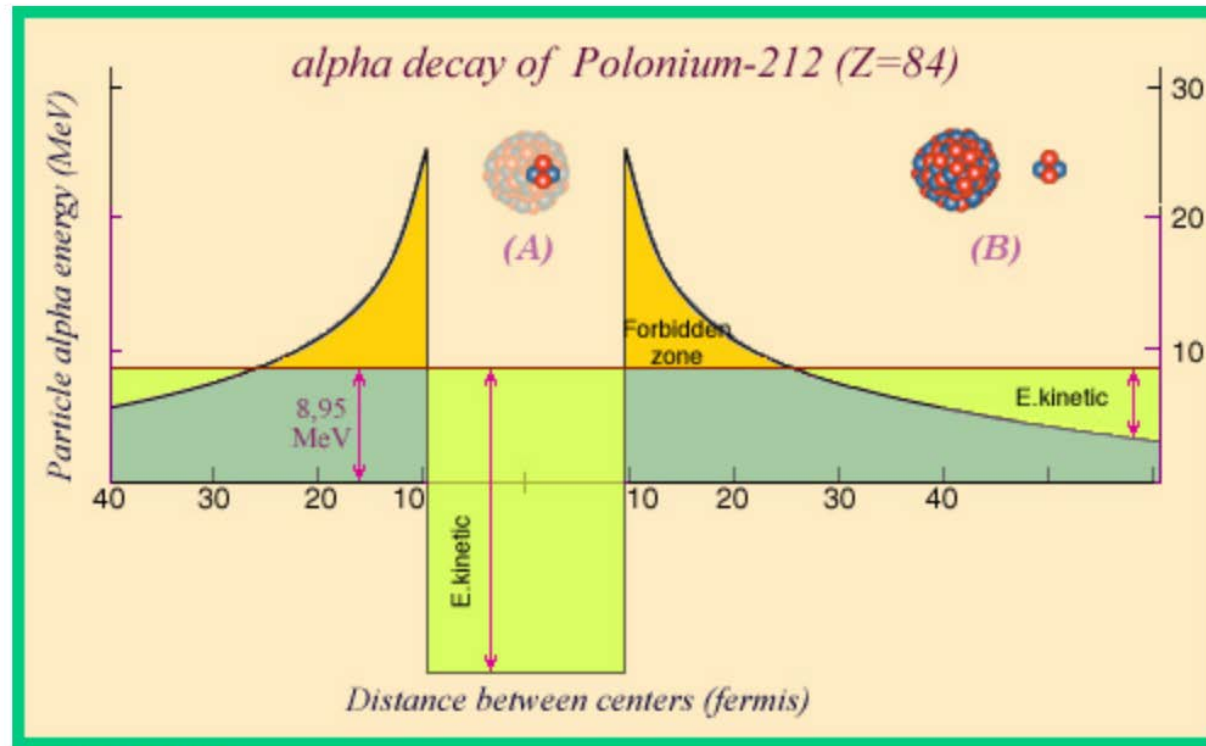


FAFA55, HT2019

Föreläsning 9, läsvecka 3

22 november 2019

# Radioaktivt sönderfall hos atomer:

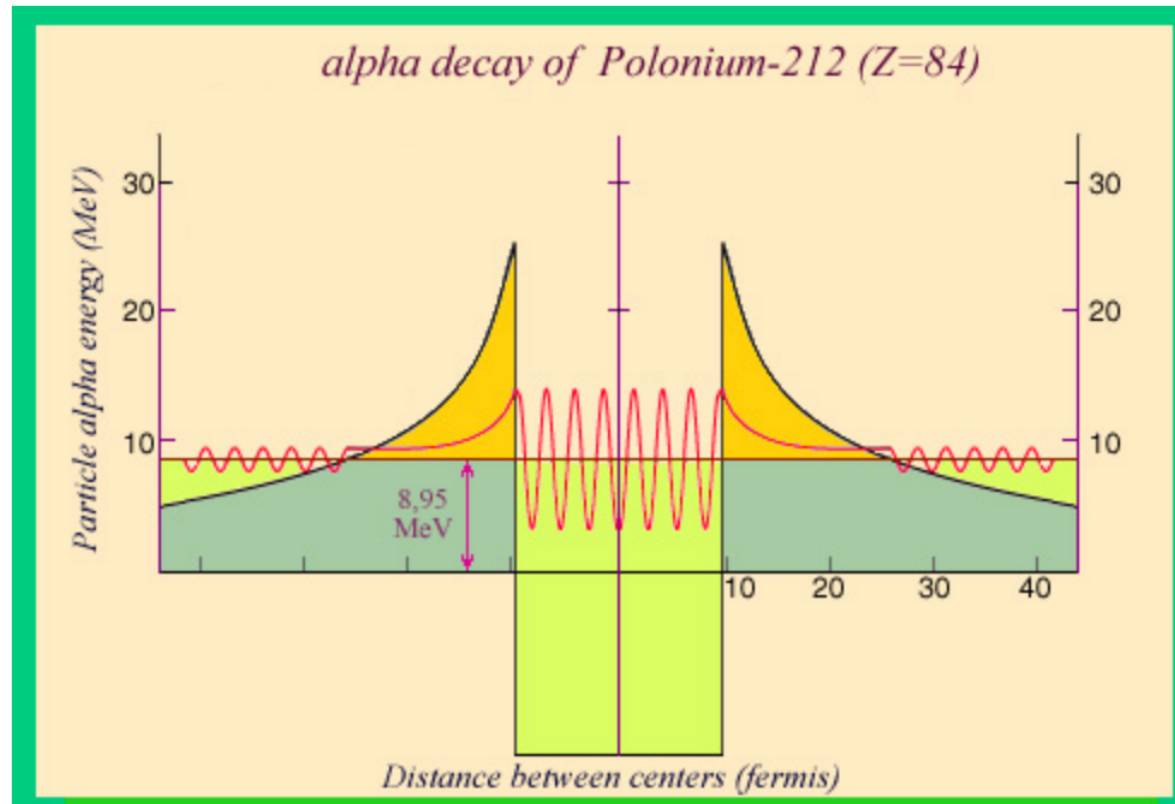


## A potential well

The alpha decay of polonium-212 is the one that releases the most important quantity of energy, 8.95 MeV. This decay is forbidden by classical mechanics. It is impossible for an alpha particle to go from inside the nucleus in A to outside in B. It finds itself trapped at the bottom of a "well" as shown by the curve (gray) that represents the potential energy of interaction between the particle and the rest of the nucleus. To get from A to B, the particle must pass through a restricted area where its kinetic energy would be negative. The permitted areas are the well where nuclear attraction dominates, and outside the well where the repulsion due to the nuclear charge prevails.

