

PROBLEMA 1.

In laboratorio è stato preparato il dispositivo rappresentato in Figura 1. La bobina è costituita da 100 spire rettangolari di rame i cui lati misurano 25 cm e 30 cm. La bobina può ruotare con attrito trascurabile intorno al suo asse e durante la rotazione le estremità del filo strisciano su due anelli conduttori, mantenendo con essi un contatto elettrico. La bobina è immersa in un campo magnetico uniforme e costante.

Sull'asse della bobina è montato un cilindro intorno al quale è avvolto un filo. All'estremità del filo è sospeso un pesetto. Quando il pesetto viene lasciato libero, esso cade verso il basso mettendo in rotazione la bobina. Alla partenza del pesetto il piano della spirale è perpendicolare alla direzione del campo magnetico.

Durante la rotazione della bobina, alle sue estremità, che restano aperte in modo che non circoli corrente, si produce una f.e.m. il cui valore viene rilevato da un sistema di acquisizione automatico che acquisisce 1000 valori al secondo.

In Figura 2 sono stati riportati i dati sperimentali acquisiti dal sistema. Questo grafico rappresenta in ordinata la f.e.m. prodotta alle estremità della bobina durante la caduta del pesetto ed in ascissa il tempo.

La Figura 3 rappresenta lo stesso grafico di Figura 2. In quest'ultimo grafico i punti sperimentali sono stati uniti da segmenti per migliorarne la leggibilità.

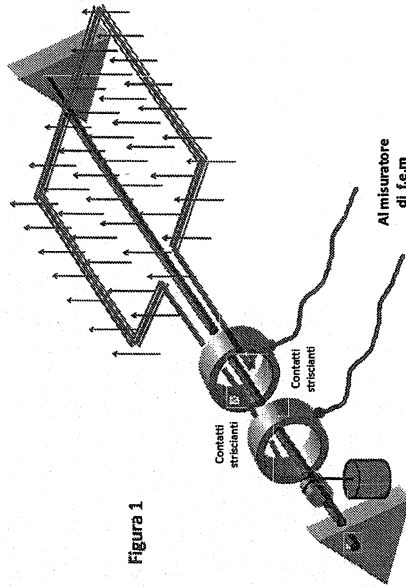


Figura 1

magnetico B e l'accelerazione angolare α della bobina come parametri. Considera inoltre aperte le estremità della bobina.

3) Deduci dal grafico sperimentale le informazioni quantitative necessarie per determinare il valore dell'accelerazione angolare della bobina e l'intensità del campo magnetico in cui ruota la bobina.

4) Spiega qual è il significato fisico dell'area, evidenziata in Figura 3, compresa tra ogni semiperiodo e l'asse dei tempi. Verifica, utilizzando la funzione $y = f(t)$, che queste aree hanno, in modulo, tutte lo stesso valore.

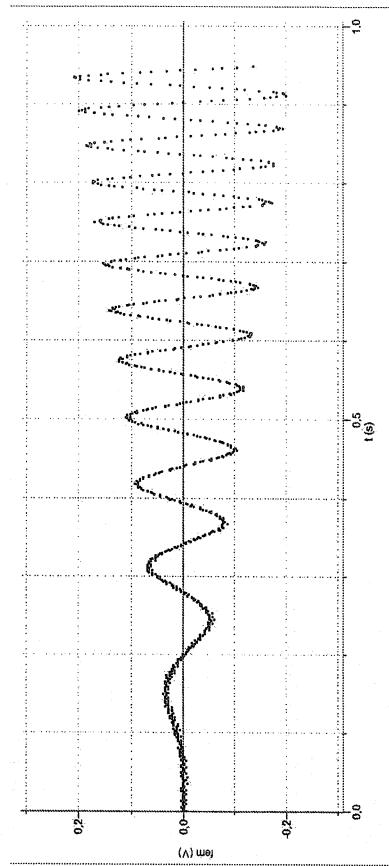


Figura 2

*Area = emi Halbdrehung
Schnelle Eugony
Auswertung*

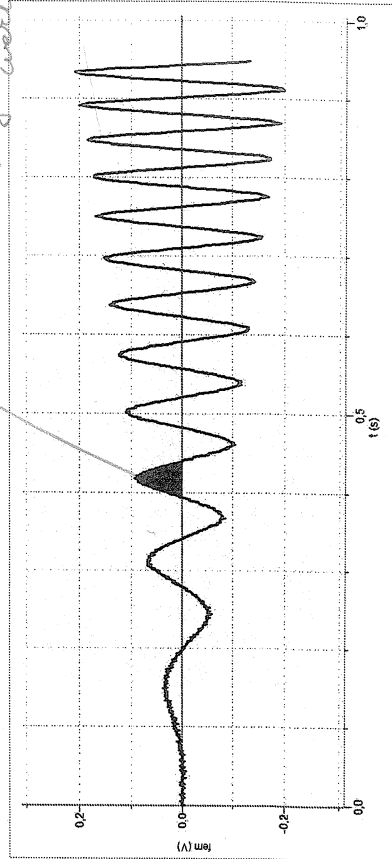


Figura 3

PROBLEMA 2.

