

## Introduzione alla fisica quantistica

Prova scritta 08.11.2011

### Esercizio 1

Un atomo di idrogeno si diseccita transendo dal livello eccitato  $n = 2$  al livello fondamentale, emettendo un fotone. Dire se il fotone può indurre effetto fotoelettrico su un metallo con potenziale di estrazione  $A = 6$  eV. In caso positivo, calcolare l'energia cinetica del fotoelettrone emesso.

[9 punti]

### Esercizio 2

Un fascio di fotoni collide con elettroni in quiete. La lunghezza d'onda massima dei fotoni diffusi è  $\lambda^{max} = 2 \cdot 10^{-11}$  m. Qual è la lunghezza d'onda  $\lambda_i$  dei fotoni incidenti? Calcolare poi la lunghezza d'onda dei fotoni diffusi ad angoli  $\theta = \pi/3$  e  $\theta = 0$ .

[9 punti]

### Esercizio 3

Lo stato di una particella è descritto dalla funzione d'onda

$$\psi(x) = cx^3, \quad \text{per } -a < x < a, \quad \psi(x) = 0, \quad \text{altrove,}$$

essendo  $a$  e  $c$  due costanti reali positive. Trovare il coefficiente di normalizzazione  $c$  (in funzione di  $a$ ) e il valor medio degli osservabili  $x$  e  $x^2$ .

[12 punti]

## Introduzione alla fisica quantistica

Prova scritta 20.09.2011

### Esercizio 1

Un atomo di idrogeno si diseccita transendo dal livello eccitato  $n = 4$  al livello  $n = 2$ , emettendo un fotone. Dire se il fotone può indurre effetto fotoelettrico su un metallo con potenziale di estrazione  $A = 2$  eV. In caso positivo, calcolare l'energia cinetica del fotoelettrone emesso.

[9 punti]

### Esercizio 2

Un fascio di fotoni collide con elettroni in quiete. La lunghezza d'onda minima dei fotoni diffusi è  $\lambda^{min} = 2 \cdot 10^{-11}$  m. Qual è la lunghezza d'onda  $\lambda_i$  dei fotoni incidenti? Calcolare poi la lunghezza d'onda dei fotoni diffusi ad angoli  $\theta = \pi/2$  e  $\theta = \pi/3$ .

[9 punti]

### Esercizio 3

Lo stato di una particella è descritto dalla funzione d'onda

$$\psi(x) = cx^2, \quad \text{per } -a < x < a, \quad \psi(x) = 0, \quad \text{altrove,}$$

essendo  $a$  e  $c$  due costanti reali positive. Trovare il coefficiente di normalizzazione  $c$  (in funzione di  $a$ ) e il valor medio degli osservabili  $x$  e  $x^2$ .

[12 punti]

## Introduzione alla fisica quantistica

Prova scritta 19.07.2011

### Esercizio 1

Un ione  $\text{He}^+$  si diseccita transendo dal livello eccitato  $n = 2$  al livello fondamentale, emettendo un fotone. Dire se il fotone può indurre effetto fotoelettrico su un metallo con potenziale di estrazione  $A = 5$  eV. In caso positivo, calcolare l'energia cinetica del fotoelettrone emesso.

[9 punti]

### Esercizio 2

Un fascio di fotoni collide con elettroni in quiete. La lunghezza d'onda massima dei fotoni diffusi è  $\lambda^{max} = 3 \cdot 10^{-11}$  m. Qual è la lunghezza d'onda  $\lambda_i$  dei fotoni incidenti? Calcolare poi la lunghezza d'onda dei fotoni diffusi ad angoli  $\theta = \pi/2$  e  $\theta = 0$ .

[9 punti]

### Esercizio 3

Lo stato di una particella è descritto dalla funzione d'onda

$$\psi(x) = c(a^2 - x^2), \quad \text{per } -a < x < a, \quad \psi(x) = 0, \quad \text{altrove,}$$

essendo  $a$  e  $c$  due costanti reali positive. Trovare il coefficiente di normalizzazione  $c$  (in funzione di  $a$ ) e il valor medio degli osservabili  $x$  e  $x^2$ .

[12 punti]

## Introduzione alla fisica quantistica

Prova scritta 15.06.2011

### Esercizio 1

Un atomo di idrogeno si diseccita transendo dal livello eccitato  $n = 3$  al livello fondamentale, emettendo un fotone. Dire se il fotone può indurre effetto fotoelettrico su un metallo con potenziale di estrazione  $A = 4$  eV. In caso positivo, calcolare l'energia cinetica del fotoelettrone emesso.

