



INNOVATION

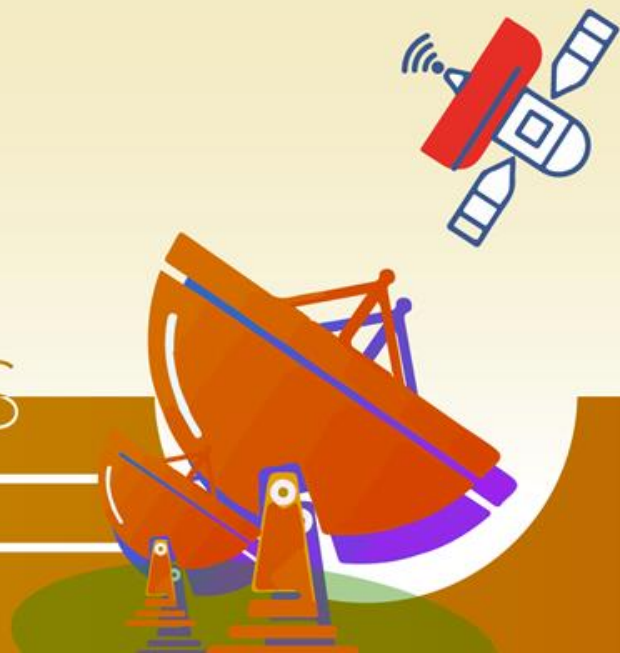
探討利用石墨製作石墨烯半透膜的方法 並應用於海水淡化

指導教授：張子璿教授

指導老師：何宣螢老師

227 08 沈執中、227 19 陳毅

物理組 PHYSICS





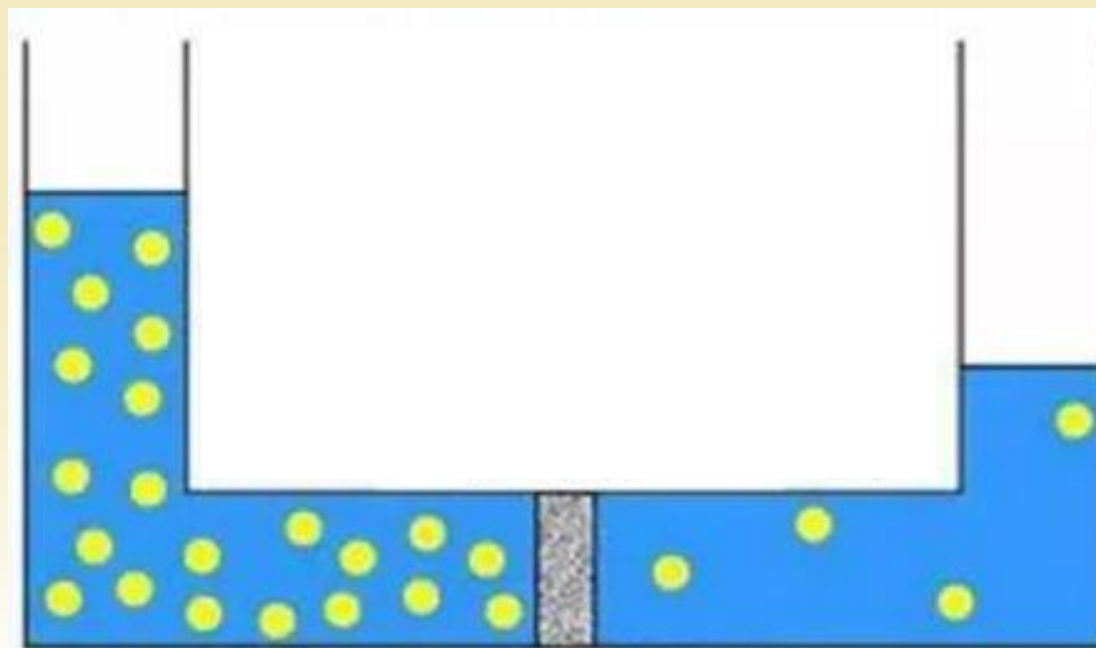
目錄

1. 研究動機
2. 主要研究原料
3. 研究架構
4. 研究方法與過程
5. 研究結果
6. 結論與未來展望
7. 參考資料



研究動機

- 缺水是全球的共同議題
- 以石墨烯碎片堆疊的滲透層來進行海水淡化的相關研究。



▲圖1



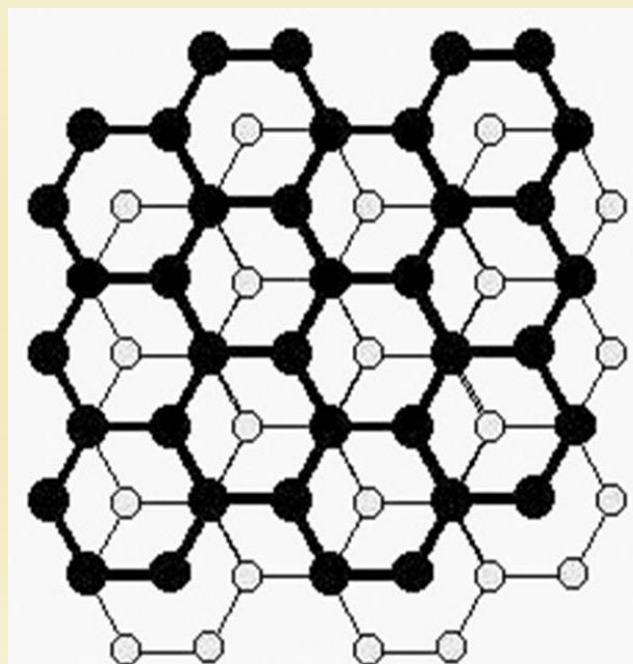
主要研究原料

石墨烯原料：

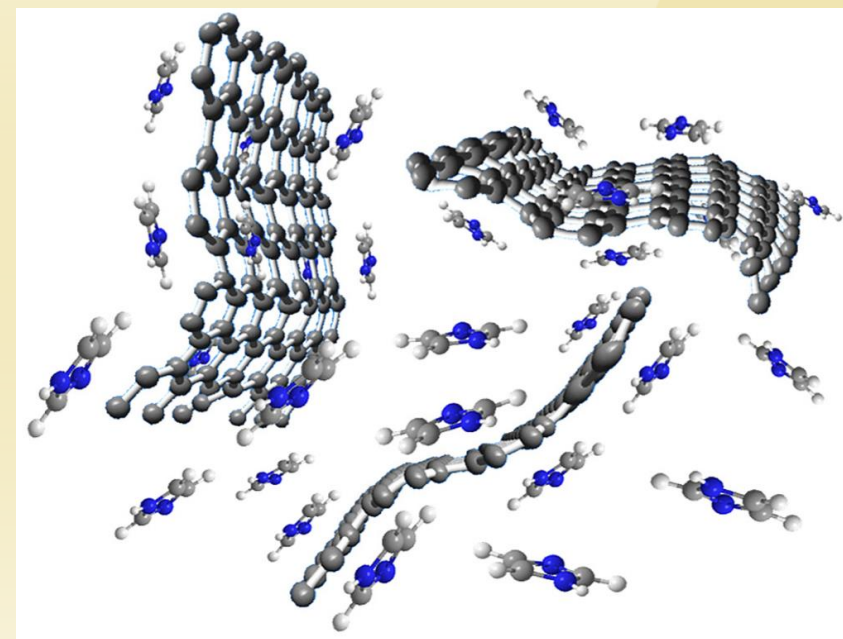
1. 石墨粉
2. 高定向熱解石墨 (HOPG)

石墨烯分散溶液原料：

1. 十二烷基苯磺酸鈉 (SDBS)
2. 咪唑 (imidazole)



