



LATVIJAS
UNIVERSITĀTE
UNIVERSITY OF LATVIA



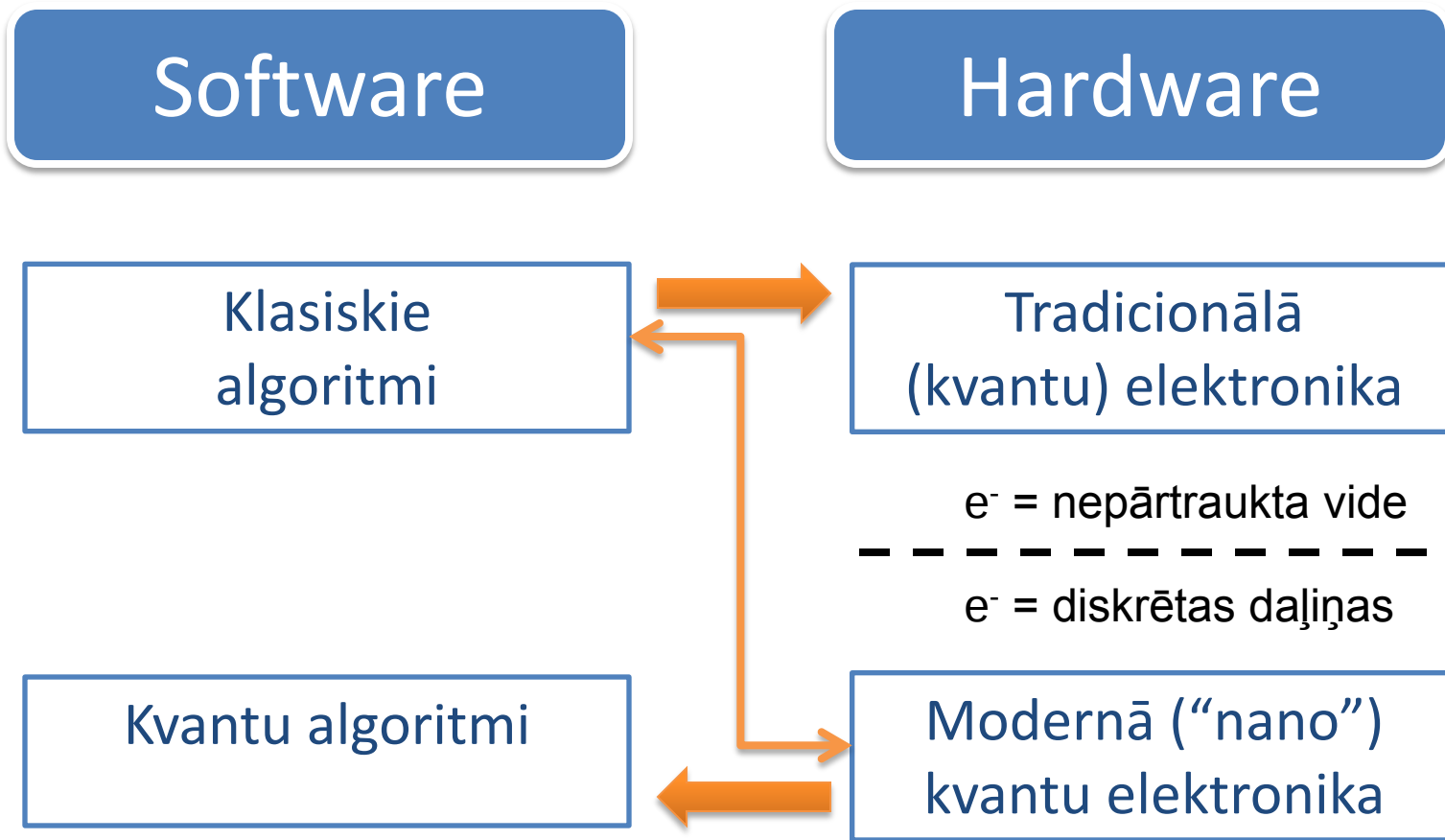
*Datorzinātnes lietojumi un tās
saiknes ar kvantu fiziku*

Kvantu fizikas un datorzinātnes simbioze

Vjačeslavs (Slava) Kaščejevs
LU Datorikas Fakultāte

Viedo sensoru un kvantu skaitļošanas seminārs 2011. gada 27.maijā

Datorzinātne un fizika



Kvantu fizika projektā

Software

Hardware

Klasiskie
algoritmi



Tradicionālā
(kvantu) elektronika

Cietvielu kvantu ķīmija: kvantu mehāniskās vienādojumu skaitliskā risināšana jauna tipa elektronikas materiāliem
(Sergejs Piskunovs, Dmitrijs Bočarovs)

Kvantu fizika projektā

Software

Hardware

Kvantu punktu fundamentālā fizika: precīza lādiņa satverša, kvantu stāvokļu inicializācija un manipulācija, kvantu sapinuma efekti
(VK, Jānis Timošenko, Pāvels Nazarovs)

