

I fotoni e l'effetto fotoelettrico

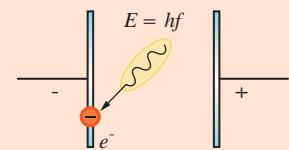
Riferimento alle Indicazioni nazionali e al programma

Nelle Indicazioni nazionali del liceo scientifico, relativamente alla Fisica per il quinto anno, è specificato che: "L'affermarsi del modello del quanto di luce potrà essere introdotto attraverso lo studio della radiazione termica e dell'ipotesi di Planck (affrontati anche solo in modo qualitativo), e sarà sviluppato da un lato con lo studio dell'effetto fotoelettrico e della sua interpretazione da parte di Einstein..."; nella relazione di lavoro annuale svolto, che è parte integrante del documento del consiglio di classe, è indicato il tema dell'effetto fotoelettrico e delle sue applicazioni in tutte le sue articolazioni, all'interno dello studio della meccanica quantistica a partire dalla radiazione di corpo nero e dall'ipotesi di Planck.



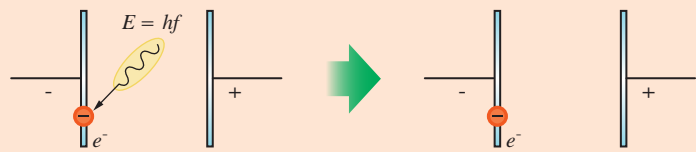
Lo schema che segue riassume le caratteristiche principali dell'effetto fotoelettrico.

Quando la radiazione incide sulla lastra metallica ciascun fotone interagisce con un elettrone e gli trasferisce la sua energia $E = hf$.



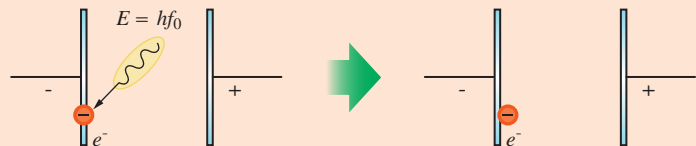
- 1 Se l'energia del fotone è inferiore al lavoro di estrazione L_0 del metallo, l'elettrone non viene estratto e rimane confinato nel metallo.

$E < L_0, f < f_0$ l'elettrone non viene emesso



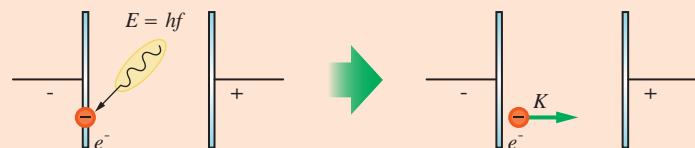
- 2 Se l'energia del fotone è pari al lavoro di estrazione L_0 del metallo, l'elettrone viene estratto ma non accelerato.

$E = L_0, f = f_0$ l'elettrone viene estratto ma non accelerato



- 3 Se l'energia del fotone è maggiore del lavoro di estrazione L_0 del metallo, l'elettrone viene estratto e in più acquista una certa energia cinetica. L'energia $E = hf$ del fotone viene spesa in parte in lavoro di estrazione e la rimanente in energia cinetica dell'elettrone: $hf = L_0 + K$.

$E > L_0, f > f_0$ l'elettrone viene estratto e acquista energia cinetica



Competenze da sviluppare, conoscenze di base, eventuali collegamenti

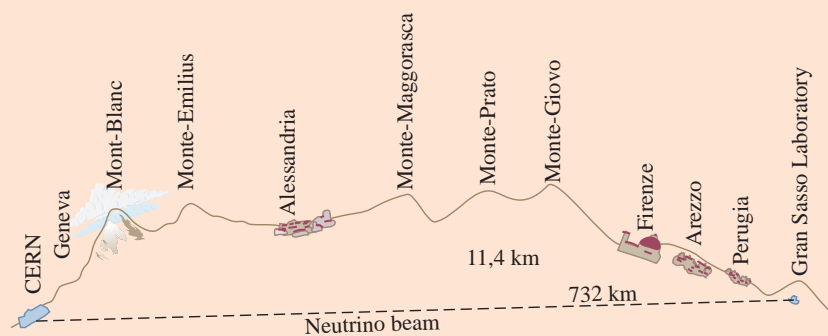
A partire dal supporto grafico che viene fornito, il candidato illustri il fenomeno dell'effetto fotoelettrico, l'interpretazione fornita da Einstein e il suo utilizzo tramite esempi reali. Non si trascuri l'uso dei termini scientifici appropriati e il formalismo matematico. L'esaminando può poi discutere della nascita della meccanica quantistica e del suo impatto sul pensiero filosofico o sulla natura e della luce.

In theory, we can calculate a neutrino's speed by measuring the distance that it travels and in a certain time. We could then compare this velocity with the speed of light.

A similar experiment has been performed by a collaboration between two important scientific groups; CERN in Geneva and Laboratori Nazionali del Gran Sasso in Italy. This is called the OPERA collaboration. In this experiment, neutrinos were fired from a source at CERN and **detected** by scientists at Gran Sasso. That's a distance of 732 km and the neutrinos arrived after only 2.43928 ms. That's very fast! Initially the scientists thought that the neutrinos travelled faster than the speed of light; however, they did the calculations again and **realised** that they made a **mistake**.

The neutrinos were travelling very close to the speed of light, but not faster!

We have also observed neutrinos that are not on Earth. In 1987, scientists observed the explosion of a supernova in another galaxy (called the *Large Magellanic Cloud*) which is 150 000 light years away. This means that the explosion happened 150 000 years before 1987! The explosion produced an enormous number of neutrinos. Around 20 of those neutrinos arrived at three observation stations on Earth. Their calculations showed that the neutrinos travelled at the same speed as light, with a precision of one part in a billion.



A graphical representation of the OPERA experiment.

The Large Magellanic Cloud galaxy which is 150 000 light years away.

Competenze da sviluppare, conoscenze di base, eventuali collegamenti

Starting from the provided document, the candidate should present a complete analysis regarding the impossibility for a particle to travel faster than the speed of light. Appropriate scientific language and correct mathematical formalism are required. The candidate may expand the dissertation with a brief explanation of the theory of special relativity and its implications.