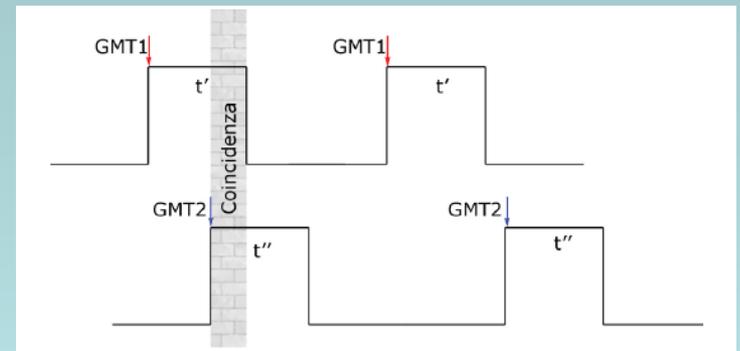
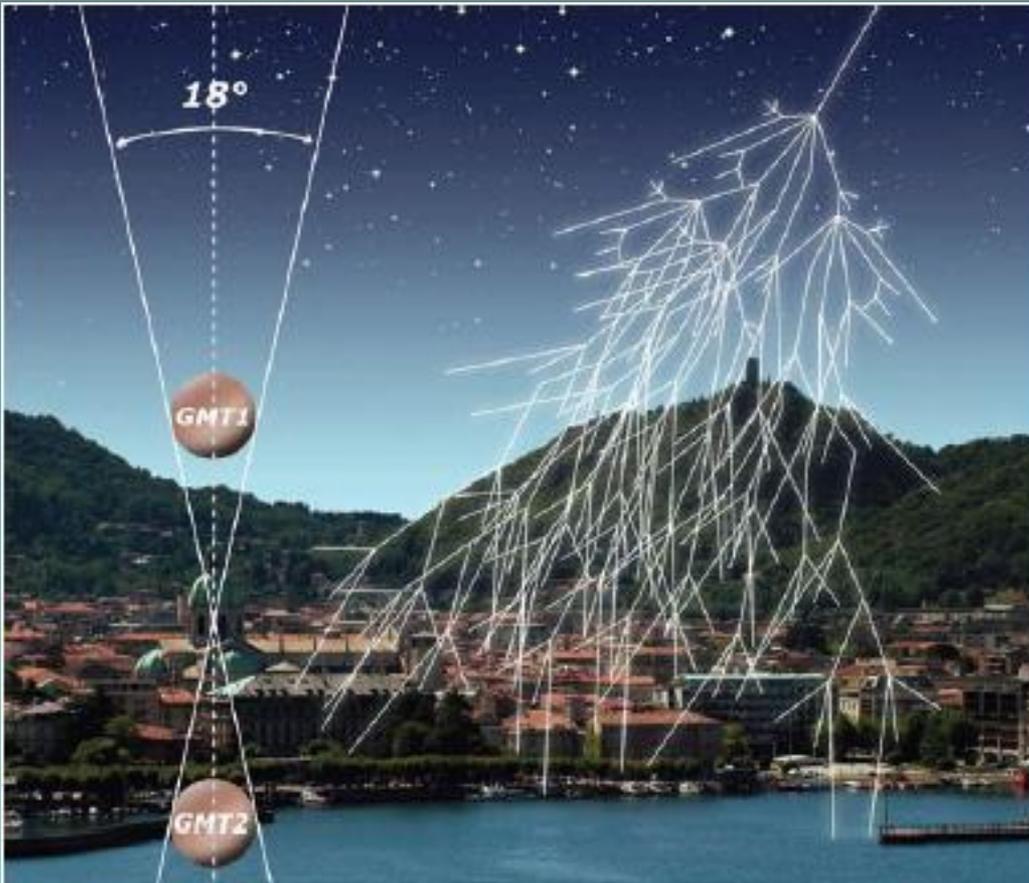
utilizza un tubo Geiger-Muller per rilevare le radiazioni ionizzanti.

Il tubo metallico è riempito con una miscela di gas e sigillato e al centro ha un sottile filo di metallo (anodo) che porta una carica di ca. 1000 volt al tubo.

Quando una particella (ione o elettrone) attraversa il tubo si generano elettroni nel gas che vengono poi attratti dal campo elettrico generato dal catodo. In questo processo gli elettroni acquisiscono una maggiore energia, e colpendo gli atomi rilasciano altri elettroni, creando così un effetto detto cascata o valanga che produce a sua volta impulsi di corrente rilevabili.

Lo strumento non fa altro che **contare tali impulsi**.





CAMERA A NEBBIA

«HOME MADE»

*PER LA VISUALIZZAZIONE
DI PARTICELLE ALFA, BETA
E DI RAGGI COSMICI*

Immaginiamo di osservare la scia di condensazione lasciata da un aereo che non riusciamo a scorgere in cielo.