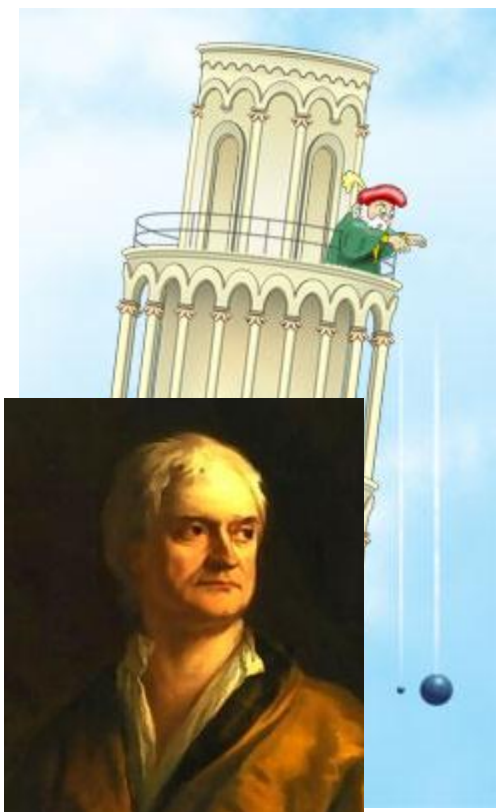
Kvantu algoritmi

Modernā (“nano”) kvantu elektronika

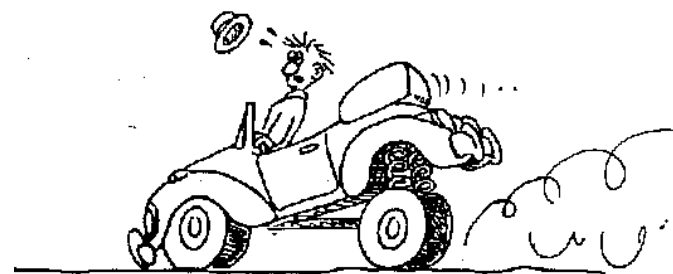
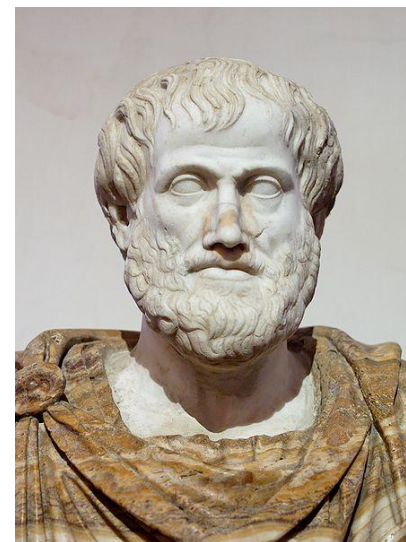


Kvantu mehānika fiziķa acīm

- Lai sistēmā darbotos *kvantu* mehānikas likumi, tā ir labi jāizolē no apkārtējās vides...



Līdzīgi ir arī ar
klasisko
mehāniku!



Kvantu mehānika fiziķa acīm

- Lai sistēmā darbotos *kvantu* mehānikas likumi, tā ir labi jāizolē no apkārtējās vides...
- ...un jo sistēma ir lielāka, jo labāk ir jāizolē!

