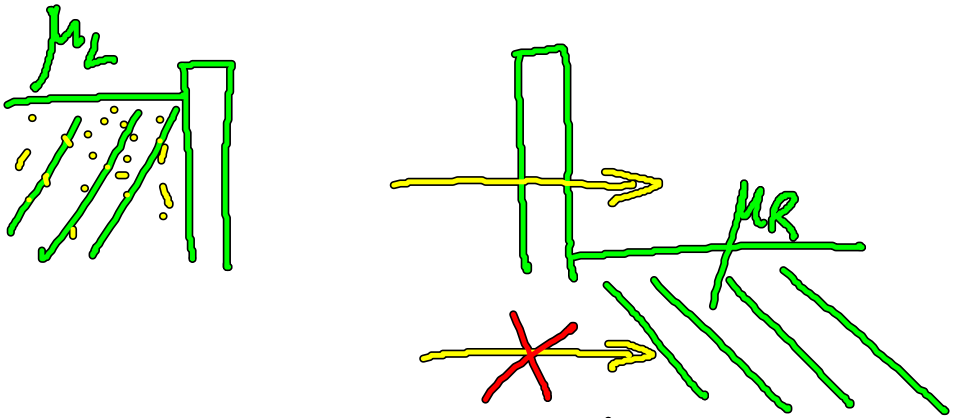


1) $\mu_L \geq U(N+1) - U(N)$
$\quad \| $
$\quad eV_L$

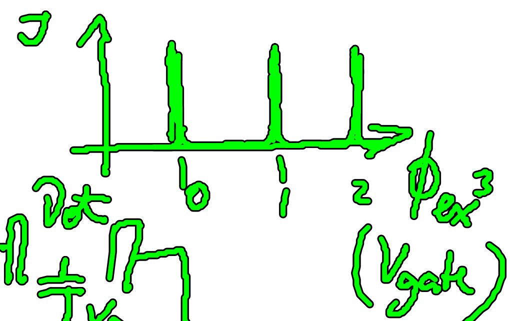
2) $U(N+1) - U(N) \geq \mu_R \equiv eV_R$) andernfalls „Pauli-Blockade"

Bedingung für Transport:

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

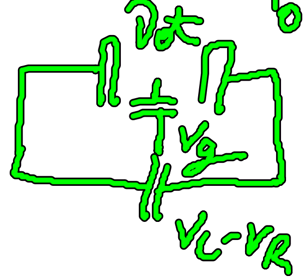
Linearer Transport: $|V_L - V_R| \to 0$

- Es treten sog. Coulomb-Blockade Oszillationen auf



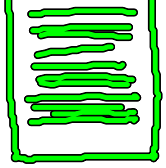
- Deshalb

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



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

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

Fall $V > 0$: $eV/2 \geq \mu_{Dot}(N+1) \geq -eV/2$

Fall $V < 0$: $e|V|/2 \geq \mu_{Dot}(N+1) \geq -e|V|/2$

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

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

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

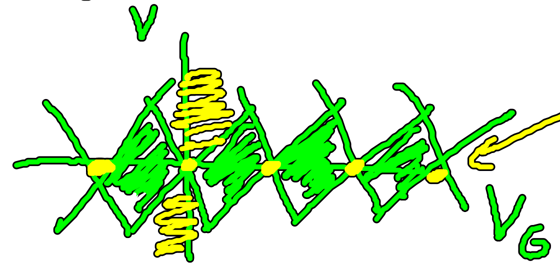
Einfachster Fall $C_L = C_R \Rightarrow Q_G = C_G V_G$

Jetzt „Transportdiagramm“ als $V - V_G$ Diagramm

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

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

oder $|y| \geq |x - N - \frac{1}{2}|$ $\Rightarrow$ führt zu
„Coulomb-Blockade-Diamanten"



ÜA
• CB-Oszillationen für $V \to 0$

Model: Anderson-Impurity-Model

• Quantenpunkt mit zwei Einteilchenniveaus, E_a und E_b

— E_b
— E_a

• Es gibt vier Zustände (spinpolarisierte Elektronen)

Energie		
0	$\|0\rangle$	(Leerzustand)
E_a, E_b	$\|a\rangle$, $\|b\rangle$	(1-Elektronenzustände)
$E_a + E_b + U$	$\|2\rangle$	(2-Elektr. zustand)

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

Äußere (Gate) Spannung ϕ; Verschiebung

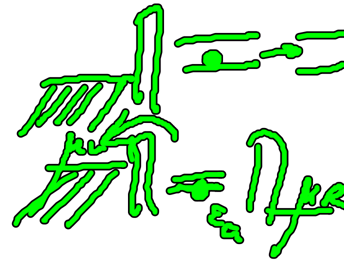
$\varepsilon_a = E_a - \phi$, $\varepsilon_b = E_b - \phi$

ϕ

• Ratengleichungen (phänomenologisch)
Einführung von Übergangsraten zwischen den Dotzuständen:
Der Dot wird durch Wahrschein. p_0, p_a, p_b, p_2 charakterisiert.

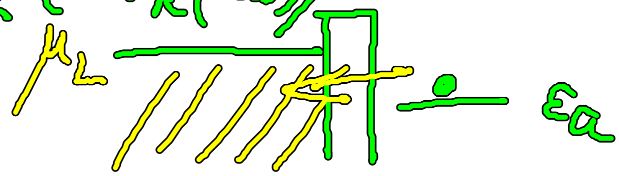
$1 = p_0 + p_a + p_b + p_2$; $p_0 = p_0(t)$ etc.

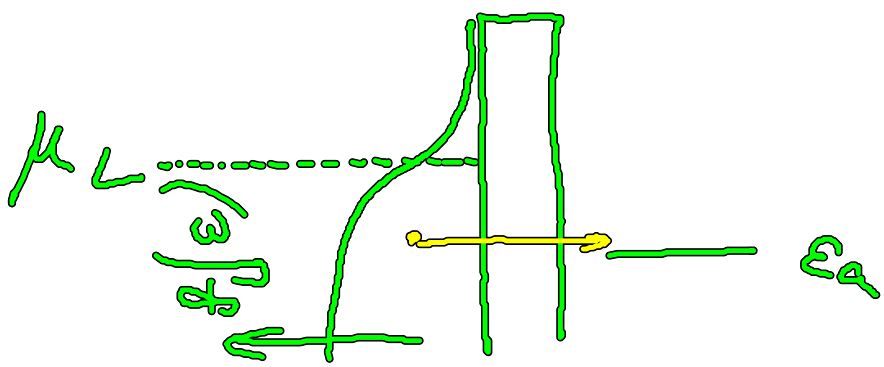
Raten $\gamma_{0\leftarrow a}$: Übergang von $a \rightarrow 0$



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

Pauli-Block-Faktor





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

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

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

Jetzt Ratengleichungen hinschreiben

$$\dot{p}_a = \gamma_{a\leftarrow 0}\, p_0 + \gamma_{a\leftarrow 2}\, p_2 - (\gamma_{0\leftarrow a}+\gamma_{2\leftarrow a})\, p_a$$

$\cdot$

$p_b =$

ÜA