

FISICA a IV - Prova scritta - A.A. 2006/2007

Primo appello - Sessione autunnale

Venerdì 7 Settembre 2007 - ore 9

Ai fini dell'appello d'esame, la prova consiste nei problemi **A** e **B**. Il tempo a disposizione è di tre ore.

Problema A

Si supponga che la termodinamica di un particolare sistema paramagnetico possa essere descritta in termini delle variabili M (magnetizzazione), H (campo magnetico) e T (temperatura), e che valgano inoltre le seguenti proprietà:

- i) l'equazione di stato è $MT = CH$, dove C è una costante (costante di Curie);
- ii) l'energia interna è $U = -MH$;
- iii) il lavoro compiuto dal sistema durante una trasformazione è $dW = M dH$.

Sulla base di queste ipotesi:

- a) scrivere l'espressione (differenziale) del calore dQ assorbito dal sistema in termini delle variabili M e H ;
- b) calcolare l'entropia del sistema (a meno di una costante arbitraria);
- c) scrivere l'energia libera come funzione di H e T ;
- d) mostrare che sono soddisfatte le seguenti relazioni termodinamiche:

$$\frac{\partial F}{\partial T} = -S, \quad \frac{\partial F}{\partial H} = -M$$

Problema B

Un gas reale è costituito da n moli di particelle monoatomiche collocate in un recipiente di volume V e dotate delle seguenti proprietà:

1) le particelle hanno un "nocciolo duro" che non può essere occupato da altre particelle e quindi non può essere conteggiato nello spazio delle fasi. Il volume impegnato in questo modo da ciascuna mole di particelle vale b .

2) le particelle interagiscono tra loro con forze attrattive che decrescono al crescere della distanza (e quindi fanno sentire i loro effetti soprattutto in condizioni di elevata densità); l'effetto di tali forze può essere rappresentato con buona approssimazione da un "campo medio" che si manifesta con un termine di energia potenziale (negativa) proporzionale alla densità n/V nell'Hamiltoniana della singola particella. Sia a/N_0 (dove N_0 è il numero di Avogadro) il valore (positivo) del coefficiente di questo termine.

Sulla base di queste informazioni e facendo uso della distribuzione *canonica*:

- a) calcolare l'energia libera F del sistema come funzione della temperatura T , del volume V , del numero delle moli n e dei coefficienti a e b ;
- b) verificare la proprietà di estensività dell'energia libera in funzione di n : $F(n, T, V) = n f(T, V/n)$;
- c) usando le relazioni termodinamiche ricavare l'espressione dell'energia interna e della pressione da quella dell'energia libera (N.B.: il risultato corretto *non* dipende esplicitamente da N_0);
- d) scrivere l'equazione di stato del sistema.