

ORSTED 1820

- CAMPO MAGNETICO AD UNA DISTANZA $\rightarrow B = \frac{i}{d} \cdot \frac{\mu_0}{2\pi}$ $\rightarrow (\mu_0)$ (che non siamo nel vuoto)

regola della mano destra

coefficiente di permeabilità del vuoto

FARADAY

- filo avvolto in un campo magnetico

FORZA RISULTANTE DALLA RETEOLA DELLA MANO DESTRA



$$\vec{F} = l \vec{i} \wedge \vec{B} (\cdot \cos \alpha) \rightarrow \alpha \text{ angolo max } 90^\circ = 1$$

\hookrightarrow prodotto scalare

Degge di CLAFLER

\nearrow correnti

$$F = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{i_1 \cdot i_2}{d} \cdot l$$

\downarrow distanza lunghezza del braccio

- se i_1 e i_2 hanno la stessa direzione si attraggono

FORZA DI LORENZ

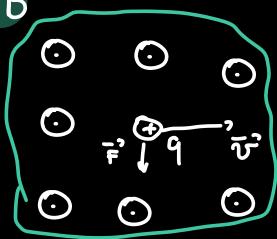
- particella singola in un campo magnetico

\downarrow

riceve una forza

$$F = q \cdot \vec{v} \times \vec{B} (\sin \alpha) \rightarrow \text{angolo tra } B \text{ e } v$$

- $v \perp B$



B uscente

ricordo la regola della mano
dubbi la forza avrebbe verso
il baro



la carica curva inclinando il
vettore \vec{v}



diversa direzione

\vec{v} rimane \perp a \vec{B}



si riferisce tutto

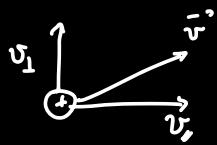


MOTO CIRCOLARE UNIFORME

- $v \parallel B$ nessun cambio di direzione

- $\alpha \neq 0^\circ$ e 90° MOTO ELICOIDALE

se confrontiamo v in v_1 e $v_2 \rightarrow$ non viene modificata



agisce nello stesso modo del
primo punto



v

La sovrapposizione porta ad un moto elicoidale nello spazio

- CORRENTE INDotta → dalla variazione del flusso nel campo magnetico

CIRCUITO IN UN CAMPO

↓ genera corrente dal movimento

da MECCANICA a ELETTRICA

flusso

$$\Phi_{B,S} = \vec{B} \times \vec{S} = B \cdot S \cdot \cos(\alpha) \rightarrow \text{tra } B \text{ e } S$$

FARADAY - NEUMANN - LENZ → muove davanti

$$f_{\text{em}, \text{IND}} = -\frac{\Delta \Phi_{B,S}}{\Delta t} \Rightarrow i_{\text{IND}} = \frac{f_{\text{em}, \text{IND}}}{R}$$

Se f_{em} è proporzionale alla rapidità di variazione del flusso

↓
→ B che cambia nel tempo ↓

genera i_{IND}

Lenz → i_{IND} ha un verso tale da generare un campo magnetico che si oppone alla variazione di flusso

$$\vec{B}_i$$

PRINCIPIO DI CONSERVAZIONE DELL'ENERGIA

- EQUAZIONI DI MAXWELL \rightarrow elettromagnetismo

- GAUSS \times ELETTRICO

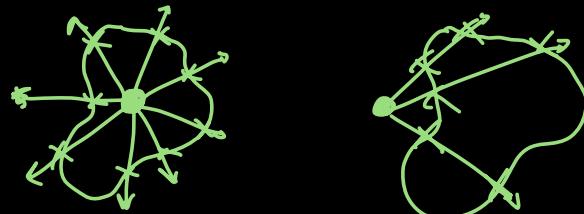
$$\Phi_s(\vec{E}) = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

[flusso del campo elettrico]
attraverso una superficie]

dipende dalla
carica interna

\rightarrow proporzionale alle linee
che attraversano la superficie

NO CARICHE ESTERNE



- GAUSS \times MAGNETICO

$$\underline{\underline{\Phi_B = 0}}$$

flusso del campo magnetico
attraverso una superficie è
sempre nullo

linee di campo

hanno origine da un
solo e torna all'altra \rightarrow le linee che escono
ed entrano sono le
stesse

monopoli magnetici non ESISTONO

B solenoidale

- FARADAY - NEUMANN - LENZ (MAXWELL)