Dalla scia possiamo dedurre alcune informazioni (quanti motori, traiettoria,...)





?



SCIE IN CAMERA A NEBBIA

Una camera a nebbia è un rivelatore di particelle.

Le particelle elementari sono i costituenti ultimi della materia.

Le particelle sono dotate di **energia e **quantità di moto** e perciò – sotto certe condizioni- molte di esse possono essere “viste” dai rivelatori, non direttamente, ma dagli effetti causati come, ad esempio, la ionizzazione nel caso di particelle cariche.**

Precedenti illustri

Una scoperta importante nel 1932
con la
CAMERA A NEBBIA:
il POSITRONE

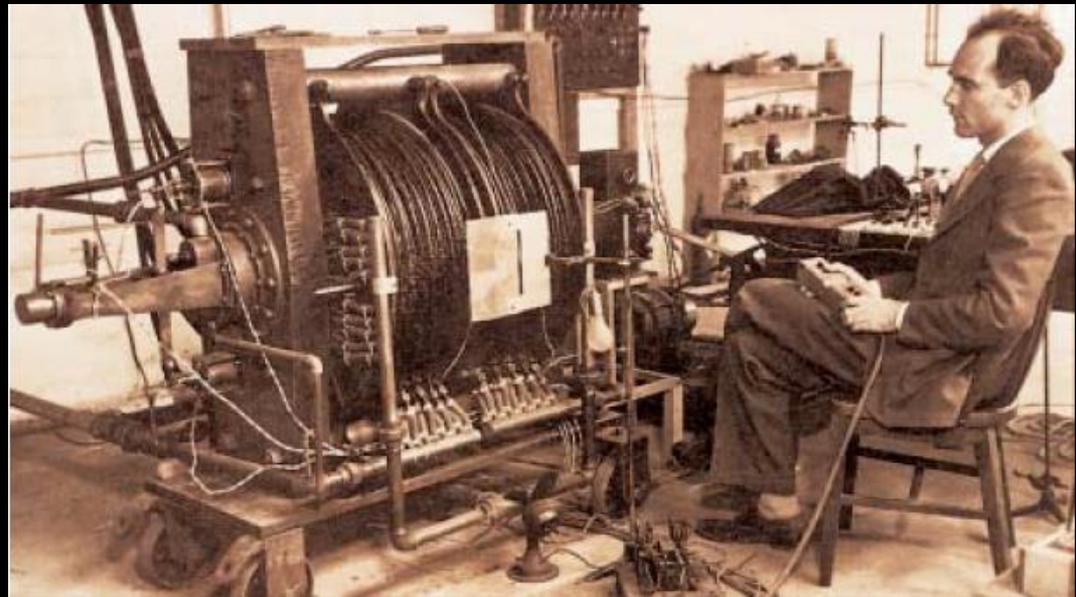
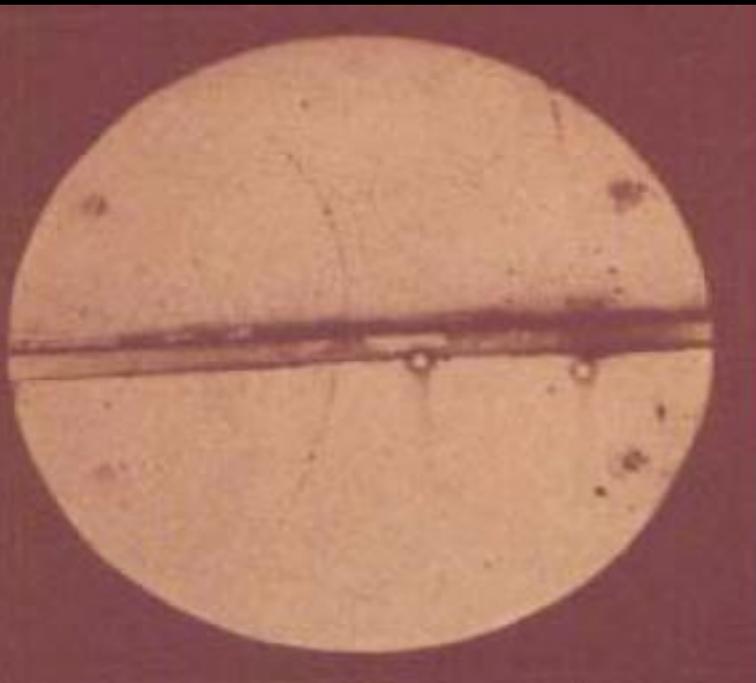
Carl David Anderson
Nobel Prize in Physics 1936
*"for his discovery of the
positron"*



