

110學年度

自然科化學探究與實作課程B報告

—分辨未知溶液的方法之定性實驗



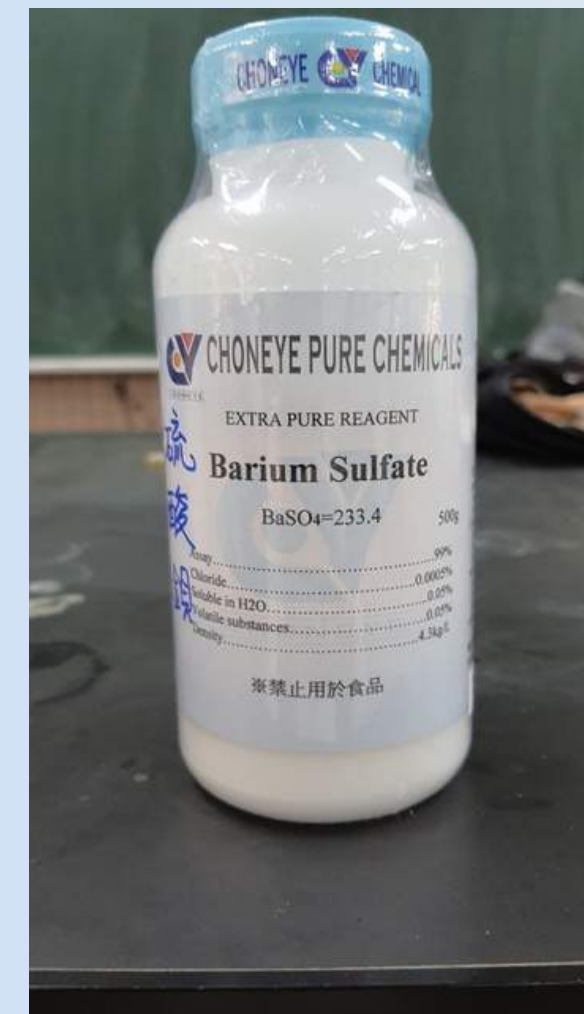
作者：江威甫

January 22, 2022

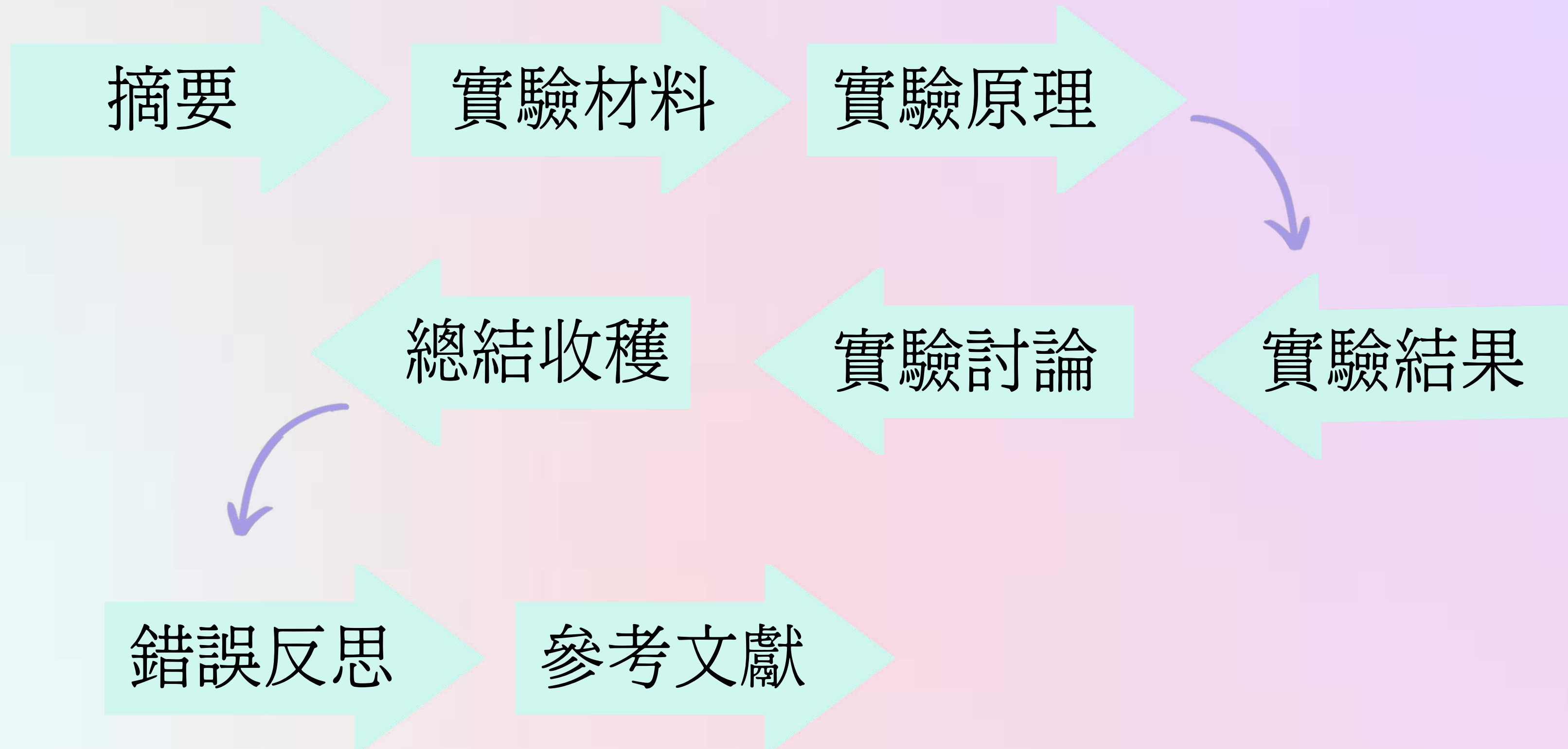
實驗所欲達成之目的

~Our goal~

利用簡易的物理以及化學方法分辨牛乳、豆漿、胃乳以及鋇劑（硫酸鋇）



報告目錄

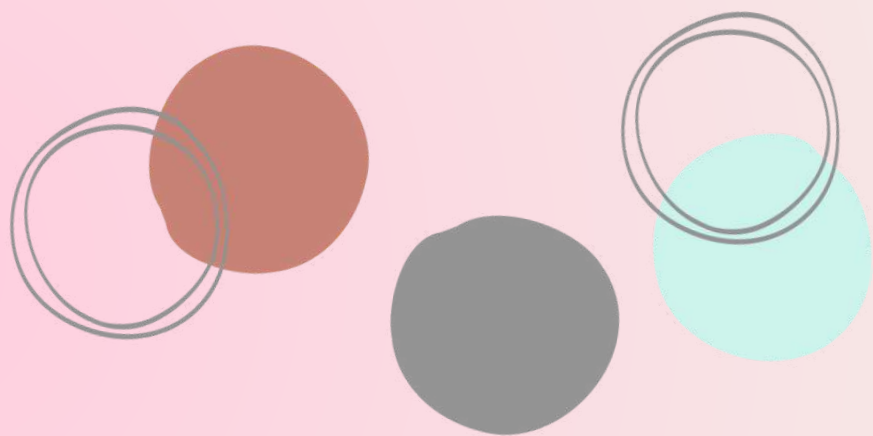


實驗摘要

肆

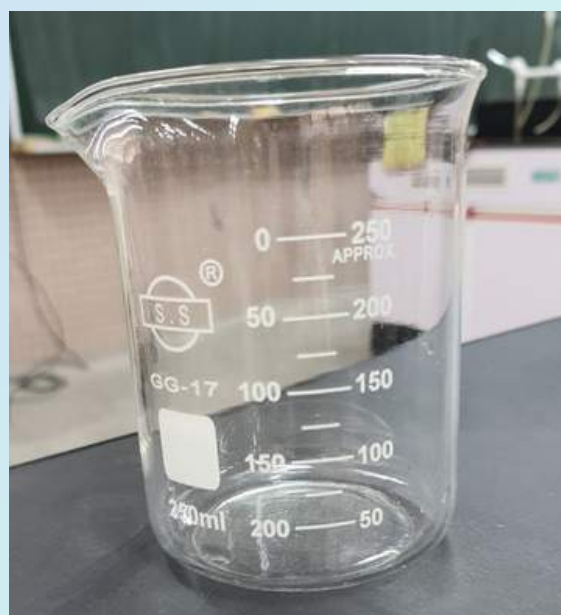
我們利用化學探究實作的課程中，在老師指導下將平常化學課程中介紹的各種溶液利用可取得的材料結合自身已具備的知識與操作能力，搭配查找文獻資料，欲分辨出我們準備的四種未知溶液。

於是我們設計了三組實驗來達成目的，過程中我們有利用物質的沸點、酸鹼性、溶解度、廷得耳效應以及碘液中加入澱粉會變色等特性來設計相關的實驗步驟



實驗材料

