

投稿類別: 自然探究

篇名:

「蒸蒸日上」,「壓力」山大,蒸氣壓與溫度、沸點之關係之探討

作者:

吳定軒。新北市市立崇林國中。八年七班。

林子容。新北市市立崇林國中。八年七班。

吳又澄。新北市市立崇林國中。八年五班。

指導老師:

羅陽青老師

摘要

我們以在生活中實際遇到的問題進行探討，決定將蒸氣壓進行深入了解並以蒸氣壓為本次探討的標題，並圍繞著蒸氣壓進行延伸，制定出多項關於蒸氣壓應用的實驗也就是實驗目的中的十項實驗，包括不同濃度食鹽水、糖水、冰醋酸水溶液、酒精水溶液、酸性水溶液以及鹼性水溶液在同樣壓力下（200mmHg）沸點的不同與變化；在壓力不同的的狀況下，逐次增加 10mmHg 並測量在此狀況下，相同濃度的蒸餾水（減少水中雜質所造成的誤差）、食鹽水以及雙氧水沸點的不同與變化。在擬定完實驗且想好未來的實驗走向之後，我們也將實驗帶入生活，模擬廚房中每天都會使用到的各種調味料加入水中進行加熱，形成我們平時煮湯的感覺，藉此增加本實驗與生活的連結度與在生活上的應用。

壹、前言

一、研究動機

臺灣為歐亞大陸板塊和菲律賓海板塊形成之地，山巒眾多，尤其花蓮縣更是兩個板塊的交界處，因而擁有臺灣最多的百岳，吸引許多登山客前往。之前我們一起攀登花蓮的高山時，由於路途遙遠，飲食成了我們的一大問題，而當我們在煮水時，發現在高山上水會比在平地煮的時間還短就沸騰了，但用溫度計測量後卻發現沸騰的水竟然還不到 100°C，。

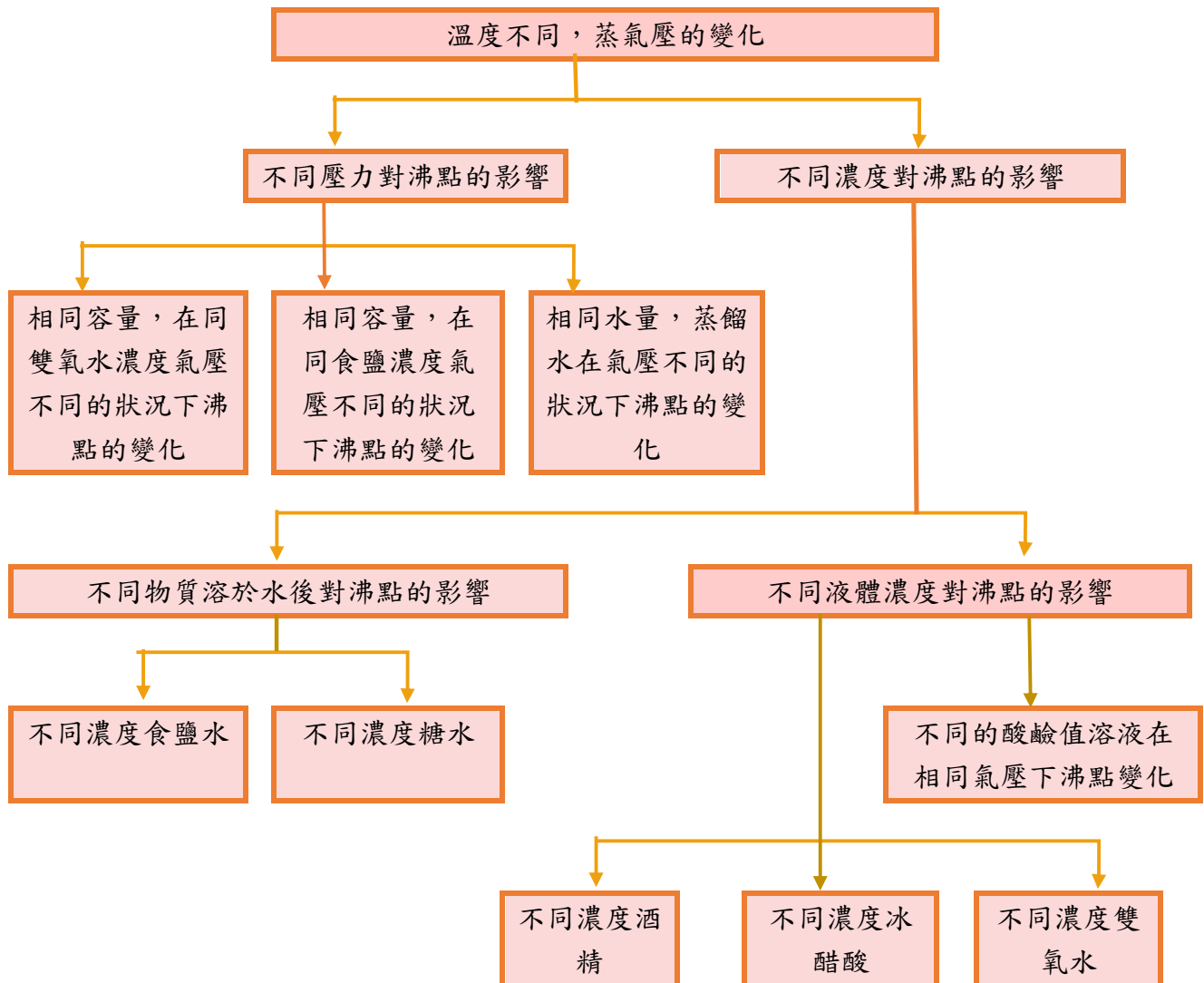
為此我們請教理化老師希望可以知道為何水沸騰所花的時間長短有所改變，經過與老師的討論後，因為高山相較於平地空氣較稀薄，空氣重力也比低處還要小，所以高山上的氣壓比平地還要低，最終會造成沸點的下降，老師將溫度及壓力作為坐標，並將水的三態繪製於圖中，成為水的三相圖，以表示水的沸點會受到壓力的影響，且海拔愈高，氣壓愈低，造成沸點愈低，形成蒸氣壓的變化，而蒸氣壓便是液體蒸發為氣體時需克服的狀態。

