Alternanza Scuola-Lavoro 2018

Onde di materia

Alla fine dell-800 i fenomeni della vita quotidiana sono tutti compresi e dominati!

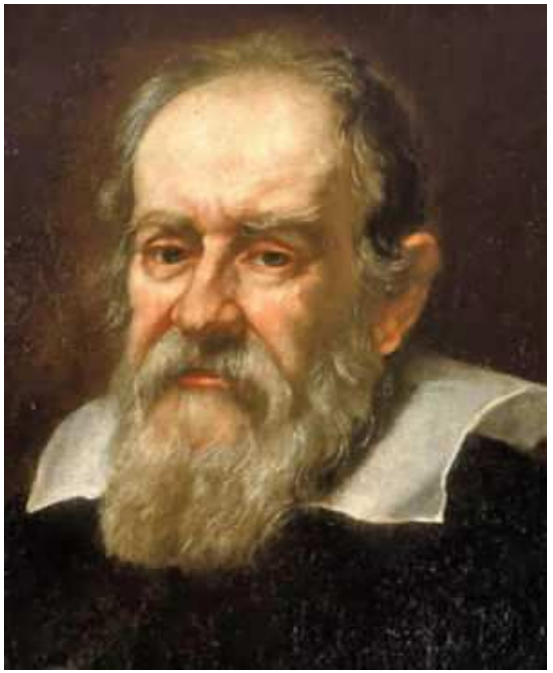
Meccanica

Termodinamica

Elettromagnetismo

E tutto ciò aveva creato grande ottimismo

Le origini …



Galileo (1564-1642)

1623 – Il Saggiatore
(nascita della scienza moderna)

1630 – Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo
(tolemaico e copernicano, relatività del moto, inerzia)

1638 – Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a
due nuove scienze (dinamica con principio di inerzia e struttura
della materia con scienza delle costruzioni)

La nascita della scienza moderna

Da Il Saggiatore

Parmi, oltre a ciò, di scorgere nel Sarsi ferma credenza, che nel filosofare sia necessario appoggiarsi all'opinioni di qualche celebre autore, sì che la mente nostra, quando non si maritasse col discorso d'un altro, ne dovesse in tutto rimanere sterile ed infeconda; e forse stima che la filosofia sia un libro e una fantasia d'un uomo, come l'Iliade e l'Orlando furioso, libri ne' quali la meno importante cosa è che quello che vi è scritto sia vero.
Signor Sarsi, la cosa non istà così. La filosofia è scritta in questo grandissimo libro che continuamente ci sta aperto innanzi a gli occhi (io dico l'universo), ma non si può intendere se prima non s'impara a intender la lingua, e conoscer i caratteri, ne' quali è scritto. Egli è scritto in lingua matematica, e i caratteri son triangoli, cerchi, ed altre figure geometriche, senza i quali mezi è impossibile a intenderne umanamente parola; senza questi è un aggirarsi vanamente per un oscuro laberinto.

Galileo

Nei fenomeni quotidiani era tutto compreso …

… ma nei laboratori una serie
di indagini sperimentali ha richiesto
una profonda revisione della nostra
descrizione dei fenomeni naturali.

Corpo nero

Effetto fotoelettrico

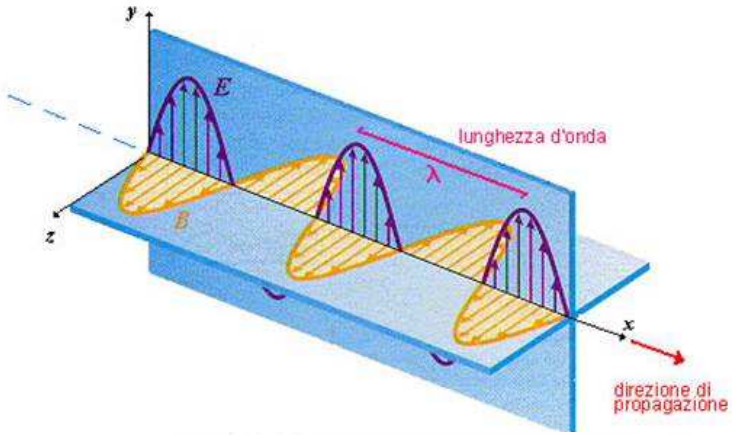
Spettroscopia

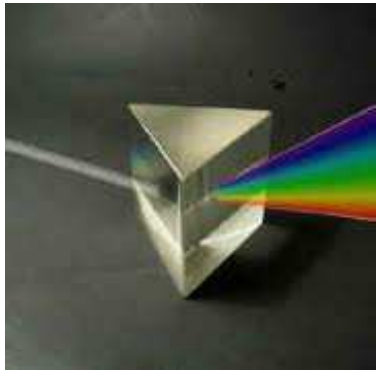
All'inizio del '900 è avvenuta una doppia rivoluzione nella nostra conoscenza dei fenomeni naturali

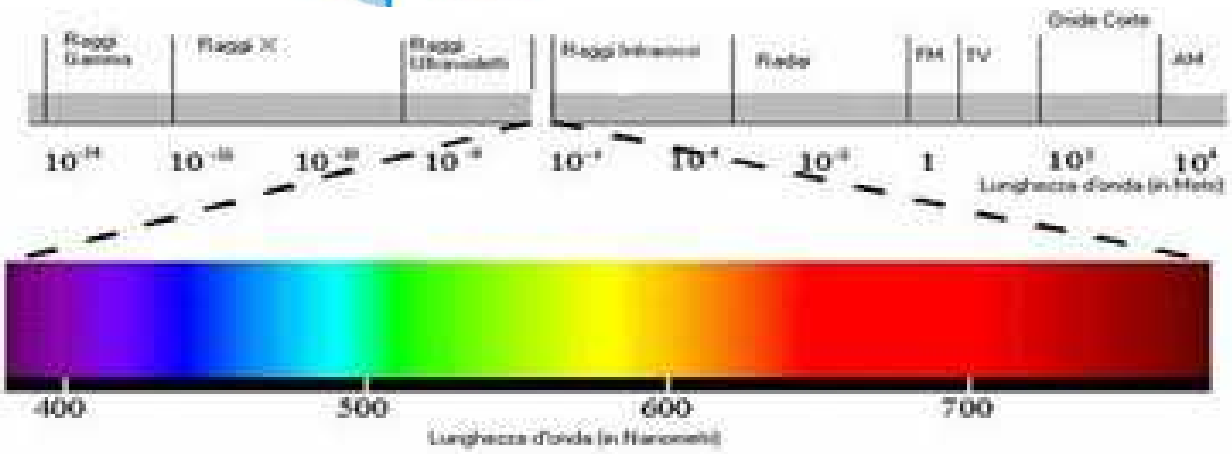
Planck, nel 1900, ha introdotto i quanti di luce che porteranno, anche ad opera di Einstein, alla fisica quantistica.

Einstein, nel 1905, ha introdotto la teoria della relatività, che rivoluziona il nostri concetti di spazio e di tempo (e non solo).