▲圖2

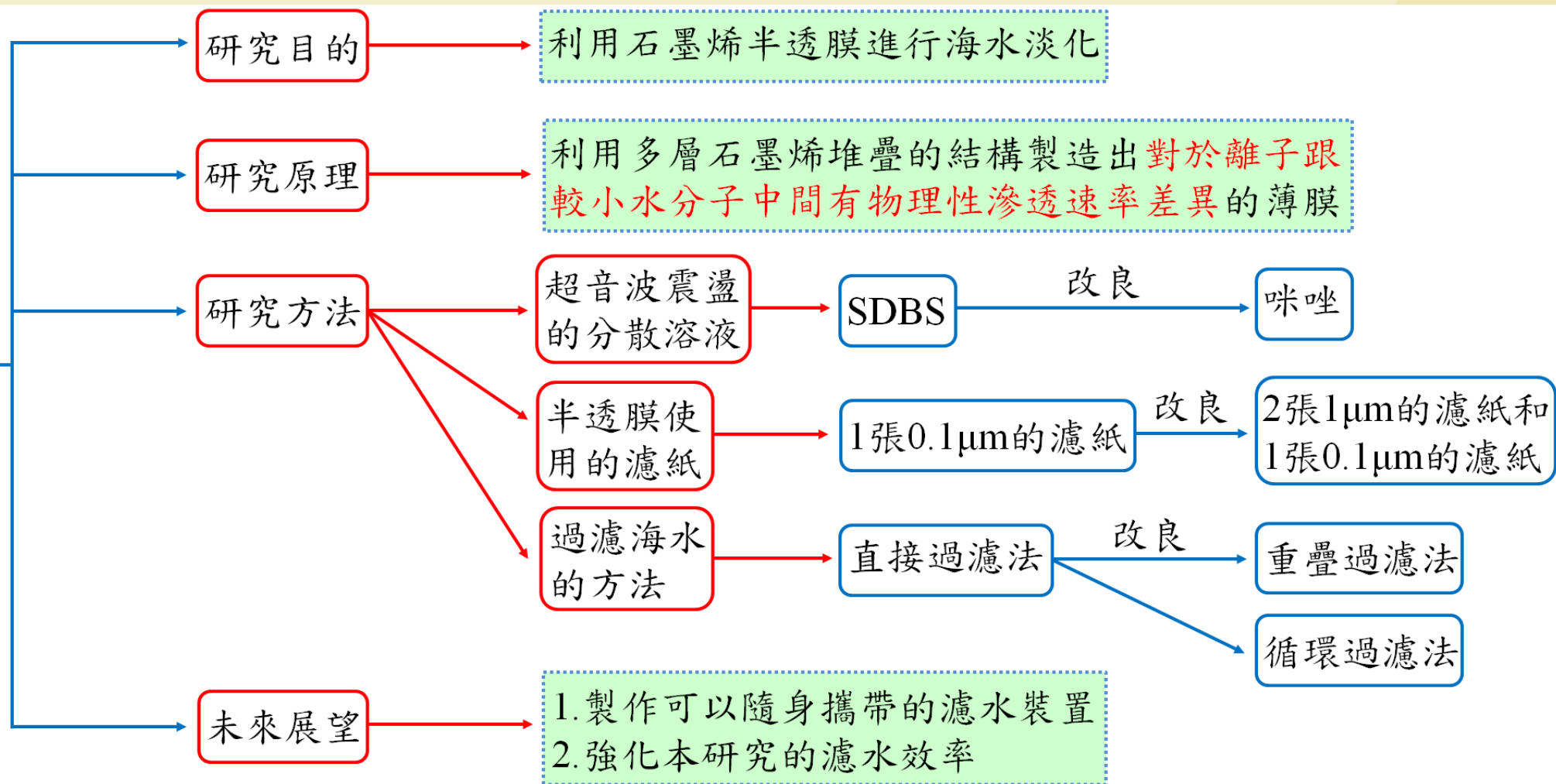


▲圖3



研究架構

探討利用石墨製作石墨烯半透膜的方法並應用於海水淡化

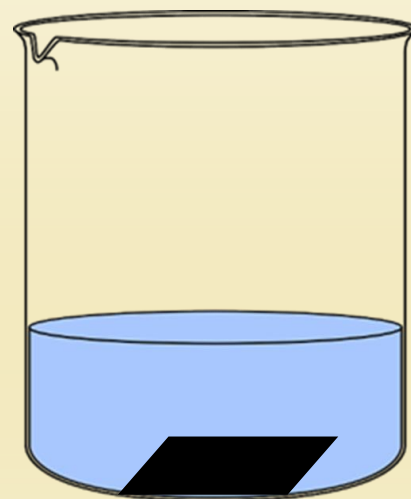
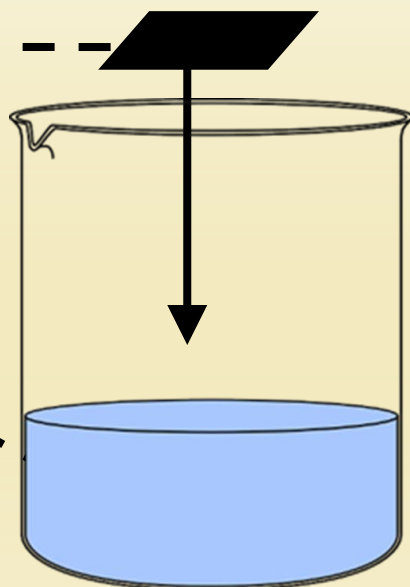




