



Carlo Niccolai (carlopavana)

LA VELOCITÀ DELLA LUCE, LA CIOCCOLATA ED UN FORNO A MICROONDE!

8 October 2021

Come misurare la velocità della luce ... Utilizzando una tavoletta di cioccolata!

Premessa

Prima del XVII secolo la velocità della luce, rappresentata dalla lettera **C**, veniva considerata infinita e pertanto si credeva che la luce fosse trasmessa istantaneamente.

L'esperimento di Galileo Galilei

Galileo Galilei dubitava che la velocità della luce fosse infinita, e, da buon sperimentatore, ideò un esperimento.

Il suo progetto prevedeva l'aiuto di un suo allievo e di due lanterne.

Galileo e il suo discepolo si sistemarono su due collinette, a una distanza di circa un miglio, con le due lanterne schermate. Quando Galileo scopriva la sua lanterna l'allievo appena vista la luce della lanterna di Galileo avrebbe dovuto fare lo stesso. In tal modo si pensava di poter misurare il tempo trascorso tra l'accensione di una lanterna e la visione della luce di risposta e di conseguenza la velocità della luce.

I risultati furono così ingestibili, talmente variabili che il dubbio rimase se la velocità della luce fosse o meno infinita.

Oggi è ben chiaro che i tempi di reazione degli osservatori erano assai maggiori del tempo di viaggio della luce tra le due persone.

La prima misura abbastanza realistica

Piccola storia della determinazione della velocità della luce

Data	Autore	Metodo	Risultato (Km/sec)	Errore
1676	Olaus Roemer	Satelliti di Giove	214.000	
1726	James Bradley	Aberrazione stellare	301.000	
1849	Armand Fizeau	Ruote dentate	315.000	
1862	Leon Foucault	Specchio rotante	298.000	±500
1879	Albert Michelson	Specchio rotante	299.910	±50

1926	Albert Michelson	Specchio rotante	299.796	± 4
1947	Essen, Gorden-Smith	Risuonatore a cavità	299.792	± 3
1958	K. D. Froome	Interferometro radio	299.792.5	± 0.1
1973	Evanson	Laser	299.792,4574	± 0.001
1983		Valore adottato	299.792,458	
????	???	???	???	???

Come nasce questo esperimento

Questo lavoro, se così si può chiamare, realizzato attorno al 2010, nasce da una scommessa con un gruppo di giovani studenti che incontrai in una giornata di studio. Uno di loro mi disse che non era facile fare esperimenti e ricerca dato che la strumentazione necessaria oggi è costosa e poco disponibile. Proposi allora questa scommessa. In un mese avrei realizzato la misura della costante di Planck e la misura della velocità della luce, con una precisione entro il 5% senza alcuna strumentazione di laboratorio, basandomi su fantasia e attrezzatura da cantina.

Ipotesi di lavoro

Lo scopo di questo esperimento è quello di misurare la velocità della luce utilizzando dei prodotti alimentari (tra gli altri cioccolata, formaggi, pappadums, piadine o marshmallow), un forno a microonde, un calibro digitale misurando il rapporto tra la velocità delle onde elettromagnetiche (in questo caso microonde), la loro lunghezza d'onda (frequenza).

La cioccolata si presta molto bene per le sue caratteristiche fisiche, ma si può usare anche il burro e le piadine. Personalmente preferisco la cioccolata purché sia amara e fondente.

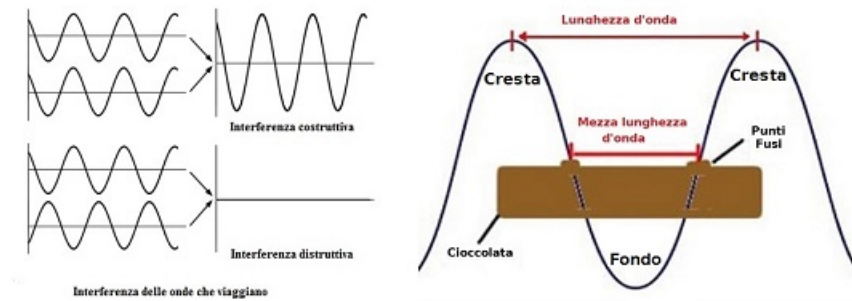
Mi si può obiettare che non misuro la luce ma una radiazione a microonde. Le radiazioni a microonde sono radiazioni elettromagnetiche come la luce visibile. L'unica differenza è la frequenza o lunghezza d'onda. E tutte le onde elettromagnetiche viaggiano alla velocità della luce. Quindi in realtà è misurata la stessa velocità.

Godiamoci l'esperimento e mangiamo con gusto il cibo.

