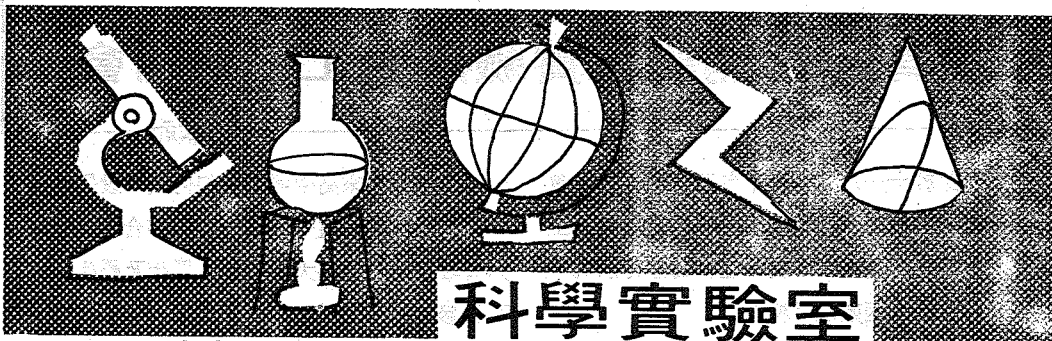




沈青嵩 黃寶鈿

物理實驗設計之一

題目：毛髮濕度計

現行國中物理課程，對大氣的介紹章節頗多，畢竟大氣的現象與我們日常生活息息相關。譬如，濕度大小對我們身心舒暢與否影響至大，相對濕度太大，使我們感到沈悶欲睡，太小則皮膚有乾燥易裂之感。再說濕度大小還是天氣晴雨的指標。如果我們能利用簡單便宜的器材製成濕度計，學生一定興緻勃勃，教師可利用學生製作過程及實際使用時隨機教學，學生在做中學過程裏必然可獲得許多寶貴相關的大氣知識。毛髮濕度計的設計正合乎上述的要求，它在刻度後可直接讀出任何時刻的相對濕度，學生眼看著自己親手做出的儀器能成為預測天氣的指標，不難想像其興奮的心情，也連帶著使學生對物理有濃厚的學習興趣。

茲將其在教育上之效用及其製作、刻度過程簡述如下：

1. 適合年級：國中三年級

2. 配合教材單元名稱：國中物理第三冊第13章溫度與熱及其他有關大氣現象章節。

3. 本實驗活動後學生應發現之主要科學概念：

(1) 大氣中含有水蒸氣

(2) 相對濕度與溫度關係

(3) 毛髮與水蒸氣的交互作用

(4) 身體對濕度大小的感應是與相對濕度有關

而非絕對濕度。

4. 本實驗活動中學生應發展之主要科學技能：設計實驗、觀察、量度

5. 本實驗後應達成之學習行為目標：

(1) 能製作毛髮濕度計

(2) 能刻度本毛髮濕度計的相對濕度

(3) 能利用製成之毛髮濕度計測量大氣之相對濕度

(4) 能區別相對濕度與絕對濕度

6. 所需器材：木塊（ $30\text{ cm} \times 10\text{ cm} \times 2\text{ cm}$ ）1，毛髮（ 12.5 cm ）100，迴紋針2，鐵釘3，彈簧一小段，鋼線（直徑 0.2 cm ）40 cm，刻度用化學藥品： KCl ， NaCl ， NaNO_2 ， $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ， KNO_3 ， CaCl_2 ， LiCl ， CaSO_4 。

7. 實驗步驟：

實驗步驟可分製作部份及刻度部份

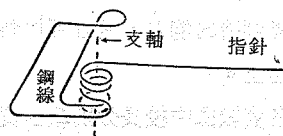
A. 製作部份

(1) 將木塊磨光

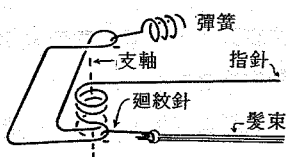
(2) 將毛髮置入丙酮溶液洗去油污。

(3) 將長 12.5 cm 的頭髮100根兩頭束緊拉直

(4) 將鋼線彎成如圖一所示之形狀，此部份為機械放大部分，為毛髮濕度計的中樞，毛髮因潮濕增長極微，故以此部份加以放大。指針部份長14公分，圖中成S型部份應儘量拉緊。

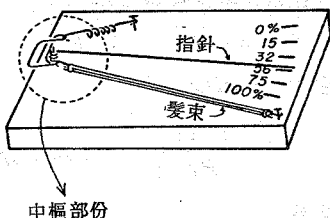


(4) 將毛髮束、彈簧及彎好之鋼線以迴紋針連接成圖二所示之裝置。



圖二

(5)將鐵釘釘牢於木板上適當之位置，再將前步驟裝置好之中樞等部份固定於板上，如圖三所示，毛髮濕度計即告完成。



圖三

B. 刻度部份：

毛髮因相對濕度的變化所引起的長度變動事實上是非線性的。本實驗是室溫下（23℃）利用一些常用化學藥品在封密空間中的飽和溶液加以刻度。取一透明有蓋的塑膠（或玻璃）盒，將毛髮濕度計置入，並在盒內放置一小盤以爲放置各種藥品的飽和溶液之用。各化學藥品飽和溶液在23℃所產生的相對濕度如下表：