$$\Lambda_L(\vec{E}) = - \frac{\Delta \Phi_{B,S}}{\Delta t}$$

generazione di un campo elettrico

- LEGGE DI AMPERE - MAXWELL

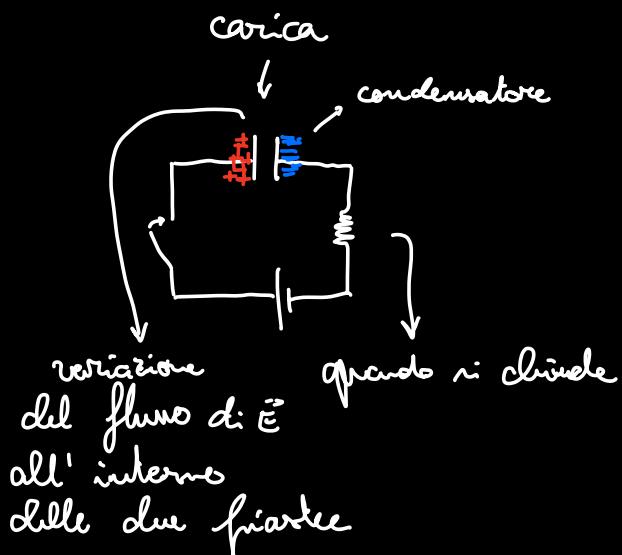
generazione di campo magnetico

$$\Lambda_L(\vec{B}) = \mu_0 i + \epsilon_0 \mu_0 \frac{\Delta \Phi(\vec{E})}{\Delta t} \quad i_s = \epsilon_0 \cdot \frac{\Delta \Phi(\vec{E})}{\Delta t}$$

[corrente concatenata
che attraversa una
superficie S]

varia il campo
elettrico nel tempo

creazione di campo
magnetico



il campo elettrico e magnetico

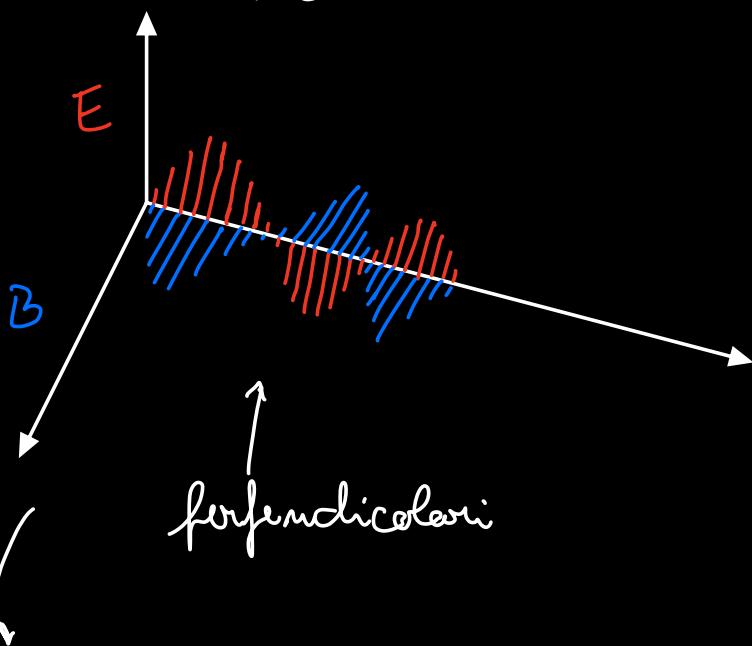
- L - - - - - R -

sono interdipendenti ↴

oscillazione di uno dei due campi
genera l'altro campo oscillante

lui genera a sua volta un campo
e BLA bla

propagazione nello spazio



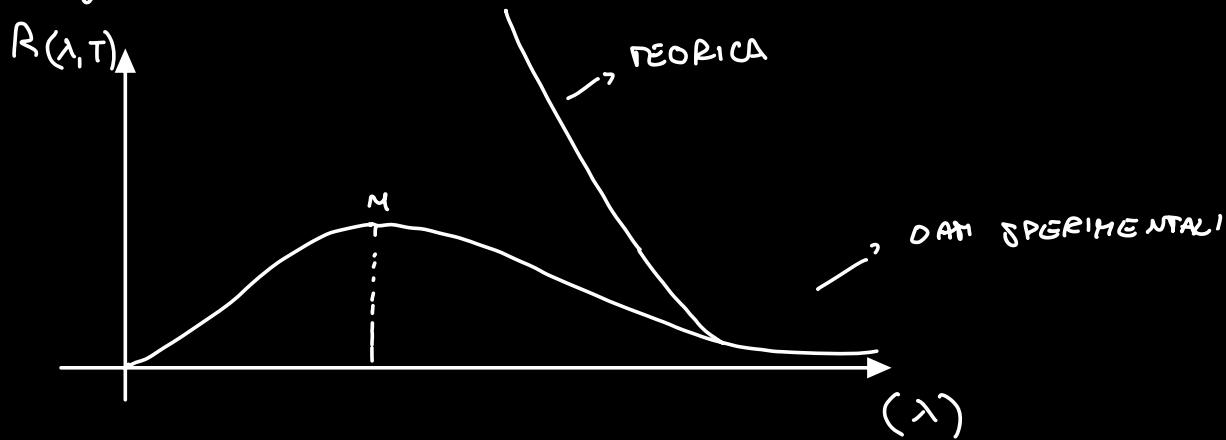
viaggiano a C NEL VUOTO $\rightarrow C = \underline{\text{onda}}$ elettromagnetica

