

# 魚與熊掌能兼得嗎？

## 同時能測出定壓與定容氣體溫標的裝置與探討

國中組物理科第三名

台北縣立中山國民中學

作 者：呂佳芳、楊凱翔

簡玉娟、黃燦文

指導教師：王勝男、宋瑞賢

### 一、研究動機

現在大家普遍採用酒精及水銀溫度計，滿懷著求知心的我們，便引起了好奇……酒精及水銀溫度計皆是液體溫度計，但液體所能測量的範圍有所限制，而固體溫度計因漲縮現象不明顯，所測溫度並不精密，唯氣體溫度計脹縮範圍較大，又便於觀察，故我們就在這方面收集資料，做整理歸納及實驗，以求更深入的了解。

### 二、研究目的

- (一)本實驗在設計能測量定壓與定容氣體溫標的裝置。
- (二)探究各氣體的特性。
- (三)以氣體溫標測量待測物溫度。

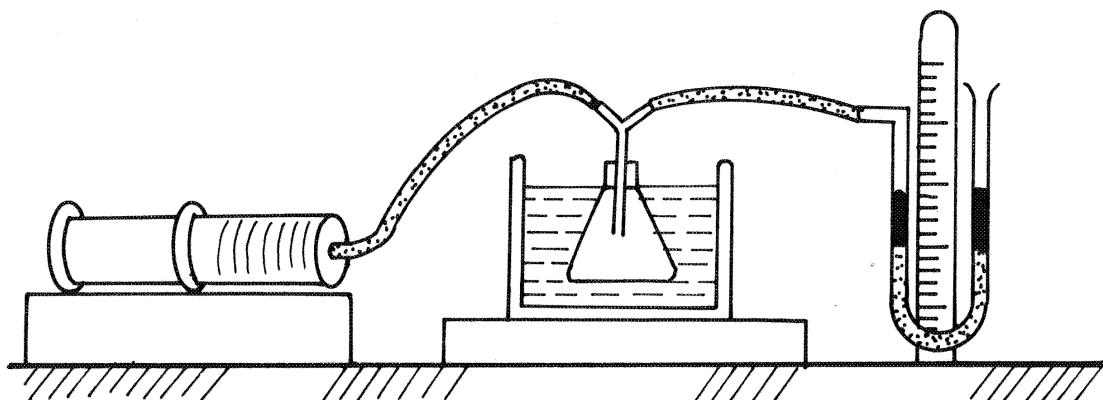
### 三、研究器材設備

- (一)器材：溫度計、錐形瓶（500毫升）、橡皮塞、單管雙叉玻璃管、導管、鐵架、玻璃缸、注射筒、電熱器、量筒、玻棒、薊頭漏斗、吹風機。
- (二)藥品：二氧化錳、雙氧水、碳酸鈣、鹽酸、鋅粒、硫酸。

### 四、研究過程

- (一)定壓氣體溫標

1.以錐形瓶緊裝橡皮塞並插入一單管雙叉玻璃管，一端連U型水銀柱，另一端接注射筒，如圖



2.錐形瓶固定於鐵架上，以免受浮力而升高，並置入大玻璃缸，缸內裝水，約五分鐘，使瓶內空氣溫度與缸內水溫相同，並記錄其溫度與體積。

3.以電熱器加熱缸內的水，並時時以玻棒攪動至 $25^{\circ}\text{C}$ ，記錄注射筒內增加空間的體積。加熱溫度升高之際，若發現U型水銀柱不等高，則隨時以注射筒調整其內體積至水銀柱等高，即在控制與大氣壓力相等。

4.依步驟3.在 $35^{\circ}\text{C}$ 、 $45^{\circ}\text{C}$ ……各別記錄注射筒內增加的空間，並計算空氣的體積。

5.把錐形瓶內滴10滴水，或置氧、氫、二氧化碳代替空氣，重複上述步驟。

#### (二)定容氣體溫標

1.裝置如上圖，在未加熱之前，先將U型水銀柱兩邊作成等高，並在左管作上記號以表明使用在固定的空氣體積，並記錄水溫。

2.加熱至 $25^{\circ}\text{C}$ ，則左管水銀柱降低，以相連的右管調整位置，使左管恢復原先的記號位置並記錄其高度差。即在控制瓶內空氣體積維持固定。

