

Legge di Gauss sulla elettrostatica, dimostra nel caso di una carica puntiforme che la legge sia uguale a quella derivata dalle leggi di Coulomb. (Legge di Gauss sulla elettrostatica, legame tra Coulomb e l'energia?).....	3
Cosa dedusse Hertz?.....	3
Spiega la struttura atomica e gli effetti tra atomi interagenti e le proprietà del materiale che derivano dall'iterazione (bande)	3
Come cambia il peso in ascensore? È un sistema inerziale? Spiega i risultati che ti aspetti.	4
Cosa succede al cambiamento della temperatura per un semiconduttore e un metallo?	4
Resistenza e conducibilità dei materiali in base alla temperatura	4
Legge di Ampere e con la formula dimostrare la legge di Ostred	5
Descrivi brevemente l'effetto fotoelettrico (e le osservazioni) e la spiegazione data dal teorema di Einstein.....	5
Leggi di Kirchhoff, quali concetti esprimono e le loro osservazioni	5
Connessione onde EM e luce	6
cos'è un condensatore e dimostrare la formula per 2 condensatori in parallelo	6
Illustra come è possibile effettuare una misura di temperatura attraverso una resistenza elettrica... ..	6
Spiegare come funzionano le bande e illustrare la differenza tra metalli e isolanti.....	7
Dedurre la formula della forza peso dalla formula della forza di gravità. Gli astronauti sulla stazione spaziale internazionale sono soggetti alla forza di gravità? Giustifica	7
Illustrare brevemente l'esperimento dell'effetto fotoelettrico e quali sono i problemi riscontrati nella fisica classica.....	7
Descrivi l'unità di misura della corrente a partire dall'esperimento dei due fili in cui scorre corrente	8
Discuti partendo da Bohr la spettroscopia di un gas Idrogeno, parla della spettroscopia, cosa si è scoperto [...] Fisica Classica VS Moderna	8
Parla del Teorema dell'energia cinetica (e le sue conseguenze se considero forze conservative)	8
Equazione delle onde elettromagnetiche (onde elettromagnetiche)	9
Come si comporta la resistenza e conducibilità di un semiconduttore in base alla temperatura? E in un metallo? Spiega i principi fisici	10
Perché la forza peso è conservativa e l'attrito è non conservativo?	10
Esperimento di Rutherford.....	10
Modello di Bohr.....	10
Corrente indotta da campo magnetico variabile	11
Legge di ampere-maxwell.....	11
Drogaggio	12
Definizione sistema inerziale. Un sistema rotante è un sistema inerziale? Le leggi della meccanica valgono ancora? Giustifica	12
Che cos'è un condensatore? Descrivere le leggi fisiche che lo governano.	12
Che cos'è una grandezza fisica quantizzata? Fai un esempio nella fisica classica (e moderna). Nel modello di Bohr ci sono grandezze che nella fisica classica sono quantizzate?.....	13

Produzione onde EM e rivelazione del campo elettrico prodotto.....	13
Spiega la legge di Faraday e le sue implicazioni	14
Quali sono le equazioni classiche usate per il modello atomico di Bohr e quali quelle moderne. Indicare la condizione di quantizzazione di Bohr che identifica gli stati stazionari.	14
Perché in un moto circolare è presente un'accelerazione. In un moto circolare uniforme come sono le forze agenti.....	14
Perché si dice che un metallo conduce per cariche negative. Perché un semiconduttore conduce sia per cariche negative che positive?.....	15
Se in un cristallo di silicio (gruppo IV) si introducono impurezze di Boro (gruppo III) o di Arsenico (gruppo V) come si modificano le proprietà di conduzione? Giustifica.....	15
Illustra brevemente cos'è uno spettro luminoso, la struttura degli spettri dei gas monoatomici e discuti le difficoltà interpretative della fisica classica.....	15

Legge di Gauss sulla elettrostatica, dimostra nel caso di una carica puntiforme che la legge sia uguale a quella derivata dalle leggi di Coulomb. (Legge di Gauss sulla elettrostatica, legame tra Coulomb e l'energia?)

La legge di Gauss dice che il flusso attraverso una superficie chiusa dipende dalla quantità di carica all'interno della superficie chiusa stessa. $\phi_e = \frac{Q_{inside}}{\epsilon_0}$. La legge di Gauss prende in considerazione una distribuzione ampia di cariche. Conoscendo il valore del campo elettrico però è possibile dimostrare che la legge di Gauss, nel caso di si consideri una carica puntiforme, contiene la forza di Coulomb. Considerando una superficie sferica, in modo da sfruttarne la simmetria (la forza dipende solo dalla distanza della carica e non dall'orientazione), di raggio R che contiene la carica Q $\int_{sfera\ di\ raggio\ R} \vec{E} * d\vec{A}$, siccome il campo è perpendicolare alla sfera, in ogni punto $\Theta=0$ e il campo elettrico E alla distanza R è costante in ogni punto allora...

$$\int_{sfera\ di\ raggio\ R} \vec{E} * d\vec{A} = \int_{sfera\ di\ raggio\ R} \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R^2} * d\vec{A} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \int_{sfera\ di\ raggio\ R} \frac{1}{R^2} d\vec{A}$$

Dato che l'integrale è calcolato su una sfera di raggio fissato allora anche $1/R^2$ è costante

$$\frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{R^2} \int_{sfera\ di\ raggio\ R} d\vec{A} \rightarrow \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{R^2} 4\pi R^2 = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

Eseguendo le opportune semplificazioni si ottiene che il flusso del campo elettrico E attraverso una sfera di R arbitrario è uguale al rapporto tra la carica totale contenuta e la costante dielettrica. Si è verificata la validità della legge di Gauss per il caso della carica puntiforme.

Cosa dedusse Hertz?

L'obiettivo di Hertz era dimostrare l'esistenza del campo elettromagnetico. Hertz rivelò la presenza (come?) di un campo elettrico in un'antenna non alimentata generato da un'onda EM trasmessa da una seconda antenna.

- Se le linee del campo elettrico trasportato dall'onda emessa dall'antenna trasmittente sono allineate all'antenna ricevente allora si produrrà un moto di elettroni sull'antenna cioè una corrente alternata che segue lo stesso andamento del campo elettrico
- Se non è allineato il campo all'antenna ricevente allora il campo elettrico generato sarà la componente perpendicolare ossia $E \cos \theta$

Aumentando l'angolo si va ridurre il campo elettrico catturato dall'antenna ricevente fino ad esser perpendicolare dove il campo elettrico risulterà nullo ($\cos 90 = 0$)

Spiega la struttura atomica e gli effetti tra atomi interagenti e le proprietà del materiale che derivano dall'iterazione (bande)

Un atomo è composto da elettroni che descrivono orbite circolari sotto l'azione della forza elettrica di attrazione del nucleo, non tutte le orbite però sono stabili: solo su certi stati di fissata energia e raggio, chiamati stati stazionari (energia e raggio quantizzati). Un atomo isolato può emettere soltanto fotoni di energia E corrispondente alla differenza di energia tra 2 diversi livelli atomici. Se gli elettroni di due atomi diversi sono sufficientemente lontani allora essi possono avere gli el. sugli stessi livelli energetici. Man mano che i due nuclei si avvicinano abbiamo uno "sdoppiamento" degli stati elettronici (per Pauli), a distanza di legame l'energia è minima per motivo del legame chimico.

