

## 熱力學

### 微觀與巨觀的橋樑 $S = k \ln W$

熵到底是什麼？

系統受熱熵會增加，且封閉的世界熵也只會增加！？



中興大學物理系 孫允武

5-1

## 熱力學

我們仔細觀察等溫過程熵之變化，看能不能有些線索？

$$\Delta S_{i \rightarrow f} = Nk \ln \frac{V_f}{V_i} = k \ln V_f^N - k \ln V_i^N$$

$V^N$ 是什麼？



範圍或可能之狀態

中興大學物理系 孫允武

5-2

## 熱力學

假設  $S=k\ln W$

↔ 每一個微觀狀態(microstate)出現之機率相同

(統計力學之基礎)

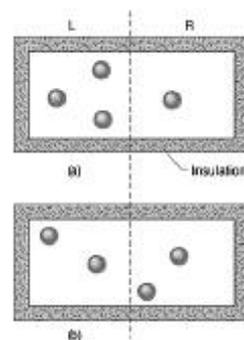
$W$  : 相同之巨觀狀態或限制條件下可能之微觀狀態數(number of microstates)

中興大學物理系 孫允武

5-3

## 熱力學

考慮 4 個空氣分子 a、b、c、d 在一絕緣之盒子中，任一分子在左 (L) 在右 (R) 邊之機率均相同。



中興大學物理系 孫允武

5-4

## 熱力學

### FOUR MOLECULES IN A BOX

LOCATION OF MOLECULE <i>a b c d</i>	CONFIGURATION LABEL	MULTIPLICITY <i>W</i> (NUMBER OF MICROSTATES)	CONFIGURATION PROBABILITY	CALCULATION OF <i>W</i> BY EQ. 21-14	ENTROPY (10 <sup>-23</sup> JK) FROM EQ. 21-15
LLLL	I	1	1/16	$4!/(4! 0!) = 1$	0.00
RLLL LRLL LLRL LLLR	II	4	4/16	$4!/(3! 1!) = 4$	1.91

中興大學物理系 孫允武

5-5

## 熱力學

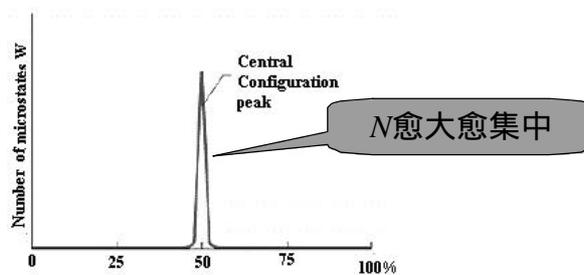
LLRR LRLR RLLR LRRL RLRL RRLl	III	6	6/16	$4!/(2! 2!) = 6$	2.47
LRRR RLRR RRLR RRRL	IV	4	4/16	$4!/(1! 3!) = 4$	1.91
RRRR	V	$\frac{1}{16}$	1/16	$4!/(0! 4!) = 1$	0.00
Total number of microstates		$\frac{1}{16}$			

中興大學物理系 孫允武

5-6

## 熱力學

考慮100個分子呢？



中興大學物理系 孫允武

5-7

## 熱力學

系統有最大的機率向 微觀狀態最多的組態 (configuration)進行。

最多的可能性  
熵最大  
亂度最大



中興大學物理系 孫允武

5-8