©IN2P3

# Radioaktivt sönderfall hos atomer:

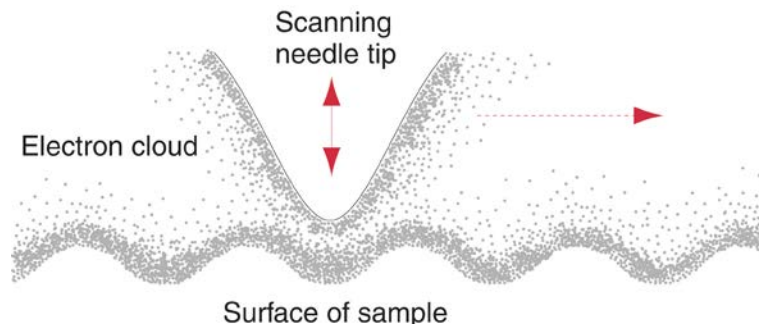
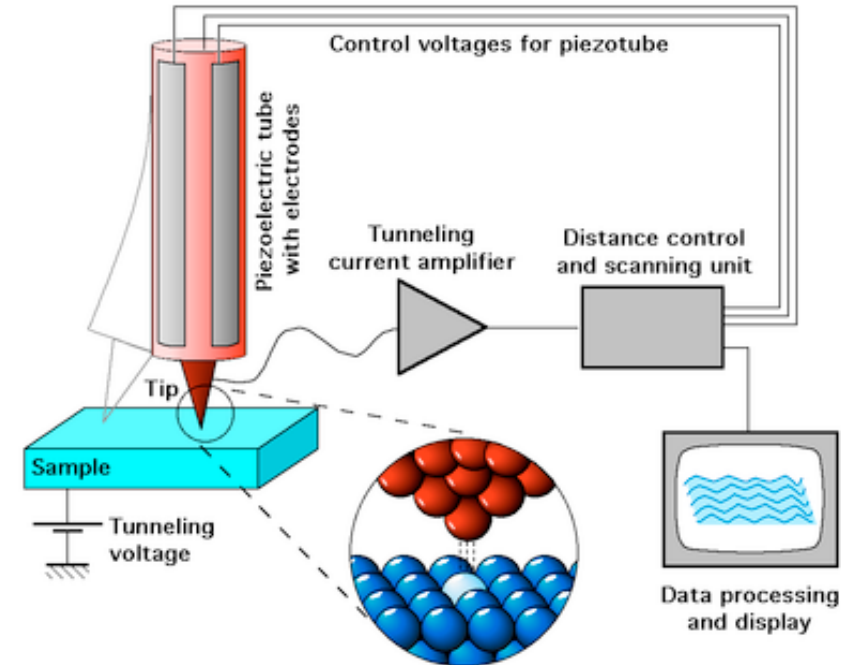
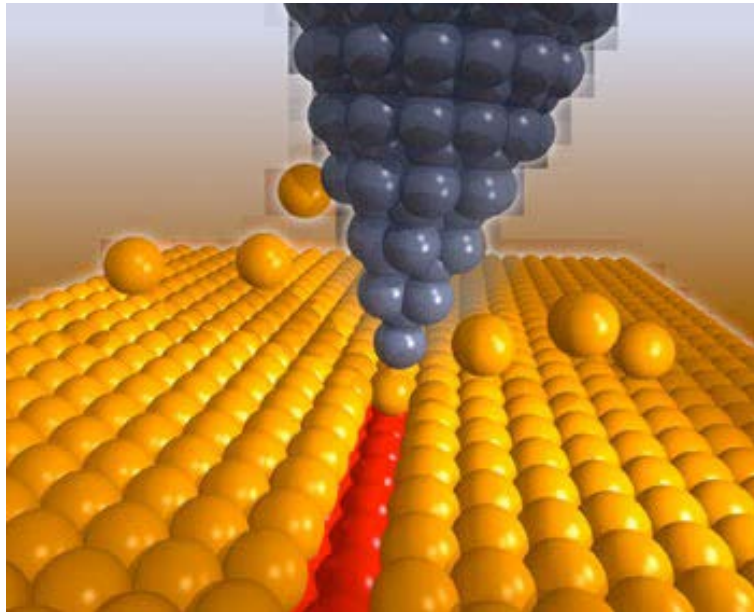


## **The Tunnel Effect**

The wave associated with an alpha particle trapped inside a nucleus has been superimposed to the previous figure. We see that the wave extends slightly outside the nucleus, where the oscillation amplitude has been amplified to make them visible. The square of the amplitude of the oscillations is, in quantum mechanics, the probability of observing the particle at a given position. So there is a probability of observing the alpha particle outside the nucleus, that is to say a decay.