[9 punti]

### Esercizio 2

Un fascio di fotoni collide con elettroni in quiete. La lunghezza d'onda dei fotoni diffusi ad angolo  $\theta = \pi/3$  è  $\lambda_{\pi/3} = 2 \cdot 10^{-11}$  m. Qual è la lunghezza d'onda  $\lambda_i$  dei fotoni incidenti? Calcolare poi la lunghezza d'onda dei fotoni diffusi ad angoli  $\theta = \pi$  e  $\theta = 0$ .

[9 punti]

### Esercizio 3

Lo stato di una particella è descritto dalla funzione d'onda

$$\psi(x) = cx, \quad \text{per } -a < x < a, \quad \psi(x) = 0, \quad \text{altrove,}$$

essendo  $a$  e  $c$  due costanti reali positive. Trovare il coefficiente di normalizzazione  $c$  (in funzione di  $a$ ) e il valor medio degli osservabili  $x$  e  $x^2$ .

[12 punti]

## Introduzione alla fisica quantistica

Prova scritta 22.03.2011

### Esercizio 1

Un atomo di idrogeno si diseccita transendo dal livello eccitato con  $n = 8$  al livello  $n$  ( $n \leq 7$ ) ed emettendo un fotone. Calcolare il valore massimo  $n^{max}$  di  $n$  affinché il fotone emesso produca effetto fotoelettrico quando incide su un metallo con potenziale di estrazione  $A = 3$  eV. Per  $n = n^{max}$  calcolare l'energia cinetica del fotoelettrone emesso.

[9 punti]

### Esercizio 2

Un fascio di fotoni collide con elettroni in quiete. La lunghezza d'onda massima dei fotoni diffusi è  $\lambda_f^{max} = 3 \cdot 10^{-11}$  m. Qual è la lunghezza d'onda  $\lambda_i$  dei fotoni incidenti? Calcolare poi la lunghezza d'onda dei fotoni diffusi ad angoli  $\theta = \pi/3$  e  $\theta = \pi/4$ .

[8 punti]

### Esercizio 3

Uno stato di una particella in una buca monodimensionale di larghezza  $a$  è descritto dalla funzione d'onda:

$$\psi(x) = c \left[ \sin \frac{\pi x}{a} + \sqrt{2} \sin \frac{3\pi x}{a} \right].$$

Trovare il coefficiente di normalizzazione  $c$ . Se si fanno misure di energia sullo stato descritto da  $\psi(x)$ , quali sono i possibili risultati e con quale probabilità si presentano? Quale è il valor medio dell'energia?

Infine, calcolare il valor medio della coordinata  $x$  per lo stato descritto da  $\psi(x)$ .

[13 punti]

## Introduzione alla fisica quantistica

Prova scritta 17.11.2010

### Esercizio 1

Una luce monocromatica incide su un metallo con potenziale di estrazione  $A = 1,78$  eV. Trovare il valore massimo  $\lambda_M$  che può avere la luce incidente affinché il fotoelettrone emesso possa ionizzare un atomo di idrogeno che si trovi nel primo livello eccitato.

[8 punti]

### Esercizio 2

Una luce monocromatica incide su due fenditure distanti 0,045 mm. Sapendo che la terza frangia luminosa si forma su uno schermo in corrispondenza di un angolo di 5 gradi rispetto all'asse che passa per il punto medio tra le fenditure, trovare la lunghezza d'onda della luce incidente. (Si assuma che il piano con le fenditure e quello dello schermo siano molto lontani.)

[6 punti]

### Esercizio 3

Un fascio di fotoni collide con elettroni in quiete. La lunghezza d'onda dei fotoni diffusi ad angolo  $\theta = \pi$  è  $\lambda_f = 2,8 \cdot 10^{-11}$  m. Qual è la lunghezza d'onda  $\lambda_i$  dei fotoni incidenti? Calcolare poi la lunghezza d'onda dei fotoni diffusi ad angoli  $\pi/2$  e  $\pi/4$ .

[8 punti]

### Esercizio 4

Lo stato di una particella è descritto dalla funzione d'onda

$$\begin{aligned} \psi(x) &= c, & \text{per } -a < x < 0, & & \psi(x) &= -c, & \text{per } 0 < x < a \\ \psi(x) &= 0, & \text{altrove} \end{aligned}$$

essendo  $a$  e  $c$  due costanti reali positive. Trovare il coefficiente di normalizzazione  $c$  e il valor medio degli osservabili  $x$  e  $x^2$ .

[8 punti]

## Introduzione alla fisica quantistica

Prova scritta 20.09.2010

### Esercizio 1

Un atomo di idrogeno passa dal livello energetico  $n = 3$  al livello fondamentale, emettendo un fotone. Il fotone incide su un metallo con potenziale di estrazione  $A = 5$  eV e induce effetto fotoelettrico. Il fotoelettrone emesso viene accelerato da una differenza di potenziale di 4V e infine collide con un atomo di idrogeno nello stato fondamentale. Quali transizioni può eccitare in questo atomo di idrogeno?

