

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
作品說明書

高中組 化學科

第二名、最佳創意獎

040213

蛋求滲解-磁場對滲透壓的影響

國立新竹女子高級中學

作者姓名：

高二 陳羿如 高二 林詩華 高二 凌昱昀

指導老師：

吳明珠 林茂成

壹、摘要：

我們在化學課學到滲透壓的原理，且對於廣告商所推銷的磁石感到好奇，於是決定討論磁場對於滲透壓的影響。由無殼蛋的實驗發現磁場的存在會使蛋的滲透壓增加約 45%，確實會影響滲透壓，但由不同的酸溶解蛋殼後，對於蛋膜的性質有不同影響，因此設計了一個實驗裝置，並以生蛋膜及玻璃紙為半透膜，選擇同濃度的蔗糖、氯化鈉等水溶液，在不同磁場強度下觀測溶液的滲透壓變化。從強度 0、100、172、196、250、600、2250 高斯的磁場中，實驗得知磁場可影響滲透壓的臨界值約 200 高斯，且得到不同磁場強度的滲透壓值，之後比較蛋膜與玻璃紙在有無磁場影響下的上升高度差值，得知磁場對蛋膜的影響遠大於對玻璃紙，固推測磁場對溶液滲透壓的影響主因是磁場具有改變生物半透膜的特性，所以許多人標榜磁場對人體的影響宣傳，再某些條件下是合理存在的。在不同溶質溶液的滲透壓實驗觀察發現；高中課程中的溶液介紹是以「理想溶液」為前提，故真正從實驗操作中才體會出真實溶液與理想溶液間的差異是有很大的距離，所以我們嘗試以真實溶液探討不同溶質與滲透壓的關係。

貳、研究動機：

之前我們曾經觀察不同磁場強度下的綠豆會有不同的生長速率，在市面上，我們有機會也常可以看見許多磁石的枕頭或各式樣的相關產品，廣告商們一再強調磁石所產生磁場對人體的益處，利用磁化的原理，使體內水分子團變小而易於滲透入人體細胞中，促進新陳代謝，使我們感到好奇的是，磁場真的能活化水嗎？抑或是它不只是能活化水，也可活化細胞膜或其他的物質，進而對人體產生奇妙的生理反應？這些促使了我們的好奇心，而想深入探究這門學問。

參、研究目的：

- 一、以不同酸使蛋殼反應完製成無殼蛋，探討無殼蛋於不同溶液中，磁場對蛋滲透壓的影響。
- 二、探討磁場強度對蛋膜滲透壓的影響。
- 三、探討磁場的存在下，選擇不同半透膜時，磁場對溶液滲透壓的影響。
- 四、探討不同溶液，磁場對蛋膜滲透壓的影響。
- 五、探討不同糖類溶液的滲透壓。
- 六、探討電解質溶液的滲透壓。
- 七、探討不同溶液，滲透壓受半透膜的影響。
- 八、探討相同溶質不同濃度，磁場對蛋膜滲透壓的影響。

肆、研究設備及器材：

一、實驗器材：

60 公分玻璃管

燒杯

量瓶

吸量管

35 × 0.5 公分方格紙

雞蛋

透明玻璃紙

透明膠帶

攪拌器

磁鐵

三秒膠

鐵架

高斯計 TM-501

滴管

1 號中空軟木塞

玻棒

不透水膠帶

電子秤

橡皮筋

剪刀

萬用夾

二、化學試劑：

蒸餾水

鹽酸

蔗糖水溶液

食鹽水溶液

尿素

醋酸

硝酸

葡萄糖水溶液

氨水

伍、實驗步驟：

實驗一、以不同酸將蛋殼反應完製成無殼蛋，探討無殼蛋於不同溶液中，磁場對蛋滲透壓的影響。

實驗步驟

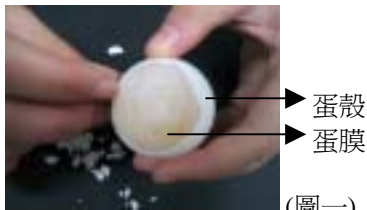
1. 選擇質量相近的六顆雞蛋，秤重。
2. 將六顆雞蛋分三組，置於燒杯，標示 A、B，分別加入 6M 醋酸、鹽酸、硝酸溶液 250mL，各靜置於無磁場影響處 48 小時、5 小時、6 小時。
3. 將未溶解的蛋殼部分，以刮勺輕輕除去蛋殼，以蒸餾水清洗蛋的表面，輕甩以除去表面水分，秤重
4. A、B 兩蛋，各加入蒸餾水 250mL。
5. A 蛋置於無磁場影響處，B 蛋置於磁鐵旁，靜置 24 小時後秤重。
6. 每天秤重且更換蒸餾水，至質量的增加漸趨和緩。

7. 改以加入飽和食鹽水 250mL，每天秤重且更換飽和食鹽水，至質量的減少趨和緩。

實驗二、探討磁場強度對蛋膜滲透壓的影響。

實驗步驟

1. 準備玻璃管 7 支，各黏貼方格紙，各標示 A 0(G)、B 100(G)、B 172(G)、B 196(G)、B 250(G)、B 600(G)、B 2250(G)。(G 為高斯)
2. 準備一雞蛋，將蛋膜取下。



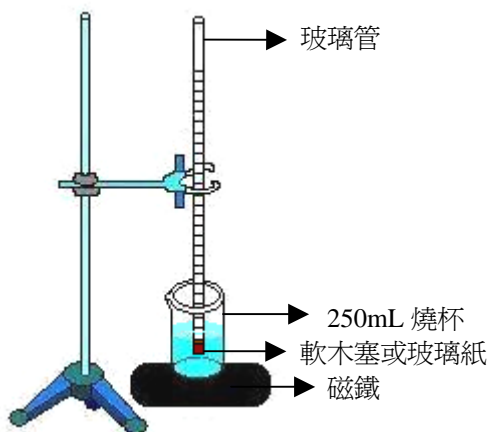
(圖一) 將蛋膜取下

3. 蛋膜用三秒膠黏於軟木塞後，將軟木塞塞緊玻璃管一端。

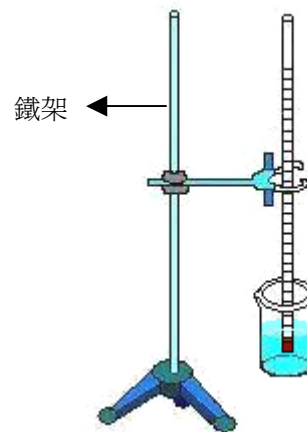


(圖二) 黏製蛋膜

4. 將 6 支 B 管分別倒入 1M 蔗糖水溶液，使液面達玻璃管刻度五公分處，後以鐵架固定，使各蛋膜受磁力大小為 100、172、196、250、600、2250 高斯影響處。
5. A 管亦倒入 1M 蔗糖水溶液，步驟同上，但置於不受磁場影響處，作為對照組。
6. 裝置完成後，將蒸餾水倒入 250mL 燒杯中，使蒸餾水液面至玻璃管刻度 5 公分處，與管內液面同高。
7. 每隔 1 小時觀察並紀錄液面上升高度，直至平衡。



(圖三) B 玻璃管之裝置



(圖四) A 玻璃管之裝置

實驗三、探討磁場的存在下，選擇不同半透膜時，磁場對溶液滲透壓的影響。

實驗步驟

1. 同實驗二步驟，準備玻璃管 8 支，分成四組，標示 A、B。另準備玻璃紙一張，玻璃紙綁於玻璃管一端，以膠帶纏繞。B 玻璃管倒入 1M 蔗糖水溶液，使蛋膜受磁力為 196

高斯影響處；A 玻璃管倒入 1M 蔗糖水溶液，作為對照組(圖四)。



(圖五) 固定玻璃紙

實驗四、改變溶液的種類，探討在不同的溶液中，磁場對蛋膜滲透壓的影響。

實驗步驟

1. 同實驗二之步驟，準備玻璃管 10 支，分成五組，蛋膜為半透膜，標示 A、B。B 管分別倒入 1M 蔗糖水溶液、氯化鈉水溶液，使蛋膜受磁力大小約 260 高斯影響處(圖三)；A 管亦分別倒入 1M 的蔗糖水溶液、氯化鈉水溶液，作為對照組(圖四)。