1) Spiega il fenomeno fisico che produce la f.e.m. alle estremità della bobina e, sulla base di esso, spiega il particolare andamento del grafico sperimentale.

2) Utilizza la legge del fenomeno fisico per dedurre teoricamente la funzione matematica $y = f(t)$ che descrive la f.e.m. alle estremità della bobina in funzione del tempo e verifica che la funzione ottenuta, coerentemente con il grafico sperimentale, abbia ampiezza crescente e periodo decrescente. Considera l'intensità del campo

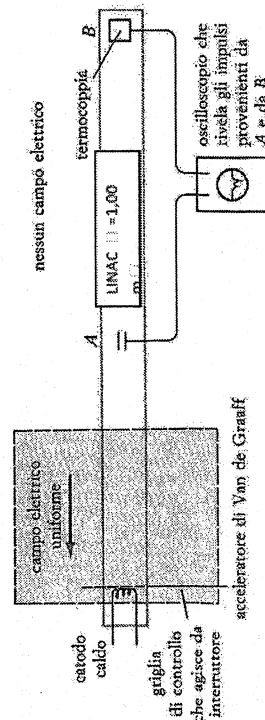
Negli anni 1963-1964 il fisico W. Bertozzi con la sua equipe realizzò un esperimento al MIT di Boston verificando l'esistenza di una velocità limite, pari a quella della luce nel vuoto.

Secondo la fisica classica è possibile accelerare un corpo dalla quiete fino a una velocità qualunque, per quanto grande essa sia, mentre per la relatività questo non è possibile.

L'esperimento consiste nell'accelerare elettroni attraverso opportuni campi elettrici prodotti da una un acceleratore di Van de Graaff e da un acceleratore lineare a radiofrequenza (LINAC). Il fascio di elettroni è prodotto da un catodo caldo, sottoforma di impulsi della durata di 3 ns ($3 \cdot 10^{-9} \text{ sec}$) e viene accelerato dall'acceleratore di Van de Graaff attraverso differenze di potenziale variabili fino a un massimo di 1,5 milioni di volt.

Gli elettroni, usciti dall'acceleratore di Van de Graaff, attraversano un tubicino metallico posto in A nel quale inducono un impulso di corrente che viene inviato all'oscilloscopio (vedi Figure 1 e 2). Il tragitto da A a B è lungo 8,40 m ed è privo di aria e di campi elettrici che possano modificare la velocità degli elettroni (l'acceleratore LINAC è spento in una prima fase dell'esperimento e in particolare non è utilizzato nelle prime tre misure di sotto riportate). Arrivati in B gli elettroni urtano un disco di alluminio nel quale provocano un impulso di corrente che viene inviato anch'esso all'oscilloscopio. Sull'oscilloscopio la distanza tra i due impulsi dà la misura del tempo impiegato dagli elettroni per andare da A a B e quindi, nota la distanza AB, è possibile calcolare la loro velocità.

Ogni quadrato del reticolo dell'oscilloscopio (divisione) corrisponde ad un tempo di circa ($0,98 \cdot 10^{-8} \text{ sec}$).



Fonte: http://giulioannovi.altervista.org/fisica/quinta/Energia_cinetica_relativistica.pdf

Figura 1

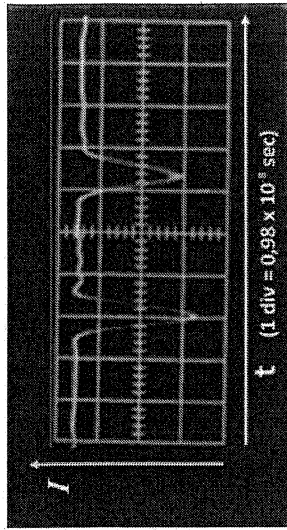


Figura 2 Impulsi provenienti da A e da B

Leggendo sull'oscilloscopio la distanza tra i due impulsi, al variare della differenza di potenziale applicata dall'acceleratore agli elettroni, si ottengono i seguenti valori (Tabella 1).

Differenza Potenziale ($10^6 V$)	0,5	1,0	1,5
N° divisioni tra i due impulsi	3,3	3,1	2,95

Tabella 1

In una seconda fase dell'esperimento, per aumentare ulteriormente l'energia degli elettroni viene utilizzato anche l'acceleratore lineare (LINAC) presente nel primo metro successivo al punto A, nel quale gli elettroni vengono accelerati da ulteriori 3,0 milioni di volt.

