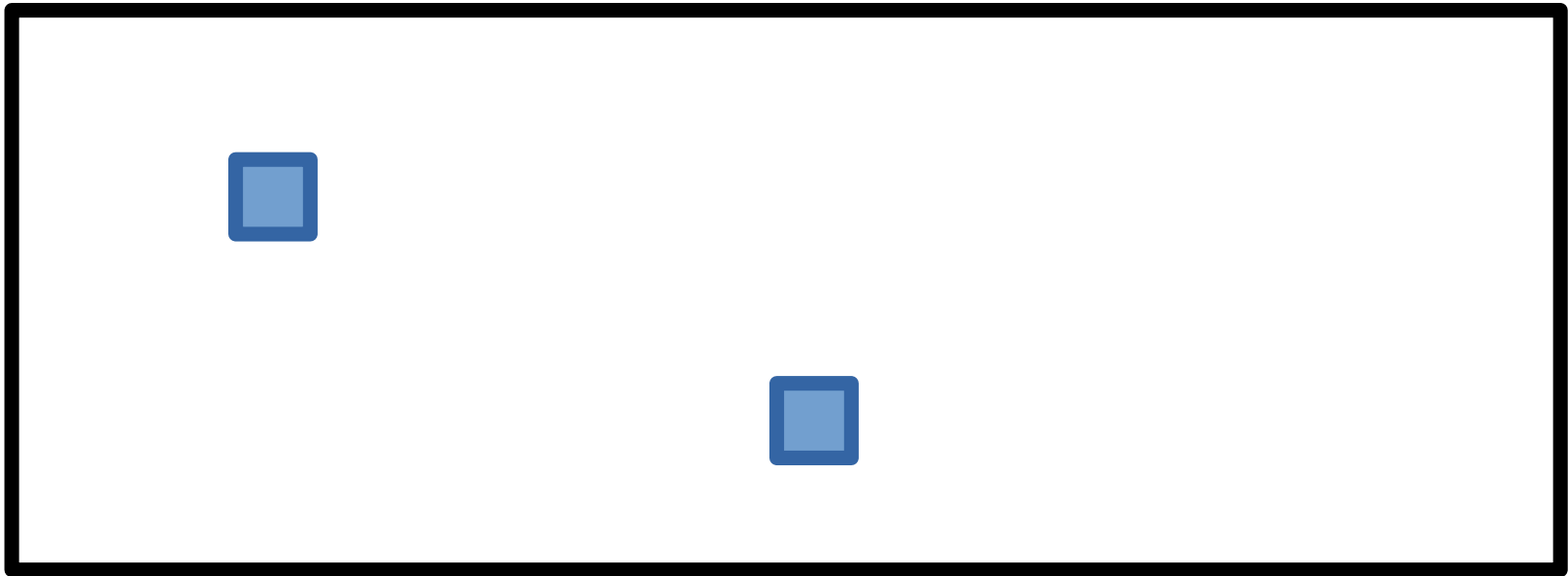


# Repetition:

- Termodynamikens andra huvudsats (TD#2):  
**Entropin minskar inte över tid (i ett isolerat system)**
- Multiplicitet:  $\Omega$  = Antal mikrotillstånd  
Fundamentalt antagande: Samma sannolikhet i alla mikrotillstånd
- Entropi ("oordning" eller "brist på info"):  $S = k \ln \Omega$
- Fri expansion av gas ökar entropin.
- Om entropin ökar är processen irreversibel.
- Mixning av olika gaser är irreversibel.
- Mixning av samma gas är reversibel (S ändras ej)
- **Identiska partiklar (kvantmekanisk korrektion till multiplicitet)**

