

CONCORSO DI AMMISSIONE AL DOTTORATO DI RICERCA IN FISICA - 33° CICLO

(prova 1)

Il candidato svolga uno dei tre temi seguenti avendo cura di non superare le tre facciate di un foglio protocollo.

- 1) Formulazione unificata dei fenomeni elettrici e magnetici: le equazioni di Maxwell.
- 2) Il candidato descriva la misura di una grandezza fisica illustrandone le metodologie, le implicazioni e le principali sorgenti di incertezza.
- 3) Si discuta uno o più fenomeni fisici per i quali gli effetti relativistici sono rilevanti.

Il candidato risolva un massimo di tre esercizi tra quelli di seguito proposti.

Es. 1) Una mole di gas perfetto monoatomico esegue un ciclo termodinamico composto dalle seguenti trasformazioni:

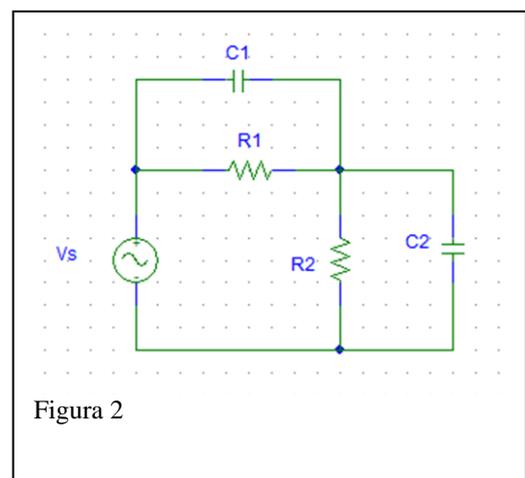
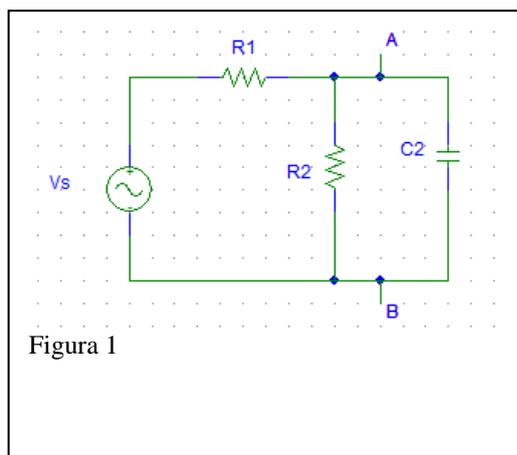
- i) $A \rightarrow B$, isobara reversibile che raddoppia il volume;
- ii) $B \rightarrow C$, adiabatica reversibile durante la quale il gas si espande;
- iii) $C \rightarrow A$, isoterma reversibile che riporta il sistema nello stato iniziale.

Riportare il ciclo sul diagramma di Clapeyron (p - V) e calcolarne il rendimento [$\gamma=5/3$].

Es. 2) Una spira conduttrice circolare di raggio a , avente resistenza elettrica complessiva R , è posta in una zona di spazio in cui è presente un campo di induzione magnetica \mathbf{B} uniforme, diretto perpendicolarmente al piano della spira. Il modulo B varia nel tempo con andamento sinusoidale $B(t) = B_0 \sin(\omega t)$ [si trascuri l'autoinduzione].

- a) Ricavare l'espressione della potenza media dissipata nella spira per effetto Joule.
- b) Calcolare il campo magnetico indotto sull'asse della spira.

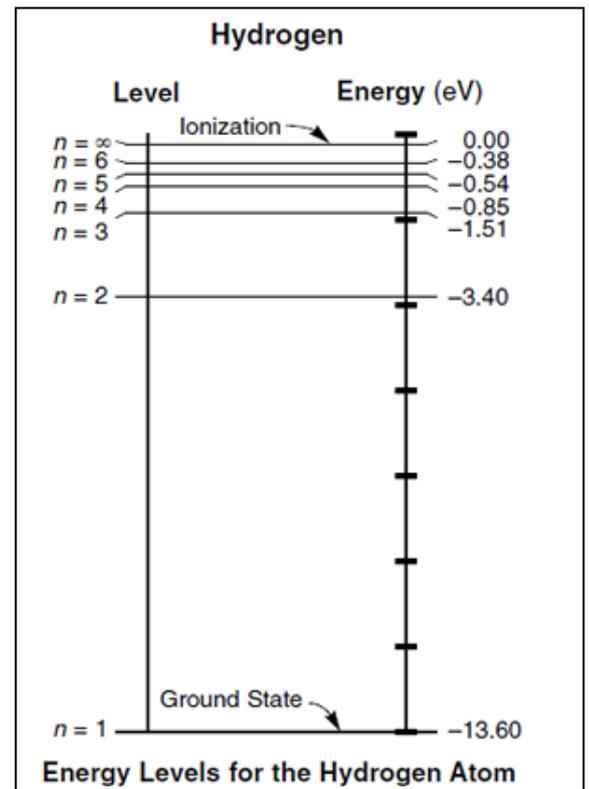
Es. 3) Il circuito riportato in Figura 1 viene alimentato in ingresso con un segnale sinusoidale V_S di ampiezza V_0 e periodo T .



- a) Calcolare e riportare in grafico V_{C2} in funzione di ω [Suggerimento: applicare il teorema di Thevenin tra i punti A e B].
- b) Ricavare la pulsazione di taglio ω_0 .
- c) Aggiungere un condensatore C_1 in parallelo a R_1 come indicato in Figura 2.
Calcolare e riportare in grafico la nuova V_{C2} ai capi del parallelo tra R_2 e C_2 [Suggerimento: considerare i due paralleli R-C come due impedenze in serie]].

Es. 4) Un fascio di luce colpisce un gas di atomi di idrogeno tutti nel primo stato eccitato (2s).

- a) Se gli atomi vengono ionizzati e l'energia cinetica degli elettroni fotoemessi è di 15.1eV, qual è l'energia dei fotoni incidenti?
- b) Descrivere qualitativamente lo spettro di assorbimento osservato nel caso in cui la radiazione incidente abbia uno spettro uniforme nell'intervallo 1-5 eV (si assuma che gli atomi siano sempre nello stato 2s).
- c) Si consideri ora un gas di atomi di idrogeno all'equilibrio termico. Quanto deve valere T perché una frazione pari a 0.1% degli atomi si trovi nel secondo livello elettronico? [Si trascuri la presenza di stati eccitati oltre il secondo livello elettronico.]



Es- 5) Si consideri una particella senza spin rappresentata dalla funzione d'onda

$$\psi(x, y, z) = K(x + y + 2z) \exp(-\alpha r)$$

dove $r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$ e K e α sono costanti reali positive.

- a) Qual è il momento angolare totale della particella?
- b) Qual è il valore di aspettazione della componente z del momento angolare?
- c) Qual è in una misura della componente z del momento angolare, la probabilità che il risultato della misura sia $L_z = \hbar$?

[Può essere utile ricordare l'espressione delle prime armoniche sferiche:

$$Y_0^0(\vartheta, \varphi) = \frac{1}{\sqrt{4\pi}} \quad Y_1^1(\vartheta, \varphi) = -\sqrt{\frac{3}{8\pi}} \sin \vartheta e^{i\varphi} \quad Y_1^{-1}(\vartheta, \varphi) = \sqrt{\frac{3}{8\pi}} \sin \vartheta e^{-i\varphi} \quad Y_1^0(\vartheta, \varphi) = \sqrt{\frac{3}{4\pi}} \cos \vartheta]$$