

# 小玩意解決大問題

## 國中組應用科學第三名

高雄市新興國民中學

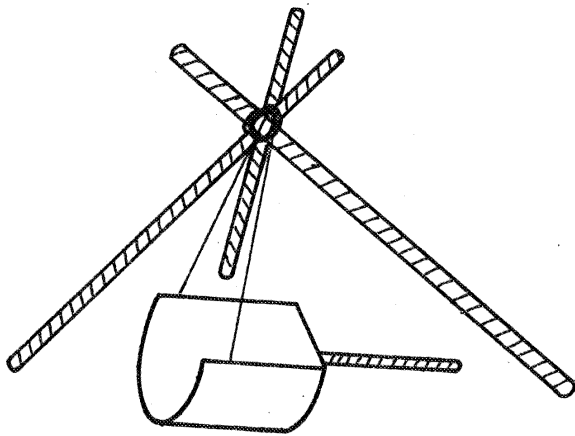
作者：林美如等十名

指導老師：黃毅慶

### 一、研究動機：

一次回鄉下外婆家，見舅舅在灌溉農田時，用一構造極簡單之機械，接於溪床上或溪岸邊來打溪水灌溉，此種簡單機械是用三根竹竿，上端交足於一點，在交叉點繫二根粗繩，繩子下端綁一有手柄之竹簍以便擔水（如圖），而人立於溪流中用力將水滔上岸，甚為辛苦。

我看後突然想起在地下街曾見過一種喝水會擺動之“醉鴨”，此種玩具不須燃料或電力等而能運動不休，故能否應用此種玩意來代替人類或其他機械工作，非但可節省寶貴的“人力”，亦可節省“能源”，於是回到學校跟老師討論此問題，於是在理化老師指導下開始了我們主題之研究探討。

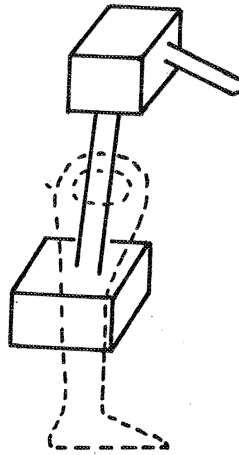


### 二、研究目的：

科學能帶給人類解決問題之途徑，吾人可由此種科學玩意—醉鴨之啟示，從事理論與實際應用之實驗，研究另一些基本原理、法則，歸納並應用於日常生活中。

### 三、構造：

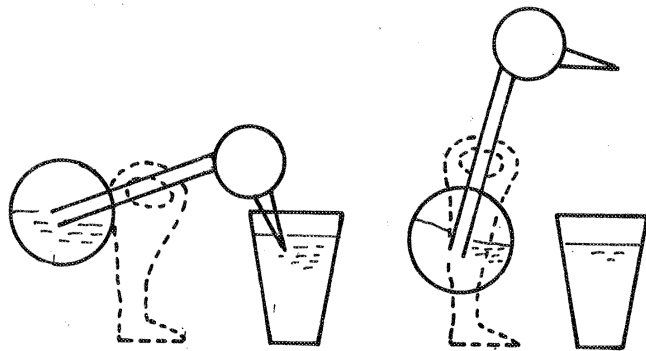
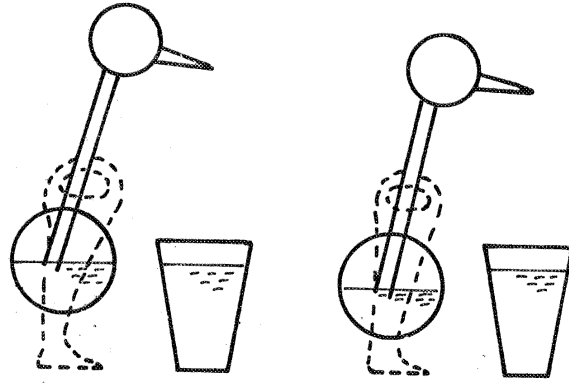
1. 醉鴨之頭與肚子是兩個中空球體，脖子是一根中空管子、鴨頭、鴨肚、脖子皆用一種“氣密水密性”材料如金屬、塑膠、玻璃等製成，鴨頭用吸水性較佳之絨布包住，管內及球體內皆抽成真空，鴨肚內灌入具有“低溫蒸發性”持佳之液體約半滿。  
 註：此種液體 B.P、最好在室溫以下，且比重及氣化後氣壓要大者，平實驗選用一種冷凍劑稱“Freon11”即“ $CCl_3F$ ”，B.P $20^{\circ}C$ （在 1 atm）
2. 液體灌入後在脖子中央（略高於重心點上）裝上樞軸，再架一對鴨腿支架上，使之能自由轉動，如圖：