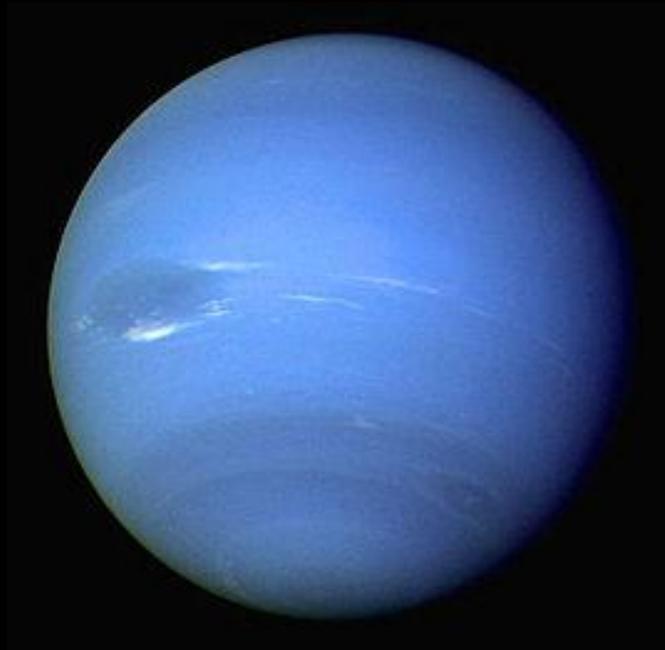
Particelle scoperte nei RC

Il positrone (1932)

Carl Anderson osservò delle particelle cariche positivamente, che lasciavano nella camera a nebbia la stessa traccia degli elettroni. I suoi risultati furono convalidati nel 1933 da P. Blackett e G. Occhialini che riconobbero in esse l'antielettrone (o positrone) **proposto teoricamente da Dirac**, osservando la conversione di fotoni di alta energia in coppie e^+e^- .



Nettuno
prima previsto e poi scoperto
1846
J.G. Galle



Plutone

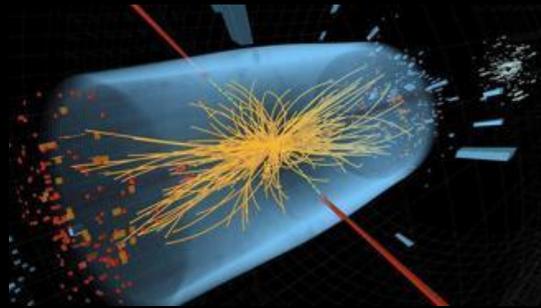
prima previsto e poi scoperto
1930
Clyde Tombaugh



4 luglio 2012

CERN:

Scoperta del bosone di Higgs

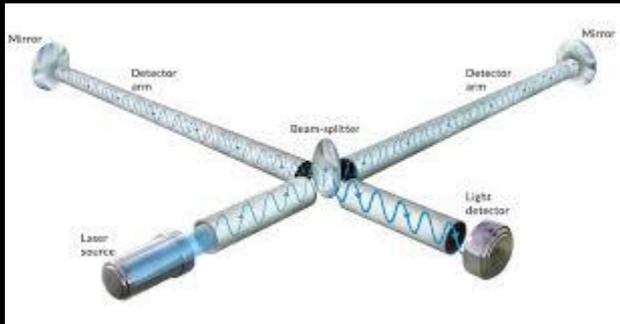


2013: premio Nobel per la fisica a
Peter Higgs e François Englert

1964: previsione dell'esistenza del bosone

14 settembre 2015
11 febbraio 2016 (annuncio)

USA, laboratori LIGO (interferometri)
Rilevazione delle onde gravitazionali



1916: Einstein
previsione delle onde gravitazionali

The Positive Electron

CARL D. ANDERSON, *California Institute of Technology, Pasadena, California*

(Received February 28, 1933)

Out of a group of 1300 photographs of cosmic-ray tracks in a vertical Wilson chamber 15 tracks were of positive particles which could not have a mass as great as that of the proton. From an examination of the energy-loss and ionization produced it is concluded that the charge is less than twice, and is probably exactly equal to, that of the proton. If these particles carry unit positive charge the

curvatures and ionizations produced require the mass to be less than twenty times the electron mass. These particles will be called positrons. Because they occur in groups associated with other tracks it is concluded that they must be secondary particles ejected from atomic nuclei.

