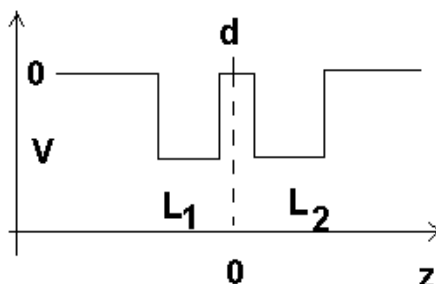


warstwy podwójne, układy wielu barier

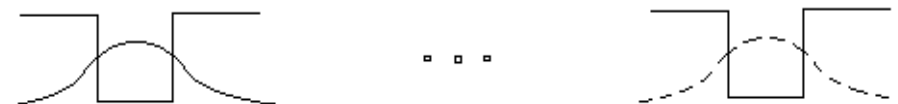
uwaga: pojedyncza i podwójna bariera zostaną omówione przy omawianiu zjawisk transportu

A. dwie sprzężone studnie kwantowe



- $d \gg L_1 = L_2 = L$

dwie identyczne izolowane studnie; każdy stan o energii $E_i < 0$ jest dwukrotnie zdegenerowany



- $d \approx L$

$$H = T + V = T + V_1(z) + V_2(z)$$

widmo energii każdej ze studni jest zaburzone wpływem sąsiedniego potencjału

jeśli studnie położone są w z_1 i z_2 a stany studni „niezaburzone” oznaczmy przez funkcje obwiedni

$$\chi_n(z - z_i),$$

tzn.

$$\left(\frac{p^2}{2m^*} + V_i(z) \right) \chi_n(z - z_i) = E_n \chi_n(z - z_i), \quad i = 1, 2$$

n – numeruje kolejne stany układu i -tej studni

funkcje własne H możemy w najbardziej ogólny sposób przedstawić w postaci

$$\Psi(z) = \sum_n \{a_n \chi_n(z - z_1) + b_n \chi_n(z - z_2)\}$$

(sumowanie zawiera też całkę po stanach continuum)

a w I rzędzie RZ funkcję przybliżamy rozwijając w szereg stanów odpowiadających zdegenerowanej energii (np. stanu „ n ”) układu niezaburzonego

$$\Psi(z) = a_1 \chi_n(z - z_1) + a_2 \chi_n(z - z_1)$$

energię i funkcję n -tego stanu znajdujemy rozwiązując układ równań (metoda wariacyjna Ritza)

$$\begin{bmatrix} E_n + S - E & (E_n - E)r + t \\ (E_n - E)r + t & E_n + S - E \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \end{bmatrix} = 0$$

gdzie

$$s = \langle \chi_n(z - z_1) | V_2 | \chi_n(z - z_1) \rangle$$

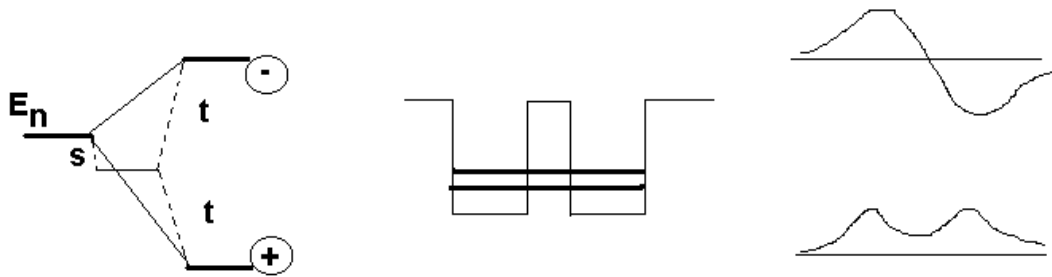
$$r = \langle \chi_n(z - z_1) | \chi_n(z - z_2) \rangle$$