In un materiale i diversi stati atomici generano bande aventi determinate ampiezze.

Le bande di valenza sono formate dagli stati atomici che hanno la più alta energia e rappresentano la zona più esterna del materiale in cui gli elettroni sono strettamente legati agli atomi (responsabili delle caratteristiche fisiche principali).

Le bande di conduzione sono formate dagli stati atomici che hanno energie più basse permettendo maggior libertà di movimento per gli elettroni (responsabili delle proprietà chimiche).

La differenza tra metalli e isolanti è data dalla dimensione del gap energetico tra le due bande. Nei conduttori le due bande hanno quasi gap nullo e quindi gli elettroni di valenza sono essenzialmente liberi, mentre negli isolanti il gap energetico è molto elevato impossibilitando dunque lo spostamento degli elettroni nella banda di conduzione per formare una corrente.

Come cambia il peso in ascensore? È un sistema inerziale? Spiega i risultati che ti aspetti.

Le forze in questione sono la forza normale e la forza peso.

Disegnando il diagramma delle forze per la bilancia all'interno dell'ascensore sfruttando la 2° legge della dinamica si ha che

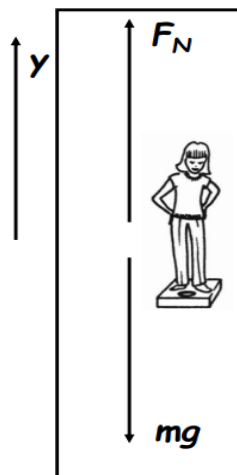
$$\sum \vec{F}_y = m\vec{a}_y = \vec{F}_N + \vec{F}_P \rightarrow \vec{F}_N - m\vec{g} = m\vec{a}_y$$

Dove la forza peso è negativa poiché ha verso opposto rispetto alla Y. Si ottiene quindi che

$$F_N - mg = ma_y \rightarrow F_N = m(g + a_y)$$

Dove a_y sarà l'accelerazione verticale dell'ascensore.

- Se l'ascensore scende allora $a_y < 0 \rightarrow m(g + a_y) < mg$. Il peso quindi misurato dalla bilancia mentre l'ascensore sta scendendo è minore di quello misurato ad ascensore fermo.
- Se l'ascensore sale allora $a_y > 0 \rightarrow m(g + a_y) > mg$. Il peso quindi misurato dalla bilancia mentre l'ascensore sta salendo è maggiore di quello misurato ad ascensore fermo.



In un istante durante un'ipotetica accelerazione non nulla allora non sarebbe un sistema inerziale in quanto la forza normale viene influenzata da questa accelerazione.

In un istante invece con ipotetica accelerazione nulla e, quindi, di velocità costante, allora sarebbe un sistema inerziale in quanto il peso letto sulla bilancia corrisponderebbe a quello letto mentre l'ascensore è fermo.

Cosa succede al cambiamento della temperatura per un semiconduttore e un metallo?

Nei metalli, all'aumentare della temperatura il numero di elettroni, portatori di carica, è praticamente costante mentre aumenta l'agitazione termica che comporta maggior attrito, diminuendo quindi la proprietà di conducibilità.

Nei semiconduttori, all'aumentare della temperatura aumenta molto il numero di elettroni e/o lacune termicamente eccitati nelle rispettive bande, questo effetto è dominante rispetto all'aumento dell'attrito portando quindi ad un aumento della conducibilità e dunque una diminuzione della resistività ($c = 1/r$)

Resistenza e conducibilità dei materiali in base alla temperatura

La resistenza di un conduttore è data da $R = \rho \frac{L}{A}$ dove ρ è la resistività del materiale, L la lunghezza del conduttore, A è l'area della sezione trasversale.

La resistenza quindi, oltre che dalla geometria, dipende in modo direttamente proporzionale alla resistività. La resistività di un materiale dipende dalla sua temperatura e dal coefficiente di temperatura della resistività (α).

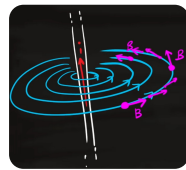
$$\rho = \rho_0(1 + \alpha(T - T_0))$$

Dove ρ_0 è la resistività alla temperatura $T_0 = 20$ gradi. Si noti che

- Se $\alpha > 0, T > T_0 \rightarrow \rho(T) > \rho_0 \rightarrow$ resistenza aumenta all'aumentare della temperatura
- Se $\alpha < 0, T > T_0 \rightarrow \rho(T) < \rho_0 \rightarrow$ resistenza diminuisce all'aumentare della temperatura

In generale, la maggior parte dei metalli ha un coefficiente di temperatura positivo, il che significa che la loro resistività aumenta con l'aumento della temperatura e, di conseguenza la resistenza, mentre la loro conducibilità diminuisce, poiché inversamente proporzionale alla resistenza. Il grande numero di elettroni aumenta infatti la loro agitazione termica producendo un disturbo sul processo di conduzione legato all'attrito tra essi. a

La legge di Ampere è una legge che lega il campo magnetico alla sua sorgente che è la corrente elettrica. La legge ci dice che la circuitazione che indicheremo per semplicità con C è uguale a
 Possiamo quindi dimostrare la legge di Ostred di B.
 L'esperimento serve a valutare quanto vale il campo B ad una distanza r dal filo. Nell'esperimento di Ostred abbiamo un filo attraversato da una corrente I che genera un campo magnetico B . (Noi disegniamo le linee di campo per semplicità ma in realtà il vettore B è tangente ad ogni punto delle linee).
 Prendendo una circonferenza (1 tra le varie linee di campo, come vediamo sul disegno) su cui calcoleremo la circuitazione ricordiamo che B è tangente in ogni punto della circonferenza e che ha sempre lo stesso modulo. Avremo che secondo la legge di Ampere, avendo una sola corrente (il filo) passante per la circonferenza la sommatoria delle correnti è solo 1:

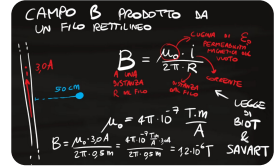


Legge di Ampere e con la formula dimostrare la legge di Ostred

La legge di Ampère è una relazione matematica che lega il campo magnetico B alle sue sorgenti: le correnti elettriche.

$$C = \oint B(r) * dl = \mu_0 \Sigma_n I_n$$

Si definisce circuitazione di B la somma di tutte le correnti che lo attraversano.



Nell'esperimento di Oersted si vuole valutare l'intensità del campo magnetico B ad una distanza dal filo percorsa da una corrente stazionaria i . Prendiamo come percorso chiuso una circonferenza, su cui calcoleremo la circuitazione, di raggio r con al centro un filo.

