

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:

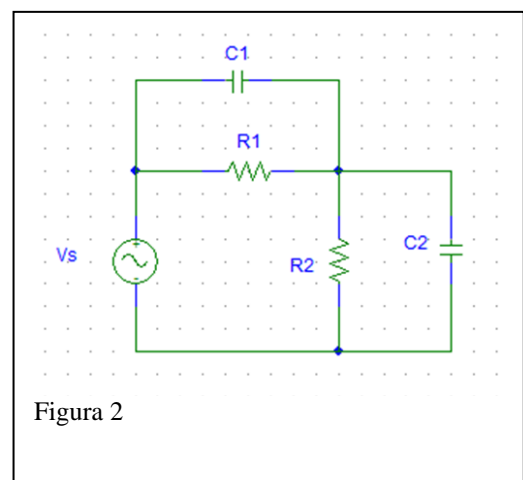
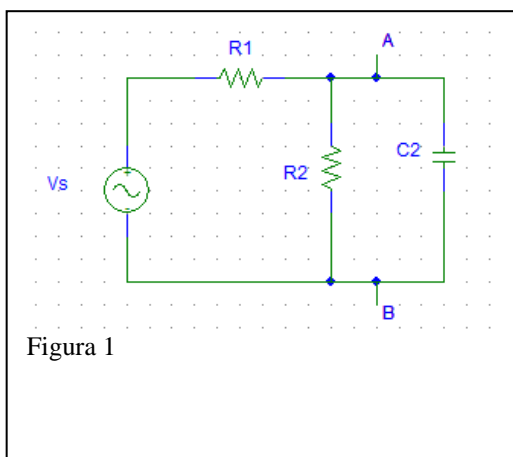
- i) A→B, isobara reversibile che raddoppia il volume;
- ii) B→C, adiabatica reversibile durante la quale il gas si espande;
- iii) C→A, isoterma reversibile che riporta il sistema nello stato iniziale.

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.

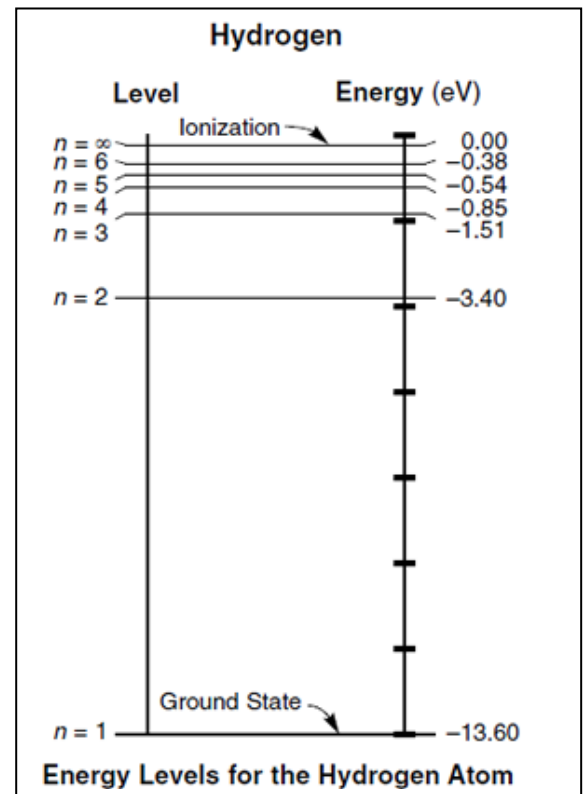
**Es. 3)** Il circuito riportato in Figura 1 viene alimentato in ingresso con un segnale sinusoidale  $V_S$  di ampiezza  $V_0$  e periodo  $T$ .



- a) Calcolare e riportare in grafico  $V_{C2}$  in funzione di  $\omega$  [Suggerimento: applicare il teorema di Thevenin tra i punti A e B].
- b) Ricavare la pulsazione di taglio  $\omega_0$ .
- 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  $\alpha$  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:

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