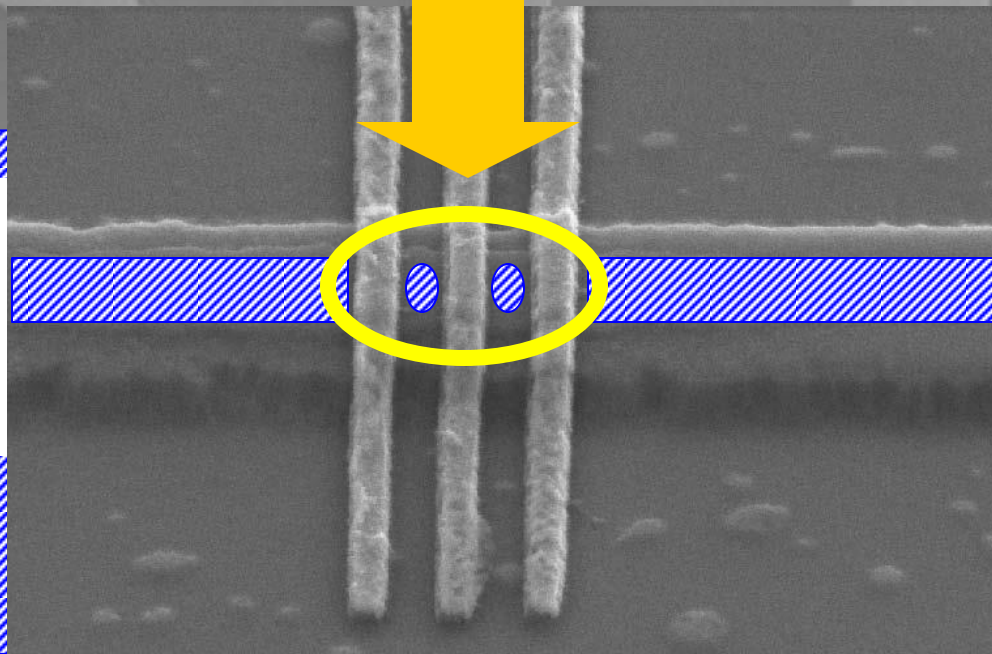
Kvantu
mehānika



Mazo un
auksto
lietu fizika

Kvantu punkti

Elektroni
“iesprostoti” starp
diviem pusvadītāja
kristāliem



100 μm

EH 200 nm

EHT = 5.00 kV

Signal A = SE2

Date :22 Oct 2007

PTB

Oct 2007

WD = 10 mm

Mag = 41.69 KX

Time :10:20:32

PTB

WD = 10 mm

Mag = 169 X

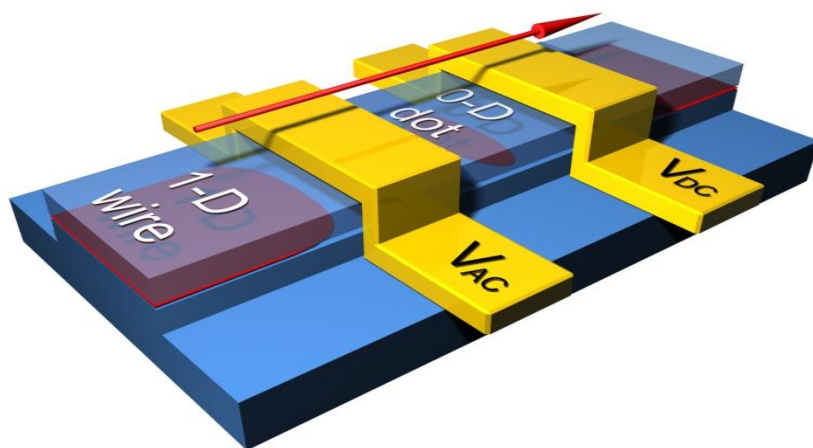
Time :10:16:36

***Kvantu punkts
(e =daļiņa ar diskrētiem
kvantu stāvokļiem)***

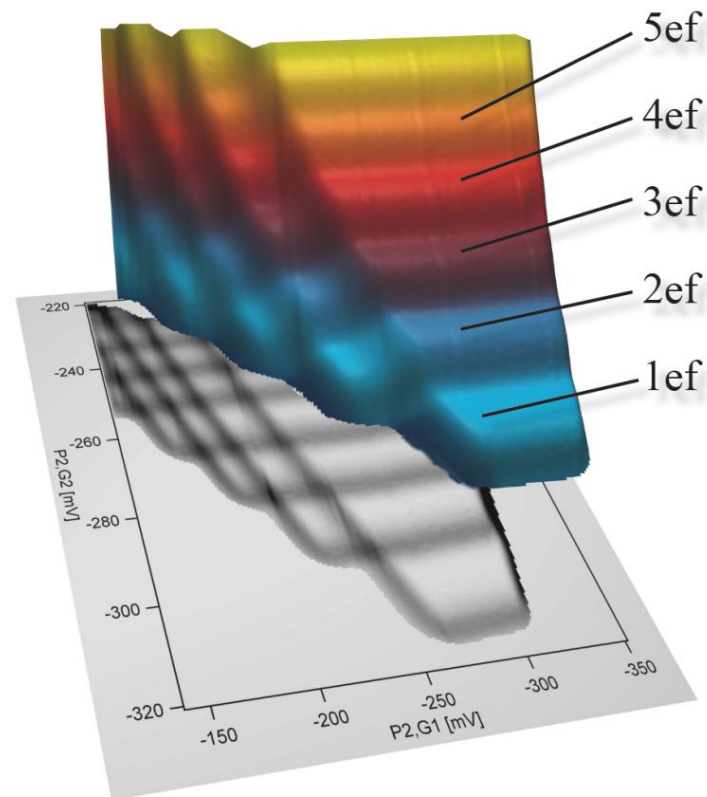
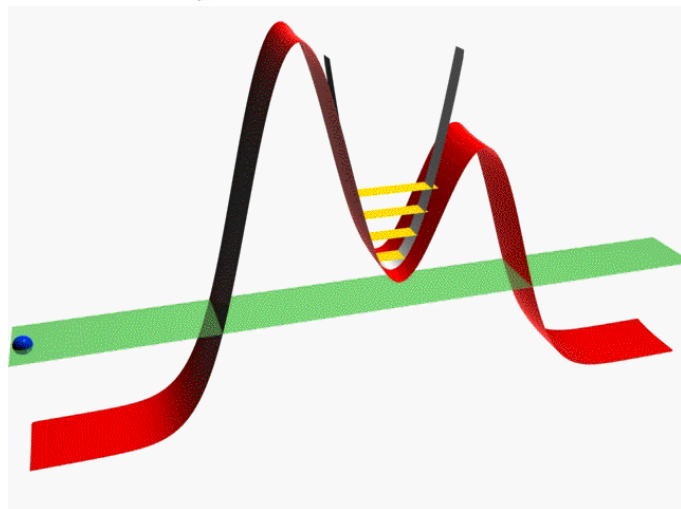
***Regulējamā
barjera***