實驗五、不受磁場影響下，探討不同糖類溶液的滲透壓。

實驗步驟

1. 同實驗二之步驟，改為準備 60 公分玻璃管 4 支，以蛋膜為半透膜，玻璃管分別倒入 1M 的蔗糖水溶液、麥芽糖水溶液、葡萄糖水溶液、半乳糖水溶液，使實驗裝置於不受磁場影響處。

實驗六、不受磁場影響下，探討電解質溶液的滲透壓。

實驗步驟

(一) 以蛋膜為半透膜，探討不同電解質溶液的滲透壓

1. 同實驗二之步驟，準備玻璃管 4 支，蛋膜為半透膜。玻璃管倒入 1M 的氯化鈉水溶液、氯化鉀水溶液、氯化鎂水溶液、硫酸鎂水溶液，置於不受磁場影響處。

(二) 探討酸性溶液對人工膜的影響

1. 準備玻璃管 2 支，玻璃紙兩張，一張選擇一面浸於 1M 的氯化鎂水溶液中約六小時，之後以此玻璃紙作為半透膜，管內置入 1M 氯化鈉水溶液，且受酸影響的那一面接觸氯化鈉溶液，與對照組半透膜為無受酸影響的玻璃紙作比較，置於不受磁場影響處。

(三) 以玻璃紙為半透膜，探討電解質溶液的滲透壓

1. 如同實驗二之步驟，準備玻璃管 4 支，玻璃紙為半透膜。玻璃管倒入 1M 的氯化鈉水溶液、氯化鎂水溶液、硫酸鈉水溶液、硫酸鎂水溶液，置於不受磁場影響處。

實驗七、不受磁場影響下，探討在不同溶液中，滲透壓受半透膜的影響。

實驗步驟

1. 同實驗二步驟，準備玻璃管 8 支，分成兩組，標示 A、B，A 組半透膜為蛋膜，B 組為玻璃紙，A、B 兩管分別倒入 1M 的蔗糖水溶液、葡萄糖水溶液、氯化鈉水溶液、硫酸鈉水溶液，置於不受磁場影響處。

實驗八、探討在相同溶質不同濃度中，磁場對蛋膜滲透壓的影響。

實驗步驟

1. 同實驗二步驟，準備玻璃管 6 支，分成三組，標示 A、B。A、B 玻璃管分別倒入 0.1M、0.5M、1M 蔗糖水溶液，使 A 組蛋膜受磁力大小約 200 高斯影響處，B 組置於不受磁場影響處。

陸、實驗結果：

實驗一、以不同酸將蛋殼反應完製成無殼蛋，探討無殼蛋於不同溶液中，磁場對蛋滲透壓的影響，所得數據如下：

表 1-1 蛋的質量(g)-蛋殼溶於醋酸

時間(hr)	0	48	72	96	120	144	168	192
A 無磁場	74.995	79.638	86.967	92.272	98.806	103.021	107.394	108.167
B 有磁場	73.681	78.105	87.28	93.453	101.997	110.646	115.685	118.572
時間(hr)	216	240	264	288	312	336	360	384
A 無磁場	87.578	84.862	82.853	81.978	80.404	80.202	79.982	79.954
B 有磁場	95.237	92.381	90.861	89.997	88.135	87.581	86.661	85.936

0 hr：未除殼雞蛋

0~48 hr：未除殼雞蛋浸於 6M 醋酸中

48~192 hr：已除殼雞蛋浸於 250mL 蒸餾水中

192~384 hr：已除殼雞蛋浸於 250mL 飽和食鹽水

表 1-3 蛋的質量(g)-蛋殼溶於鹽酸

時間(hr)	0	5	29	53	77	144	168	192
A 無磁場	66.563	68.115	74.427	84.836	91.854	92.970	68.371	67.567
B 有磁場	61.359	61.611	67.556	78.773	86.302	87.155	62.929	61.963

0 hr：未除殼雞蛋

0~5 hr：未除殼雞蛋浸於 6M 鹽酸中

5~144 hr：已除殼雞蛋浸於 250mL 蒸餾水中

144~192 hr：已除殼雞蛋浸於 250mL 飽和食鹽水中

表 1-5 蛋的質量(g)-蛋殼溶於硝酸

時間(hr)	0	6	30	54	78	92	116	140
A 無磁場	65.361	66.26	75.115	81.26	88.05	89.047	70.494	70.112
B 有磁場	60.733	61.288	63.427	71.499	79.076	79.384	63.576	63.531

- 0 hr : 未除殼雞蛋
 0~6 hr : 未除殼雞蛋浸於 6M 硝酸中
 6~92 hr : 已除殼雞蛋浸於 250mL 蒸餾水中
 92~140 hr : 已除殼雞蛋浸於 250mL 飽和食鹽水中

實驗二、探討磁場強度對蛋膜滲透壓的影響，所得數據如下：

表 2-1 蔗糖水溶液 1M

單位：cm

時間(hr)	0	1	2	3	4	5	24	25	26	27
A 0(G)	5	5.25	5.5	5.75	5.9	6.1	9.1	9.3	9.45	9.57
B 100(G)	5	5.4	5.65	5.9	6	6.2	8.7	8.9	9.05	9.2
B 172(G)	5	5	5.3	5.5	5.7	6	6.2	9	9.1	9.15
B 196(G)	5	5.3	5.6	5.8	6	6.2	9.5	9.6	9.75	9.9
B 250(G)	5	5.3	5.65	5.95	6.11	6.4	9.75	9.9	10.1	10.3
B 600(G)	5	5.4	5.7	6.1	6.3	6.6	10.1	10.3	10.4	10.55
B 2250(G)	5	5.6	5.9	6.2	6.5	6.9	10.3	10.4	10.5	10.7
時間(hr)	28	29	48	72	96	120	144	168	192	216
A 0(G)	9.7	9.85	11.7	12.5	13.2	13.6	13.7	13.7	13.7	13.7
B 100(G)	9.3	9.4	10.6	11.7	13.2	13.55	13.7	13.8	13.8	
B 172(G)	9.3	9.4	9.5	11.25	12.5	13.6	14	14.3	14.4	14.4
B 196(G)	10	10.1	12.2	14.65	15.6	16.1	16.2	16.3	16.3	16.3
B 250(G)	10.45	10.6	12.65	14.21	15.5	16.3	16.7	16.9	16.95	16.95
B 600(G)	10.7	10.8	12.8	14.3					17.1	
B 2250(G)	10.8	10.9	12.9	14.45					17.3	

實驗三、探討磁場的存在下，選擇不同半透膜時，磁場對溶液滲透壓的影響，所得數據如下：

表 3-1 玻璃紙—蔗糖水溶液 1M

單位：cm

時間(hr)	0	1	2	3	4	5	24	25
A 0(G)	5	5.25	5.4	5.5	5.7	5.8	7.9	8
B 196(G)	5	5.25	5.45	5.65	5.8	5.95	8.25	8.3

時間(hr)	26	27	28	29	48	72	96	120
A 0(G)	8.1	8.25	8.35	8.4	9.7	10.7	11.5	12.1
B 196(G)	8.35	8.4	8.45	8.5	10.15	11.1	11.95	12.6
時間(hr)	144	168	192	216	240	264	288	312
A 0(G)	12.5	12.85	13.1	13.2	13.3	13.4	13.5	13.5
B 196(G)	12.8	13	13.15	13.3	13.4	13.45	13.5	13.5

實驗四、改變溶液的種類，探討在不同的溶液中，磁場對蛋膜滲透壓的影響，所的數據如下：

表 4-2 蛋膜—氯化鈉水溶液 1M

單位：cm

時間(hr)	0	24	48	72
A 0(G)	5	5.3	5.4	5.4
B 250(G)	5	5.6	5.6	5.6

實驗五、探討不同醣類溶液的滲透壓。

表 5-1 麥芽糖水溶液 1M

單位：cm

時間(hr)	0	24	48	72	96	120	144
A 0(G)	5	11	13.3	14	14.4	14.6	14.6

表 5-2 葡萄糖水溶液 1M

單位：cm

時間(hr)	0	24	48	72	96	120
A 0(G)	5	5.8	6.1	6.3	6.45	6.45
B 250(G)	5	6.55	7.15	7.3	7.45	7.45