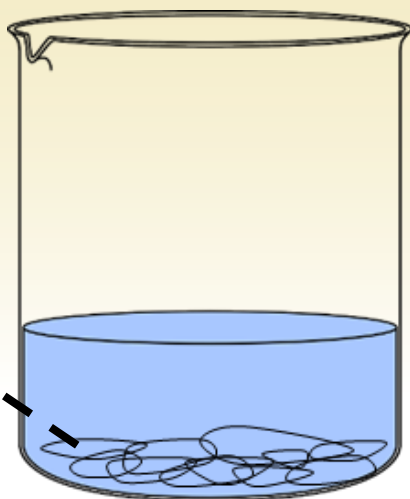
研究方法-製備石墨烯碎片懸浮溶液

0.113gHOPG

咪唑溶液
(20mg/ml)
500ml



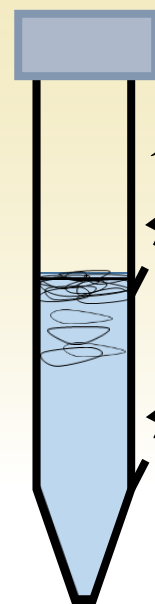
將溶液放入超
音波震盪器震
盪約72小時



石墨烯
碎片



將溶液分裝成
15ml以3000rpm
離心20分鐘



石墨烯碎片

離心管

取用上層12ml
的溶液作為石
墨烯懸浮溶液

INNOVATION



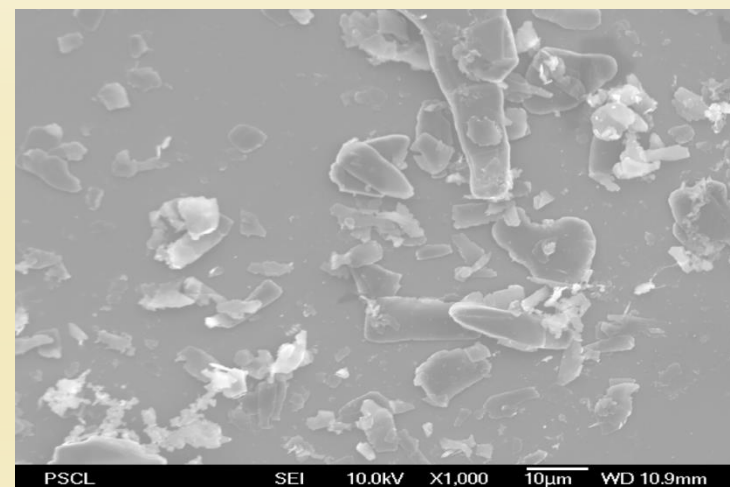
研究方法-製備石墨烯碎片懸浮溶液



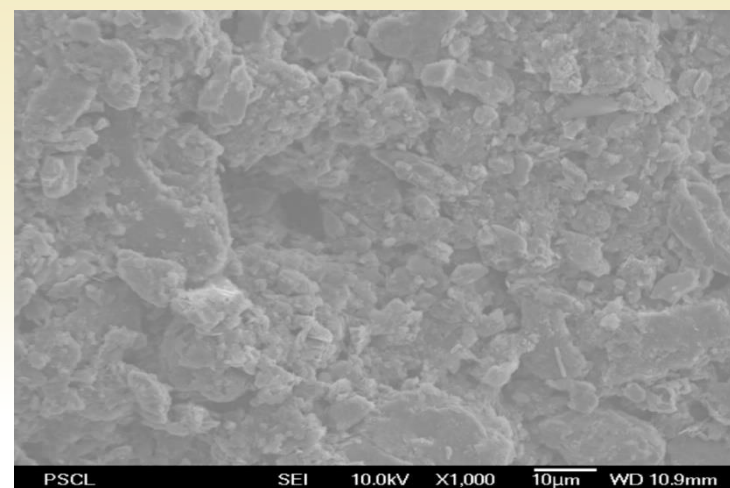
震盪前溶液
▲圖4



震盪後溶液
▲圖5



▲圖6
HOPG



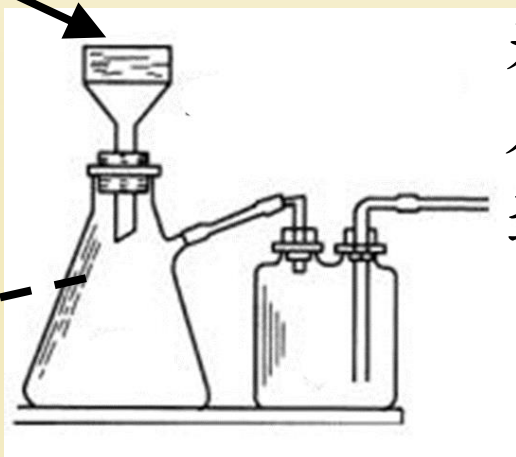
▲圖7
石墨粉



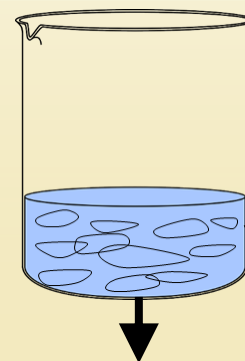
研究方法-製作石墨烯半透膜

濾紙

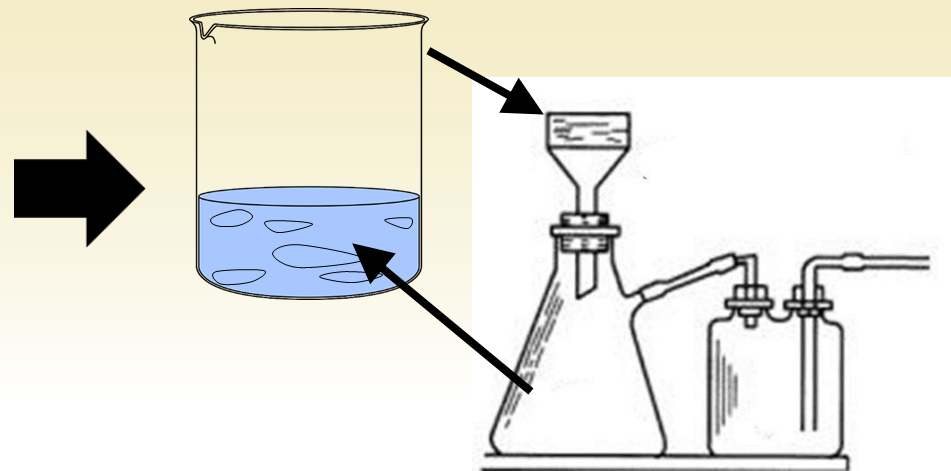
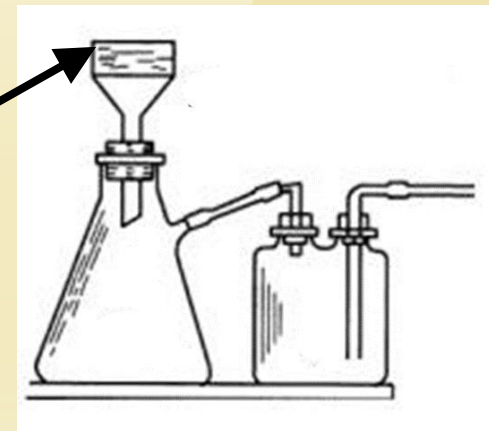
抽濾裝置



