Universitetet i Trondheim,
Institutt for teoretisk fysikk, NTH

Eksamen i
fag 71560 TEORETISK FYSIKK IIIB
Lørdag 5. juni 1976
kl. 0900 - 1500

Tillatte hjelpemidler: Regnestav og K.Rottmann: Mathematische Formelsammlung.

Oppgave 1

a) Sannsynligheten for overgang på grunn av en perturbasjon H' fra en begynnelsestilstand $|i\rangle$ til en sluttilstand $|f\rangle$ er gitt ved

$$W_{fi} = \frac{2\pi}{\hbar} |\langle f|H'|i\rangle|^2 \rho_f(E)$$

Uttrykk det differensielle og det totale reaksjonstverrsnitt for en kjernereaksjon A(a,b)B ved den tilhørende overgangssannsynlighet.

b) Diskuter energiavhengigheten av spredningstverrsnittet for lave energier E_i for de forskjellige typer reaksjoner:

i) elastisk nøytron-spredning

ii) eksoterme reaksjoner $(E_f > E_i)$ hvor den innkommende partikkel er

α) uladet

β) ladet

iii) endoterme reaksjoner $(E_f < E_i)$ hvor den utgående partikkel er

α) uladet

β) ladet .

Anta at: Matrikselementet $\langle f|H'|i\rangle$ for vekselvirkningenergien på grunn av kjernekreftene er praktisk talt energiuavhengig for de aktuelle energiene E_i .

Sannsynligheten for at en partikkel med ladning $Z_1 e$ med energi E_1 skal trenge gjennom en Coulomb-barriere med høyde V_c er gitt ved

Gamow-faktoren e^{-G} med

$$G = \frac{2}{\hbar}\sqrt{\frac{2m}{E_1}}\;\frac{Z_1 Z_2 e^2}{4\pi\varepsilon_0}\left[\arc \cos\sqrt{x} - \sqrt{x(1-x)}\right]$$

hvor

$$x = E_1/V_c \;.$$

Oppgave 2

Anta at skallmodellpotensialet som et nukleon beveger seg i, består av en sentralsymmetrisk del $V_c(r)$ og en spinn-bane-koblings-del $V_{SL}(r)\,\frac{\vec{S}\vec{L}}{\hbar^2}$ med følgende radialavhengigheter

$$V_c(r) = \tfrac{1}{2}\, m\omega_0^2 r^2$$

$$V_{SL}(r) = -\tfrac{1}{2}\, m\omega_1^2 r^2$$

a) Vis at de felles spinn-vinkel-egenfunksjonene for J^2, L^2 og S^2 også er egenfunksjoner for Hamiltonoperatoren i dette tilfellet.

b) Sett opp differensiallikningen for de to tilfellene $j = l \pm \frac{1}{2}$ og bestem energiegenverdiene. Skisser nivåskjemaet med $\omega_1 \ll \omega_0$.

Oppgitt:

$$\nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{2}{r}\frac{\partial}{\partial r} - \frac{L^2}{\hbar^2 r^2}$$

De løsningene av likningen

$$\left[\frac{d^2}{dr^2} + \frac{2}{r}\frac{d}{dr} - \frac{l(l+1)}{r^2} - K^2 r^2 + \kappa^2\right] R(r) = 0$$

som er regulære i origo er

$$R(r) = N\, r^l e^{-\frac{K}{2} r^2} F\left(\tfrac{1}{2}\left[l + \tfrac{3}{2} - \tfrac{\kappa^2}{2K}\right];\; l + \tfrac{3}{2};\; Kr^2\right)$$

Her er

$$F(a;c;x) = \frac{\Gamma(c)}{\Gamma(a)}\sum_{n=0}^{\infty}\frac{\Gamma(a+n)}{\Gamma(c+n)}\frac{x^n}{n!}$$

hvor $\Gamma(a)$ er gammafunksjonen slik at

$$\frac{\Gamma(a+n)}{\Gamma(a)} = a(a+1)\;\ldots\ldots\;(a+n-1) \;.$$