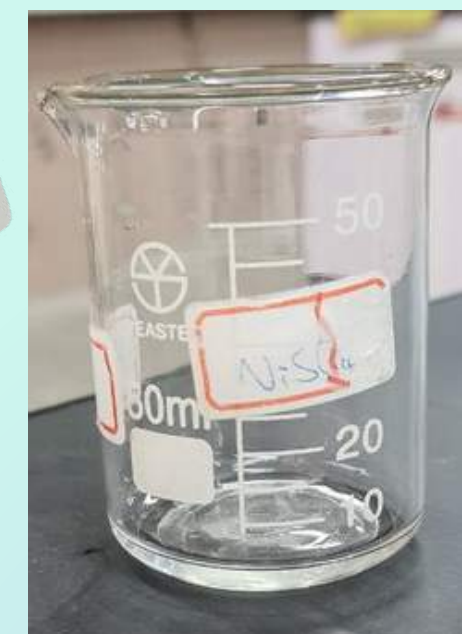
250ml燒杯



滴管



50ml燒杯



量筒



硫酸鋇溶液



玻棒



實驗材料

三角鐵架



坩鍋鉗



溫度計



酒精燈



陶瓷纖維網



雷射筆



實驗材料

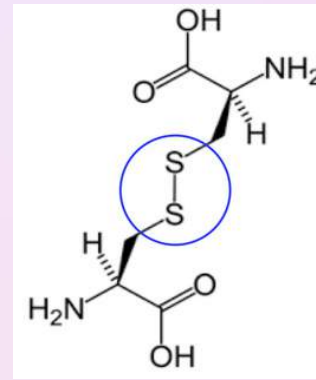
牛奶

內部成分：

- 1.蛋白質：約含9.6g，其中約8成為酪蛋白^(註1)，而牛奶中富含人體所需之胺基酸來源（除胱胺酸與甲硫胺酸較少）。
- 2.脂肪：約含10.7g，主要成分之一為乳脂肪，提供約佔一杯牛乳1/2的熱量，於牛奶中呈膠體溶液^(註2)。
- 3.碳水化合物：14.2g中約98%為糖，為單醣和雙醣的總和，大部分為乳糖，結構為一分子 β -D-半乳糖和 β -D-葡萄糖在 β -1 ^(註3)4-位形成糖苷鍵相連。
- 4.鈉離子：約佔131mg，用於維持人體滲透壓與細胞膜電荷穩定
- 5.鈣離子：其中乳酸鈣的成本較高，但對人體較有實質幫助，如補充骨鈣，不過靠牛奶攝取的鈣多會變成血鈣，而鮮少會成為骨鈣。