Sappiamo che

- B ha lo stesso modulo in ogni punto della circonferenza
- B è tangente alla circonferenza in ogni punto
- $B // dl$ $dl = \text{elemento infinitesimale di lunghezza}$

$B * dl = (\text{dato che } B // l) = B dl \cos(0) = B * dl \rightarrow \oint B(r) * dl = \mu_0 I$ dato che $B(r)$ è costante alla distanza r .

Dove con \oint si fa riferimento a una circonferenza di raggio R . Allora si ha che

$$B(r) \oint dl = \mu_0 I \rightarrow B(r) 2\pi r = \mu_0 I \rightarrow B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

Descrivi brevemente l'effetto fotoelettrico (e le osservazioni) e la spiegazione data dal teorema di Einstein

In certe circostanze una radiazione elettromagnetica che colpisce un metallo estrae elettroni dal metallo. Gli esperimenti mostrano che:

- la frequenza della luce che colpisce il catodo deve essere maggiore di una certa frequenza di soglia per poter estrarre elettroni;
- il numero di elettroni emessi dipende dall'intensità luminosa;
- la massima energia cinetica degli elettroni estratti dipende dalla frequenza (e non dall'intensità);
- gli elettroni vengono emessi senza tempo di ritardo.

La teoria classica non spiega la frequenza di soglia e l'assenza di ritardo. Per Einstein la luce trasporta energia sotto forma di quanti di energia chiamati fotoni $E = hf$ (h costante di plank). L'emissione di un elettrone è un processo che avviene attraverso l'assorbimento di un quanto di energia da parte dell'atomo. L'energia di un fotone viene ceduta all'atomo ed estrae un elettrone. La massima energia cinetica dell'elettrone emesso risulta $KE = hf - \phi$ dove $h*f$ = energia del fotone, ϕ è la funzione lavoro e rappresenta l'energia richiesta per estrarre l'elettrone. La frequenza di soglia è quindi $f = \phi/h$. Un fascio di luce più intenso è composto da un numero maggiore di fotoni, più fotoni colpiscono il metallo più elettroni vengono liberati. Nella teoria quantistica, il processo avviene senza ritardo se $f > f_{\text{soglia}}$ perché questa è la condizione che rende possibile l'interazione fotone-elettrone.

Leggi di Kirchhoff, quali concetti esprimono e le loro osservazioni

I principi di Kirchhoff sono due leggi che descrivono il comportamento dei circuiti elettrici.

- Legge dei nodi: la somma algebrica delle correnti che entrano in un nodo è uguale alla somma algebrica delle correnti che escono (questo principio esprime la conservazione della carica elettrica).
- Legge delle maglie: detta maglia un percorso chiuso all'interno di un circuito, la legge delle maglie dice che la somma algebrica delle cadute di potenziale in una maglia è 0 (questo principio esprime la conservazione dell'energia).

Connessione onde EM e luce

Dalle equazioni di Maxwell si ricava anche la relazione matematica che lega i moduli di E (campo elettrico) e B (campo magnetico) tramite c (velocità di propagazione dell'onda nel vuoto).

$$E = cB$$

In una situazione tempo dipendente un campo non può esistere senza l'altro. L'insieme dei due campi viene detto onda elettromagnetica. Maxwell calcolò teoricamente il valore di c ottenendo il seguente risultato $\frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}} = 3.00 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$. Il valore coincide col valore della velocità della luce precedentemente calcolato (non da Maxwell) indipendentemente dalla frequenza (in un mezzo $v < c$). Le teorie di Romer e Fizeau precedenti a Maxwell coincidenti col risultato di Maxwell chiarirono la natura fisica ondulatoria della luce. La luce è un'onda EM. Le onde EM si propagano sia nel vuoto che in un mezzo. La velocità non dipende dalla frequenza.

cos'è un condensatore e dimostrare la formula per 2 condensatori in parallelo

Un condensatore è un componente elettrico che immagazzina energia elettrica in forma di carica elettrica. E' costituito da due piastre conduttrici separate da un isolante. Le piastre sono realizzate in materiali conduttori come metalli mentre l'isolante da vetro, plastica o ceramica.

Un condensatore è quindi un dispositivo che immagazzina energia potenziale elettrica immagazzinando cariche positive e negative separate tra loro. Deve essere compiuto un lavoro per separare queste cariche e l'energia immagazzinata è equivalente al lavoro svolto.

Dato che:

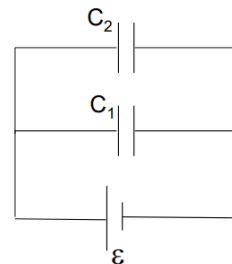
$$\epsilon - \frac{Q_1}{C_1} = 0 \quad e \quad \epsilon - \frac{Q_2}{C_2} = 0$$

Applico la legge di Kirchhoff alle maglie:

$$Q_{eq} = Q_1 + Q_2 \rightarrow \epsilon C_{eq} = \epsilon C_1 + \epsilon C_2 \rightarrow C_{eq} = C_1 + C_2$$

In generale per i condensatori in parallelo

$$C_{eq} = C_1 + C_2 + \dots + C_n = \sum_{i=1}^n C_i$$



Due capacità collegate in parallelo hanno la stessa d.d.p. sulle armature

Illustra come è possibile effettuare una misura di temperatura attraverso una resistenza elettrica

La misura della temperatura attraverso una resistenza elettrica è basata sul principio del cambiamento di resistenza con la temperatura. Molti materiali metallici mostrano una relazione lineare tra la resistenza e la temperatura. Questa relazione è descritta dalla legge di ohm.

Per effettuare una misura di temperatura con una resistenza, è necessario utilizzare un circuito di riscaldamento e un circuito di misura. Il circuito di riscaldamento utilizza la resistenza come elemento riscaldante e la temperatura viene misurata utilizzando un circuito di misura che utilizza una resistenza nota o una resistenza termoresistiva.

La temperatura può essere calcolata utilizzando la seguente formula:

$$T = \frac{V_2 - V_1}{R_2 - R_1}$$

dove:

T è la temperatura

V1 e V2 sono i valori di tensione misurati sulla resistenza a temperature diverse

R1 e R2 sono le resistenze corrispondenti a temperature diverse

In questo modo, è possibile effettuare una misura precisa della temperatura utilizzando una resistenza elettrica.

Spiegare come funzionano le bande e illustrare la differenza tra metalli e isolanti

In un materiale i diversi stati atomici generano bande aventi determinate ampiezze.

Le bande di valenza sono formate dagli stati atomici che hanno la più alta energia e rappresentano la zona più esterna del materiale in cui gli elettroni sono strettamente legati agli atomi (responsabili delle caratteristiche fisiche principali).

Le bande di conduzione sono formate dagli stati atomici che hanno energie più basse permettendo maggior libertà di movimento per gli elettroni (responsabili delle proprietà chimiche).

La differenza tra metalli e isolanti è data dal gap energetico tra le due bande. Nei conduttori le due bande hanno quasi gap nullo e quindi gli elettroni di valenza sono essenzialmente liberi, mentre negli isolanti il gap energetico è molto elevato impossibilitando dunque lo spostamento degli elettroni nella banda di conduzione per formare una corrente.

