

Esame di ammissione al dottorato di ricerca in fisica
fondamentale ed applicata, XXVI Ciclo - 21 Febbraio 2011

COMPITO 2

N.B. Il candidato deve svolgere, a sua scelta, SOLO UNO dei tre temi proposti ed UN MASSIMO di TRE ESERCIZI tra quelli sotto riportati. Il tema NON dovrà superare le TRE facciate di foglio protocollo.

TEMI

1. Discutere brevemente la relazione della fisica con le altre scienze (i.e. chimica, geologia, biologia, etc. etc.).
2. Si ricavi almeno un'equazione di continuità per grandezze fisiche, illustrandone il significato e la rilevanza.
3. Misure sperimentali e deduzioni teoriche nella costruzione della teoria dell'elettromagnetismo.

ESERCIZI

1. Un'asta omogenea AB di lunghezza $l = 1.00$ m, sezione trasversale trascurabile e massa $M = 5.0$ kg ha l'estremità A incernierata senza attrito al punto fisso O . L'estremità B è collegata ad un punto fisso P , posto a distanza l da O , mediante una molla di costante elastica $k = 50$ N/m (vedi Figura). Inizialmente l'asta è ferma in condizione di equilibrio. Calcolare:

(a) l'angolo θ_0 di inclinazione dell'asta rispetto al piano orizzontale;

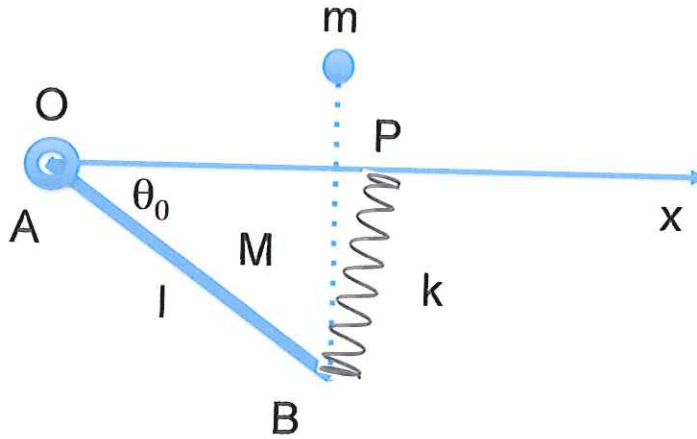
Una sferetta di massa $m = 1.5$ kg, approssimabile ad un punto materiale ai fini del problema, cade lungo la verticale e urta l'estremità B con velocità di modulo $v_0 = 10$ m/s. L'urto è completamente anelastico e la sferetta rimane attaccata all'asta. Si determini:

(b) il modulo ω_0 della velocità angolare dell'asta subito dopo l'urto;

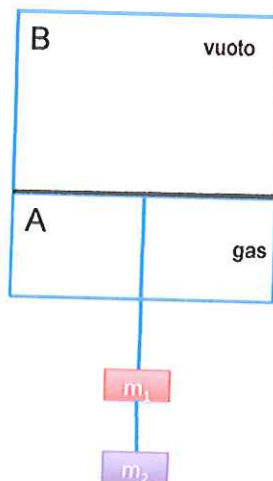
(c) la frazione di energia cinetica dissipata in calore nel processo d'urto.

2. $n = 1$ moli di un gas ideale biatomico a temperatura $T_0 = 300$ K sono contenute nella parte inferiore A di un cilindro. Un pistone di massa e spessore trascurabile divide la parte inferiore A da quella superiore B in cui c'è il vuoto. Due masse $m_1 = 30$ kg e m_2 sono appese al pistone mediante un filo che esce dal cilindro (vedi Figura). Il sistema è inizialmente in equilibrio termodinamico con il pistone a distanza $h = 0.50$ m dal fondo del cilindro.