Editor

ON August 2, 1932, during the course of photographing cosmic-ray tracks produced in a vertical Wilson chamber (magnetic field of 15,000 gauss) designed in the summer of 1930 by Professor R. A. Millikan and the writer, the tracks shown in Fig. 1 were obtained, which seemed to be interpretable only on the basis of

electrons happened to produce two tracks so placed as to give the impression of a single particle shooting through the lead plate. This assumption was dismissed on a probability basis, since a sharp track of this order of curvature under the experimental conditions prevailing occurred in the chamber only once in some 500

Una foto famosa: scoperta del **POSITRONE** nella camera a nebbia

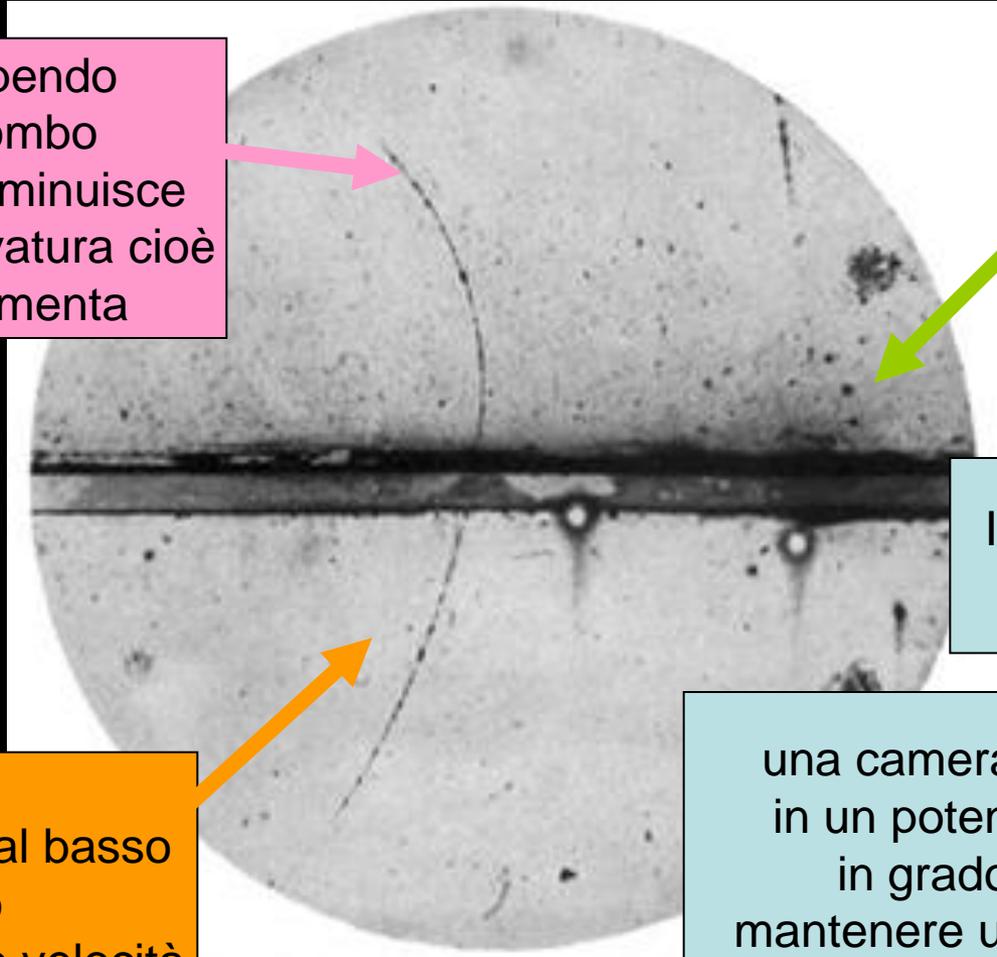
Il positrone colpendo la lastra di piombo perde velocità e diminuisce il suo raggio di curvatura cioè la curvatura aumenta

Lastra di piombo

Il campo magnetico è entrante

una camera a nebbia inserita in un potente elettromagnete in grado di generare e mantenere un campo magnetico uniforme fino a 15000 Gauss