***2D elektronu gāze
(e =nepārtraukta vide)***

Vienparametra elektronu sūkņi

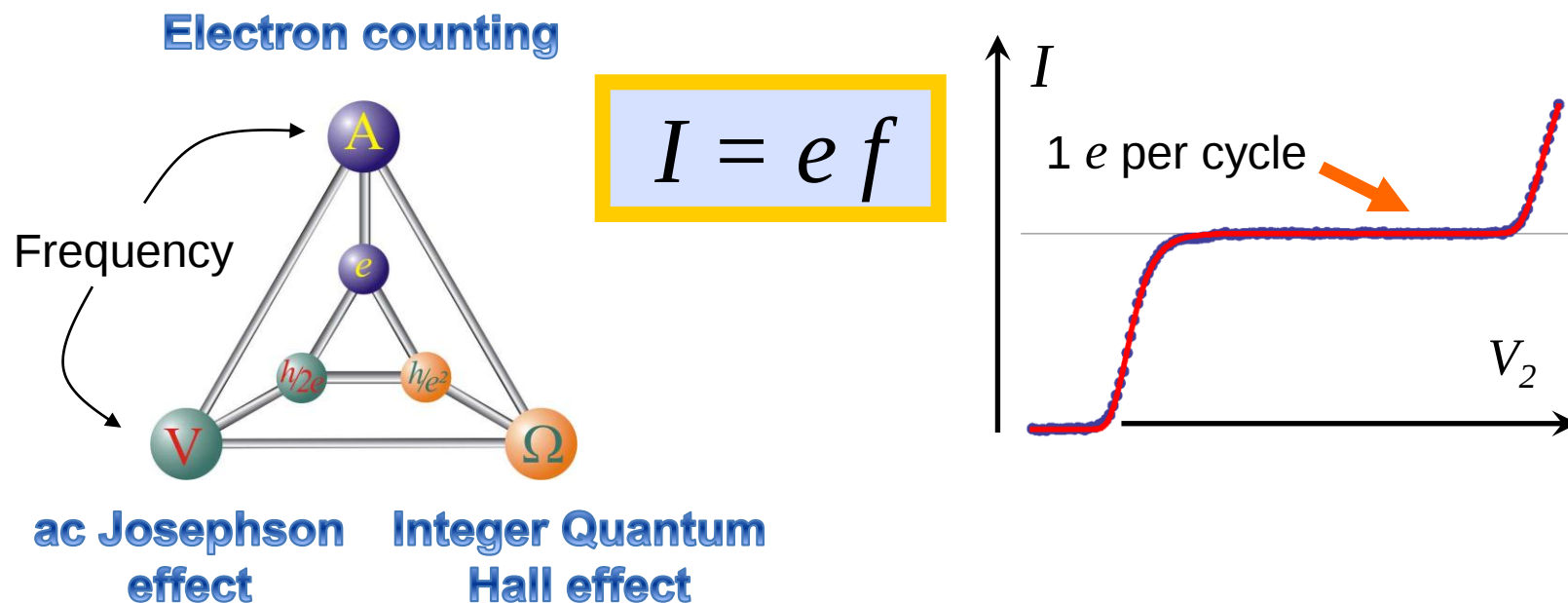


$$I = e n f$$

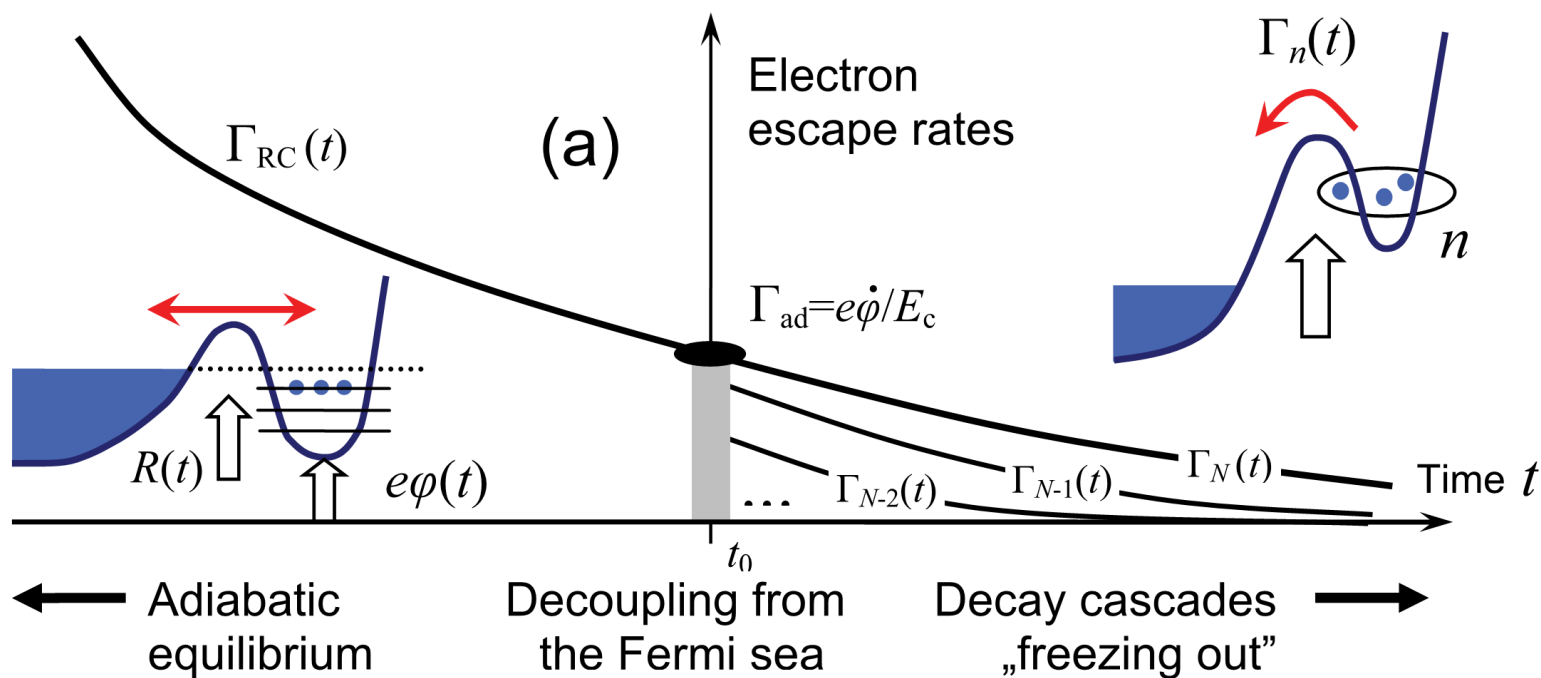


Vienparametra elektronu sūkņi

- Mērķi:
 - Strāvas fundamentālā kvantu etalona izveide
 - Elektronu *kvantu stāvokļu* kontrole dinamiskajos kvantu punktos



