

2014 年第十一屆國際國中科學奧林匹亞競賽 --實驗測驗(II)

國立臺灣師範大學 科學教育中心

第二部分：糖份濃度的折射計量測定(15 分)

【導言】

折射計量法是測量物體折射率的一種物理方法。因為在給定溫度下特定液體的折射率是常數，它可用以界定該物體、檢驗它的純度、以及測量其濃度。事實上，很多二元混合物的折射率在很寬的範圍內隨它們的濃度線性變化。

食品與釀酒業就利用折射率來測定不同樣本的糖份濃度。從事這種測量的儀器稱作**折射計**。介質的折射率是這介質中的光速的指標，因而當光從一種介質進入另一介質時，光會從原來的光路偏折。這現象即是折射計的原理。

果汁和飲料的折射率跟依賴於可溶固體的濃度，後者的主要成份即是糖份。除糖份外，如有機酸及鹽份等其他可溶固體也會影響測量結果。因而這種測量可量得樣本中的糖份濃度，其準確度約為 0.5%。糖份總濃度可以畢氏度數($^{\circ}\text{Bx}$)表示，其定義為每百克(100 g)溶液中糖份的公克(grams)數目[% w/w]。例如，25 $^{\circ}\text{Bx}$ 的蜜糖在每 100g 蜜糖中含 25 g 的糖份。

這實驗中，我們會以 g/100ml 作為表示糖份濃度的單位。

【實驗-反應物與材料】

ID #	實驗材料	數量	ID #	實驗反應物	數量
12	簡易折射計	1	VII	初始溶液， 62.5 g/100 ml 糖份，100 ml	1
13	鐳射光源	1			
14	漏斗	1	VIII	擠水瓶	1
15	50ml 容積瓶	1	IX	塑膠消毒吸量管	1
16	125ml 塑膠瓶	5	X	糖溶液，未知濃度，50 ml	1
17	25ml 吸量管	1	XI	蜜糖溶液，50ml	1
18	吸管吸液器	1	XII	含酒精飲料樣品，50ml	1
19	馬克筆	1			

【步驟】

安全警示：

切勿以鐳射光線照射自己或別人的眼睛。 僅當校正及測量時才把它打開。

鐳射規格： $< 1\text{mW}$ ，紅色。

A. 按圖 8 組裝折射計的指引。

我們會用這組設備來描出校正曲線以及量出樣品的糖份濃度。所給的簡易折射計已幾乎完全組裝好(ID# 13)，剩下須作的只是鐳射光束的定位。為此需要：

- A.1. 打開鐳射光源(ID# 13)並在主木座上擺動它，直至鐳射光線落在毫米刻度的中心，如圖 8 所示。
- A.2. 以所提供的馬克筆，標示主木座上鐳射光源的正確位置。
- A.3. 剝掉鐳射光源底部的覆蓋膠布。把光源放置在前述的主木座上的標示位置(A.2)並稍為擠壓以黏好。在把鐳射源固定於木座前，請確認你已把鐳射源置於正確的位置。

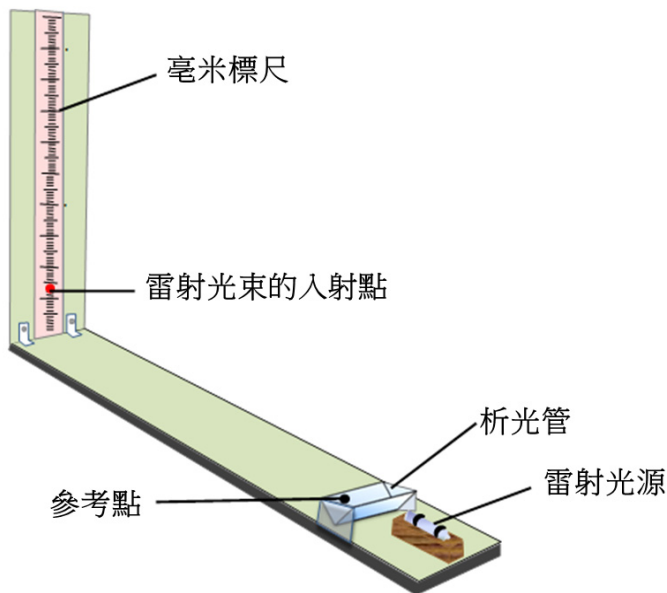


圖 8

B. 得出校正曲線的一般指引：**B.1. 調配校正溶液**

- B.1.1. 從所給的原始糖份溶液(ID# VII)，調製濃度分別為 5、10、15、20 與 25 g/100 ml 的另 5 份溶液。調製步驟是，把一些原液稀釋至最終的 50 ml 的體積。對於所須的 50 ml 最終體積以及 62.5 g/100 ml 的原液的糖份濃度(ID# VII)，計算要得到所用的 5、10、15、20 與 25 g/100 ml 糖溶液所須的原溶液的體積。在答案卷上的表 3.1 上記錄你所算得的數值。[1.2 分]

