

著名世界譯漢

觀宙字的中學理物代近

著 克倫柏
譯 炯德嚴

行發館書印務商

M. Planck 著
嚴德炯譯

漢譯
世界名著

近代物理學中的宇宙觀

商務印書館發行

中華民國二十三年二月初版

(一一八二四)

漢譯世界名著 近代物理學中的宇宙觀

The Universe in the Light of Modern Physics

每冊定價大洋陸角

外埠酌加運費匯費

版權所
翻印必
究有

原著者

J. Planck

譯述者

嚴德炯

發行人

王雲五

印刷所

商務印書館

發行所

商務印書館

BB五三九

近代物理學中的宇宙觀

目次

一	感覺的世界與實在的世界·····	一
二	相對論對於宇宙見解的新貢獻·····	八
三	量子論對於實在世界的描繪·····	一二
四	量子論與因果原理·····	三一
五	怎樣去發現宇宙的定律·····	四三
六	統治着宇宙的定律的性質爲何·····	五六

七 物理的宇宙觀最近發展到的情勢……………六七

近代物理學中的宇宙觀

(一) 感覺的世界與實在的世界

物理學是一門精密的科學，所以依據於測量，而測量是需要感覺的。故凡物理學所應用的觀念均由感覺的世界推出。從此可知物理學的定律之所論及者乃感覺世界中的事件；因此，許多科學家及哲學家都相信物理學祇與此特別的世界有關。自然，他們心內所謂特別的世界，即人類感覺的世界。從此點看來，所謂『事物 (Object)』者依普通的說法，不過看成是限於某地方上各種不同感覺的事件的一種聯結而已。這種見解，不能為論理學所駁斥，這也是值得說明的，因為論理學之本身就不能引導我們超出於我們自己感覺範圍之外；牠甚至於不能強制一人除其本身之外，而允許他人的獨立存在。

單獨的常識，在物理學中，也如同在其他旁的科學中一樣，並不是至高無上的；理論亦應當佔

有地位。更進一步地說，凡沒有論理的矛盾，並不一定都表示都是合理的。現在，理論告訴我們，我們用背來向着一件我們所謂的事物，而不加以注意，此事物仍然繼續存在。理論更告訴我們，單獨的一個人及全人類，並加上由吾人感覺而了解的全世界，不過此浩大的自然中一極小的片段而已。自然的定律是怎樣也不受人類腦力的影響的。這即是說，在地球上有任何生命以前，這些定律早已經存在着，並且在最後一個物理學家死了很久以後，也還是繼續的存在着。

完全由於這些理由，並不是任論理上的強辯，我們被強迫着不得不承認隱在感覺世界之後，還有另一個實在的世界存在着。此世界並不依賴着我們，牠自有牠的存在，且牠祇能以感覺的世界為媒介而間接地被察覺出來，且須用某些符號我們的感覺才允許我們對牠有所了解。這好比我們被強迫而玄思某一事物一樣，我們是經過一層眼鏡看牠發生了興趣，但眼鏡的光學性質我們似乎是完全不明瞭一樣的。

如果讀者對此議論感覺困難，並且覺得他自己對此實在世界之觀念不能接受，因為牠同時簡直被說成是超乎我們的感覺之外而存在的，那麼，我可以在一個物理學理論在各方面的完成

上，及這樣一個理論的造成當中，指出一個極大的區分來。在前一個地位，此理論須受精密的分析，然後吾人應用於感覺世界之觀念之足以爲此理論的陳述，乃被證明爲可能；在後一地位，吾人從一大部分立的測量而發展出一個理論。第二個問題是比較上很困難的，且物理學的歷史告訴我們，牠的解決是根據於獨立於吾人感覺外之實在世界而完成，並且牠將來也一定繼續是這樣，似乎是有理可言的。

但除感覺世界及實在世界之外，還有第三一個世界，牠必須小心地始能與其他兩個世界分辨出來——這卽是物理學的世界。牠同其他那兩個世界不同，因爲牠是由某一部分的人類所思量出來的一種假設。因爲牠是這樣，所以牠是受着變遷及一種進化的。所以，物理學世界之含義，依着牠是與實在的世界有關，或者感覺的世界有關，可以分爲二條說明。在第一方面，問題卽是儘可能以了解實在的世界；在第二方面，卽是用極單簡之可能名詞以說明感覺的世界。在此兩種陳述中任一個並不比其他的一個應佔特優的地位，因爲單獨的每一個都是不完全而且不滿足的。在一方面言，實在的世界是不能直接了解的；而在另一方面言，對於這一個問題就無一定容覆的可

能：——在許多給定不相干的感覺的繪述中，那一個是最簡單的呢？在兩種繪述當中，有一個有時被視為比較複雜一點，但稍後却又發覺牠是二者中較簡單的一個，這種事情在物理學史中是常碰見的。