(a) Calcolare il valore di m_2 ;



- (b) si tagli il filo che collega m_2 a m_1 . Questo causa una espansione del gas, con un volume finale che è pari al doppio di quello iniziale. Calcolare il lavoro compiuto dal gas in questa trasformazione (chiaramente irreversibile, e in cui potrebbero essere avvenuti scambi di calore con l'ambiente);
- (c) si ricollega m_2 e si attende che il gas si assesti nuovamente in uno stato di equilibrio, avendo ora cura che non ci siano scambi di calore con l'ambiente. Calcolare la distanza del pistone dal fondo del cilindro.



3. Si consideri una particella di massa m in presenza del potenziale unidimensionale $V(x)$ ($V_0, k > 0$):

$$V(x) = 0$$

$$|x| > a$$

$$V(x) = -V_0 + \frac{1}{2} k x^2 \quad |x| < a$$

Si consideri la funzioni d'onda $\Psi(x)$ che per $|x| \leq a$ ha la forma seguente

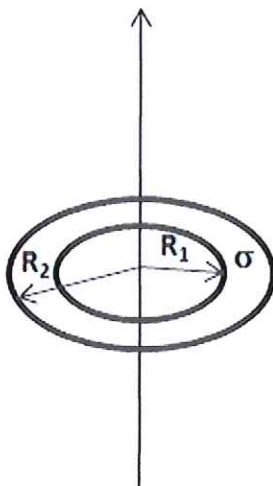
$$\Psi(x) = N \exp(-x^2/2x_0^2) \quad |x| \leq a$$

(dove N è la costante di normalizzazione da non determinare).

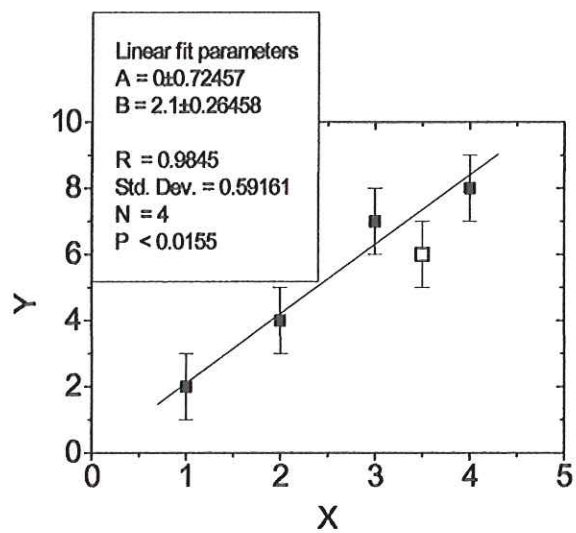
a) Dimostrare che la funzione d'onda $\Psi(x)$ può essere l'autofunzione di uno stato legato ($E < 0$) del sistema, se $x_0 = (\frac{km}{\hbar^2})^{-1/4}$ e se V_0 , x_0 e a soddisfano opportune relazioni. Calcolare il valore dell'energia dello stato legato e la funzione d'onda completa (a meno della costante N).

4. L'anello di raggio interno R_1 e raggio esterno R_2 mostrato in figura è caricato con una densità superficiale di carica uniforme σ .

- (a) Si calcoli il potenziale ed il campo elettrico lungo l'asse ortogonale al disco e passante per il centro del foro.
- (b) Una carica puntiforme Q di segno opposto a σ e di massa M è posta, con velocità nulla, sull'asse ad una distanza dal centro del foro che è molto piccola rispetto sia ad R_1 che R_2 . Studiare il moto della carica Q assumendo che essa sia vincolata a muoversi solo lungo l'asse.



5. Dopo aver effettuato una serie di quattro misure accoppiate (x, y) , un programma di analisi di dati restituisce il seguente grafico in cui i quattro punti sperimentali sono indicati da quadrati pieni. Sulla base dei dati, del modello adoperato per descrivere la relazione tra X e Y e dell'analisi delle relative incertezze, discutere la consistenza statistica di una successiva misura ($x_0 = 3.5, y_0 = 6 \pm 1$) (il cui punto è indicato dal quadrato vuoto,



nel grafico) con i dati precedentemente ottenuti. Si è assunto che l'errore sulla coordinata x_0 sia trascurabile.