CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Institutionen för tillämpad fysik
Bengt Lundqvist (tfybil@fy.chalmers.se) 1999-09-24

KVANTFYSIK för F3 och KF3 1999/2000
Extraproblem

E1 En linjär harmonisk oscillator påverkas av ett homogent elektriskt fält, som kan behandlas som en tidsberoende störning: $E(t) = \frac{A}{t^2+\tau^2}$, där A och τ är konstanter, och som svarar mot en given klassiskt avlämnad impuls $P = \int_{-\infty}^{\infty} eE(t)dt$. Antag att oscillatorn befinner sig i sitt grundtillstånd när fältet slås på (dvs vid tiden $t = -\infty$), och beräkna till en första approximation sannolikheten att den är exciterad, när fältet slutar verka (dvs när tiden $t = +\infty$). Vad har konstanten τ för fysikalisk betydelse, och hur påverkar denna excitationssannolikheten?

E2 Vid kompendiets behandling av molekylspektra påstås utan bevis att urvalsregler, $\Delta N = \pm 1$, gäller för elektriska dipolövergångar mellan olika vibrationsnivåer, klassificerade med $N = 0, 1, 2 \ldots$ Visa att detta är korrekt för vibrationstillstånd beskrivna av en endimensionell harmonisk oscillator (visa t ex för övergångar mellan $N = 1$ och 3).

E3 En bensenmolekyl kan i en enkel modell beskrivas som en ring med den effektiva radien r_b. Potentialen är oändlig i hela rummet utom på ringen där den är noll.
a) Härled energispektrum och degenerationsgrad för elektronerna i ringen under antagandet att dessa icke växelverkar med varandra.
b) Hur många fotoner med energin $\hbar\omega$ = energiskillnaden mellan grundtillståndet och 1:a exciterade nivån behövs för att erhålla 3 elektroner i den senare om det finns 6 elektroner i ringen?
Ledning: Periodiska randvillkor och spinndegeneration gäller.

E4 Bindningen i vattenmolekylen kan beskrivas med molekylorbitaler som byggs upp av syreatomens 2p$_{x,y}$ orbitaler, ungefär som i den enkla modellen i vidstående figur. Att bindningsvinkeln i H_2O är 105° snarare än modellens 90° förklaras med en tendens till sp^3-hybridisering. För de enkla elementen X i grupp VI visar vinkeln i H_2X en klart avtagande tendens, som enligt en annan källa är
H_2O 104.45°
H_2S 92.2°
H_2Se 91.0°
H_2Te 89.5°
Varför blir den enkla modellen bättre för de tyngre X-atomerna?
Genomför med utgångspunkt från någon enkel approximation till Schrödingerekv. och grundläggande principer en kvalitativ diskussion som beskriver bl a de tendenser som tas upp.