©IN2P3

# Scanning tunneling microscope (STM), Sveptunnelmikroskop:

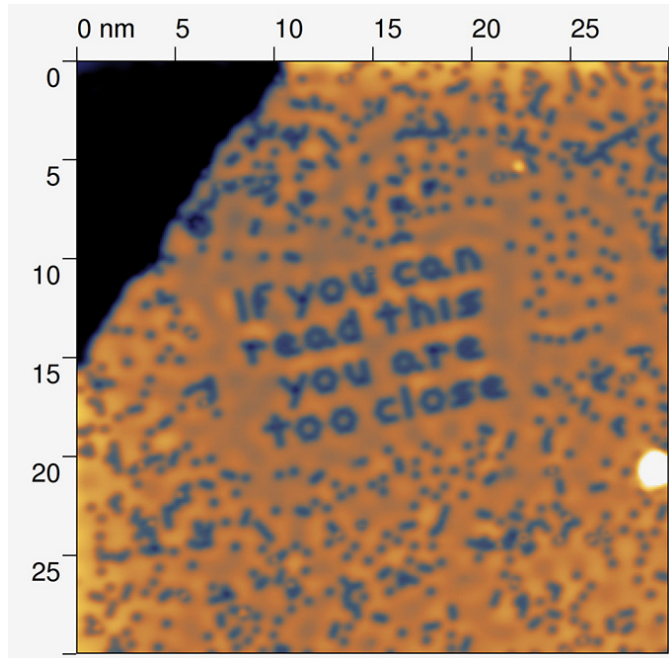


46.17

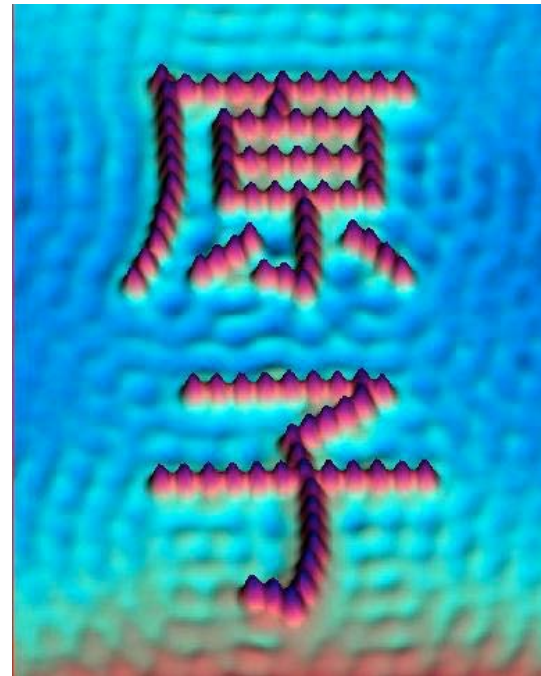
Ett glapp mellan två ledare kan betraktas som en tunnelbarriär men en höjd som motsvarar elektronerna utträdesarbete. En tunnelström kan därför mätas *innan* spetsen fysiskt rör mot en provyta.

Nobelpris 1986

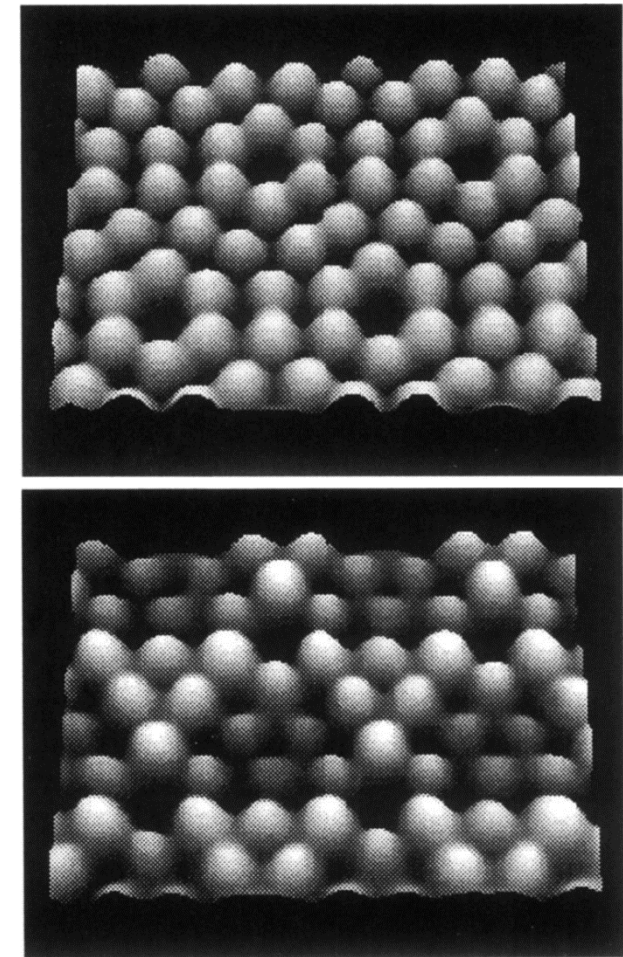
# Scanning tunneling microscope (STM), Sveptunnelmikroskop:



Manipulering av  
enstaka atomer

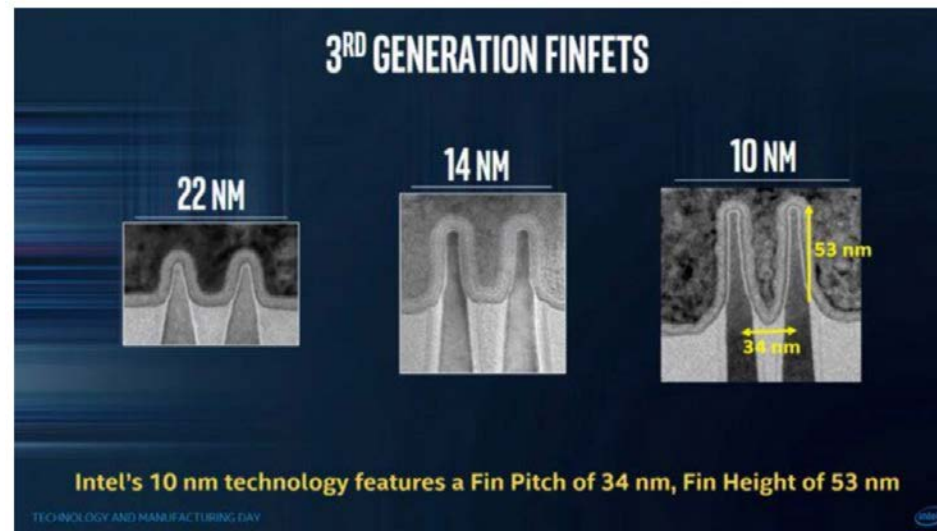
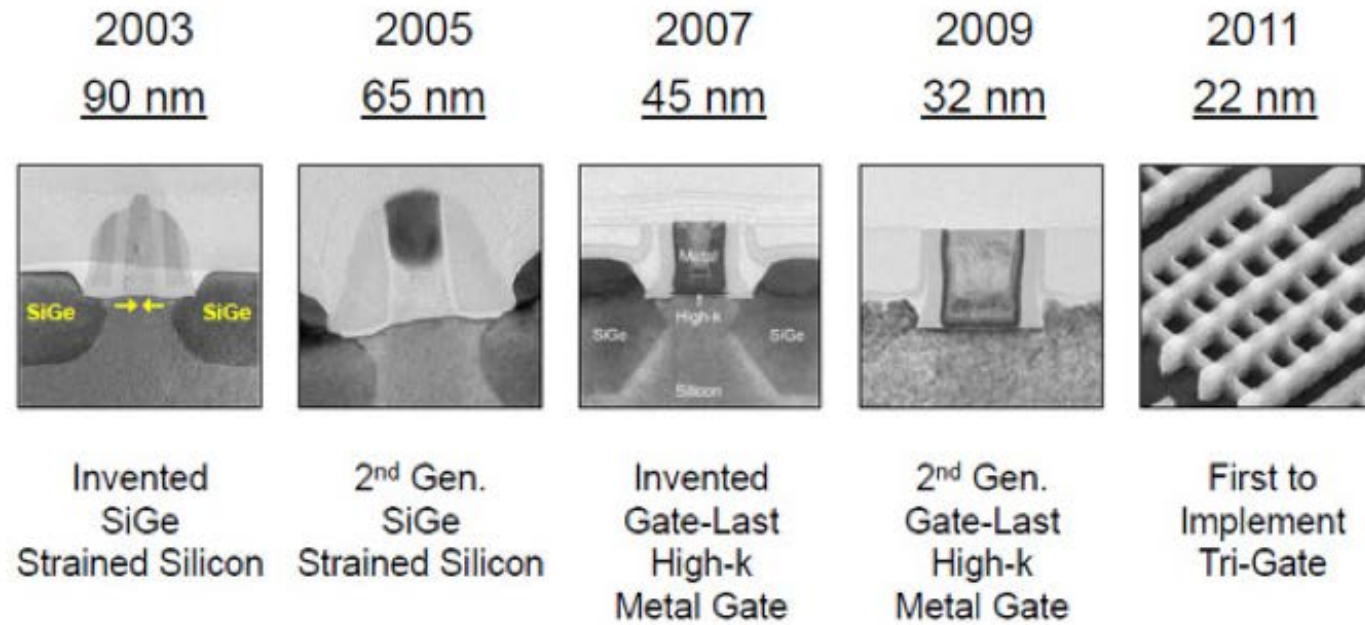