Nell'esperimento viene anche misurato il calore prodotto dagli elettroni sul disco B adoperando una termocoppia, e la carica incidente sullo stesso disco B, per mezzo di un misuratore di cariche. I risultati ottenuti per due diversi valori di differenza di potenziale complessive sono (Tabella 2):

Differenza Potenziale ($10^6 V$)	1,5	4,5
Energia del fascio in B (J)	10,0	29,2
Carica del fascio in B (μC)	6,1	6,1

Dopo questa breve esposizione, ti viene richiesto di:

- 1) Analizzare l'esperimento descritto e rappresentare in un piano cartesiano l'andamento di $\frac{v}{c}$, dove v è la velocità degli elettroni nel punto B e c è la velocità della luce nel vuoto, in funzione del lavoro W compiuto dal campo elettrico nell'acceleratore, sia per i valori di velocità previsti dal modello classico che per i valori effettivamente misurati nell'esperimento.
- 2) Individuare il modello fisico più adatto a descrivere la situazione sperimentale, relativamente all'andamento di $\frac{v}{c}$ in funzione del lavoro W compiuto dal campo elettrico nell'acceleratore.
- 3) Calcolare l'andamento di $\frac{v}{c}$ atteso in base al modello fisico individuato, confrontandolo con l'andamento sperimentale.
- 4) Verificare, utilizzando i dati di Tabella 2 nei casi di differenza di potenziale 1,5 e 4,5 milioni di volt, che l'energia cinetica posseduta dagli elettroni quando arrivano in B è circa uguale a quella fornita dall'acceleratore, giustificando così la seguente affermazione: "Il fatto che il valore della velocità misurata sia inferiore a quello previsto dalla fisica classica non è dovuto a perdite di energia nell'apparato".

QUESTIONARIO

1. Una lampadina a incandescenza di potenza $P = 100W$ emette luce in maniera isotropa. Se viene posta al centro di una stanza cubica di lato $L = 7m$, quanta energia arriverà in 10 minuti sul soffitto della stanza?
2. Un elettrone e un positrone (antiparticella dell'elettrone con la stessa massa dell'elettrone, ma con carica opposta) si muovono uno contro l'altro con la stessa velocità. L'energia posseduta da entrambe le particelle è di $1,51 MeV$. Sapendo che la loro massa a riposo è di $0,511 \frac{MeV}{c^2}$, qual è la velocità del positrone nel sistema di riferimento dell'elettrone?
3. Un atomo di idrogeno si trova in uno stato eccitato dopo aver assorbito un fotone ultravioletto di lunghezza d'onda $\lambda = 97,2 nm$. Questo atomo può riportarsi allo stato fondamentale seguendo diverse transizioni a ognuna delle quali corrisponde la emissione di luce di una particolare lunghezza d'onda. Quante sono le transizioni possibili che provocano emissione di fotoni con lunghezza d'onda diversa da quella del fotone assorbito? Quali tra queste transizioni provocano emissione nel visibile? (*costante di Rydberg: $R = 1,0974 \cdot 10^7 m^{-1}$*)

4. Un'antenna ricevente semplificata è costituita da una spira di rame di forma quadrata. Il lato della spira misura 20 cm e le sue estremità sono collegate ad un voltmetro. Quest'ultimo è impostato in modo da fornire il valore efficace della f.e.m. ai capi della spira, ovvero

$$(f.e.m.)_{eff} = \frac{(f.e.m.)_{max}}{\sqrt{2}}$$

dove $(f.e.m.)_{max}$ è il valore massimo di una f.e.m. alternata.

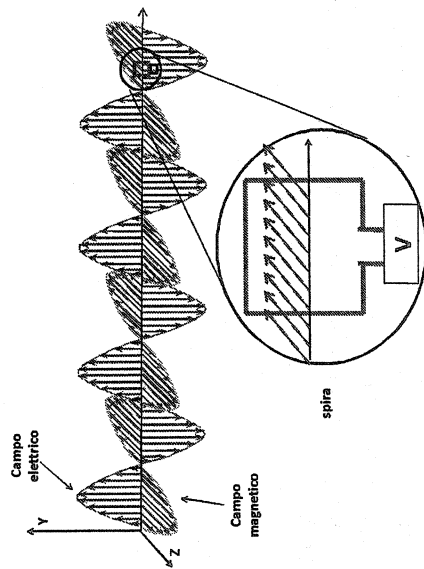
L'antenna ricevente è posta a 100m dall'antenna di una radio ricetrasmittente. Quest'ultima è del tipo utilizzato dai radioamatori. Queste radio trasmettono ad una frequenza di 27 MHz e la legge impone loro di trasmettere con una potenza non superiore a 4W per non disturbare la ricezione delle trasmissioni radiofoniche e televisive. Talvolta i radioamatori non rispettano questo limite e trasmettono con potenze che possono arrivare a 200W.

Si vuole stabilire se la ricetrasmittente in esame rispetta il limite di potenza imposto dalla legge.

Il nostro voltmetro misura il massimo della f.e.m. quando il piano della spira è parallelo alla direzione di propagazione dell'onda e perpendicolare al campo magnetico, come mostrato in figura.

Il valore efficace di questa f.e.m. è di $12,5 \text{ mV}$.

Qual è la potenza emessa dall'antenna della ricetrasmittente?

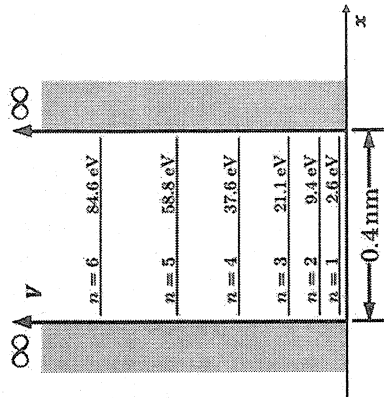


5. Nel grafico sono rappresentati i livelli energetici di una particella di massa m confinata in una buca di potenziale infinita unidimensionale (detta anche pozzo). Utilizzando il principio di de Broglie e assumendo che la funzione d'onda stazionaria si annulli sui bordi della buca, determina la massa della particella.