Dedurre la formula della forza peso dalla formula della forza di gravità. Gli astronauti sulla stazione spaziale internazionale sono soggetti alla forza di gravità? Giustifica

La formula della forza di gravità è:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

dove G rappresenta la costante di gravitazione universale.

Nel caso del peso di un corpo sulla superficie terrestre, m_1 è la massa del corpo, m_2 è la massa della Terra e r è la distanza tra le due masse che è approssimativamente uguale al raggio della Terra.

Quindi la formula per il peso W di un corpo sulla superficie terrestre è:

$$W = m_1 * g \text{ dove } g = G \frac{M}{r^2} = 9.81$$

sostituendo il valore di g nella formula otteniamo dunque $W = m_1 G \frac{M}{r^2} =$ (formula della forza di gravità da cui siamo partiti).

Gli astronauti sulla stazione spaziale sono soggetti alla forza di gravità anche se in misura molto minore a quella che sperimentiamo sulla Terra. Questo è verificabile utilizzando appunto la formula della forza di gravità con i dovuti dati delle masse ma cambiando la r con il valore della distanza dalla Terra.

Essendo la forza di gravità inversamente proporzionale al quadrato della distanza di r , all'aumentare della distanza la forza diminuisce ma comunque non è nulla, però può essere trascurabile.

Illustrare brevemente l'esperimento dell'effetto fotoelettrico e quali sono i problemi riscontrati nella fisica classica

In certe circostanze una radiazione elettromagnetica che colpisce un metallo estrae elettroni dal metallo. Gli esperimenti mostrano che:

- la frequenza della luce che colpisce il catodo deve essere maggiore di una certa frequenza di soglia per poter estrarre elettroni;
- il numero di elettroni emessi dipende dall'intensità luminosa;
- la massima energia cinetica degli elettroni estratti dipende dalla frequenza (e non dall'intensità);
- gli elettroni vengono emessi senza tempo di ritardo.

Questo esperimento mette in crisi la fisica classica perché non è in grado di spiegare la frequenza di soglia utile all'estrazione di un elettrone poiché secondo la fisica classica la luce doveva essere trattata come un'onda, e l'intensità della luce doveva determinare quanta energia veniva trasmessa alle particella di metallo; tuttavia l'energia necessaria dipende dalla frequenza della luce.

Anche il ritardo nullo con cui venivano emessi gli elettroni non è spiegabile attraverso la fisica classica che invece prevedeva un ritardo tra l'applicazione della luce sul metallo e l'effettiva emissione degli elettroni.

$$F = ILB \Rightarrow F = \frac{\mu_0 \cdot I_1 \cdot I_2 \cdot L}{2\pi d} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot I_1 \cdot I_2 \cdot L}{2\pi d} = \frac{2 \cdot 10^{-7} \cdot I_1 \cdot I_2 \cdot L}{d}$$

7

Descrivi l'unità di misura della corrente a partire dall'esperimento dei due fili in cui scorre corrente

L'unità di misura della corrente elettrica è l'ampere, definita a partire dall'esperimento dei due fili.

L'esperimento consisteva nell'osservazione della forza esercitata tra due fili che conducevano corrente.

Ampere pose due fili uno di fianco all'altro entrambi attraversati da corrente. Si notò che se i fili erano percorsi da correnti nello stesso verso venivano generati due campi magnetici:

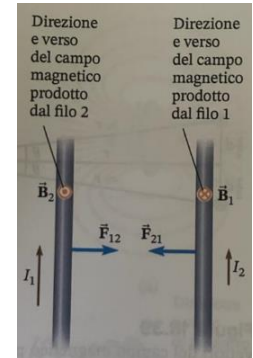
- Per il filo a sx il campo magnetico generato dal filo a dx "usciva" dalla pagina
- Per il filo a dx il campo magnetico generato dal filo a sx "entrava" nella pagina.

Per la regola della mano destra entrambi generavano una forza di Lorentz in direzione dell'altro filo. Due fili quindi percorsi da corrente con stesso verso si attraggono mutuamente. In caso contrario e, quindi, con corrente di verso opposto, si respingono.

Questo esperimento fu fondamentale nella definizione dell'unità di misura

Ampere poiché un ampere corrisponde al valore della corrente elettrica

circolante in ciascuno dei due fili posti alla distanza di 1m tale che ciascuno eserciti sull'altro una forza magnetica di $2 \cdot 10^{-7}$ N. Con questa scelta si ottiene che il coulomb è la quantità di carica che passa in un secondo quando in un conduttore circola la corrente di 1 ampere/secondo.



Discuti partendo da Bohr la spettroscopia di un gas Idrogeno, parla della spettroscopia, cosa si è scoperto [...] Fisica Classica VS Moderna

La spettroscopia dell'idrogeno è stata una delle prime applicazioni della teoria quantistica, sviluppata da Bohr. Questa teoria descrive il comportamento quantistico degli elettroni in un atomo di idrogeno, ovvero che gli elettroni possono esistere solo in specifiche orbite prefissate.

In base alla teoria di Bohr, quando un elettrone viene eccitato, ovvero passa a un'orbita quantistica più esterna, può rilasciare energia sotto forma di un fotone. Questo fotone ha un'energia quantistica specifica che è proporzionale alla differenza di energia tra le orbite quantistiche.

La spettroscopia dell'idrogeno consiste nell'osservare la luce che viene emessa da un gas di idrogeno quando gli elettroni vengono eccitati. La luce emessa viene analizzata per identificare i colori specifici che sono associati a specifiche orbite quantistiche.

La fisica quantistica ha permesso di comprendere e descrivere questo fenomeno in modo molto preciso, grazie all'uso della teoria quantistica della meccanica. In confronto, la fisica classica non sarebbe in grado di descrivere questo comportamento quantistico poiché non è in grado di descrivere questa quantizzazione dell'energia.

Parla del Teorema dell'energia cinetica (e le sue conseguenze se considero forze conservative)

L'energia cinetica è l'energia posseduta da un corpo in virtù del suo stato di moto. Quando una

forza risultante costante F fa subire uno spostamento ad un corpo a cui è applicata, la forza compie lavoro sul corpo; l'energia cinetica del corpo aumenta da un valore iniziale $K = \frac{1}{2}mv_0^2$ ad un

valore finale $K = \frac{1}{2}mv_f^2$. Il teorema dell'energia cinetica dice che il lavoro totale compiuto su un corpo che si muove è uguale alla variazione dell'energia cinetica.

$$L_{tot} = \Delta K = K_f - K_i$$

Il lavoro conservativo invece corrisponde alla differenza delle energie potenziali

$$L_C = -\Delta U$$

Sapendo che

- l'energia meccanica corrisponde alla somma dell'energia cinetica e potenziale
- il lavoro totale è uguale alla somma dei lavori non conservativi e conservativi.

