

FISICA MODERNA

PROVA SCRITTA

28/4/05

1. Un quadrato di lato $L = 1 \text{ m}$ si muove parallelamente rispetto ad uno dei suoi lati con velocità $v = 0.9 c$ rispetto ad un osservatore. A) Che figura geometrica vede l'osservatore? B) Quanto vale l'area di questa nuova figura? C) Se il moto fosse parallelo ad una delle diagonali, che tipo di figura vedrebbe l'osservatore?
2. Un protone è confinato in una buca di potenziale unidimensionale infinita di larghezza $L = 1 \text{ nm}$. Determinare: a) le energie dei primi 4 livelli stazionari e b) calcolare le frequenze di tutte le transizioni possibili fra questi livelli. C) Calcolare per quale L l'energia dello stato fondamentale è all'incirca uguale a kT con $T = 300 \text{ K}$. Commentare il risultato.
3. Un satellite sferico di raggio $R = 1 \text{ m}$ è in orbita intorno alla Terra. A) Qual'è la sua temperatura se deve dissipare una potenza $P = 5 \text{ kW}$? B) A che lunghezza d'onda si ha il massimo di emissione? Se la potenza da dissipare fosse solo quella dovuta alla radiazione solare (1.5 kW/m^2) quale sarebbe la temperatura?
4. Un laser impulsato emette contemporaneamente due lunghezze d'onda a 300 nm e 800 nm . Se l'impulso dura $\Delta t = 1 \text{ ps}$, quanto valgono Δv e $\Delta \lambda$ della riga emessa per ogni lunghezza d'onda?

FISICA MODERNA

Prova scritta

8/7/06

1. L'arrivo di due raggi cosmici e' registrato da due rivelatori nel laboratorio uno al tempo $t = t_0$ nel punto x_a , l'altro al tempo $t = t_1$ nel punto x_b . Qual'e' l'intervallo di tempo fra questi due eventi misurato in un sistema di riferimento S' che si muove rispetto al primo con velocita' v ? Esiste un sistema di riferimento per il quale i due eventi sono simultanei? Porre $t_0 = 0$, $t_1 = 6$ s, $x_a = 1$ km, $x_b = 100$ km, $v = 0.6$ c
2. Calcolare la lunghezza d'onda di De Broglie di un elettrone che abbia una energia cinetica di 5 eV e di un atomo di elio con la stessa energia. Dire a quale temperatura l'atomo di elio avrebbe una λ uguale a quella dell'elettrone.
3. Un elettrone che si muove in un filo metallico sottile corrisponde in prima approssimazione a una particella in una buca di potenziale infinita. Se il filo e' lungo 1 cm, calcolare: a) l'energia dello stato fondamentale dell'elettrone; b) se l'energia dell'elettrone e' uguale all'energia termica a 300 K, qual'e' il numero quantico principale corrispondente?

PROVA SCRITTA

FISICA MODERNA L2/ING

11/4/2005

- 1 Un fascio di muoni che viaggia verticalmente verso il basso alla velocità $0.994c$ viene rivelato dai passeggeri di un razzo che viaggia verticalmente verso l'alto alla velocità $0.25c$. Quanto vale la velocità dei muoni misurata dai passeggeri del razzo? Quale sarebbe il risultato se le due velocità venissero ridotte di 100 volte?
- 2 Una data città consuma mediamente 10^9 W di energia elettrica. Supponendo di poter convertire al 100% in energia elettrica la massa di un grammo di materia, per quanti giorni la città sarebbe autosufficiente? Provate a stimare per quanti giorni la massa di un grammo sarebbe sufficiente per Siena (abitanti $5 \cdot 10^4$).
- 3 Se l'energia cinetica di un elettrone che si muove alla velocità di 10^6 m/s è nota con un errore percentuale dell'1%, quanto vale l'intervallo di tempo minimo per cui è valida la misurazione?
- 4 Assumendo per un elettrone il coefficiente di trasmissione di una barriera di potenziale dato da $T = e^{-2\alpha d}$ con $d = 10$ nm e $\alpha = \sqrt{2m(U_0 - E)/\hbar^2}$, calcolare U_0 se $T = 6.7 \cdot 10^{-3}$ a temperatura ambiente. Quanto vale T se l'elettrone è ad una temperatura di 100 K? per quale temperatura si avrebbe $T = 1$?