Kaskāžu modelis



$$\frac{d}{dt}P_n = -\Gamma_n(t)P_n + \Gamma_{n+1}(t)P_{n+1}$$

VK and B.Kaestner,
Phys. Rev. Lett. **104**, 186805 (2010)

Decay cascade model

- Define (dimensionless):

$$X_n \equiv \int_{t_0}^{+\infty} \Gamma_n(t) dt$$

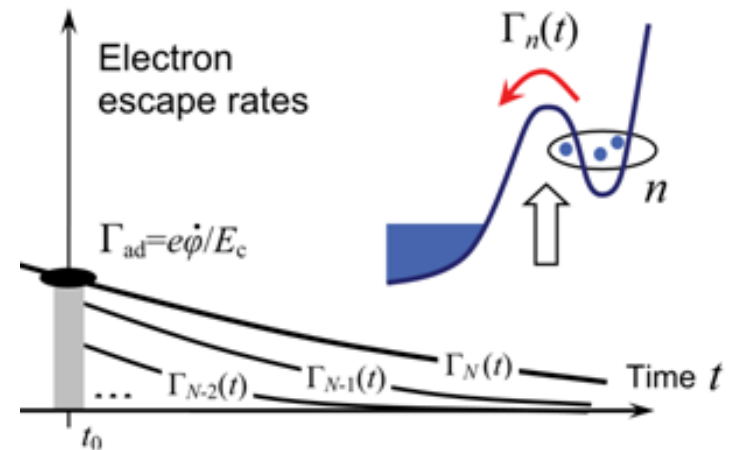
- If there is scale separation...