歷屆的會考題目中，在有關蒸氣壓的題型通常都只有略為提到而沒有非常深入探討到這個部分，於是我們討論過後決定先向老師詢問有關蒸氣壓的原理，並且在和老師詢問的過程中，發現以往我們在料理時經常加入許多的調味劑來增加食物的風味，例如糖、鹽、醋、酒……等，因此我們想藉由實驗來探討如果加入不同濃度的調味劑是否會對沸騰時間和溫度造成影響，由這個方向延伸思考後我們就發現，在料理時我們不只會改變溶質，還會改變溶液，例如在燉煮時我們會加入米酒來調味，所以我們想要探討如果再改變溶質或溶劑會有什麼變化，因此我們決定利用更深入的實驗來了解。

二、 研究目的

- (一) 相同水量，蒸餾水在氣壓不同的狀況下沸點的變化
- (二) 相同容量，在同食鹽濃度氣壓不同的狀況下沸點的變化
- (三) 相同容量，在同雙氧水濃度氣壓不同的狀況下沸點的變化
- (四) 溫度不同，蒸氣壓的變化
- (五) 相同水量，不同濃度食鹽水沸點、溫度的變化
- (六) 相同水量，不同濃度糖水沸點、溫度的變化
- (七) 相同水量，不同濃度酒精沸點、溫度的變化
- (八) 相同水量，不同濃度冰醋酸沸點、溫度的變化
- (九) 相同水量，不同濃度雙氧水沸點、溫度的變化
- (十) 不同的酸鹼值溶液在相同氣壓下沸點變化

