

光干涉儀

(型號：DAK)

光干涉儀，提供學生來量測不同的繞射和干涉條紋其強度是位置函數。該儀器包含紅光繞射雷射、繞射狹縫系統、和線性位置和高靈敏光感應器的組合。另需的配件為動力學軌道組合和光學平台（軌道），這也可以當作威尼爾動力學系統(VDS)的一部分使用，為繞射元件連接軌道。

線性位置和高靈敏度光感應器組合，有光感應器的類比輸出，和位置感應器的數位輸出。這些感應器連接至介面，如 LabQuest 2、LabQuest、LabQuestMini、或 LabPro。該圖形可以記錄在

Logger Pro¹軟體中。與 LabQuest 2 或 LabQuest²使用時，繞射圖樣可以在介面上直接記錄。可以選擇綠色繞射雷射光（GDL-DAK），不包含在基本光干涉儀設備內，可提供光繞射和干涉條紋中，光源波長影響的研究。



用這些設備，學生可以進行探討彼此之間的關係，如下：

- 狹縫寬度和圖形間距。
- 雙狹縫分開距離和圖形間距
- 單狹縫繞射中，強度是位置的函數
- 雙狹縫干涉中，強度是位置的函數
- 所有圖形中，光源的波長的影響

光干涉儀元件

- 紅色繞射雷射光（635 nm）
- 繞射狹縫系統，與各種單狹縫，雙狹縫，可變狹縫，和比較狹縫
- 線性位置和高靈敏度光感應器的組合
- 雷射³使用的供應電源

雷射光安全事項

- 此為雷射2級產品。
- 請勿直視雷射光束或其反射光束。
- 最大輸出功率為小於1 mW。

2級雷射光，若限制在短時間內眨眼反射，一般來說被認為是安全的。大多數雷射都是這個級數。但是任何的雷射光，不管功率多低，眼睛都應該避免與通過的雷射光束直視。

¹ 需要 LabPro 3.8.5 版本或更新版本

² 需要 LabQuest App 1.6 版本或更新版本

³ 電源供應器可與 LabQuest 互換使用

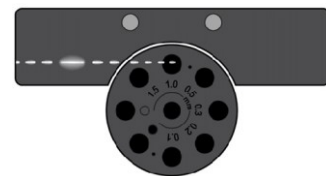
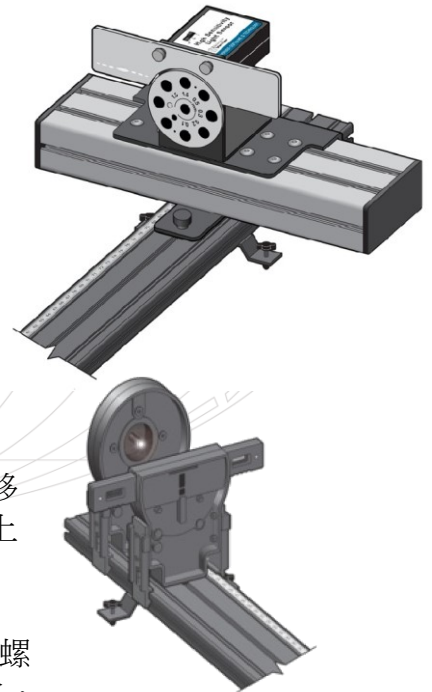
這個感應器已配備支持自動識別的電路。當使用 LabQuest、LabPro、Go!Link、SensorDAQ、EasyLink 或 CBL 2 時，數據擷取軟體會識別感應器，然後用已定義好的參數來設定配合辨識的感應器的實驗。