Uno dei principali svantaggi dei forni a microonde sono i punti caldi che si producono, cioè la radiazione in micro onde si concentra in alcuni punti, che si scaldano molto, mentre altre zone del forno rimangono fredde. Un esperimento crudele, da non fare, ma perfettamente conosciuto è quello delle formiche. Se mettiamo delle formiche vive all'interno di un forno a microonde non muoiono in quanto appena sentono la temperatura crescere si spostano nei punti freddi. Questo è il motivo tecnico per cui il piatto portavivande ruota, così si cerca di distribuire i punti caldi nel modo più uniforme possibile.

Nel mio esperimento uso la distanza tra due punti caldi per calcolare la velocità della luce.

La scienza dietro l'esperimento



Le onde nel cioccolato

Io raccomando di leggere questo libro

<http://www.introni.it/pdf/Dilda%20-%20Microonde%201956.pdf>

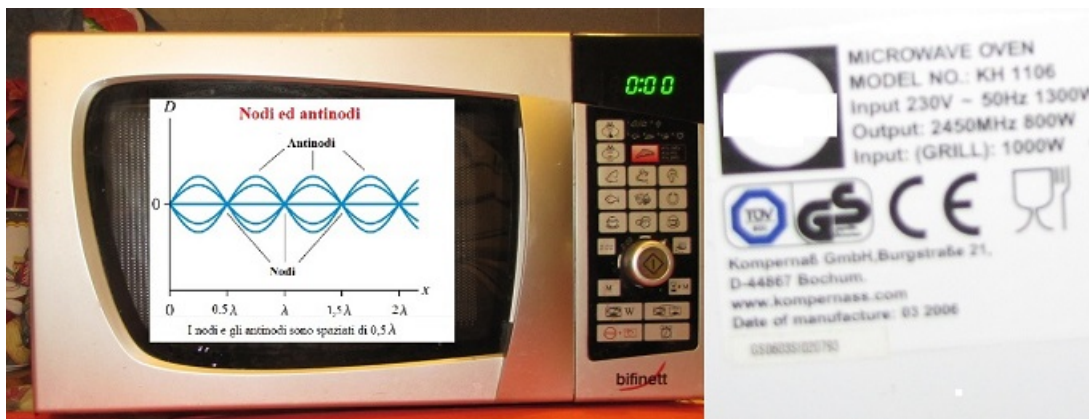
per avere una idea chiara delle onde stazionarie.

La radiazione a microonde si riflette sulle superfici metalliche interne del forno e interagisce con tutta la radiazione riflessa in modo tale che dei punti caldi e freddi si formano all'interno del forno. Il fenomeno responsabile di questo è l'interferenza delle onde come mostrato nella figura.

Se le onde si sovrappongono in modo che le creste che corrispondano l'una con l'altro, interferiscono costruttivamente e formeranno un punto caldo, se le onde interferiscono distruttivamente il risultato sarà un punto freddo.

Come detto in precedenza il riscaldamento irregolare causato da questi effetti viene significativamente ridotto utilizzando una piattaforma ruotante per riscaldare il nostro cibo.

Se due onde viaggiano in direzioni opposte interferiscono in modo tale da creare una onda stazionaria. Molte delle onde in un forno a microonde sono onde stazionarie. Queste onde sono stazionarie nello spazio ma l'ampiezza cambia nel tempo. I nodi nascono dalla interferenza distruttiva e sono punti freddi, i ventri nascono dalla interferenza costruttiva e sono punti caldi. Si può vedere dal grafico che i punti caldi sono distanti mezza lunghezza d'onda.



ey-fxb.jpg

La velocità di qualsiasi onda può essere determinata sfruttando questa relazione:

$$C = \lambda * f$$

ove

C è la velocità (metri / sec)

λ è la lunghezza d'onda in metri

f è la frequenza in cicli al secondo

Tralascio una discussione sulle onde stazionarie, ma in rete si trovano molti link per chi volesse approfondire l'argomento.

Ecco quello che serve per questo esperimento.

Una tavoletta di cioccolato.

Io ne ho prese quattro in modo da essere sicuro di realizzare l'esperimento facendo molti test per avere dei dati statisticamente significativi. L'esperienza mi conferma che più grande è la tavoletta di cioccolato e meglio riesce l'esperimento. I meno perfezionisti possono anche usare mini-marshmallow, scaglie di cioccolato, pappadums, formaggio grattugiato, piadine o alimenti che si sciolgono. Io ritengo che tra le altre sue virtù la cioccolata migliori le qualità intellettive dello sperimentatore, ma molti potrebbero insinuare che sono di parte.



Le tavolette di cioccolato usate per l'esperimento

Un forno a microonde.

Un piatto (una scodella)

Per coprire il perno che fa ruotare il portavivande del forno a microonde, di almeno 30 cm di diametro (più è grande e meglio è)

Un calibro digitale.

Occhiali di sicurezza.