PROVA IN ITINERE
FISICA MODERNA – ING.
23/3/05

1. In una buca di potenziale rettangolare infinita viene messo un neutrone. A) Quale dovrebbe essere la larghezza della buca per avere l'energia minima uguale all'energia termica a 300K? B) Quanto vale la differenza di energia se la buca viene ridotta alla metà?
2. Un elettrone si trova in una buca di potenziale infinita di larghezza $a = 2$ nm. Calcolare le frequenze di assorbimento dell'elettrone per le transizioni A) $n=1 \rightarrow n=2$ e B) $n=1 \rightarrow n=3$.
3. Un elettrone avente una energia di 25 eV raggiunge una barriera di potenziale rettangolare di altezza 33 eV. Qual'è la probabilità che l'elettrone faccia effetto tunnel se la barriera è larga: A) 1.0 nm?; B) 0.10 nm?
4. Data una buca di potenziale di altezza $U_0 = 15$ eV contenente un elettrone, dire quanti stati stazionari si hanno nella buca se ha una larghezza $a = 1$ nm. Dire come cambia questo numero se la larghezza della buca raddoppia.
5. A quale temperatura la lunghezza di De Broglie di un atomo di idrogeno coincide con il raggio di Bohr? Attraverso quale differenza di potenziale occorrerebbe accelerare un fascio di elettroni per avere la stessa lunghezza d'onda?

FISICA MODERNA
I PROVA IN ITINERE
18/2/2005

1. Una astronave misurata nell'hangar ha una lunghezza di 100 m. Se si avvicina ad un pianeta con una velocità di $0.400c$, quanto vale la sua lunghezza per un osservatore sul pianeta? Quale dovrebbe essere la sua velocità per avere una lunghezza di 80 m?
2. Uno stroboscopio emette lampi luminosi alla frequenza di 2100 lampi/min. Quanto vale la frequenza di lampeggio in hertz per un osservatore che viaggia verso lo stroboscopio alla velocità $v = 0.500c$?
3. Quanto deve essere la differenza di potenziale necessaria per accelerare un elettrone fino ad una velocità di $0.800c$? ($m_e = 9.11 \cdot 10^{-31}$)
4. Un fotone ha un'energia di 5.00 eV. Quanto valgono la sua frequenza, la sua lunghezza d'onda e la sua quantità di moto?
5. Quanto vale l'area della superficie del filamento di una lampada elettrica di 100W se il filamento viene riscaldato a 2500K? a che frequenza si ha il massimo di emissione? Che potenza emetterebbe la lampada se il filamento venisse portato a 1000K? a che frequenza si avrebbe il massimo di emissione in questo caso?
6. A quale velocità dovrebbe muoversi un moscerino ($m = 5$ mg) affinché la sua lunghezza d'onda di de Broglie sia di 1 nm? Quanto tempo impiegherebbe a percorrere 1 cm?
7. Luce di lunghezza d'onda di 430 nm provoca l'emissione di elettroni da una superficie. Il potenziale di arresto è 0.5 V. Quanto valgono l'energia massima degli elettroni emessi, il lavoro di estrazione e la lunghezza d'onda di soglia?
8. Per quale valore del numero quantico n l'atomo di idrogeno avrebbe un "diametro" di 1 μ ? Che energia occorrerebbe fornire all'atomo per ionizzarlo? Se questa energia venisse data da un fotone, quale dovrebbe essere la sua lunghezza d'onda?

Fisica Moderna

8/9/04

Cognome.....

Nome

1. Gli atomi di rubidio assorbono ed emettono fotoni di lunghezza d'onda $\lambda = 780$ nm.
 - a. qual'e' l'energia di questi fotoni espressa in J e in eV?
 - b. Qual'e' la quantita' di moto associata al fotone?
 - c. Sapendo che la massa atomica del rubidio e' 87 unita' atomiche calcolare di quanto cambia la velocita' atomica per effetto dell'assorbimento o dell'emissione di un fotone. (si consideri il processo di assorbimento o di emissione come un urto anelastico fotone+atomo).