※注意：需將注射筒推到底。

3.依步驟2.各在 $35^{\circ}\text{C}$ 、 $45^{\circ}\text{C}$ ……記錄其高度差。

4. 把錐形瓶內滴 10 滴水，或置氧、氫、二氧化碳代替空氣，重複上述步驟。

5. 注意本實驗在加熱至某溫度時，定壓與定容氣體溫標同時可進行操作，並各獲得氣體膨脹體積與水銀柱高度差。

## 五、研究結果

### (一) 定壓氣體實驗

定壓氣體實驗表一

室 溫 (°C)	實驗體積 (cm <sup>3</sup> ) V + Vn	氣體名稱：氧		
		標準體積 (cm <sup>3</sup> ) $V^1 (273 + T / 273 + 15)$	誤 差 (%)	平均誤差 (%)
25	597	584.62	- 2.12	
35	617	604.24	- 2.11	
45	634	623.85	- 1.63	
55	669	643.47	- 3.97	4.87
65	715	663.01	- 7.83	
75	738	682.71	- 8.10	
85	761	702.33	- 8.35	
空氣				
25	588	588.76	.13	
35	599	608.51	1.56	
45	607	628.27	3.39	
55	615	648.03	5.10	4.49
65	628	667.78	5.36	
75	637	687.54	7.35	
85	651	707.30	7.96	
二氧化碳				
25	602	593.94	- 1.36	
35	622	613.86	- 1.33	

45	635	633.79	— .19	
55	672	653.72	— 2.80	2.13
65	694	673.65	— 3.02	
75	715	693.58	— 3.09	
85	736	713.51	— 3.15	
		氳		
25	595	588.76	— 1.06	
35	619	608.51	— 1.72	
45	643	628.27	— 2.34	
55	655	648.03	— 1.08	1.41
65	669	667.78	— .18	
75	677	687.54	1.53	
85	693	707.30	1.98	
		空氣含水滴		
25	594	586.69	— 1.25	
35	610	606.38	— .60	
45	628	626.06	— .31	
55	648	645.75	— .35	0.87
65	671	665.44	— .84	
75	695	685.13	— 1.44	
85	714	704.81	— 1.30	

(二) 1989 (民國78年)三月八日室內大氣壓 769.875 mmHg

定容氣體實驗

(二) 定容氣體實驗 表二

室溫 (°C)	實驗壓力 (mmHg) P + Pn	氣體名稱：空氣		
		標準壓力 (mmHg) P + P (N / 273 + 15)	誤差 (%)	平均誤差 (%)
25	797.875	796.61	— .16	
35	817.875	823.34	.66	
45	833.875	850.07	1.90	
55	839.875	876.80	4.21	3.48
65	855.875	903.53	5.27	
75	877.875	930.57	5.63	
85	894.875	956.99	6.49	
氧				
25	793.875	796.61	.34	
34	814.875	823.34	1.02	
45	836.875	850.07	1.55	
55	864.875	876.80	1.36	1.27
65	890.875	903.53	1.40	
75	915.875	930.27	1.54	
85	940.875	956.99	1.68	
二氧化碳				
25	796.875	796.61	— 3.37	
35	832.875	823.34	— 1.16	
45	857.875	850.07	— .18	
55	875.875	876.80	.11	1.22
65	899.875	903.53	.41	
75	919.875	930.27	1.12	

85	942.875	956.99	1.48	
氫				
25	798.875	796.61	— .28	
35	827.875	823.34	— .55	
45	847.875	850.07	.26	
55	872.875	876.80	— .48	1.02
65	909.875	903.53	— .70	
75	951.875	930.27	— 2.32	
85	981.875	956.99	— 2.60	
空氣含水滴				
25	797.875	796.61	— .16	
35	824.875	823.34	— .19	
45	853.875	850.07	— .45	
55	886.875	876.80	— 1.15	0.49
65	906.875	903.53	— .37	
75	934.875	930.27	— .50	
85	962.875	956.99	— .61	

(三)定壓氣體，體積與溫度變化如附圖一。

(四)定容氣體，壓力與溫度變化如附圖二。

## 六、討 論

(一)誤差之分析：

1.由表一表二當溫度  $25^{\circ}\text{C} \rightarrow 85^{\circ}\text{C}$  增加時，誤差範圍越來越大，推論誤差產生之原因：