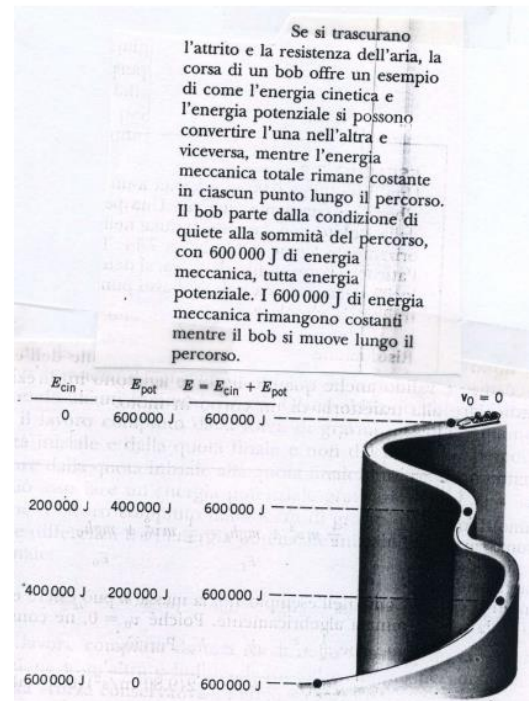
Si può dire che, dal teorema dell'energia cinetica, ...

$$L_{tot} = L_{NC} + L_C = K_f - K_i \rightarrow K_f - K_i = L_{NC} - \Delta U$$

$$L_{NC} = (K_f + U_f) - (K_i + U_i) = E_{mf} + E_{mi}$$

In assenza di forze non conservative l'energia meccanica di un sistema fisico si conserva

$$E_{mf} = E_{mi} \rightarrow \Delta K = -\Delta U$$



In caso di presenza di sole forze conservative allora sarà possibile convertire l'energia cinetica in potenziale e viceversa. In ogni istante quindi la somma delle due energie sarà costante.

Equazione delle onde elettromagnetiche (onde elettromagnetiche)

Combinando opportunamente le 4 equazioni di Maxwell, ipotizzando l'assenza di cariche e correnti, è possibile ottenere due equazioni, una per il campo elettrico e una per il campo magnetico (derivate seconde spaziali e temporali) che restituiscono due soluzioni identiche.

I vettori E e B soluzione delle equazioni delle onde sono perpendicolari tra loro, funzioni del tempo, e variano nello spazio mantenendosi perpendicolari alla direzione di propagazione y ($E \perp B$).

$$\mathbf{E} = E_1(y,t)\mathbf{e}_1 + E_2(y,t)\mathbf{e}_2 \quad \mathbf{B} = B_1(y,t)\mathbf{e}_1 + B_2(y,t)\mathbf{e}_2$$

Entrambe sono funzioni periodiche nello spazio e nel tempo. Un'onda periodica si ripete uguale a sé stessa nello spazio e nel tempo. La velocità dell'onda è uguale a $v = \lambda f$, dove f è la frequenza (numero di oscillazioni in un periodo) e λ è la lunghezza d'onda (ossia lo spazio percorso dall'onda in un periodo). Con periodo invece si fa minimo intervallo di tempo da lasciar passare per rivedere l'onda uguale. Il risultato delle equazioni scritte è un'equazione detta "equazione dell'onda piana"

$$E_z = E_m \sin(\varphi(y,t)) = E_m \sin(ky - \omega t + \phi)$$

Dove:

- $E_m \rightarrow$ ampiezza
- $k = \frac{2\pi}{\lambda} \rightarrow$ numero d'onda
- $\omega = 2\pi f \rightarrow$ frequenza angolare
- $\phi \rightarrow$ costante di fase

La soluzione per entrambe le equazioni, quindi, è un'onda sinusoidale nella quale i moduli dei due campi variano nello spazio e nel tempo in modo periodico. Si chiama onda elettromagnetica l'insieme di questi due campi.

Come si comporta la resistenza e conducibilità di un semiconduttore in base alla temperatura? E in un metallo? Spiega i principi fisici

La resistenza di un conduttore è data da $R = \rho \frac{L}{A}$ dove ρ è la resistività del materiale, L la lunghezza del conduttore, A è l'area della sezione trasversale.

La resistenza quindi, oltre che dalla geometria, dipende in modo direttamente proporzionale alla resistività. La resistività di un materiale dipende dalla sua temperatura e dal coefficiente di temperatura della resistività (α).

$$\rho = \rho_0(1 + \alpha(T - T_0))$$

Dove ρ_0 è la resistività alla temperatura $T_0 = 20$ gradi. Si noti che

- Se $\alpha > 0, T > T_0 \rightarrow \rho(T) > \rho_0 \rightarrow$ resistenza aumenta all'aumentare della temperatura
- Se $\alpha < 0, T > T_0 \rightarrow \rho(T) < \rho_0 \rightarrow$ resistenza diminuisce all'aumentare della temperatura

In generale, la maggior parte dei metalli ha un coefficiente di temperatura positivo, il che significa che la loro resistività aumenta con l'aumento della temperatura e, di conseguenza la resistenza, mentre la loro conducibilità diminuisce, poiché inversamente proporzionale alla resistenza. Il grande numero di elettroni aumenta infatti la loro agitazione termica producendo un disturbo sul processo di conduzione legato all'attrito tra essi.

Nei semiconduttori invece succede l'opposto ($\alpha < 0$ generalmente) poiché predomina un altro effetto sull'attrito, il drogaggio, il quale permette di controllare quanti elettroni vengono messi a disposizione durante il processo di conduzione. La temperatura, in tal caso, gioca a favore perché aumenta il numero di portatori (cariche) che contribuiscono alla conduzione.

Perché la forza peso è conservativa e l'attrito è non conservativo?

Il lavoro compiuto dalla forza peso è indipendente dal percorso eseguito, ma dipende soltanto dalla posizione iniziale e finale, pertanto esse è una forza conservativa.

Inoltre la forza peso può essere descritta come la derivata di un potenziale gravitazionale, questo significa che, per ogni spostamento di un oggetto, l'energia totale cambia di una quantità costante che dipenda dal potenziale gravitazionale.

D'altra parte l'attrito è una forza non conservativa perché dissipa l'energia cinetica dei corpi che interagiscono. Questo vuol dire che l'energia cinetica viene trasformata in energia termica che non può essere "recuperata" e utilizzata di nuovo.

Esperimento di Rutherford

L'esperimento di Rutherford ha portato a una comprensione completamente nuova della struttura degli atomi (con il modello precedente di Thomson si credeva che le cariche positive fossero distribuite uniformemente sul volume atomico, con gli elettroni immersi in esso) e ha permesso di determinare la strutture del nucleo atomico.

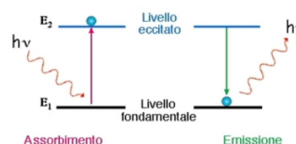
L'esperimento prevedeva che venissero sparati atomi di elio contro una lamina d'oro praticamente monoatomica, il risultato ottenuto dimostrò che alcuni atomi di elio erano stati deviati significativamente dalla loro traiettoria originale, mentre la maggior parte di essi ha mantenuto la traiettoria iniziale. Questo risultato portò ad affermare che la maggior parte della massa dell'atomo era nel nucleo avendo notato tali significative deviazioni della traiettoria, e che la maggior parte dell'atomo era costituito da vuoto dato che la maggior parte degli atomi di elio non erano stati deviati.

