



ASTRO NEWS

Notiziario n. 35
Equinozio di primavera 2007

CHE BELLA ECLISSE !!

V. Cossavella

Questa volta le condizioni meteo sono state favorevoli, anzi, molto favorevoli. L'eclisse di Luna del 3 Marzo 2007 è stata una delle più belle degli ultimi vent'anni e lo testimoniano i numerosi resoconti e le altrettanto belle fotografie fatte da chi non ha voluto perdersi questo meraviglioso spettacolo della natura.

Anche il G.A.E. non ha voluto essere da meno e, per l'occasione, ha organizzato, presso la propria sede, una serata osservativa con telescopi, macchine fotografiche e videocamera. Il cielo era tersissimo, grazie anche ad un venticello costante ma fastidioso, e la Luna sembrava disegnata sulla volta celeste: non si poteva chiedere di meglio a "Madre Natura".

Già alle 21.30 il piazzale antistante la Chiesa di S. Giovanni Battista brulicava di persone, curiose di seguire l'evento guidate dai ns. soci che, numerosi, si sono prodigati in mille spiegazioni e delucidazioni verso chi cercava di interpretare il fenomeno in modo chiaro e scientifico senza quel contorno di "storielle e favole" che di solito circondano questo tipo di eventi.

In effetti, quella sera, ho potuto constatare personalmente che certe "dicerie" sono ancora, purtroppo, all'ordine del giorno e, al pari dei vari oroscopi, ancora molto diffuse.

Alle 22.30 si intravedeva già l'ombra della Terra che, piano piano, si allungava sulla superficie lunare, fino a quando, alle ore 24.20 locali la Luna si è eclissata completamente, assumendo quel caratteristico colore rossastro che caratterizza le eclissi totali quando il cielo è terso e senza la presenza di smog in atmosfera.

La cinquantina di persone intervenute alla serata sono rimaste molto gratificate dal fenomeno celeste e, tra un cioccolatino ed una bevanda ristoratrice, si è potuto osservare anche un po' di cielo profondo durante la totalità del fenomeno.

Una serata riuscita perfettamente, in tutti i sensi. Alla prossima.....

In fisica, il **fotone** (dal greco φως "phos", che significa *luce*) è considerato una delle particelle elementari. Il termine fu infatti coniato da Gilbert Lewis nel 1926. Normalmente al fotone è associato al simbolo γ (gamma), ma bisogna precisare subito che questa identificazione avviene solo per i fotoni delle alte energie, mentre per i fotoni con livello di energia immediatamente inferiore, come ad esempio i raggi X, si utilizza il simbolo X .

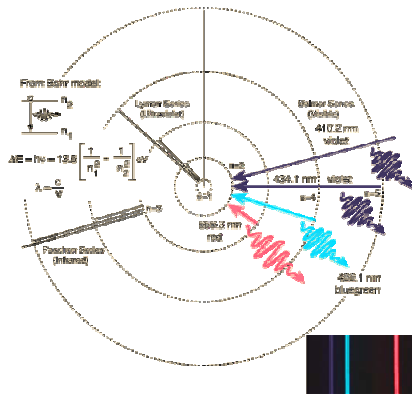
Proprietà dei Fotoni

I fotoni vengono spesso associati soltanto con la luce visibile, (alla quale sono correlati solo per uno stretto spettro di frequenze), ma in realtà, essi possono essere associati ad ogni tipo di radiazione elettromagnetica. Bisogna precisare subito che la radiazione che riscontriamo comunemente, non corrisponde a fotoni puri, ma a sovrapposizioni di differenti fotoni.

Possiamo avere infatti:

- **sovrapposizioni coerenti** (dette anche stati coerenti) che descrivono la luce coerente, come quella emessa da un laser ideale;
- **sovrapposizioni caotiche** (dette anche stati termici) che descrivono la luce in equilibrio termico (tipico esempio è la radiazione del corpo nero).

I fotoni possono essere prodotti in molti modi, inclusa l'emissione da elettroni che cambiano di stato orbitale.



I Fotoni possono essere anche creati per transizione nucleare, annichilazione particella-antiparticella o qualsiasi fluttuazione del campo elettromagnetico.

