# *C6.5 Paradoxul Stării Solide*

Pentru starea solidă bariera de potenţial (infinită) este o aproximaţie validă pentru comportamentul electronic staţionar; această situație este echivalentă cu starea în care electronul există "liber" în interiorul barierei implicând pentru funția de undă asociată forma trigonometrică 1D

$$\boxed{\psi_k(A,x) = A\sin(kx)}$$

asociată cu Hamiltonianul electronic liber

$$\boxed{\hat{H}_k = -\frac{\hbar^2}{2m_0}\partial_x^2}$$

Din condiția de normalizare

$$1 = \int_0^a \psi_k^* \psi_k dx = A^2 \int_0^a \sin^2(kx)dx = \frac{A^2}{2}\int_0^a [1-\cos(2kx)]dx = \frac{A^2}{2}\left[a - \frac{1}{2k}\sin(2ka)\right]$$

rezultă constanta *A* de forma

$$A = \sqrt{\frac{2}{a - \frac{1}{2k}\sin(2ka)}} = \sqrt{\frac{2}{a}}\sqrt{\frac{1}{1-\frac{\sin(2ka)}{2ka}}}$$

Pe de altă parte, energia calculată cu expresia constantei *A*, rezultă:

$$E_k = \int_0^a \psi_k^* \hat{H}_k \psi_k dx = A^2k^2\frac{\hbar^2}{2m_0}\int_0^a \sin^2(kx)dx = A^2k^2\frac{\hbar^2}{2m_0}\frac{1}{2}\left[a - \frac{1}{2k}\sin(2ka)\right] = \frac{\hbar^2k^2}{2m_0}$$

Prin variație

$$\boxed{0 = \partial_k E_k = k\frac{\hbar^2}{m_0}}$$

produce soluţia

$$k = 0$$

ceea ce corespunde cu valoarea infinită a amplitudinii funcției de undă

$$\lim_{k\to 0} A = \sqrt{\frac{2}{a}}\sqrt{\frac{1}{1-\lim\limits_{k\to 0}\frac{\sin(2ka)}{2ka}}} = \sqrt{\frac{2}{a}}\sqrt{\frac{1}{1-1}} = \infty$$

precum și la "straniul" cuplu de eigen-soluţii

$$\boxed{\begin{cases}\psi_{k=0}(x) = \infty \cdot 0 = ?\\ E_{k=0} = 0\end{cases}}$$

ceea ce ne spune că electronii în starea fundamentală sau sunt „ascunşi" sau nu au o energie observabilă (au energia zero) deşi ei pot avea o existenţă virtuală, nedeterminată, prin funcţia de undă asociată.