三、 研究架構圖



圖一 研究之流程與架構圖

四、實驗方法

(一) 研究方法

1. 利用數杯質量相同的蒸餾水，調控不同的壓力，以每次升高 50mmHg 進行測量沸點的變化。
2. 利用數杯質量、濃度相同的食鹽水，調控不同的壓力，以每次升高 50mmHg 進行測量壓力對食鹽水的沸點之變化。
3. 利用數杯質量、濃度相同的雙氧水，調控不同的壓力，以每次升高 50mmHg 進行測量壓力對雙氧水的沸點之變化。
4. 總結第一到三點的結果，並深度討論其結果。
5. 調出數杯水量相同，濃度不同的食鹽水，再將壓力一律調到 200mmHg，並且每次將溫度升高 10°C 進行測量食鹽的濃度對水的沸點之變化。
6. 調出數杯水量相同，濃度不同的糖水，再將壓力一律調到 200mmHg，並且每次將溫度升高 10°C 進行測量糖的濃度對糖水的沸點之變化。
7. 調出數杯水量相同，濃度不同的酒精，再將壓力一律調到 200mmHg，並且每次將溫度升高 10°C 進行測量酒精的濃度對水的沸點之變化。
8. 調出數杯水量相同，濃度不同的冰醋酸，再將壓力一律調到 200mmHg，並且每次將溫度升高 10°C 進行測量冰醋酸的濃度對水的沸點之變化。
9. 調出數杯水量相同，濃度不同的雙氧水，再將壓力一律調到 200mmHg，並且每次將溫度升高 10°C 進行測量雙氧水的濃度對溶液的沸點之變化。
10. 利用數杯不同酸鹼值的溶液，再將壓力一律調到 200mmHg，並且每次將溫度升高 10°C 進行測量溶液的酸鹼值對水的沸點之變化(酸鹼值一律使用極端值)。

(二) 研究設備與器材

1. 蒸餾水

將蒸餾水加入減壓濃縮萃取機內並測量不同氣壓下，水沸騰時間及溫度的變化；使用蒸餾水是為了將水中雜質含量降低同時降低其帶來的誤差，使實驗更加精準。並將與不同的實驗物進行融合形成不同濃度的溶液，方便於觀測相同物質，不同濃度沸騰時間、溫度實驗結果的變化；使用蒸餾水是為了將水中雜質含量降低同時降低其帶來的誤差，使實驗更加精準。

2. 食鹽

使用廚房常見調味料，在加水後，調配成不同濃度的食鹽水，並進行實驗，紀錄沸騰時間、溫度的變化。

3. 糖

使用廚房常見調味料，在加水後，調配成不同濃度的糖水，並進行實驗，紀錄沸騰時間、溫度的變化。

4. 酒精

模擬成廚房常見調味料「米酒」，在加水後，調配成不同濃度的酒精溶液，並進行實驗，紀錄沸騰時間、溫度的變化；使用濃酒精是為了調配不同濃度的酒精溶液，並增加一項操作變因(未稀釋濃酒精)，使實驗結果更加具有可信度並減少誤差。

5. 冰醋酸

模擬成廚房常見調味料「食用醋」，在加水後，調配成不同濃度的冰醋酸溶液，並進行實驗，紀錄沸騰時間、溫度的變化；使用冰醋酸(濃醋)是為了調配不同濃度的冰醋酸溶液，並增加一項操作變因(未稀釋冰醋酸)，使實驗結果更加具有可信度並減少誤差

6. 雙氧水

在加水後，調配成不同濃度的雙氧水，並進行實驗，紀錄沸騰時間、溫度的變化。

7. 減壓濃縮萃取機

將蒸餾水加入減壓濃縮萃取機並啟動，開始運作後，機器將按照設定壓力值開始抽取水中的空氣，使水達到減壓的效果；待水降到設定壓力值後，運用水均勻進行隔水加熱，並在期間測量沸騰所需時間及溫度。

