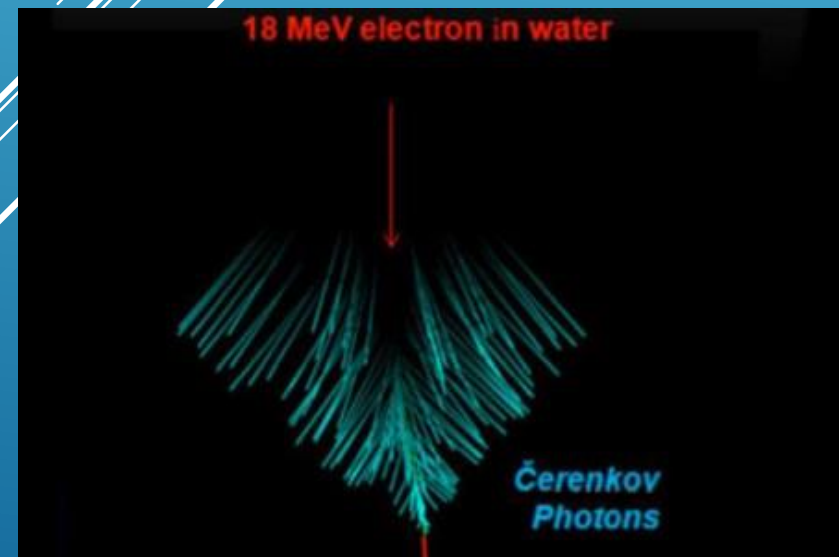


RIVELARE NEUTRINI

Una volta assodato che dall'universo possono arrivare flussi di neutrini e individuato quali possano esserne le sorgenti, è necessario cercare di capire come è possibile rivelare la presenza di neutrini e quali sono gli accorgimenti necessari a massimizzare il numero di eventi osservati.



RIVELARE NEUTRINI

L'idea è quella di sfruttare l'effetto Cherenkov in un mezzo trasparente, provocato dal passaggio di particelle cariche relativistiche prodotte dalle interazioni dei neutrini nel mezzo. I grandi vantaggi di questa scelta sono quelli di poter scegliere come mezzo per la produzione della radiazione Cherenkov l'acqua o il ghiaccio e questo significa avere grandi volumi naturali di cui servirsi senza dover costruire apparecchiature enormi. Per rivelare la luce Cherenkov si utilizzano Tubi Fotomoltiplicatori (Fototubi) immersi nel mezzo.



INTERAZIONI DEI NEUTRINI CON LA MATERIA

I neutrini interagiscono con i nuclei del mezzo attraversato soltanto tramite interazione debole mediante due tipi di reazioni: uno in cui viene prodotto un leptone (interazione di “Corrente Carica”, CC) e uno in cui viene prodotto un neutrino (interazione di “Corrente Neutra”, NC) un leptone (e , μ , τ). Con le interazioni “CC” otteniamo perciò un leptone, che se ha sufficiente energia può indurre la produzione di luce Cherenkov dalla quale si possono ricostruire la direzione e l'energia del leptone stesso e quindi del neutrino correlato.

INTERAZIONI DEI NEUTRINI CON LA MATERIA

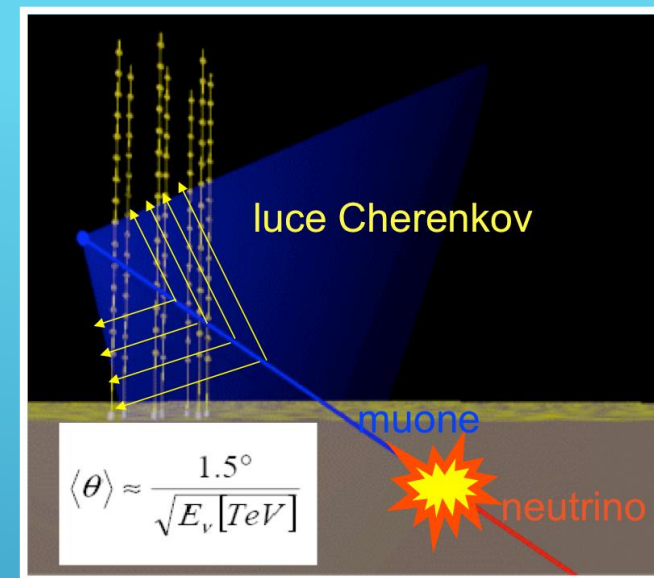
I leptoni sono di tre tipi e si comportano in modi diversi all'interno del mezzo. Il più interessante è certamente il muone, in quanto può percorrere un tratto molto lungo prima di decadere e può quindi essere rivelato anche quando la reazione avviene fuori dalla zona strumentata e può essere analizzato dagli strumenti con maggiore precisione. Gli elettroni invece provocano uno sciame elettromagnetico della dimensione di qualche metro, mentre i leptoni tau percorrono un breve tratto prima di decadere e provocare tipicamente uno sciame adronico.

Quando un ν_μ ha energia dell'ordine di ~ 1 TeV il muone prodotto nell'interazione "CC" ha mediamente $E_\mu \sim 500$ GeV e può percorrere in acqua più di 1 km. La sua direzione è facilmente ricostruibile ed è inoltre molto vicina a quella del neutrino da cui è prodotto.

