

$$1) \quad \mu_L \geq u(N+1) - u(N)$$

" eV_L

$$2) \quad u(N+1) - u(N) \geq \mu_R \equiv eV_R \quad \text{, andernfalls "Pauli-Blockade"}$$

Bedingung für Transport:

$$\mu_L \geq \mu_{\text{Dot}}(N+1) \geq \mu_R \quad \text{für } \mu_L > \mu_R$$

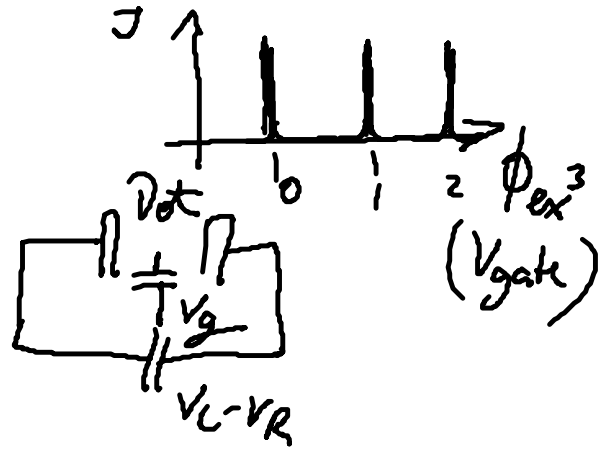
Linearer Transport: $|V_L - V_R| \rightarrow 0$

- Es treten sog. Coulomb-Blockade Oszillationen auf

- Deshalb

$$u(N+1) - u(N) = \mu_{\text{Dot}}(N+1) = 0$$

$$\Rightarrow \phi_{\text{ex}} = \frac{(N + \frac{1}{2})e}{C}$$



2 Fälle



$$\Delta E \ll k_B T$$

„klassisches Regime“

$\Delta E \gg k_B T$ „resonant tunneling regime“

Nichtlinearer Transport

$$V_L > V_R$$

$$eV_L \geq u(N+1) - u(N) \geq eV_R$$

Annahme $V_L = -V_R = \frac{V}{2}$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Fall } V > 0 : \quad eV/2 \geq \mu_{\text{dot}}(N+1) \geq -eV/2 \\ \text{Fall } V < 0 : \quad e|V|/2 \geq \mu_{\text{dot}}(N+1) \geq -e|V|/2 \end{array} \right\}$$

$$e|V|/2 \geq u(N+1) - u(N) \geq -e|V|/2$$

$$e|V|/2 \geq Q_G/e - (N + \frac{1}{2}) \geq -e|V| \cdot C/2$$

$$Q_G \equiv C_G V_G + V(C_L - C_R)/2$$

Einfachster Fall $C_L = C_R \Rightarrow Q_G = C_G V_G$

Setzt „Transportdiagramm“ als $V - V_G$ Diagramm

Definiere $y = eVC/2$; $x \equiv Q_G/e$

$$\text{Dann } |y| \geq x - N - \frac{1}{2} \geq -|y|$$

oder $|y| \geq |x - N - \frac{1}{2}| \Rightarrow$ führt zu

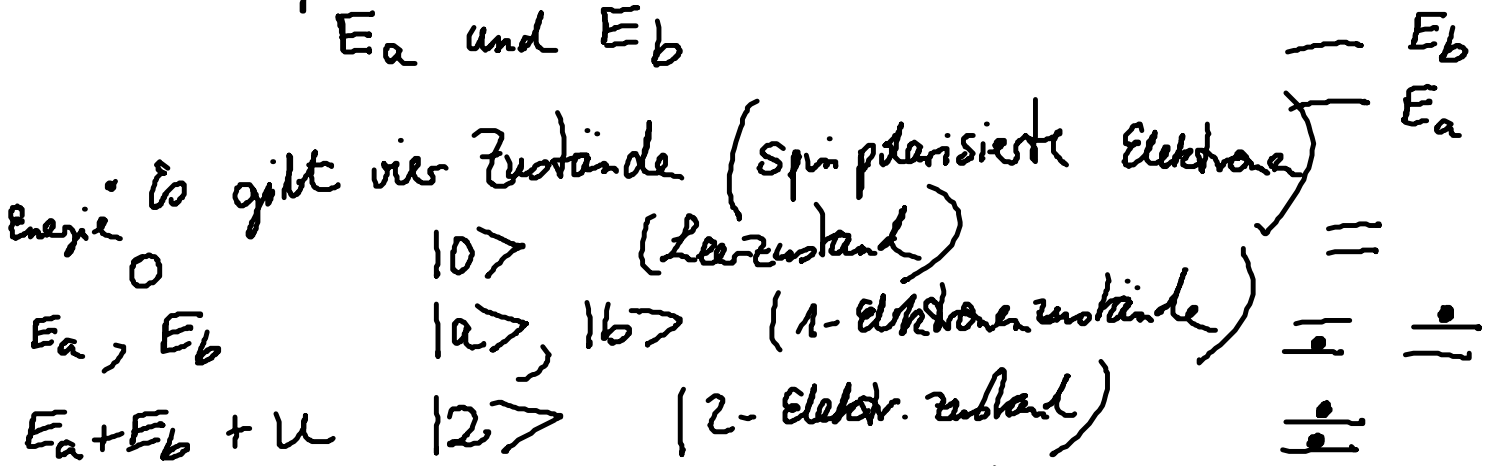
"Coulomb-Blockade-Diamanten"