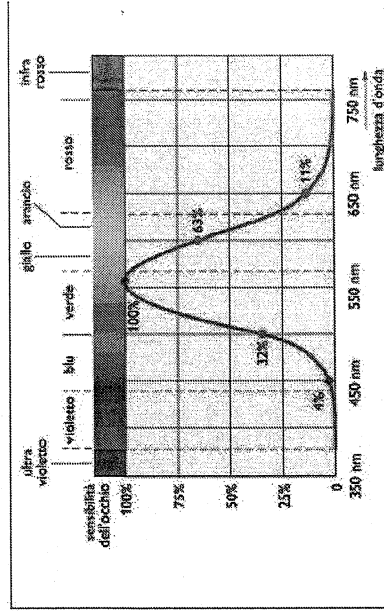
$$P = \frac{h}{\lambda}; \quad m = ? \quad E = \frac{p^2}{2m} = E_{in}$$

$$\lambda_n = \frac{2L}{n} \Rightarrow E_n = \frac{p_n^2}{2m} = \frac{h^2}{8mL^2} n^2 \Rightarrow m = \frac{h^2}{8E_n L^2} n^2$$

mit Mittelwert der Tabelle:
werte vergleichen



6. La figura riportata di seguito mostra come varia la sensibilità relativa percentuale del nostro occhio al variare della lunghezza d'onda nello spettro visibile. Il massimo della sensibilità (posto pari a 100%) si ha per $\lambda = 555 \text{ nm}$.



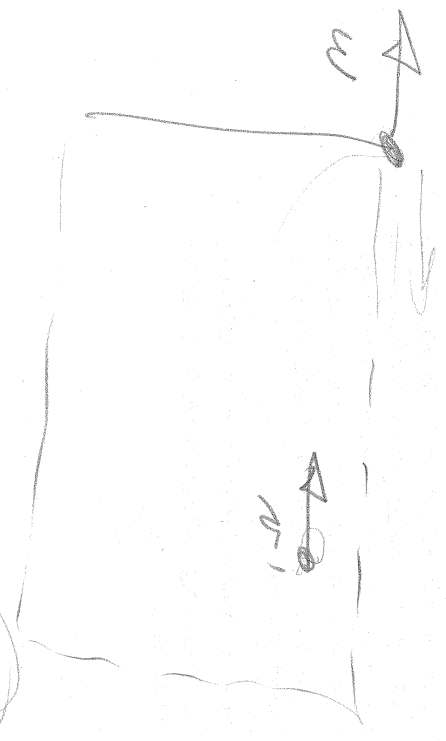
Fonte: <http://www.progettazioneottica.it/unita-fotometriche-lumen-candele-lux/1172>

NOTA: La sensibilità assoluta del nostro occhio per una particolare lunghezza d'onda è definita come il rapporto tra l'energia che viene inviata dalla retina al cervello (ad esempio sotto forma di corrente elettrica) e l'energia dell'onda elettromagnetica incidente sulla retina. La sensibilità relativa percentuale per una particolare lunghezza d'onda è definita come il rapporto tra la sensibilità assoluta a quella lunghezza d'onda e la sensibilità assoluta alla lunghezza d'onda $\lambda = 555 \text{ nm}$, il tutto moltiplicato per 100.

Utilizzando i dati del grafico di figura (usa solo le lunghezze d'onda per cui sono riportati i valori della sensibilità relativa percentuale in forma numerica) traccia un grafico approssimativo che indichi di quanto deve aumentare l'intensità della radiazione incidente sulla retina dell'occhio, in modo che l'energia inviata dalla retina al cervello alle varie lunghezze d'onda sia la stessa (si ponga uguale a 1 l'intensità pari alla massima sensibilità relativa).

Determina, inoltre, quanti fotoni a $\lambda = 650\text{nm}$ devono giungere sulla retina affinché essa invii al cervello la stessa energia che invia quando su di essa giungono 1000 fotoni di lunghezza d'onda $\lambda = 555\text{nm}$.

+



$$\Rightarrow \vec{w} = \frac{w + w'}{1 \pm \frac{w \cdot w'}{c^2}}$$

$$\vec{w} = \frac{w' - w'}{1 + \frac{w' \cdot w'}{c^2}}$$

~~BB~~ γm_0

$$E = m \cdot c^2$$

$$= m_0 \cdot \alpha \cdot c^2$$

$\Rightarrow \alpha$

Problema n. 1: L'effetto Mössbauer

Hai sentito parlare dell'effetto Mössbauer e incuriosito hai trovato su un sito la seguente descrizione del fenomeno:

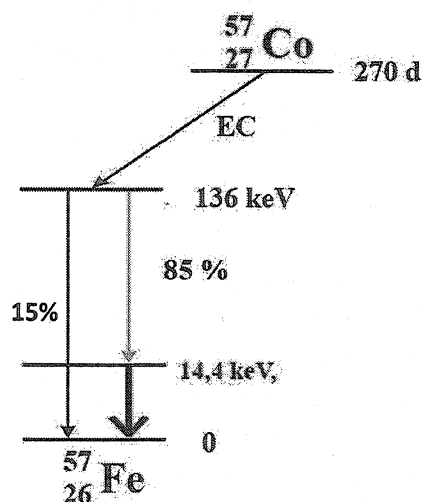
“Un nucleo con Z protoni e N neutroni che si trova in uno stato eccitato di energia E_e , effettua una transizione allo stato fondamentale di energia E_g emettendo un fotone di energia $E_e - E_g$.