$$\dots \gg X_{n+1} \gg X_n \gg X_{n-1} \gg \dots$$

- ...then the solution is

$$P_n(t \rightarrow \infty) = e^{-X_n} - e^{-X_{n+1}}$$

$$\langle n \rangle = \sum_m e^{-X_m}$$



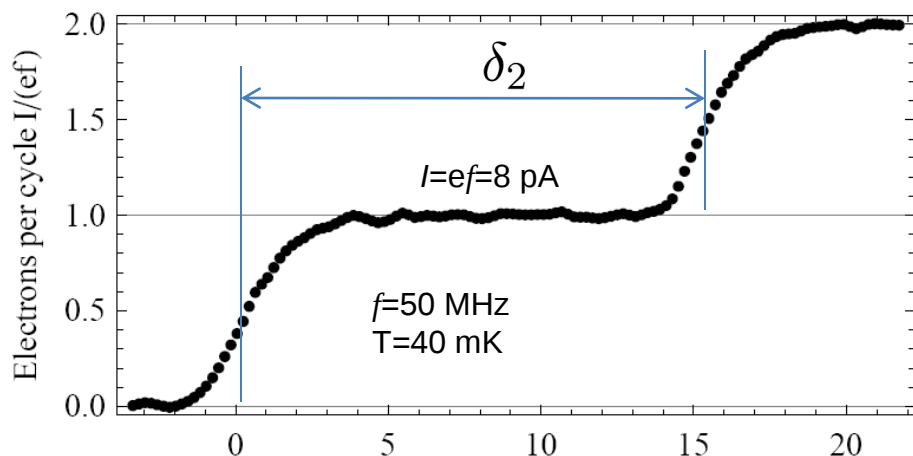
$$\ln X_1 = -\alpha_1 V_g + \delta_1$$

$$\ln X_2 = -\alpha_2 V_g + \delta_1 + \delta_2$$

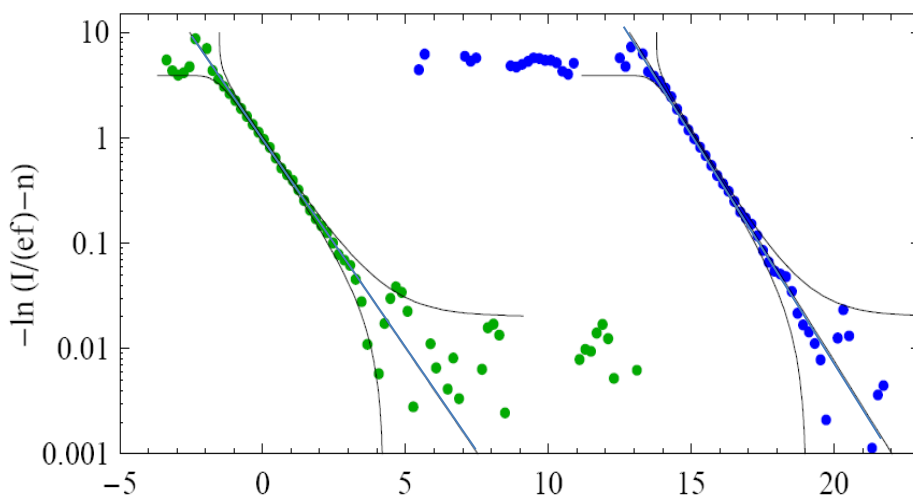
$$\frac{d}{dt} P_n = -\Gamma_n(t) P_n + \Gamma_{n+1}(t) P_{n+1}$$

Salīdzinājums ar eksperimentu

Control voltage V (a.u.)



- δ_2 raksturo sūkņa kvalitāti
 - precizitāte novērtējums
 - iespēja salīdzināt



Fitting parameters!