In accordo con il così detto dualismo onda-corpuscolo descritto dalla meccanica quantistica, è naturale per il fotone mostrare uno dei due aspetti della sua natura, a seconda della strumentazione usata per rilevarlo:

- se ad esempio viene rilevato da un fotomoltiplicatore, il fotone agisce come una particella;
- se osservato con strumentazione ottica, esso si comporta come un'onda (fenomeni di diffrazione e interferenza).

Lo stato quantico associato ad un fotone è lo stato di Fock, e è indicato con $|n\rangle$, che significa n fotoni nel

campo elettromagnetico modale. Se il campo è multimodo, il suo stato quantico è un prodotto tensoriale degli stati fotonici, ad esempio,

$$|n_{k_0}\rangle \otimes |n_{k_1}\rangle \otimes \dots \otimes |n_{k_n}\rangle \dots$$

(indichiamo con k_i il possibile momento dei modi e con n_{k_i} il numero di fotoni in un dato modo).

Proprietà dei Fotoni

Essendo ritenuti particelle fondamentali, la vita dei fotoni è infinita: possono infatti essere creati e distrutti interagendo con altre particelle, ma non è noto che possano decadere spontaneamente.

I Fotoni, hanno spin 1 e sono quindi classificati come bosoni. Hanno massa invariante pari a zero ma una quantità di energia definita (e finita) alla velocità della luce. Nonostante ciò, la teoria della relatività generale ci dice che sono influenzati dalla gravità, e questo è stato confermato dalle osservazioni.

Secondo le teorie fisiche accreditate, *una particella non relativistica* di spin 1 è dotata di tre possibili proiezioni (o stati) dello spin (-1, 0 e +1). Tuttavia il fotone, ha solo due proiezioni di spin, in quanto la proiezione zero richiede che il fotone sia fermo, e questa in accordo con la teoria della relatività, non è possibile.

Ma come si comportano i fotoni nel vuoto?

Nel vuoto, i fotoni si muovono alla velocità della luce c , definita pari a 299.792.458 m/s (ovvero

$$c = \sqrt{\frac{1}{\epsilon_0 \mu_0}}$$

dove le costanti ϵ_0 e μ_0 sono la costante dielettrica e la permeabilità magnetica nel vuoto, e si può stimare una velocità di circa 3×10^8 m/s.

I Fotoni nella Materia

Nella Materia i fotoni si comportano diversamente, in base alle eccitazioni del mezzo che incontrano e con il quale interagiscono. Quando ad esempio si accoppiano ai fononi o agli eccitoni, il risultato di questa interazione, produce i polaritoni.

Quando questa interazione avviene, i fotoni acquisiscono una massa effettiva, e quindi la loro velocità scende sotto quella della luce nel vuoto.

Esistono diversi meccanismi di interazione Fotoni-Materia o Radiazione-Materia.

A seconda dell'energia dei fotoni incidenti, gli effetti più probabili possono essere schematizzati come segue:

- 1 eV–100 keV Effetto fotoelettrico,
- 100 keV–1 MeV Effetto Compton,
- 1,022 MeV in poi Produzione di coppia.

L'effetto Compton descrive l'urto tra un fotone ed un elettrone. Il fenomeno fu osservato per la prima volta da Arthur Compton nel 1923 e divenne ben presto uno dei capisaldi per la descrizione quantistica della luce.

L'esperimento che Compton realizzò, consisteva nell'inviare un fascio di luce su un oggetto ed osservarne la diffusione. Il fisico statunitense osservò che i fotoni con alta energia (fra gli 0,5 ed i 3,5 MeV), che passavano all'interno del materiale, subivano una perdita di energia, ovvero viravano verso il rosso.

Questo effetto può essere spiegato semplicemente: bisogna pensare ai fotoni come a particelle che, per riuscire a superare gli elettroni presenti negli atomi, sono costretti a cedere loro parte della loro energia. Per ridurre il paradosso che confutava la teoria ondulatoria della luce descritta dalle equazioni di Maxwell, si è dovuto introdurre una soluzione basata sulla teoria quantistica della luce.

Dal punto di vista matematico, l'Effetto Compton può essere così rappresentato: si devono impostare le equazioni di un urto tra un fotone, inteso come particella, ed un elettrone.