牛奶

(註1) 在胃酸中，人體以慢速將其吸收，是一種需要長時間才能被消化的蛋白質而不具雙硫鍵，因此不具明顯的三級結構。



▲圖為雙硫鍵



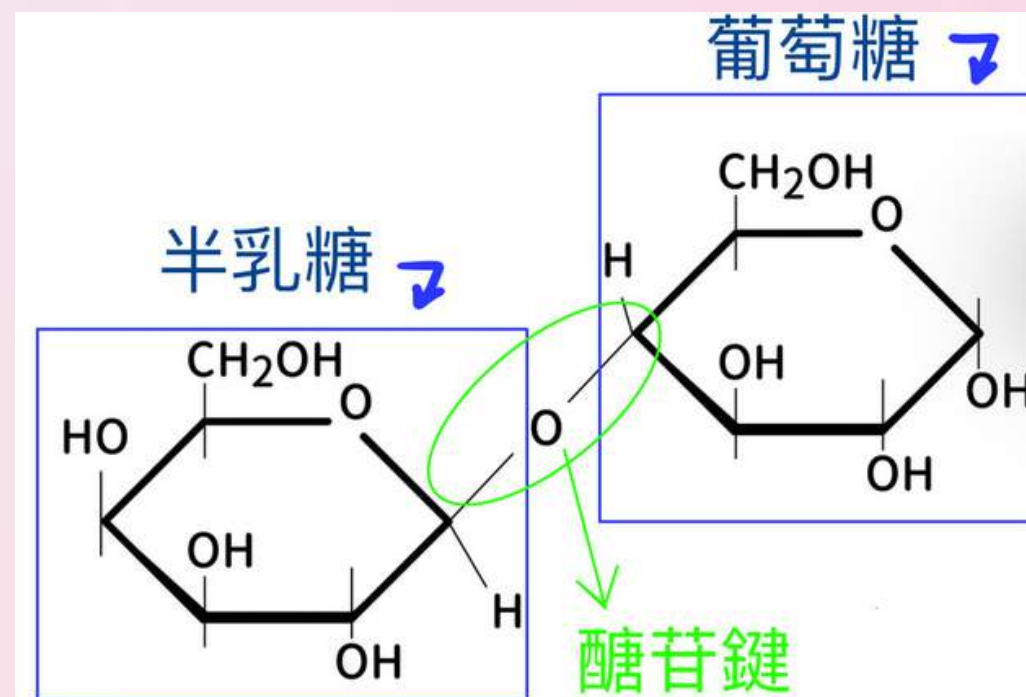
▲圖為三級結構

(註2) 膠體溶液，為一均勻分佈之混合液，內部粒子直徑約1~100奈米。其中溶劑粒子碰撞溶質粒子而呈現布朗運動。且膠體粒子吸附極性分子或離子而帶電。



▲圖為廷得耳效應

(註3) 下圖為乳糖之結構式



實驗材料

玖

豆漿

內部成分：

1.蛋白質13.6g

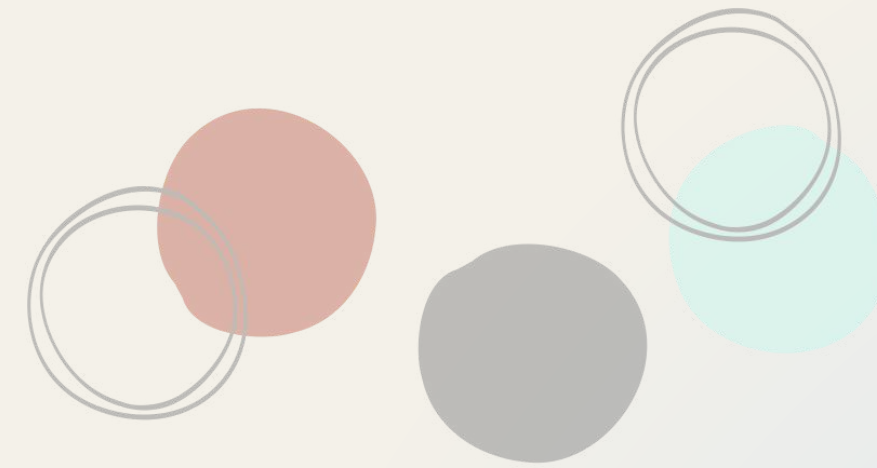
2.脂肪：7.2g

3.碳水化合物：6.4g

4.礦物質：鈉44mg

5.大豆異黃酮_(註四)：82mg，有益血糖調控，為大豆的次級代謝產物，與雌性激素相似，可降低與激素相關之癌症。

6.卵磷脂_(註五)：156.8mg，為一種存在於生物體中的混合物。



實驗材料

豆漿

化學式：
 $C_{15}H_{10}O_2$

顏色：
淺黃----->深黃
(少)----->(多)
(羟基)

(註四) 異黃酮
(Isoflavone)

生長因子活性

蛋白質合成

代謝生物學活性

降低激素所引起的
癌症併發機率

影響

激素分泌

簡介：

為一以苯色酮環為基礎
肉桂酰酶A側鏈延長並
環化而形成酚類化合
物，乃為黃酮類之異構
體。

成分：

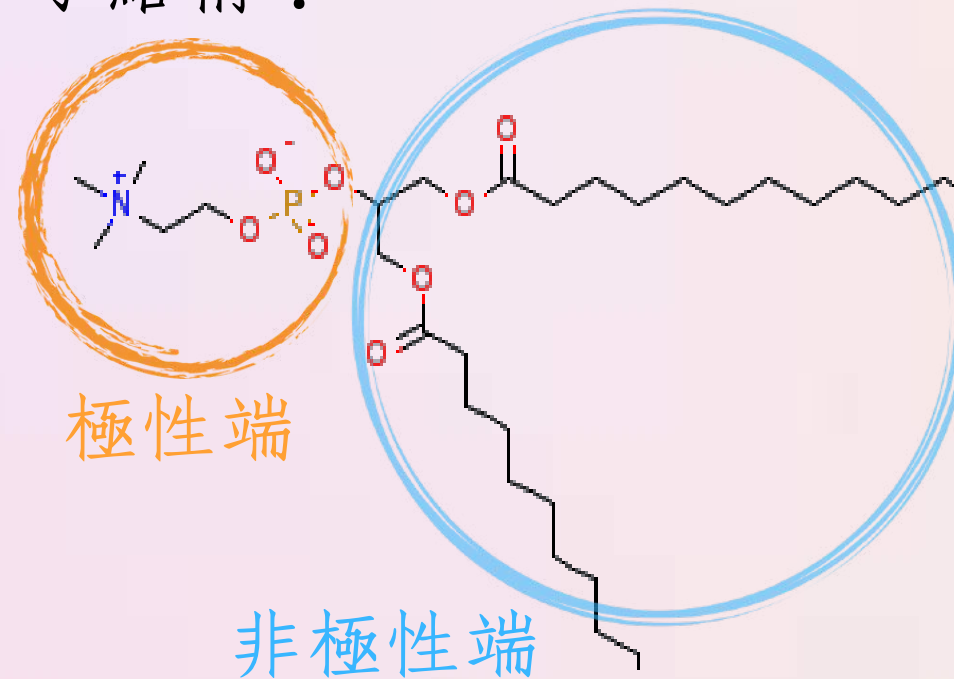
為一混合物，含磷酸、膽鹼、
脂肪酸、甘油、糖脂、磷脂以
及甘油三酸脂

平均分子量：
758.06

化學名：
磷脂醯膽鹼

(註五) 卵磷脂
(Phosphatidylcholine)