[10 punti]

### Esercizio 2

Un fascio di elettroni incide perpendicolarmente su una fenditura circolare di diametro  $d = 10^{-4}$  mm. Sapendo che l'angolo di apertura del fascio di elettroni è di  $6,6 \cdot 10^{-3}$  radianti, trovare la velocità degli elettroni del fascio incidente.

[6 punti]

### Esercizio 3

Un fascio di fotoni collide con elettroni in quiete. La lunghezza d'onda dei fotoni diffusi ad angolo  $\theta = \pi/3$  è  $\lambda_f = 2,5 \cdot 10^{-11}$  m. Qual è la lunghezza d'onda dei fotoni incidenti?

[4 punti]

### Esercizio 4

Lo stato di una particella è descritto dalla funzione d'onda

$$\psi(x) = ce^{-a(x-x_0)^2},$$

dove  $a$  e  $x_0$  sono costanti reali e  $a > 0$ . Trovare il coefficiente di normalizzazione  $c$  e il valor medio degli osservabili  $x$  e  $p$ .

[10 punti]

## Introduzione alla fisica quantistica

Prova scritta 19.07.2010

### Esercizio 1

Uno ione  $\text{He}^+$  passa dal livello energetico  $n$  al livello fondamentale, emettendo un fotone. Il fotone incide su un metallo con potenziale di estrazione  $A = 6$  eV e induce effetto fotoelettrico. Il fotoelettrone emesso viene rallentato poi da una differenza di potenziale di 10V e infine collide con un atomo di idrogeno nello stato fondamentale. Determinare il valore minimo di  $n$  affinché il fotoelettrone riesca a ionizzare l'atomo di idrogeno.

[10 punti]

### Esercizio 2

Un fascio di elettroni con velocità  $10^6$  m/s incide perpendicolarmente su una fenditura circolare di diametro  $d = 10^{-3}$  mm. Stimare l'angolo di apertura del fascio di elettroni, una volta passato attraverso la fenditura.

[4 punti]

### Esercizio 3

Un fascio di fotoni di lunghezza d'onda  $\lambda_i = 2,5 \cdot 10^{-11}$  m collide con elettroni in quiete. Qual è la lunghezza d'onda massima dei fotoni diffusi?

[6 punti]

### Esercizio 4

Lo stato di una particella in una buca unidimensionale di larghezza  $a$  sia descritto dalla funzione d'onda  $\psi(x) = c\sqrt{x(a-x)}$ . Trovare il coefficiente di normalizzazione  $c$  e il valor medio delle osservabili  $x$  e  $x^2$ . Trovare infine la probabilità che la particella si trovi nella regione  $[0, a/2]$ .

[10 punti]

## Introduzione alla fisica quantistica

Prova scritta 15.06.2010

### Esercizio 1

Un atomo di idrogeno si diseccita transendo dal livello  $n$  al livello fondamentale ed emettendo un fotone. Calcolare il valore minimo  $n_{min}$  di  $n$  affinché il fotone emesso produca effetto fotoelettrico quando incide su un metallo con potenziale di estrazione  $A = 4$  eV. Per  $n = n_{min}$  calcolare l'energia cinetica del fotoelettrone emesso.

Far vedere infine come cambiano le risposte alle domande precedenti se invece di un atomo di idrogeno si diseccita uno ione  $\text{He}^+$ .

[9 punti]

### Esercizio 2

Un fascio di fotoni incide su particelle di massa incognita. Sapendo che i fotoni diffusi ad angolo  $\varphi = \pi/2$  hanno lunghezza d'onda  $\lambda_{\pi/2} = 2,32 \cdot 10^{-15}$  m e che quelli diffusi ad angolo  $\varphi = \pi/3$  hanno lunghezza d'onda  $\lambda_{\pi/3} = 1,66 \cdot 10^{-15}$  m, trovare la lunghezza d'onda dei fotoni incidenti e la massa delle particelle su cui incidono. Di quali particelle si tratta?

[9 punti]

### Esercizio 3

Uno stato di una particella in una buca monodimensionale di larghezza  $a$  è descritto dalla funzione d'onda:

$$\psi(x) = c \left[ \sin \frac{\pi x}{a} + 2 \sin \frac{2\pi x}{a} \right].$$

Trovare il coefficiente di normalizzazione  $c$ . Se si fanno misure di energia sullo stato descritto da  $\psi(x)$ , quali sono i possibili risultati e con quale probabilità si presentano? Quale è il valor medio dell'energia?

Infine, calcolare il valor medio della coordinata  $x$  per lo stato descritto da  $\psi(x)$ .

[12 punti]