LA LUCE
è un'onda elettromagnetica

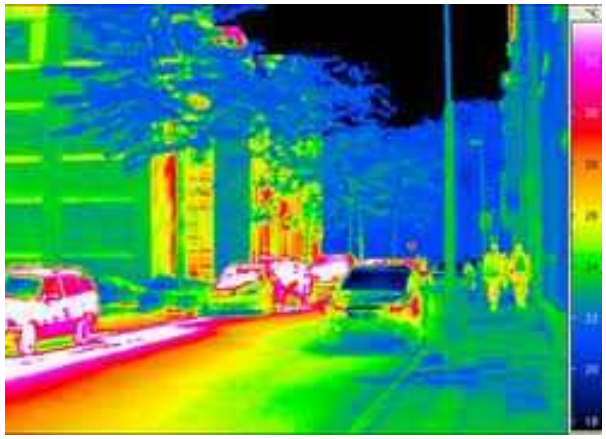




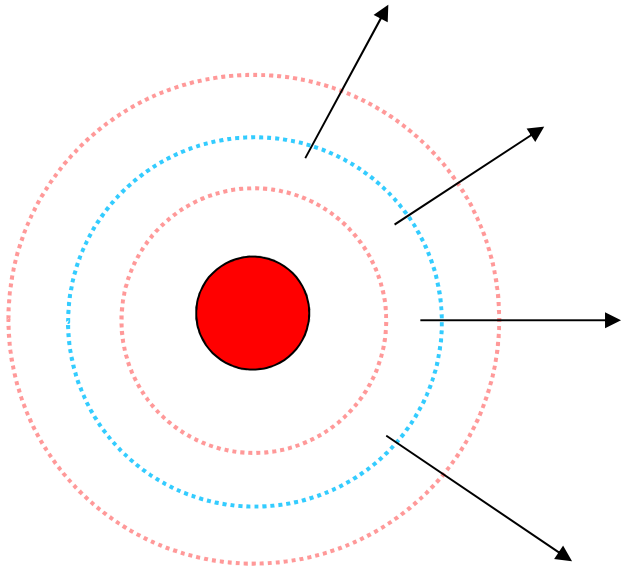


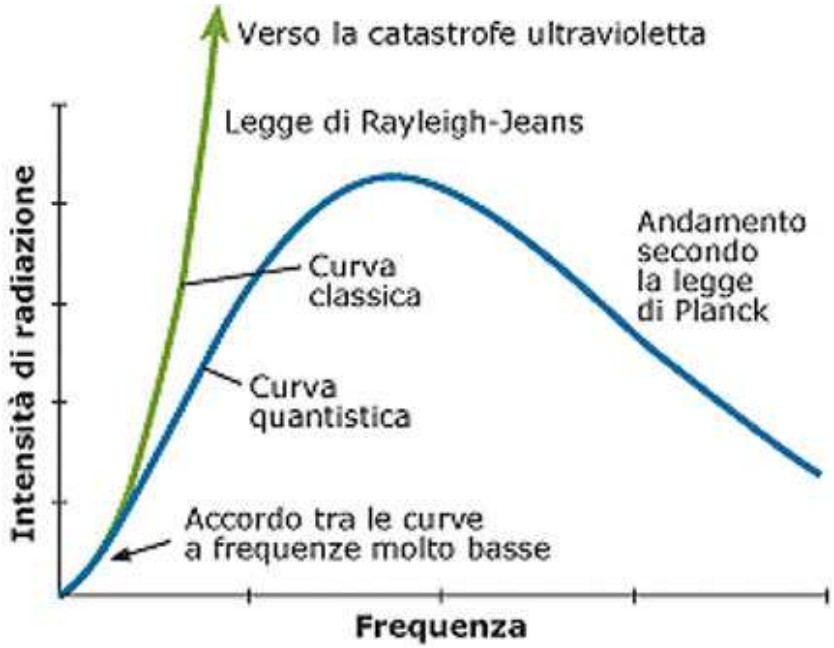
La luce visibile è solo una piccola parte dello spettro delle onde e.m.

Tutti i corpi, a qualunque temperatura, emettono radiazione elettromagnetica



Corpo nero:
radiazione di tutti i corpi all'equilibrio termico





Corpo nero: radiazione termica

L' "atto di disperazione" di Planck (1900)

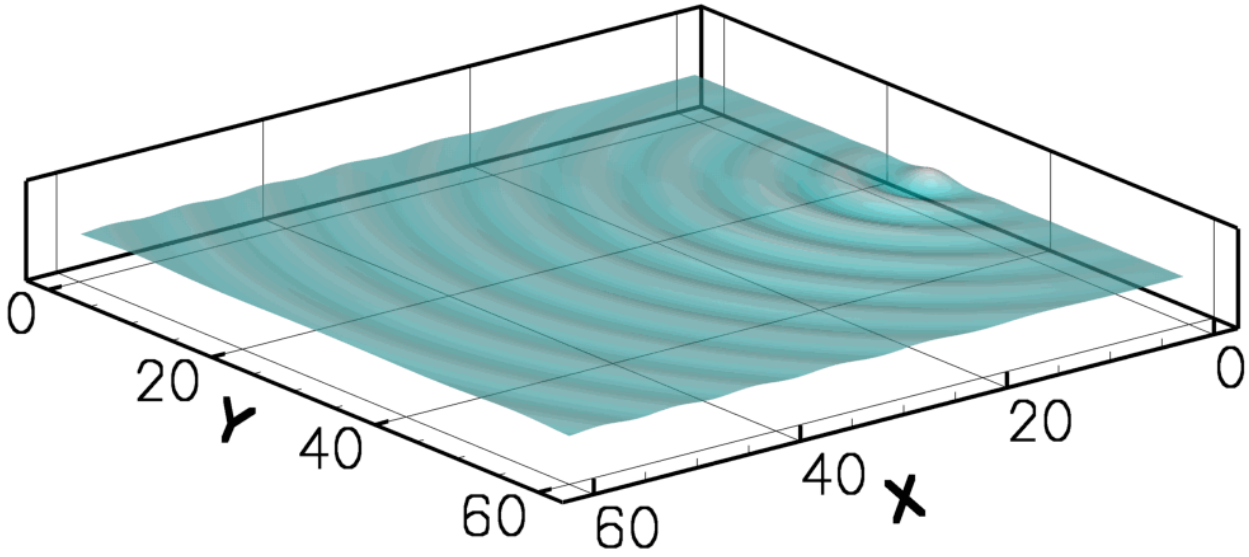
$E = h\nu$

$P = E/c$

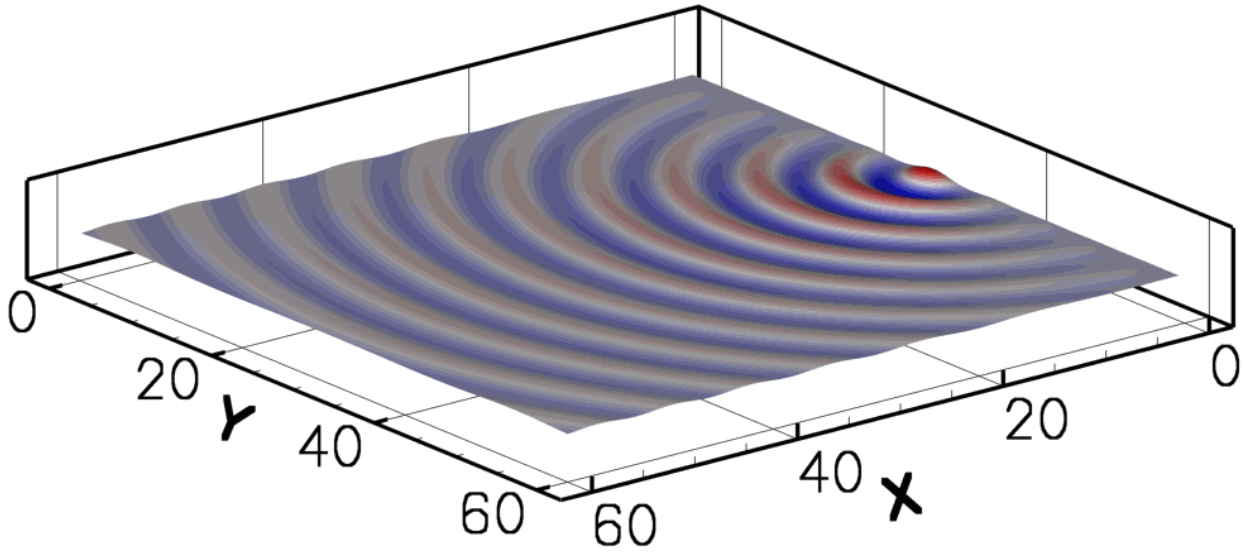
Anche gli elettroni, che normalmente si comportano come particelle, seguono una dinamica di tipo ondulatorio con una lunghezza d'onda molto minore di quella della luce visibile

Come possiamo sostenere questa conclusione?