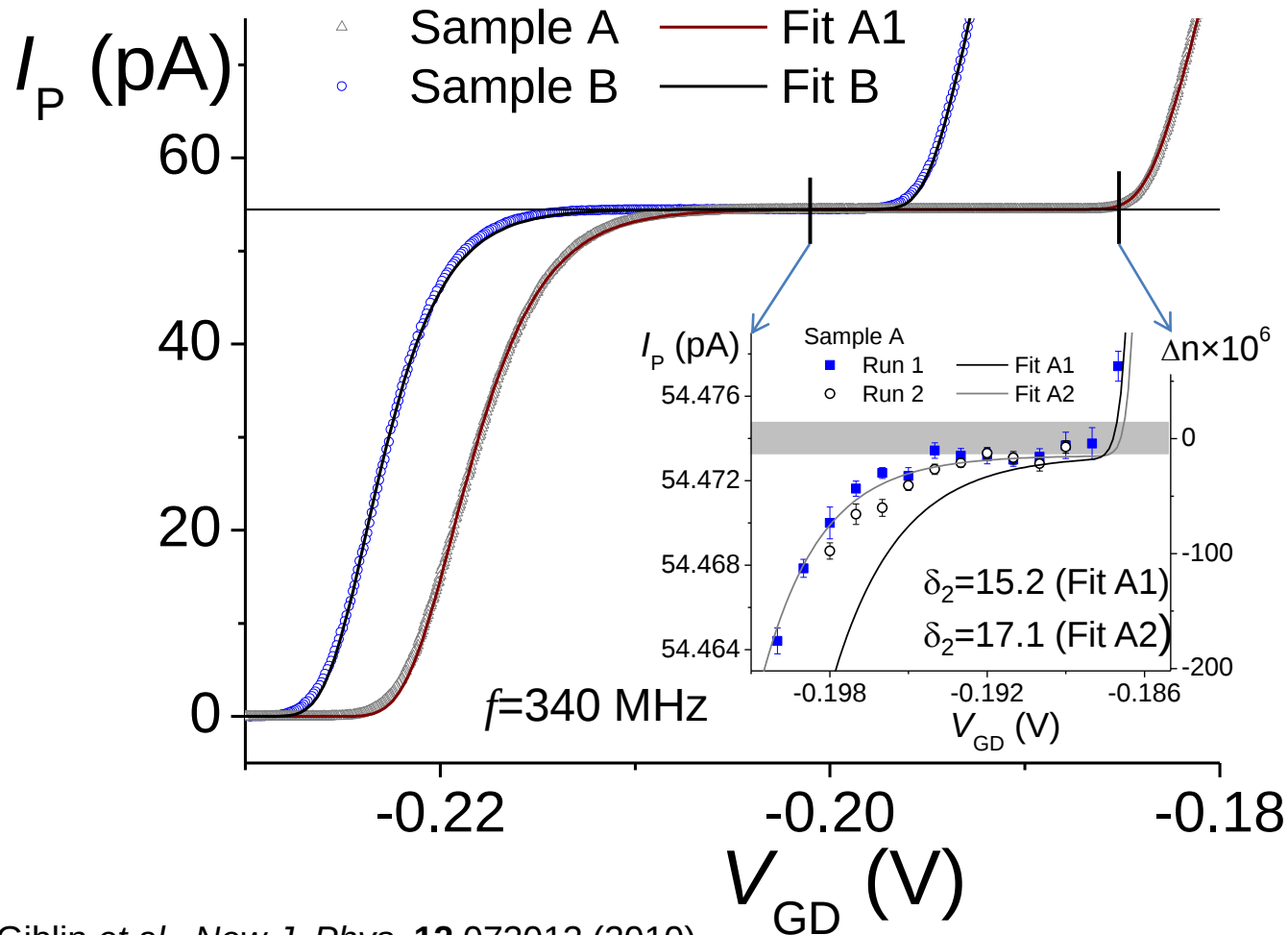
$\approx \alpha$

$$\ln X_1 = -\alpha_1 V_g + \delta_1$$

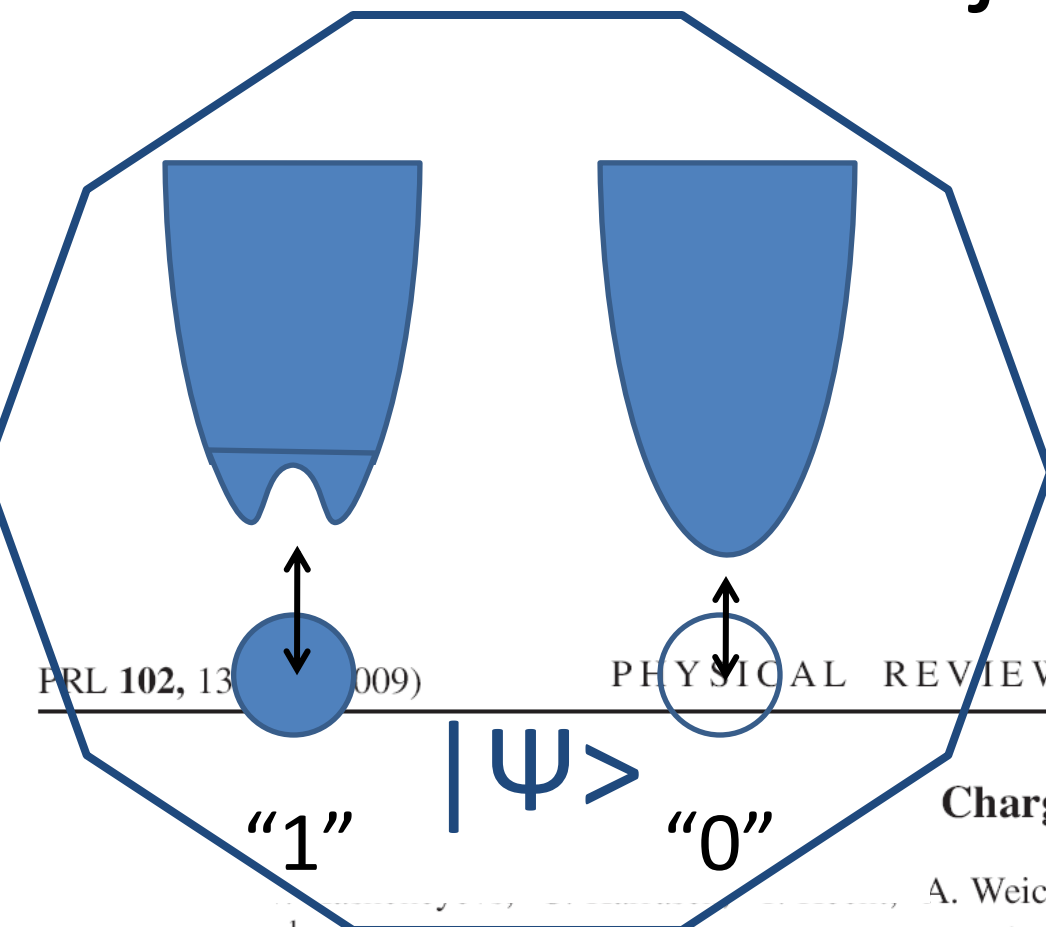
$$\ln X_2 = -\alpha_2 V_g + \delta_1 + \delta_2$$