2. Una sfera di ferro di raggio $r = 10$ cm, e' portata ad una temperatura di 800°C .
 - a. a quale lunghezza d'onda si ha il massimo di intensita' di radiazione e.m. emessa?
 - b. Qual'e' l'energia totale emessa dalla sfera in 1 sec.?

3. Per avere una lunghezza d'onda di De Broglie $\lambda_{\text{DB}} = 1$ nm associata ad un atomo di rubidio, a che temperatura va portato?

4. Quanto vale l'energia dello stato fondamentale di un protone in una buca rettangolare infinita la cui larghezza a e' 10^{-10} m? Si dia il risultato in J e in eV. Calcolare la frequenza dei fotoni risonanti fra i livelli con $n=1$ e $n=2$ e $n=1$ e $n=3$.

1. Nel convertire energia elettrica in energia luminosa, una lampada elettrica a incandescenza di 60.0 W opera con un rendimento di circa il 2.1 %. Supponendo che tutta la luce abbia lunghezza d'onda di 555 nm, si determini il numero di fotoni emessi dalla lampada durante ogni secondo. Quanti fotoni colpirebbero la retina di un osservatore distante 20 km dalla lampada? (assumere il diametro della pupilla uguale a 0.5 cm).
2. Si consideri un elettrone intrappolato in una buca infinita la cui ampiezza e' di 98.5 pm. Se si trova nello stato caratterizzato da $n = 15$, quali sono: la sua energia; l'incertezza nella determinazione della sua quantità di moto; l'incertezza sulla sua posizione?
3. Per un atomo di idrogeno determinare il numero di stati corrispondenti al numero quantico principale $n = 3$ e calcolare le energie di questi stati, supponendo l'energia funzione solo di n .
4. La funzione d'onda per una particella in una buca di potenziale infinita e'

$$\psi(x) = \sqrt{\frac{2}{L}} \operatorname{sen}\left(\frac{2\pi x}{L}\right)$$

per $0 < x < L$ e zero altrove. A) determinare il valore di aspettazione di x ; b) determinare la probabilità di trovare la particella vicino a $L/2$, calcolando la probabilità che ha la particella di trovarsi nell'intervallo $0.49 < x < 0.51$; c) determinare la probabilità di trovare la particella vicino a $L/4$ calcolando la probabilità per l'intervallo $0.24 < x < 0.26$.

**FISICA MODERNA
INGEGNERIA**

6/5/2004

- 1. Le pareti di una cavita' sono mantenute alla temperatura di 1227 °C. Che potenza viene emessa da un foro del diametro di 1 mm praticato sulla cavita' stessa? A quale lunghezza d'onda si ha il massimo di emissione?**
- 2. Se l'energia di estrazione di un certo metallo e' 1.80 eV, qual'e' il potenziale di arresto per una luce di lunghezza d'onda di 400 nm? Qual'e' la velocita' massima degli elettroni emessi? Qual'e' la lunghezza d'onda di soglia? Se la potenza della luce incidente con lunghezza d'onda di 400 nm e' $I = 0.1$ mW, qual'e' la fotocorrente emessa?**
- 3. Un atomo di sodio emette un fotone di lunghezza d'onda $\lambda = 330$ nm. Se la vita media del livello eccitato e' di 10 ns, qual'e' l'indeterminazione sulla frequenza del fotone emesso? Qual'e' la velocita' di rinculo dell'atomo? (La massa atomica e' 23).**
- 4. Si consideri un elettrone intrappolato in una buca di potenziale infinita con $L = 100$ pm. Se si trova nello stato con $n = 10$, quali sono la sua energia, l'incertezza sulla quantita' di moto e sulla sua posizione? Se decade sullo stato fondamentale che lunghezza d'onda ha il fotone emesso?**
- 5. Un elettrone avente l'energia di quiete di 0.511 MeV, si muove alla velocita' $u = 0.8$ c. Si calcolino l'energia totale, l'energia cinetica e la quantita' di moto.**

