

本月專輯

有趣的化學

誰最會生氣

文/大學入學考試中心
邱美智、蕭次融

壹、學生實驗

目的

利用酸鹼指示劑的變色以及澄清石灰水的混濁與再澄清，推測從口中呼出來的氣體是酸性，含有二氧化碳。

器材

氫氧化鈉（3M）	1瓶	鹽酸（3M）	1瓶
酚酞（0.4%）	1瓶	透明杯（200 mL）	1個
氫氧化鈣（半飽和）	1瓶	透明片（8×8 cm）	4片
溴瑞香草酚藍（0.4%）	1瓶	吸管（可彎）	4支

註：

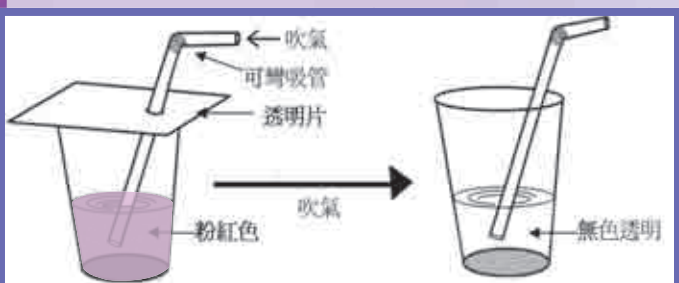
1. 氫氧化鈉、鹽酸、酚酞、溴瑞香草酚藍（BTB）溶液，各裝於5mL滴瓶。
2. 半飽和的氫氧化鈣溶液裝於100 mL的滴瓶。
3. 透明片上打一個圓孔以便插入吸管。
4. 以上的器材供一組四名學生使用。

操作

(一) 溶液的色變



- 1.用透明的塑膠杯取清水20 mL後，滴入氫氧化鈉2滴與酚酞2滴，搖一搖杯子得粉紅色溶液。
- 2.用透明片蓋住杯口並插入可彎吸管後，閉口，從鼻孔深深吸氣，然後從口經吸管慢慢向粉紅色溶液吹氣如圖1的(A)。若一次的呼氣不足於使溶液變成無色透明，如圖1的(B)，就換氣，繼續吹，到粉紅色消失。數一下總共換了幾次氣。
- 3.想一想吹氣後溶液為何褪色。
- 4.在已褪色的溶液中，再滴入氫氧化鈉溶液n滴，又得粉紅色溶液，然後再吹氣，這一次總共換了幾次氣，為什麼？
- 5.同上述的操作步驟，但用溴瑞香草酚藍代替酚酞，結果有何異同？



(二)沉澱的產生與消失

- 6.用透明杯取半飽和的氫氧化鈣20 mL，蓋上透明片後插入可彎吸管，與前述溶液的色變同樣吹氣，不久就見溶液慢慢混濁(產生沉澱)。用化學反應式表示

溶液產生沉澱的反應：

- 7.倒出一半的混濁液(約10 mL)於一個透明杯後，繼續吹氣，即見溶液慢慢澄清，這是沉澱溶解的現象。用化學反應式表示沉澱溶解的反應：

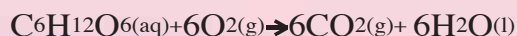
原理

(一)溶液的色變

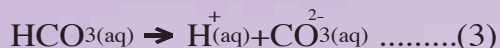
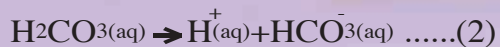
酸鹼指示劑的酚酞，在鹼性溶液顯現粉紅色，在酸性溶液則褪為無色。因此若在水中，滴下酚酞溶液與氫氧化鈉溶液各一滴，則得粉紅色溶液。對此溶液經由吸管吹氣，一會兒溶液就由粉紅色變為無色。這是酸鹼中和，說明從口呼出的「口氣」是酸性。