表 5-3 半乳糖水溶液 1M

單位：cm

時間(hr)	0	24	48	72	96
A 0(G)	5	5.9	6.3	6.4	6.4
B 250(G)	5	7.2	7.7	7.9	7.9

實驗六、探討電解質溶液的滲透壓。

表 6-1 蛋膜—氯化鉀水溶液 1M

單位：cm

時間(hr)	0	24	48
A 0(G)	5	5.5	5.5

表 6-2 蛋膜—氯化鎂水溶液 1M

單位：cm

時間(hr)	0	24	48	72	96
A 0(G)	5	7.5	8.5	8.5	8.5

表 6-3 蛋膜—硫酸鎂水溶液 1M

單位：cm

時間(hr)	0	24	48	72	96
A 0(G)	5	8.7	9.8	9.9	9.9

表 6-4 玻璃紙—氯化鈉水溶液 1M

單位：cm

時間(hr)	0	24	48	72
A 0(G)	5	5.8	5.9	5.9

表 6-5 玻璃紙—硫酸鈉水溶液 1M

單位：cm

時間(hr)	0	24	48	72	96	120
A 0(G)	5	8.1	8.9	9.2	9.3	9.3

表 6-6 玻璃紙—氯化鎂水溶液 1M

單位：cm

時間(hr)	0	24	48	72	96	120
A 0(G)	5	7.5	8.2	8.5	8.6	8.6

表 6-7 玻璃紙—硫酸鎂水溶液 1M

單位：cm

時間(hr)	0	24	48	72	96	120	144	168	192
A 0(G)	5	9	10.2	11.2	11.7	12.2	12.5	12.6	12.6

表 6-8 玻璃紙—硫酸鈉水溶液 1M

單位：cm

時間(hr)	0	24	48	72	96	120
A 0(G)	5	8.1	8.9	9.2	9.3	9.3

實驗七、探討在不同溶液中，滲透壓受半透膜的影響。

表 7-1 玻璃紙—葡萄糖水溶液 1M

單位：cm

時間(hr)	0	24	48	72
A 0(G)	5	6.1	6.5	6.5

實驗八、探討在相同溶質不同濃度中，磁場對蛋膜滲透壓的影響。

表 8-1 蔗糖水溶液 1M

單位: cm

時間(hr)	0	1	2	3	4	5	24	25	26	27
A 0(G)	5	5.25	5.5	5.7	5.9	6.1	9.1	9.3	9.45	9.57
B 196(G)	5	5.3	5.6	5.8	6	6.2	9.5	9.6	9.75	9.9
時間(hr)	28	29	48	72	96	120	144	168	192	
A 0(G)	9.7	9.85	11.7	12.5	13.2	13.6	13.7	13.7	13.7	
B 196(G)	10	10.1	12.2	14.65	15.6	16.1	16.2	16.3	16.3	

表 8-2 蔗糖水溶液 0.5M

單位: cm

時間(hr)	0	1	2	3	4	5	24	25	26	27	28
A 0(G)	5	5.2	5.3	5.45	5.55	5.7	7.4	7.5	7.55	7.65	7.7
B 189(G)	5	5.25	5.35	5.55	5.65	5.8	7.7	7.8	7.85	7.9	8
時間(hr)	29	48	72	96	120	144	168	192	216	240	
A 0(G)	9.8	8.9	9.8	10.35	10.6	10.7	10.8	10.8	10.8	10.8	
B 189(G)	8.1	9.2	10.1	10.7	11	11.2	11.2	11.25	11.25	11.25	

表 8-3 蔗糖水溶液 0.1M

單位: cm

時間(hr)	0	1	2	3	4	5	24	25	26	27
A 0(G)	5	5.15	5.2	5.25	5.25	5.7	5.7	5.7	5.75	5.75
B 205(G)	5	5.1	5.2	5.3	5.3	5.35	5.85	5.9	5.93	6
時間(hr)	28	29	48	72	96	120	144	168		
A 0(G)	5.8	5.81	6.1	6.4	6.65	6.65	6.65	6.65		
B 205(G)	6	6	6.21	6.49	6.55	6.65	6.7	6.7		

柒、實驗討論：

實驗一、以不同酸將蛋殼反應完製成無殼蛋，探討無殼蛋於不同溶液中，磁場對蛋滲透壓的影響。(以下醋酸蛋為蛋殼溶於醋酸的蛋，鹽酸蛋為蛋殼溶於鹽酸的蛋，硝酸蛋為蛋殼溶於硝酸的蛋)