光干涉儀器組裝

雷射光和狹縫置於軌道的一端，而另一端有光感應器和線性位移感應器的組合。分開的距離，是讓干涉圖形有充分間距，可容易量測光譜條紋的間距。

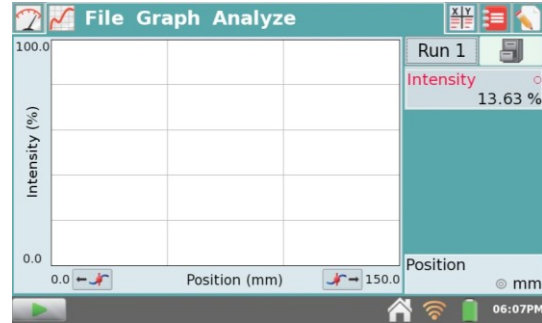


1. 將動力學軌道放置在水平面上。
軌道使用可調整腳架很方便，但要選擇合適的。
2. 附加的線性位移和高靈敏度光感應器的組合在軌道上，且光感應器朝下放置軌道長的一面。可以很方便地放置位移感應器在約標記110 cm的前緣。在感應器基座的儀表中心點支撐在軌道凹槽的中心上。如果方型 $\frac{1}{4}$ -20螺母無法通過插入凹槽時，取出並僅插入螺母，然後使用提供的螺栓和螺母將感應器基座連接至軌道，滑動光感應器接近至位置感應器的中心點。
3. 設置入口的光感應器，以0.3毫米的距離設置孔徑盤，並將高靈敏度光感應器設定到中間、功率 $10\ \mu\text{W}$ 的位置。
4. 將狹縫裝配到軌道上，將標籤和銀色反光的一面背對線性位移和高靈敏度光感應器的組合。一個典型的起始位置是在軌道上標記20厘米處。選擇0.04/0.25毫米的雙狹縫。
5. 將紅色繞射雷射光架在軌道上，並且面對狹縫組裝。
一般的起始位置是標記在5厘米處。如前所述，如果方型 $\frac{1}{4}$ -20螺母無法通過插入凹槽時，取出並僅插入螺母，然後連接雷射光，推動螺栓進入到螺母內。
6. 將雷射和電源供應器接上。
7. 雷射背面上的搖桿開關，在下緣被壓下時，開啟雷射。射入雷射光，並確認看到紅光撞擊狹縫裝置。
8. 使用雷射背面的兩個螺絲，調整水平和垂直方向，使光束通過雙狹縫，並落在前方面板上的光感應器。
大約在光感應器入口光圈中心處上方會顯現繞射圖形。



數據擷取概述和軟體安裝

Logger Pro 和 LabQuest App 軟體，兩者皆可檢測線性位移和高靈敏度光感應器組合的存在，並設定適當的數據採集。圖表為預設的強度VS.位置圖。



關於線性位移感應器

線性位移感應器於光電編碼器中，與威尼爾旋轉運動感應器（RMV-BTD）為類似的感應器。當位移感應器是左右手移動，在光感應器上出現交替的黑色條紋和清晰的條紋。事件的計數可作為一個位置讀數，解析度為 40 微米左右。基本上是沒有什麼間隙，因此系統本身只有一個運動的部份。

當啟動軟體，或選擇「檔案」|「新」時，Logger Pro 和 LabQuest App 將位置讀數設定為零。將位移感應器移動到最右邊的邊緣，同時看著光感應器光圈板時，位移感應器重新歸零。

- 在LabQuest App儀表的螢幕上，請點選位置儀表，並選擇零。
- 在Logger Pro上，點選工具欄上的零按鈕，接著選擇位移感應器，並按下「確定」。

注意：威尼爾的產品僅為教育用途而設計的產品。我們的產品設計，沒有為任何工業上，醫療上，或商業行為中，諸如維持生命，病人的診斷，製造過程的控制等，或任何形式的工業試驗等的設計或推薦使用。

關於高靈敏度光感應器

高靈敏度光感應器含一光圈板，板上有 0.1、0.2、0.3、0.5、1.0、1.5 mm 寬的入口狹縫，以及全部打開、或全部關閉光圈。這些狹縫被用來限制感應器在水平方向的接收，以優化整個系統的空間分辨率。狹縫的選擇是光量和空間分辨率之間的權衡。較寬的狹縫會形成較寬較模糊的圖形，而明亮、清晰的圖形則需要較狹窄的狹縫。0.5 毫米的狹縫是一個很好的開始。如果依收集數據的功能，從 0.5 毫米寬的狹縫依序可以嘗試更窄的狹縫。或者，如果想要看到圖形條紋的變化，可試著用更窄的狹縫來採集數據。通常調整干涉條紋時，狹縫變窄，條紋數會增加，但條紋強度會降低。

光感應器本身有三個範圍。可以作為刻度讀數的選擇，大致上是 1、10、100 μW 。光感應器適用於整個可見光波長範圍。然而，在每個滿刻度的百分比範圍，或 0 到 100% 絕對校正和這些實驗是無關的。當感應器在黑暗中，讀取到 10 和 20% 之間，此為正常的現象。或者，光感應器可以被歸零。要做到這一點，請旋轉光圈板的空白（黑圈）的位置，以阻止所有從感應器來的光。