(1)注射筒露在空氣中，其內氣體之溫度必與錐形瓶內氣體溫度不同，並且露在外面的時間約有 40 分鐘之久。

(2)錐形瓶受熱，容器本身之膨脹。

(3)水蒸氣之影響。

(二)平均誤差之分析：

- 1.由表一定壓氣體實驗，各氣體平均誤差大小依次爲  
     $\text{氧} > \text{空氣} > \text{二氧化碳} > \text{氫} > \text{空氣含水滴}$ ，又由表二定容氣體實驗  
    ，各氣體平均誤差大小依次爲  
     $\text{空氣} > \text{氧} > \text{二氧化碳} > \text{氫} > \text{空氣含水滴}$ 。
- 2.在表一表二空氣含水滴（滴 10 滴水）爲最準確，而空氣誤差最大，若假設乾燥的空氣爲正影響，而含水滴爲負影響，正負影響抵消，而成爲最準確值，此假設仍有待更科學的實驗研究。
- 3.表一平均誤差爲 $\text{氧} > \text{空氣}$ ，表二爲 $\text{空氣} > \text{氧}$ ，剛好相反。本實驗中氧由排水集氣法收集，故氧內含有水分，而空氣取樣時，事先曾用吹風機烘乾，甚爲乾燥。故一爲乾燥，一爲潮濕，取樣標準不同，有待更客觀的研究。
- 4.二氧化碳在表一表二均排在第三位，本實驗以排水集氣法收集而二氧化碳較易溶於水，並比空氣重，密度大不爲接近理想氣體，故二氧化碳不適宜作此實驗。
- 5.氫排在第四位，誤差小，而密度又小，在本實驗五種氣體中較爲適宜作此實驗。
- 6.因器材限制，本實驗中，我們無法收集稀有惰性氣體，有待以後更進一步的探討。

### (三)校核其他溫度計：

由實驗所得附圖一、二若把錐形瓶置入自來水中，測出瓶內增加的空氣體積，或壓力高度差，則可求出待測的水溫，而作爲校核其他溫度計。

(四)在圖一、圖二之中，若將最準確的空氣含水滴沿長的話，約在零下  $270^{\circ}\text{C}$  左右，氣體的體積和壓力均等於零，由此可證明氣體分子已轉變爲液體分子，而無氣體體積和壓力的存在。

## 七、結論

通常之溫度計係利用膨脹係數爲一定之液體製成，例如水銀溫度計與酒精溫度計。然溫度升高時，各種液體之膨脹均有其特有的形態，如  $4^{\circ}\text{C}$  以下的水溫度降低，其體積反見膨脹，且液體溫度計測量