重要之點卽是此兩種陳述方法，在實際應用上，是互相幫助，而不是互相衝突的。第一種陳述乃爲研究者之玄思冥索所必不可少的幫助，因爲牠能給與研究者使其工作成熟的觀念；第二種陳述則供給這些事實上的穩固基礎。在實際上說，個人的偏嗜玄想或實證的觀念，在各個物理學家的研究上是很有影響的。但除了玄想家及實驗家面外，還有第三一類學者，他們是用物理學的眼光來研究世界。他們與前二類的不同，在於他們所發生興趣的，不獨是物理世界與實在世界及物理世界與感覺世界間之關係，特別是對物理世界內部之充實及論理的結構更發生興趣。此種人最重視公理，其活動在需要及實用上均與其他兩類人的相等。但同時他們都有易流入專門的危險，此專門的危險，依他們當中的情形看來，除了會引到一種無益的拘泥形式主義面外，是不能得到物理世界的更完滿了解的。因與實在的接觸一失，則物理學的定律將不成爲許多單獨決

定的量當中的一種關係，不過變成從此量可以推出彼量的定義而已。此方法之具有一種特別引誘力，乃由於一種事實而來，即物理量能用方程式定明，遠比用測量爲精密。但同時此方法可算爲將量的真正意義全遺失了。這也是必須記得的，保留同一的名稱以表示一變遷的意思，是容易發生混亂及誤會的。

從此我們知道，各物理學家在經營起一個物理世界的系統見解當中，在工作上各有不同的方向及立場。但他們所有的努力目的是一樣的，即是在建立起一條定律把感覺世界及實在世界中的事件（Event）互相聯結起來。自然，此種不同的趨勢在歷史的各階段上交互佔着優越的地位。當物理世界顯現出安定狀態的時候，如前世紀之後五十年，玄想的見解趨佔優勢，並且還相信實在世界的完全了解似乎是有相當的接近了。反之，在變化及不安定如現在的時候，實驗主義佔着上風，因爲在這樣的時期內，審慎的學者均趨於如何以求得真實安全的保障，而這保障剛好從感覺世界的事件中可以尋了出來。

我們現在如果對於物理世界的見解在歷史的過程上所取各種不同的形式，加以觀察，並且

對於表明出此等變化的特點加以注意，有二件事實特別激起我們的注意。第一，所有物理世界各種見解的變遷，如果整個的看起來，總是不和諧的。這即是說，我們發現一個明顯的進化路途，向着一定方向時時都造成有多少的進步；要把這進步表明出來，我們最好說牠增加了感覺世界的內容，牠使得我們的知識更深進，在知識上更有確定的把握。關於此事最顯明的例子，可以從物理學的實際應用尋出。就是極堅決的懷疑者，也不能否認，我們現在比古時的人看得遠，聽得遠，且能駕馭大的動力及速度。而此進步即是永遠繼續着的一個知識的增進，此增進的知識之不會有錯誤及將來被遺棄的危險，這自然也是真確的。

第二，這是一件很奇異的事實，物理學的世界理想的向着簡單及進步的方面漸漸推進，每每都從一種奇遇似的觀察——即感覺世界中的某些事件——而生。不過此物理學世界之構造同時又總是一步一步地遠離開感覺的世界而去，遂從而失却以前人類的薰染。更進一步地說，物理的感覺已經由進步而消失了。比如在物理光學中，現在人類的眼睛不再佔有地位。所以物理世界已經漸漸變成一個抽象的了；純粹形式的數學活動佔了增長不已的重要地位，同時用量的區分

來說明性的區分的一種趨向已漸漸深刻化。

現在我們早已指示明白，世界的物理見解無時不在改善着，並無時不與感覺的世界有關係。如果把這事實加入到上面剛說過的一段話內面去，所得的結果就非常可驚異了；初看來牠簡直似乎是完全矛盾極了。依我的意見，此矛盾之處祇有一種方法可以解釋。此解釋即是說，物理的世界見解當牠一完成之後，立刻就離開感覺的世界而去；此等步驟即是等於與實在的世界接近。我沒有理論的證據，作此見解的基礎；純粹的合理方法是不能指明實在世界的存在的；而且不能用論理方法反駁牠的存在。最後的判斷還是建立在一個普通的常識上面，最有效果的世界見解就是最好的世界見解，這條舊的格言還是依舊的真。物理學就會要在其他的許多科學中立在一個受攻擊的地位了，如果牠連這條規律也不承認，這條規律說最廣及而且最有價值的研究結果，祇能依着一條路求得，這條路所引到的目的，是不能從理論上得到的。這目的就是了解真正的實在。

(二) 相對論對於宇宙見解的新貢獻

物理學的世界見解，在過去二十年內，發生了些什麼變化呢？我們知道，在此時期內所發生的變化，實在可以算作在科學的進化過程中所曾經興起最精深的變化的最精深的了。我們並且知道，這變化的進行現在尚還沒有終了。但這似乎是很明顯的事情，此新世界之結構的某些特徵形式，現正在這變化的高潮裏開始結晶。如果祇爲着提醒某一些形式起見，把這些形式繪述一下，這實在是值得一試的。

