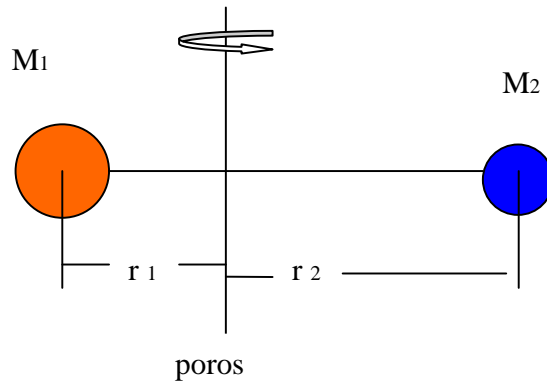


Tingkat Tingkat Energi Rotasional

Molekul dwiatomik berotasi terhadap poros yang melalui pusat massanya



Energi dari rotasi molekul seluruhnya berupa energi kinetic. Misalkan m_1 dan m_2 adalah massa masing masing atom yang bergerak dengan kelajuan v_1 dan v_2 . Masing masing kecepatan linier tersebut ialah

$$v_1 = \omega r_1 \quad \text{dan} \quad v_2 = \omega r_2$$

dengan r_1 ialah jarak dari atom m_1 ke sumbu rotasi dan r_2 adalah jarak adari atom m_2 ke sumbu rotasi. Momentum angular rotasi terhadap porosnya ialah

$$L = m_1 v_1 r_1 + m_2 v_2 r_2 = [m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2] \omega = I \omega$$

Dengan I adalah momen inersia

Energi rotasinya ialah

$$E = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 = \frac{1}{2} I \omega^2$$

$$E = \frac{L^2}{2I} \quad \text{dengan} \quad I = m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2 \quad \text{dan} \quad L^2 = \hbar^2 \ell(\ell + 1) \quad \text{yaitu momentum}$$

angular. Momentum angular ini merupakan variabel dinamis yaitu harganya terkuantisasi bergantung pada bilangan kuantum orbital

Bila sumbu rotasinya melalui pusat massa molekul maka

$$m_1 r_1 = m_2 r_2$$

Dan panjang ikatan (bond length) dapat dinyatakan dengan

$$d = r_1 + r_2$$

Maka

$$d = \left(\frac{m_2}{m_1} + 1 \right) r_2 = \left(1 + \frac{m_1}{m_2} \right) r_1$$

Momen inersia terhadap pusat massa menjadi

$$I_{cm} = \left(\frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} \right) d^2 = M d^2$$

Dengan M adalah massa reduksi

$$M = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}$$

Dengan demikian energi rotasional molekul dwi atomic menjadi

$$\begin{aligned} E &= \frac{L^2}{2I} = \frac{\hbar^2 \ell(\ell+1)}{2(m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2)} \\ &= \frac{\hbar^2 \ell(\ell+1)}{2I_{cm}} = \frac{\hbar^2 \ell(\ell+1)}{2M d^2} \end{aligned}$$

Tingkat energi rotasional dasar ialah pada $\ell = 0$, $E = 0$

Tingkat energi eksitasi rotasi pertama pada $\ell = 1$, maka $E = \frac{\hbar^2}{I_{cm}}$

Tingkat energi eksitasi rotasi kedua pada $\ell = 2$, maka $E = \frac{3\hbar^2}{I_{cm}}$ dan seterusnya

Apabila terjadi transisi dari tingkat energi rotasional tinggi ke tingkat energi rotasional dibawahnya maka molekul akan memancarkan energi sebesar

$$\Delta E = E_i - E_f$$

Sebaliknya apabila molekul menyerap foton dari luar maka molekul akan tereksitasi dari keadaan energi awal ke keadaan energi rotasi diatasnya.