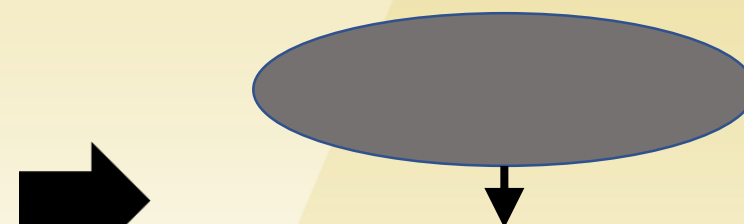
若不外加壓力幫助
石墨烯懸浮溶液通
過濾紙，實驗將耗
費極長的時間



石墨烯懸浮
溶液200ml



將抽濾瓶中的石
墨烯懸浮溶液取
出，重新過濾數
次，直到原溶液
成為澄清溶液



石墨烯
半透膜

INNOVATION



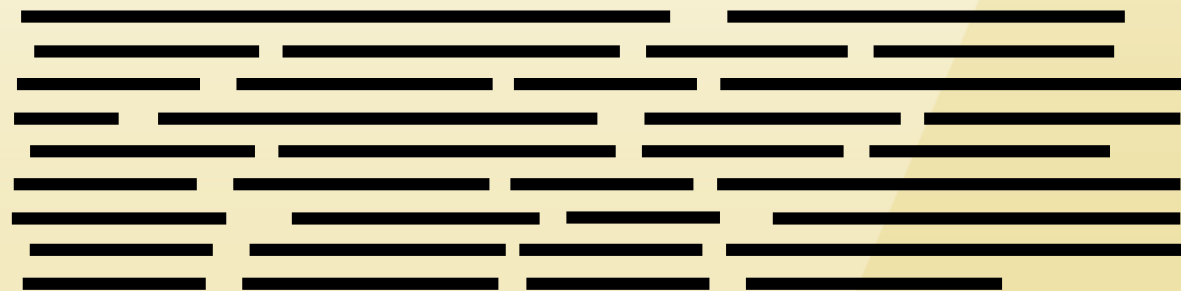
研究方法-製作石墨烯半透膜



▲圖8



▲圖9



▲圖10

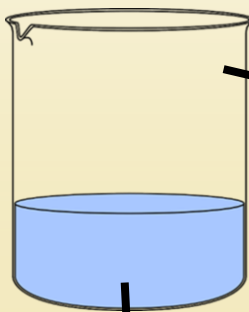
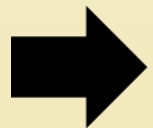
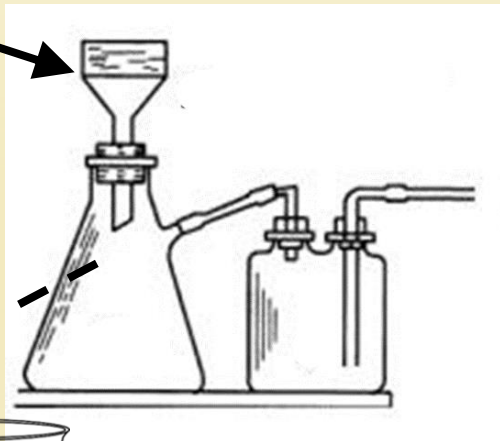