在地球表面的大氣中，通常含有氮氣、氧氣、二氧化碳與其他非常少的其他氣體。N₂、O₂、CO₂在空氣中所佔的百分率分別為79.02%、20.95%、0.03%，這也是呼吸時所吸進的空氣成分。但是，呼吸時所呼出的氣體，其成分有了大的改變，氧氣減為15.8%，而二氧化碳的量增加100倍以上，成為4.0%，氮氣與其他氣體的量無多大改變，如圖2所示。二氧化碳的含量大增的原因在於體內的代謝作用，例如葡萄糖(C₆H₁₂O₆)

的代謝，消耗了氧，而產生了二氧化碳與水，其反應式如下：



因此呼吸時所呼出的口氣中含有4.0%的二氧化碳。這些二氧化碳溶於水成爲碳酸，這是口氣是酸性的原因。口吹出的氣體能中和粉紅色的鹼性酚酞溶液，使溶液褪爲無色，可用反應式表示：

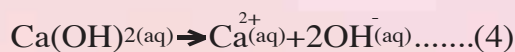


上式中 H_2CO_3 是二質子酸，兩段解離產生 H^+ 、 HCO_3^- 與 CO_3^{2-} 。圖1表示粉紅色鹼液經由吹氣，褪爲無色的溶液。

(二) 沉澱的產生與消失

消石灰是氫氧化鈣， $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的俗稱，稍溶於水，產生鈣離子與氫氧根離子（式4），其中鈣離子能與碳酸根離子（式3）結合，產生難溶的碳酸鈣， $\text{CaCO}_3(\text{s})$ （式5），導致澄清的消石灰水

溶液變成混濁。



若在混濁的消石灰水中繼續吹氣，則混濁的溶液可變澄清。這是因爲碳酸鈣溶於過量的二氧化碳飽和溶液（式2、式5）產生可溶性的碳酸氫鈣。



半飽和氫氧化鈣溶液的配製

1. 取約10克的氫氧化鈣粉末，放入600 mL的透明寶特瓶後，加水約500 mL。
2. 蓋緊瓶蓋後用力搖動寶特瓶，使 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 儘量溶解。
3. 靜置約二小時，等到未溶的粉末完全沉在瓶底而溶液澄清後傾出上澄液於裝有半瓶水的寶特瓶內，即得半飽和的氫氧化鈣溶液。

競賽

使用喝飲料用的吸管，對透明茶杯內的溶液吹氣如圖1，使溶液產生由「肉眼即可辨認」的變化。競賽包括二個活動：

- (一) 誰最會生氣、
- (二) 哪一隊最合作。

競賽的目的在於藉由趣味性活動，讓學生思考如何使有限的一口氣，「細氣長流」充分反應，並由團隊合作學習互相協調之重要性。

(一)誰最會生氣

只用一口氣(吹氣途中不能換氣)，比賽誰能中和最多的鹼液。比賽時，將全班學生分成5人一隊，而每一隊推派一名選手，代表該隊出來比賽。每名選手可指定鹼液的量(註1)，總共可試三次，以表現最佳的一次計分。

(二)哪一隊最合作

本項活動比賽哪一隊最合作，能在最短時間，將一定量(100 mL)的氫氧化鈣溶液(註2)，由澄清吹至混濁，然後繼續吹至澄清。比賽時每一隊員各有一支吸管，可同時對同一杯溶液吹氣。

本活動比賽為計時賽，採取初、複賽。在正式比賽前先分給各隊100 mL消石灰水，以便練習。

- (1)初賽為淘汰賽，要計時，每次4隊，取第一名參加複賽。
- (2)複賽為計時賽。

(註1)：

比賽前，教師要配好一種鹼液(以0.01%的氫氧化鈉水溶液為宜)。加有酚酞指示劑的溶液呈現粉紅色，事先分給各隊200 mL練習。

比賽時，由選手自行指定鹼液量(以10 mL為計算單位)，一口氣吹至變色即算成功。

(註2)：

- 1.取澄清的消石灰半飽和的溶液後，加數滴酚酞或溴瑞香草酚藍指示劑，以增加趣味性。
- 2.不易褪色或澄清的杯子，加數滴鹽酸試試，立即可得無色或澄清的溶液。