表 3.1 校正溶液數據的總結

溶液標示	原液濃度[g/100 ml]	原液體積[ml]	最終濃度[g/100 ml]	最終體積 [ml]
A	62.5		5	50
B	62.5		10	50
C	62.5		15	50
D	62.5		20	50
E	62.5		25	50

B.1.2 如下般調配上一節(B.1.1)所算得的稀釋糖溶液。

B.1.2.1. 以字母 A、B、C、D 和 E 標示所給的塑膠瓶(ID# 16)，分別對應於標準溶液的不同濃度水平：[A=5 g/100 ml、B=10 g/100 ml、C=15 g/100 ml、D=20 g/100 ml、E=25 g/100 ml]。這些不同溶液的調配會用到吸量管(ID# 17)、吸管吸液器(ID# 18)、以及 50 ml 容積瓶(ID# 15)。按遞增的濃度週製這些溶液。

B.1.2.2. 以吸量管和吸管吸液器汲取 62.5 g/100 ml 糖溶液 (ID# VII)的所需體積。

B.1.2.3. 把所得體積的溶液置於 50ml 容積瓶內。

B.1.2.4. 把容積瓶以擠水瓶(ID# VIII)中的水注入至接近標示刻度處。輕輕搖晃以使溶液均勻。

B.1.2.5. 以塑膠消毒吸量管(ID# IX)添水，使溶液體積增至刻示標度處。

B.1.2.6. 把溶液轉移至對應的已標示的瓶子(ID# 16)。

B.2. 利用簡易折射計(ID# 12)以取得校正曲線的數據。

測量中的特別考量：

- 測量時必須把光析管填滿。
- 一切測量中光析管應置於相同的位置。為此，光析管一邊已畫了一個參考點(圖 8)。
- 每次測量前，以吸紙(ID# C)把光析管外部擦乾。

測量的一般步驟：

B.2.1. 把折射計中的光析管移出，倒掉裡面的液體把內部擦乾，然後把它放回原來的位置。把相關的液體注入光析管，並把管的外部擦乾。

B.2.2. 打開鐳射光源(ID# 13)。壓任開關以使鐳射光束保持亮著。

B.2.3. 用馬克筆畫下光束在毫米標度上的入射點。

建立濃度標尺的一般步驟：

標尺應在測定標尺零點後、按糖份濃度從低至高建立。

- B.2.4. 標尺零點的設定：按前述各項 (B.2.1-B.2.3) 所給的步驟，用水(ID# VIII) 來標定標尺的參考點(零)。
- B.2.5. 各標度點的設定。
- B.2.5.1. 以糖溶液 "A"，重覆前述各項(B.2.1-B.2.3) 所述的步驟。
- B.2.5.2. 在毫米標尺上，測量零點與糖溶液 "A" 標示點間的長度距離。
- B.2.5.3. 把錄得的數據紀錄在答案卷的表 3.2 上。
- B.2.5.4. 對餘下的溶液(B、C、D 和 E)，重覆前述的步驟(B.2.5.1-B.2.5.3)。

表 3.2 校正曲線的數據[4.0 分]

溶液名稱	糖份濃度 [g/100 ml]	鐳射光束跟零點的距離 [mm]
水	0	0
A	5	
B	10	
C	15	
D	20	
E	25	

B.3. 校正曲線的圖示(圖 D): [3.0 分]

- B.3.1. 以笛卡兒座標，畫出表 3.2(鐳射光束在到零點的偏離[mm]對糖份濃度 [g/100 ml])。
- B.3.2. 畫出圖 D 中能擬合這些數據點的最佳直線。
- B.3.3. 計算圖 D 擬合直線的斜率(A)和縱軸截距(B)。在答案卷的表 3.3 上，紀錄算得的數值。[0.9 分]

