

Dottorato in Fisica Applicata Scuola Galileo Galilei, Università di Pisa
Concorso di ammissione XXII Ciclo, anno 2007

PROVA 1

(I candidati devono svolgere una breve dissertazione scritta scelta tra i due temi proposti e risolvere un numero di esercizi a loro scelta)

TEMI PER LA DISSERTAZIONE SCRITTA

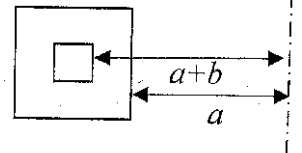
1Ta. Il candidato descriva i principi di funzionamento e discuta le caratteristiche di un rivelatore di radiazione a sua scelta, o, in alternativa, di un sistema di misura di energia o impulso in tempo reale.

1Tb. Il candidato discuta un recente sviluppo della fisica che ha avuto conseguenze rilevanti in ambito applicativo in un settore a sua scelta.

ESERCIZI

1a. Una lastra di vetro, con costante dielettrica relativa $\epsilon_R = 3.0$, viene immersa in una regione vuota in cui è presente un campo elettrico statico ed uniforme, di modulo $E_0 = 2.0$ V/m. Esternamente alla lastra il campo forma un angolo $\alpha = \pi/6$ rispetto alla superficie della lastra stessa. Quanto vale il campo E presente nel materiale?

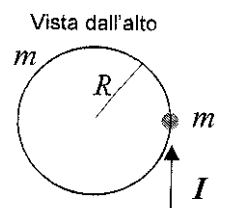
1b. Due solenoidi simili hanno forma di toro cilindrico a sezione quadrata; il primo ha raggio interno a ed è formato da N_1 spire quadrate di lato $3b$; il secondo ha raggio interno $a+b$ ed è formato da N_2 spire quadrate di lato b . I solenoidi hanno lo stesso asse e sono sistemati uno dentro l'altro in modo da far coincidere i centri delle sezioni quadrate. Il filo di cui sono costituiti i solenoidi ha resistività ρ e sezione S . Inizialmente nei solenoidi scorrono le due correnti I_1 ed I_2 ; determinare l'energia dissipata per effetto Joule fino al raggiungimento di una situazione stazionaria.



Vista in sezione (solo metà del sistema è rappresentata)

1c. Un'onda elettromagnetica piana linearmente polarizzata di lunghezza d'onda λ investe un piccolo cilindro di materiale dielettrico con permittività χ . Il cilindro ha raggio a , altezza h (con $a < h \ll \lambda$) ed è disposto in modo che il suo asse sia parallelo alla direzione del campo elettrico dell'onda. Come si esprime il rapporto σ tra potenza totale irraggiata e densità di energia incidente?

1d. Una perla di massa m dotata di un foro è infilata su un anello omogeneo di raggio R e massa pari a quella della perla. Il sistema è vincolato a muoversi senza attrito su un piano orizzontale. Inizialmente il sistema è fermo; con un colpo secco, un impulso di modulo I e direzione tangente all'anello viene impartito alla perla, avendo cura di non urtare l'anello. Determinare il moto del sistema nei casi in cui:



- (i) la perla è incollata all'anello;
- (ii) la perla è libera di scorrere senza attrito lungo l'anello;
- (iii) la perla può scorrere lungo l'anello con un attrito dinamico di coefficiente μ .

1e. In un esperimento di "conteggio" si effettuano $N = 100$ misure indipendenti di una grandezza fisica X ; ogni misura si riferisce ad un evento fisico diverso e scorrelato dagli altri. Al termine si traccia un'istogramma di frequenza delle misure; la presenza di un "segnale" significativo è legata al numero di eventi contenuti in un certo "canale" dell'istogramma. Supponendo che in un canale cadano $n = 75$ eventi, valutare l'errore statistico Δn su tale numero.

Dottorato in Fisica Applicata Scuola Galileo Galilei, Università di Pisa
Concorso di ammissione XXII Ciclo, anno 2007

PROVA 2

(I candidati devono svolgere una breve dissertazione scritta scelta tra i due temi proposti e risolvere un numero di esercizi a loro scelta)

TEMI PER LA DISSERTAZIONE SCRITTA

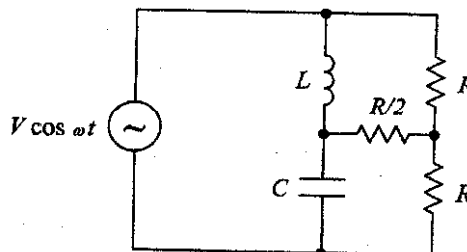
2Ta. Il candidato illustri gli aspetti più rilevanti di un metodo per la misura di una grandezza fisica di suo interesse.

2Tb. Il candidato discuta brevemente gli aspetti fondamentali ed applicativi dell'interazione radiazione/materia, scegliendo intervallo spettrale della radiazione e tipo di materia secondo i propri interessi.