8. 蒸餾水製造機

將水加熱，高溫殺菌後形成蒸餾水，並運用雜質含料較低的蒸餾水進行各項實驗，降低實驗誤差，增加實驗可信度及精準度。

貳、正文

一、文獻探討、預期結果及請教專家學者之訪談內容

(一) 不同壓力對沸點的影響

1. 利用數杯質量相同的蒸餾水，調控不同的壓力，以每次升高 50mmHg 進行測量沸點的變化。

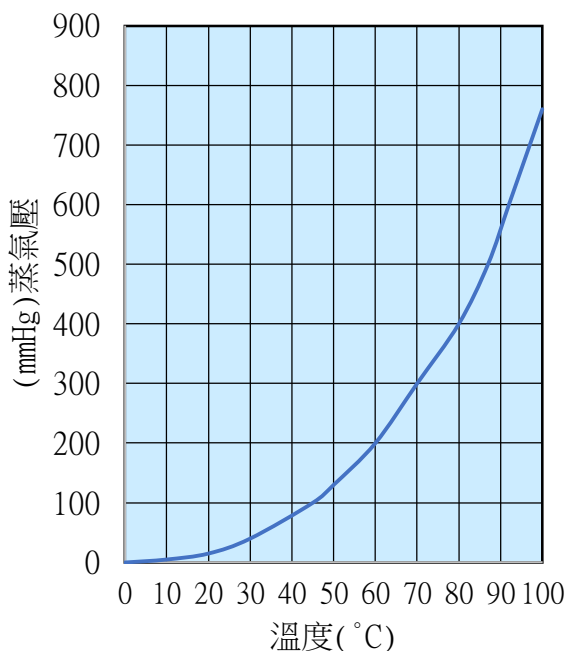
預期成果：

從南一書局普通高級中學選修化學上教師手冊 p256-259 中有附圖二與康寧泰順書坊引航高三選修化學上第 88、97 頁中的圖三其中都表示當大氣壓力

增加時，沸點亦隨之升高，且正常 100 度高溫為飽和蒸氣壓 760.0mmHg 因此我們可以從這邊推斷蒸氣壓越大，沸點將會增加，蒸氣壓越小，沸點將會降低。

預期效益：

可得知生活中最常見液體「水」在不同壓力下沸點、沸騰溫度的變化，並了解與其他同樣進行此實驗的但加入不同溶質的水溶液各項數值的不同。在生活中，也有許多有關蒸氣壓的例子，像是研究動機中提到的高山上煮水.....等，在了解其原理後，可以讓我們在生活中遇到此類問題時更加快速的解決，避免不必要的麻煩與危險。



圖二 蒸氣壓與沸點關係曲線圖

溫度 (°C)	飽和蒸氣壓 (mmHg)	溫度 (°C)	飽和蒸氣壓 (mmHg)	溫度 (°C)	飽和蒸氣壓 (mmHg)
-10	2.0	20	17.5	50	92.5
-5	3.0	25	23.8	60	149.4
0	4.6	30	31.8	70	233.7
5	6.5	35	42.2	80	355.1
10	9.2	40	55.3	90	525.8
15	12.8	45	71.9	100	760.0

圖三 不同溫度下水的飽和蒸氣壓

2. 用數杯質量、濃度相同的食鹽水，調控不同的壓力，以每次升高 50mmHg 進行測量壓力對食鹽水的沸點之變化。

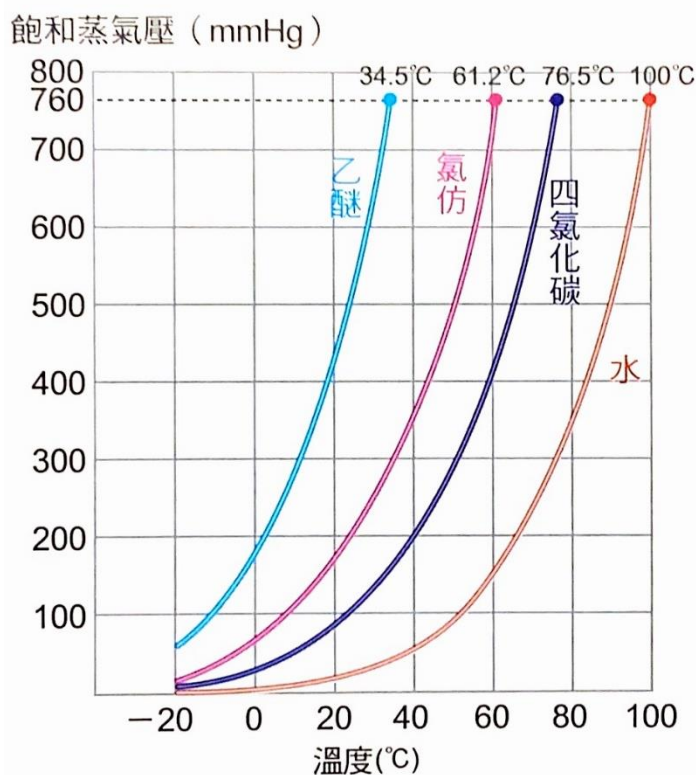
預期結果：

同上點，根據南一書局普通高級中學選修化學上教師手冊 p256-259 中有附圖二與康寧泰順書坊引航高三選修化學上第 88、97 頁中的圖三，雖然溶液換成了食鹽水，但蒸氣壓升高時，食鹽水的沸點應該還是會升高，蒸氣壓越小，沸點將會降低。

