

物理學上的任意性

ARBITRARINESS IN PHYSICS

游 筱 楮

物理學中的真理有多少是不用研究即自然存在的，有多少成分是人為的用來解釋物理現象？

科學是什麼？簡言之，即一種討論人類經驗的手勢（gesture）。討論使我們日常生活變得更清楚明白，手勢使日常經驗更易處理。科學是一種遊戲，我們預想所有事物並不像他們外觀所示如此，我們可用人類持有的智力使其合理化。我們可以說科學是一種描寫、創造，了解經驗的方法，這裡所謂的經驗包括日常生活中發生的事及我們經由大腦所生的反應。

物理中的心理學

科學，更正確的說，是科學家尋求秩序或規則用儘可能簡單的方式描述出來。這種描述因科學定律而達極致，用一個簡單的數學形式以表示經驗的常規。如波義耳定律描述氣體有規則的特性。科學由於實驗而產生經驗，此種實驗除了被動的觀察外還主動的操縱影響經驗的元素。最後由於理論的建立，科學企圖了解那些隱測的事實而與實驗邏輯的融合，物理上的偉大理論如量子論不僅與實驗符合，並且還能預測一些未知的經驗而擴大知識的領域。

在所有科學方法中，「理論」（theory）的功效給物理哲學家帶來最引人（tantalizing）的問題。理論的邏輯結構，包括基本及導出的成分、假說及導出定律，引起許多思想家的興趣，關於理論的建立現在我們可以說有一個較明確的觀念。

什麼是理論過程的心理分析？這是一個較棘手的問題。我們面對的問題有：科學家如何決定研究實驗的某一方面，採用那一個觀點而能保證這種研究的方法是正確的？例如，亞里斯多德將重點放在「運動」上而獻身於此工作，但阿基米得却避免這一方面的理論雖然他在建造攻羅馬艦隊的武器時確信這種理論。翻開物理的歷史，總會發現一種性的趨勢。有些希臘人認為原子是構成物質

的極限，但亞里斯多德却否認。他所持的理由是不相信有「真空」的存在，他怎會這樣想，我們如果能當時間問他就好了！很多近代物理學家想要尋找那些發明的思想過程都沒有成功。現在法國及美國均有很多人從事這種工作。心理學家在研究過物理的歷史及哲學後，會對這問題有很大的貢獻。

「發現」抑或「發明」

什麼是物理學的任意性？即我們可以自由的隨自己興趣所在而選擇任何方面的「經驗」去研究，並且有同樣的自由去建立「觀念」和「假說」作為理論的基礎。在加強這一方面的自由來說，我們認為物理的目的是「發明」而不是「發現」。我們說「發現」的時候就表示已有一個外在的世界存在，新觀察者無難的已有規則和定律只待被人揭露他們一直存在並且也將永遠存在，我們的工作只是尋寶般的找到就好了。而「發明」表示物理學家不只是觀察並且須要想像力去建立他的觀點以證實「經驗」。

如採用「發現」來解釋物理就表示科學家是一種累積的過程，就像建一座大廈般碼一瓦的砌起來。換一種方式說，我們有權利相信 ultimate truth「至理」的存在，我們有可能完全明瞭這世界。但是，「發明」這觀點表示創造新經驗的過程和新觀念的建立是同時並行的。不可能有完美的產生。

如果「物理是一種『任意』的原則」這種觀念導至「發明」而非「發現」，一定有很多人反對，19世紀的科學家總以為他們是在發現一些既有的事實。他們發現原子的觀點給電磁場的觀念帶來完美的解釋。在今天我們很難了解他們那時為什麼沒有發現相關的量子論和「相對論」，那時如果他們不注意熱輻射及低壓氣體放電現象的話，他們可能有