Questo fotone può essere assorbito da un nucleo dello stesso tipo (cioè con gli stessi valori di Z ed N) che si trova nello stato fondamentale causando una transizione allo stato eccitato di energia E_e ; questo fenomeno è chiamato assorbimento per risonanza e avviene in quanto l'energia del fotone emesso dal primo nucleo è uguale alla differenza di energia tra il livello fondamentale e il livello eccitato del secondo nucleo.

Su alcuni nuclei, come ad esempio il $^{57}_{26}\text{Fe}$, quando l'atomo si trova allo stato gassoso ed è quindi libero di muoversi il fenomeno di assorbimento per risonanza non si manifesta mentre si manifesta quando l'atomo è in un blocco di ferro; questo fenomeno è noto come effetto Mossbauer”.

Su di un altro sito hai trovato queste ulteriori informazioni:

“L'isotopo $^{57}_{27}\text{Co}$ è instabile e decade per cattura elettronica¹ in $^{57}_{26}\text{Fe}$ con una vita media di 270 giorni; nel decadimento viene popolato il livello nucleare eccitato del nucleo di $^{57}_{26}\text{Fe}$ corrispondente ad una energia di 136 keV. Questo stato eccitato decade dopo circa 10 ns e popola con una probabilità dell'85% lo stato eccitato di energia più bassa e con una probabilità del 15% lo stato fondamentale. Entrambi i fotoni emessi nei due casi possono essere utilizzati per studiare l'effetto Mössbauer del $^{57}_{26}\text{Fe}$. La situazione è rappresentata nel seguente schema di livelli energetici.



1. Servendoti delle informazioni reperite sui due siti, descrivi cosa dovrebbe avvenire nel caso del $^{57}_{26}\text{Fe}$, tenendo conto dei livelli energetici del nucleo e dell'energia del fotone

¹ La cattura elettronica è il processo in cui il nucleo di un atomo assorbe uno degli elettroni orbitanti, trasforma un protone del nucleo in un neutrone ed emette un neutrino elettronico. Per effetto della cattura elettronica il nucleo si trasforma in un altro nucleo con lo stesso numero di massa ma con numero atomico diminuito di una unità.

emesso, supponendo che il nucleo sia fermo sia prima sia dopo il decadimento. Dalla sola conoscenza dei livelli energetici di partenza e di arrivo, calcola l'energia e la lunghezza d'onda del fotone emesso nelle due transizioni allo stato fondamentale, precisando a quale banda dello spettro elettromagnetico i fotoni appartengono

2. In realtà, quando il nucleo emette il fotone, subisce un rinculo come un fucile che spara un proiettile. Per effetto del rinculo una parte dell'energia del decadimento viene trasformata in energia cinetica del nucleo e l'energia del fotone emesso diminuisce rispetto al caso in cui supponi che il nucleo sia fermo e che quindi non rinculi. Dimostra che a causa del rinculo, dopo l'emissione di un fotone di energia E_f il nucleo possiede una energia cinetica pari a

$$E_r = \frac{E_f^2}{2mc^2}$$

dove m è la massa del nucleo e c la velocità della luce e calcolane i valori per i due decadimenti considerati verso lo stato fondamentale.

3. Considera la transizione dallo stato eccitato di energia più bassa allo stato fondamentale e deduci dalla vita media dello stato eccitato, pari a circa 100 ns, l'incertezza ΔE con cui è nota l'energia del fotone emesso.
4. Sulla base dei valori di E_r e ΔE ottenuti per la transizione dallo stato eccitato a energia più bassa spiega per quale motivo quando il nucleo di ferro è in fase gassosa non si osserva la risonanza. Gli studiosi rimasero molto stupiti nell'osservare la risonanza quando l'atomo si trova in un blocco di ferro. Prova a fornire una giustificazione del perché in questo caso la risonanza si osserva, fornendo se necessario anche un esempio quantitativo.

Assumi per l'unità di massa atomica il valore $1,67 \times 10^{-27}$ kg e per la carica elementare $e = 1,602 \times 10^{-19}$ C.

Problema n. 2: Una misura della costante di Planck

Grazie ad un progetto accolto dalla tua scuola hai avuto la possibilità di seguire delle lezioni sperimentali in un laboratorio universitario.

In una di queste lezioni è stato condotto un esperimento che ricalca quello con cui, nel 1916, Millikan ha verificato l'interpretazione di Einstein dell'effetto fotoelettrico.