▲圖11 INNOVATION

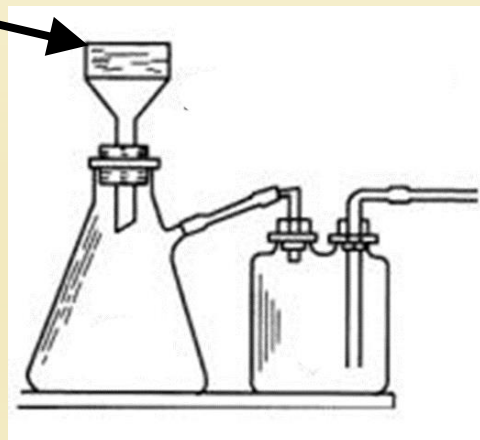


研究方法-淡化海水

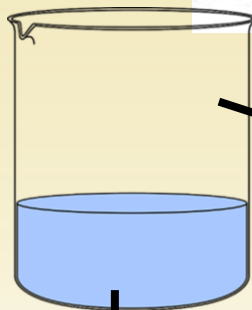
石墨烯半透膜
抽濾裝置



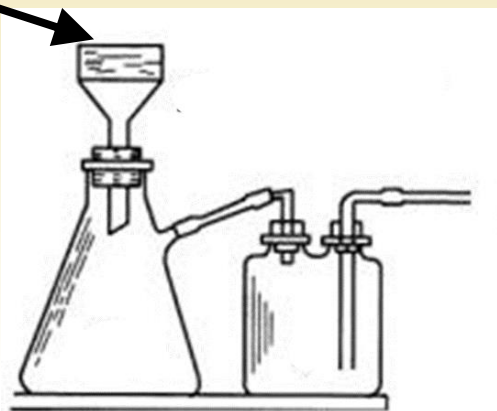
自來水



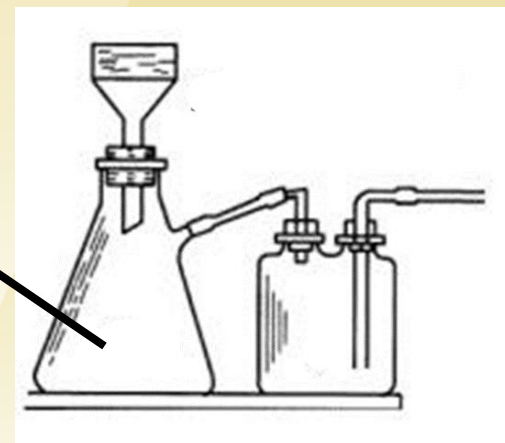
靜待咪唑晶體浮於水面時再以刮勺撈起，重複數次直到咪唑晶體清理完畢



0.35% 食鹽水
50ml (鹽度與海水相當)