#### 四、原理：

“在密閉的容器內，在一定溫度下，液面氣壓保持恒定不變”應用此原理，若用一點水將鴨嘴上之絨布弄濕，由於布之毛細作用將水吸到鴨頭上，此時室內乾空氣會將布上之水分蒸發，使溫度降低，鴨頭內氣體便凝結成液體，氣壓下降，而與鴨肚內產生了氣壓差，且頭部內壓力較小，故鴨肚內蒸氣便壓迫液體上昇，使肚內液體逐漸減少此時氣體壓力相對降低，依據原理，肚中氣壓為了維持一定壓力，遂需吸收肚子外面之熱，使液體氣化來增加液面氣壓，如此更壓迫液體上升到頭上，使成頭重腳輕而向前傾倒，設計頭稍微高於肚子便能喝到水，此時脖子末端便高翹出鴨肚內之液體，使肚內氣體易衝入頭中形成壓力平衡，而液體

又由於重力作用又流回肚中，使醉鴨回到直立位置，因剛才鴨頭上又沾到水，故當蒸餾時便會循環不息，始下圖



#### 五、製作實驗器料：

製作器材：銅片、焊槍、焊錫、鐵錘、剪刀、螺絲、繃帶、油漆、木板、冷凍劑 [  $\text{CCl}_3\text{F}$  ]、海報紙、膠帶。

實驗器材：自製醉鴨：1 隻、溫度計：2 支、毛髮濕度計：2 支、枱燈：2 座、燈泡：2 只 ( 100 W )、鐵架、吹風機、廣用夾、燒杯、水槽、馬錶 ( 準確到 0.1 秒 )、玩具醉鴨：3 隻。

#### 六、實驗步驟：

##### 實驗一：製作醉鴨

步驟：1 取海報紙作模型：鴨頭、鴨肚，皆為正立方體，每邊長 6 cm，脖子內徑為 0.8 cm，長為 30 cm 剪好後用膠帶黏好。

2. 次取銅片及銅管依模型自製醉鴨、頭、肚之四周邊緣用焊錫焊接，但頭部，須留一小孔。
3. 用水流抽氣機將醉鴨內部空氣抽去，使之成爲真空，塞住小孔。
4. 將整隻醉鴨浸於冰水中，小心灌入冷凍劑 [  $\text{CCl}_3\text{F}$  ]，約 150 ml。
5. 封閉小孔，不可有空隙，並試驗重心位置，以便將轉動樞軸裝於重心點略高處，使醉鴨能直立。
6. 鴨肚漆上黑色油漆，頭部用繃帶包紮起來即完成。

結果討論：

1. 爲達到實驗目的，製作材料須具有“氣密、水密”性如金屬、塑膠、玻璃 etc.。
2. 本實驗選用金屬銅作材料是因
  - a. Cu 易傳熱、b. Cu 比熱小、易冷亦易熱、c. 易取得，且不易損壞。
3. 肚子處塗上黑色，便於吸收“輻射熱”。
4. 冷凍劑是 Freon11 吾人用  $\text{CCl}_3\text{F}$  是因其 B.P 在室溫下易汽化。
5. 頭部包繃帶是因繃帶吸水特強且輕便，較易達成實驗目的。
6. 經濟價值衡量：