L'EFFETTO CHERENKOV

L'effetto Cherenkov viene provocato dalle particelle cariche quando si muovono in un mezzo a velocità maggiore di quella della luce nel mezzo considerato. Una particella carica passando polarizza le molecole vicine generando un momento di dipolo, l'onda di luce si crea quando gli elettroni delle molecole alterate tornano al loro stato iniziale emettendo fotoni che si “sommano coerentemente” sulla superficie di un cono (detto cono Cherenkov).

Il numero di fotoni per metro calcolato nell'intervallo di lunghezze d'onda (cioè 300 – 600nm) in cui i fototubi sono sensibili è $3,5 \cdot 10^4$.

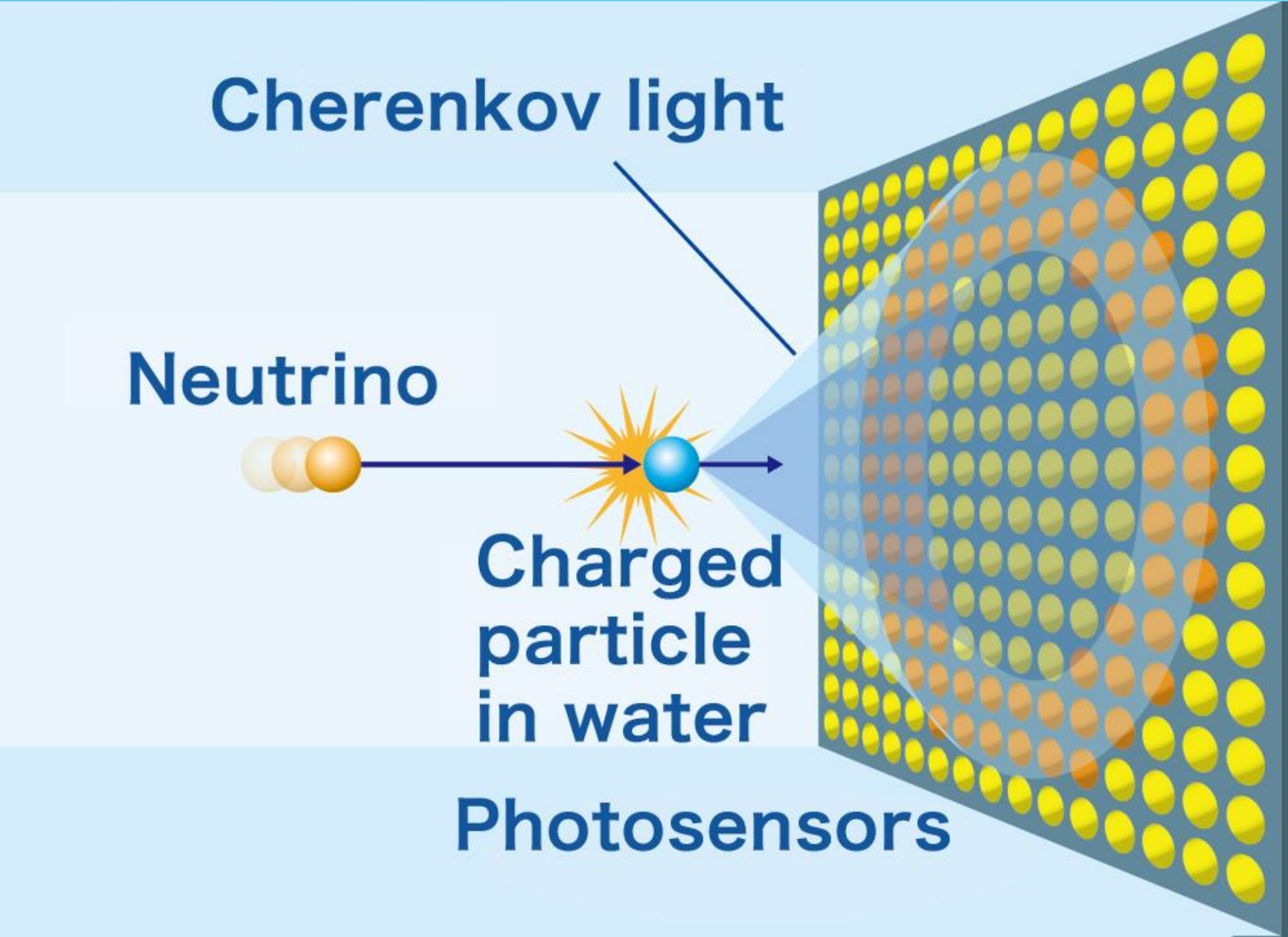


Cherenkov light

Neutrino

**Charged
particle
in water**

Photosensors



The diagram illustrates the detection of a neutrino. On the left, a neutrino, represented by three small orange spheres, travels from left to right along a horizontal path. It strikes a blue sphere, which represents a charged particle in water. At the point of impact, a bright orange starburst indicates the release of energy. From this interaction point, a cone of light, labeled 'Cherenkov light', expands outwards. This light cone strikes a large, rectangular array of photosensors on the right. The photosensors are depicted as a grid of yellow and orange circles. The entire scene is set against a light blue background, with a darker blue area on the far right containing white diagonal lines.