$$\langle n \rangle = \sum_m e^{-X_m}$$

Šī brīža precīzākais sūknis



Elektronu korelācija kvantu punktos



- Lādiņa kubits
- Ņem vērā Kulona mijiedarbību
- Ņem vērā kvantu tunelēšanu

PRL 102, 13 (2009)

PHYSICAL REVIEW LETTERS

week ending
3 APRIL 2009

“1”

$|\Psi\rangle$

“0”

• **Meklē pamatstāvokli**
Charging of Narrow Quantum-Dot Levels

A. Weichselbaum,³ V. Meden,² and A. Schiller⁴

¹*Faculty of Physics and Mathematics, University of Latvia, Zeļļu street 8, Riga LV-1002, Latvia*

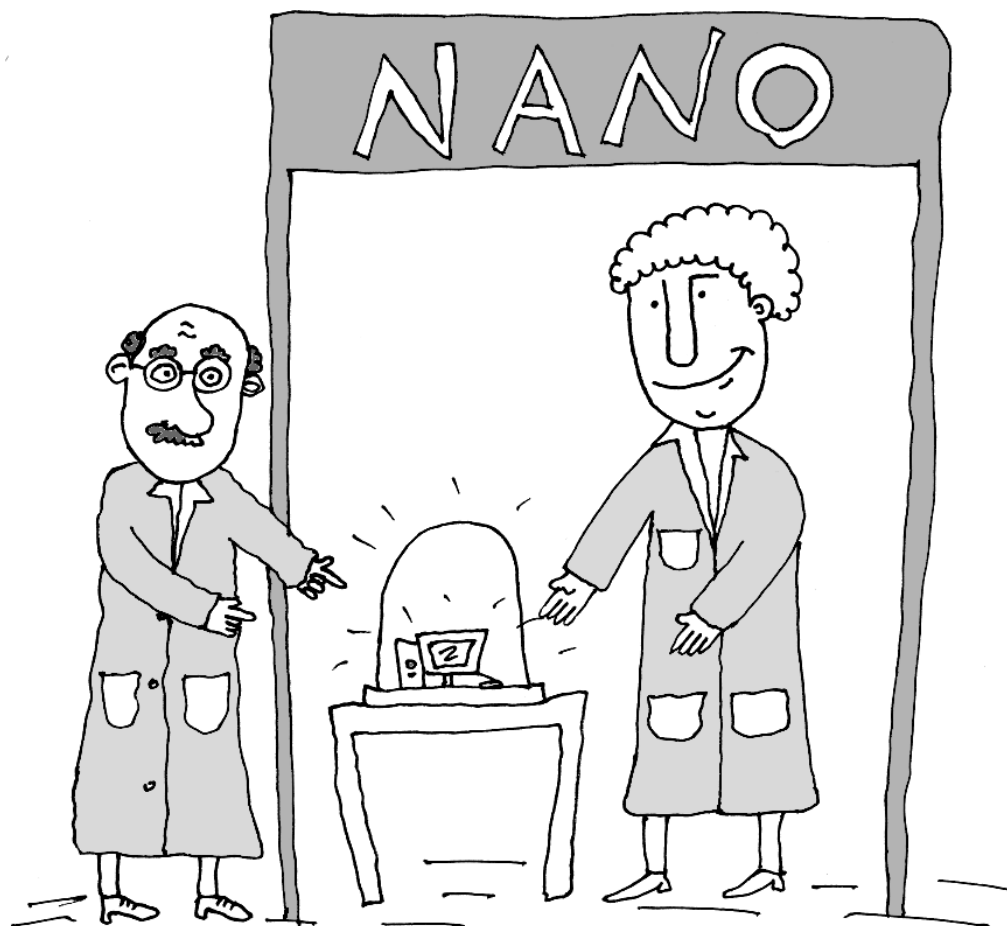
²*Institut für Theoretische Physik A, RWTH Aachen University and JARA–Fundamentals of Future Information Technology, 52056 Aachen, Germany*

³*Department of Physics, Arnold Sommerfeld Center for Theoretical Physics and Center for NanoScience, Ludwig-Maximilians-Universität, 80333 Munich, Germany*

⁴*Racah Institute of Physics, The Hebrew University, Jerusalem 91904, Israel*

(Received 14 October 2008; published 1 April 2009)

Paldies par uzmanību!



2009 (c) A.Šitovs, Subbota