

實驗三 光電效應

(Heinrich Hertz ; 1886)

一、 目的

1. 研習 Photoelectric Effect 現象。
2. 繪圖並計算出蒲朗克常數。

二、 原理

本實驗所用的光電管內部是以半圓柱之金屬表面鍍上鉀以作為陰極，而陽極則位於半圓柱之圓心位置。如果頻率 f 的光子撞擊光電管之陰極，電子獲得足夠能量，即可由陰極離開。而此光電子數目的多少和入射光的強度成正比，且各光電子的初動能和光強無關，僅和其頻率成正比。若在陽極與陰極之間有一反向電位差 U ，則離開陰極的電子必須以其動能克服此電位差才能到達陽極產生光電流。而電子動能的大小由入射光之頻率決定。

$$hf - A = \frac{m}{2}v^2$$

其中

A ：電子脫離金屬表面所需能量又稱功函數(work function)

m ：電子質量

v ：電子運動速度

只有電子的動能大於或相當於所需之電場能量時，才可到達陽極

$$eU = \frac{m}{2}v^2$$

因考慮陰陽極表面材質和陰極不同，吾人必須在上式左邊加上 contact potential ϕ

$$eU + \phi = \frac{m}{2}v^2$$

假設 A, ϕ 與 f 無關，則 U, f 有一關係，即

$$U = -\frac{A + \phi}{e} + \frac{h}{e}f$$

故於 U, f 關係圖中求出斜率 $\frac{h}{e}$ 即可得 h

$$h = 6.7 \times 10^{-34} J \cdot s$$

此和實際的蒲朗克常數之標準差為

$$S_n = 0.3 \times 10^{-34} J \cdot s$$

三、 實驗儀器

A. 舊光電效應儀器

光電管 (photocell)

光源組 (內有高壓汞蒸汽燈)

實驗用金屬座

光源組電源供應器 (220V)

訊號放大器 (220V)

濾光片 (包括 366 nm、405 nm、436 nm、546 nm、578 nm)

伏特計 (0.3~300 VDC, 10~300 VAC)

B. 新光電效應儀器

光電管 (photocell)

光源組 (內有高壓汞蒸汽燈)

光台座

光源組電源供應器(110V)

訊號放大器(110V)

濾光片 (包括 405 nm、436 nm、546 nm、578 nm)

伏特計

電容=100 pF

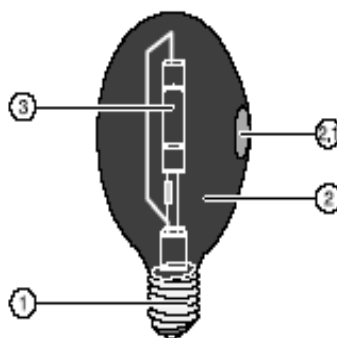
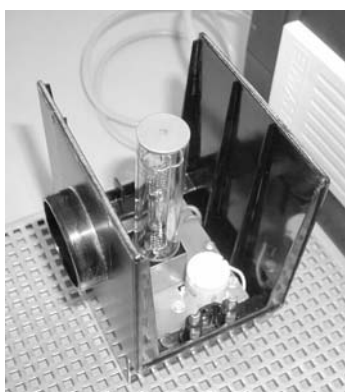
快門