更深的自信。可是歷史會繼續下去，雖然量子論的發明者並不願意打破他們的幻夢。

「物理學的任意性」完全反對「至理」存在的觀點和「科學推理」scientific inference 有很密切的關係。D. Hume懷疑我們如何能從無法觀察到的事實得到知識，他不認為過去和現在的經驗能正確的推論將來的事實。這種論點破壞了科學的紀律性，因為他表示我們不能保證假說的推論一旦證實過就將永遠是正確的。現在 Hume 的懷疑論已由經驗推論或經驗發現的理論上有很大影響。但自由任意選擇而建立的理論上却不發生作用。物理學的歷史也堅信在早期推論的重要曾被懷疑。有一個很好的例子便是伽利略在力學中介紹了瞬時速度的觀念。這種任意的論調在當時被認為是不合理的而難以被人接受。

對 質

有些人可能會說早期物理並沒有「任意性」這回事。難道說我們的祖先是就現成的事實觀察而不是尋找或選擇後用適當的方法解釋嗎？歷史告訴我們，不是那麼簡單。像亞里斯多德着重於分類學而

上接 44 頁 超流體

會突減。這和熱學第三定律也無衝突，因為我們無法不改變溫度而把這兩種質點分開。

我們知道，要預測一個質點的運動，要先知道這個質點的「位置」和「動量」，這兩個量的關係就好比鎖和鑰匙，祇有鎖和鑰匙是沒用的，必須兩個都有。一旦我們考慮了動量，那麼次序(order)就有了一個新的意義，我們要把次序和動量的關係找出來。如果假設超流性的基本現象是動量的凝結(各質點相互運動不變)，那麼我們還能進一步說，這個假設是很基本的，因為超導體中的電子依 Fermi-Dirac statistics 運動，而不帶電荷的 He 原子卻依另外一個 Bose-Einstein statistics 運動。超流體狀態下的動量空間(momentum-space)應與晶體的位置空間相同，此模型很具一般性，在很多完全不同的過程中都得到類似的性質——都成了晶體。

最後一個問題是：He 系超導體是否是唯一的

阿基米得在數學分析方面有研究。物理學家可用任意方法解釋物理現象，我們只消想一想關於物質的構造有原子理論及連續(Continuum)介質論，關於熱的性質有卡路里(Caloric)學說及力學理論，關於光的性質有粒子(Corpuscular)說及波動說。某人認為正確的解釋對別人來說並不一定對。

當然我們可找到一些例子關於科學家沒有任意選擇的機會，如法拉第當時要去發現電和磁，電和光，電和重力的關係時完全不須要想像，那些都是顯而易見的事實，可是馬克斯威爾發明位移電流(displacement current)而導至電磁波的理論就是一種大膽的假說而不為當時人接受。他預示一種任意抽象的理論建立法。在量子力學結構中介紹波動函數，修正了古典觀念就是一個很好的例子。與核子結構及基本粒子有關的核子物理也是一個憑臆測任意建立的例子。目前散射矩陣理論已使時空連續性的觀念完全失效。聰明的科學家總會利用任意的型式去做實驗的理論基礎。此種「任意性」並可防止科學的教條化。

譯自 Physics Today Dec. 1967.

這種總集情況的代表(固體中各質點相互位置不變，我們叫它作位置的總集情況—a state of aggregation——在這裡，動量也叫它作一種總集狀態)。地球上，動量的總集很少發生，好像只在實驗室裡才有，但在外太空如有一個低溫星球，則很可能對它而言位置的總集狀態反而難得，也說不定所謂固體對宇宙來講是個很奇怪的東西。

這只是一種可能，還有一種可能，我們假想有一種位置動量混合的凝結。這種狀態很難想像，但卻可以知道一些它的性質。第一，它的熵很低，因為它達到次序的可能性很大。第二，它有位置次序的性質——它們換得到，有一定體積和形狀。第三，它有動量凝結的性質，當我們切斷一個流有永久電流的超導體環時，電流馬上停止，所以第三個特性可說是：當它被切斷時它的動量凝結失去意義。這些性質在生物的構造裡確能同時成立。然而，這只是有趣的空論罷了。