- 在LabQuest App儀表上，請點選的光的儀表，並選擇零。
- 在Logger Pro上，點選工具欄上的零按鈕，接著選擇光感應器，並按下「確定」。

光感應器的設計為不可從線性位移感應器上被移除。

狹縫裝置

狹縫是由金屬玻璃薄膜組成，所以可以顯示非常清晰乾淨的繞射和干涉圖形。

提供的狹縫

單狹縫：寬度 0.02、0.04、0.08、0.16 毫米

雙狹縫：寬度/間距 0.04/0.25、0.04/ 0.5、0.08/ 0.25、0.08/ 0.5 毫米

可變狹縫：單狹縫寬度 0.02 - 0.2 毫米

雙狹縫：寬度 0.04 毫米，可變間距 0.125 - 0.75 毫米

多狹縫：寬度 0.04 毫米，間距 0.25 毫米：2、3、4、5 個狹縫

比較：4 對單/雙狹縫：0.04 毫米的單狹縫+0.04/0.25 毫米

雙狹縫、加倍雙狹縫：0.04/0.25+0.04/0.50，加倍雙狹縫 0.04/0.25+0.08/0.25

雙狹縫 0.04/0.25+三重狹縫，0.04/0.25

其他形狀：狹縫和線比較為 0.08 毫米的狹縫和清晰的背景不透明線 / 0.20 毫米和 0.40 毫米的圓孔

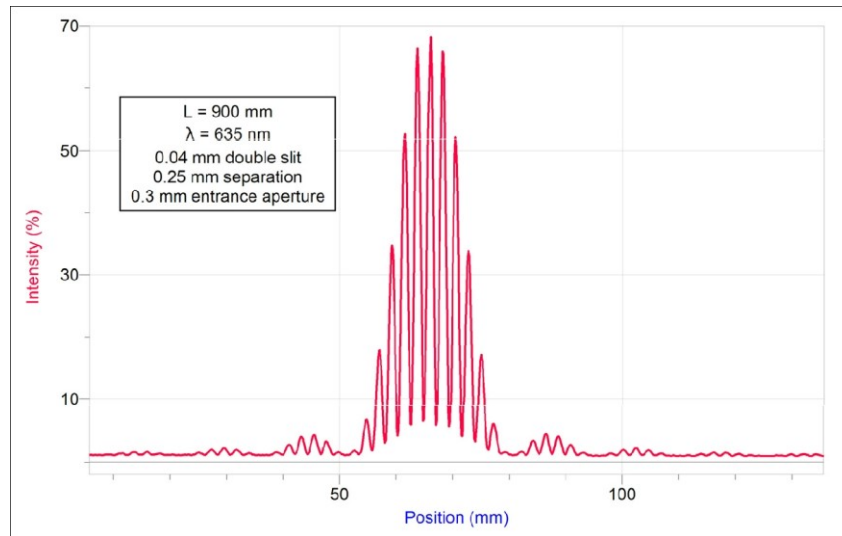
狹縫的應用

- 單狹縫、雙狹縫、和多縫圖形，可用於設計量化實驗。
- 由定性觀點而言，可變狹縫投射垂直圖形，顯示於白色面上。選擇使用威尼爾光學擴充套件（訂貨代碼：OEK），或可分開使用作為更換零件（訂貨代碼：SCRN-OEK），其內均含一屏幕。
- 調整雷射光向上和向下可用於比較狹縫，在視覺上和定性上比較圖形；若光束無法完全水平，則光感應器無法取得圖形。
- 狹縫和線的比較目的是用於定性觀察單縫和一個單一的不透明線之間的相似圖案。
- 從定性觀點來看，圓孔可用於從一個圓洞形成繞射圖形，相較於線的繞射圖形。

使用光干涉儀採集基本數據

- 組裝光干涉儀，如上所述。
- 由光感應器的方向觀看，將位移感應器移動到最右邊。
- 將感應器連接至介面，並啟動數據採集軟體。
- 開始數據採集。
- 握住位移感應器，將整個光感應器緩慢而平穩地在軌道平台上前進。這個平緩的移動，需要30秒左右。如果移動太快，光感應器將不會有足夠時間，反應出強度圖形的變化。進行測試後立刻儲存資料，並進行下一組測試。新的測試，會置於第一組的頂端⁴。