"Atom" på Japanska



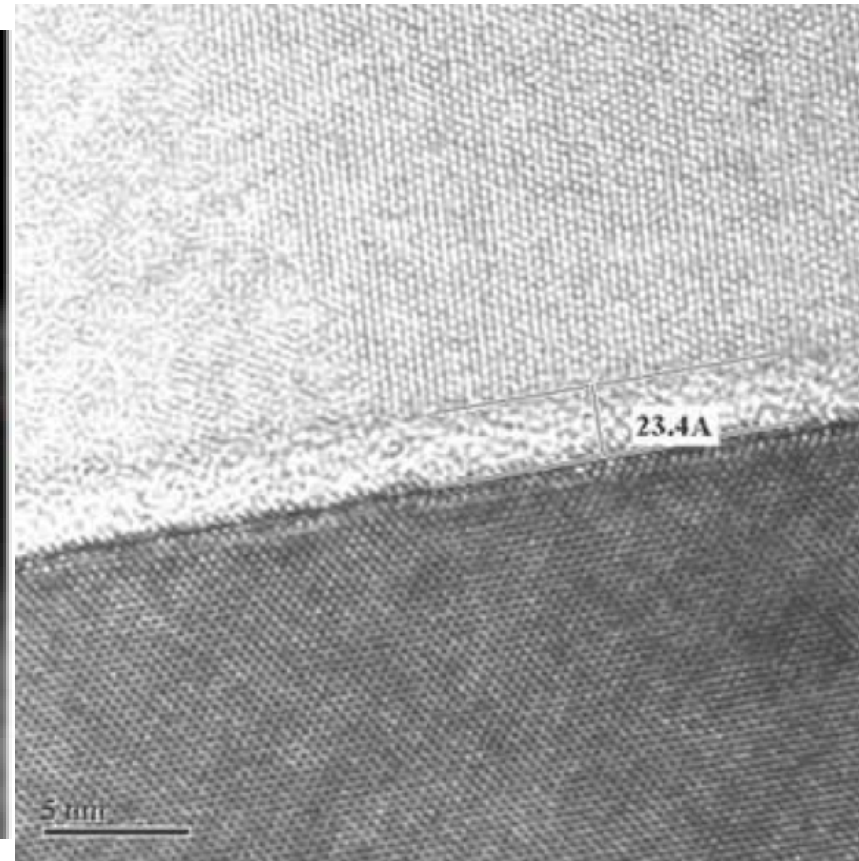
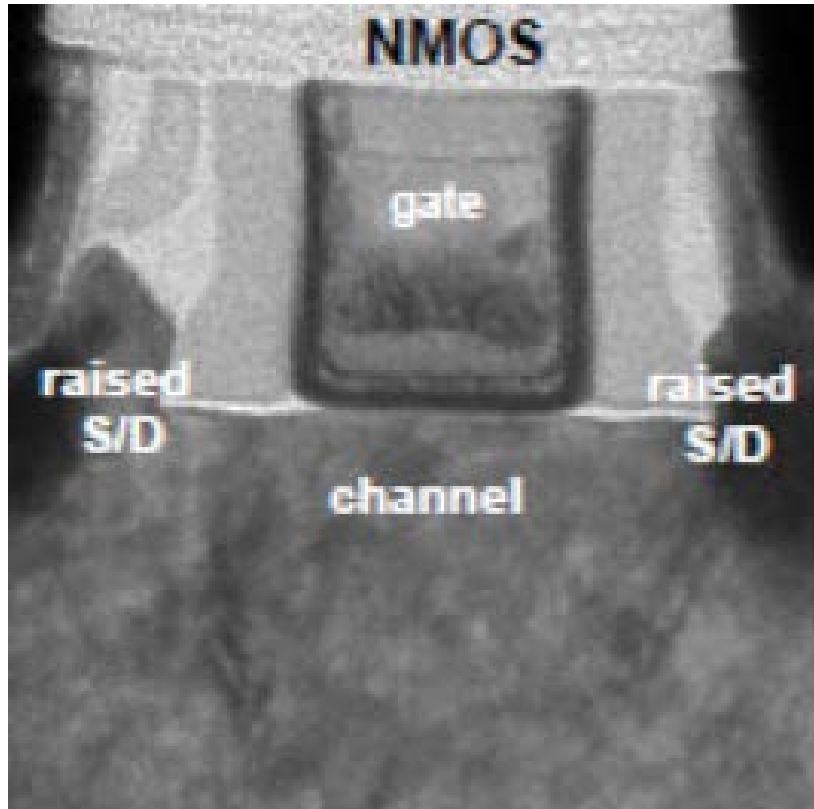
STM bilder av kiselytans atomstruktur

