

中華民國 第 50 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組 物理科

030102

空氣有沒有重量？

學校名稱：澎湖縣立西嶼國民中學

作者： 國一 王新豪 國一 許志文 國一 翁銘鴻	指導老師： 夏志鍊
-----------------------------------------------	------------------

關鍵詞：空氣、重量

摘要

本實驗主要利用生活中隨手可得的工具，應用簡單的測量原理，測得空氣的重量，並探討哪些因素會影響測量的準確度。

壹、研究動機

老師上課時提到空氣雖然看不見，但實際上是有重量的，這與我們的想法有些出入，有些同學甚至覺得氣體會浮起來，認為氣体的重量是負的，可見同學們對於『氣體是否有重量』此一概念是模糊不清或有各自的成見。因此我們想設計一些實驗方法，證明空氣是否有重量，更進一步地，測量空氣的重量，並與現有資料作比較，探討測量空氣重量時，應注意哪些因素。

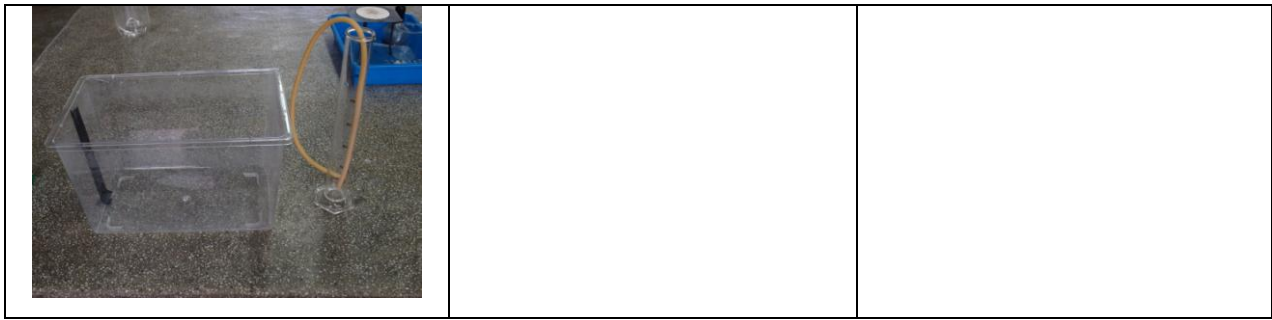
貳、研究目的

- 1.測量空氣重量
- 2.找出測量空氣重量的最佳方法
- 3.在不改變測重儀器的前提下，探討影響測量準確度的因素。

參、研究設備及器材

寶特瓶	錐形瓶	手壓打氣機	腳踏打氣機	壓克力水箱
橡皮管	250 毫升量筒	60 毫升針筒	針頭	膠帶
打氣頭	氣嘴			





肆、研究過程或方法

實驗 1：證明空氣有無重量

步驟 1.測量空瓶狀態的瓶子(如圖 6)質量

步驟 2.使用手壓打氣機將額外的空氣灌入密封的寶特瓶

空瓶重量	130.85gw
打氣 1 次	131.10gw
打氣 2 次	131.30gw
打氣 3 次	131.65gw
打氣 4 次	131.85gw
打氣 5 次	132.10gw

◇ 結果討論：瓶子的重量隨灌氣次數增加而增加，可見空氣確實有重量

實驗 2：測量空氣重量

原理：使用密閉的寶特瓶，利用不同方法改變空瓶內空氣的量，測量瓶子灌氣前後的重量差，並測量進出寶特瓶空氣的體積，由比值得知一公升空氣的重量。

方法一：以手壓打氣機灌氣並測量空氣重量

步驟 1.使用手壓打氣機將空氣灌入密封的寶特瓶，每次手壓打氣機 6 次

步驟 2.以電子天平測量步驟 1 寶特瓶的質量

步驟 3.釋放寶特瓶內的空氣，並以排水集氣法收集之，測得空氣的體積

步驟 4.重複步驟 1~3 共 5 次

	空瓶重量(gw)	灌氣後重量(gw)	灌入氣體體積(ml)
1	130.05	131.80	1172.00
2	130.05	131.90	1165.00
3	130.05	131.85	1170.00
4	130.05	131.75	1155.00
5	130.05	131.80	1140.00
平均	130.05	131.82	1160.40