- 1 Un laser He-Ne emette radiazione di lunghezza d'onda $\lambda = 633 \text{ nm}$. Quanti fotoni sono emessi ogni secondo da un laser con una potenza di 10 mW? Se il fascio laser ha un diametro di 2 mm, quanto vale la sua intensita'? Quanto vale l'intensita' se il fascio viene focalizzato a 10μ di diametro?
- 2 La diffrazione dei neutroni puo' essere usata per determinare la struttura di un cristallo. Ricordando che la separazione tipica fra i piani reticolari e' $d = 0.2 \text{ nm}$: a) stimare la velocita' che dovrebbero avere i neutroni; b) calcolare in eV la corrispondente energia cinetica; c) normalmente questi neutroni, definiti neutroni termici, vengono selezionati da un gas di neutroni all'equilibrio termico, calcolare la temperatura.
- 3 Un oggetto di massa $m = 1 \text{ mg}$ e' confinato fra due pareti distanti $d = 1 \text{ cm}$. a) calcolare il modulo della velocita' minima; b) quanti anni impiegherebbe l'oggetto a percorrere la distanza fra una parete e l'altra? c) se il modulo della velocita' e' $v = 0.03 \text{ m/s}$, trovare il corrispondente valore di n ; d) come cambierebbero le stesse quantita' se la particella fosse un elettrone?
- 4 La funzione d'onda dello stato fondamentale dell'atomo di idrogeno e'

$$\psi(r) = \frac{1}{\sqrt{\pi a_0^3}} e^{-r/a_0}$$

dove $a_0 =$ raggio di Bohr. a) Calcolare la densita' di probabilita' radiale per questo stato; b) calcolare il valore piu' probabile di r per un elettrone nello stato fondamentale; c) calcolare la probabilita' che l'elettrone si trovi all'esterno del raggio di Bohr.

- 5 Due neutroni A e B corrono a velocita' relativistiche lungo traiettorie fra loro perpendicolari, A si muove con velocita' di $0.75 c$ lungo l'asse x , mentre B con velocita' $0.90 c$ lungo l'asse y . Quanto velocemente B si allontana da A, cosi' come e' visto da A?

FISICA MODERNA – INGEGNERIA

PROVA IN ITINERE

24/3/04

Relativita'

1. Un uomo sulla Terra misura un evento in un punto che dista da lui $x = 15$ m all'istante $t = 5.00$ s. Se un razzo vola sopra l'uomo alla velocita' $v = 0.80$ c, quali coordinate l'astronauta attribuisce a questo evento?
2. Un elettrone viene accelerato a partire dalla condizione di quiete attraverso una differenza di potenziale $V = 3.00 \cdot 10^5$ V. Si calcolino a) l'energia cinetica dell'elettrone e b) la sua velocita'.

Meccanica quantistica

3. Si trovi la lunghezza d'onda di De Broglie di un elettrone la cui energia cinetica sia 10 eV.
4. Una particella e^- nello stato fondamentale di una buca di potenziale rettangolare infinita di lato a . Si calcoli la probabilita' che la particella si trovi nella regione: a) $0 < x < a/2$; b) $0 < x < 3a/4$. [si ricorda che $\int \sin^2(kx) dx = \frac{x}{2} - \frac{\sin 2kx}{4k}$]
5. Un elettrone di energia $E = 30$ eV incide su una barriera di potenziale rettangolare di altezza $U = 40$ eV. Qual'e' la probabilita' T che l'elettrone attraversi la barriera per effetto tunnel se lo spessore della barriera e': a) 1 nm? ; b) 0.1 nm? [si ricorda che $T \cong e^{-2CL}$ $C = \frac{\sqrt{2m(U-E)}}{\hbar}$]
6. Nell'atomo di idrogeno, quali sono i valori possibili di n e m se : a) $l = 3$, b) $l = 4$; c) $l = 0$?
7. Si scriva la configurazione elettronica del Carbonio e dell'ossigeno. [numero atomico del carbonio = 6; dell'ossigeno 8].

1. Calcolare l'energia richiesta per portare un elettrone da fermo ad una velocità pari a $0.9c$.
2. quale differenza di potenziale deve essere applicata per fermare i fotoelettroni emessi da una superficie di nickel illuminata da luce ultravioletta di 200 nm ? La funzione lavoro del nickel è 5.01 eV .
3. in un microscopio elettronico quale differenza di potenziale è richiesta per dare agli elettroni una lunghezza d'onda di De Broglie di 0.05 nm ?
4. una particella è contenuta in una scatola di lunghezza l . Si calcoli l'energia dello stato fondamentale se (a) la particella è un protone e $l = 0.1 \text{ nm}$; (b) la particella è un protone e $l = 10^{-15} \text{ m}$.
5. ricordando che il coefficiente di trasmissione T di una barriera di potenziale è proporzionale a $e^{-2\alpha a}$ con $\alpha = (8\pi m(U-E)/h^2)^{1/2}$, calcolare T per un elettrone di 10 eV che incide su una barriera di 25 eV e spessore di 1 nm .