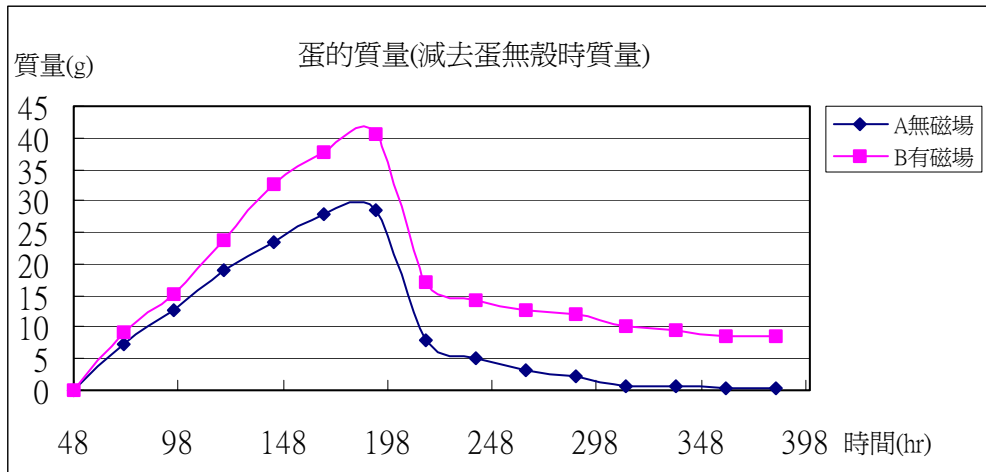


圖 1-1 醋酸蛋無殼之後，加蒸餾水和飽和食鹽水後的質量變化圖

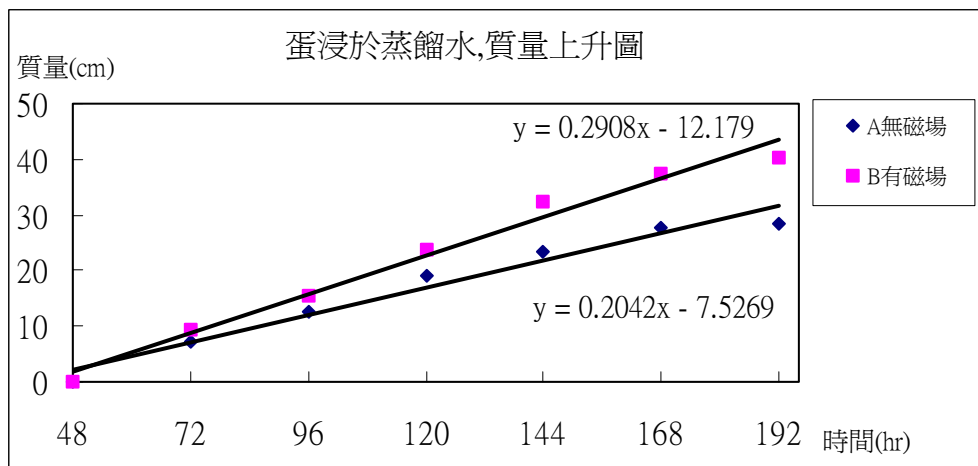


圖 1-2 醋酸蛋減去無殼時質量，浸於蒸餾水的質量變化圖

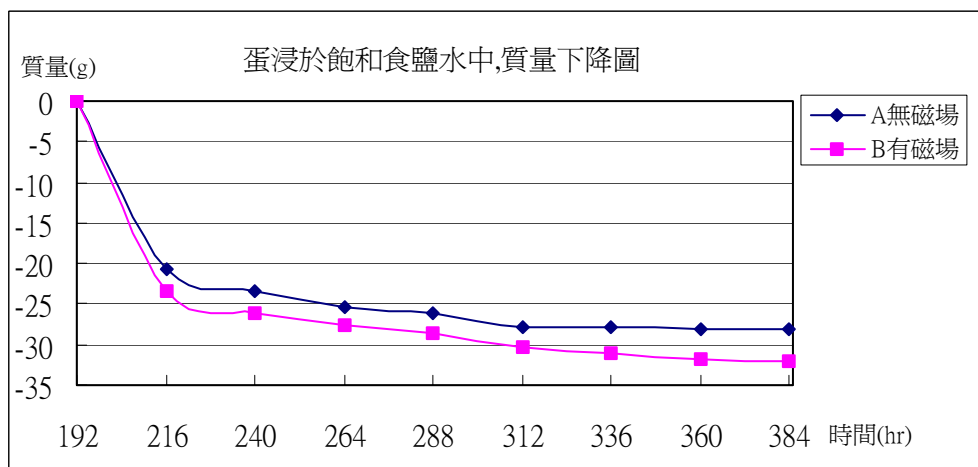


圖 1-3 醋酸蛋減去其在 192hr 時的質量，浸於飽和食鹽水的質量變化圖

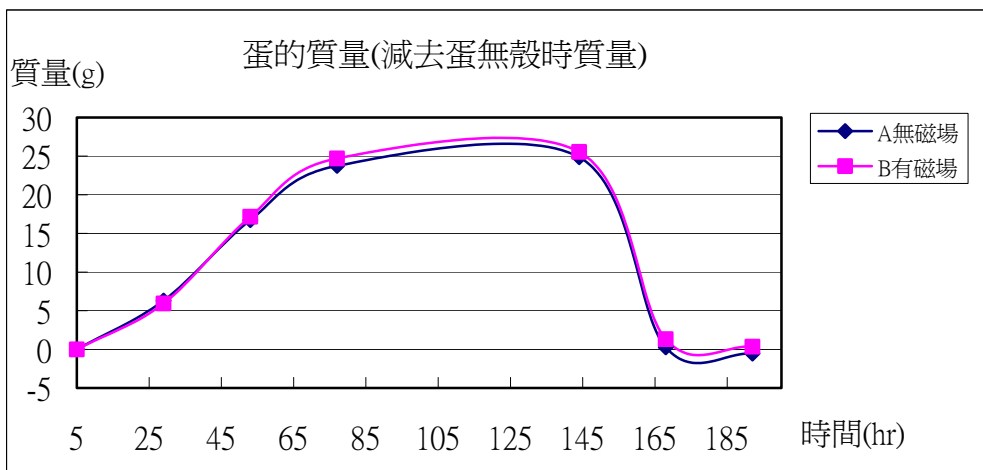


圖 1-4 鹽酸蛋無殼之後，加蒸餾水和飽和食鹽水後的質量變化圖

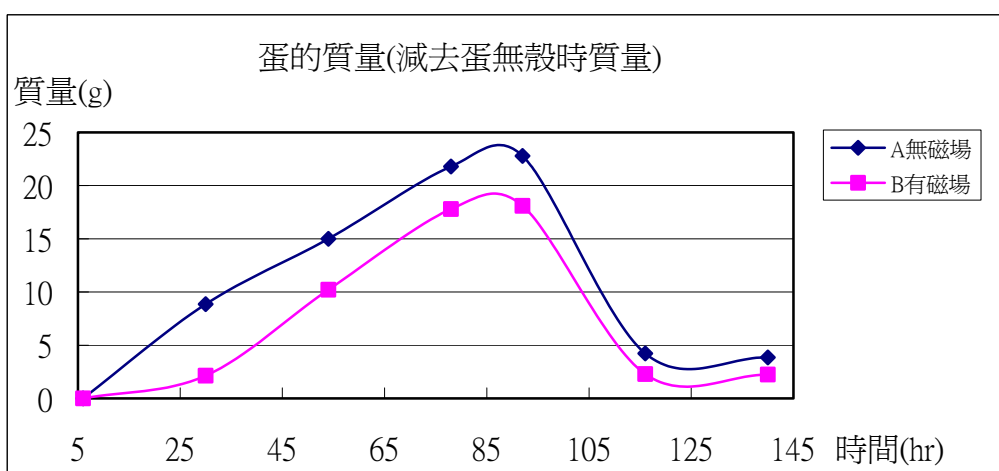


圖 1-5 硝酸蛋無殼之後，加蒸餾水和飽和食鹽水後的質量變化圖

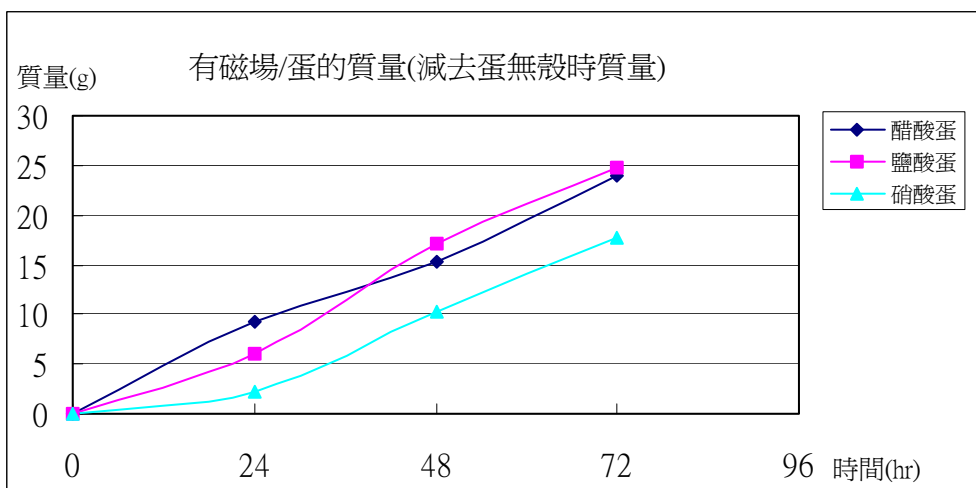


圖 1-6 有磁場影響下，三顆浸於不同酸中的雞蛋，加蒸餾水的質量變化圖。
(時間之起始點為各蛋除殼之時間點)

1. 將蛋以醋酸去殼再浸泡在水及食鹽水後，由實驗可知磁場的存在可以增加雞蛋的滲透壓，如圖 1-1 示，去殼的蛋浸在較低滲透壓的溶液中，水會較趨向滲透壓高的雞蛋內的方向移動，使雞蛋質量增加。在 192 小時的觀察紀錄顯示，有磁場的雞蛋，其質量增加約 40.5 公克，沒有磁場影響的雞蛋則增加約 28.5 公克，取 48~192 小時的數據討論如圖 1-2 所示，發現有磁場的無殼蛋其滲透速率約為 0.29g/hr，無磁場的約 0.20g/hr。即磁場的存在可增加雞蛋的滲透速率與滲透壓約 45%。
2. 當無殼蛋浸在滲透壓較高的食鹽水溶液中時，蛋內的水會趨向蛋膜外移動，使蛋的質量下降，由圖 1-3，發現在磁場的影響下水自蛋內向蛋膜外移動的速率仍大於無磁場影響的無殼蛋。唯水由蛋內向外滲透的速率似乎在 192~216 小時急劇下降，推測因蛋膜富彈性，因此由外界進入蛋內的水壓會與蛋膜的張力形成平衡，故將蛋浸在高滲透壓的食鹽水中時，蛋內的水除了因滲透作用移出外，蛋膜的張力也會對水造成外移的壓力所致。故此，我們設計一實驗裝置以觀察溶液系統的滲透壓。
3. 除了蛋膜本身的張力影響實驗數值，發現醋酸溶解蛋殼的蛋，其滲透速率為有磁場的 B 大於無磁場的 A，以鹽酸溶解蛋殼，滲透速率有磁場的 B 幾近於無磁場的 A，以硝酸溶解蛋殼，其滲透速率卻是無磁場的 A 大於有磁場的 B，如圖 1-1、1-4、1-5、1-6。推測不同酸會改變蛋膜的性質，因此實驗裝置的蛋膜不以酸溶解蛋殼的方式取得，而以手剝取的蛋膜為半透膜。