# Transistorteknologis utveckling



# Transistorteknologis utveckling: begränsning från tunnning genom isolatorn

---

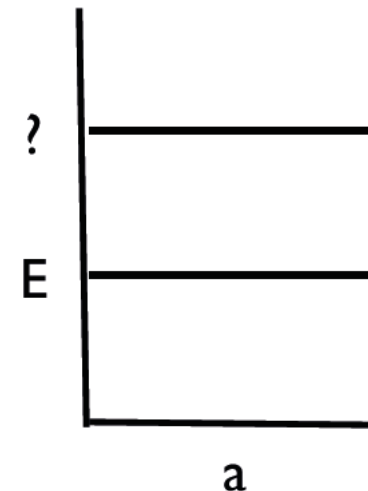


Gate oxide as an insulator: Bara 2 nm tjock

Betrakta en elektron med energi  $E$  i en oändlig kvantbrunn som har bredd  $a$ . Grundtillståndet har energin  $E = \frac{h^2}{8ma^2}$

Vad är energin hos det första exciterade tillståndet?

- A.  $2E$
- B.  $3E$
- C.  $4E$
- D. Kan vara vad som helst.



Betrakta en elektron med energi  $E$  i en oändlig kvantbrunn som har bredd  $a$ . Grundtillståndet har energin  $E = \frac{h^2}{8ma^2}$

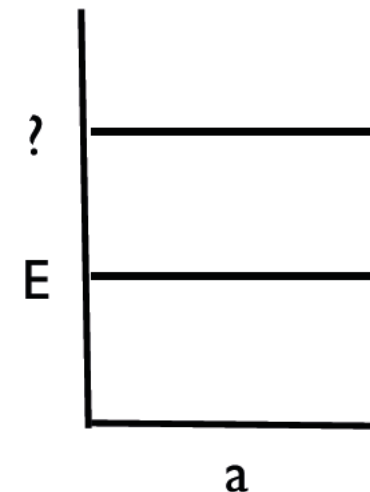
Vad är energin hos det första exciterade tillståndet?

- A.  $2E$
- B.  $3E$
- C.  $4E$
- D. Kan vara vad som helst.

$$E_n = (\text{konstanter}) n^2$$

Grundtillstånd:  $n = 1$

Första exciterade tillstånd:  $n = 2$



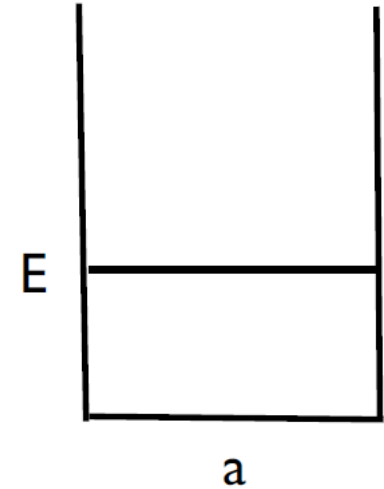
Betrakta en elektron med energi  $E$  i en oändlig kvantbrunn som har bredd  $a$ . Vilket påstående om  $a$  stämmer bäst?

A.  $a \geq \sqrt{\frac{h^2}{8mE}}$

B.  $a \leq \sqrt{\frac{h^2}{8mE}}$

C.  $a = \sqrt{\frac{h^2}{8mE}}$

D.  $a$  kan vara vad som helst.



Betrakta en elektron med energi  $E$  i en oändlig kvantbrunn som har bredd  $a$ . Vilket påstående om  $a$  stämmer bäst?

A.  $a \geq \sqrt{\frac{h^2}{8mE}}$

B.  $a \leq \sqrt{\frac{h^2}{8mE}}$

C.  $a = \sqrt{\frac{h^2}{8mE}}$

D.  $a$  kan vara vad som helst.

$a$  kan inte vara mindre, för då skulle även grundtillståndet ha mer energi än  $E$ .

Men  $a$  kan vara större, för då kan det finnas exciterade tillstånd som råkar ha energi  $E$ :