ONDE ELETROMAGNETICHE

- onde trasversali
- no mezzo

RADIACIONE DI
CORPO NERO

- non riflette e assorbe tutto
- realtà \rightarrow luce rimbalza all'interno delle pareti di una cavità interna (τ COSTANTE)
- una minuscule parte di questa radiazione viene riflessa



- sperimentalmente ad aumentare di T , si ri sposta verso il basso
 \downarrow
 area finita
- cercando di definirlo teoricamente \rightarrow AREA INFINITA
 - λ grandi \rightarrow coincide
 - λ piccole \rightarrow catastrofe ultravioletta

Planck vede tutto ciò e dice che l'energia è in facchetti γ

↓
 VALORI DISTINTI
 ↓
 una quantità finita di
 energia può essere divisa
 in un numero finito di
 parti

$E = h \cdot f$ → tramite questa ottiene il grafico
 della curva sperimentale

Einstein spiega ciò attraverso l'effetto FOTOELETTRICO

↓
 produzione di elettroni
 da un metallo colpito
 da radiazioni

2 esperimenti

luce rossa

- non riusciva niente neanche aumentando l'intensità

luce viola

- si liberano elettroni
- aumentava intensità → + elettroni

dipende dalla frequenza → dal tipo

--- - + - + ---

EINSTEIN \rightarrow luce formata da quanti \rightarrow corpuscoli

$$\underline{E = h \cdot f}$$

se il corpuscolo (pacchetto)

non ha abbastanza energia

l'elettrone non si eccita

anche se aumenti intensità
non cambia

FOTONI

lavoro minimo di
estrazione

DUALISMO ONDA / CORPUSCOLO

onda \rightarrow va dappertutto

corpuscolo \rightarrow colpisce un punto solo

1 YOUNG \rightarrow cloppia fenditura \rightarrow ONDA!

2 MAXWELL \rightarrow onda elettromagnetica !!

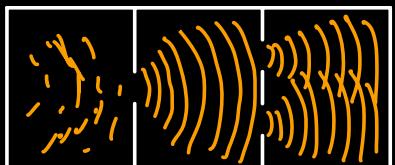
3 PLANCK + EINSTEIN \rightarrow CORPUSCOLO ?

4 COMPTON \rightarrow CORPUSCOLO !

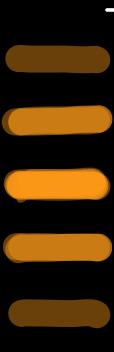
5 DE BROGLIE \rightarrow la luce è tutte e due , anche elettrone...

①

young



fermezza
 λ dell'onda

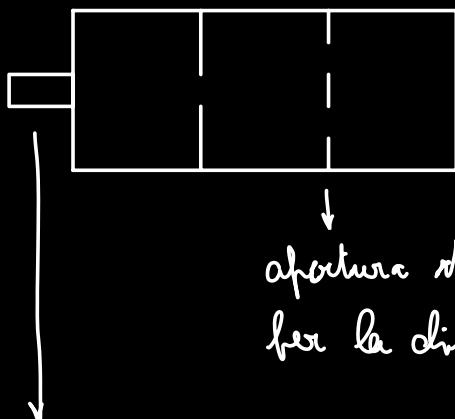


\rightarrow onda su schermo

allora la luce
è ... un po' più

↓
interferenza

- l'esperimento viene ripetuto con la luce e con gli elettroni



→ la figura rimane
quella dell'onda

↓
apertura studiata
per la diffrazione

SORGENTE a emissione
lavora

↓
e alla volta (ELETTRONE / FOTONE)

- L'esperimento cambia quando si sposta l'osservazione per capire da quale forza fa l'elettrone