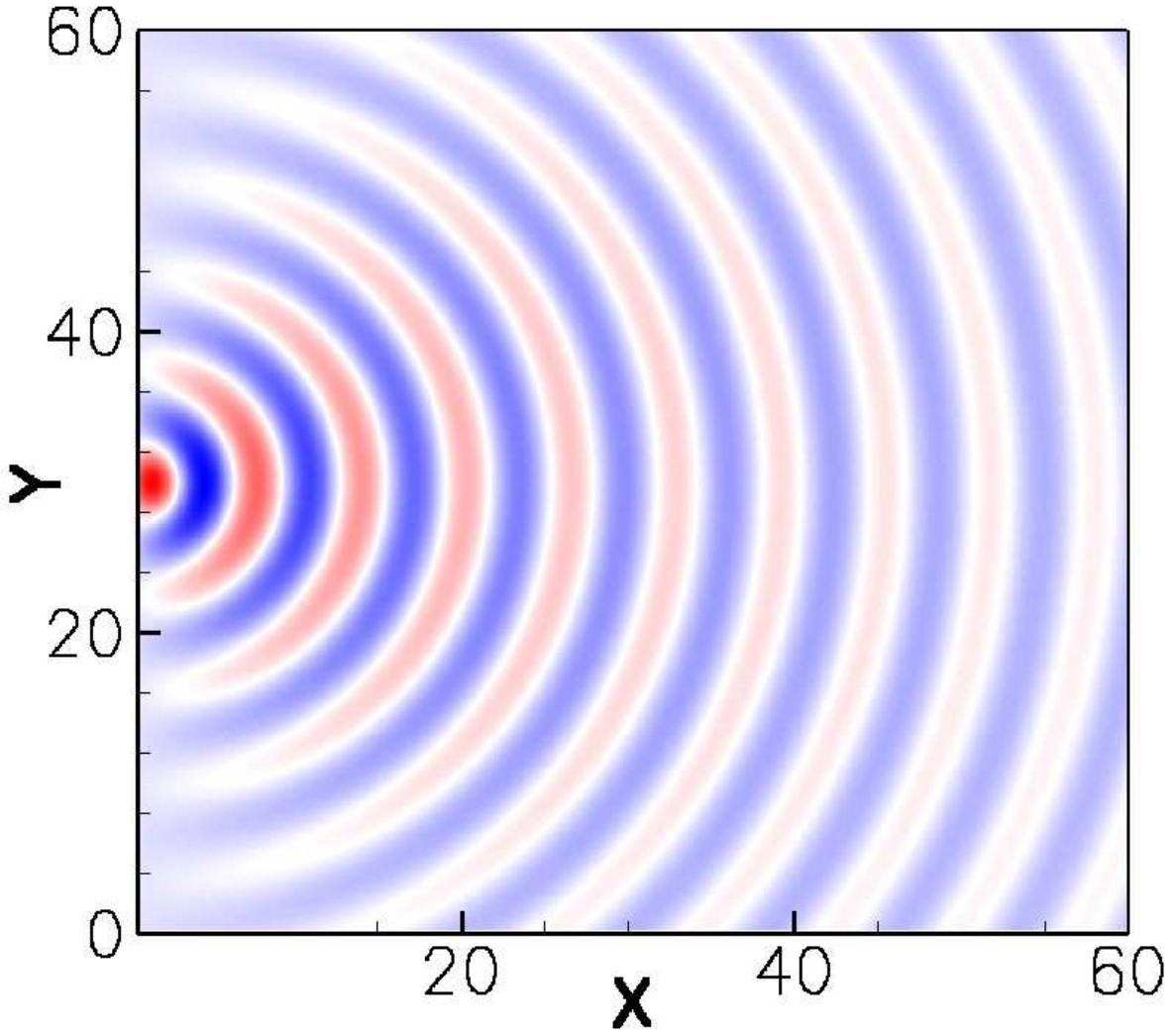
ONDA



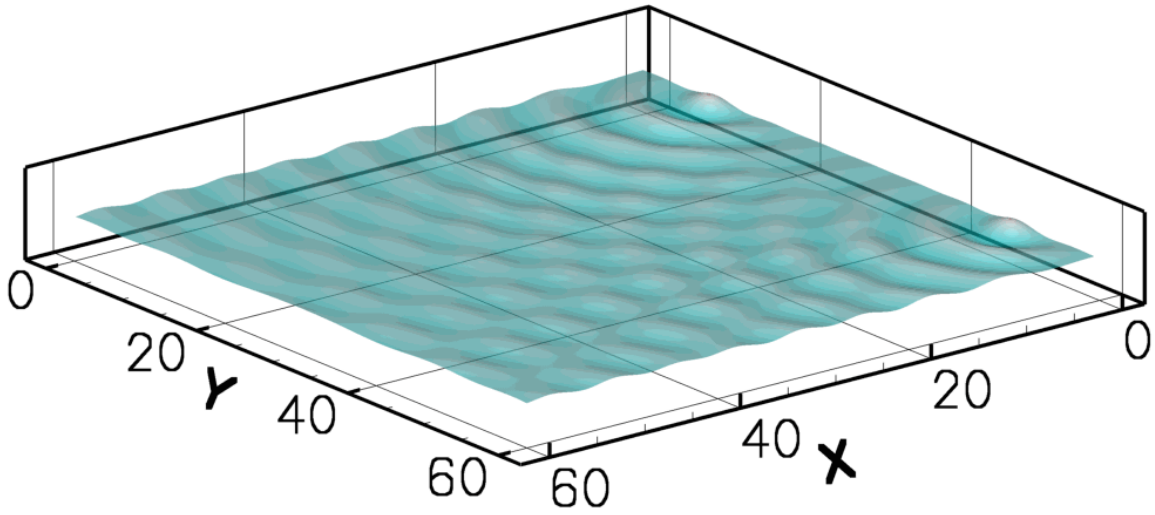
ONDA



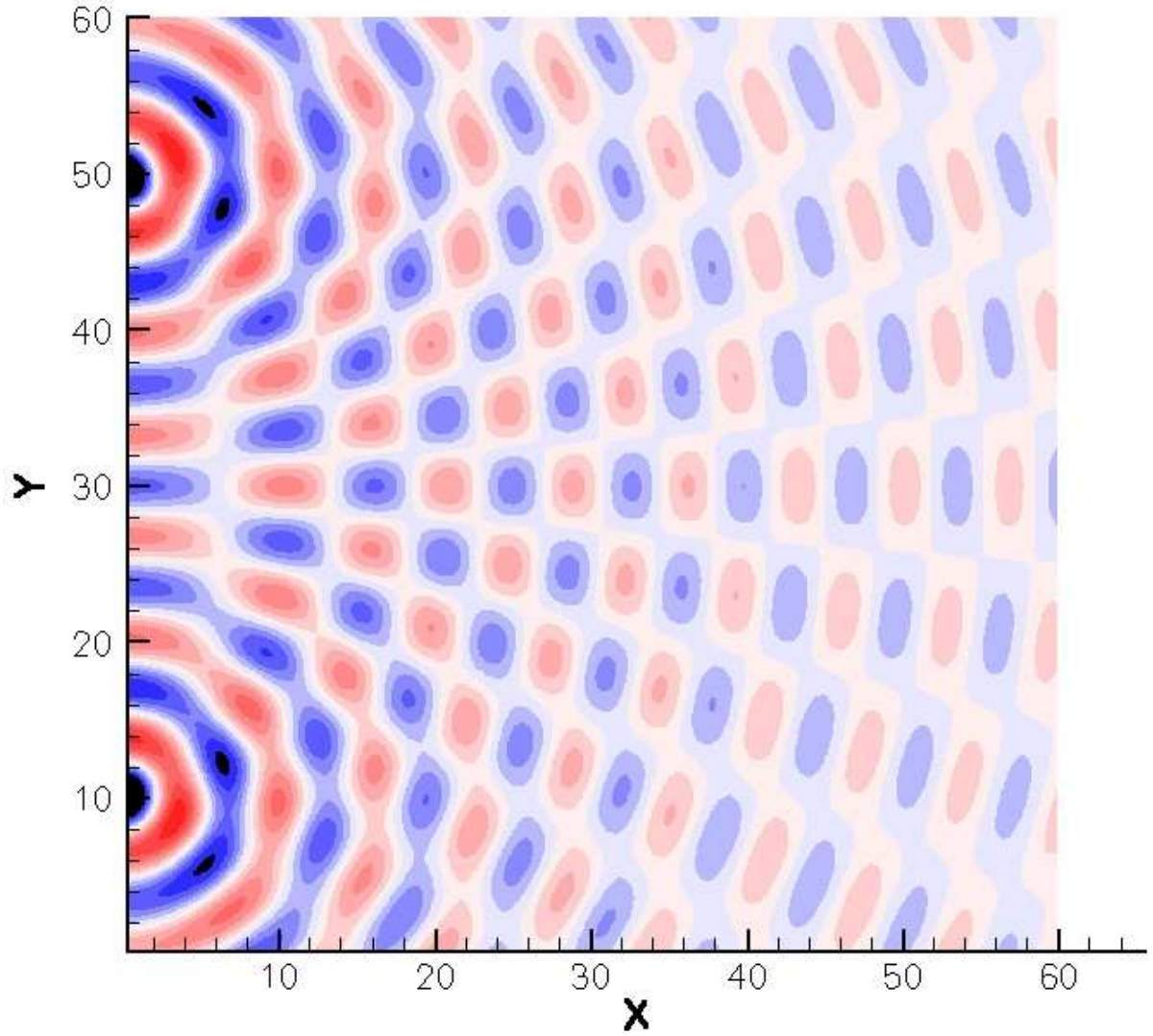
ONDA



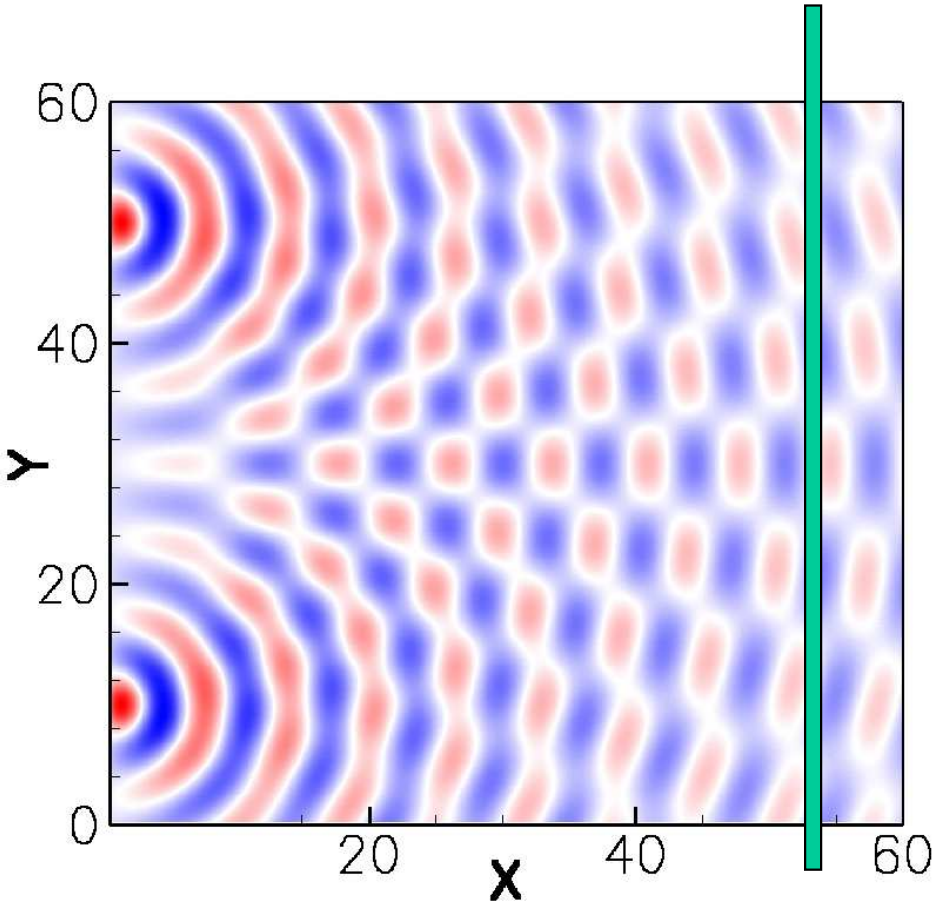
INTERFERENZA DI DUE ONDE



INTERFERENZA DI DUE ONDE

