

但它的真空卻引發一個質量般的效應，將左右手聯在一起，因而將 Chiral SU(2)手徵對稱破壞（，留下一般的同位旋 Isospin SU(2)對稱），這正是一個典型的自發對稱破壞。對稱破壞在低能處會出現無質量的 Goldstone 波色子，南部立刻認出來這就是相對非常輕的 π 介子，所以 π 介子正是這個自發對稱破壞機制的見證。 π 介子的這個身分，使被隱藏的手徵對稱對它的行為有非常強的限制，用這個辦法我們可以對 π 介子的實驗結果有非常完整的預測。這個質子中子的 Chiral SU(2)手徵對稱後來進一步被分析，就是極輕的 u,d 夸克左右手獨立變換的對稱性。

南部的洞見除了闡明了 π 介子的真面目，更開啓了基本粒子物理學家將發對稱破壞機制引入高能物理的先河，1970 年代成型的電弱作用標準模型，就是以希格斯場的真空期望值，來自發破壞電弱統一的規範對稱，這個模型大量精密的預測已經證實，未來的大強子對撞機（LHC）更希望進一步發現希格斯粒子。南部以特立獨行的思想模式，由看似不相關的凝態物理出發，卻解開了宇宙給我們設下極隱密的一個謎題。畢竟在研究的前端，要提出有突破性的洞見，或許就得先將自己的心靈放逐到主流之外，如此才能看到，那麼多的聰明才智還未曾注意到的，上天意料之外的暗示吧。



大學物理中利用液態氮動手操作的一些實驗

陳義勳

臺北市立教育大學 自然科學系

一、熱脹冷縮現象的實驗：

通常在物理實驗的熱脹冷縮皆要花一段長時間才能看出稍微之變化，但透過加溫或降溫緩慢的看出端倪，上課時學生有時不耐煩，依教育的理論，其產生變化若是即時或瞬間才能有爆發性的效應，如何配合此理論，研究者想藉助液態氮的低溫(沸點為 79K)充氣之氣球浸泡在液態氮之中，瞬間發現鼓鼓的氣球馬上縮小，乾扁的氣球如影片的快速變化又置於常溫之中的乾扁氣球又快速恢復原狀，此為熱脹冷縮的良例，其情形如圖 1~圖 4。

二、噴泉效應：

在常溫之下，液態氮會快速汽化，所以如果將裝有曼陀珠放入可樂中，又快速倒入於裝有液態氮的錐形瓶中，噴泉效應於焉形成，甚為壯觀，其情形如圖 5~圖 8。



圖 1



圖 2



圖 3



圖 4

三、旋轉的乒乓球：

先在乒乓球的赤道面附近挖兩個洞，當乒乓球壓入液態氮中，由於溫度急速下降，乒乓球內的氣體體積縮小，事先在乒乓球赤道附近挖近乎對稱的兩個洞，會因此吸入液態氮，乒乓球從液態氮鋼杯中取出放置桌上，液態氮在常溫下快速汽化，造成乒乓球內外壓力不同，所以汽化的液態氮會從小孔冒出，由於反作用力及兩個洞噴出的氣球形成力矩，產生旋轉，煞為好看，其情形如圖 9~圖 12。

四、超導體實驗：

Cu-Ba-Y-O 的超導體在常溫下無法形成反磁，電阻也不是等於 0，但是將 Cu-Ba-Y-O 的超導體置於液態氮中，由於 Cu-Ba-Y-O 的臨界溫度為 98K，故 Cu-Ba-Y-O 置於沸點在 79K 之液態氮中，馬上產生 \otimes 反磁現象，亦

置於超導體上之磁鐵馬上受超導體形成的反磁現象而漂浮於空中，以塑膠製的夾子推一把，磁鐵甚至可以旋轉。如圖十三、十四 \otimes 電阻趨近於零，將超導體兩端引出導線可以將其置於液態氮中，量度其電阻，發現 $R \rightarrow 0$ ，可以從儀表看出 $R \rightarrow 0$ ，如圖 15、16。

使用 YF-3140 Auto power-off

在常溫下

次數	V (mV)	I (Amp)	R (計算值) 毫歐姆
1.	2.14	0.029	73.7931
2.	2.15	0.029	74.1379
3.	2.14	0.029	73.7931
4.	2.15	0.029	74.1379
5.	2.14	0.029	73.7931



圖 5



圖 6



圖 7



圖 8



圖 9



圖 10



圖 11



圖 12



圖 13



圖 14



圖 15



圖 16

當超導體放入液態氮中

次數	V (mV)	I (Amp)	R (計算值)
1.	0	0.029	0
2.	0	0.029	0
3.	0	0.029	0
4.	0	0.029	0
5.	0	0.029	0

當 $I=0.029$ Amp

$V=2.14$ m volt

$$R = \frac{V}{I} = \frac{2.14 \times 10^{-3}}{0.029} = 73.79 \times 10^{-3} \Omega$$

當 $I=0.029$ Amp

$V=2.15$ m volt

$$R = \frac{V}{I} = \frac{2.15 \times 10^{-3}}{0.029} = 74.13 \times 10^{-3} \Omega$$