我們再由南一書局普通高級中學選修化學上教師手冊 p257 中所附的圖四，我們發現例如乙醚、氯仿和四氯化碳與水同在 760mmHg 的沸點都比水還要低，但是在我們與老師深入討論過後，老師表示食鹽水零度點下降，沸點會升高，因此我們可以由此最終推斷在同樣的蒸氣壓下，食鹽水的沸點會比水高。

預期效益：

可了解「食鹽水」與同樣進行此實驗的雙氧水和純水各項數值的差異、不同。單獨和水比較後，也可以明顯的發現食鹽對純水各方面數值所造成的影響，同時，我們也可以觀察到沸點和水不同的食鹽，再加入水後，對水的沸點有什麼影響；混合食鹽與水後的水溶液，在不同壓力下食鹽水溶液沸點、沸騰溫度的變化。



圖四 不同物質不同溫度下水的飽和蒸氣壓

3. 用數杯質量、濃度相同的雙氧水，調控不同的壓力，以每次升高 50mmHg 進行測量壓力對雙氧水的沸點之變化。

預期結果：

根據南一書局普通高級中學選修化學上教師手冊 p256-259 中有附圖二與康寧泰順書坊引航高三選修化學上第 88、97 頁中的圖三，一樣會得知蒸氣壓越大，溶液的沸點越高，反之蒸氣壓越小，沸點越低。

我們再由南一書局普通高級中學選修化學上教師手冊 p257 中所附的圖四，我們發現例如乙醚、氯仿和四氯化碳與水同在 760mmHg 的沸點都比水還要低，因為過氧化氫的沸點為 152.0 度，因此加入水後，應該會使雙氧水的沸點降低，且在與老師討論過高濃度的雙氧水溶液的沸點比純水的沸點更低。這是雙氧水分解時釋放氧氣，降低液體的有效分子數，從而降低沸點。

預期效益：

可得知「雙氧水」在不同壓力下沸點、沸騰溫度的變化，並了解與同樣進行此實驗的食鹽水和純水各項數值的不同。如果單以此和食鹽水進行比較的話，可發現相較於食鹽，具有更強腐蝕性的過氧化氫是否會對純水各方面數值相比於食鹽所造成更大影響；同時，我們也可以觀察到沸點和水不同的過氧化氫，再加入水後，對水的沸點會造成什麼影響。

(二) 不同物質溶於水後對沸點的影響

1. 調出數杯水量相同，濃度不同的食鹽水，再將壓力一律調到 200mmHg，並且每次將溫度升高 10°C 進行測量食鹽的濃度對水的沸點之變化

預期成果：

根據我們的推測，我們認為當我們提高食鹽水濃度時，食鹽水的沸點也隨之升高，沸騰時間也因此變的較慢。且經由第一種實驗類型的第二項食鹽水之實驗的結果可以發現到，在壓力固定的狀況下，食鹽水的沸點將不會有所改變，且由於食鹽沸點大於水，因此食鹽水濃度越濃，沸點應會越高。

但在與老師經過一系列的深度討論過後，我們給出的結論是較高濃度的食鹽水具有較高的沸點，因為食鹽增加了滲透壓，需要更多的能量才能將其轉變為氣體。

預期效益：

在一般的狀況下，我們都知道水的沸點為 100°C，但在加入食鹽之後，沸點可能將會因此而發生改變，因此我們將食鹽模擬成廚房常見調味料，並由加入水中的食鹽多寡探討不同濃度的食鹽水在固定壓力下沸點與沸騰時間的變化，藉此我們可以也可以同樣了解到在平時進行烹飪時，加入食鹽調味的湯各種數值與現象的改變。