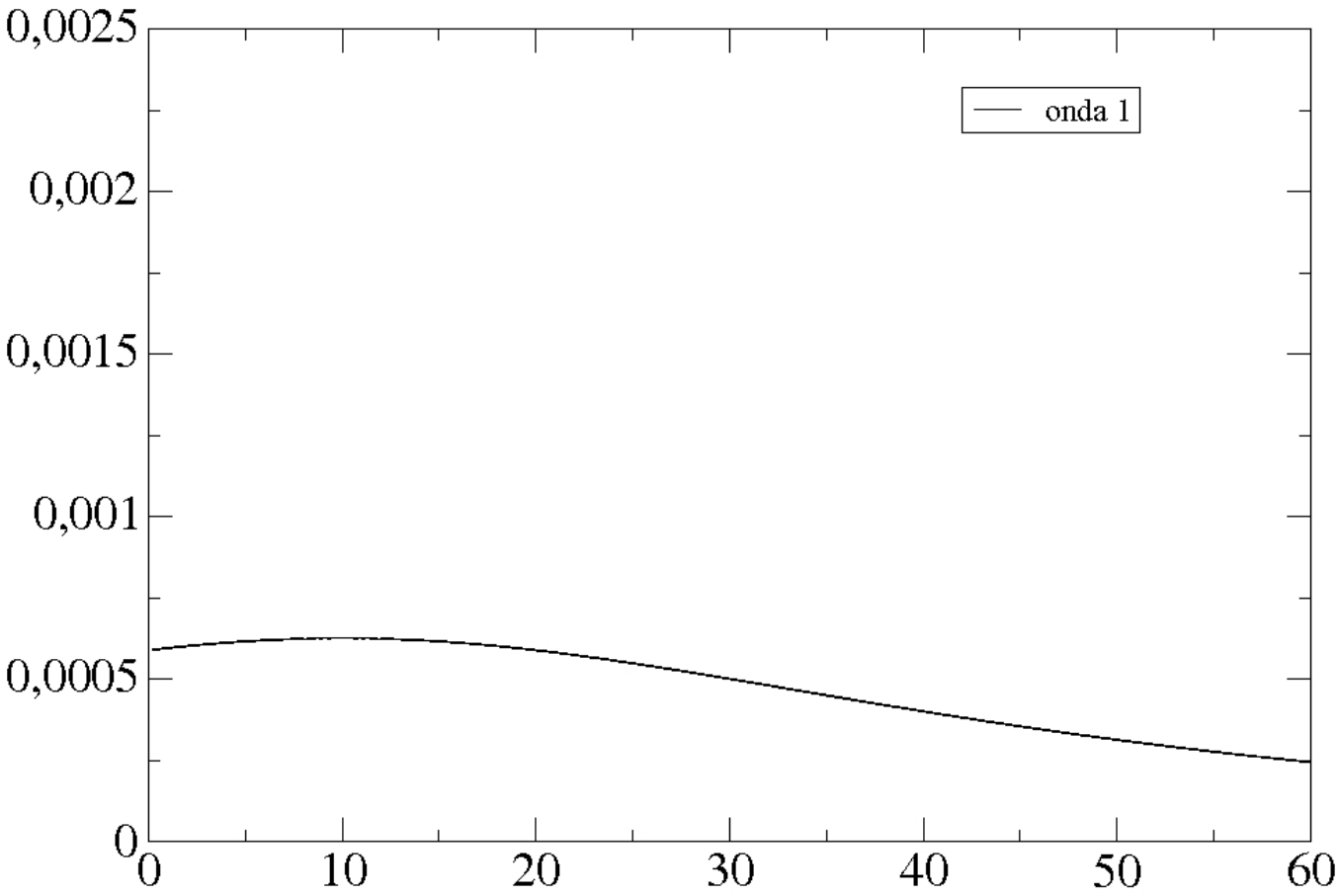


Mettiamo uno schermo e riveliamo l'intensità dell'onda

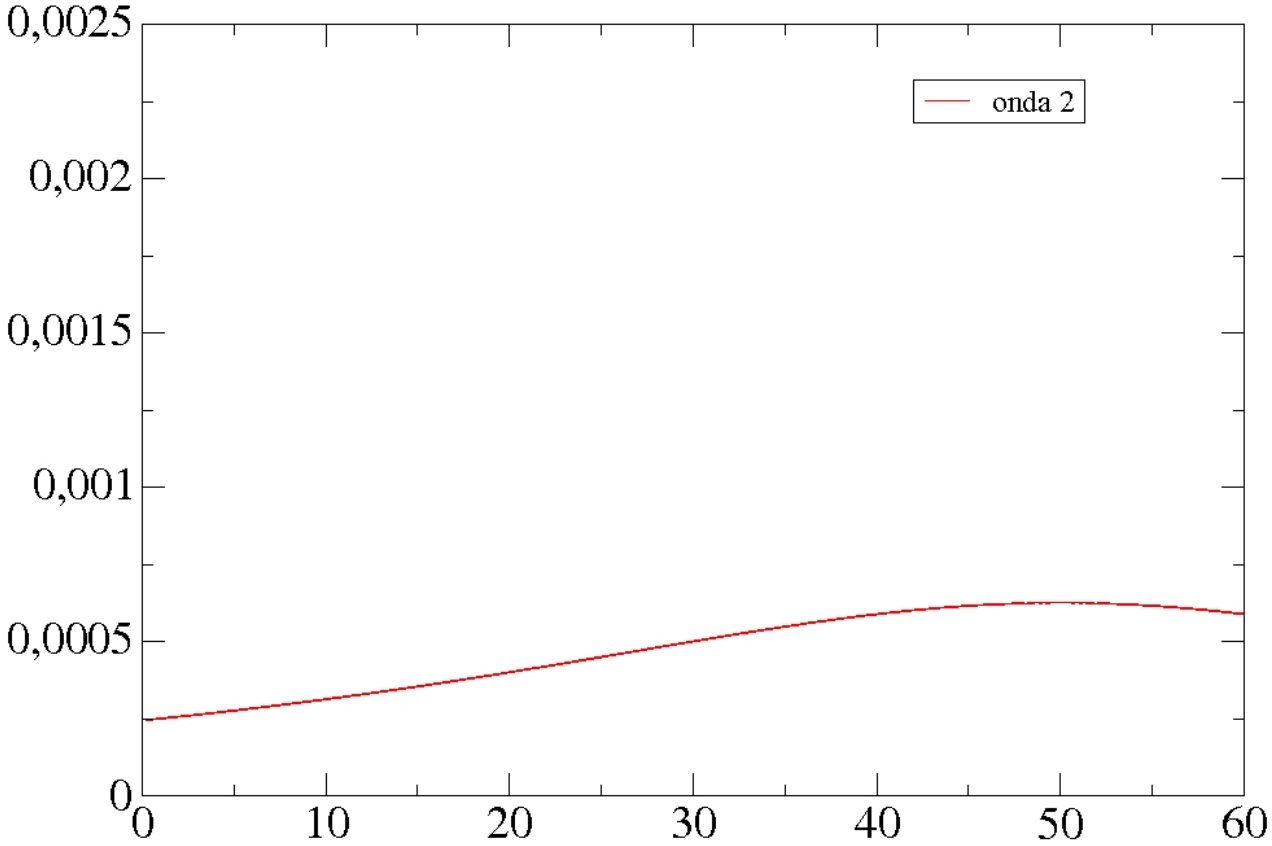


L'intensità è data dal quadrato dell'ampiezza dell'oscillazione

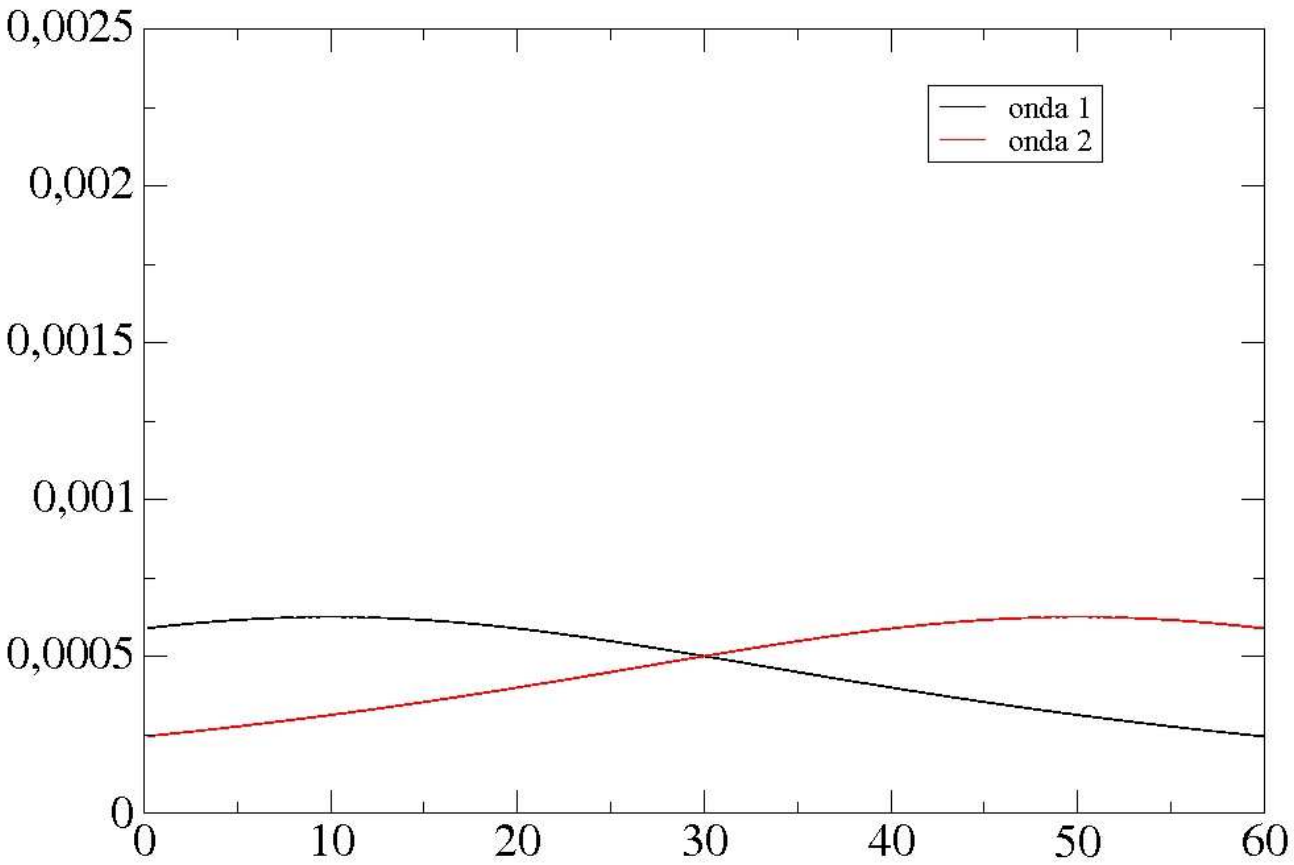