其分子結構：

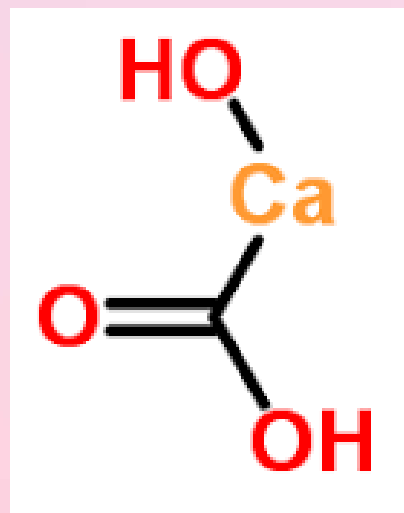


溶解度：
溶於氯仿，
約 0.1 g/mL
但不溶於水

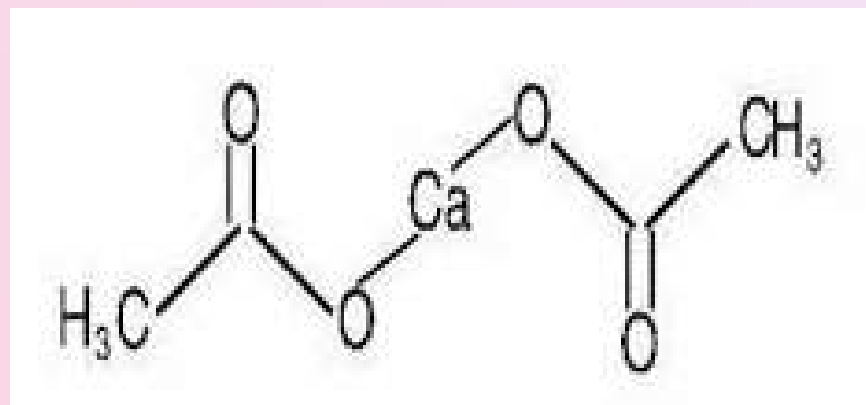
實驗材料

胃乳

1. 碳酸鈣 (Calcium Carbonate) :
16mg/ml，又稱「鈣鹽」，同是一制酸劑，
遇到酸性物質將產生 CO_2 氣泡。
雖不溶於水，但溶於含 CO_2 的水中而形成
 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ (為暫時硬水的成份)。



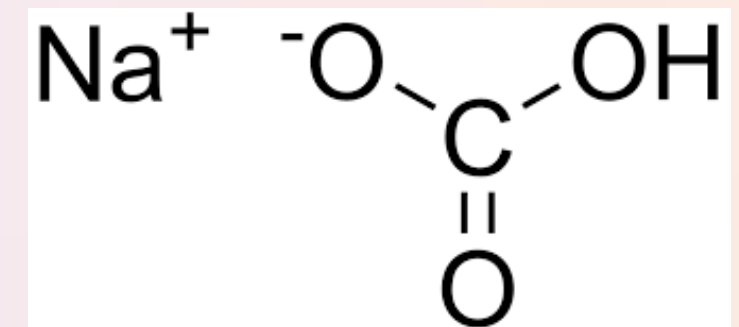
▲圖為碳酸鈣結構式



▲圖為碳酸氫鈣結構式

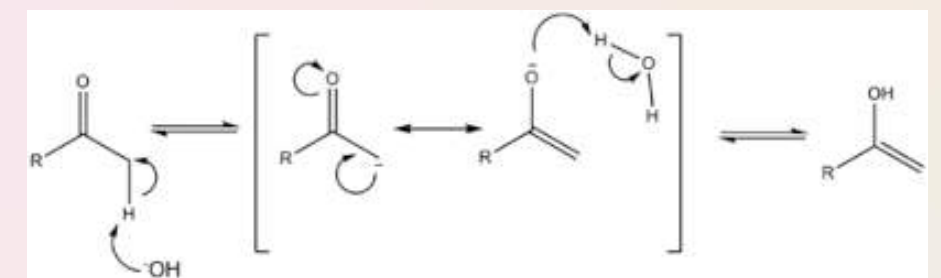
內部成分

2. 碳酸氫鈉 (Sodium Bicarbonate) :
26.7mg/ml，為一制酸劑，俗稱小蘇打，乃
是無機化合物，通常為白色粉末，其是由強
鹼(Na^+)和弱酸(CO_3^{2-})形成的酸性鹽類，水溶
液成鹼性。



▲圖為碳酸氫鈉結構式

3. 氫氧化鈉 (Sodium Hydroxide) : 雖其水溶液成強鹼，但於此
產品中的含量極少，不屬於主要成分，故對人體危害較小。



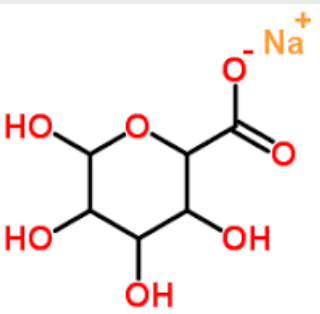
▲圖為氫氧化鈉結構式

實驗材料

胃乳

4. 羥苯甲酯 (Methylparaben) 、
羥苯丙酯 (Propylparaben) : 兩
者大致上皆為防腐劑，常用於化妝
品、食品 and 醫藥 的抑菌劑。皆溶於醇
類、醚類等有機溶劑，卻微溶於水。

5. 海藻酸鈉 (Sodium Alginate) : 含 50mg/ml ,
淡黃帶白色的粉末，無臭無味，易溶於水但不溶於
有機溶劑 (如：酒精) 。易與 IIA 族陽離子結合而形
成凝膠



▲ 圖為海藻酸鈉結構式

6. 純淨水 (Purified Water) :
亦即純水，可用電滲析器法、離子
交換法得之。

9. 聚羧乙烯 934 (Carbomer 934P) :
俗稱「卡波姆 934」，其中含低量的苯。
是為助懸劑，主要應用於半固體藥物，
如：乳膏、眼用軟膏、胃乳等稠狀之藥品

