

從電磁波到波爾模型的重點提示

蔡蘊明(2015/2/25)

有關引入量子力學的前置背景介紹，我在課堂上從馬克士威(Maxwell)的電磁波理論談到了波爾(Bohr)的氫原子模型，為了保持一個普通化學的水準，儘量避開了複雜的數學而企圖用定性的方式來說明，恐怕使得一些抽象議題在不易理解的同時，亦模糊了應該注意的重點，因此特為文提醒各位應該注意的概念。

我們從馬克士威的電磁波理論談起，除了敬佩他整合光、電、磁的功力之外，真正的重點在於他的理論使得如赫茲(Hertz)為首的實驗科學家開始具有能力製造(generate)出以及探測(detect)各種電磁波來研究，因而取得的知識應該為普郎克(Planck)在研究黑體輻射時提供了一些理論背景。

黑體輻射的理論模型很抽象，沒有搭配數學，不容易說清楚。但簡言之，古典物理將每一個頻率的電磁波視為一個振盪子(oscillator)，基於均分原則(equipartition principle)所計算出來的分布曲線與實驗結果在短波長的區域有極大的歧異；普郎克從熱力統計的角度出發，發現若限制每一個振盪子只能具有某些限定的能量($E = nh\nu$)，利用統計的概念就可以成功的模擬出實驗取得的曲線。這裡需要的數學超出本課程的程度，其實也不需要詳述，該掌握的重點在於古典力學對於能量的吸收和釋放是連續性的概念，但普郎克在二十世紀的開頭，提出了一種革新的量化概念，也就是對光的能量而言它的吸收和釋放必須假設是有限制的。

即便普郎克的量化概念是為了去湊和黑體輻射的實驗曲線，但我相信應該對愛因斯坦有相當的啟發而導致提出光子的理論，從光的粒子性反回來看普郎克的假設或許就有原來如此的感覺了。光子的想法亦可解釋光電效應中門檻的存在，因為愛因斯坦主張若光子的能量不夠大而無法將金屬的電子踢出，就不會被電子吸收；對比於古典力學對能量的想法，能量不夠那就一直給，等電子吸夠了能量就可以脫離束縛了。這裡的重點再一度的是量化和連續性的差異。

德布羅意(de Broglie)所提出的物質波理論應該很容易了解，其重點在課堂上很清楚的指出過，容我再提醒各位，該理論給我們的暗示在於可將原子內電子的行為用波動來處理。

最後在引入量子力學之前提到了波爾的氫原子模型，乃是基於電子的粒子性，模擬不帶電的天體之運行而得，但重點在於必須提出一個角動量被量化的假設，然後就可成功的模擬出氫原子的線光譜。雖然波爾的模型終究是失敗的，然而所提出的量化概念才是其重要的影響。

總結而言，上述的說明是希望各位能掌握各個理論真正的精神和影響。我在這頭兩堂課所做的說明，目的在簡介前人解決幾個科學上的重要謎團時，引出了哪一些革新理論和量化概念，接著就要看看量子力學如何的誕生了，細節的數學處理就留給未來的專業課程吧。