2. 調出數杯水量相同，濃度不同的糖水，再將壓力一律調到 200mmHg，並且每次將溫度升高 10°C 進行測量糖的濃度對水的沸點之變化

預期成果：

同上點，在與老師經過一系列的深度討論過後，我們給出的結論是較高濃度的糖水具有較高的沸點，反之較低濃度的糖水具有較低的沸點，因為糖增加了溶液的滲透壓，需要更多的能量才能轉變為氣體。

預期效益：

在一般的狀況下，我們都知道水的沸點為 100°C，但在加入糖之後，沸點可能將會因此而發生改變，因此我們將糖模擬成廚房常見調味料，並由加入水中的糖的多寡探討不同濃度的糖水在固定壓力下沸點與沸騰時間的變化，藉此我們可以也可以同樣了解到在平時進行烹飪時，加入糖調味的湯各種數值與現象的改變。

(三) 不同液體濃度對沸點的影響

1. 調出數杯水量相同，濃度不同的冰醋酸，再將壓力一律調到 200mmHg，並且每次將溫度升高 10°C 進行測量冰醋酸的濃度對水的沸點之變化

預期結果：

跟據我們的推測，我們認為當我們提高冰醋酸濃度時，冰醋酸的沸點也隨之降低，沸騰時間也隨之加快，反之當我們降低冰醋酸濃度時，冰醋酸的沸點升高，沸騰時間也隨之變慢。

預期效益：

在一般的狀況下，我們都知道水的沸點為 100°C，但在加入冰醋酸之後，沸點可能將會因此而發生改變，因此我們將冰醋酸模擬成廚房常見調味料「食用醋」，並由加入水中的冰醋酸的多寡探討不同濃度的冰醋酸在固定壓力下沸點與沸騰時間的變化，藉此我們可以也可以同樣了解到在平時進行烹飪時，加入「食用醋」調味的湯各種數值與現象的改變。

2. 調出數杯水量相同，濃度不同的酒精，再將壓力一律調到 200mmHg，並且每次將溫度升高 10°C 進行測量酒精的濃度對水的沸點之變化

預期結果：

跟據我們的推測，我們認為當我們提高酒精濃度時，酒精的沸點也隨之降低，沸騰時間也隨之加快，反之當我們降低酒精濃度時，酒精的沸點升高，沸騰時間也隨之變慢。是因為在與老師經過專訪後，我們給出的結論是較高濃度的酒精溶液具有較低的沸點，因為酒精分子在溶液中降低了液體的滲透壓，從而降低了沸點。

預期效益：

在一般的狀況下，我們都知道水的沸點為 100°C，但在加入酒精之後，沸

點可能將會因此而發生改變，因此我們將酒精模擬成廚房常見調味料「飲用酒」、「米酒」，並由加入水中的酒精的多寡探討不同濃度的酒精在固定壓力下沸點與沸騰時間的變化，藉此我們可以也可以同樣了解到在平時進行烹飪時，加入「飲用酒」、「米酒」調味的湯各種數值與現象的改變。

3. 調出數杯水量相同，濃度不同的雙氧水，再將壓力一律調到 200mmHg，並且每次將溫度升高 10°C 進行測量雙氧水的濃度對溶液的沸點之變化。

預期結果：

經過多項資料與訪查後，較高濃度的雙氧水溶液具有較低的沸點，因為雙氧水分解釋放氧氣，降低了液體的有效分子數，降低了沸點。

預期效益：

一般的狀況下，我們都知道水的沸點為 100°C，但在加入雙氧水之後，沸點可能因此而發生改變，故我們藉由此得知各種數值與現象的改變。

4. 用數杯不同酸鹼值的溶液，再將壓力一律調到 200mmHg，並且每次將溫度升高 10°C 進行測量溶液的酸鹼值對水的沸點之變化(酸鹼值一律使用極端值)。

預期結果：

經過多項資料與訪查後，我們發現酸鹼值的變化可以影響液體的性質，但通常不會對沸點產生重大影響。在相同氣壓下，酸鹼值的變化通常只會對液體的其他性質產生影響，例如它的化學反應性或黏度等。