一隻重 0.4 Kg 之醉鴨其材料費用：

Cu 片：\$ NT. 20 元

繃帶：\$ NT. 5 元

冷凍劑：\$ NT. 100 元

雜費：\$ NT. 70 元

總計：\$ NT. 195 元

實驗二：觀察並記錄玩具醉鴨六星期，每天擺動情形：

步驟：1 每天於實驗室內觀察醉鴨擺動情形，以 5 分鐘爲一時間單位並記下擺動次數及室溫，相對溫度等。

2 次用 100 W 燈泡照射鴨肚，用吹風機（冷風）吹頭部  
實驗同樣以每 5 分鐘記下擺動次數、頭部溫度、肚子  
溫度及相對濕度。

結果：不用燈泡照射吹風機吹風

室 溫 (°C)	21	20.5	23.1	22.5	24.3	24.1	22.4	25.3	25.1	23.8	24.1	26.2
相對濕度 (%)	71.4	72.3	71.1	70.8	69.4	69.8	71	69.3	68.7	70.3	68.7	65.0
平均擺動次數	10.3	9.1	10.7	9.4	11.2	11.0	9.1	11.7	11.3	10.8	11.2	14.0
室 溫 (°C)	26.0	25.8	25.1	19.8	20.1	22.4	23.5	23.3	21.9	25.3	24.1	23.8
相對濕度 (%)	65.0	67.6	68.3	76.2	74.2	69.7	69.3	69.4	73.5	69.0	69.4	69.8
平均擺動次數	13.8	12.2	11.7	8.5	8.7	9.5	9.7	9.5	9.3	11.1	10.8	10.2

註：此數據以每天觀察 2 小時後求出平均值後之數據。

腹 部 溫 度 (°C)	26.3	26.8	27.1	27.3	27.6	26.7	28.3	29.6
頭 " (°C)	23.2	22.5	22.4	21.7	21.3	19.9	20.8	21.5
腹部相對濕度 (%)	65.1	64.3	64.0	63.6	63.3	66.8	67.5	60.1
頭 " (%)	69.4	68.2	68.2	69.1	69.4	69.3	69.8	69.9
溫 度 差 (°C)	3.1	4.3	4.7	5.6	6.3	6.8	7.5	8.1
平 均 擺 動 次 數	113.2	119	123.2	126.1	131.1	143	144.1	143.2
腹 部 溫 度 (°C)	30.1	31.3	34.6	36.3	38.1	40.5	44.1	46.3
頭 " (°C)	21.3	21.8	24.0	25.1	24.8	24.1	26.0	27.92
腹部相對濕度 (%)	58.8	56.4	54.2	53.2	51.3	51.0	49.2	47.3
頭 " (%)	69.3	60.3	60.0	58.1	57.8	58.4	56.3	59.1
溫 度 差 (°C)	8.8	9.5	10.6	11.2	13.3	16.4	18.1	19.1
平 均 擺 動 次 數	144.5	147.1	145.0	147.2	143	126	122	114.2