Intensità della prima onda da sola



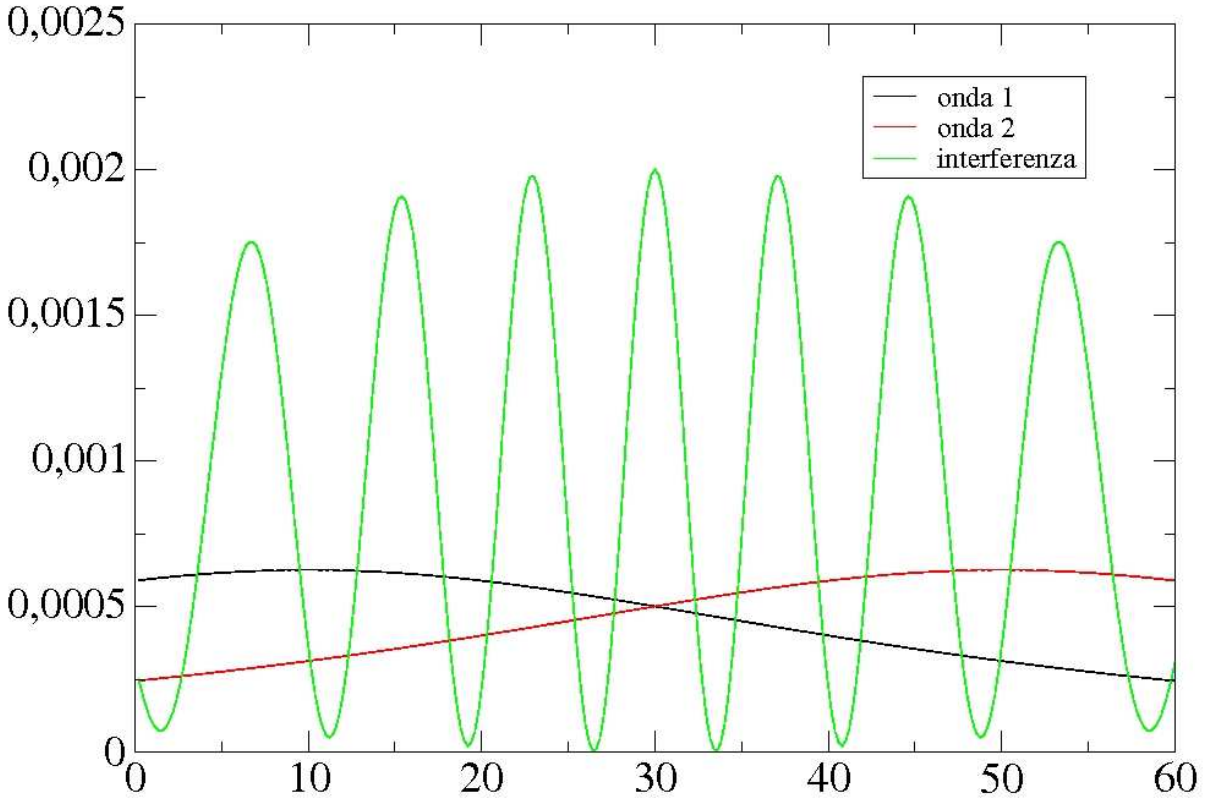
Intensità della seconda onda da sola



Intensità delle due onde, separatamente



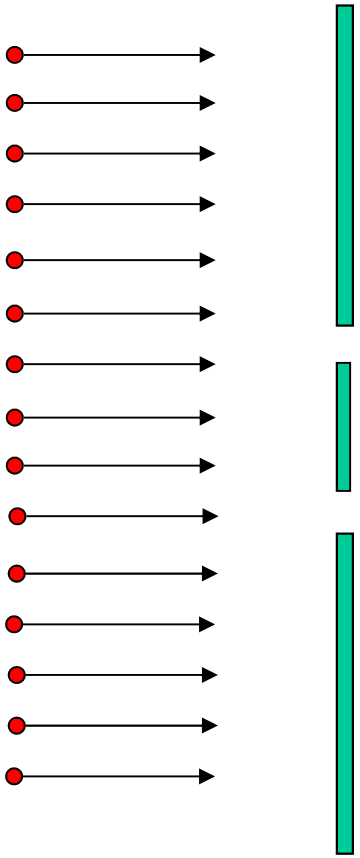
Intensità che si osserva con entrambe le onde



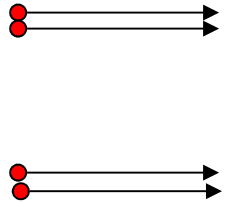
La caratteristica più significativa dell'interferenza è che in alcuni punti l'insità è maggiore della somma, in altri è minore anche di quella di un'onda da sola.

