

光的二象性

廖偉呈、湯景雯

光是粒子還是波動？自古以來物理學家們總在爭論光的性質，連耳熟能詳的牛頓當在時也和虎克、惠更斯爭論。

而這樣的對立直到近代物理開始發展量子力學，經由楊氏的雙狹縫實驗、赫茲最出的光電效應實驗，和之後愛因斯坦的解釋下，才有比較完整的結論。

楊氏的雙狹縫：楊格藉由實驗發現，當光通過狹縫後，在遠端的屏幕上出現了亮暗相間的紋路，這樣的結果顯示了當初波動派惠更斯所提出的波的繞射原理跟相位疊加原理是可以用來解釋這種現象的，得知光具有波動性。

雙縫實驗所需的基本儀器設置很簡單，照射相干光束於一塊內部刻出兩條狹縫的不透明擋板。在擋板的後面，擺設了照相底片或某種偵測屏，用來紀錄通過狹縫的光波的數據。從這些數據，可以了解光束的物理性質。光束的波動性質使得通過兩條狹縫的光束互相干涉，造成了顯示於偵測屏的明亮條紋和黑暗條紋，這就是雙縫實驗著名的干涉圖案。

1887年，德國物理學者赫茲發現，照射紫外線於金屬電極可以幫助產生電火花。1905年，愛因斯坦發表論文對於光電效應實驗數據給出解釋，他主張這是光能量負載於離散量子包的結果。這突破性理論是量子力學建成的重要因素。

光電效應：當有特定頻率的光照到金屬表面時會有電子產生。愛因斯坦對此提出了光電方程式 $h\nu = W + Ek$ ，當光的頻率 ν 超過金屬的極限頻率時，光電子就會產生，反之若光的頻率沒有達到極限頻率，那不管光照多久都不會有光電子。

其中功函數 W 所代表的意思類似電子的游離能或束縛能，也就是光必須克服這道『牆』才可以令光電子被產生。

對於此結果，波動性沒有辦法解釋，愛因斯坦這時提出了光子的概念，其實光束是由微小的光粒子所組成的光子團，指出粒子性可以解釋光電效應。

由上面的實驗可以知道，光具有了波動、粒子的二象性，這也讓後來的德布羅伊提出了物質波的概念，並不是只有光有二象性，而是所有的物質不是只有粒子性，也會顯示出波動性，這對量子力學有很大的貢獻。

物理學中，物質波（即德布羅意波）係指所有有質量的物質，皆會表現出波動的特性，波長和動量成反比；頻率和物質所具有的總能量成正比。（註：動量原為質量與速度的乘積，即 $P = MV$ ；對此可以想像成物體運動劇烈的程度；當質量越大或是速度越快時，其運動程度越劇烈，動量越大。）