Il positrone arriva dal basso con un certo raggio di curvatura e velocità

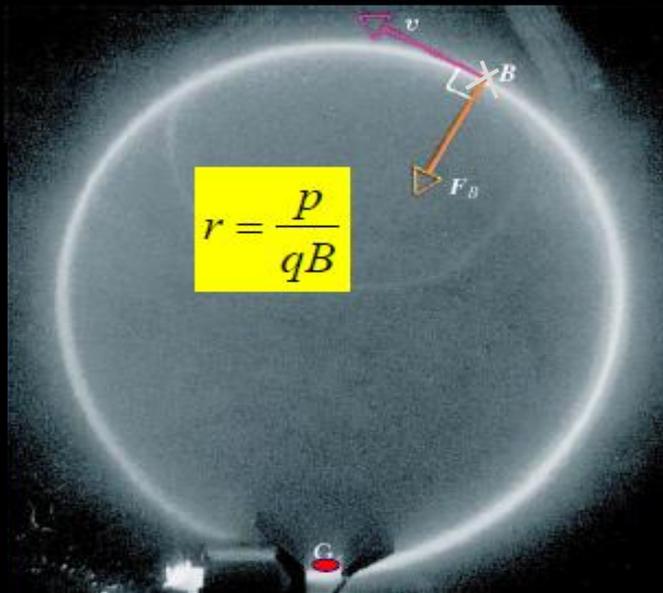


Moto di una particella carica in campo magnetico

$$qvB = F = ma = m \frac{v^2}{r} = \frac{pv}{r}$$

Forza di Lorentz *2^a Legge Newton* *moto circolare*

$$p = qBr$$



- Per la forza di Lorentz le particelle cariche si muovono su orbite circolari.
- Assumiamo una regione in cui \mathbf{B} è uniforme e costante; la particella entra con velocità ortogonale a \mathbf{B} .
- Misurando il raggio di curvatura, noto B , si ottiene p

- $B=15$ kG
- $\Delta x=6$ mm Pb
- $R_i=14$ cm
- $R_f=6$ cm

492

CARL D. ANDERSON

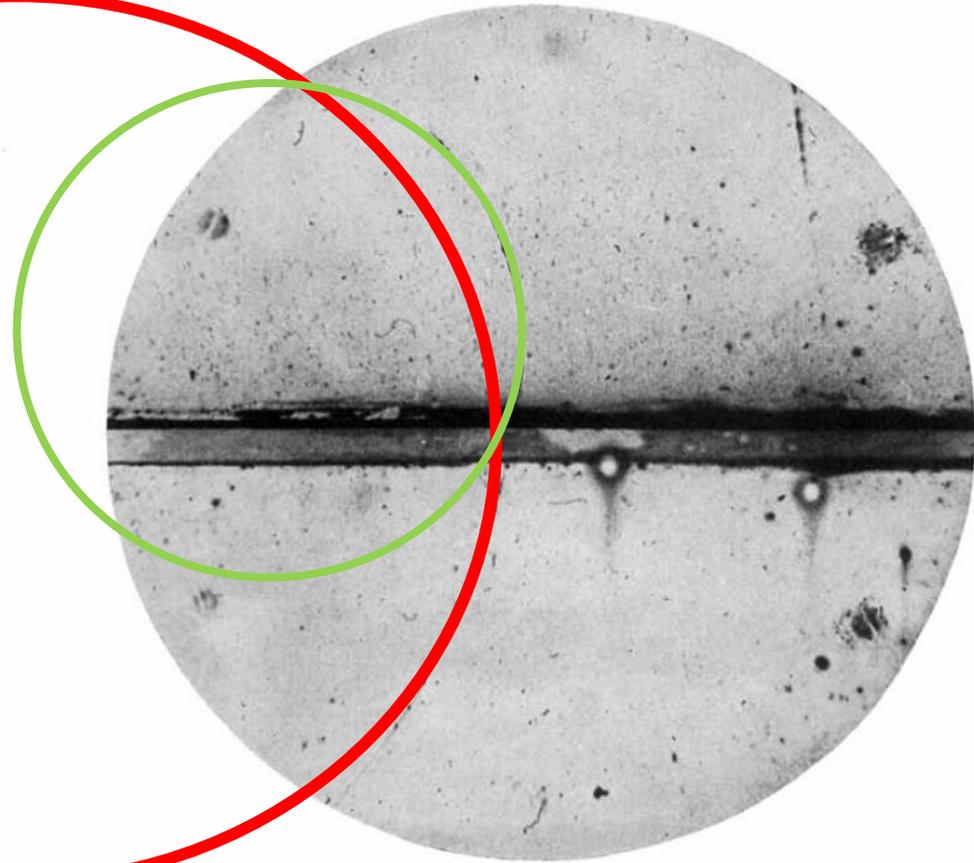


FIG. 1. A 63 million volt positron ($H\rho=2.1\times 10^5$ gauss-cm) passing through a 6 mm lead plate and emerging as a 23 million volt positron ($H\rho=7.5\times 10^4$ gauss-cm). The length of this latter path is at least ten times greater than the possible length of a proton path of this curvature.

Non è l'unico premio Nobel preso grazie a una camera a nebbia

1927

**Charles Thomson Rees Wilson :
Invenzione della camera a nebbia**

Prize motivation:

**"for his method of making the paths
of electrically charged particles
visible by condensation of
vapour"**



E NOI?

**Usiamo una camera a nebbia
a diffusione
(detta anche a sensibilità continua)**

DI QUALI PARTICELLE POSSIAMO VISUALIZZARE LA SCIA?