L'apparato strumentale utilizzato da Millikan era simile a quello con cui P. Lenard effettuò le misure che lo portarono ad individuare le caratteristiche fondamentali dell'effetto fotoelettrico presentate in un lavoro pubblicato nel 1902.

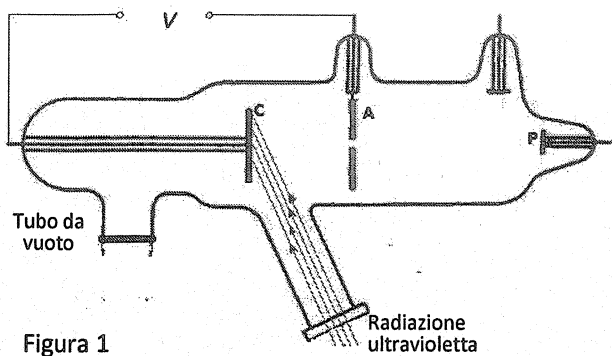


Figura 1

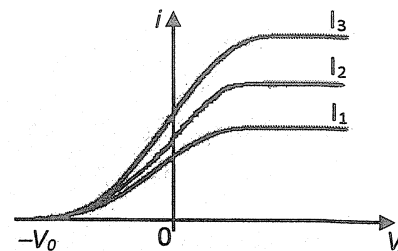


Figura 2

In tale apparato, schematizzato in Figura 1, luce ultravioletta penetra all'interno di un tubo in cui è stato fatto il vuoto e colpisce il catodo C portandolo ad emettere elettroni chiamati *fotoelettroni*. I fotoelettroni possono attraversare l'anodo A e raggiungere il piatto P connesso ad un elettrometro.

Tra anodo e catodo esiste una d.d.p. V che può essere variata: l'aumento della tensione V provoca un aumento della corrente fotoelettrica fino a farle raggiungere un valore di saturazione mentre quando V decresce fino ad essere invertita (il catodo diventa positivo rispetto all'anodo) si evidenzia una tensione V_0 , detta *potenziale di arresto*, per cui la corrente si annulla.

La Figura 2 rappresenta l'andamento della corrente fotoelettrica i in funzione della d.d.p. V applicata per intensità crescenti I_1, I_2, I_3 della luce incidente sul catodo. La Figura 3 rappresenta l'apparato strumentale con il quale hai partecipato all'esperienza che ha permesso di raccogliere i dati della TABELLA 1 in cui sono riportati i valori dei potenziali di arresto V_0 misurati in corrispondenza delle diverse lunghezze d'onda λ della radiazione monocromatica utilizzata. Utilizzando i valori della TABELLA 1 viene costruito il GRAFICO 1 in cui è rappresentata l'energia cinetica massima con cui vengono emessi i fotoelettroni in funzione della frequenza della radiazione considerata.

TABELLA 1	
λ (nm)	V_0 (V)
580	0,693
546	0,809
436	1,312
405	1,536
365	1,940

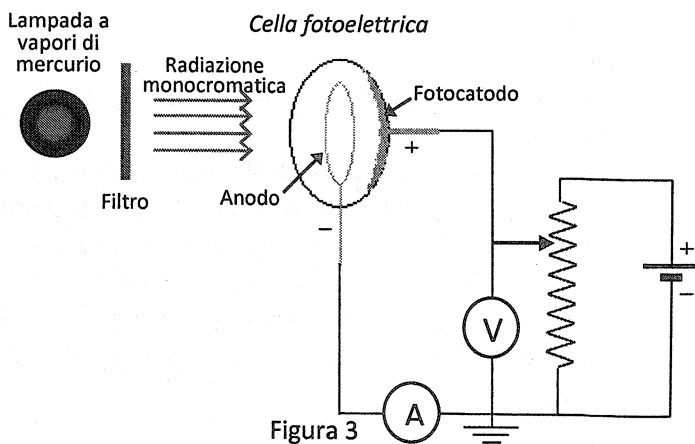
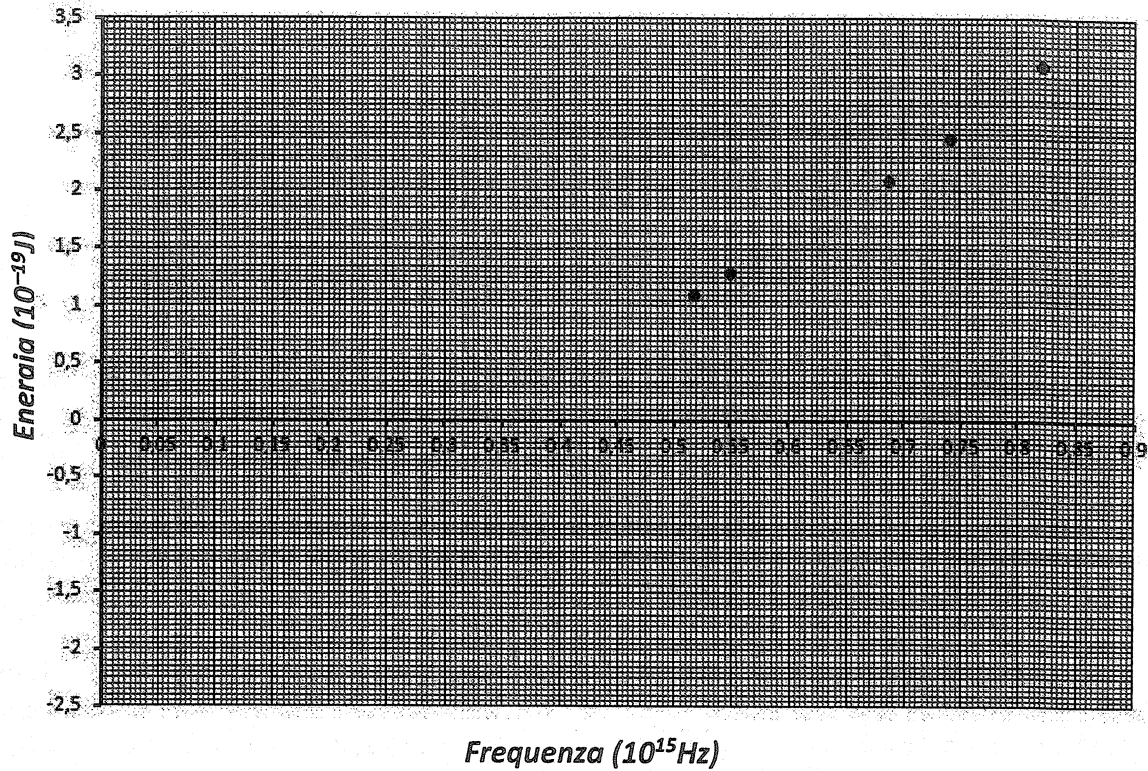