之範圍因受其本身凝固與汽化之影響而受其限制。

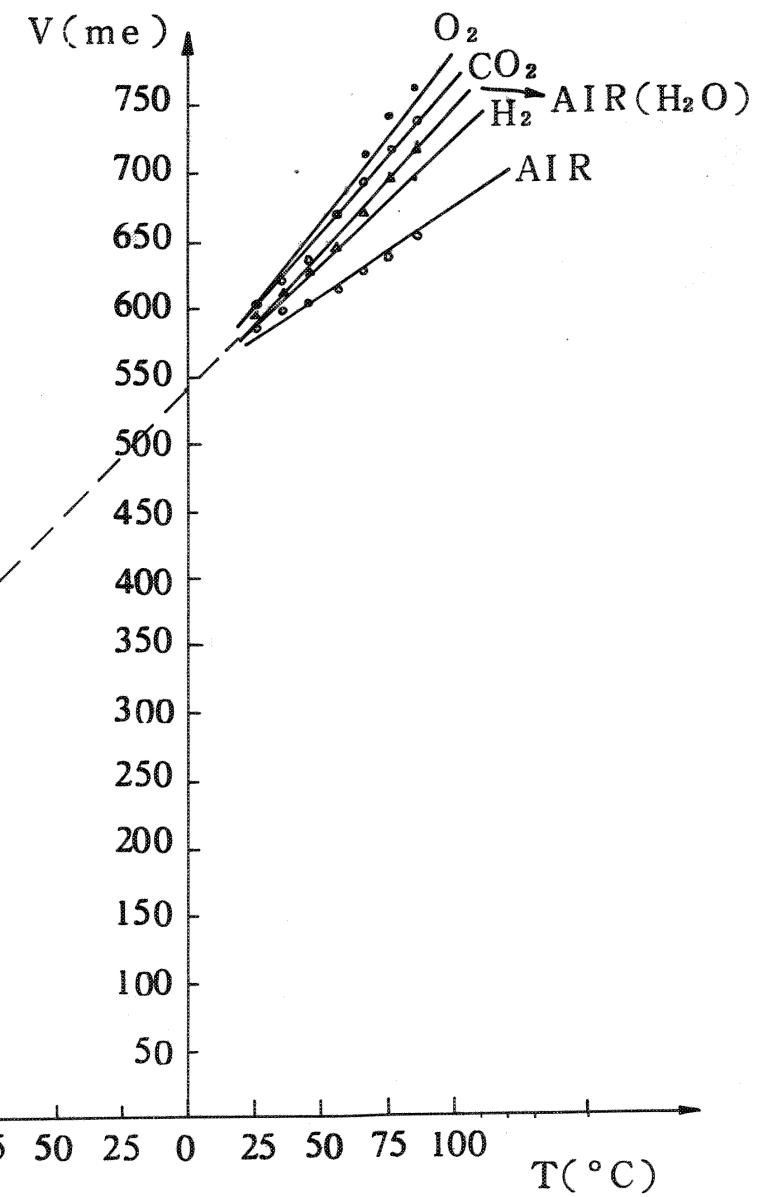
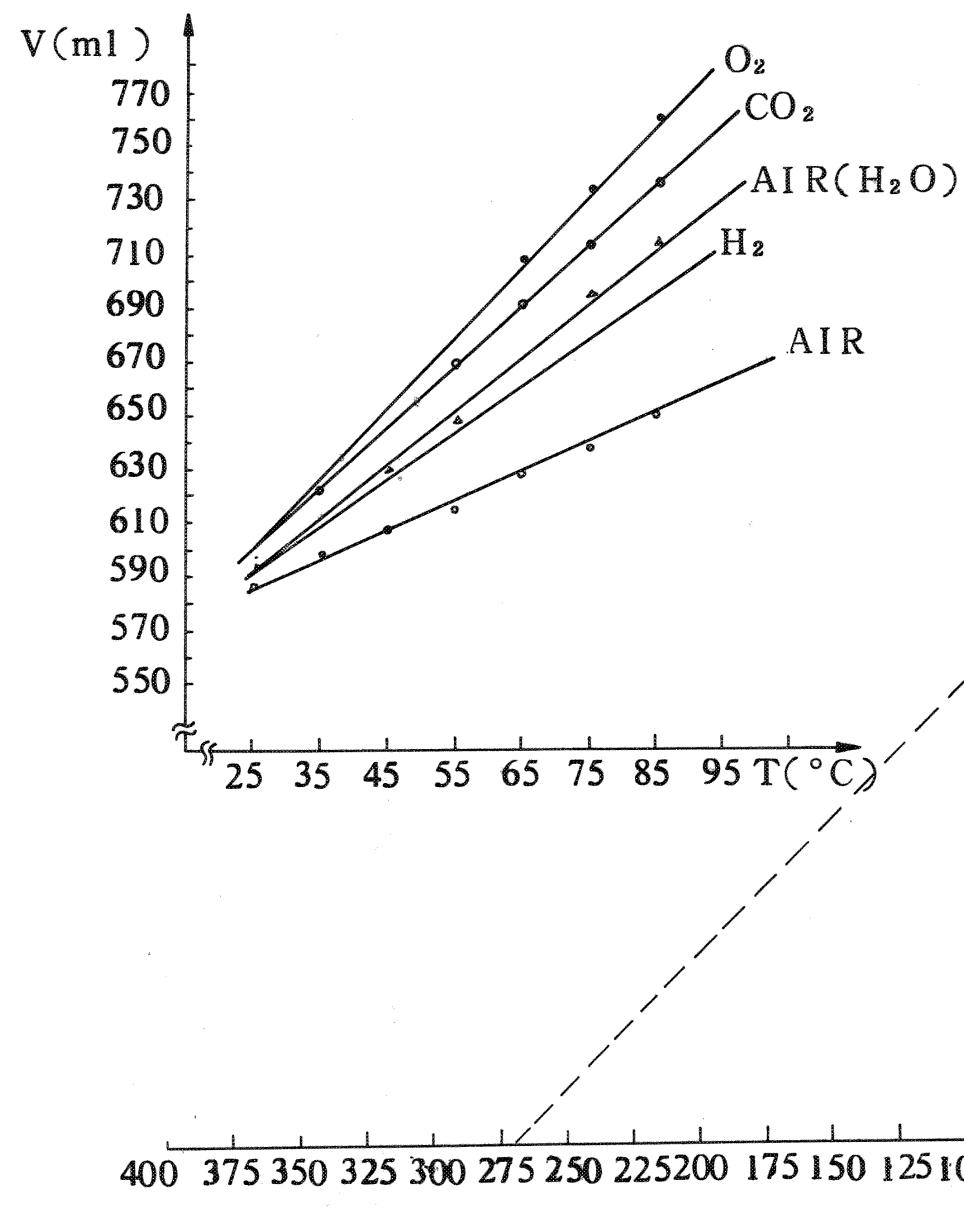
可是所有遵循波以耳定律之氣體，即密度即小之氣體，其膨脹情形極有規律，且遠較液體顯著，加以氣體液化之溫度極低，能測量溫度範圍亦大，故利用氣體體積之線性以測定溫度較利用其他物質（如液體或固體）更為基本可靠。