討論：1 依理論而言不難知道一事實：玩具醉鴨在乾燥酷熱之溫度下擺動次數較多：因

(1) 酷熱使醉鴨內液體易汽化。

(2) 乾燥氣候水份蒸發快，使頭部溫度下降較快。

2. 我們使用枱燈照射、吹風機吹冷風是模擬為在室外有風吹及太陽曬，之自然環境。

3. 由實驗發現找不出醉鴨擺動次數與溫度或相對濕度之個別關係且又發現用枱燈控制室溫時其周圍之相對濕度隨溫度升高而減少，但是兩者關係並無規則。

4. 由上發現故我們才用  $\frac{\text{“相對濕度}-\text{溫度”}}{\text{相對濕度}}$  作縱軸之理

5. 利用吹風機，及枱燈來造成頭、腹部之溫度差結果發現擺動次數與溫度差關係至為密切，但當溫度差大某一程度，結果又發現醉鴨停止擺動。

6. 上之反常結果並未推翻吾等實驗

因在地球上，不可能在相差 10 m 以內之高低兩點有如此大之溫度差，這是我們不須顧慮的。

7. 由玩具醉鴨之表現加強我們製作另一大型醉鴨之信心。

實驗三：用自製之醉鴨作擺動次數與溫度差之關係。

步驟：1. 取裝有 100 W 之枱燈照射鴨腹，用吹風機對準頭部吹冷風進行實驗。

2. 取酒精溫度計 2 支、1 支量頭部溫度，另 1 支量腹部溫度。

3. 將兩處溫度記下，並仍以每 10 分鐘作時間單位記下擺動次數。

4. 重覆實驗求取平均值記錄之。

結果：

平均溫度差	2.4	3.3	4.0	4.4	5.5	6.7	8.0	10.4	12.5	14.0	15.2	16.4	17.6	19.2	20.6
平均擺動次數	34	47	60	69	78	81	81	83	80	76	72	68	26	23	0

討論：1. 控制溫差觀察擺動情形，結果發現與實驗 2 相似結果。

2. 由作圖看來發現一事實。

平均溫度差控制於 6 °C 到 12.5 °C 之間時。

發現最有擺動性。

3. 若易成氣象資料顯示，此種天氣是

風力：2到3級（即每小時5到10哩之風）

氣溫：32℃左右。

此地區年雨量為7吋。

4. 依上之資料不難了解，此種地區是較缺水地區。

由此我們可用此“簡單機械應用於灌溉農作物上”。

實驗四：自製醉鴨能作功（打水作功）多少？

步驟：1. 裝置如實驗(三)另在醉鴨腹部插一煙嘴形玻璃管如此完成一可作功之醉鴨。

2. 取一燒杯裝滿水後置於醉鴨腹部，其煙嘴形玻璃管可吸到水之處。

3. 另取一空燒杯置於另一側，用以盛水。

4. 每10分鐘量一次打起之水量並記錄之，同時記下腹部之溫度及相對濕度。

結果：

溫度(℃)	26.8	25.1	23.2	22.7	25.4	26.7	25.5	25.1	26.4	24.2
相對濕度(%)	69.1	71.5	73.5	73	71.2	69.4	71.2	71.5	69.8	72.4
平均打水量(ml)	135.1	120.3	109.2	105.3	123.1	134	124.5	120.3	133.2	118.2

討論：1. 平均10分鐘之打水量為：

$$(135.1 + 120.3 + 109.2 + 105.3 + 123.1 + 134 + 124.5 + 120.3 + 133.2 + 118.2) \div 10 = 122.32 \text{ (ml)}$$

$$2. \text{ 平均1小時打水量為：} 120\text{ml} \times \frac{60}{10} = 720 \text{ ml}$$

平均1天工作時間以太陽東升至西落共8小時。

則平均1天此隻醉鴨之打水量為

$$720\text{ml} \times 8 = 5760 \text{ (ml)} \div 1000 = 5.76 \text{ (l)}$$

### 3. 經濟成效：

若將此隻醉鴨 ( 0.4 Kg ) 比例放大與人一般時。

設其體重為 60 KgW，則其工作量恰為此醉鴨之 150 倍，則一天平均可打水： $6 \ell \times 150 = 900(\ell)$ 。其數可觀

應用：此種簡單機械尚可應用在常用人工的輕工作如打穀子、推磨，及做小型發電用。

### 七、教學指導講評：

學生能從日常生活中注意到一些切身問題，而本著科學精神去探討、研究、收集資料、實驗、當納尋求解答，並能有效的應用於生活中是非常可貴的，本實驗由於同學平時之善思考，觀察週密，方有成功之果實，唯因篇幅有限，尚不克臻、善、祈請前輩先進時賜南針，以資進益，謝謝參觀指導！

### 八、參考資料：

- 1 拾穗第 217 期
- 2 國中化學第三冊、第四冊
- 3 國中物理第二冊、第三冊
- 4 Science 月刊：冷劑介紹。

評語：1 數據測量分析頗佳。

2 能在周圍環境中接觸之事物充分利用。

3 題目名稱不太適宜。

4. 只作試驗對實際是否可行，有待商榷。