Figura 3

GRAFICO 1



Con riferimento a quanto esposto, tenendo in considerazione i valori della carica $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{C}$ e della massa $m = 9,108 \cdot 10^{-31} \text{kg}$ dell'elettrone:

1. Esamina la situazione fisica corrispondente all'esperimento di Millikan illustrato nelle figure 1 e 2 ed elenca le caratteristiche dell'effetto fotoelettrico non spiegabili mediante l'elettromagnetismo classico.
2. Descrivi l'interpretazione del fenomeno data da Einstein e la legge che lo regola da lui formulata.
3. Utilizzando il GRAFICO 1 effettua una stima del *potenziale di estrazione* e della *frequenza di soglia* del materiale di cui è costituito il fotocatodo, nonché del valore della *costante di Planck* calcolandone anche lo scarto percentuale dal valore oggi conosciuto

$$h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{J} \cdot \text{s}$$
4. Calcola il valore massimo della velocità raggiunta dai fotoelettroni prodotti durante l'esperimento ed esprimi sull'opportunità di dover considerare eventuali correzioni relativistiche.

Quesito n. 1

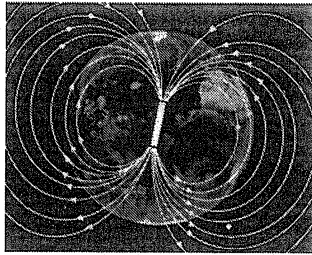


Figura 1

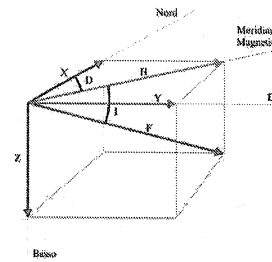


Figura 2

Figura 1 http://roma2.rm.ingv.it/aree_di_ricerca/1/campo_magnetico_terrestre

Figura 2 http://roma2.rm.ingv.it/aree_di_ricerca/1/campo_magnetico_terrestre/8/elementi_del_campo_magnetico

In figura 1 è mostrato il campo magnetico terrestre e in figura 2 le sue componenti nello spazio; F rappresenta il campo magnetico totale, H la componente orizzontale (di cui x e y sono le proiezioni nelle direzioni ovest-est e sud-nord) e Z la componente verticale.

Gli aerei viaggiano all'interno di tale campo magnetico e fra gli altri aspetti, bisogna tenere presente gli effetti del campo magnetico sulla struttura metallica degli aerei, durante il loro moto.

Supponendo che:

- l'aereo, durante il volo, possa essere modellizzato come un corpo metallico, provvisto di ali, in moto nel campo magnetico;
- il campo magnetico durante un piccolo intervallo di tempo del volo possa essere considerato uniforme;
- si possano trascurare altri effetti dovuti alla presenza dell'aria,

stabilisci quale delle tre componenti del campo interviene quando l'aereo è in volo ad altezza costante, spieghi la ragione e calcoli la forza elettromotrice presente fra le ali di un Boeing 747 di apertura alare 64,5 m che viaggia alla velocità di 920 Km/h a una altezza costante attraversando un campo magnetico di componente sull'asse z pari a $5,0 \mu\text{T}$, componente sull'asse x pari a $1,4 \mu\text{T}$, componente sull'asse y pari a $1,0 \mu\text{T}$.

Quesito n. 2

Una spira metallica quadrata di lato $l = 4,0 \text{ cm}$ si muove su un piano, con velocità costante pari a $v = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}$, parallelamente ad un suo lato.