7. 乙二胺四乙酸 (Edetate Disodium) :
為抗氧化劑 (防腐劑) ，屬於有機化合物。
外觀為無色晶體。

8. 草莓香精 (Essence of Strawberry) : 增添胃乳的食用風味。

內部成分

硫酸鋇

莫耳質量：
233.43 g/mol

外觀：
白色晶體抑或粉末狀



▲ 圖為硫酸鋇粉末

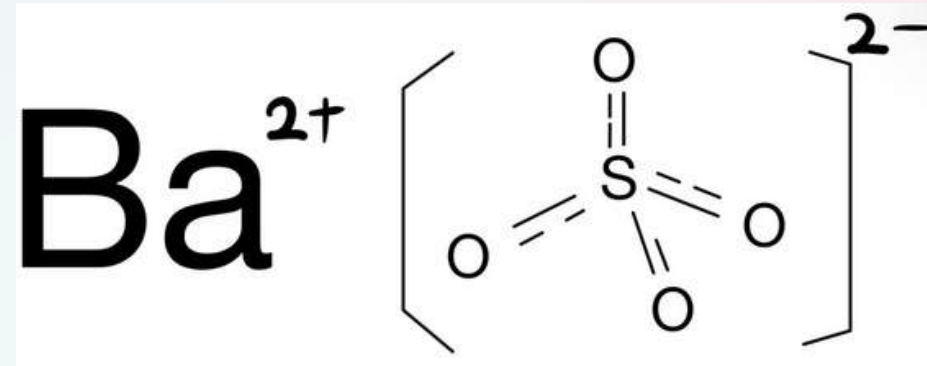
特性：
溶於濃硫酸

密度：
4.5g/cm³

物化特性

溶解度：
 $2.448 \times 10^{-4} \text{ g/100ml}(20^\circ \text{C})$

硫酸鋇結構式：



熔點：
1580°C

溶度積(K_{sp})：
 $1.08 \times 10^{-10}(25^\circ \text{C})$

硫酸鋇

1. 添加於油漆中，其低凝聚性、低光分散及較細緻的顆粒等特質使特別適用於與「漆」相關之器物，如：噴漆等。

2. 於醫學中，由於其不被腸胃吸收，且對腸胃的刺激性較小（雖然鋇屬重金屬，不過不溶於水，所有對人體不構成毒性），故硫酸鋇劑可以應用在腸道x-ray造影的對比劑。

生活應用



3. 尚可用於造紙業，因其非常白且遮蓋力極強，故利用顆粒微小的硫酸鋇製作的紙面具平滑、光澤等特性，適用於製造複印紙

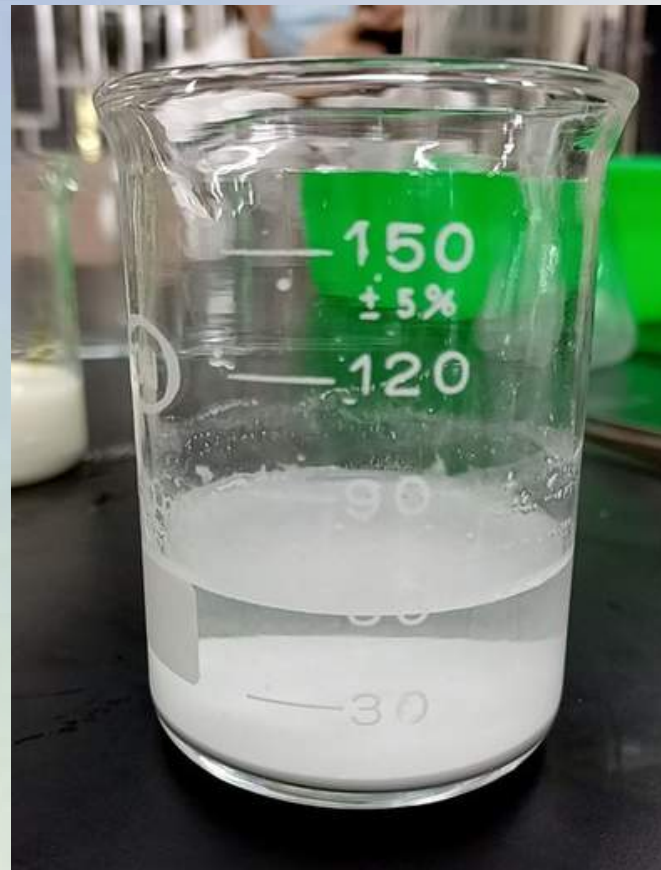
實驗原理及步驟

實驗設計一



實驗一結果：

實驗結果：成功



▲ (圖一) 實驗步驟一中不溶於水而沉澱的硫酸鋇



▲ (圖二) 實驗步驟二，僅胃乳的廣用試紙變為深綠色，明顯呈現弱鹼性。而另外二者之試紙則不變色，呈中性。



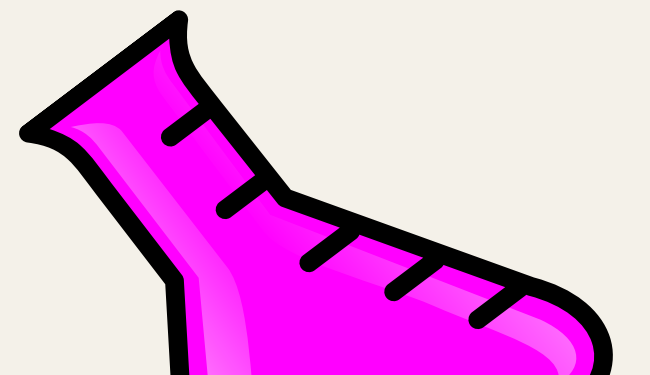
▲ (圖三) 實驗步驟三，加入碘液後，左杯含有澱粉的豆漿呈現藍黑偏紫色。而右杯牛奶完全不變色。