Qualunque particella carica
sufficientemente energetica può
lasciare una scia:

- **muoni di raggi cosmici secondari.**
- **particelle dovute alla radioattività ambientale elettroni (raggi beta) e nuclei di elio (particelle alfa emesse da radon...)**
- **materiali debolmente radioattivi**

- **Questa camera a nebbia è fondamentalmente un contenitore a tenuta d'aria riempito con una miscela di aria e vapore d'alcol.**

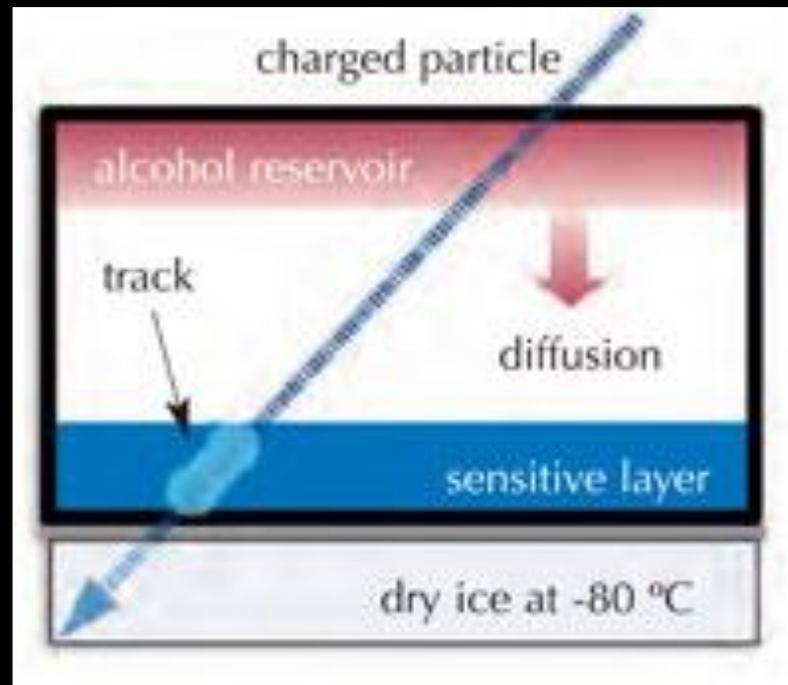
Nel nostro caso:

Una vaschetta per pesci rossi capovolta

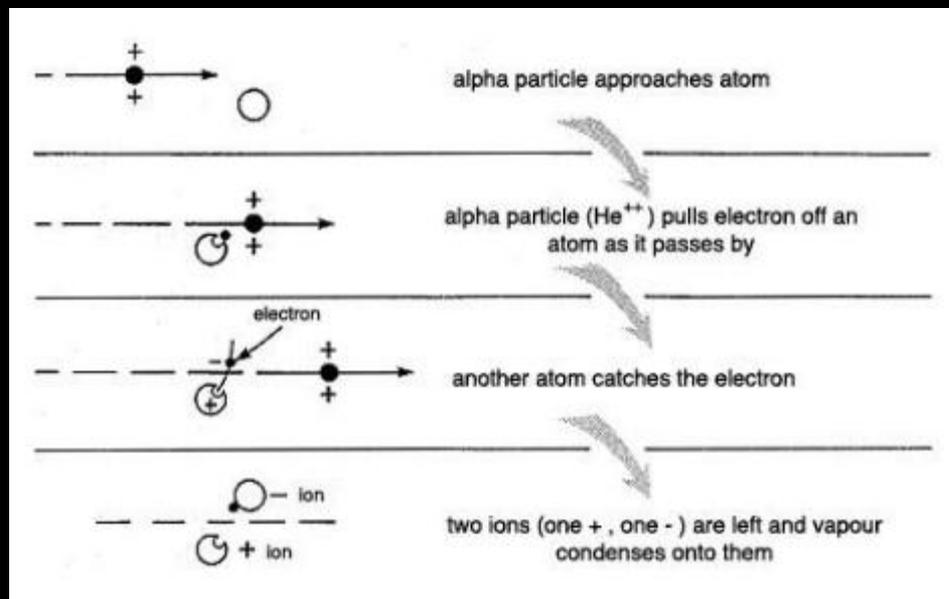


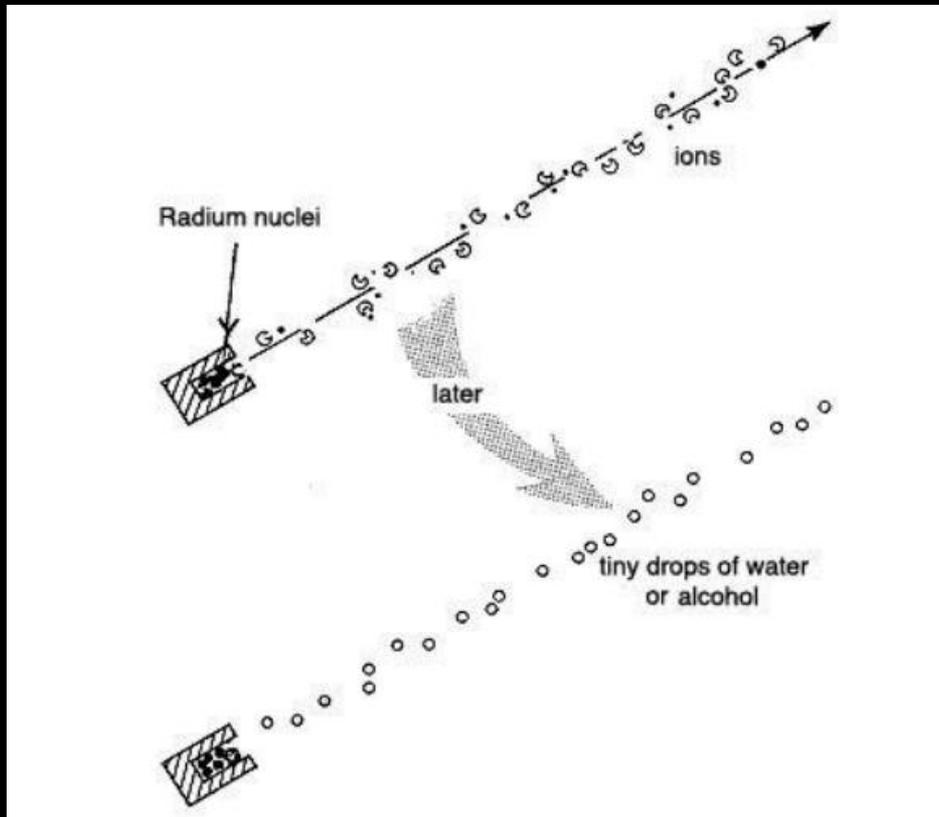
- **Da un cuscinetto posto all'interno della vaschetta in alto, l'alcol liquido evapora e si diffonde attraverso l'aria della camera.**
- **Raffreddando la base con ghiaccio secco (ghiaccio di anidride carbonica che è ad una temperatura costante di circa $-79\text{ }^{\circ}\text{C}$ mentre sublima) si ottiene un intenso gradiente di temperatura lungo la verticale. In questo modo si forma sul fondo una zona di vapore d'alcol sovrassatura.**
- **L'alcol è in forma di vapore, ma a una temperatura nella quale il vapore non può esistere: il sistema è instabile e ha una quantità di vapore d'alcol freddo in misura **maggiore di quella che può mantenere.****

Si mantiene la saturazione del gas continuando a fornire vapore con un cuscinetto imbevuto di alcol nella parte superiore della camera (la zona più calda), dal quale evapora e si diffonde verso il basso. L'operazione diventa praticamente continua.



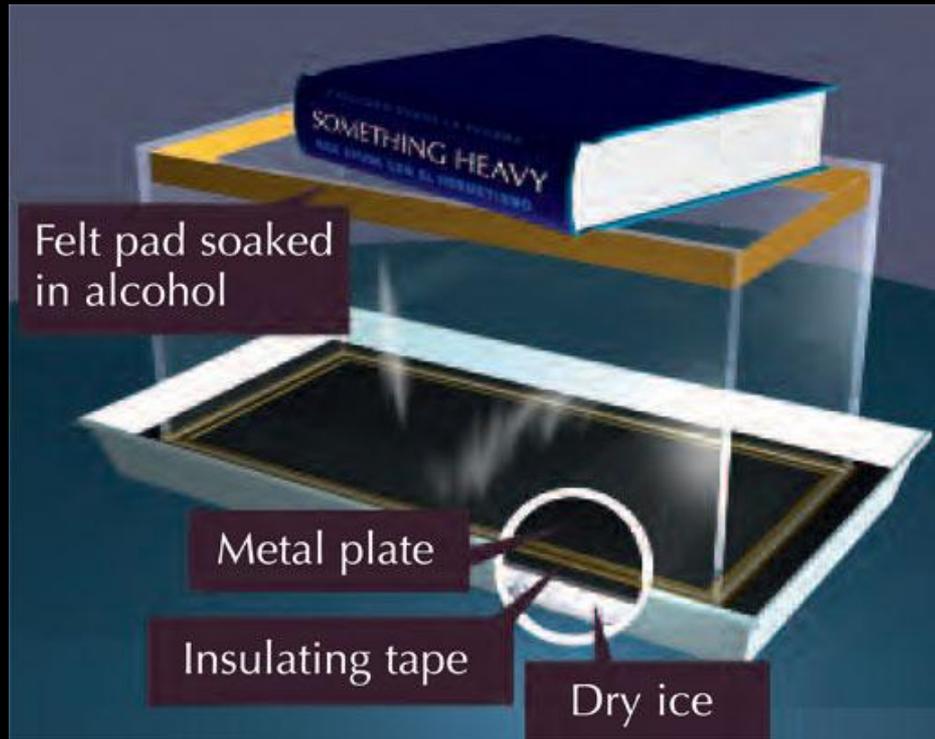
Il processo di condensazione scatta al passaggio della particella carica, ad esempio una particella alfa, con energia sufficiente a ionizzare atomi (con urto anelastico) lungo il cammino: vengono strappati elettroni all'atomo creando ioni con carica positiva. L'elettrone viene catturato da un altro atomo. Questi ioni positivi e negativi sono i nuclei di condensazione attorno ai quali possono formarsi goccioline grandi di liquido che formano una scia.