$$t = \langle \chi_n(z - z_1) | V_1 | \chi_n(z - z_2) \rangle$$

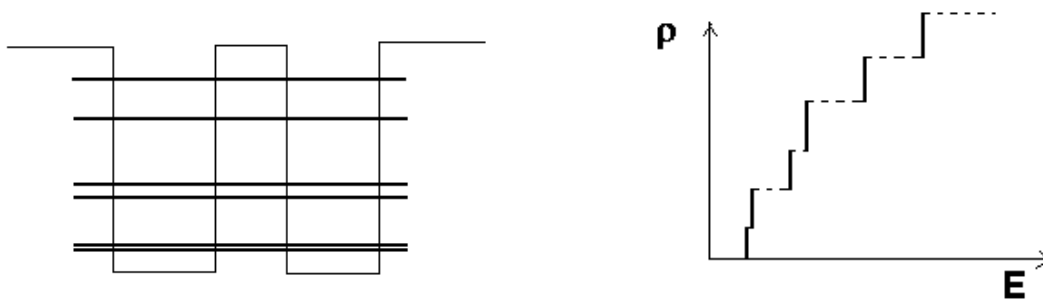
dla $r > 0$, $t, s < 0$ ale $r \ll t, s$ to $r \approx 0$ to

$$E^\pm = E_n \mp t + s$$

- (+) $a_1 = a_2$
- (-) $a_1 = -a_2$
- $|t| > |s|$



t rośnie ze wzrostem n (nakrywanie)



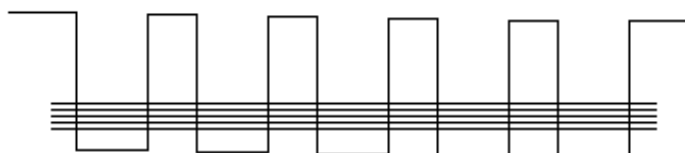
asymptotycznie, gdy $d \rightarrow 0$ otrzymujemy 2 x więcej poziomów (w dobrej kolejności) w studni o szerokości $2L$

UWAGA !

każdy poziom = to dno podpasma $E_n(k_x, k_y)$

SUPERSIECI

- 1-pasmo - model Kronig'a-Penney'a
- podobieństwo do 1-wymiarowej sieci
- powstawanie pasm z pojedynczych poziomów – (tak jak w metodzie silnego wiązania dla pot. periodycznego)



powstawanie **minipasm**

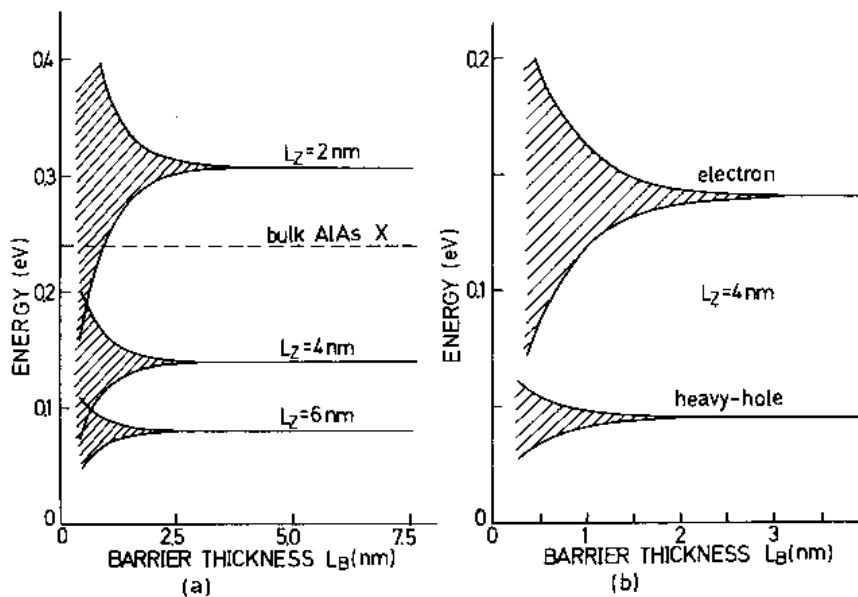


Fig. 1.3. Calculated confinement energies and miniband widths at the Γ -point for (a) electrons and (b) electrons and holes in GaAs/AlAs superlattices. The well width L_Z and the barrier thickness L_B are given in the figures. For the narrower well of $L_Z = 2$ nm the bottom of the electron miniband can be above the X-conduction band minimum of bulk AlAs when the L_B is increased (type II configuration).

rodzaje:

- monoperiodyczne ...ABABABAB...
- biperiodyczne ...ABAbABAbABAbABAb...
- super-supersieci ...ABABABABABaBaBaBaBABABABABABaBaBa...
- kwaziperiodyczne (np. Fibonacci)
- profilowane

najważniejsze zastosowania: elektryczne =>

- **transport w ramach minipasm, pomimo przerw energii wzbronionej w „co drugim” ośrodku**

duży okres periodyczności - wąskie minipasma