預期效益：

以純水(5.0-7.0 PH 值)進行延伸，將 PH 值大於和小於水的酸性水溶液及鹼性水溶液進行實驗並記錄與觀察。由此實驗我們可得知，在壓力相等的情況下，酸性物質和鹼性物質分別加入水後，是否會對純水各方面數值所造成影響；沸騰溫度與水不同的強酸物質、強鹼物質，是否會造成純水沸點的改變，並在最後觀測且了解酸性水溶液與鹼性水溶液沸點與沸騰溫度的不同。

參、結論

一、研究討論

- (一) 為了解蒸氣壓會對沸點造成改變的原因，我們利用實驗室裡的減壓濃縮萃取機來調控不同的蒸氣壓，首先我們用了水，調控成不同的蒸氣壓並觀測水的沸點變化，接著以食鹽水、糖水和雙氧水三種不同的溶液，調控成不同的蒸氣壓，並觀測蒸氣壓對水的沸點產生的變化跟蒸氣壓對不同溶液的沸點產生的變化之間有何關係。
- (二) 我們總結了上述蒸氣壓對不同溶液的影響，並繼續深度探討蒸氣壓與不同物質的沸點之間有何關係。
- (三) 我們接著做了不同物質溶於水中後的濃度對溶液的沸點之影響，以食鹽水、糖水、酒精、冰醋酸和雙氧水等五種作為實驗，因為我們想知道日常生活中

常見的溶液的沸點，讓我們的研究更貼近生活。我們將蒸氣壓固定於 200mmHg，以確保實驗數據的準確性。

- (四) 最後我們做了不同酸鹼值對沸點的影響，為了讓研究結果更加的鮮明，我們將酸鹼值一律調到極端值，使用強酸和強鹼，且將蒸氣壓固定於 200mmHg，以確保實驗數據的準確性。

二、研究結論

- (一) 依我們請教專家學者之訪談內容結果推測，我們認為當氣壓降低時，蒸餾水的沸點下降。這是因為在較低氣壓下，液體分子只需要較少的能量即能克服氣壓，轉變為氣體。而食鹽水的部分我們則是認為，高濃度的食鹽水的沸點比純水的沸點更高。這是因為食鹽增加了液體的滲透壓，使得液體分子需要更多的能量才能轉變為氣體。而最後蒸氣壓的部份我們認為，高濃度的雙氧水溶液的沸點比純水的沸點更低。這是因為雙氧水分解時釋放氧氣，降低了液體的有效分子數，從而降低了沸點。
- (二) 依我們請教專家學者之訪談內容結果推測，我們認為糖跟食鹽都是較高濃度的溶液具有較高的沸點，因為溶液增加了滲透壓，需要更多的能量才能將其轉變為氣體，而高濃度酒精與冰醋酸液具有較低的沸點，故酒精、冰醋酸分子在溶液中降低了液體的滲透壓，從而降低了沸點。
- (三) 依我們請教專家學者之訪談內容結果推測，我們認為較高濃度的雙氧水溶液具有較低的沸點，因為雙氧水分解釋放氧氣，降低了液體的有效分子數，降低了沸點。
- (四) 最後以實驗結果分析後，推測出酸鹼值的變化可以影響液體的性質，但通常不會對沸點產生重大影響。在相同氣壓下，酸鹼值的變化通常只會對液體的其他性質產生影響，例如它的化學反應性或黏度等。

三、未來研究方向

- (一) 本實驗只有探討蒸氣壓對日常生活中常見的物質的沸點之影響，未來可研究一些比較不常見的物質被蒸氣壓影響後的沸點關係，進一步深入研究與蒸氣壓和沸點相關的專題。。
- (二) 經由我們的研究結果，未來可研究如何利用蒸氣壓與沸點的關係，應用在實務的研究專題。

肆、參考文獻

- 一、 康寧泰順書坊 引航高三選修化學(上) 99 年版
- 二、 南一書局普通高級中學選修化學上教師手冊
- 三、 液體蒸發平衡及其穩定性討論 張世民 中南大學化學化工學院 碩博士期刊論文
<https://student.hlc.edu.tw/action/file/607/20230927125646675.pdf>