Posti φ e ψ gli angoli rispettivamente di deviazione della direzione iniziale del fotone e dell'elettrone finale, e dette ν e ν' le frequenze iniziale e finale della luce, andiamo ad impostare un sistema di equazioni che tenga conto delle conservazioni dell'energia e del momento:

$$h\nu + m_0c^2 = h\nu' + mc^2$$

$$\frac{h\nu}{c} = \frac{h\nu'}{c} \cos \varphi + mv \cos \psi$$

$$0 = \frac{h\nu'}{c} \sin \varphi - mv \sin \psi$$

dove ν è la velocità dell'elettrone uscente, h la costante di Planck, c la velocità della luce, m_0 la massa

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

a riposo dell'elettrone e la massa relativistica dell'elettrone.

Risolvendo il sistema di equazioni, si ottiene una variazione della lunghezza d'onda ($\lambda = c\nu^{-1}$) del

fotone pari a:

$$\Delta\lambda = \lambda_0 (1 - \cos \varphi)$$

dove

$$\lambda_0 = \frac{h}{m_0c}$$

è detta **lunghezza d'onda Compton**, ed il suo valore approssimato è 2,43 pm oppure $2,43 \cdot 10^{-12}$ m.

La scoperta e la soluzione matematica di questo principio, ha portato molti aspetti positivi per quanto riguarda le teorie sulla luce poiché:

- è grazie a questo effetto che ha avuto inizio il dibattito sulla dualità onda-particella;
- si è verificato che il fotone iniziale e quello finale non sono gli stessi ma due diversi, perché diversa è la loro energia e quindi frequenza.

La differenza tra la lunghezza d'onda del fotone e dell'elettrone dopo l'urto si chiama **Spostamento Compton** ed è tanto maggiore quanto più è ampio l'angolo da cui si osserva il fenomeno (ovvero dipende da dove è posizionato il rilevatore rispetto alla normale traiettoria del fotone prima dell'urto).

Nell'Universo però, si è potuto riscontrare un paradosso di questa teoria e cioè:

quando un fotone a bassa energia ed un elettrone ad elevata energia interagiscono, è l'elettrone a cedere energia. Questo principio viene chiamato:

“Effetto Compton inverso” e si realizza quando l'energia del fotone è molto più piccola di quella dell'elettrone.

Questo è facilmente riscontrabile: quando un elettrone di altissima energia, ad esempio generato dai raggi cosmici, interagisce con un fotone a bassa energia quale ad esempio quello dovuto alla radiazione cosmica di fondo. Avendo carica energetica più alta, sarà l'elettrone a cedere energia al fotone. E' questo importantissimo processo che permette di generare fasci di fotoni ad alta energia (centinaia di MeV).



“Avviciniamoci all'Astronomia”

Il Gruppo Astrofili Eporediesi "G.B. Beccaria" organizza il 4° corso di astronomia basilare "avviciniamoci all'astronomia".

Le lezioni si terranno nella sede del G.A.E. sita nei locali sottostanti la chiesa di S. Giovanni Battista nel quartiere S. Giovanni, piazza Boves, ad Ivrea.

Il corso si articolerà su 15 lezioni a partire da **venerdì 13 aprile 2007** (ore 21.00).

Le lezioni teoriche si alterneranno ad osservazioni pratiche sul campo con gli strumenti messi a disposizione dal G.A.E..

La partecipazione al corso è libera a tutti ed è subordinata all'iscrizione al G.A.E. come socio ordinario.

Eventuali uscite presso osservatori e/o musei, non sono compresi nel costo dell'iscrizione.

Per ulteriori informazioni consultate il nostro sito <http://www.ivreastrofili.it>

Le persone interessate possono rivolgersi alla segreteria telefonando al numero: 0125-713963 o al seguente indirizzo e-mail: astromary@tele2.it o segreteria@ivreastrofili.it entro il 13 aprile 2007.

a tutti un cordiale invito.



In questo numero abbiamo allegato un questionario che ci serve per orientare i contenuti del suddetto corso, vi chiediamo cortesemente di compilarlo e di consegnarcelo alla prima occasione.

Il direttivo vi ringrazia della collaborazione e arrivederci a presto.

Astro News

E' il bollettino d'informazione destinato ai soci de Gruppo Astrofili Eporediesi ed ai suoi simpatizzanti.

Hanno collaborato: Valter Cossavella, Diego Tasselli.

COMPOSIZIONE E STAMPA IN PROPRIO Impaginazione *R. Stivaletti*

Sito internet: <http://www.ivreastrofili.it> Email: segreteria@ivreastrofili.it