## 八、參考資料

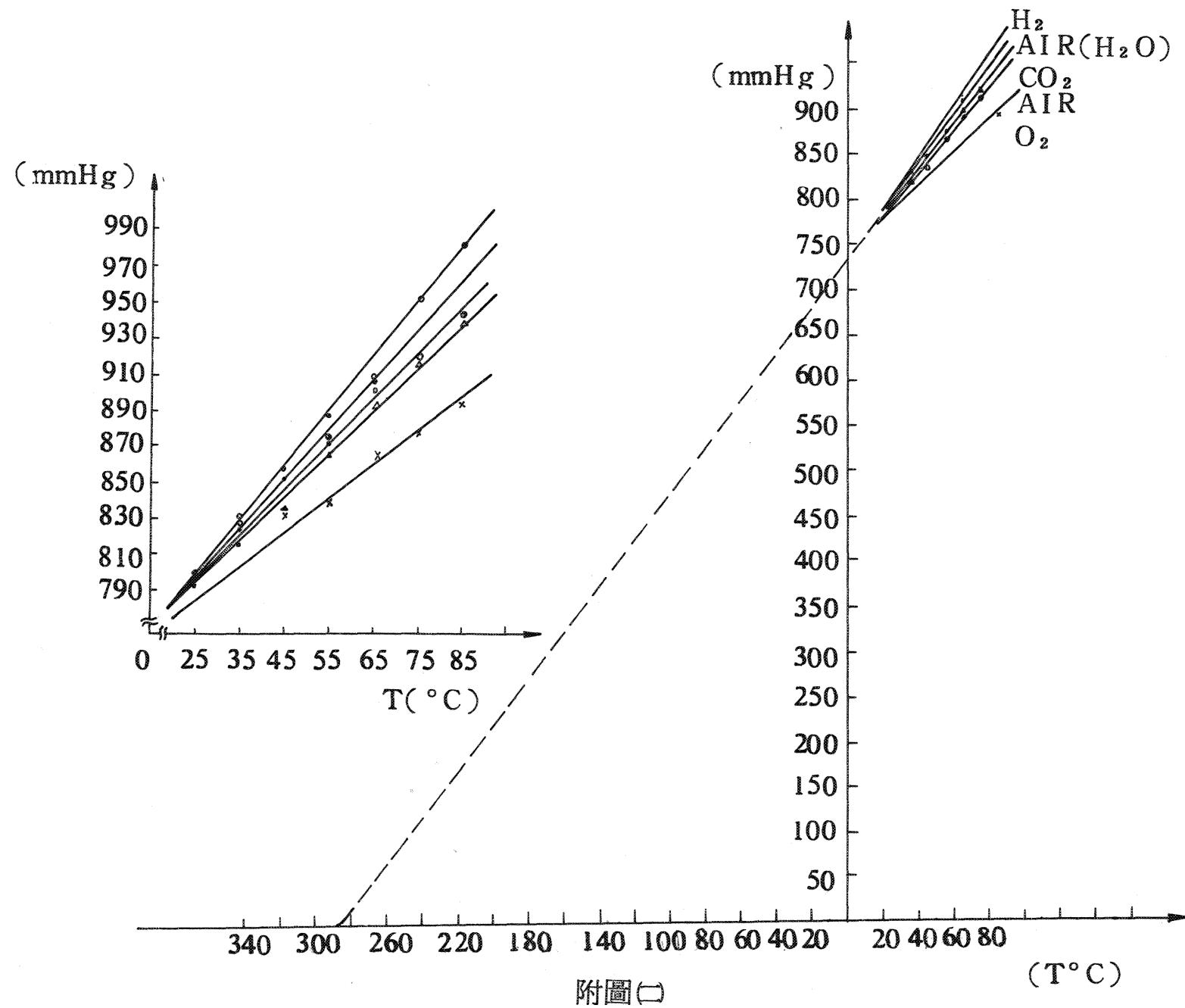
- (一) 國民中學理化第一冊。
- (二) 高中物理上冊（東華書局）。
- (三) Thermodynamics, Kinetic Theory and Statistical Thermodynamics. ( Sears Salinger Third Edition )

## 評語

- 能夠應用所得，針對教科書實驗內容，將定壓及定容的概念結合，獨創新的實驗設計。
- 也可以推廣到物理之教學。



附圖(一)



附圖(二)