

Zadania domowe do wykładu
"Wstęp do fizyki atomu, cząsteczki i ciała stałego" (prof. M. Kamińska)
seria 6, 16.01.2006

ZADANIE 1.

Układ poziomów energetycznych jednoelektronowego stanu $n = 2$ w atomie litu różni się istotnie od obserwowanego w atomie wodoru (patrz rysunek). Występujące ekranowanie jądra przez zamkniętą powłokę $n = 1$ powoduje zaburzenie potencjału kulombowskiego i w konsekwencji zdjęcie przypadkowej degeneracji stanów o różnej liczbie kwantowej l , a ponadto obniżenie energii rozszczepionych stanów. Ponieważ energia potencjalna elektronu w pobliżu jądra jest równa

$$-\frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r}$$

natomiast w dużej odległości od jądra ze względu na ekranowanie wynosi

$$-\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r}$$

więc często przyjmuje się potencjał w postaci:

$$E_p(r) = -\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r} - \frac{(Z-1)e^2}{4\pi\epsilon_0 r} e^{-b\frac{r}{a}}$$

gdzie b jest parametrem bezwymiarowym. Znaleźć zaburzenie energii stanu $n = 2$ atomu wodoru spowodowane odstępstwem tego potencjału od potencjału w atomie wodoru.

ZADANIE 2.

Energie poziomów atomu litu można także szacować za pomocą rachunku zaburzeń wprowadzając zaburzenie pola kulombowskiego rdzenia atomowego poprzez bardzo silny potencjał występujący w nieskończenie cienkiej warstwie o promieniu b , czyli przedstawienie energii potencjalnej elektronu w postaci

$$E_p(r) = -\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r} - A\delta(r-b)$$

gdzie A i b są parametrami dopasowania. Rozwiązać powyższy problem dla stanu $n = 2$ atomu wodoru i dopasować parametry A i b do wyników eksperymentalnych dla atomu litu (patrz poprzednie zadanie).

ZADANIE 3.

- Znaleźć stosunek n_r - liczby cząsteczek na poziomie rotacyjnym r , do n_0 - liczby cząsteczek na poziomie $r=0$, w równowadze w temperaturze T .
- Pokazać, że obsadzenie rotacyjnych poziomów energetycznych najpierw rośnie z r , a następnie maleje, gdy r w dalszym ciągu wzrasta
- Jaki jest związek między tymi obsadzeniami a natężeniem linii rotacyjnych?

ZADANIE 4.

- Wiedząc, że odpowiednia stała siłowa C drgającej cząsteczki HCl wynosi około 470 N/m, wyznaczyć różnicę energii między najniższym a pierwszym oscylacyjnym stanem HCl.
- Wiedząc, że moment bezwładności dla HCl wynosi $I=2,66 \cdot 10^{-47}$ kg·m², wyznaczyć różnicę energii między najniższym a pierwszym rotacyjnym stanem HCl,
- W temperaturze pokojowej podczas zderzeń z innymi cząsteczkami gazu, cząsteczki HCl mogą uzyskiwać, kosztem energii kinetycznej, energię wewnętrzną dostateczną do wzbudzenia wysokich stanów rotacyjnych. W jakiej temperaturze liczba cząsteczek w pierwszym oscylacyjnym stanie wzbudzonym będzie równa $1/e$ (około 37%) liczby cząsteczek w podstawowym stanie oscylacyjnym?

