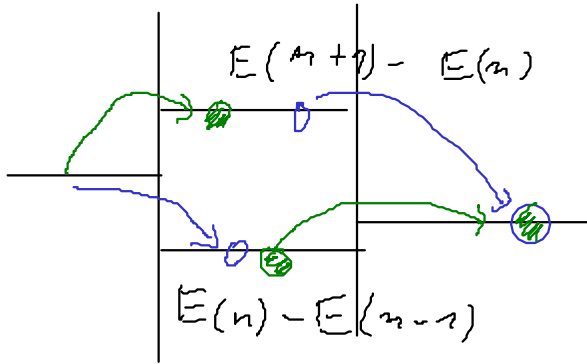


$$H = \sum_{k0} (\epsilon_k + [V + \delta V(t)]) c_{k0}^+ c_{k0} \\ + \sum_{q0} \epsilon_q c_{q0}^+ c_{q0} \\ + \sum_{kq0} T_{kq} c_{kq}^+ c_{q0} + h.c. \\ + H_{\text{Bad}}$$



1. oben:  $e^-$  Tunnelt nach  $q$   
andere  $e^-$  Tunnelt von  $q' \rightarrow k$
2. unten:  $e^-$  von  $q' \rightarrow k$   
dann  $e^-$  von  $k \rightarrow q$

$$H_{\text{Bad}} = \sum_j \left( \frac{p_j^2}{2m_j} + \frac{m_j}{2} \Omega_j^2 x_j^2 \right) \quad \sum_j x_j \leftrightarrow \delta V$$

Spannungsschwankung  $\leftrightarrow$  Auslenkung  
harmonische Oszillatoren

miter Transformation

$$U(t) = \exp\left(\frac{i}{\hbar} \int_{-\infty}^t \delta V(t') c_{k0}^+ c_{k0} dt'\right)$$

$$H' = U^\dagger H U + \dots \quad \text{so kann } \delta V(t) \text{ rausfallen}$$

$$\delta \phi(t) = \frac{1}{\hbar} \int_{-\infty}^t \delta V(t') dt'$$

(H' auf Folie)

weibr auf Folie

$$H_0 : \langle x_j \rangle = 0, \quad \langle x_i(t) x_j(t') \rangle = \delta_{ij} \cdot f(\Omega_i, t, t')$$

Elektron macht Übergang über Tunnelkontakt  
 + Übergang ins Bad!  
 ⇒ in Goldene Regel beachten

Bad geht von  $X \rightarrow X'$ ,  $X$  soll thermisch verteilt sein.

$X'$  interessiert aber nicht ⇒ summieren  
 $\delta(E_X - E_{X'})$  kümmert sich  
 nur Energieerhaltung

$$S_{\text{Bad}}(x) \langle x | e^A \cdot e^B | X \rangle = \langle e^A e^B \rangle_{\text{Bad}}$$

↑  
Baker-Hausdorff

Gauß-Mittelwert

$$= e^{\langle [A+B] A \rangle_{\text{Bad}}}$$

$$\delta(x) \rightarrow \int \frac{1}{2\pi} e^{ix} \rightarrow dE \rightarrow d\bar{E}$$

## 7.5 Quantenpunkte



In der 2DEG-Schicht werden

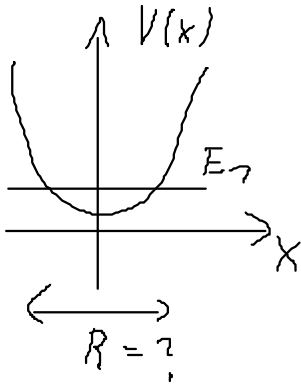
$e^-$  unter Elektrode verdrängt → im Ring bleibt

ein 2DEG-Quanten-Dot

je mehr angelegte Spannung an Elektrode

2 Effekt: Energie zum Laden (vgl. Ionisation)  
 Energieverteilung (Hom. Oszillator)

Q-Dot als 2dim. HO angenommen



Teilchen im Kasten  
 + Coulomb - Abstoßung

Gesamtenergie  $E_S = E_{cl}(m) + \sum_i n_i \epsilon_i$

Ladungsenergie  
 einfaches Kapazität-  
 modell

$$\sum_i n_i = n$$

Teilchen im Zustand  $n_i$

Morgen - Abschlusskolloquium  
 + Diplommatergabe