Modello di Bohr

Bohr propose un nuovo modello atomico sulla base di quello di Rutherford. Secondo il modello di Bohr, gli elettroni orbitavano intorno al nucleo atomico in orbite ben definite, note come orbite quantistiche. Secondo il modello di Bohr, gli elettroni non possono occupare posizioni qualsiasi ma sono limitati a un certo numero di orbite stabili descritte da quantità quantistiche definite. LA condizione di quantizzazione di Bohr che identifica gli stati stazionari è la seguente.

$$mv_n 2\pi r_n = nh$$

Dopo le conclusioni di Rutherford, ovvero che gli elettroni orbitavano attorno al nucleo, Bohr propose un nuovo modello. Tramite l'esperimento dello spettro a righe, Bohr capì che gli elettroni orbitavano intorno al nucleo su delle orbite ben specifiche, dette orbite quantizzate. Gli elettroni per trovarsi su queste orbite dovevano possedere uno specifico stato stazionario, ovvero una specifica energia e raggio dal nucleo. Quindi ovviamente, gli elettroni non possono occupare una posizione qualsiasi ma devono occupare una di queste orbite. Bohr ha osservato che riscaldando un atomo di idrogeno, l'elettrone acquisiva energia e una volta raggiunta una specifica energia poteva passare su un'altra orbita con un altro stato stazionario. Qui però l'elettrone è instabile e una volta che non viene più riscaldato, l'elettrone tende a tornare sull'orbita iniziale e quando ciò avviene rilascia l'energia appena presa sotto forma di fotone. Il fotone ($E = hf$) avrà un'energia pari alla differenza di energia tra i due stati stazionari. La condizione di quantizzazione di Bohr che identifica gli stati stazionari è



Dove n è un intero positivo che indica il numero dell'orbita e h è una costante universale introdotta da Planck.

Inoltre, gli elettroni erano in grado di saltare da un'orbita all'altra, ma solo se ricevevano o perdevano una quantità specifica di energia, nota come quantità di energia quantistica. Questo ha spiegato perché gli atomi emettessero o assorbissero solo specifiche lunghezze d'onda di luce.

Tuttavia anche il modello di Bohr non è in grado di spiegare con completezza alcuni aspetti della struttura degli atomi.

Corrente indotta da campo magnetico variabile

La corrente indotta si verifica quando un circuito elettrico è esposto a un campo magnetico variabile nel tempo. Questo cambiamento nel campo magnetico genera una forza elettromotrice indotta all'interno del circuito che a sua volta genera una corrente elettrica (anch'essa indotta).

La legge di Faraday lega la variazione del campo magnetico (più precisamente la variazione del flusso magnetico) alla forza elettromotrice indotta ed è così rappresentata

$$\varepsilon = \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$

Dalla formula deduciamo quindi che la F.E.M. indotta è inversamente proporzionale al tempo e dunque più rapidamente il flusso magnetico cambia, più alta sarà la tensione indotta e di conseguenza la corrente. $I = \frac{\varepsilon}{R}$

Quando un circuito elettrico è esposto ad una variazione di campo magnetico nel tempo, viene generata una forza elettromotrice indotta (fem indotta) che a sua volta, agisce esattamente come una batteria generando una corrente elettrica indotta. Quindi la legge di Faraday ci lega la variazione del campo magnetico (o per meglio dire la variazione del flusso magnetico) alla fem con la formula ... E dalla legge di ohm possiamo ricavare la corrente indotta I

Legge di ampere-maxwell

Consideriamo un lungo filo rettilineo di raggio R percorso da una corrente continua I con un'interruzione.

- La corrente scorrendo verso l'alto sulla faccia inferiore fa accumulare cariche positive.
 $\Delta Q(t) = I\Delta t$
- Nel mezzo essendoci nel vuoto (isolante) con sopra e sotto pari quantità di cariche positive e negative si crea un condensatore.
- Mentre nella faccia superiore si accumula un $-\Delta Q(t)$

Applicando la legge di Ampere al cammino circolare γ si avrebbe che la circuitazione di B corrisponde alla somma di tutte le correnti che lo attraversano per μ_0 :

- Superficie $S1$ (sezione trasversale del filo): campo magnetico generato da un filo percorso da corrente
- Superficie $S2$ (in mezzo al vuoto): teoricamente non viene attraversata da nessuna corrente quindi campo magnetico nullo in teoria perché

$$\oint B \cdot dl = \mu_0 \sum_1^N I_n$$

Ma dato che

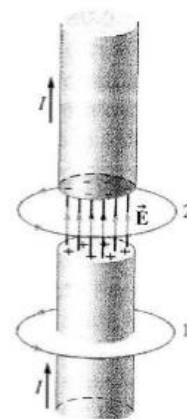
$$\text{ricordando } \sigma = \frac{Q_{tot}}{A} \rightarrow E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} = \frac{\Delta Q}{\varepsilon_0 \pi R^2}$$

Tuttavia si evince che attraverso la superficie $S2$ c'è un flusso di campo elettrico non nullo che aumenta man mano che si accumulano cariche

$$\phi_E = E A \cos 90 \rightarrow \frac{\Delta\phi}{\Delta t} = \frac{\pi R^2 \Delta Q}{\Delta t \varepsilon_0 \pi R^2} = \frac{\Delta Q}{\Delta t \varepsilon_0} = \frac{I}{\varepsilon_0} \rightarrow I = \varepsilon_0 \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$

Dove I è la corrente di spostamento. C'è quindi una corrente poiché $\Delta Q > 0$ e pertanto un campo magnetico non nullo.

Quindi non è vero che la circuitazione di B è $\mu_0 \sum_1^N I_n$. In base a queste considerazioni e anche da considerazioni di simmetria del ruolo di \mathbf{E} e \mathbf{B} nelle leggi dell'elettromagnetismo, Maxwell intuì che la legge di Ampère



doveva essere generalizzata ad includere situazioni dipendenti dal tempo.

$$\oint B \cdot dl = \mu_0 \left(I + \varepsilon_0 \frac{d\phi_E}{dt} \right)$$

Dunque il campo magnetico può essere:

- $\mu_0 I \rightarrow$ generato dalle correnti elettriche di conduzione (ampere)
- $\mu_0 \varepsilon_0 \frac{d\phi_E}{dt} \rightarrow$ dai campi elettrici variabili nel tempo (maxwell) (Corrente di spostamento)

Le linee di B sono sempre chiuse e sono concatenate da una corrente o da un campo elettrico variabile o da una combinazione tra le due. Se il tempo non varia si ha la legge di Ampere classica.

Drogaggio

Il drogaggio dei semiconduttori è un processo tecnologico utilizzato per modificare le proprietà elettroniche di un materiale semiconduttore. Il drogaggio consiste nell'aggiunta di piccole quantità di elementi con proprietà elettroniche diverse da quelle del materiale semiconduttore principale, creando così un materiale con proprietà elettroniche modificate. Ci sono due tipi di drogaggio:

- nel drogaggio tipo "n" vengono aggiunti al semiconduttore atomi (arsenico) con un numero di elettroni in più rispetto a quelli del materiale semiconduttore creando un eccesso di elettroni che danno origine a cariche negative libere di spostarsi alla banda di conduzione così da ottenere una maggiore conducibilità (stato donore).
- nel drogaggio tipo "p" vengono aggiunti atomi (boro) con un numero di elettroni inferiore a quello del materiale semiconduttore creando così lacune di elettroni che danno origine a concentrazione di portatori di carica positivi (stato accettore).