焦距=100 mm 透鏡

濾光片架

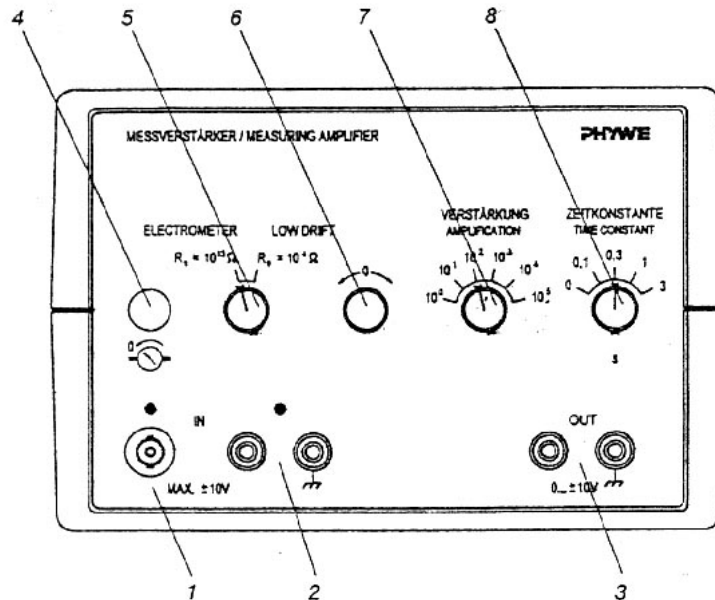
【儀器使用說明】

A. 光源組說明：



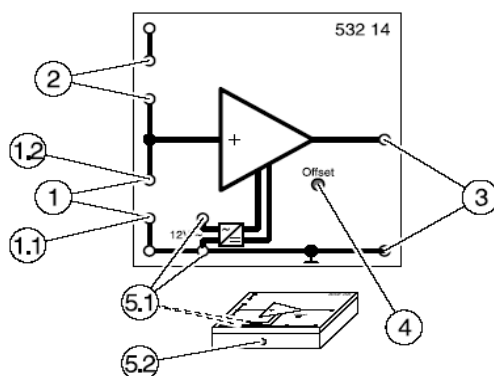
光源組之內部為一高壓汞蒸氣燈及一個啟動器，其工作原理和日光燈類似。高壓汞蒸氣燈在可見光的頻率範圍內有366 nm、405 nm、436 nm、546 nm、578 nm的亮線可供實驗。吾人可利用簡單的光譜儀間接觀測其在白紙上的光譜。（注意：勿直視光源，因其具有強烈的紫外光）

B. 測量訊號放大器(Universal measurement amplifier)說明：



- (1) BNC 接頭 (選擇使用 Electrometer 模式時之輸入端)
- (2) 雙 4 mm 接頭 (選擇使用 Low Drift 模式時之輸入端)
- (3) Output：外接伏特計或記錄器，輸出阻抗 $R_a \leq 0.5 \text{ k}\Omega$ 。
- (4) 歸零(去電荷)鍵(Electrometer 模式下有效)
- (5) 使用模式選擇鍵
 Electrometer (high R) $R_i \geq 10^{13} \Omega$
 Low Drift (small signal) $R_i = 10^{11} \Omega$
- (6) 歸零鍵 (使輸入端為 0 volt 時，輸出可調整為 0)
- (7) 放大倍率選擇鈕 $V = 0^0; 10^1; 10^2; 10^3; 10^4; 10^5$
- (8) 低通濾波裝置選擇鈕 (low-pass filter time Constant), $\tau = 0; 0.1 \text{ s}; 0.3 \text{ s}; 1 \text{ s}; 3 \text{ s}$ 。可將兩種模式之下的高頻噪音或外界干涉訊號利用所選擇的時間(τ)來平均掉。

C. 訊號放大器說明：



- (1) 高阻抗放大器輸入端。
- (2) 輔助儀器輸入端。
- (3) 低阻抗放大器輸出端：此端連接伏特計。
- (4) 電壓抵消按鈕。
- (5) 12 V 電壓連結孔。
 - (5.1) 交流/直流交換孔。
 - (5.2) 電源孔。

四、 注意事項

1. 濾光片昂貴，請小心取用，並不要觸及濾光片鏡面。濾光片上標示之波長為僅容通過之光線波長。
2. 放大倍率選擇不當會導致放大器只輸出內建之最大輸出限制 14.5 V，而得不到正確讀數。此時應嘗試縮小放大倍率。

五、 實驗結果

1. 求出實驗值與理論值誤差，並討論造成誤差可能原因。
2. 試探討此實驗光電管(photocell)之工作原理中考慮contact potential之必要性。