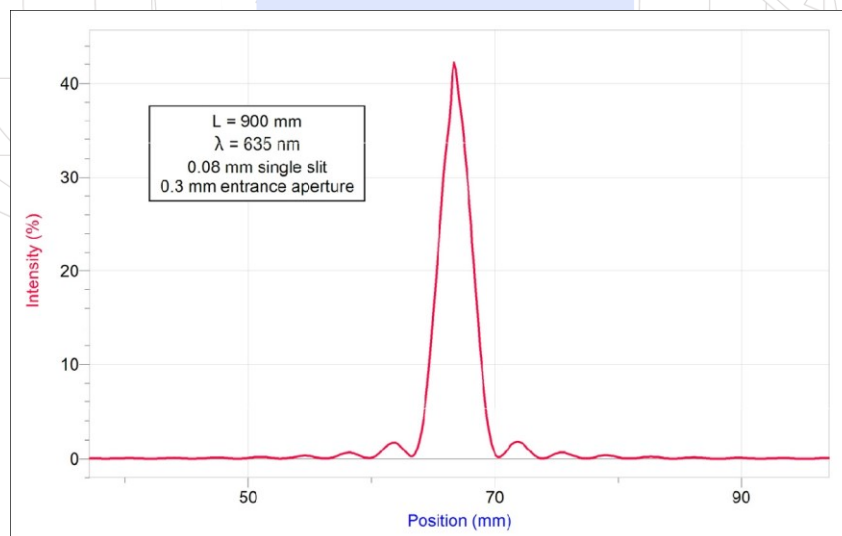
⁴ 只有在 LabPro 中，若光感應器在數據採集的運行之間，零的位置飄移，則可重新歸零感應器。



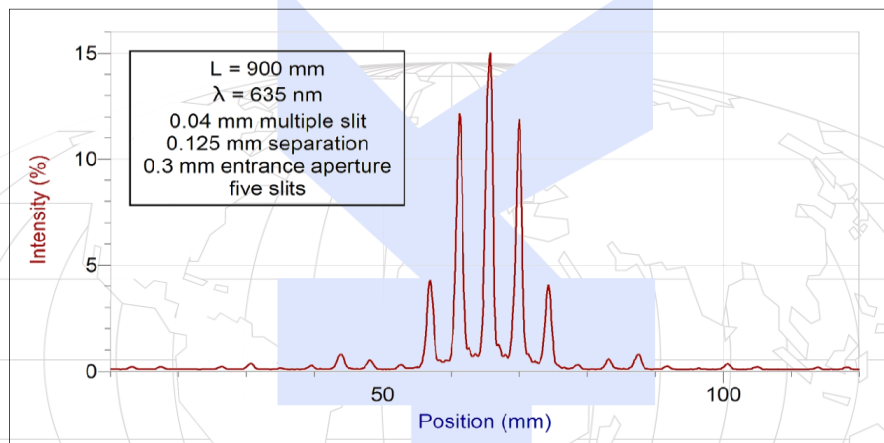
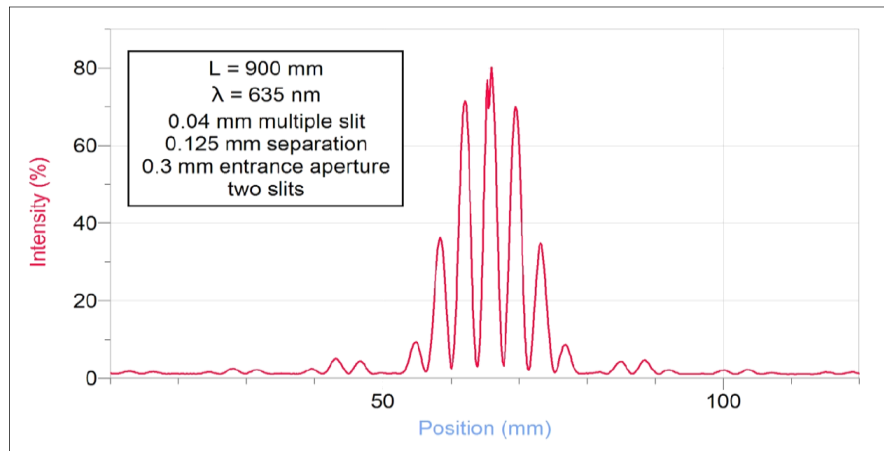
雙狹縫繞射範例圖示(0.04/0.25mm 雙狹縫)

光干涉儀的常見實驗

光干涉儀備有各種不同的狹縫，提供給許多實驗使用。在大多數情況下，每個實驗都可以做兩種深度的量測：暗紋的間距或是光帶的量測，並比較計算結果，或是圖形的定量形狀，亦可以與計算結果比較。



單狹縫干涉範例圖示(0.08 mm 單狹縫)



多狹縫繞射範例圖示
(寬度 0.04 毫米，間距 0.25 毫米，2 和 5 個多狹縫)

其餘的狹縫用於以肉眼觀察之用，不一定需要以光感應器和位移感應器量測。

狹縫組件包括：一個可變寬度的單狹縫，和可以改變狹縫之間距離的雙狹縫。為了證明可以平穩改變任何變量的功用，開始先將雷射光打到大約在圖形中間的位置。然後，將狹縫裝配向左或向右滑動。