化 學 藥 品	相對濕度(%)
蒸餾水	100
飽和KCl水溶液	86
飽和NaCl水溶液	75
飽和NaNO ₂ 水溶液	66
飽和Ca(NO ₃) ₂ 水溶液	56
飽和KNO ₃ 水溶液	45
飽和CaCl ₂ 水溶液	32
飽和LiCl水溶液	15
無水CaSO ₄ 乾燥劑	0

若欲更多刻度點或別溫度下的相對濕度請參閱本實驗所列參考資料的(2)及(3)文獻。

將上述化學藥品的飽和水溶液靜置於盒內，

經數分鐘後即可趨於平衡，這時濕度計指針的位置做一記號寫上表上的相對濕度值，如此一一刻度即成。不過爲保證達到飽和，最好藥品量加多一點，必要時還可於裝藥品盤內放一小磁棒，利用磁場加以攪拌以保證達到飽和。

8. 探討問題：

(1)能否利用他種動物毛髮做爲毛髮濕度計的材料？若可以，請與人類毛髮相比較。

(2)本實驗所用指針長14cm，放大後毛髮變動範圍約爲4cm；指針長短對觀測結果的影響優劣如何？

(3)你能預測蛋白質與水交互作用的結果嗎？

9. 參考資料：

(1) J. S. Huebner, The physics Teacher, March 1973.

(2) H. M. Spencer, "Laboratory Methods for maintaining constant Humidity," International critical Tables, (McGraw-Hill, New York, 1926), Vol. 1, P. 67

(3) F. E. M. O'Brien, "The Control of Humidity by Saturated Salt solutions," J. Sci. Instrum. 25, 73(1948)

(本實驗由國立臺灣師範大學物理系講師沈青嵩提供)

化學實驗設計之一

題目：氣體分子量之測定

1 適合年級：高中二年級。

2 配合教材單元名稱：高中化學第三章氣相。

3 本實驗活動後，學生應發現之主要科學概念：

(1)同體積的不同種類的氣體，含有不同的質量。

(2)理想氣體方程式的應用，由 $PV = nRT$

導出：
$$M = \frac{WRT}{PV}$$

4 本實驗活動中學生應發展的主要科學技能：

(1)觀察實驗結果並做定量的報告。

(2)能使用針筒的觀察。

(3)應用理想氣體方程式，求出不同氣體之分子量。

(4)控制變因（壓力、體積、溫度控制一定），而進行實驗。

(5)根據觀察、及實驗數據而下分子量的操作型定義。

5. 本活動後，學生應達成的行為目標：

學生應能——

(1)正確而迅速地運用天平，以稱量氣體的質量。

(2)列出氣體分子量的計算公式。

(3)解釋實驗的數據。

(4)寫出理想氣體的方程式。

(5)指出氣體之質量、體積、溫度、壓力的相互關係。

6. 實驗器材：

針筒（50公撮） 1 橡皮塞 1

鑽孔器 1 分析天平 1

鐵釘（乾淨未生銹者） 2 氧氣

二氧化碳

7. 實驗步驟：

A. 空針筒質量

(1)拔出橡皮塞，將針筒之活塞向內壓至底部，以趕出筒內空氣，然後將橡皮塞塞住針筒。

(2)拔動活塞至兩小孔處，另一人將鐵釘塞入此兩個小孔中，以維持一定之體積。

(3)將針筒掛在分析天平上，稱出空針筒之質量。（ W_1 ）

B. 氣體之質量

(1)任何裝在瓶內之氣體皆可拿來做實驗。

(2)將鐵釘及橡皮塞從針筒拔開，將活塞壓至針筒底部。

(3)打開裝著欲測氣體之瓶子的開關，使氣體慢慢流出，當連接此瓶之橡皮管充滿氣體時，將此橡皮管接上針筒。

(4)移動活塞至兩小孔處，關掉氣體瓶之開關，且以鐵釘塞入活塞上的兩小孔。

(5)移掉橡皮管，立即塞上橡皮塞。

(6)掛在天平上，稱量質量（ W_A ）或（ W_B ）

8. 實驗結果之處理

設：鐵釘固定後，針筒之體積 = V （此體積不可超過50公撮）

空針筒質量 = W_1

針筒與A氣體質量 = W_A

針筒與B氣體質量 = W_B

A氣體在針筒中之質量 = $W_A - W_1$

B氣體在針筒中之質量 = $W_B - W_1$

室溫 = $t^\circ\text{C} = (273 + t)^\circ\text{K}$

大氣壓 = $P \text{ mmHg}$

計算： $M = \frac{WRT}{PV}$ （ M ：分子量）

9. 實驗結果：

$V = 48$ 公撮

$t = 15^\circ\text{C}$

$W_1 = 76.0538$ 克

$P = 761 \text{ mmHg}$

$W_A = 76.1423$ 克

（ $A = \text{CO}_2$ ）

$W_B = 76.1180$ 克

（ $B = \text{O}_2$ ）

$\therefore W_{\text{CO}_2} = 76.1423 - 76.0538 = 0.0885$ 克

$W_{\text{O}_2} = 76.1180 - 76.0538 = 0.0642$ 克

二氧化碳分子量：

$$M_A = \frac{0.0885 \times 0.082 \times (273 + 15)}{\frac{761}{760} \times 0.048} = 44 \text{ g/mole}$$