取出過濾完成的食鹽水，以導電度計測量其導電度並記錄

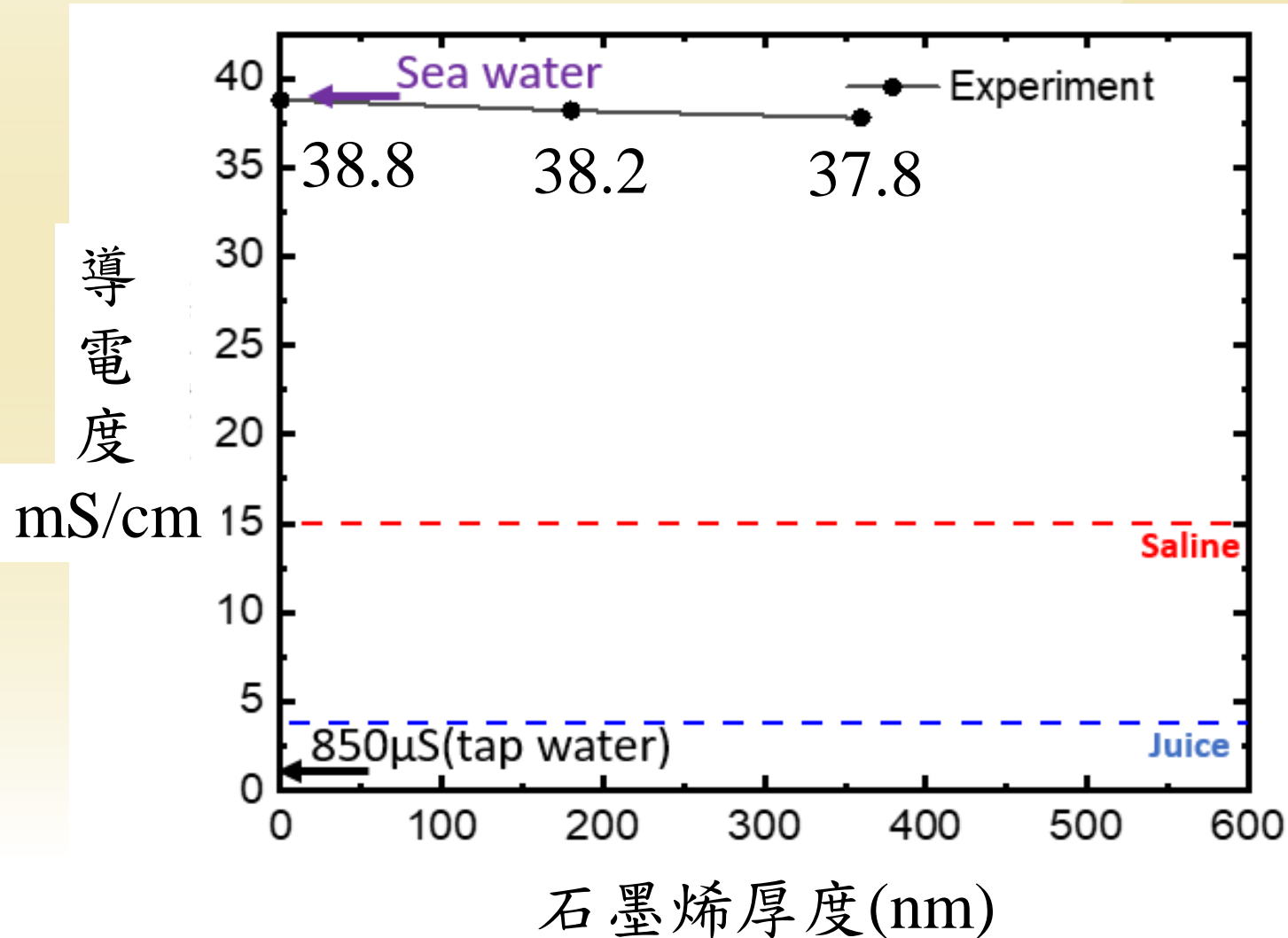


INNOVATION



研究結果-第一次海水過濾

- 直接過濾法
- 石墨粉
- SDBS (十二烷基苯磺酸鈉)
- 2張 $1\mu\text{m}$ 的濾紙和1張 $0.1\mu\text{m}$ 的濾紙

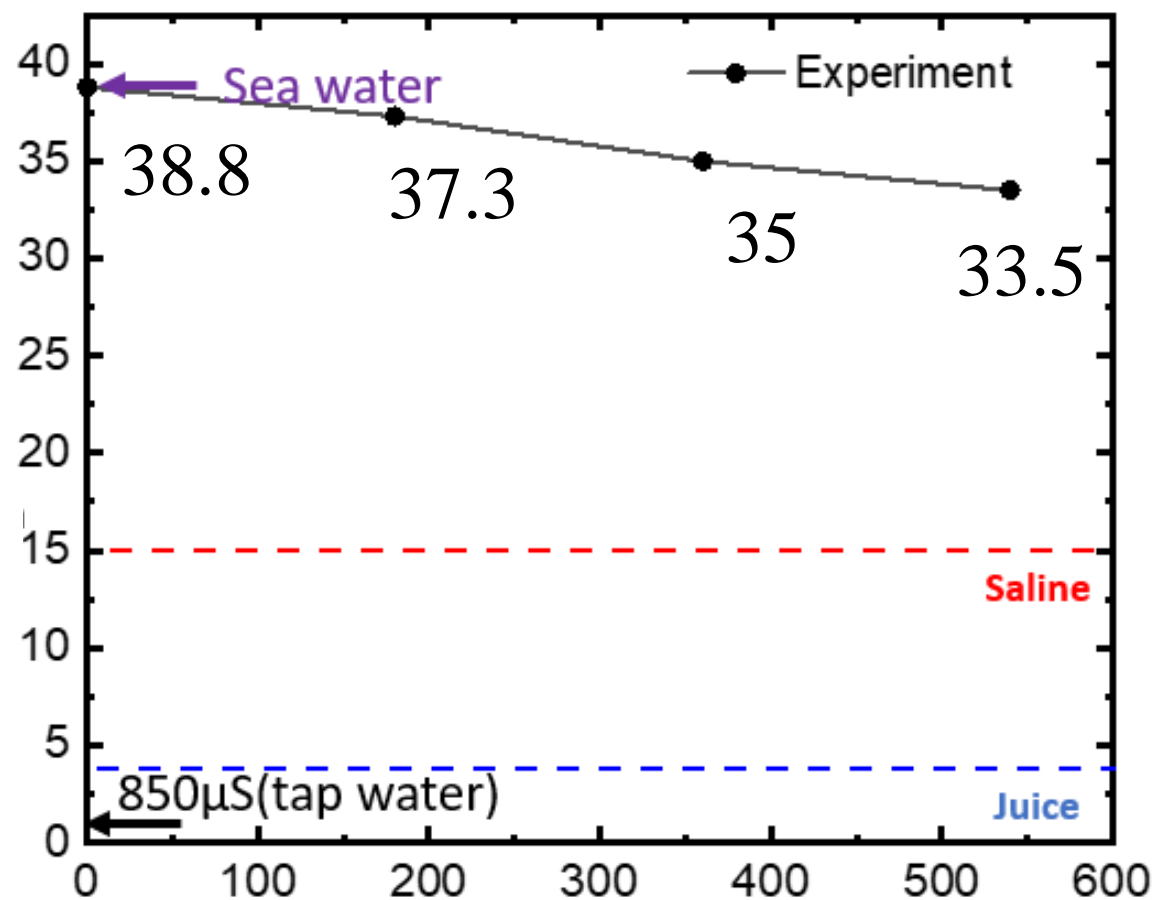




研究結果-第二次海水過濾

- 重疊過濾法
- 石墨粉
- SDBS (十二烷基苯磺酸鈉)
- 2張 $1\mu\text{m}$ 的濾紙和1張 $0.1\mu\text{m}$ 的濾紙

導電度
mS/cm



石墨烯厚度(nm)



研究結果-第三次海水過濾



- 直接過濾法
- HOPG（高定向熱解石墨）
- 咪唑（imidazole）
- 1張 $0.1\mu\text{m}$ 的濾紙
- 結果： 34.4mS/cm