ESERCIZI

2a. Un ipotetico modello alternativo dell'elettrostatica postula la seguente legge per il modulo della forza tra cariche elettriche puntiformi positive: $F_{ij} \propto (Q_i + Q_j)/r_{ij}^2$, dove r_{ij} è la distanza tra le cariche e Q_i, Q_j sono le cariche definite implicitamente dalla stessa relazione che esprime la forza. Per verificare il modello si esegue questo esperimento: si preparano quattro sferette cariche (Q_1, Q_2, Q_3, Q_4) e si misurano le forze tra coppie di sferette poste ogni volta a distanza relativa $d = 50$ cm. Dall'esperimento risulta: $F_{12} = 12$ N, $F_{23} = 23$ N, $F_{34} = 34$ N. Quale risultato della misura di F_{14} sarebbe interpretabile come una conferma del modello?

2b. Nel circuito di figura si ha $L = \tau R$ e $C = \tau/R$, con $R = 100$ ohm e $\tau = 1.0$ μ s; il generatore produce una ddp $V \cos(\omega t)$, con $V = 20$ mV e frequenza variabile a piacere. Determinare quanto vale la massima potenza erogata dal generatore e a quale valore di frequenza si ha tale massimo.



2c. La velocità di propagazione delle onde superficiali di gravità dell'acqua (le comuni onde del mare!) segue la legge di dispersione: $v_F = (2\pi g/\lambda)^{1/2}$, con ovvio significato dei simboli. Stimare la velocità di un "cavallone" di lunghezza $L = 3$ m.

2d. Una lastra di materiale omogeneo, di densità di massa ρ e spessore d , ha le facce con la forma di triangolo equilatero di lato L . La lastra è libera di ruotare senza attrito su un piano verticale attorno ad un asse passante per un suo vertice. Quanto vale il periodo delle piccole oscillazioni?

2e. Una mole di gas perfetto monoatomico subisce un'espansione libera nel vuoto passando dal volume $V_0 = 1.0$ litri al volume $V_1 = 5.0$ litri. Quanto vale la variazione di entropia totale del processo?

Dottorato in Fisica Applicata Scuola Galileo Galilei, Università di Pisa
Concorso di ammissione XXII Ciclo, anno 2007

PROVA 3

(I candidati devono svolgere una breve dissertazione scritta scelta tra i due temi proposti e risolvere un numero di esercizi a loro scelta)

TEMI PER LA DISSERTAZIONE SCRITTA

3Ta. Il candidato tratti brevemente una tecnica fisica per la diagnostica di materiali o, in alternativa, un metodo di controllo e monitor di un esperimento fisico.

3Tb. Il candidato illustri con uno o più esempi la rilevanza, anche in termini applicativi, delle scoperte che condussero alla formulazione della meccanica quantistica.

ESERCIZI

3a. Una sfera omogenea di materiale ferroelettrico (dotato di polarizzazione spontanea) ha raggio R e si trova immersa nel vuoto. Al suo interno il campo di polarizzazione elettrica è uniforme e vale P . Quanto vale la densità di carica di polarizzazione in ogni punto della superficie sferica? Quanto il momento di dipolo elettrico p ?

3b. Un cavo coassiale ideale è costituito da un conduttore cilindrico (pieno) di raggio $a = 1.0$ mm circondato da un guscio cilindrico sottile conduttore, di raggio $b = 1.0$ cm, coassiale al primo; entrambi i conduttori possono essere considerati perfetti; lo spazio tra di loro è vuoto. Il cavo è collegato da un lato ad un generatore di ddp oscillante, di valore massimo $V_0 = 5.0$ V e frequenza $f = 1.0$ MHz, mentre l'altro lato è chiuso su un carico resistivo, di valore $R = 50$ ohm. Valutare il vettore di Poynting S in un qualsiasi punto al suo interno, discutendo le approssimazioni fatte.

3c. Un piccolo corpo di massa $m = 100$ g è appeso con un filo inestensibile di massa trascurabile e lunghezza $L = 50$ cm ad un perno piantato su una parete verticale così da permettere oscillazioni prive di attrito. Un piccolo corpo di massa $M = 50$ g e velocità V_0 (diretta orizzontalmente) colpisce la massa m quando questa si trova nella sua posizione di equilibrio. Considerando l'urto completamente anelastico, si determini per quali valori di V_0 il sistema delle due masse compie un'intera rotazione attorno al perno mantenendo teso il filo.

3d. Una sbarretta orizzontale rigida, omogenea, di massa $m = 100$ g, lunghezza $L = 25$ cm, sezione circolare con raggio $R = 2.5$ mm, supporta ad un'estremità un piccolo oggetto di massa $M = 400$ g. L'altra estremità è incollata ad un muro verticale. Descrivere la distribuzione delle forze esercitate dal muro sulla sbarretta, fornendo una stima dei loro moduli.



3e. In un esperimento si misurano eventi fisici originati da processi casuali e scorrelati (ad esempio, decadimenti radioattivi, fotoni emessi per fluorescenza, raggi cosmici, etc.). Gli eventi vengono acquisiti mediante registrazioni la cui durata per ogni evento è $\tau = 5$ ms; durante questo intervallo di tempo il sistema di acquisizione è inattivo ed eventuali eventi che vi si verificano non sono presi in considerazione. L'efficienza di identificazione degli eventi (a sistema attivo) è $\eta = 25\%$. Durante un periodo di presa di dati di durata complessiva $T = 16$ s l'esperimento registra una media $\nu = 100$ eventi/s. Tenendo conto delle caratteristiche del sistema sperimentale, qual è la frequenza naturale ν_0 degli eventi e con quale incertezza essa può essere determinata?