理論的比較⁵

光干涉儀的實驗，一般是作為圖形強度分佈的一個完整模型，或是簡單找到亮紋和暗紋的位置。這裡所提供的基本模式為下。

強度分佈

雙狹縫干涉強度是狹縫偏角的函數，兩個狹縫間的寬度為 a ，到屏幕距離為 d

⁵ 從基礎物理第九版，Halliday and Resnick, Wiley, 2011 改編

$$I(\theta) = I_m (\cos^2 \beta) \left(\frac{\sin \alpha}{\alpha} \right)^2$$

此處

$$\beta = \frac{\pi d}{\lambda} \sin \theta \text{ and } \alpha = \frac{\pi a}{\lambda} \sin \theta$$

I_m 是最大強度，亦是整體尺度的因素。 λ 是光的波長。單狹縫繞射的狹縫寬度為 a

$$I(\theta) = I_m \left(\frac{\sin \alpha}{\alpha} \right)^2$$

光干涉儀數據進行比較，需要利用近似的小角度。從狹縫沿軌跡至屏幕（或入口光圈）的距離為 L ，沿垂直線從狹縫沿軌到的一個位置為 y ，則

$$\sin \theta = \frac{y}{L}, \text{ so } \theta \sim \frac{y}{L}$$

由於 $y \ll L$ ， y 軸的原點位置，實際上會有些許不同，此差異由雷射光定向如何來決定。從 y 軸原點位置，位移感應器的零將有很大的差異。

偶爾，從與理論上的差異，可能是來自於從玻璃狹縫的反射。反射可能導致預期光譜的中央峰凹陷、或凸起。凹陷會非常接近中心的圖形，但也有可能會稍微偏移到一邊。這是正常的。

實驗數據與模型來作比較，調整模型的所有量度可以配合實驗數據，加上水平偏移，使實驗數據模型的中心線不會為零。

僅條紋位置

在單狹縫中，暗紋的位置是由

$$a \sin \theta = m\lambda, \text{ where } m = 1, 2, 3 \dots$$

而為雙狹縫時，亮紋的位置則為

$$d \sin \theta = m_2 \lambda, \text{ where } m_2 = 0, 1, 2 \dots$$

簡而言之，單狹縫繞射中，從一條暗紋到下一條暗紋的距離為 $\lambda L/a$ ，而在雙狹縫干涉中，從一條亮紋到下一條亮紋的距離為 $\lambda L/a$ 。

軟體和介面需求

Logger Pro 3 使用計算機程式可配合LabQuest 2、LabQuest、LabQuest Mini和LabPro 3.8.5版本或更新版本使用。

LabQuest App 當LabQuest作為一個獨立的設備使用時，這個程式可配合LabQuest。原LabQuest需要更新為1.6版本。可以免費更新LabQuest。

規格

紅光雷射 波長：635 nm

可選綠光雷射 波長：532 nm

光感應器 尺規範圍：1、10和100 μW

位移感應器範圍：150 mm

位移感應器分辨率：40 μm

與光干涉儀配合使用的其他產品

結合1.2米的動力軌道/光學平台（軌道）

光干涉儀所需使用的光學平台。威尼爾動力系統（VDS）亦包含相同的部分。

綠光繞射雷射（GDL-DAK）

另加購一可選擇的第二種雷射波長的光干涉儀。光波長532 nm。可使用與紅光繞射雷射相同的電源供應。

光學擴充套件更換屏幕（SCRN OEK）

另加購一可選擇的白色屏幕，可定性觀察繞射和干涉條紋，光學擴充套件（OEK）中的一部分為此相同屏幕。

保固

威尼爾公司承諾所有產品沒有設計上的缺陷和製造上的瑕疵。自出售日起，在正常使用下免費保固五年，人為損壞除外，正常消耗品（如 pH 緩衝液、離子電極校正液等）除外。

注意：鑑於維護台灣消費者之權利，台灣總代理廣天國際有限公司僅維護出具貼有廣天國際有限公司保固貼紙之產品，才享有上述之服務。

製造商

威尼爾軟體與技術公司 (Vernier Software & Technology)

13979 S.W. Millikan Way

Beaverton, Oregon 97005-2886

USA

電話：888-837-6437

傳真：503-277-2440

台灣總代理

廣天國際有限公司

地址：台北市信義區基隆路二段 115 號 7 樓之 3

電話：02-23822027

傳真：02-23820206

郵編：100

電郵：support@calculator.com.tw

網站：www.vernier.com.tw