È possibile drogare un materiale semiconduttore con entrambi i tipi di atomo (sia arsenico che boro) così da ottenere un drogaggio tipo "p-n".

Definizione sistema inerziale. Un sistema rotante è un sistema inerziale? Le leggi della meccanica valgono ancora? Giustifica

Un sistema inerziale è un sistema di riferimento che non è soggetto a forze non conservative, come la forza di gravità o la forza di inerzia. In altre parole, un sistema inerziale è un sistema in cui le leggi della meccanica sono valide in modo uniforme e non dipendono dalle proprietà intrinseche del sistema.

Un sistema rotante, d'altra parte, non è un sistema inerziale perché il moto rotazionale induce forze di inerzia (in effetti l'accelerazione in un sistema rotante non è mai nulla, e quindi il sistema non si muove di moto rettilineo uniforme rispetto ad un altro fermo), che non sono descrivibili dalle leggi della meccanica in un sistema inerziale. Queste forze di inerzia sono conosciute come forze centrifughe e sono percepite dall'osservatore come una forza esterna che agisce sul sistema.

Tuttavia, le leggi della meccanica non sono annullate in un sistema rotante, ma devono essere riformulate per tener conto delle forze centrifughe.

In conclusione, un sistema rotante non è un sistema inerziale, ma le leggi della meccanica sono ancora valide in questo sistema, ma devono essere adattate per tener conto delle forze centrifughe.

Che cos'è un condensatore? Descrivere le leggi fisiche che lo governano.

Un condensatore è costituito da due piastre conduttive separate da un materiale isolante come può essere anche solo il semplice vuoto. Un condensatore è quindi un dispositivo che immagazzina energia potenziale elettrica immagazzinando cariche positive e negative separate tra loro

$$\Delta V = \frac{\Delta U_e}{q} = -Ed$$

Dove d è la distanza a cui si ha ΔV .

Si può descrivere la quantità finita di elettroni che consideriamo tra le due armature.

$$E = \sigma \varepsilon \text{ dove } \sigma = \frac{Q}{A} \text{ ossia densità di carica superficiale}$$

Per un condensatore a facce piane parallele possiamo dire che:

$$E \propto \sigma \propto Q \propto \Delta V$$

Si può scrivere questa proporzionalità sottoforma di equazione.

$$Q = C \Delta V$$

Un condensatore immagazzina energia equivalente al lavoro necessario a separare le cariche. La carica del condensatore dipende dalla sorgente che colleghiamo ad esso e sarà mossa dall'energia potenziale elettrica che caratterizza il sistema. L'energia potenziale elettrica è quella che permetterà alle cariche di muoversi quando colleghiamo le armature. Quando tra le due piastre abbiamo la stessa differenza di potenziale presente tra i due morsetti della batteria il flusso di cariche si ferma, in quanto il lavoro compiuto per trasportare una carica equivale a quello esercitato per respingerla.

Che cos'è una grandezza fisica quantizzata? Fai un esempio nella fisica classica (e moderna). Nel modello di Bohr ci sono grandezze che nella fisica classica sono quantizzate?

Una grandezza fisica si dice quantizzata se i possibili valori che essa può assumere sono limitati ad un insieme discreto, anziché valori continui. Questa quantizzazione è una caratteristica fondamentale della fisica quantistica e contraddistingue la fisica moderna dalla fisica classica.

Un esempio di grandezza quantizzata è la corrente essendo un multiplo della carica elementare positiva o negativa $Q = N \cdot q$.

Un esempio nella fisica classica sono le frequenze delle onde che si possono eccitare su una corda che vibra mantenendo gli estremi fissati (corda di una chitarra).

Invece, facendo riferimento alla fisica moderna, l'energia trasportata dalla luce sotto forma di quanti (o

fotoni) è sempre un multiplo della costante di Planck.

Nel modello di Bohr una grandezza fisica che nella teoria classica è quantizzata è la costante di Planck.

Produzione onde EM e rivelazione del campo elettrico prodotto

Il modo più semplice di produrre un'onda elettromagnetica è quello di applicare una differenza di potenziale elettrico variabile nel tempo in modo periodico a un'antenna a dipolo elettrico oscillante. Le due barre metalliche sono alimentate alle estremità centrali da una corrente alternata. Per metà periodo un'estremità acquista carica positiva (E positivo) e l'altra negativa (E negativo) generando quindi un dipolo elettrico. Il generatore di corrente alternata nell'origine e l'antenna lungo l'asse z generano un'onda che si propaga dall'antenna in tutte le direzioni.

La rivelazione del campo elettrico prodotto avviene mediante l'esperimento di Hertz. Hertz rivelò la presenza di un campo elettrico in un'antenna non alimentata da corrente generata da un'onda EM trasmessa da una seconda antenna (alimentata da corrente) scoprendo che:

- Se le linee del campo elettrico trasportato dall'onda emessa dall'antenna trasmittente sono allineate all'antenna ricevente allora si produrrà un moto di elettroni sull'antenna cioè una corrente alternata che segue lo stesso andamento del campo elettrico
- Se non è allineato il campo all'antenna ricevente allora il campo elettrico generato sarà la componente perpendicolare ossia $E \cos \theta$

Aumentando l'angolo si va ridurre il campo elettrico catturato dall'antenna ricevente fino ad esser perpendicolare dove il campo elettrico risulterà nullo ($\cos 90 = 0$)

Spiega la legge di Faraday e le sue implicazioni

La legge di Faraday descrive il fenomeno della corrente indotta in un circuito elettrico quando è esposto a un campo magnetico variabile. La legge lega la variazione del campo magnetico (più precisamente la variazione del flusso magnetico) alla forza elettromotrice indotta ed è così rappresentata:

$$\varepsilon = \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$

Dalla formula deduciamo quindi che la F.E.M. indotta è inversamente proporzionale al tempo e dunque più rapidamente il flusso magnetico cambia, più alta sarà la tensione indotta e di conseguenza la corrente.

Le implicazioni della legge di Faraday sono molteplici. Ad esempio, la legge di Faraday è alla base della produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili come l'eolico e l'idroelettrico, dove i generatori elettrici sfruttano la corrente indotta per produrre energia elettrica. Inoltre, la legge di Faraday è utilizzata nei motori elettrici, nei trasformatori e in molte altre applicazioni industriali.

Inoltre ha anche implicazioni fondamentali per la fisica moderna (forse affermazione superflua)

Quali sono le equazioni classiche usate per il modello atomico di Bohr e quali quelle moderne.

Indicare la condizione di quantizzazione di Bohr che identifica gli stati stazionari.