Prova in itinere di Fisica Moderna

7/3/03

Cognome.....

Nome

1. Gli atomi di sodio assorbono ed emettono fotoni di lunghezza d'onda $\lambda = 600 \text{ nm}$.
 - d. qual'è l'energia di questi fotoni espressa in J e in eV?
 - e. Qual'è la quantità di moto associata al fotone?
 - f. Sapendo che la massa atomica del sodio è 23 unità atomiche calcolare di quanto cambia la velocità atomica per effetto dell'assorbimento o dell'emissione di un fotone. (si consideri il processo di assorbimento o di emissione come un urto anelastico fotone+atomo).

2. Un cubo di ferro di lato $L = 10 \text{ cm}$, è portato ad una temperatura di $800 \text{ }^\circ\text{C}$.
 - c. a quale lunghezza d'onda si ha il massimo di intensità di radiazione e.m. emessa?
 - d. Qual'è l'energia totale emessa dal cubo in 1 mn?

3. Per avere una lunghezza d'onda di De Broglie $\lambda_{\text{DB}} = 1 \text{ nm}$ associata ad un atomo di sodio, a che temperatura va portato?

4. Quanto vale l'energia dello stato fondamentale di un elettrone in una buca rettangolare infinita la cui larghezza a è il diametro approssimato di un atomo di idrogeno, circa 10^{-10} m ? Si dia il risultato in J e in eV. Calcolare la frequenza dei fotoni risonanti fra i livelli con $n=1$ e $n=2$ e $n=1$ e $n=3$.

Prova in itinere di Fisica Moderna

28/3/03

Cognome.....

Nome

1. Per quale valore di Z il livello $n = 3$ risulta pieno?
2. Quali sono il raggio dell'orbita, la velocità, la quantità di moto e l'energia di un elettrone nello stato $n=3$ dell'idrogeno? Basarsi su un modello classico per calcolare la quantità di moto e la velocità dell'elettrone.
3. Un protone in un atomo di carbonio viene localizzato all'interno di una sfera di diametro all'incirca $6.0 \cdot 10^{-15}$ m. Quali sono le incertezze sulla quantità di moto e sull'energia del protone?
4. Quando è necessaria un'alta risoluzione in microscopia biologica, vengono utilizzati microscopi elettronici piuttosto che microscopi ottici. Confrontare il limite di risoluzione di un microscopio elettronico che utilizza elettroni di energia 30 keV con quella di un microscopio ottico.
5. Un certo atomo ipotetico possiede due soli livelli atomici separati in energia da un intervallo di 3.2 eV. Nell'atmosfera di una stella si trovano, per ogni cm^3 , $6.1 \cdot 10^{13}$ atomi di questo tipo allo stato eccitato e $2.5 \cdot 10^{15}$ per cm^3 allo stato inferiore. Calcolare la temperatura dell'atmosfera della stella.
6. Un laser a impulsi emette luce alla lunghezza d'onda di 694.4 nm. Per ogni impulso della durata di $1.2 \cdot 10^{-11}$ s l'energia rilasciata è di 0.15 J. a) qual'è la lunghezza dell'impulso?; b) di quanti fotoni è composto ogni impulso? Quanto vale la potenza di picco? Qual'è l'intensità massima del laser se il diametro del fascio è 0.1 mm?
7. Di un certo stato dell'atomo di idrogeno si sa che ha numero quantico $l = 3$. Quali sono i possibili valori per i numeri quantici n , m_l e m_s ?
8. Volendo fare una transizione a due fotoni fra i livelli $1^2S_{1/2}$ e $3^2S_{1/2}$ di un atomo di idrogeno utilizzando un potente impulso laser, quale dovrebbe essere la lunghezza d'onda del laser?