

I kolokwium z fizyki atomowej
(02. 12. 2005)

Należy rozwiązać maksymalną liczbę zadań z przedstawionych poniżej. Wszystkie zadania są oceniane w skali 0-5 pkt. Dokładność oceniania: 0.5 pkt.

1. Korzystając z twierdzenia Hellmanna-Feynmana, dla atomu wodoropodobnego znajdującego się w stanie związanym scharakteryzowanym liczbami kwantowymi n, l, m_l znaleźć średnie wartości r^{-1} i r^{-2} .
2. Znaleźć potencjał pola elektrostatycznego wytwarzanego przez atom wodoropodobny znajdujący się w stanie podstawowym. Wskazówka: skorzystać z rozwinięcia multipolowego

$$\frac{1}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}'|} = \sum_{L=0}^{\infty} \sum_{M=-L}^L \frac{4\pi}{2L+1} \frac{r_{<}^L}{r_{>}^{L+1}} Y_{LM}(\mathbf{n}_r) Y_{LM}^*(\mathbf{n}_{r'}),$$

gdzie

$$r_{<} = \min(r, r'), \quad r_{>} = \max(r, r').$$

3. Znaleźć magnetyczny moment dipolowy atomu wodoropodobnego w stanie stacjonarnym scharakteryzowanym liczbami kwantowymi n, l, m_l .
4. Stosując metodę wariacyjną, oszacować energię stanu podstawowego atomu wodoropodobnego. Jako funkcję próbną przyjąć:

$$\bar{\Psi}(\mathbf{r}) = A \exp(-\alpha r^2) Y_{00}(\mathbf{n}_r),$$

gdzie α jest parametrem wariacyjnym.