↓
figura data da
corpuscoli

↓
osservatore influenza l'esperimento

② vedi sopra

③ vedi sopra

④ EFFETTO COMPTON

- esperimento di diffusione
- raggi X su bersaglio \rightarrow raggi diffusi



- raggi X con λ uguale ai primi
- raggi X con λ maggiore



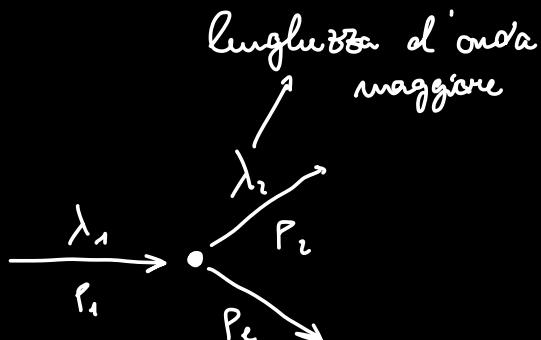
impresa
di PLANCK

come "urto tra
due palline"

dipende solo dall'angolo
di diffusione

↓
fotone colpisce elettrone

NON HA MASSA $\rightarrow f = \frac{h}{\lambda}$



⑤ DE BROGLIE

- dopo la conferma del dualismo onda/corpuscolo della luce verifica se anche la materia ha questa caratteristica

$$\text{lunghezza d'onda associata} = \frac{h}{p}$$

all' oggetto / particella

T

$$\lambda = 0$$

$$\lambda \neq 0$$



il rapporto
ha come denominatore
un numero grande

*

$$E = h \cdot f$$

$$\lambda = \frac{h}{f}$$

$$E^2 = (mc^2)^2 + (pc)^2$$

per un fotone $m = 0$

$$\cdot c = \lambda f \rightarrow \lambda = \frac{c}{f} \quad \cdot E = pc \rightarrow p = \frac{E}{c}$$

facendo De Broglie c'è veritiero

$$\frac{\lambda}{f} = \frac{h}{E} \cdot c \rightarrow E = h \cdot f$$

PRINCIPIO DI INDETERMINAZIONE DI HEISENBERG

- su un oggetto conosci posizione e velocità nello stesso momento
- particella → ?

$$\Delta x \cdot \Delta p \geq \frac{h}{2\pi} \quad h = \frac{h_1}{\pi}$$

- fini si osserva attentamente una delle due misure, fini l'incertezza nell'altra cresce

↓
determinazione accurata
impossibile

↓

osservazione altera
l'esperimento

ATOMO DI BOHR

- atomo di Rutherford problema ↓

elettrone viaggia per
molto accelerato

→ elettrone dovuto decelerare
nel nucleo dopo Δt

3 OSSERVAZIONI:

1. momento angolare quantizzato

↓
mv_r

$$mv_r = n \frac{h}{2\pi} \xrightarrow{\text{INT}} \text{risulta con equazione}$$

di Rutherford

↓

RAZIO $m = m^2 \cdot r_0$

l'elettrone varia solo su specifiche orbite

anche l'energia è quantizzata

$$E = -13,6 \cdot \frac{1}{n^2}$$

2. se l'elettrone sta su una orbita quantizzata non decade sul nucleo

3. quando un elettrone salta da un orbitale ad un altro perde o assume energia pari alla differenza dei livelli atomici



EQUAZIONE DI SCHRÖDINGER

- obiettivo → descrivere il comportamento matematico dell'onda associata all'elettrone

$$H(t) \Psi(t) = i \hbar \frac{\partial}{\partial t} \Psi(t)$$

• l'equazione non spiega Ψ (psi)

$\Psi \rightarrow$ probabilità di trovare un elettrone
in una determinata posizione

↓
l'osservazione rivela la posizione
PRIMA OCCUPA TUTTE LE POSIZIONI

in meccanica quantistica prima dell'osservazione
L'ELETTRONE OCCUPA TUTTE LE POSIZIONI

↓
doppia fenditura

↓
elettrone nelle due fessure

È PASSATO CONTEMPORANEAMENTE:

- per 1 ma non per 2
- per 2 ma non per 1
- per 1 e 2
- per nessuna fenditura

LA CO₂ NON SE NE ANDRÀ VELOCEMENTE

prima della rev. industriale \rightarrow foo mld tonnellate CO₂

noi ne aggiungiamo 30 mld all'anno



veniva rimessa \rightarrow oceani
vegetazione
rocce \rightarrow tano CO_2 cattante

UVANDINO CON SCARICO PICCOLO \downarrow

aprendolo troppo
non ci si accorge subito
delle conseguenze

SE NO, AZZERIAMO LE EMISSIONI OGNI \downarrow

(
TERA CALDA
ASSORBITO LENTO
)

\leftarrow ci sarebbe ancora
la CO_2 accumulata
negli ultimi 2 secoli

\downarrow
potrebbe volerai millenni
prima di liberarsene

$$\Delta t^{\downarrow}$$

DATO CHE CONTINUAMENTE A ENTRARE Δt aumenta