實驗一討論：

1.在各待測物中加入水後，靜置10分鐘後，可以直接肉眼觀察到，即為硫酸鋇。

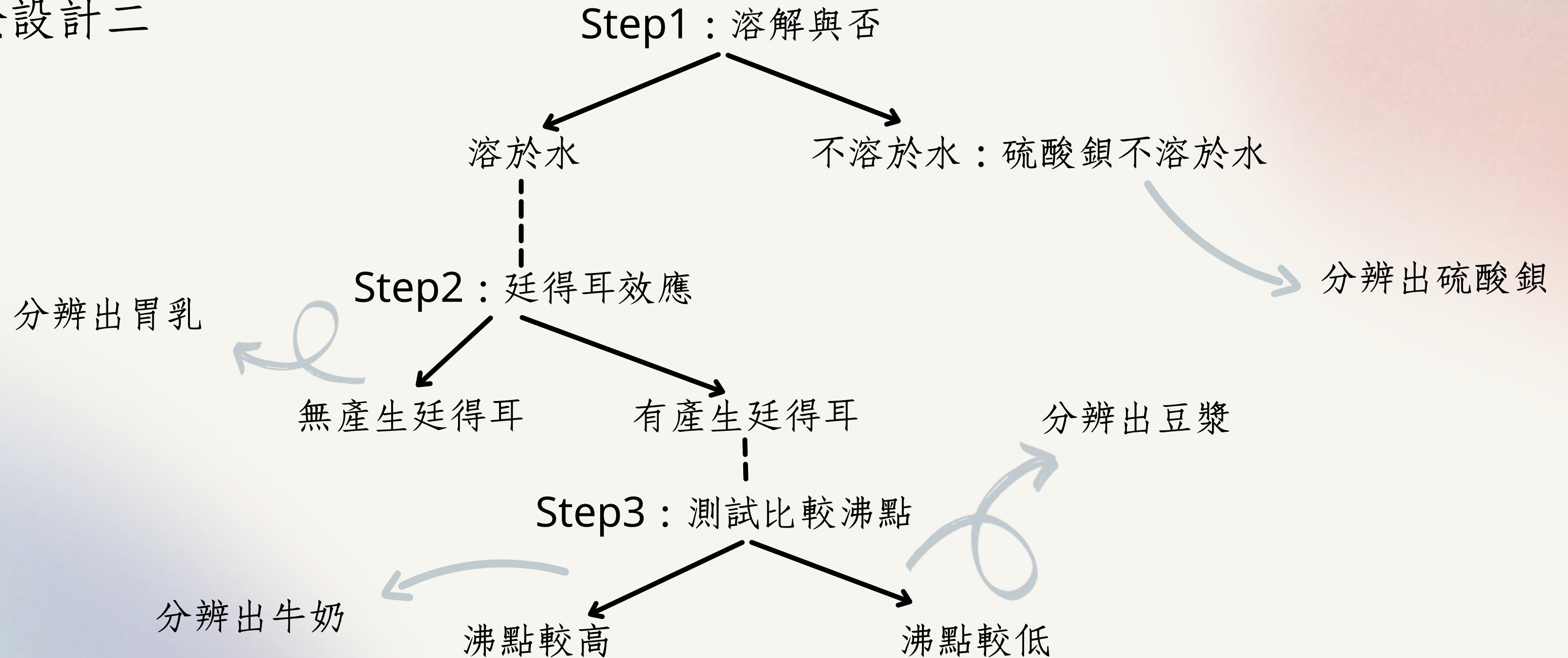
2.一開始設想胃乳是為了綜合胃酸，故應為弱鹼性，進可分辨出另外兩者中性溶液。然經由實驗後證實構想，泡過胃乳的廣用試紙呈現深綠色，得知是為弱鹼性。