實驗二、探討磁場強度對蛋膜滲透壓的影響

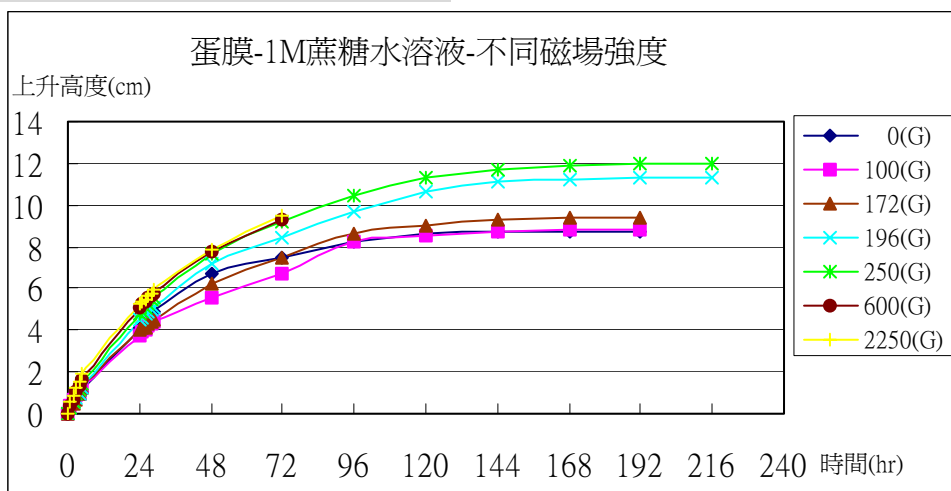


圖 2-1 以時間(hr)對玻璃管內液面的上升高度(cm)作圖

取 1M 的蔗糖水溶液置入自製的滲透管，將管置於蒸餾水中並控制不同磁場強度 (0、100、172、196、250、600、2250 高斯) 結果

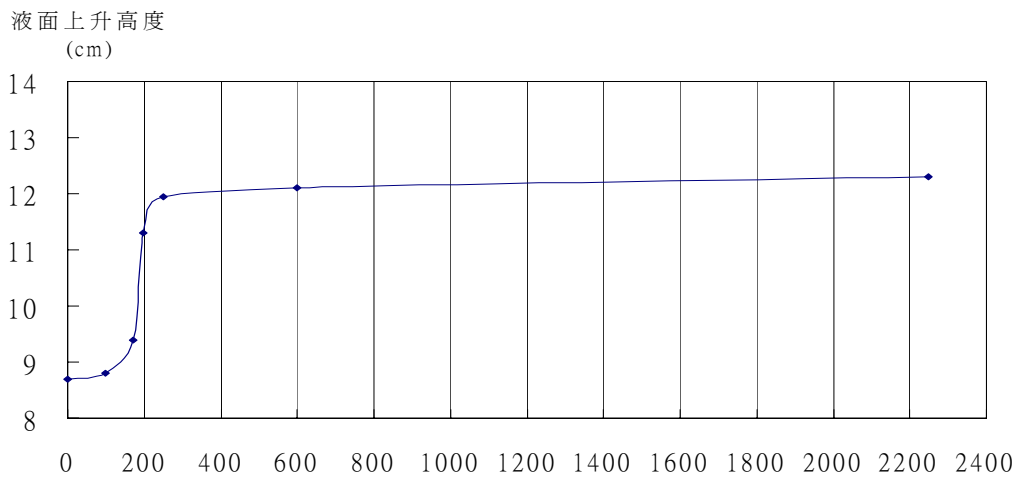


圖 2-2 磁場強度(高斯)

1. 玻璃管置入 1M 蔗糖水溶液，半透膜為蛋膜，選擇不同磁場強度：0、100、172、196、250、600、2250 高斯，繪成圖 2-1，取時間點為 192 小時，不同磁場強度的上升高度繪製成圖 2-2，由圖 2-2 我們發現磁場對溶液滲透壓的影響並不是呈線性關係，在磁場強度為 0~100 高斯的上升高度差為 0.1 公分，100~250 高斯時溶液滲透壓的變化可使液面上升從 8.8 公分變為 11.95 公分，相差 3.15 公分，當磁場強度由 250~2250 高斯時，溶液上升高度差僅 0.35 公分，因此推測磁場強度愈大，滲透壓受磁場的影響愈大，但磁場影響滲透壓最顯著的範圍是在磁場強度約 200~250 高斯，故之後將實驗的磁場強度定在約 200~250 高斯的操作環境下進行實驗紀錄與觀察。

實驗三、探討磁場的存在下，選擇不同半透膜時，磁場對溶液滲透壓的影響。

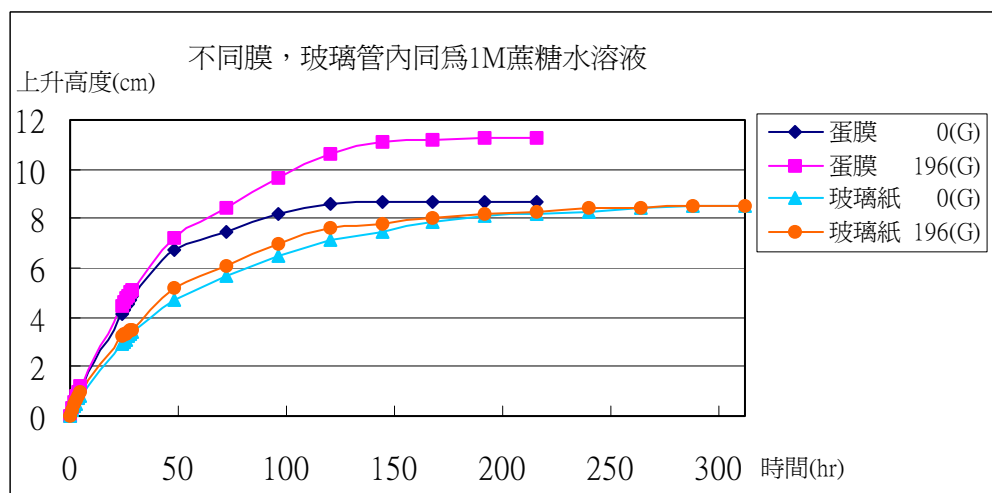


圖 3-1 取 1M 的蔗糖水溶液置入玻璃管中，控制磁場強度約 200 高斯，選擇蛋膜與玻璃紙為半透膜

1. 由表 2-1. 3-1 圖 3-1 得知以蛋膜為半透膜的 1 M 蔗糖水溶液達平衡時，無磁場的 A 組和有磁場的 B 組的上升高度差值為 3.25 公分；而以玻璃紙為半透膜的水溶液，無磁場的 A 組和有磁場的 B 組的上升高度差值為 0 公分，由此知玻璃紙其滲透壓不受磁場影響。可知我們的實驗系統中，磁場是影響蛋膜，因為若是影響水，蛋膜與人工膜的曲線會有相同的分裂程度。
2. 有關細胞膜中「水通道」的研究曾被廣泛的討論，在 2003 的諾貝爾化學獎的桂冠由發掘細胞膜中通道 (channels in cell membranes) 奧祕的美國科學家 Peter Agre 與 Roderick MacKinnon 共同獲得。本實驗發現磁場會造成蛋膜讓水通過的速率，是否是因為磁場會改變蛋膜內部的通道，有利於水的通過？值得進一步的研究探討。