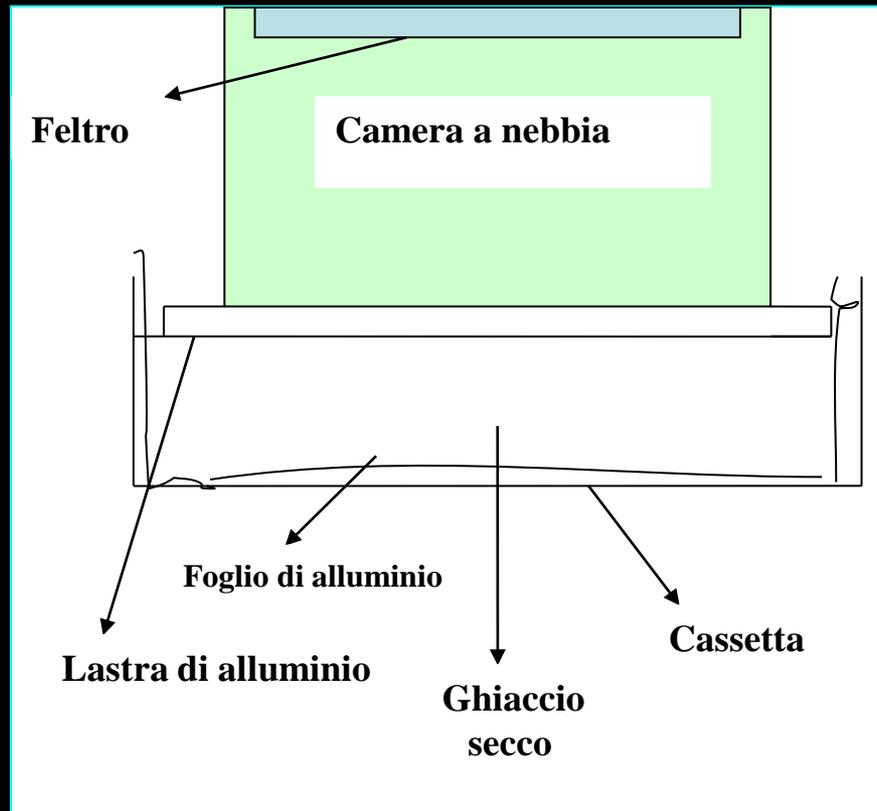
Quando la particella alfa perde tutta la sua energia nelle collisioni con le "molecole d'aria", si ferma e viene assorbita

MATERIALI PER IL LABORATORIO CAMERA A NEBBIA



- lastra nera, opaca di alluminio anodizzato
 - ghiaccio secco
 - alcool
 - torce elettriche
 - cassetta a fondo basso di legno
-
- vaschetta per pesci con base 30 cm x 20 cm, e altezza 20 cm con striscia di feltro incollata all'interno, nel fondo

MONTAGGIO



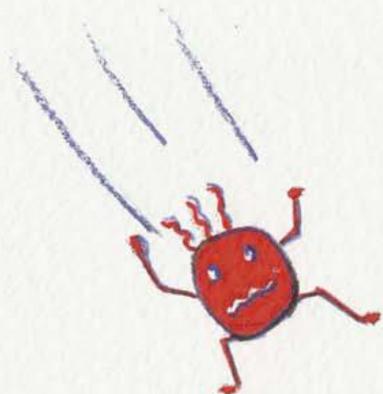
Cosa si può vedere

Nebbia a Faenza

ATTENZIONE

**La temperatura del ghiaccio secco è:
-79°C**

L'alcol è infiammabile



Buona fortuna e
buona caccia