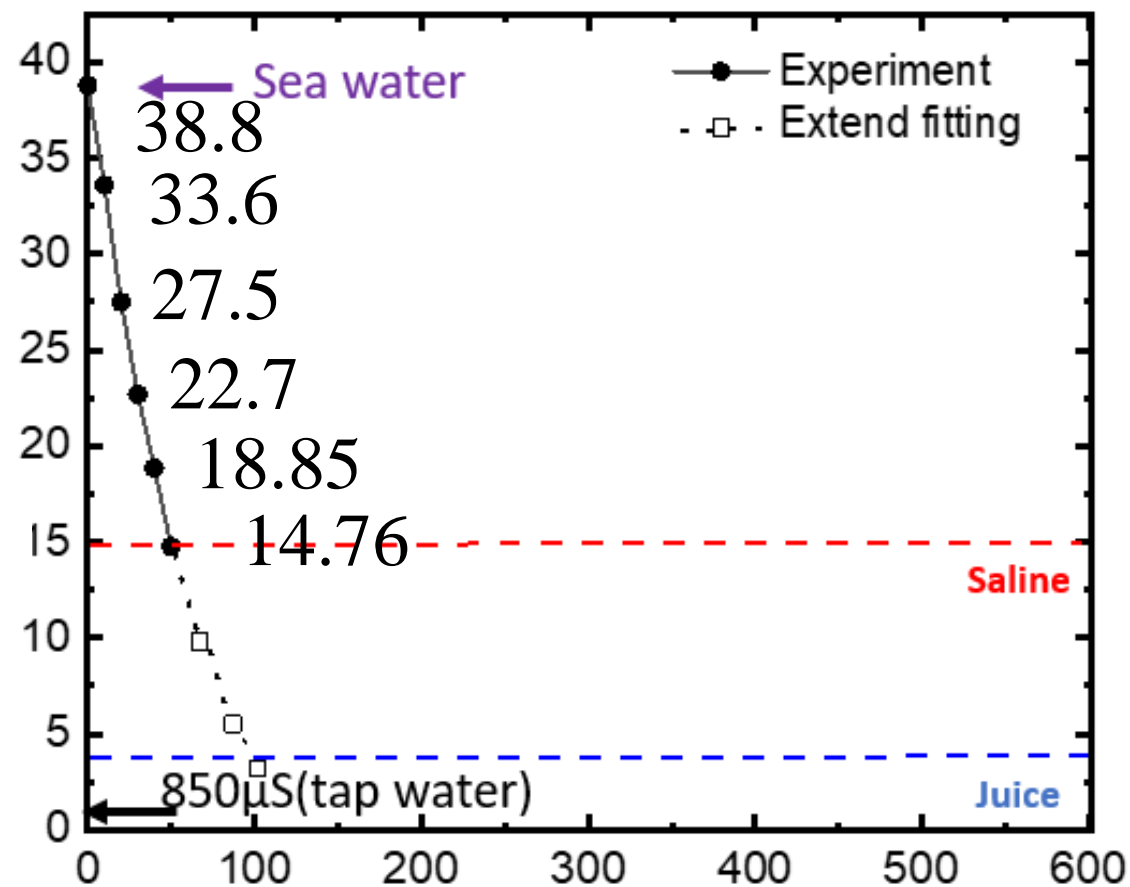
▲圖12



研究結果-第四次海水過濾

- 直接過濾法
- HOPG (高定向熱解石墨)
- 咪唑 (imidazole)
- 2張 $0.1\mu\text{m}$ 的濾紙
- 400ml懸浮溶液

導電度
mS/cm



石墨烯厚度(nm)



結論

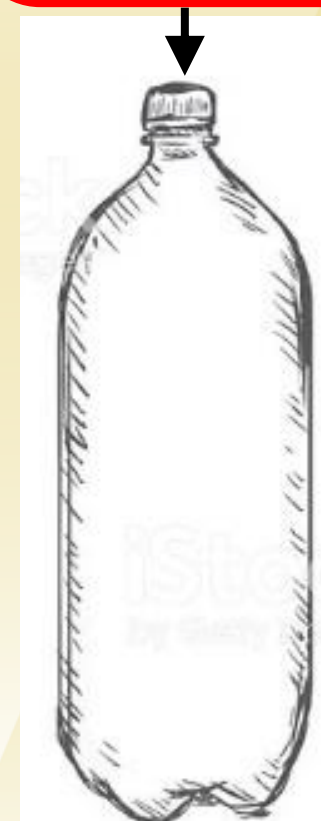
1. 運用本研究製造出的石墨烯半透膜，能將海水的鹽度過濾至**生理食鹽水**的鹽度。
2. 以本研究製造出的石墨烯半透膜進行海水淡化時僅需抽濾裝置加壓，**不需其他能源**。



未來展望

1. 運用本研究製造出的石墨烯半透膜，將海水的鹽度過濾至飲用水的鹽度。
2. 結合本研究製造出的石墨烯半透膜跟攜帶型裝置，製造出能夠隨身攜帶的濾水裝置。
3. 壓低本研究製造石墨烯半透膜的總成本（目前一片石墨烯半透膜的總成本約為586元）。

將蓋子頂部挖洞，並以石墨烯半透膜填充孔洞





參考資料

[1] The cost of desalination : <https://www.advisian.com/en/global-perspectives/the-cost-of-desalination>

[2] How seawater desalination work :
<https://www.youtube.com/watch?v=mZ7bgkFgqJQ&feature=share>

[3] A new approach to water desalination :
https://www.youtube.com/watch?v=k5Tjy_90WBU&feature=share

[4] Desalination gets a graphene boost : <http://news.mit.edu/2015/desalination-gets-graphene-boost-jeffrey-grossman-1102>

[5] Graphene membranes for water desalination : <https://www.nature.com/articles/am2017135>

[6] Outlook for graphene-based desalination membranes : <https://www.nature.com/articles/s41545-018-0004-z>

[7] Exfoliation and Performance Properties of Non-Oxidized Graphene in Water

[8] Scalable and high-yield production of exfoliated graphene sheets in water and its application to an all-solid-state supercapacitor



特別感謝

- 臺灣大學電機系張子璿教授
- 建國中學物理科何宣螢老師
- 建國中學生物科劉玉山老師
- 建國中學生物科實驗室張秀冬阿姨
- 臺灣大學電機系研究員陳建良
- 臺灣大學電機系研究員簡嘉荏