實驗四、改變溶液的種類，探討在不同的溶液中，磁場對蛋膜滲透壓的影響。

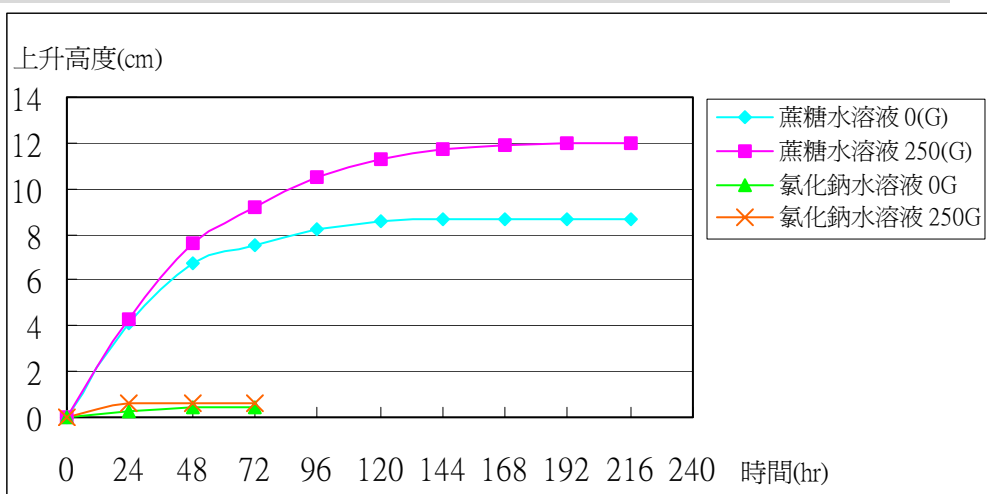


圖 4-1 半透膜為蛋膜，玻璃管內置入濃度皆為 1M 的不同溶液

1. 根據表 4-1、4-2 之 A 管，無磁場影響下，溶液上升之高度為蔗糖水溶液 8.7 公分，氯化鈉水溶液 0.4 公分，但理論上應該是同濃度的氯化鈉水溶液上升最高，而且是蔗糖水溶液的兩倍。於是我們考慮到理想溶液與真實溶液之間的差異性。將活性係數定義為體積莫耳濃度的標準值，真實溶液的體積莫耳濃度等於理想溶液的體積莫耳濃度再乘上一個活性係數，式如下：

$$\mu_t = \alpha \cdot \mu_i$$

(μ_t 為真實溶液體積莫耳濃度、 α 為活性係數、 μ_i 為理想溶液體積莫耳濃度)

由資料得知，蔗糖的活性係數在 1M 時約 1.45，因此蔗糖真實溶液之體積莫耳濃度會大於理想溶液的體積莫耳濃度，而相較於氯化鈉的活性係數在 1M 時約為 0.6，氯化鈉真實溶液之體積莫耳濃度就會小於理想溶液體積莫耳濃度，又溶液的滲透壓與溶液的體積莫耳濃度有關，此活性係數的差異造成雖是相同濃度的溶液，卻有不同的溶液活性，致使溶液的滲透壓有差異。從圖知蔗糖水溶液與氯化鈉水溶液的高度相差極大，我們考慮到分子(離子間)的作用力。

2. 以蔗糖水溶液與氯化鈉水溶液討論，蔗糖溶於水與水形成氫鍵，且氫鍵之數目與分子裡氧

原子的數目有正比的關係，而氯化鈉溶於水形成氫離子與鈉離子時，其與水之間的作用力為庫侖靜電力，我們推測庫侖力與氫鍵相比為較弱的作用力，所以我們推論蔗糖水溶液的上升高度之所以最高，與分子（離子）和水之間的作用力大小有關，對於蔗糖水溶液，其作用力較大，所以水由蛋膜出玻璃管的速率相對的變小，因此蔗糖水溶液水透過蛋膜入玻璃管的速率大於水由蛋膜出玻璃管的速率，故蔗糖水溶液上升高度大於氯化鈉水溶液。

- 根據表 4-1、4-2，比較有磁場的 B 與無磁場的 A 之差值，蔗糖水溶液的 B 玻璃管上升高度高於玻璃管 A 3.25 公分，氯化鈉水溶液僅 0.2 公分，圖 4-1 能明顯看出受磁場與不受磁場影響的差異，我們得知磁場對滲透壓是有影響的，但磁場並非對全部溶液皆有影響。

實驗五、探討不同糖類溶液的滲透壓。

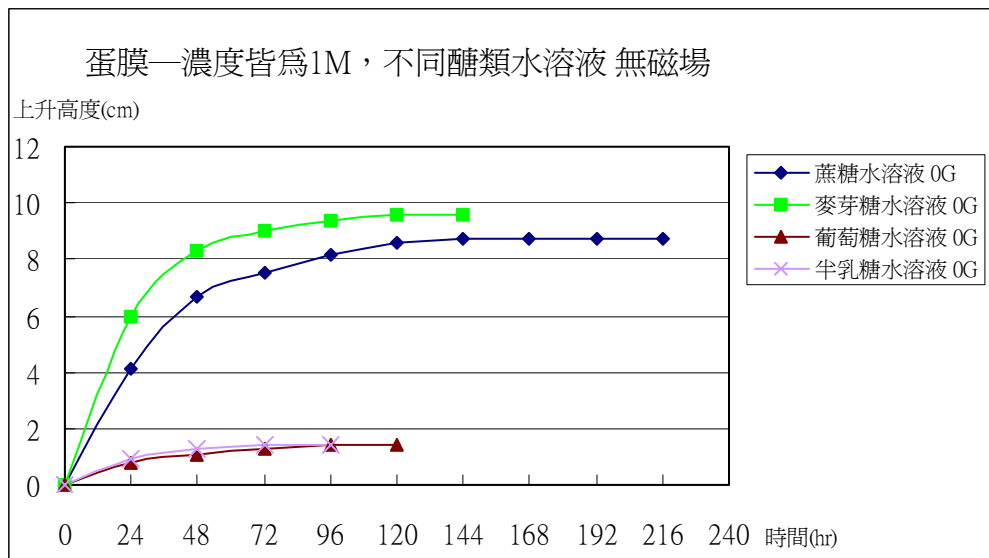


圖 5-1 無磁場影響下，半透膜為蛋膜，濃度皆為 1M，不同糖類水溶液的滲透壓

- 我們選擇的單醣為葡萄糖及半乳糖，溶液濃度皆 1 M，半透膜為蛋膜。由數據得知，無磁場的影響下，葡萄糖與半乳糖平衡時的上升高度皆約為 1.5 公分，推測可能是因為葡萄糖與半乳糖的環狀結構皆是含有一個醛基及五個羥基的醛糖，結構皆成六角形，因此它們的性質相近，與水形成氫鍵的力量也相近，故滲透壓大小幾乎相同。
- 我們選擇的雙醣為蔗糖與麥芽糖，無磁場影響下，麥芽糖的上升高度大於蔗糖，因麥芽糖是由二分子葡萄糖脫去一分子水縮合而成，葡萄糖為醛糖；而蔗糖為一分子葡萄糖與一分子果糖縮去一分子水而成，其中的果糖為含有一個酮基及五個羥基的酮糖，因此我們推測當雙糖溶於水時，醛糖與水的吸引力大於酮糖與水的吸引力，對於麥芽糖水溶液，因作用力較大，所以水由蛋膜出玻璃管的速率較小，故上升高度較高。
- 由圖知蔗糖的上升高度約葡萄糖的四倍，可能是因羥基的數目蔗糖為 8 個，葡萄糖為 5 個，所以蔗糖所形成的氫鍵鍵結力量約為葡萄糖兩倍，其餘可能是分子與分子間的作用力造成的。