3.我們理解豆漿中含有澱粉，故發想應該可以利用碘液遇到澱粉會變色的原理得知豆漿溶液為何者。經過實驗後，滴加碘液於含澱粉的豆漿中也成功的呈現藍紫色。



實驗原理及步驟

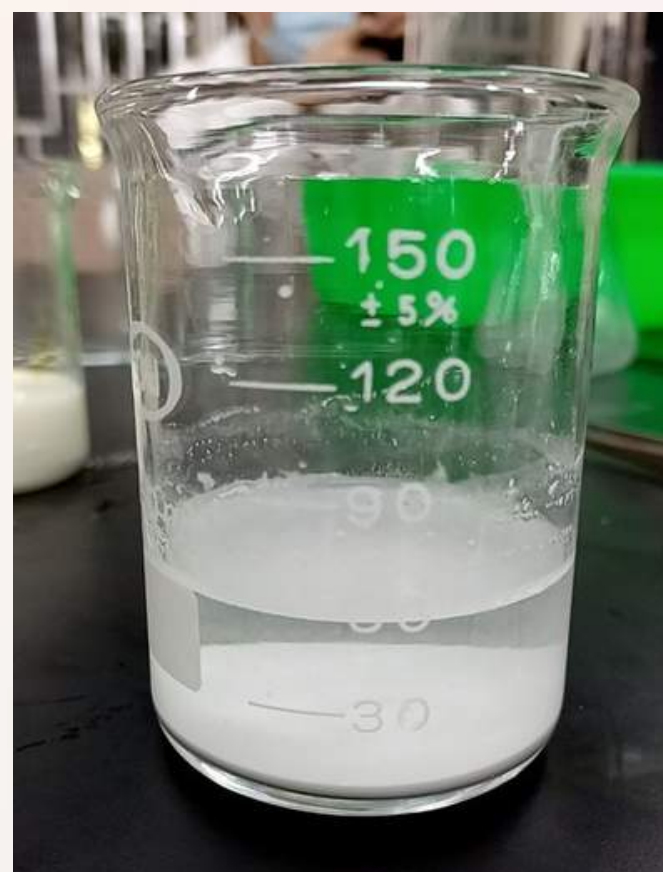
實驗設計二



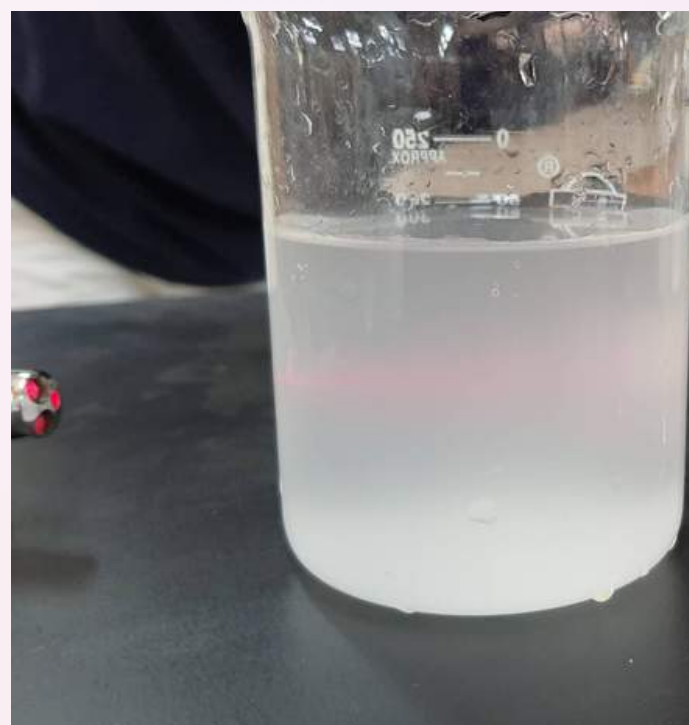
實驗二結果

實驗結果：失敗

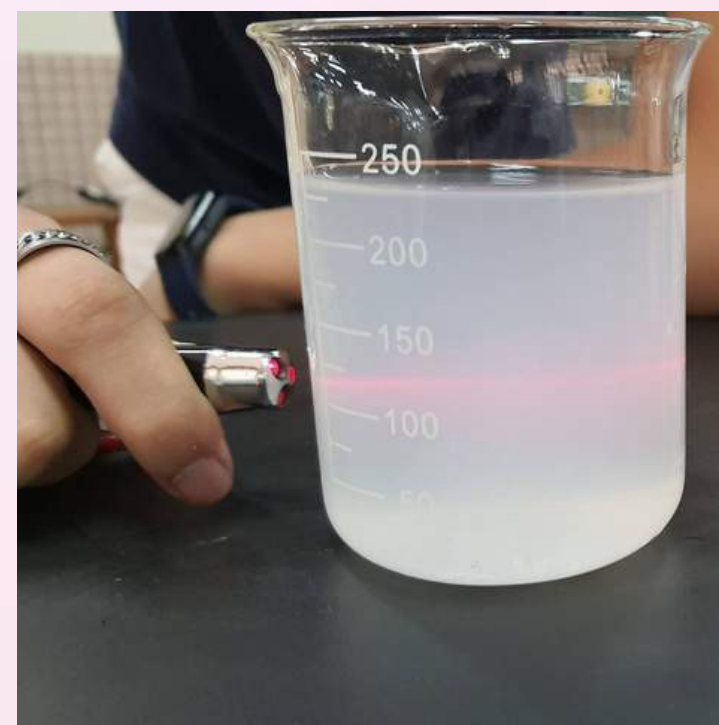
實驗結果發現經第一步後剩下的三杯溶液皆會產生廷得耳效應



▲(圖四)第一步驟
將硫酸鋇加入水
中後難溶於水



▲(圖五)第二步驟
將胃乳滴入水中
的廷得耳效應



▲(圖六)第二步驟
將牛奶滴入水中
的廷得耳效應



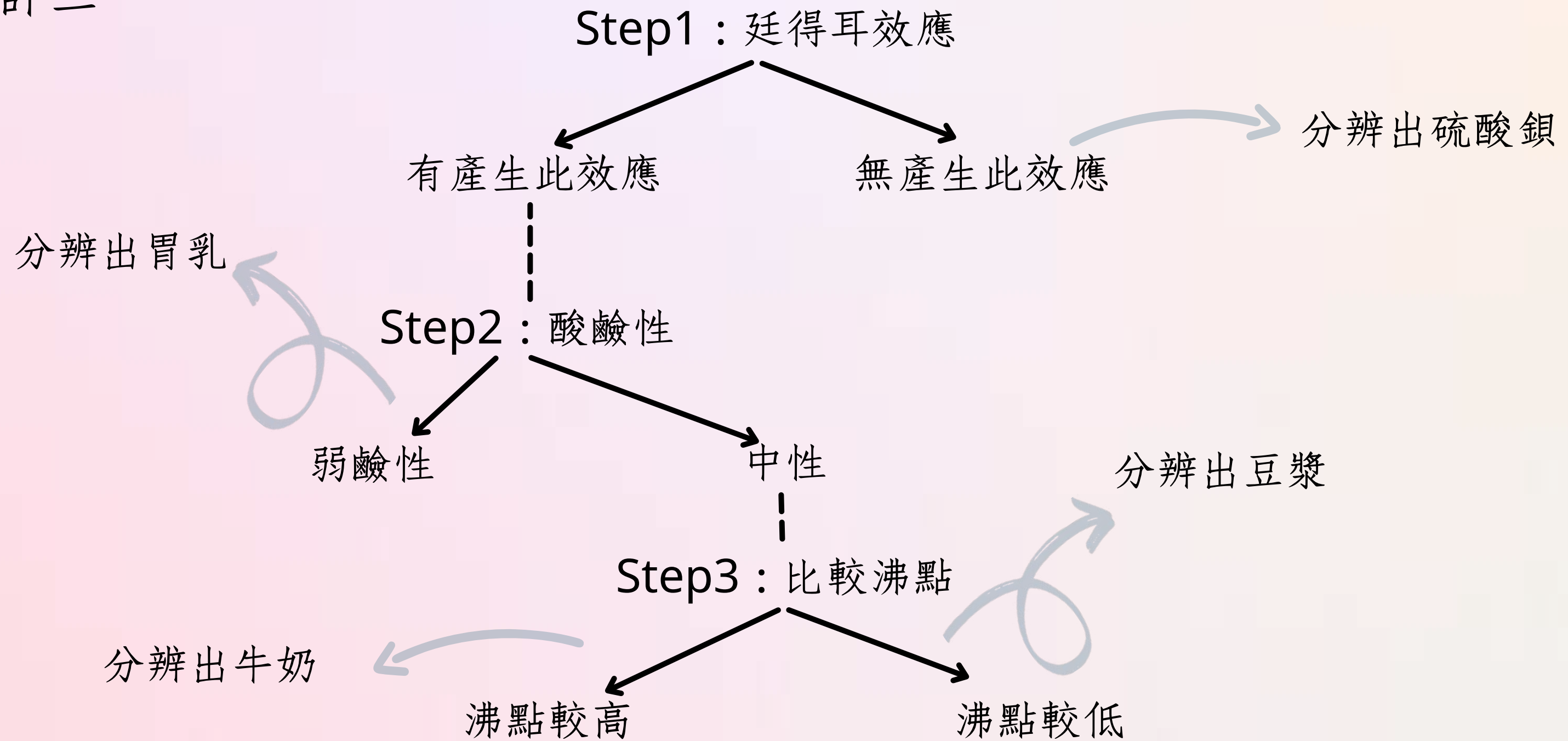
▲(圖七)第二步驟
將豆漿滴入水中
的廷得耳效應

實驗二討論

- 1.將四種待測溶液加入水中靜置段時間後，發現硫酸鋇會有明顯沉澱
- 2.原以為將剩下三種溶液滴入水中，只有牛奶及豆漿會發生廷得耳效應，但經過實驗後發現胃乳也會有較弱的廷得爾效應，係因我們忽略了胃乳也是懸浮液之一，因此此組實驗失敗
- 3.原實驗第三步驟為利用沸點區別出牛奶及豆漿，但因第二步驟失敗因此無法繼續實驗