Questo esperimento non è pericoloso, ma con gli occhiali si assume un'aura di importanza e credibilità quando si effettua qualsiasi esperimento.

Io me medesimo.

Ma potrei essere sostituito da qualsiasi altra persona. Questa affermazione la contesto fortemente dato che a me la cioccolata piace e voglio cannibalizzare i miei esperimenti.

Metodo e tempistica di lavoro.



ey-fxd.jpg

1. Assaggiare il cioccolato.

Io so quello che voglio, e per misurare la velocità della luce utilizzando cioccolato mi debbo accertare della qualità del prodotto. Inoltre credo che l'esperimento riuscirà meglio con l'animo ben disposto. Basta ricordare che metto a nudo il mio cioccolato, lo provo e misuro una costante fondamentale della fisica.

$$E=mc^2$$

la famosa equazione di Einstein? La C sta per la velocità di luce. Non ho bisogno di attrezzature importantissime per misurarla, tutto ciò che mi serve è un forno a microonde, un calibro, un barra di cioccolato e due stuzzicadenti. La cioccolata poi la mangio per assorbire l'aura dell'esperimento.

2. Preparo il forno.

Giro il forno a microonde e dietro cerco la targhetta che mi informa sul valore della frequenza di funzionamento. Il mio indica

2450MHz

Tolgo l'intero vassoio rotante dal forno a microonde. Metto un piatto rovesciato sopra il perno rotante del motore, non deve girare niente altrimenti il cioccolato si cuoce in modo uniforme. Per precauzione tengo per circa un'ora la cioccolata e la pirofila nel freezer in modo che sia molto evidente la presenza dei punti caldi quando accenderò il forno. Metto il cioccolato col la parte piana

rivolta verso l'alto nel fondo di una pirofila di vetro pirex. Metto la pirofila nel forno a microonde. La posizione della tavoletta di cioccolato nel forno deve essere trovata sperimentalmente spostandola più o meno vicina al fondo rispetto alla finestra della guida d'onda.

3. Accendo il forno

Accendo il forno a media potenza per 30 secondi. Il forno a microonde non riscalda in modo uniforme dopo la rimozione del vassoio girevole, il cioccolato inizierà a sciogliersi nei punti caldi del forno. Apro lo sportello del forno e senza muovere la pirofila controllo che siano apparse le macchie di cioccolato fuso. Se non sono presenti richiudo lo sportello e accendo il forno per altri cinque secondi.

ATTENZIONE!!!! I materiali nel vano del forno possono scaldarsi molto se il piatto portavivande non ruota. Mi e' accaduto che una bottiglia di vetro che era rimasta ferma si e' fusa in un punto, nel vetro e si e' prodotto un foro e una pallina di vetro incandescente e' rotolata dentro la bottiglia.

Esiste addirittura un sistema per raffinare l'oro col borace all'interno di un forno a microonde (volendo cercare su youtube).

Procedo fino a quando non vedo le macchie di cioccolato fuso.

4. La misura



ey-fxe.jpg

Rimuovo con cautela la pirofila e infilo uno stuzzicadenti nei punti ove noto il cioccolato fuso. Sono evidenziati da piccoli avvallamenti sulla superficie del cioccolato. La foto illustra una delle misure effettuate. Osservando attentamente si possono trovare diverse coppie di punti caldi la cui distanza sarà' equivalente alla metà della lunghezza d'onda delle microonde utilizzate nel forno. Nel mio caso ho rilevato queste distanze:

61.28

61.09

61.27

La media delle distanze è

61,21 mm

5. I calcoli.

Dalla etichetta sul retro del forno vedo che la frequenza di funzionamento è 2.45 gigahertz. Dunque

$$C = 0,06121 * 2 * 2450000000 = 299.929.000$$

La velocità della luce ufficialmente accettata è

299.792.458 metri al secondo

.

6. Entro nello spirito del test.

Mangio il mio esperimento così' assimilo meglio l'aura del risultato.

7. Ripeto l'esperimento

Tutti i bravi sperimentatori sanno che ripetere un esperimento è ottimale per assicurarsi che i risultati siano statisticamente sempre più precisi.

Ed io, pur leggermente monco, non voglio sfigurare in questo consesso. E vi assicuro che ripeterò molte volte l'esperimento, anche senza l'uso del forno.

Iterazione dell'esperimento.

Se non fosse per i problemi di CALORIE, e rimanessero solo i problemi legati ai punti caldi l'esperimento potrebbe essere reiterato "AD LIBITUM", ma l'ammonimento severo del medico

"Hai 81 anni, smettila di scherzare!!!"

mi induce a staccare la spina, quella del forno a micro onde naturalmente.!!!

Estratto da "<https://www.electroyou.it/mediawiki/index.php?title=UsersPages:Carlopavana:la-velocit-della-luce-la-cioccolata-ed-un-forno-a-microonde>"