# Inledande fråga:

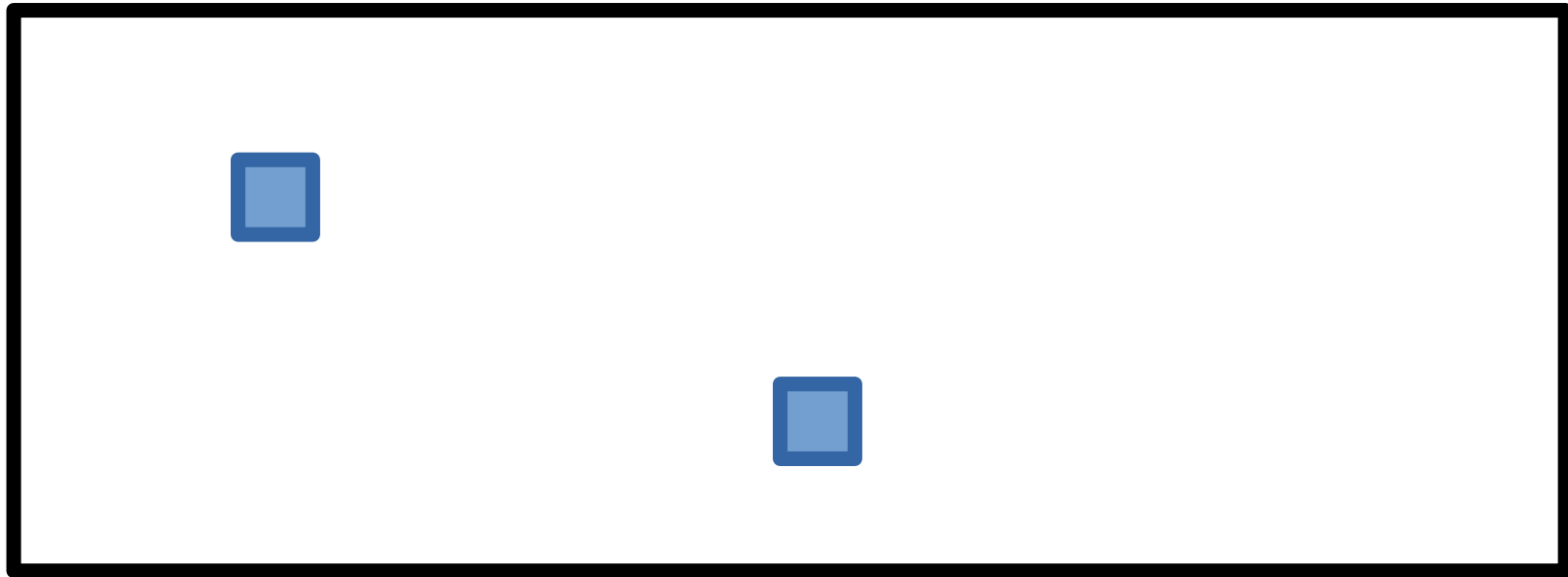
- Hur många mikrotillstånd,  $\Omega$ , finns det för en gas av två identiska partiklar som kan vara till höger eller vänster (dålig upplösning) i lådan?



A) 1 B) 2 C) 3 D) 4

# Inledande fråga:

- Hur många mikrotillstånd,  $\Omega$ , finns det för en gas av två identiska partiklar som kan vara till höger eller vänster (dålig upplösning) i lådan?



A) 1 B) 2 C) 3 D) 4

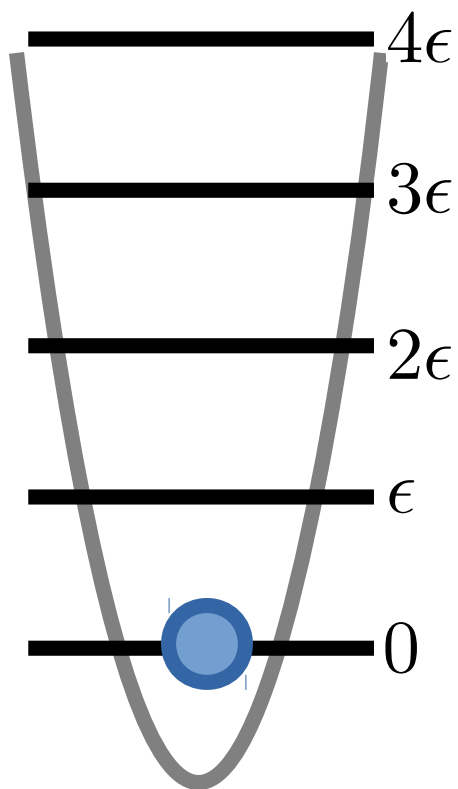
Permutationer av: oo| är  $3!/(2!1!)$

# Föreläsning #4:

## Entropi och andra huvudsatsen

- Kvantmekanik och multiplicitet
- Sannolikheter för olika tillstånd av ett system
- Vad är **temperatur** egentligen?

