

Dottorato di Ricerca in Fisica – XXII Ciclo

Prova scritta n. 1

Il candidato svolga il tema n. 1, limitandosi a non più di 3 facciate, un tema a scelta tra i nn. 2, 3 e 4, con lo stesso limite, ed infine un esercizio a scelta tra quelli proposti ai nn. 5, 6 e 7.

- 1) Descrivete una ricerca che vorreste fare come allievi del corso di dottorato, discutendo in dettaglio il problema scientifico, la tecnica sperimentale o teorica o numerica per affrontarlo ed i risultati che vi proponete di ottenere.
- 2) Interazione radiazione-materia; discutere il fenomeno sia dal punto di vista teorico che sperimentale.
- 3) La temperatura in Termodinamica e/o in Meccanica Statistica.
- 4) Le basi sperimentali e teoriche della Relatività Ristretta.
- 5) Una palla di massa $m = 2.0$ Kg urta elasticamente una porta di massa $M = 50$ Kg libera di ruotare senza attrito intorno ad un asse verticale. Sia $v = 30$ m/s la velocità iniziale della palla diretta orizzontalmente e perpendicolarmente alla porta, $d = 58$ cm la distanza tra il punto di impatto e l'asse di rotazione della porta, $a = 80$ cm la larghezza della porta. Si chiede la velocità della palla dopo l'urto e la velocità angolare della porta dopo l'urto.
- 6) L'effetto Compton descrive la diffusione di un fotone (raggio γ) da parte di un elettrone libero; è particolarmente importante nella zona di energia del γ iniziale tra circa 100 KeV e qualche MeV. L'energia del γ diffuso dipende dall'angolo di scattering (θ) ed è pari a

$$E' = E / (1 + (E/mc^2) * (1 - \cos(\theta))) \quad (1)$$

dove E = energia del fotone iniziale, E' = energia del fotone diffuso, m = massa a riposo dell'elettrone ($0.511 \text{ MeV}/c^2$), θ = angolo di scattering del fotone diffuso (rispetto alla direzione del fotone iniziale). Se volete, ricavate la formula (1) utilizzando le leggi di conservazione. Progettate un semplice ideale esperimento che, utilizzando l'effetto Compton, vi permetta di misurare la massa a riposo dell'elettrone.

- 7) In un atomo di H si può sostituire l'elettrone con un mesone μ^- , che ha la stessa carica elettrica dell'elettrone ma una massa 210 volte più grande.
- a) Per quale dei due sistemi ritenete sia più importante considerare che il protone ha massa finita ?
 - b) Come scalano le dimensioni e l'energia dei livelli nell'atomo muonico rispetto ad H ?

Dottorato di Ricerca in Fisica – XXII Ciclo

Prova scritta n.2

Il candidato svolga il tema n. 1, limitandosi a non più di 3 facciate, un tema a scelta tra i nn. 2, 3 e 4, con lo stesso limite, ed infine un esercizio a scelta tra quelli proposti ai nn. 5, 6 e 7.

- 1) Descrivete una ricerca che vorreste fare come allievi del corso di dottorato, discutendo in dettaglio il problema scientifico, la tecnica sperimentale o teorica o numerica per affrontarlo ed i risultati che vi proponete di ottenere.
- 2) Interazione radiazione-materia; discutere il fenomeno sia dal punto di vista teorico che sperimentale.
- 3) La teoria di Plank del corpo nero.

- 4) Principi di conservazione in Fisica.
- 5) Una palla di massa $m = 2.0 \text{ Kg}$ urta elasticamente una porta di massa $M = 50 \text{ Kg}$ libera di ruotare senza attrito intorno ad un asse verticale. Sia $v = 30 \text{ m/s}$ la velocità iniziale della palla diretta orizzontalmente e perpendicolarmente alla porta, $d = 58 \text{ cm}$ la distanza tra il punto di impatto e l'asse di rotazione della porta, $a = 80 \text{ cm}$ la larghezza della porta. Si chiede la velocità della palla dopo l'urto e la velocità angolare della porta dopo l'urto.
- 6) Un generatore di segnali con impedenza di uscita di $R = 50 \text{ ohm}$ fornisce, a circuito aperto, un impulso di ampiezza pari ad 1 V . È necessario inviare (ripartire, dividere) il segnale (lo stesso segnale) a 4 diversi circuiti, tutti con impedenza di ingresso pari a R ; si utilizzano cavi con impedenza caratteristica eguale a R . Avete a disposizione **SOLO** cavi e resistenze, quindi potete realizzare un circuito passivo, facendo in modo evitare ogni possibile riflessione; come fate ? Qual è l'ampiezza del segnale misurata all'ingresso del secondo circuito ?
- Trovate quindi la formula generale valida per N uscite.
- 7) In un atomo di H si può sostituire l'elettrone con un mesone μ^- , che ha la stessa carica elettrica dell'elettrone ma una massa 210 volte più grande.
- a) Per quale dei due sistemi ritenete sia più importante considerare che il protone ha massa finita ?
- b) Come scalano le dimensioni e l'energia dei livelli nell'atomo muonico rispetto ad H ?

Dottorato di Ricerca in Fisica – XXII Ciclo

Prova scritta n.3

Il candidato svolga il tema n. 1, limitandosi a non più di 3 facciate, un tema a scelta tra i nn. 2, 3 e 4, con lo stesso limite, ed infine un esercizio a scelta tra quelli proposti ai nn. 5, 6 e 7.

- 1) Descrivete una ricerca che vorreste fare come allievi del corso di dottorato, discutendo in dettaglio il problema scientifico, la tecnica sperimentale o teorica o numerica per affrontarlo ed i risultati che vi proponete di ottenere.
- 2) Principi di conservazione in Fisica.
- 3) La temperatura in Termodinamica e/o in Meccanica Statistica.
- 4) Fenomeni fisici governati da leggi esponenziali: il candidato ne scelga uno e ne descriva gli aspetti fisici e la relativa formulazione matematica.
- 5) Si consideri una sbarra omogenea di lunghezza $l = 80$ cm e massa $m = 700$ g. La sbarra è posta in posizione verticale su di un piano. Lasciando cadere la sbarra, si determini la velocità del centro di massa della sbarra nei seguenti casi:
 - a) La sbarra è incernierata al punto di contatto con il piano orizzontale.
 - b) Non esistono attriti tra la sbarra e il piano orizzontale.
- 6) L'effetto Compton descrive la diffusione di un fotone (raggio γ)

da parte di un elettrone libero; è particolarmente importante nella zona di energia del γ iniziale tra circa 100 KeV e qualche MeV. L'energia del γ diffuso dipende dall'angolo di scattering (θ) ed è pari a

$$E' = E / (1 + (E/mc^2) * (1 - \cos(\theta))) \quad (1)$$

dove E = energia del fotone iniziale, E' = energia del fotone diffuso, m = massa a riposo dell'elettrone ($0.511 \text{ MeV}/c^2$), θ = angolo di scattering del fotone diffuso (rispetto alla direzione del fotone iniziale). Se volete, ricavate la formula (1) utilizzando le leggi di conservazione. Progettate un semplice ideale esperimento che, utilizzando l'effetto Compton, vi permetta di misurare la massa a riposo dell'elettrone.

- 7) La scala di distanza in un atomo di H è 0.5 Å. Potete giustificare con semplici considerazioni fisiche il valore dell'energia di legame ($\sim 13.6 \text{ eV}$) ? In base alle stesse considerazioni quale sarà l'energia di legame dei nucleoni nei nuclei (scala di distanza 1.5 fm) ?