氧之分子量：

$$M_B = \frac{0.0642 \times 0.082 \times (273 + 15)}{\frac{761}{760} \times 0.048} = 32 \text{ g/mole}$$

10. 探討問題：

(1)本實驗為什麼要在活塞上鑽兩個小孔？為什麼要保持相同的體積？

(2)由理想氣體方程式 $PV = nRT$ ，如何導出 $M = \frac{WRT}{PV}$ ？

(3)本實驗結果之數據，在計算時所用之單位應有何限制？

(4)由實驗之數據，求出在同一條件下，二氧

化碳與氧的密度之比值？

11.參考資料：

(1)儀器之製備：

① 50公撮之針筒的活塞上，先鑽兩小孔，以塞鐵釘用。

② 針筒上以細鐵絲綁住，使可以掛在天平上稱質量用。

③ 橡皮塞以鑽孔器鑽至一半，使配合針筒大小。

④ 橡皮塞上可加凡士林，使勿漏氣。

(2)因為針筒之體積只有兩位有效數，以致限制所求之分子量亦為兩位有效數。

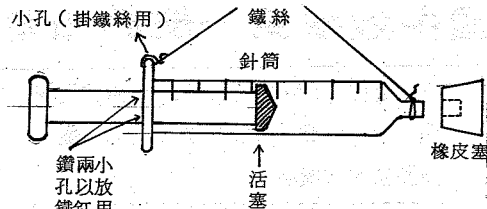
(3)若所求分子量偏低，表示漏氣，可再塗凡士林。

(4)本實驗可做示範實驗，但必用分析天平，

而不是粗天平。

(5)本實驗亦可給學生在實驗室做，但此套設備教師要先配好，學生可先測已知氣體之分子量，再由教師提供學生未知氣體，以求其分子量。

(6)空氣之浮力在本實驗中可以不考慮，為什麼如此？教師可以此問題評量學生瞭解的程度。



12.本實驗活動一班二十五組學生所需材料費：

約需四十五元。

(本實驗由國立臺灣師範大學化學系講師黃寶鉅所提供)

(上接 3 6 頁，中學數學教師的單元箱——拿起粉筆之前的備課活動)

功夫(當然這也是必需的。)有很多的此類材料可以用數學遊戲的方式呈現，如賓果遊戲若以數學問題或難題作為計分方式即能轉化成有效的練習材料；其他的複習材料可以是一些字謎、密碼遊戲、連點圖、魔術板甚至撲克牌等。

(9)評量的材料

評量是課程計劃中的一個要素，根據單元的教學目標，學生的進步情形須藉著測驗或者其他評量結果始能加以驗證；也才能把握教學的效果尋求補救之法。吾人建議測驗題目不妨寫成卡片形式，註明其評量的目標，則在須要應用時可以很容易的加以組織成單元測驗。題目的形式不見得要相同，可以用複選題、配合題、問答題、應用題等等。事實上很難去評量非認知性的教學目標，但發展出態度比率分數未嘗不是一項有趣的工作哩！

(10)可運用的教學資源

此處可運用的教學資源係指已經收集到的教學資源而言，不是第(3)項的單有卡片而已。此項資源應是單元箱最低要求的應具備者。可以是一些特殊的引起動機的材料，視聽教具以及數學遊戲。在此範疇中也可以是海報、展示板、郊遊計劃、學生計劃的建議、教師的參考資料等。

上述項目的材料應詳細的列表，經過仔細的組織後置入一適當的講義夾、信封或箱子裏。然後集合再置入一個大箱子之中，箱子外註明單元的名稱，如此便可以完成一個單元箱了。剛開始比較不好收集，但最後較開始應比較容易而且有績效。

單元箱的製作為數學教師而言具有使枯燥乏味的工作變成有趣及多變化的效果，使用此一方式教學容易使數學課活潑，教師本身成就感自然增加，假以時日可就所創造出的物件結集成書或其他產品，亦不是一件奢望的事。至於在數學師資的培育上，如能根據單元箱的項目出現之秩序，在講授大綱上安排教學目標、教案、教具及測驗。如此不但有理論基礎，更有實際上的操作配合，在做中間學必更能達到教材教法的課程目標。因而單元箱的製作提供一有效的備課活動及培育師資的方法實在值得吾人參考。

參考資料

David E. Kullman, "A unit box for secondary school math. teachers." School Science & Math. May-June 1978, P. 374 ~ 378

[作者現為國立臺灣師範大學數學研究所學生]