結果	灌入空氣重量(gw)	1.77
	灌入氣體體積(l)	1.16
	每公升空氣重量(gw/l)	1.53
	實際空氣重量	1.293
	誤差百分比	17.97%

方法二：以腳踏打氣機灌並測量空重量

步驟 1.使用腳踏打氣機將空氣灌入密封的寶特瓶，每次腳踏打氣機 6 次

步驟 2.以電子天平測量步驟 1 寶特瓶的質量

步驟 3.釋放寶特瓶內的空氣，並以排水集氣法收集之，測得空氣的體積

步驟 4.重複步驟 1~3 共 5 次

	空瓶重量(gw)	灌氣後重量(gw)	灌入氣體體積(ml)
1	131.10	132.55	1310.00
2	131.10	132.55	1340.00
3	131.10	132.60	1265.00
4	131.10	132.50	1255.50
5	131.10	132.65	1305.00

平均	131.10	132.57	1295.10
----	---------------	---------------	----------------

結果	灌入空氣重量(gw)	1.47
	灌入氣體體積(l)	1.30
	每公升空氣重量(gw/l)	1.14
	實際空氣重量	1.293
	誤差百分比	-12.22%

方法三：以針筒將水灌入密閉的寶特瓶，測量空氣重量

步驟 1.使用針筒將水灌入瓶口塞了橡皮塞的寶特瓶，灌入約 170 毫升的水

步驟 2.以電子天平測量步驟 1 灌水寶特瓶的質量

步驟 3.打開寶特瓶，放出受水擠壓而溢出的空氣

步驟 4.測量步驟 3 的寶特瓶質量

步驟 5.測量瓶內水的體積(即溢出空氣的體積)

步驟 6.重複步驟 1~5 共次

	灌水後重量(gw)	放出氣體後重量 (gw)	溢出氣體體積(ml)
1	237.10	236.90	170.00
2	237.10	236.95	168.00
3	237.10	236.85	170.00
4	237.10	236.90	165.00
5	237.10	236.95	166.00
平均	237.10	236.91	167.80

結果	溢出空氣重量(gw)	0.19
	溢出氣體體積(l)	0.17
	每公升空氣重量(gw/l)	1.13
	實際空氣重量	1.293
	誤差百分比	-12.43%

◇ 結果討論：

三種方法中，以腳踏打氣機灌氣的方式得到的測量值誤差最小，且較易進行實驗(針筒灌水較費力且耗費時間)故選擇第二種方法繼續之後的實驗。

實驗三：探討影響測量準確度的因素

探討因素 1：空瓶的容積對測量結果的影響

步驟 1.使用腳踏打氣機將空氣灌入密封的 1250ml 的寶特瓶，每次腳踏打氣機 5 次

步驟 2.以電子天平測量步驟 1 寶特瓶的質量

步驟 3.釋放寶特瓶內的空氣，並以排水集氣法收集之，測得空氣的體積

步驟 4.改用 2000ml 寶特瓶，並重複步驟 1~3

小瓶(1250ml)打氣六次

	空瓶重量(gw)	灌氣後重量(gw)	灌入氣體體積(ml)
1	131.10	132.55	1310.00
2	131.10	132.55	1340.00
3	131.10	132.60	1265.00
4	131.10	132.50	1255.50
5	131.10	132.65	1305.00
平均	131.10	132.57	1295.10

結果	灌入空氣重量(gw)	1.47
	灌入氣體體積(l)	1.30
	每公升空氣重量(gw/l)	1.14
	實際空氣重量	1.293
	誤差百分比	-12.22%

大瓶(2000ml)打氣六次

	空瓶重量(gw)	灌氣後重量(gw)	灌入氣體體積(gw)
--	----------	-----------	------------

1	136.45	137.95	1390.00
2	136.40	137.90	1315.00
3	136.40	138.00	1345.00
4	136.40	137.95	1400.00
5	136.40	138.00	1420.00
平均	136.41	137.96	1374.00

結果	灌入空氣重量(gw)	1.55
	灌入氣體體積(l)	1.37
	每公升空氣重量(gw/l)	1.13
	實際空氣重量	1.293
	誤差百分比	-12.75%

探討因素 2：打入空氣量的多寡對測量結果的影響

大瓶(2000ml)打氣六次

	空瓶重量(gw)	灌氣後重量(gw)	灌入氣體體積(gw)
1	136.45	137.95	1390.00
2	136.40	137.90	1315.00
3	136.40	138.00	1345.00
4	136.40	137.95	1400.00
5	136.40	138.00	1420.00
平均	136.41	137.96	1374.00