表 3.3 校正曲線的線性方程

線性方程 Linear Equation	
斜率 Slope	
縱軸截距 Intercept	

C. 樣本分析的說明(ID# X、ID# XI 與 ID# XII)：**C.1. 以簡易折射計 (ID# 12) 擷取未知糖份濃度的樣本數據。**

測量步驟：

- C.1.1. 以水沖洗析光管 (ID# VIII)。以所提供的紙巾擦乾它的內部。
- C.1.2. 以未知糖份濃度的樣本 (ID# X) 填充析光管。
- C.1.3. 擦乾析光管內面，並把它放回原來位置以作測量。
- C.1.4. 打開鐳射光束。
- C.1.5. 以馬克筆，標出光束在毫米標度上的入射點。

- C.1.6. 量出毫米標度上的零點跟樣本標示點間的距離。
- C.1.7. 在答案卷的表 3.4 上，紀錄讀得的數據。
- C.1.8. 以其餘的未知糖份濃度的樣本 (ID# XI 和 ID# XII)，重覆前述的步驟 (C.1.1-C.1.7)。

表 3.4 被分析樣本的數據[2.1 分]

樣本	毫米差距[mm]
ID # X	
ID # XI	
ID # XII	

C.2. 求得樣本的糖份濃度：[2.3 分]

- C.2.1. 圖示判定：
 - C.2.1.1. 以圖示法，求出樣本 X、XI、XII 的糖份濃度。
 - C.2.1.2. 在答案卷的表 3.5 上，紀錄所求得的數據。
- C.2.2. 分析判定：
 - C.2.2.1. 以表 3.3 所錄得的線性方程，以及表 3.4 所紀錄的數據，計算樣本的糖份濃度。在答案卷上紀錄相關計算。
 - C.2.2.2. 在答案卷的表 3.5 上，紀錄所求得的結果。
- C.2.3. 以方程 4 計算圖示法和分析法所得結果間的百分比濃度差[D(%)]. 在答案卷的表 3.5 上，紀錄所求得的數據。

$$D(\%) = \frac{C_G - C_A}{C_A} \cdot 100 \quad \text{方程 4}$$

這其中：

C_G: 以圖示法所求得的糖份濃度

C_A: 以分析法所求得的糖份濃度

表 3.5 被分析樣本的糖份濃度的圖示及分析判定

樣本	糖份濃度的圖示判定 結果[g/100 ml]	糖份濃度的分析判定 結果[g/100 ml]	百分比濃度差 D[%]
ID # X			
ID # XI			
ID # XII			

D. 樣本 XI 和 XII 的附加計算及數據分析：

- D.1. 以分析法判定的蜜糖樣本 (ID# XI)糖份濃度，計算蜜糖的原來糖份濃度(以畢氏度數表示)。這蜜糖樣本(ID# XI) 的調配法如下：16 g 密糖以水稀釋到 100 ml 的最終體

積。在答案卷的表 3.6 上，紀錄所求得的數據。[0.3 分]

表 3.6 原來蜜糖樣本的糖份濃度

樣本	糖份原來濃度[畢氏度數]
ID # XI	

為能安全地保存，蜜糖濃度必須高於 65 畢氏度數。

- D.2. 標示原來的蜜糖樣本是否符合安全保存的糖份濃度要求。在答案卷的表 3.7 上，以叉號(X)標出正確的答案。

表 3.7 蜜度的安全保存[0.2 分]

SAFE	NOT SAFE

- D.3. 對 8.5 g/100 ml 濃度的糖溶液，分別以圖示法和分析法，計算鐳射光束的理論偏移 [mm]。在答案卷上寫下相關計算，並在答案卷的表 3.8 上紀錄所得的結果。[0.5 分]

表 3.8 對 8.5g/100 ml 糖份濃度溶液的鐳射光束理論偏差[mm]

計算	鐳射光束的理論偏移[mm]
分析法	
圖示法	

在所分析的酒類飲料的包裝上，標示了它每 200 ml 的糖份濃度是 15 ± 2 g。

- D.4. 考慮所分析的酒精飲料的糖份濃度，註明它是否符合包裝上的糖份濃度標示。在答案卷上寫下相關計算，並在答案卷的表 3.9 上以叉號 (X) 標出正確的答案。[0.5 分]

表 3.9 所分析的酒精飲料是否與包裝標示相符

是	
否	

(完)