實驗六、探討電解質溶液的滲透壓。

(一)、以蛋膜為半透膜，探討不同電解質溶液的滲透壓

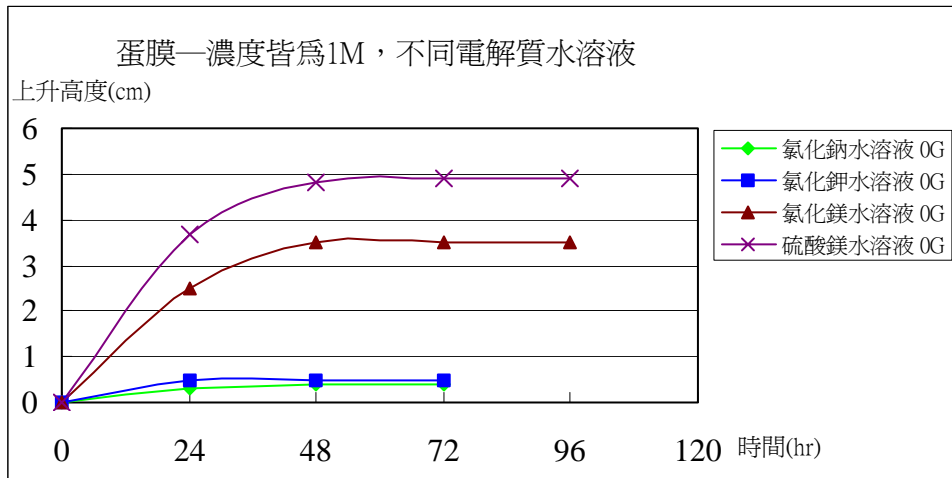


圖 6-1 無磁場影響下，半透膜為蛋膜，濃度皆為 1M，不同電解質水溶液的滲透壓

1. 因已知蛋膜的性質會受酸的影響，因此以蛋膜為半透膜的實驗，分成玻璃管內為酸性溶液及中性溶液兩部分探討。中性溶液選擇的溶質為氯化鈉及氯化鉀，由圖可看到氯化鈉與氯化鉀的曲線幾乎重合，推測由於此兩種電解質的陰離子皆為氯離子，而陽離子皆為鹼金屬族，故性質較相近，而使滲透壓相近。酸性溶液的溶質為氯化鎂及硫酸鎂，因二者的陰離子解離皆中性，陽離子皆鎂離子，因此視兩種溶液的酸性程度相同比較，但發現滲透壓卻是硫酸鎂大於氯化鎂，因此除了考慮真實溶液及酸性對蛋膜的影響原因之餘，為比較酸性溶液及中性溶液的滲透壓，將半透膜改為玻璃紙。

(二)、探討酸性溶液對人工膜的影響

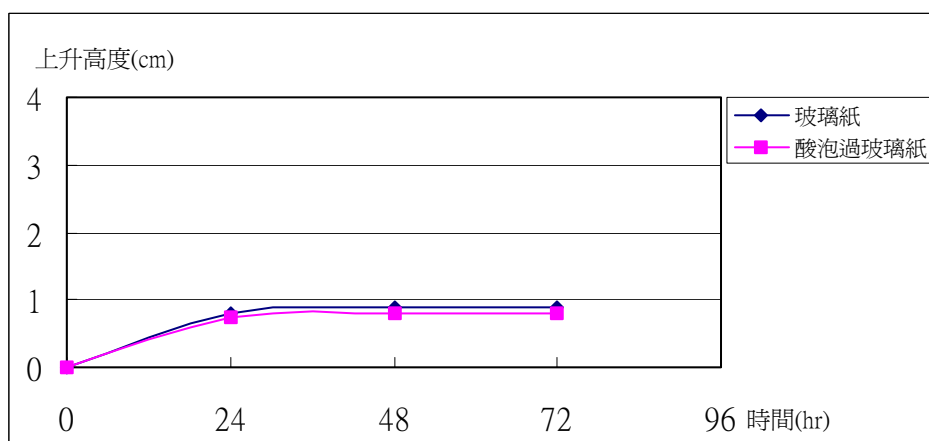


圖 6-2 玻璃管內皆為 1M 氯化鈉水溶液

1. 從上圖我們可觀察到受酸影響的玻璃紙其曲線與不受酸影響的玻璃紙的曲線幾乎重合，因此我們可以推測玻璃紙幾乎不受酸性溶液的影響。

(三)、以玻璃紙為人工膜，探討電解質溶液的滲透壓

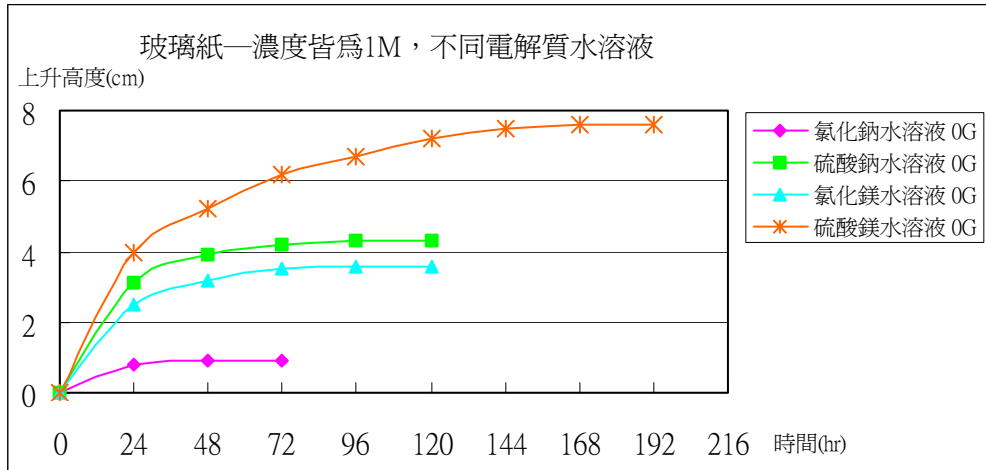


圖 6-3 無磁場影響下，半透膜為玻璃紙，濃度皆為 1M，不同電解質水溶液的滲透壓

1. 以硫酸鎂，硫酸鈉，氯化鎂，氯化鈉為溶質，濃度皆 1 M 的水溶液，半透膜為玻璃紙。若考慮到分子溶於水的解離數及分子與分子間的庫侖靜電力，應為只能解離出兩個離子且皆為二價的硫酸鎂水溶液的滲透壓最小，但依數據，卻是硫酸鎂水溶液的滲透速率大於其他電解質。推測硫酸鎂及硫酸鈉溶於水所產生的硫酸根離子，因其中一個氧的孤對電子對有三對，共十二對，可吸引十二個水，而氯化鎂溶於水所解離的氯離子僅四對孤對電子對，若視為最理想狀態，解離出兩個氯離子，至多也只能吸引八個水，另外，氯化鈉溶於水也僅能解離出一個氯離子，因此可推測硫酸鎂與硫酸鈉和水的吸引力大於氯化鎂與氯化鈉和水的吸引力，因此滲透速率為具有硫酸根的鹽類大於帶有氯離子的鹽類。
3. 且從滲透速率為硫酸鎂 > 硫酸鈉 > 氯化鎂 > 氯化鈉的實驗結果中，在陰離子皆相同的條件下，我們可推測因鎂離子為二價，鈉離子為一價，所以鎂離子與水的吸引力可能大於鈉離子與水的吸引力，使滲透速率為此順序。