如果我們把新的理論同舊的理論比較一下，我們就會看見，從量的特性推出性的特性的方法大有進步。比如，所有各種不同的化學現象，現在都用數字的關係及空間的關係說明。依照近世的見解，世間不能有兩種以上最基本的物質存在，即正電及負電。此兩種基本物質的每一種均爲一些細微的質點所構成，性質雖然相似但帶有性質上相反的電荷；正電質點叫做陽電子（Protons），負電質點叫做陰電子（Electrons）。每一個不帶電的化學原子是由一些結合在一塊的陽

電子及相等數目的陰電子所構成，這些陰電子有一些很堅實地與陽電子固定在一起作成了原子核 (Nucleus)，其餘的電子就把這原子核環繞着。

所以，氫原子，牠是所有原子中的最小者，祇有一個陽電子作原子核，及一個陰電子把這核環繞着。但最大的原子鈾 (Uranium)，却有 238 個陽電子及 238 個陰電子；但是祇有 92 個陰電子環繞着原子核，其餘都固定在核內面。在此兩原子中間的，還有其他許多結構的樣子不同的元素。一原素的化學性質，不靠陽電子及陰電子的總數目，祇靠環繞着的電子數目而決定，這數目即是原素的原子序數 (Atomic number)。

除此重要進步之外，這不過僅僅是許多百年以前早已發生的一個觀念的成功應用罷了。還有兩個全新的觀念，使得近世對於世界的見解完全異於往昔，這即是相對論與量子論。特別把新的物理世界標明出來的，也就是這兩個觀念。牠們出現於科學界中剛好同時，這事情不過是一種巧遇；牠們的內容，也如同牠們對世界的物理見解所發生的効用一樣，是完全不同的。

相對論，原先似乎是在習俗的時空觀念內，引入了一些含混；最後還是證明牠不過是舊物理

學的構造的完成與深造而已。將特殊相對論的實在結果用單獨的一句話來表出，即可以說，牠把時間及空間融合成了一個不可分開的觀念。自然，這並不是說時間同空間在性質上簡直是相似的；牠們的關係與實數及虛數一樣，牠們的連結體與實數及虛數連結成的複素數（Complex number）一樣。從這一點看來，愛因斯坦在物理上的工作與高斯（Gauss）在數學上的工作有密切的相似。把這比較更推進一步，我們可以說，在物理學中從特殊相對論轉變到普通相對論，就如同在數學中從特別函數論轉變到普通函數論一樣。

有幾個對照簡直完全正確，連一點例外都沒有。同時，這比較的工作還能使我們特別明瞭相對論所引入於物理學中的世界見解，實為求接近和諧與完善最重要步驟的一步。這我們可以在相對論的結果上看出來，特別是在動量與能的融合，質量觀念與能觀念的合一，慣性質量及引力質量的同一，及化引力定律為李曼（Riemann）的幾何學。

這些主要的綱要雖然是這樣單簡，但所含的新知識却太大了。這些序述過的新觀念，可以應用到無論任何大小的自然事件上去，從放送出波動及微粒的放射性原子，以至於天體的運動，這

些天體離開我們幾百萬光年的遠。

相對論最後的一句話，現在大約還保留着，還沒有被說出來。奇異的事情現在還在等候着我們，特別是當我們想及電力學及力學的合併問題，還沒有一定解決的時候。還有相對論對於有秩序的宇宙的意義（Cosmological implication），現在還不完全明瞭。主要的理由就是凡事都與這樣一個問題有關係，宇宙物質的密度是否有一定，但這問題現在還沒答案。但無論這問題將來在實際上得着一種什麼解答，相對論已經把舊的物理學發展到一個完滿的最高程度，並且把舊的物理世界觀念修補得十分圓滿，這事實是什麼也不能更改的了。

不必再費時間來專談相對論，這或許就是一個充分的理由；我還可以指出能適合一般讀者的需要，為此理論而寫的許多論文來。

(三) 量子論對於實在世界的描繪

以前我們所描繪的世界觀念，似乎是很合式的；但這情形後來却給量子論突然的顛覆了。此我還想試用一句話把表明此假設的觀念繪述出來。我們可以說，量子論的精神實實在在就是引入了一個新的普遍常數 (Universal constant)，即基本作用元量 (Elementary quantum of action)，在以前看來，這個常數是這樣的，牠像一個從實在世界而來的神祕使者一樣，在新的測量中處處都可以遇見，並且時時都為牠保存着地位。但是牠又似乎是與物理學沿傳下來的宇宙見解不能相容，牠實際簡直把舊見解的組織破壞了。

曾經過一些時候，舊物理學的崩潰，看起來似乎是並非不可能的事；但漸漸地却又發現，像一般相信科學的進步是穩定的人所深盼望着的一樣，量子論的引入並不能引起物理學的破壞，不過是一些更深進的改良而已。經此之後，此整個的科學遂成為更加普遍。因為，如果作用元量被視作無限地小，量子論即可以從舊物理學中浮現出來。實在的，舊物理學的建立基礎證明不獨不搖