

**Elementi di Fisica Moderna, Meccanica Quantistica**  
**3 Aprile 2008**

PROBLEMA 1

Trovare al primo ordine nella teoria delle perturbazioni le variazioni dei livelli energetici di un atomo idrogenoide prodotte dall'aumento di una unità nella carica del nucleo, dovuta, ad esempio, ad un decadimento  $\beta$ .

Utilizzando il risultato esatto discutere la validità dell'approssimazione usata, e calcolare per quali valori di  $Z$  il risultato approssimato si discosta da quello reale per meno del 10%.

Suggerimento: utilizzare il teorema del viriale  $\langle T \rangle = -\langle V \rangle/2$ .

PROBLEMA 2

Una particella di massa infinita e spin  $1/2$  si trova all'istante  $t = 0$  in uno stato in cui la probabilità di osservare la componente dello spin lungo la direzione positiva dell'asse  $z$  è  $1/4$  e lungo la direzione negativa è  $3/4$ . Questa informazione determina lo stato a meno di un parametro. La particella è sottoposta ad un campo magnetico  $\vec{B}$  costante ed uniforme diretto lungo l'asse  $x$ .

- a) Scrivere l'espressione dello stato iniziale includendo il parametro indeterminato.
- b) Essendo  $H = -g\vec{S} \cdot \vec{B}$  scrivere il vettore di stato ad un generico istante di tempo  $t$ .
- c) Determinare per quali valori del parametro accade che la funzione d'onda ad un certo istante di tempo si riduce ad un autostato di  $S_z$  e trovare a quali tempi ciò accade.