實驗七、探討在不同溶液中，滲透壓受半透膜的影響。

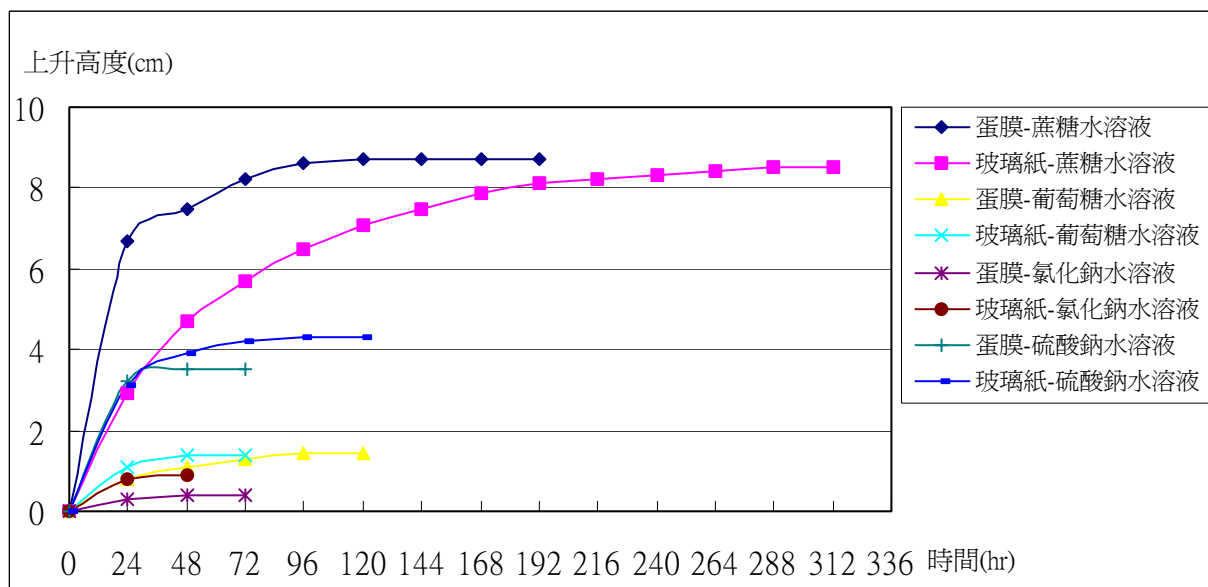


圖 7-1 在無磁場影響下，選擇半透膜為蛋膜及玻璃紙，濃度皆為 1M 的不同水溶液

1. 在無磁場下，選擇蛋膜及玻璃紙作為半透膜，比較溶質為電解質與非電解質的滲透壓受半透膜的影響程度。非電解質的部分，當蔗糖水溶液達平衡時，以蛋膜和玻璃紙為半透膜的數據差值為 0.2 公分；葡萄糖水溶液達平衡時，兩種半透膜差值僅 0.05 公分。電解質部分，氯化鈉水溶液達平衡時，差值為 0.5 公分；當硫酸鈉溶液以蛋膜為半透膜達平衡時，其上升高度低於玻璃紙的數據 0.7 公分。從實驗推測因為電解質溶於水後，其一部分會解離出離子，而離子的大小相較於非電解質溶於水時為分子要來的小，玻璃紙為高分子聚合物，僅允許溶劑通過，但是蛋膜為生物膜，其上的構造或許可允許某些較小的物質通過，因此電解質所解離出的小部分離子相較於分子有機會出蛋膜至蒸餾水中，而當某部分離子進入蒸餾水中時，玻璃管內溶液的濃度下降，但燒杯中的溶液濃度卻升高，因此較易達到平衡，所以當溶劑為電解質時，其蛋膜為半透膜的滲透壓會比以玻璃紙為半透膜來的小。

實驗八、探討在相同溶質不同濃度中，磁場對蛋膜滲透壓的影響。

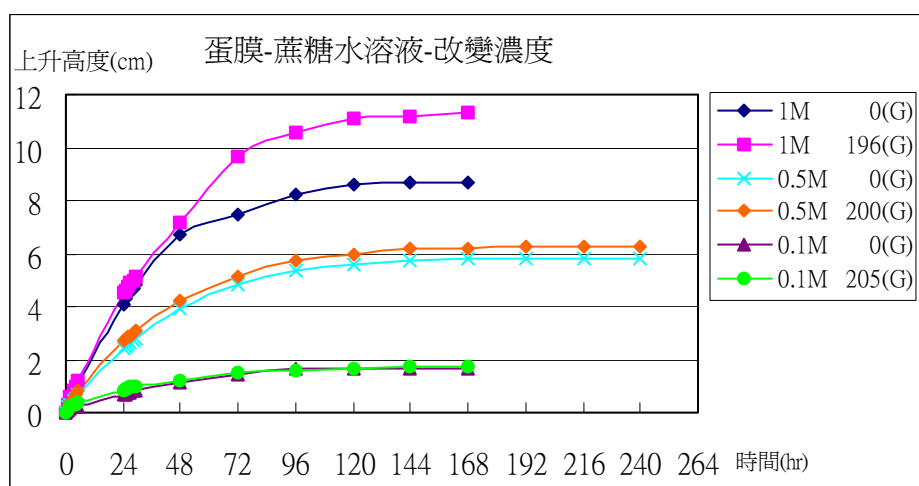


圖 8-1 磁場強度約 200 高斯，半透膜為蛋膜，玻璃管內為蔗糖水溶液 1M、0.5M、0.1M

A、B 組之上升高度綜合圖

1.由圖 8-1，比較有磁場的 B 與無磁場的 A 平衡時上升高度差值。對 1M 蔗糖水溶液而言，達平衡時，B 的上升高度高於 A 2.6 公分。而 0.5M 蔗糖水溶液達平衡時，B 的上升高度高於 A 0.45 公分。當 0.1M 蔗糖水溶液達平衡時，A、B 差值僅 0.05 公分，由此得知滲透壓隨蔗糖水溶液濃度的下降而減少，其濃度越大所受磁場影響越大

捌、結論：

1. 以醋酸溶解蛋殼，製成無殼蛋浸於蒸餾水中，其質量受磁場影響較不受磁場影響，增加了 45%。
2. 以不同酸溶解蛋殼，製成無殼蛋，蛋膜會因為酸的不同而改變其為不同的性質，使得磁場對其滲透壓有不同的影響。
3. 以蛋膜為半透膜，磁場強度影響滲透壓並非呈線性關係，可影響滲透壓最顯著的磁場強度範圍於 200~250 高斯。
4. 皆為 1M 蔗糖水溶液，以玻璃紙為半透膜的實驗並不受磁場的影響，但選擇蛋膜為半透膜時，磁場的存在會使蛋膜的滲透壓增加 3.25 公分。
5. 受磁場影響下，比較濃度皆為 1M 的蔗糖水溶液、氯化鈉水溶液，以蛋膜為半透膜，所受磁場影響的程度為蔗糖水溶液 > 氯化鈉溶液，此現象與溶液的活性係數大小有關。
4. 無受磁場影響下，選擇的單醣為葡萄糖、半乳糖，雙醣為蔗糖及麥芽糖作為溶質，發現葡萄糖與半乳糖的滲透壓差值僅 0.05 公分，蔗糖與麥芽糖的滲透壓差值為 0.9 公分，因此可推測同為雙糖，但分子結構的不同會影響滲透壓。
5. 無磁場影響下，以玻璃紙為半透膜，電解質作為溶質，滲透壓的大小為硫酸鎂水溶液 > 硫酸鈉水溶液 > 氯化鎂水溶液 > 氯化鈉水溶液，推測因硫酸根離子的孤對電子對多於氯離子的孤對電子對，使硫酸根與水的吸引力較大，而鎂離子的電荷數 > 鈉離子的電荷數，同樣的，鎂對水的吸引力也較大，而造成此實驗結果。
6. 無磁場影響下，選擇蛋膜及玻璃紙作為半透膜，濃度皆為 1M 蔗糖水溶液、葡萄糖水溶液、氯化鈉水溶液、硫酸鈉水溶液，根據實驗，推測以電解質為溶質，其受不同膜的影響程度大於以非電解質作為溶質的滲透壓。
9. 受磁場影響下，不同濃度的蔗糖水溶液，以蛋膜為半透膜，在濃度 0.5M 以上，其濃度愈大，受磁場影響也愈大。

玖、參考資料：

1. 王忠茂、邱智宏、翁春和、葉名倉 選修化學上冊 南一書局
2. 蘇捷魁 新超群化學上、下冊 南一書局
3. 鄭湧涇主編 生命科學上冊 康熙圖書
4. Peter Agre、Roderick MacKinnon 2003 年諾貝爾化學獎
5. Farrington Daniels and Robert A. Alberty 物理化學上冊
台北市科技圖書公司 民國 77 年
6. Levine, Ira N. Physical Chemistry. McGraw-Hill, 1988.
7. Skoog, Holler, West 著 闕山仲、方嘉德等譯 分析化學 第八章 藝軒圖書出版社 1988

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
評 語

高中組 化學科

第二名、最佳創意獎

040213

蛋求滲解-磁場對滲透壓的影響

國立新竹女子高級中學

評語：

主題的選取很具創意，實驗的結果很令人驚奇，實驗的方法如能用 u 型管測壓力的改變，會更具說服力，非常值得繼續做更進一步更具體的研究，值得給予鼓勵。