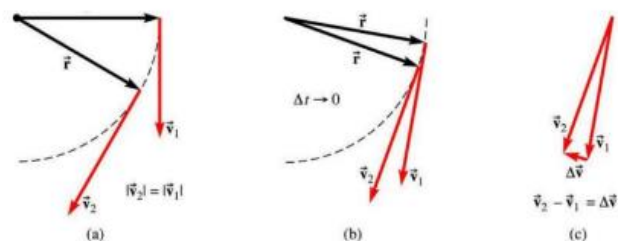
Bohr rielabora il modello di Rutherford in base a esperimenti basati sulla spettroscopia che dimostravano che lo spettro luminoso di un gas portato ad alte temperature era discreto e non continuo: un atomo assorbe solo quantità di energia specifiche corrispondenti alle righe individuate sullo spettro. Bohr accettò l'ipotesi di Rutherford per cui l'atomo fosse formato da un nucleo e da elettroni che gli orbitavano attorno ma scoprì in realtà che non tutte le orbite sono stabili bensì solo su certi stati di fissata energia e raggio, detti stati stazionari. L'elettrone può passare da uno stato stazionario ad un altro assorbendo o emettendo energia pari alla differenza di energia tra gli stati stazionari di arrivo e di partenza.

Il modello di Bohr si basa essenzialmente su 3 equazioni costitutive 2 classiche e una moderna.

- Seconda legge della dinamica: $\frac{mv^2}{r}$ (classica)
- L'iterazione tra il nucleo e il singolo elettrone presenti nell'atomo $E = K + U_{el} = \frac{1}{2}mv^2 - k\frac{Ze^2}{r}$ (classica)
- Condizione di quantizzazione di Bohr che identifica gli stati stazionari $mv_n 2\pi r_n = nh$ (moderna)

Perché in un moto circolare è presente un'accelerazione. In un moto circolare uniforme come sono le forze agenti

La velocità in un moto circolare si può definire come la rapidità con cui la componente angolare varia nel tempo. Il vettore velocità ha direzioni orientate diverse in punti diversi della traiettoria circolare. Traslando un vettore velocità all'istante t verso un altro all'istante t_0 si può notare che ci sarà un angolo tra i due vettori; la velocità quindi sicuramente varia sempre in verso (e può variare in modulo) e, pertanto, ci sarà sempre un'accelerazione non nulla.



L'accelerazione ha due componenti:

- Una lungo la direzione tangente detta accelerazione tangenziale
- Una lungo la direzione radiale detta accelerazione radiale; essendoci un moto accelerato sarà sempre presente una forza diversa da 0 che terrà il corpo ancorato alla traiettoria circolare altrimenti, se non ci fosse, ci troveremmo in un moto rettilineo. L'accelerazione radiale non nulla quindi è responsabile quindi della presenza di una forza detta forza centripeta.

Perché si dice che un metallo conduce per cariche negative. Perché un semiconduttore conduce sia per cariche negative che positive?

Le proprietà di conduzione dei metalli e dei semiconduttori sono differenti:

- I semiconduttori a basse T sono caratterizzati dalla banda di valenza completamente piena e da un gap notevole tra la banda di valenza e di conduzione. Quando un semiconduttore viene portato a temperature sufficientemente alte il numero di elettroni e lacune aumenta molto nelle rispettive bande; questa è la conseguenza del fatto che alcuni elettroni vengono promossi dalla banda di valenza a quella di conduzione. Gli elettroni in banda di conduzione ora avranno "spazio" per muoversi liberamente; la lacuna invece in banda di valenza verrà occupata da un elettrone vicino. Complessivamente questo effetto fa aumentare la conducibilità e la resistività diminuisce. Per questo motivo i semiconduttori conducono sia per cariche positive che per cariche negative.
- Un materiale è detto invece conduttore se la banda di valenza a temperature basse è piena oppure il gap tra la banda di valenza e conduzione è pressoché inesistente: le due bande sono sovrapposte. La banda di valenza non essendo completamente lascia molti stati non occupati e, gli elettroni, sono liberi di muoversi avendo un maggiore numero di stati in cui posizionarsi. Per questo i conduttori conducono per cariche negative.

Se in un cristallo di silicio (gruppo IV) si introducono impurezze di Boro (gruppo III) o di Arsenico (gruppo V) come si modificano le proprietà di conduzione? Giustifica.

- Se un atomo di silicio (gruppo IV) viene sostituito da uno di arsenico, che ha cinque elettroni esterni, cioè uno in più di quelli necessari al legame chimico, questo quinto elettrone è tenuto nel suo posto solo dalla attrazione coulombiana, molto più debole del legame chimico. Così l'elettrone può facilmente lasciare il suo atomo e diventa un elettrone di conduzione. Lo stato dell'elettrone in eccesso attorno al suo atomo si dice stato donore. In breve per con drogaggio per stati donore si intende: drogando arsenico al silicio aumentiamo molto gli elettroni rispetto alle lacune, indipendentemente dal numero di atomi di arsenico.
- Se invece un atomo di silicio viene sostituito da uno di boro (gruppo III, quindi tre elettroni esterni, uno in meno del silicio) il legame che si forma sarà difettivo di un elettrone. Per completare il legame verrà un altro elettrone lascerà il suo atomo di silicio creando quindi una lacuna libera di muoversi (carica positiva mobile); a differenza dell'arsenico, il boro deve quindi "rubare" un elettrone. Lo stato dell'elettrone mancante necessario al legame chimico si dice accettore.

Nei semiconduttori drogati con impurezze donatrici o accettrici la conduzione è tanto più elevata quanto più alta è la concentrazione del drogante

Illustra brevemente cos'è uno spettro luminoso, la struttura degli spettri dei gas monoatomici e discuti le difficoltà interpretative della fisica classica.

Uno spettro luminoso fornisce informazioni sul come la luce interagisce con la materia. In particolare uno spettro di emissione è una linea nera con righe colorate separate che danno indicazioni su a che frequenza l'energia è stata assorbita.

Secondo la teoria della fisica classica (Maxwell) le onde Em trasportavano energia che veniva assorbita dagli elettroni di un metallo e, quando l'energia accumulata era sufficiente; gli elettroni venivano estratti. Si

pensava inoltre che maggiore sarà l'intensità della luce maggiore sarà l'energia trasferita e, pertanto, un fascio di luce sufficientemente intenso a qualunque frequenza sarebbe in grado di estrarre elettroni.

Grazie all'effetto fotoelettrico e all'analisi degli spettri di emissione dei gas monoatomici (che risultavano discreti e non continui come ci si aspettava) si notò che in realtà un atomo assorbe solo quantità di energie specifiche, corrispondenti alle righe individuate dallo spettro. La possibilità di estrarre elettroni non dipendeva dall'intensità della luce ma dal valore della frequenza; il numero di elettroni estratti invece dipendeva dall'intensità della luce.

Illustra brevemente la legge di Ohm per i circuiti elettrici e ricava le due espressioni per la resistenza equivalente di due resistenze collegate in serie e in parallelo.

Quanto peseresti su una bilancia posta in un ascensore in caduta libera? Spiega teoricamente il risultato che prevedi per l'esperimento.