• CB-Oszillationen für $V \rightarrow 0$

Model: Anderson-Impurity-Model

• Quantenpunkt mit zwei Einteilchenniveaus, E_a und E_b



"Ladungsmodell" $\hat{=}$ Hartree-Näherung.

Äußere (Gate) Spannung ϕ ; Verschiebung

$$\epsilon_a \equiv E_a - \phi, \quad \epsilon_b \equiv E_b - \phi$$

• Rategleichungen (phänomenologisch)
Einführung von Übergangsraten zwischen den Dotzuständen:
Der Dot wird durch Wahrscheinl.

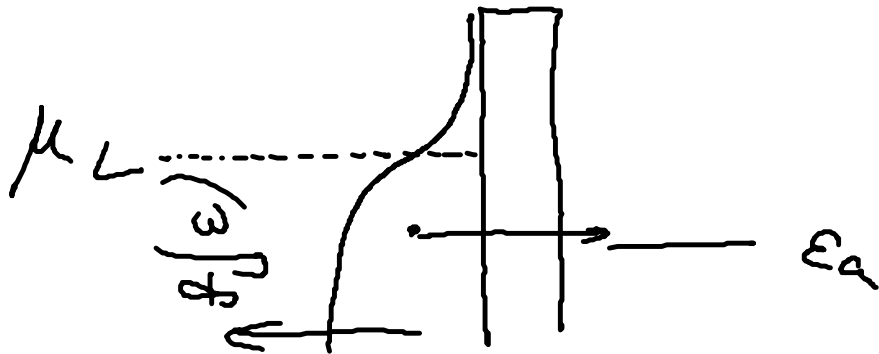
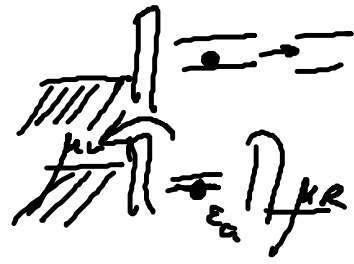
P_0, P_a, P_b, P_2 charakterisiert.

$$1 = P_0 + P_a + P_b + P_2; \quad P_0 = P_0(t) \text{ etc.}$$

Raten $\gamma_{0 \leftarrow a}$: Übergang von $a \rightarrow 0$

$$\gamma_{0 \leftarrow a} = \Gamma_L (1 - f_L(\epsilon_a)) + \Gamma_R (1 - f_R(\epsilon_a))$$

Pauli-Bloch-Faktor



$$\gamma_{a \leftarrow 0} = \Gamma_L f_L(\epsilon_a) + \Gamma_R f_R(\epsilon_b)$$

$$f_{L/R}(\epsilon) \equiv f(\epsilon - \mu_{L/R}); f(\epsilon) \equiv \frac{1}{e^{\beta \epsilon} + 1}$$

Jetzt Rategleichungen
hinschreiben

$$\beta \equiv \frac{1}{k_B T}$$

$$\dot{P}_a = \gamma_{a \leftarrow 0} P_0 + \gamma_{a \leftarrow 2} P_2 - (\gamma_{0 \leftarrow a} + \gamma_{2 \leftarrow a}) P_a$$

$P_b =$