結果	灌入空氣重量(gw)	1.55
----	------------	------

	灌入氣體體積(l)	1.37
	每公升空氣重量(gw/l)	1.13
	實際空氣重量	1.293
	誤差百分比	-12.75%

大瓶(2000ml)打氣十次

	空瓶重量(gw)	灌氣後重量(gw)	灌入氣體體積(gw)
1	136.40	139.00	2117.50
2	136.40	138.95	2200.50
3	136.40	139.00	2277.50
4	136.40	139.10	2150.00
5	136.40	138.95	2200.00
平均	136.40	139.00	2189.10

結果	灌入空氣重量(gw)	2.60
	灌入氣體體積(l)	2.19
	每公升空氣重量(gw/l)	1.19
	實際空氣重量	1.293
	誤差百分比	-8.14%

大瓶(2000ml)打氣十二次

	空瓶重量(gw)	灌氣後重量(gw)	灌入氣體體積(gw)
1	136.40	139.50	2575.00
2	136.40	139.60	2510.00

3	136.40	139.50	2550.00
4	136.40	139.35	2565.00
5	136.40	139.45	2555.50
平均	136.40	139.48	2551.10

結果	灌入空氣重量(gw)	3.08
	灌入氣體體積(l)	2.55
	每公升空氣重量(gw/l)	1.21
	實際空氣重量	1.293
	誤差百分比	-6.63%

大瓶(2000ml)打氣二十次

	空瓶重量(gw)	灌氣後重量(gw)	灌入氣體體積(gw)
1	138.40	143.65	3800.00
2	138.40	143.35	3850.00
3	138.40	143.35	3900.00
4	138.40	143.35	3810.00
5	138.40	143.35	3865.00
平均	138.40	143.41	3845.00

結果	灌入空氣重量(gw)	5.01
	灌入氣體體積(l)	3.85
	每公升空氣重量(gw/l)	1.30
	實際空氣重量	1.293
	誤差百分比	0.77%

伍、討論

1. 實驗 1 證明了空氣有重量，雖然很輕，但只要打氣的量足夠，可以看到瓶子的重量明顯增加
2. 實驗 2 中的三種方法，其實應該都能準確測量出空氣的重量，方法一可能因為打氣筒老舊，打出的空氣混入太多的油氣(有聞到)，導致測量值明顯比空氣重且誤差大，故不適合用此老舊打氣筒。
3. 實驗 2 中的方法三，是科學家伽利略想出的方法，將水注入空瓶中，測量空氣因水被趕出空瓶前與後的重量差來測量空氣重，理論上來看應該會準確，但因我們在進行時，發現要將水打入空瓶時，較為費時費力，所以沒有採用。
4. 從實驗 3 中發現，容積 1205ml 的瓶子與容積 2000ml 的瓶子，測量上的誤差大致相同，但考慮若要灌入大量氣體時，較小的瓶子可能會有壓力較大而破裂的可能，所以採用較大的容積的瓶子。
5. 打入同樣體積的空氣時，從實驗中可以發現，打入空氣的量愈多，則測量出的每公升空氣重量愈接近實際值，也就是誤差愈小。這應該是因為我們測量質量的電子天平，它的最小度量刻度為 0.05 公克，若只打入 0.5~1 公升的空氣(太輕)，則可能產生的誤差就很大。

	每公升空氣重量	誤差
大瓶(2000ml)打氣六次	1.13	-12.75%
大瓶(2000ml)打氣十次	1.19	-8.14%
大瓶(2000ml)打氣十二次	1.21	-6.63%
大瓶(2000ml)打氣二十次	1.30	0.77%

陸、結論

一、空氣重量為 1.30 公克/公升

二、以我們的實驗儀器的準確度來說，可以使用以下兩種方法，減少測量結果的誤差：

1. 使用『大容積』的瓶子
2. 增加灌入的空氣的量

參考資料

1. 網路資料

【評語】 030102

- 1.以打氣機將空氣直接打入瓶中，以數位天平量測其重量，可清楚觀察到空氣的重量。
- 2.缺乏壓力數據，使實驗無法將空氣重量與壓力關係連結，無法進一步分析結果，為待改進之處。