Durante il suo moto la spira, che presenta una resistenza di $0,50 \Omega$, attraversa zone in cui è presente un campo magnetico uniforme \vec{B} , di intensità $1,0 \text{ mT}$, diretto perpendicolarmente al piano della spira ed avente il verso indicato nella Figura 1.

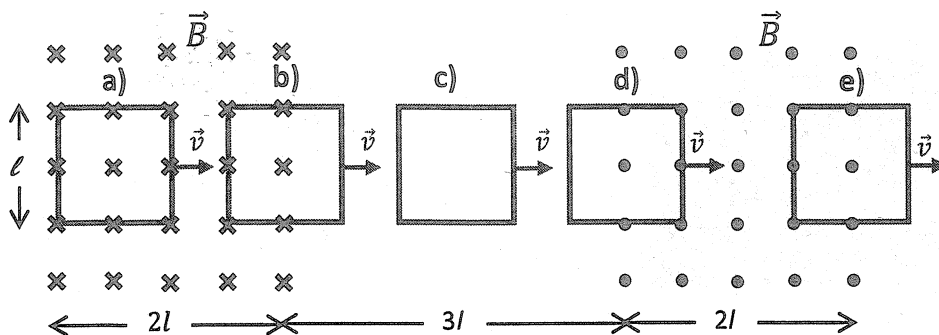


Figura 1

Determina l'andamento della corrente $i(t)$, per i primi 15 secondi a partire dalla posizione a), trascurando gli effetti dovuti all'autoinduzione.

Quesito n. 3

Il potere risolutivo di un microscopio ottico è inversamente proporzionale alla lunghezza d'onda della luce utilizzata per illuminare il campione da osservare. Un maggiore potere risolutivo permette di distinguere dettagli più piccoli del campione in esame e di ottenere ingrandimenti maggiori.

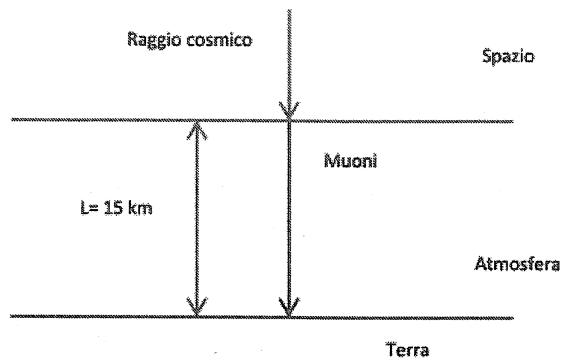
In un microscopio elettronico, la luce visibile è sostituita da un fascio di elettroni. Questi vengono accelerati da una differenza di potenziale dell'ordine delle decine di kV e si comportano come onde. Le lunghezze d'onda associate a queste particelle sono più piccole rispetto a quelle della luce di un fattore che può essere anche di 10^5 . Di conseguenza anche l'ingrandimento di un microscopio elettronico può essere 10^5 volte più grande rispetto a quello di un microscopio ottico.

Un microscopio elettronico opera con un fascio di elettroni la cui lunghezza d'onda è $\lambda = 5 \cdot 10^{-12}$ m.

1. Dopo aver stabilito se gli elettroni, dopo essere stati accelerati, si muovono a velocità relativistica o meno, calcola la loro velocità.
2. Calcola la differenza di potenziale ΔV che accelera gli elettroni sapendo che questi sono emessi a velocità trascurabile da un filamento di tungsteno riscaldato.

Quesito n. 4

I raggi cosmici interagiscono con gli strati superiori dell'atmosfera e producono particelle chiamate muoni, fortemente instabili, che hanno nel proprio sistema di riferimento una vita media di circa $2,2 \mu\text{s}$ e che decadono generalmente in un elettrone e in una coppia neutrino-antineutrino. La velocità dei muoni prodotti nell'atmosfera è molto alta e in alcuni casi può essere non trascurabile rispetto alla velocità della luce.



Si supponga che un muone generato ad una altezza L decada dopo un tempo pari alla propria vita media, percorrendo solo $2/3$ dell' altezza L di figura.

Si considerino i due eventi, creazione del muone e decadimento del muone, e si calcolino rispettivamente nel sistema della particella e nel sistema della Terra la separazione temporale e spaziale dei due eventi, la velocità della particella nel sistema della Terra e la distanza percorsa dalla particella nel proprio sistema di riferimento.

Quesito n. 5

Un raggio x di energia 20 keV subisce la diffusione Compton da parte di un elettrone praticamente libero e in quiete. Calcola:

1. la lunghezza d'onda del raggio x incidente e quella del raggio x diffuso a un angolo di 90° ;
2. l'energia finale del raggio x e l'energia cinetica dell'elettrone dopo l'urto.

Quesito n. 6

L'energia di un elettrone che occupa un'orbita permessa nell'atomo di idrogeno, secondo il modello di Bohr, è data dalla relazione:

$$E_n = -\frac{13,6 \text{ eV}}{n^2} \quad \text{con } n = 1, 2, 3, \dots$$

Determina la velocità e il raggio dell'orbita dell'elettrone quando questo si trova sul primo livello eccitato dell'atomo.