INTERFERENZA DI ELETTRONI

Mettiamo un diaframma con due fessure

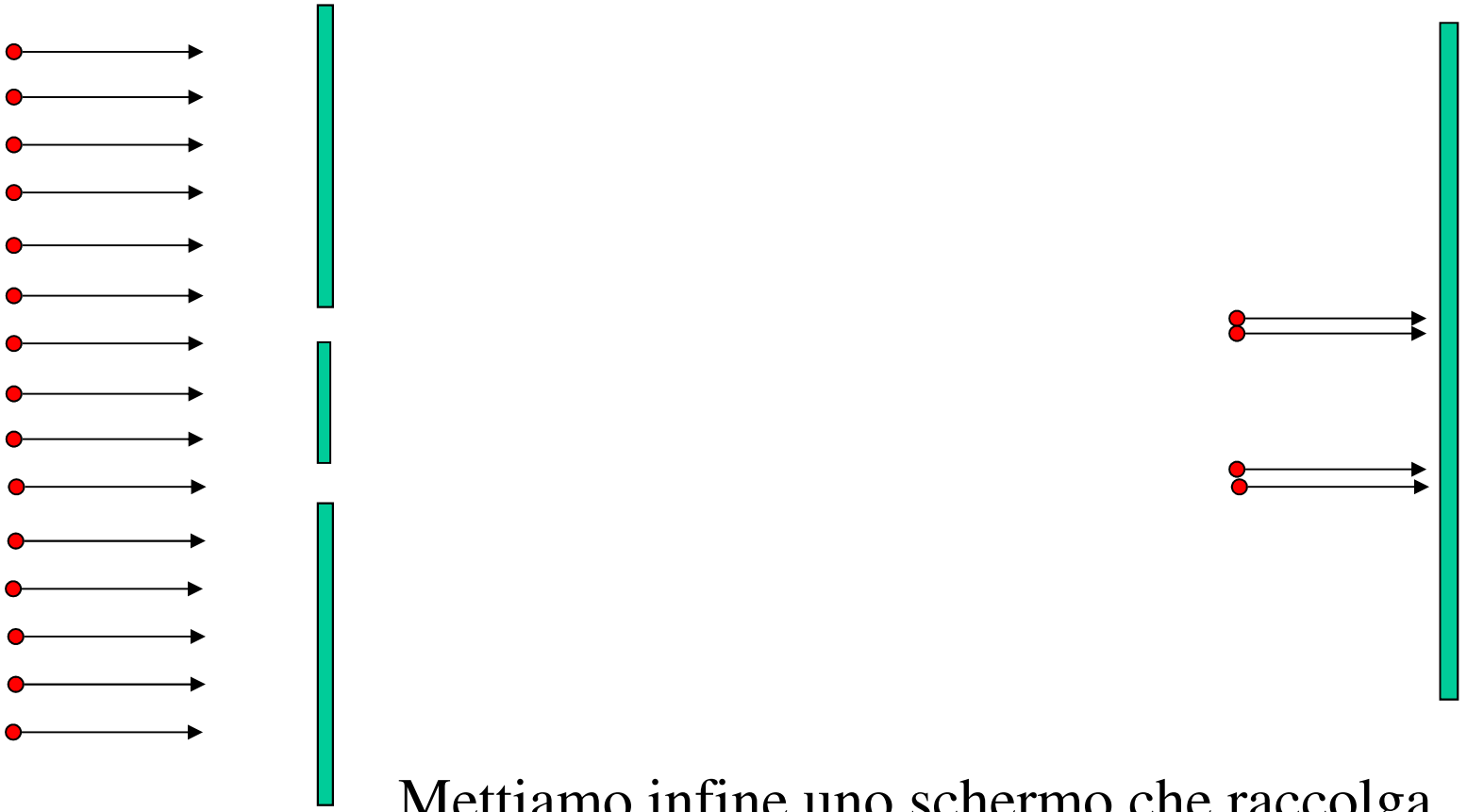


e lanciamo contro di esso un fascio
di elettroni



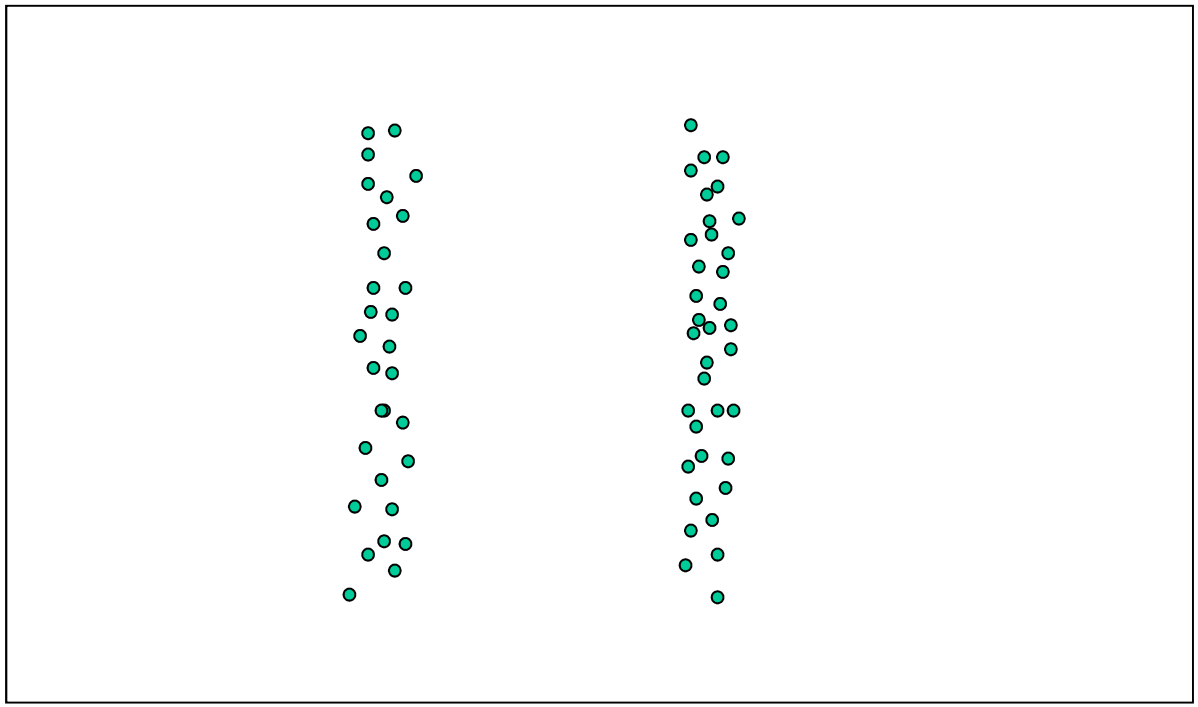
Ci aspettiamo che gli elettroni che arrivano sul diaframma vengano fermati e passino oltre quelli che “infilano” le fessure

INTERFERENZA DI ELETTRONI



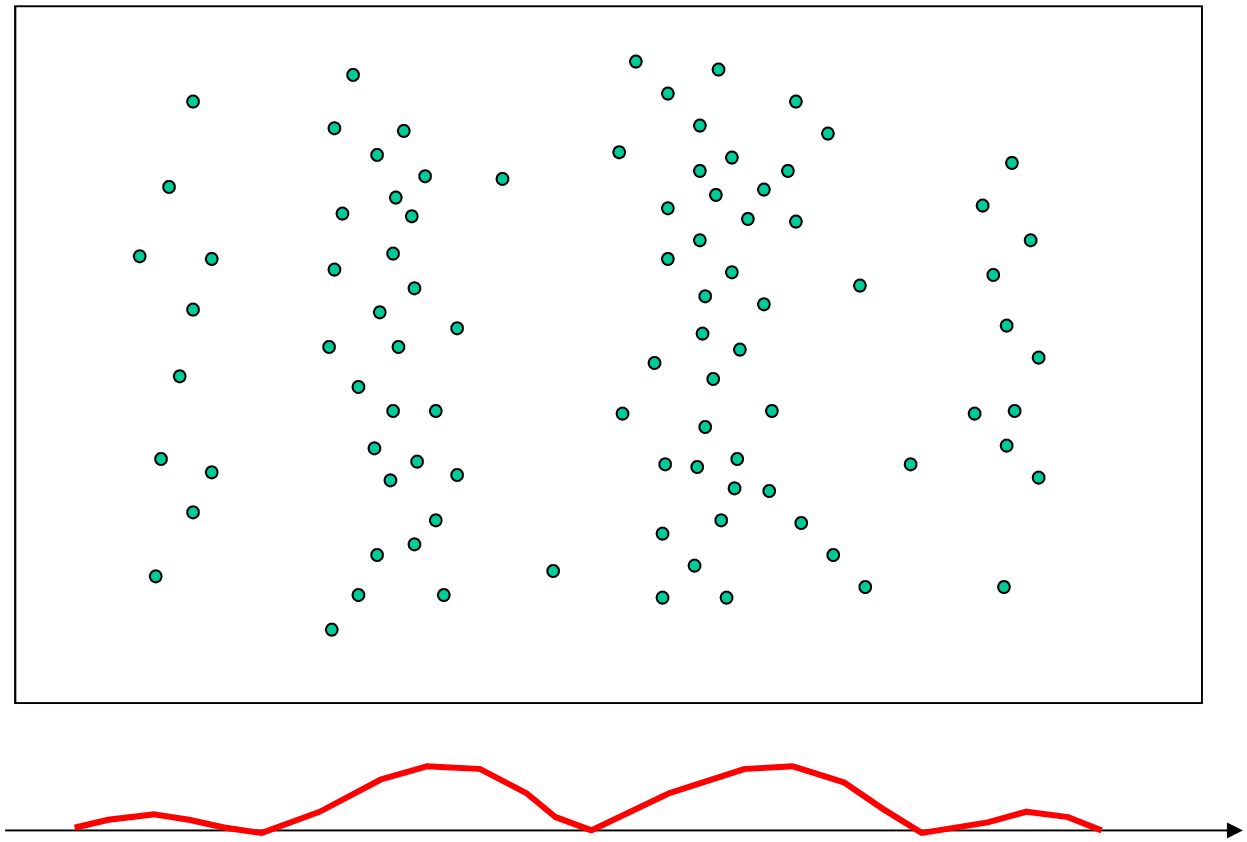
Mettiamo infine uno schermo che raccolga gli elettroni oltre il diaframma