# Harmonisk oscillator

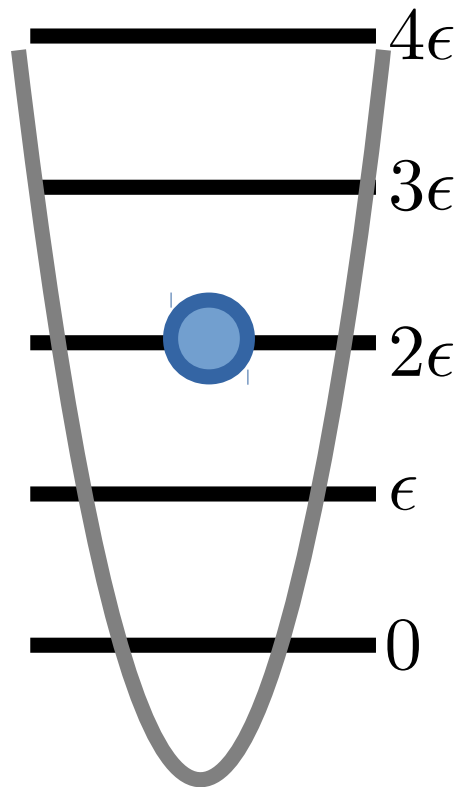


$$U = 0$$

Ekvidistanta energinivåer:

$$\Delta E = \epsilon$$

# Harmonisk oscillator

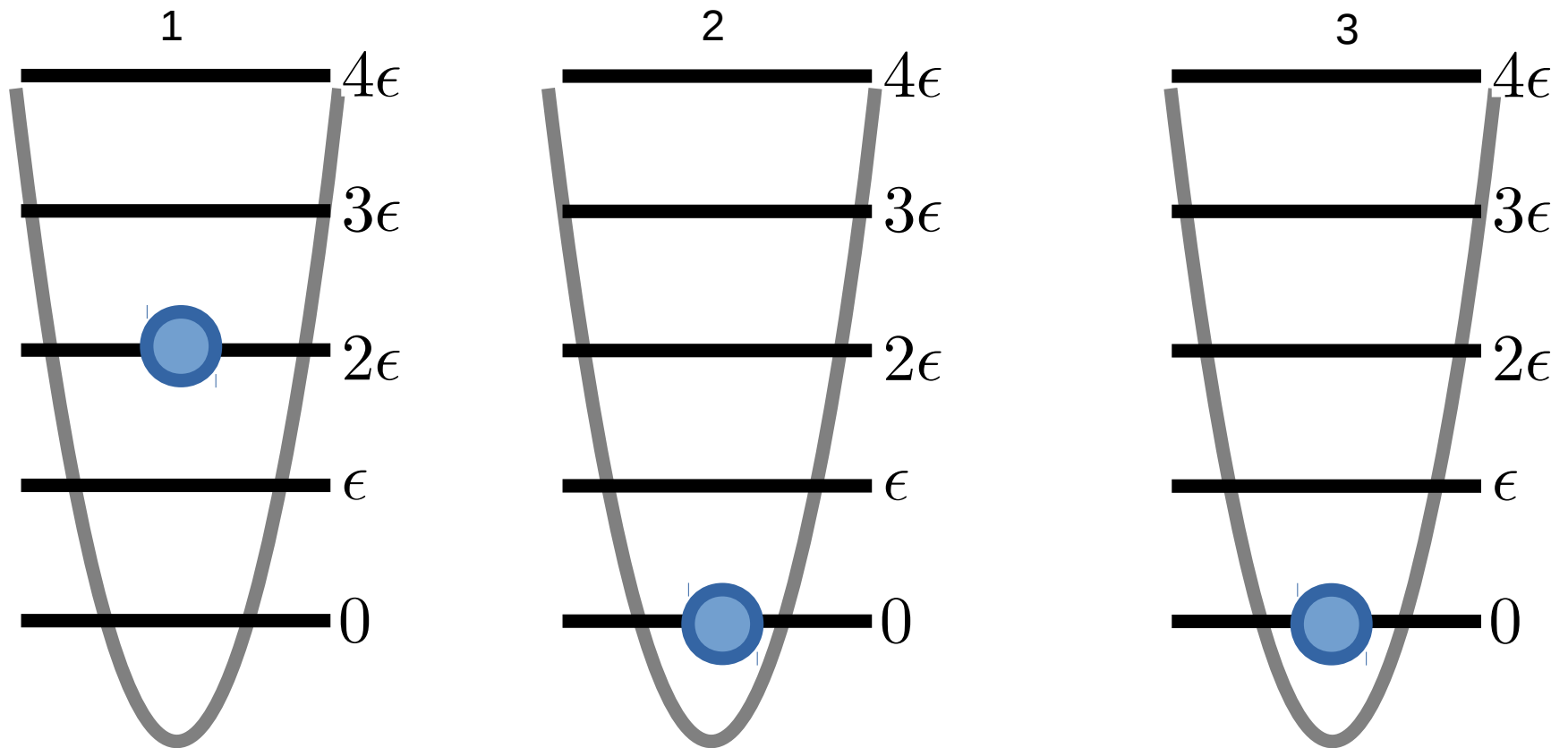


$$U = 2\epsilon$$

Ekvidistanta energinivåer:

$$\Delta E = \epsilon$$

# 3 st harmoniska oscillatorer



Ekvidistanta energinivåer:

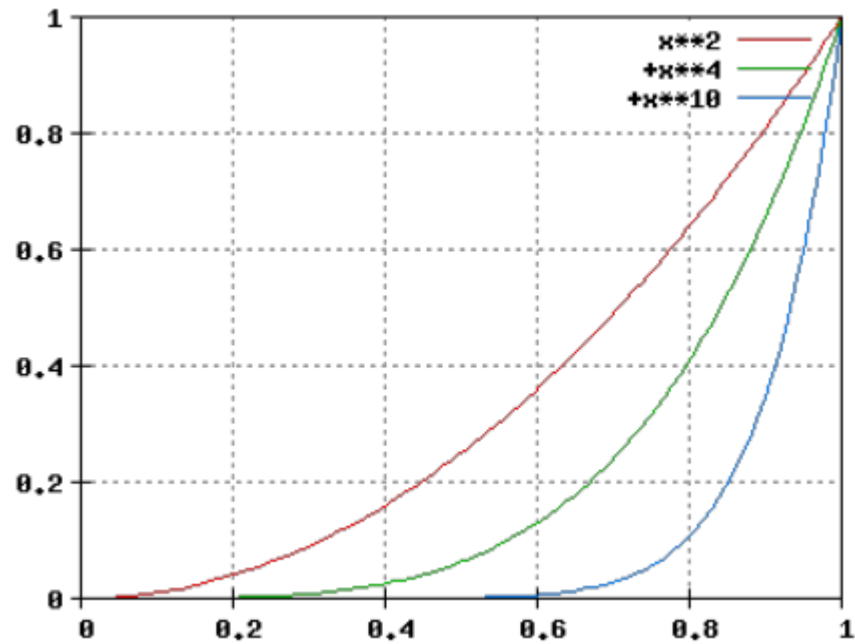
$$\Delta E = \epsilon$$

$$U = 2\epsilon$$

**FRÅGA: Hur många mikrotillstånd?**

# Potensfunktioner

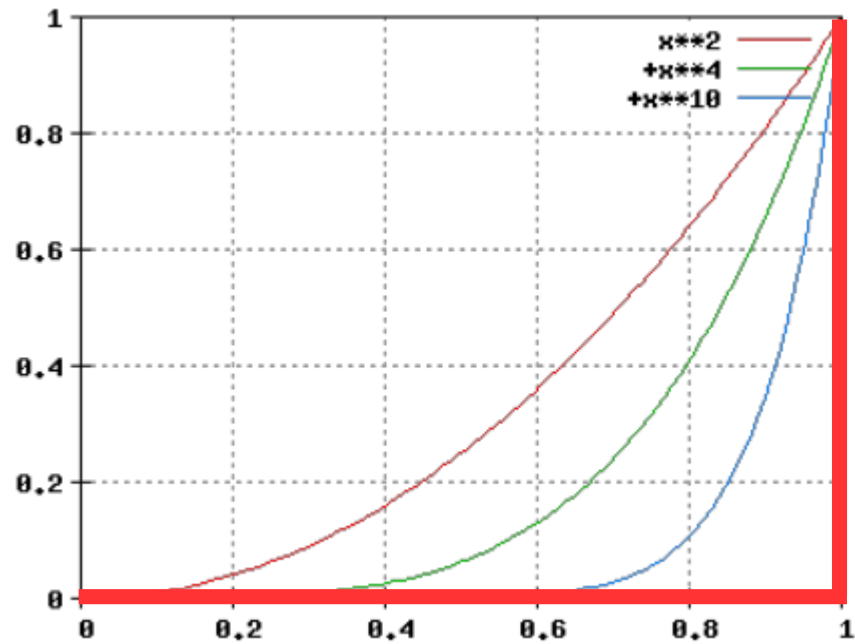
$$f(x) = x^n$$





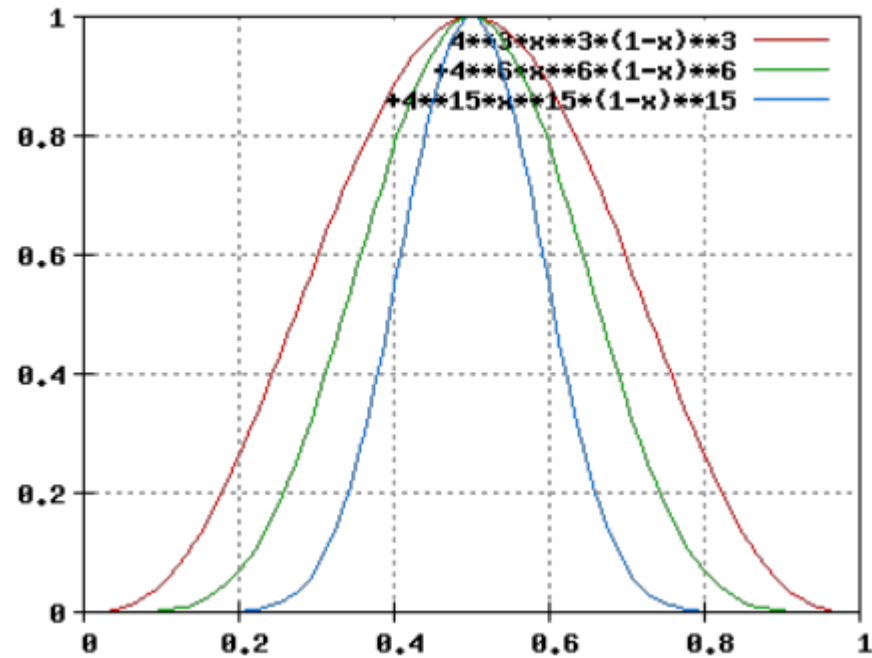
# Potensfunktioner

$$f(x) = x^n$$



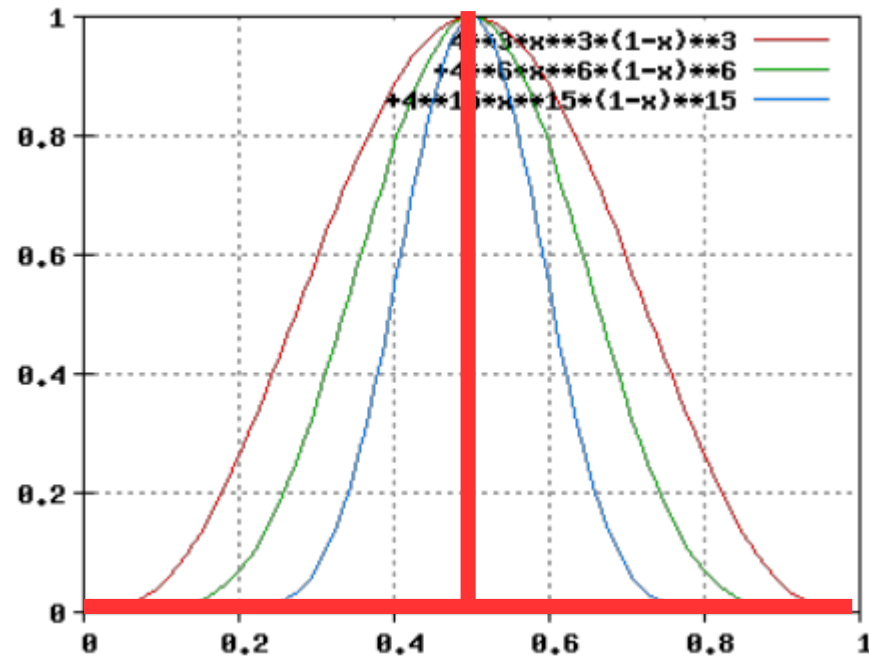
# Total multiplicitet

$$f(x) \sim x^n (1-x)^n$$



# Total multiplicitet

$$f(x) \sim x^n (1 - x)^n$$



Toppen blir oerhört small om  $n \sim 10^{23}$ .  
Men hur smal blir den?

# Sammanfattning

- Multipliciteten är antal mikrotillstånd (kvanttillstånd) med givna tillståndsvariabler

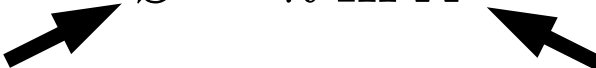
$$\Omega(U, V, N) = F(N) V^N U^{3N/2} \quad (\text{ideal gas})$$

- Sannolikheter för ett mikrotillstånd i systemet

$$P(s) = 1/\Omega$$

- Vad är temperatur enligt statistisk fysik?

$$\frac{1}{T} = \left( \frac{\partial S}{\partial U} \right)_{N, V}$$

$$S = k \ln \Omega$$


Entropin = stort tal

Multipliciteten = mycket stort tal