INTERFERENZA DI ELETTRONI

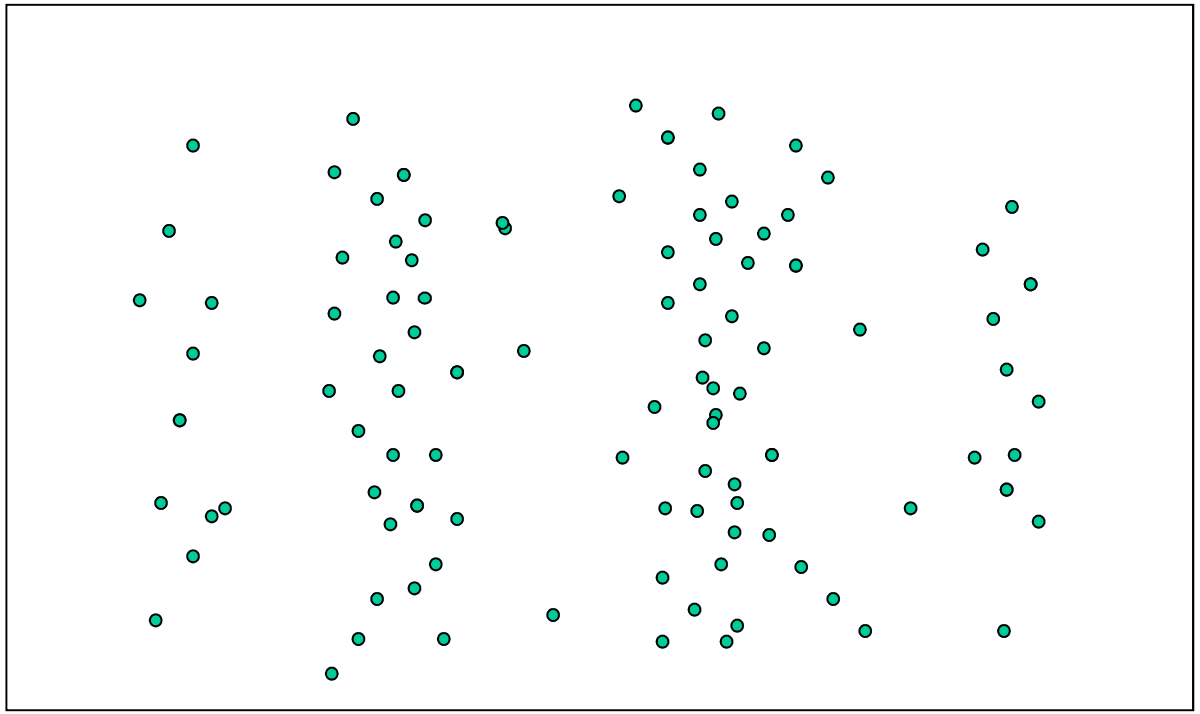


Ci aspettiamo di raccogliere elettroni allineati dietro le due fessure.

… e invece vediamo gli elettroni che si dispongono secondo una figura di interferenza!

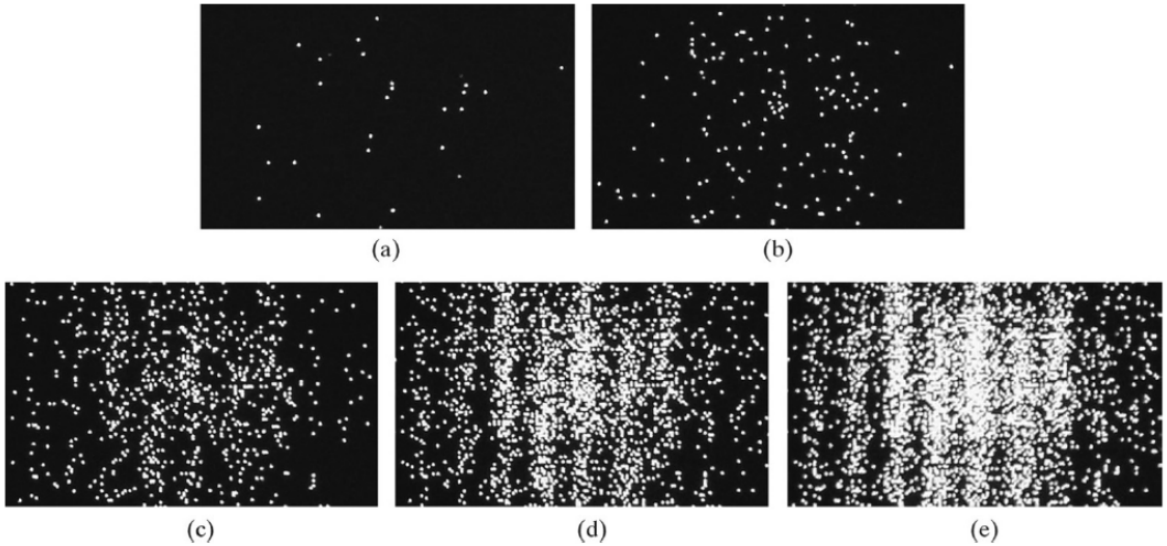


Interagiscono fra loro, gli elettroni? Si danno degli urti in modo da collocarsi lungo le “frange” di interferenza?
Mandiamone uno alla volta! …



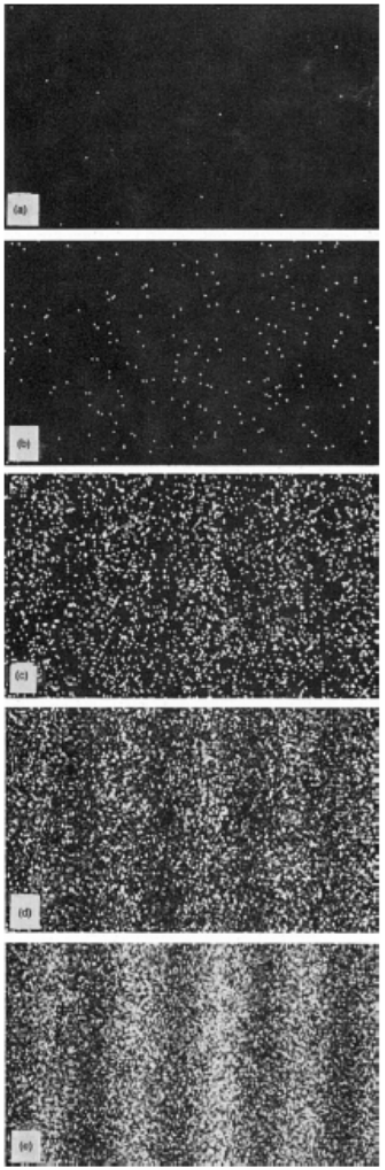
Ogni elettrone cade in un punto e quando sono tanti riproducono la figura di interferenza.

INTERFERENZA DI PERTICELLE SINGOLE



Fotoni

Rueckner and Titcomb, Am. J. Phys. 64, 184 (1996)



Elettroni

Tonomura et al., Am. J. Phys. 57, 117 (1989)

CONCLUSIONI
dell'esperienza di interferenza di elettroni

DOPPIA NATURA CORPUSCOLARE E ONDULATORIA DEGLI ELETTRONI

Ogni elettrone, da solo, sente la presenza di entrambe le fenditure.

Si propaga come un'onda, ma viene rivelato come una particella.

L'intensità dell'onda in ogni punto ci dà la probabilità
che venga rivelato in quel punto.

Ma un elettrone è una particella o un'onda?

Non possiamo dire *che cosa é*

La nostra conoscenza è legata all'osservazione:
ciò che osserviamo è l'insieme del sistema in esame e
dell'apparato di misura, e se l'apparato è diverso osserviamo
cose diverse.

Anche la nostra osservazione diretta è legata alla nostra percezione.
Tutto avviene nel nostro cervello
o, se preferite, nella nostra mente.

Berkeley e l'empirismo inglese: *esse est percipi*
Essere è essere percepiti

LA SCIENZA HA RINUNCIATO A DESCRIVERE LA NATURA
E DESCRIVE SOLO LA NOSTRA CONOSCENZA DI ESSA.