實驗原理及步驟

實驗設計三

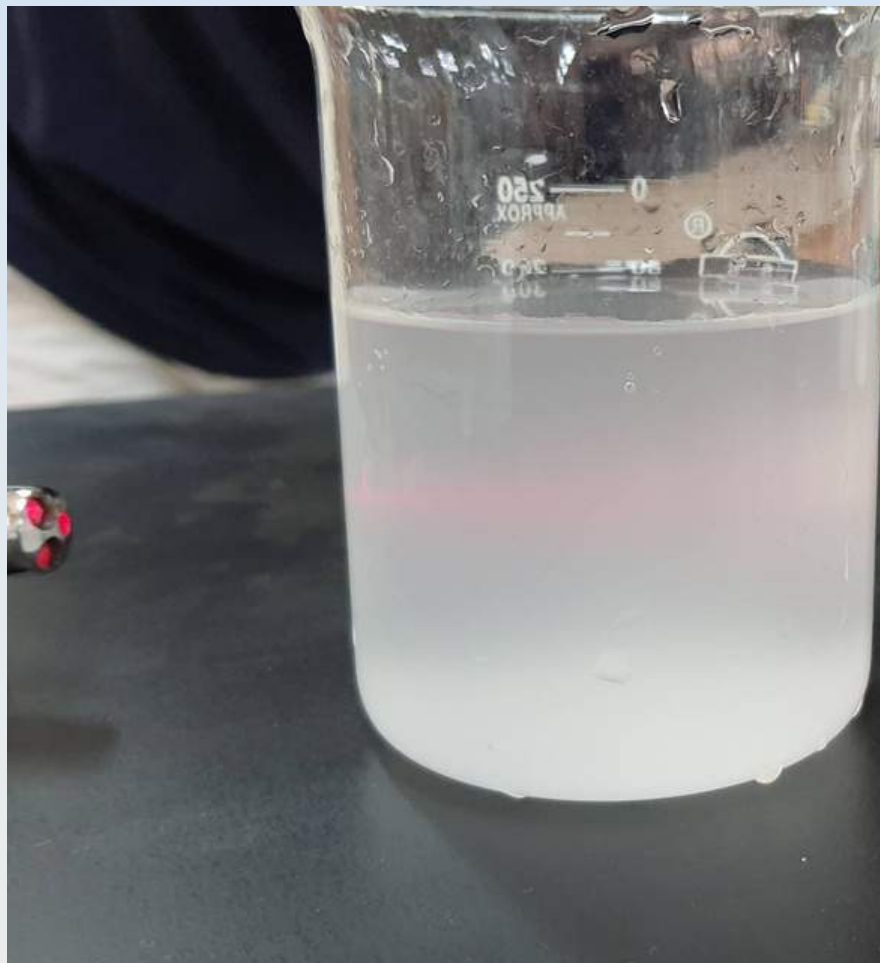


實驗三結果：

貳拾貳

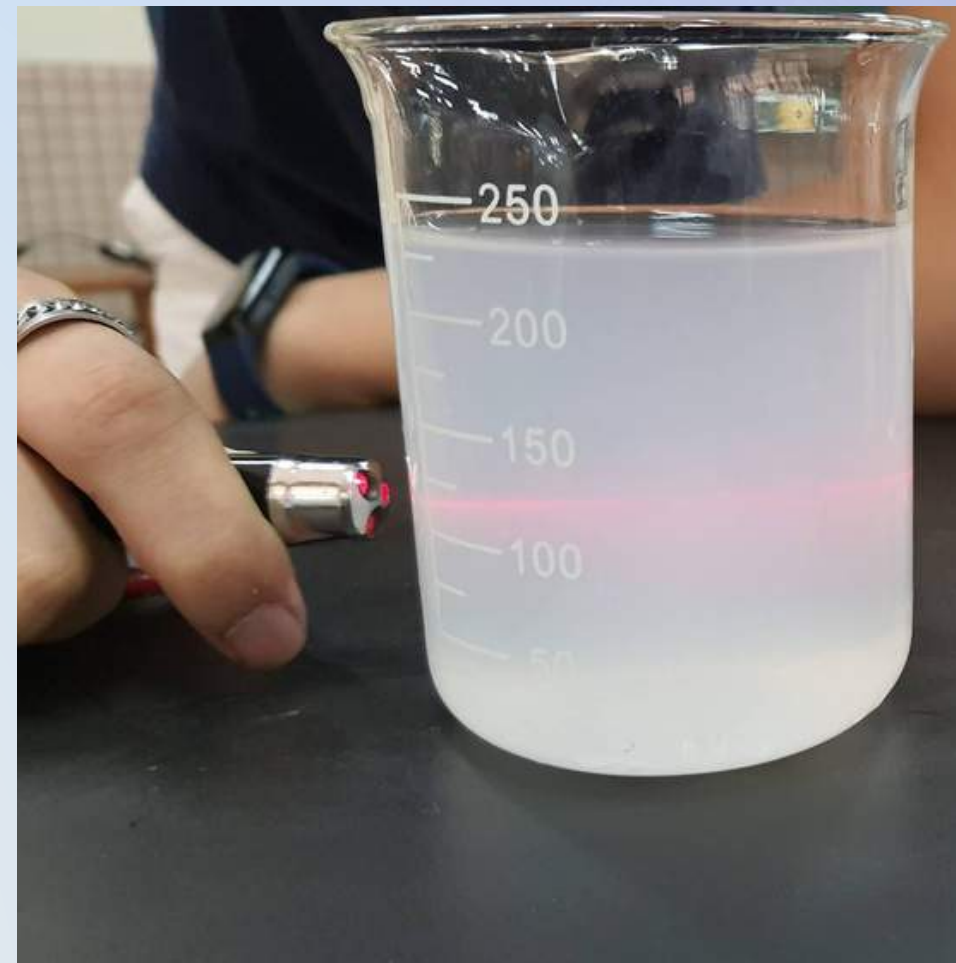
實驗結果：**成功**

～三杯溶液皆如預期的產生廷得耳效應～



(圖)胃乳

廷得耳效應較**不太明顯**



(圖)牛奶

廷得耳效應**明顯**



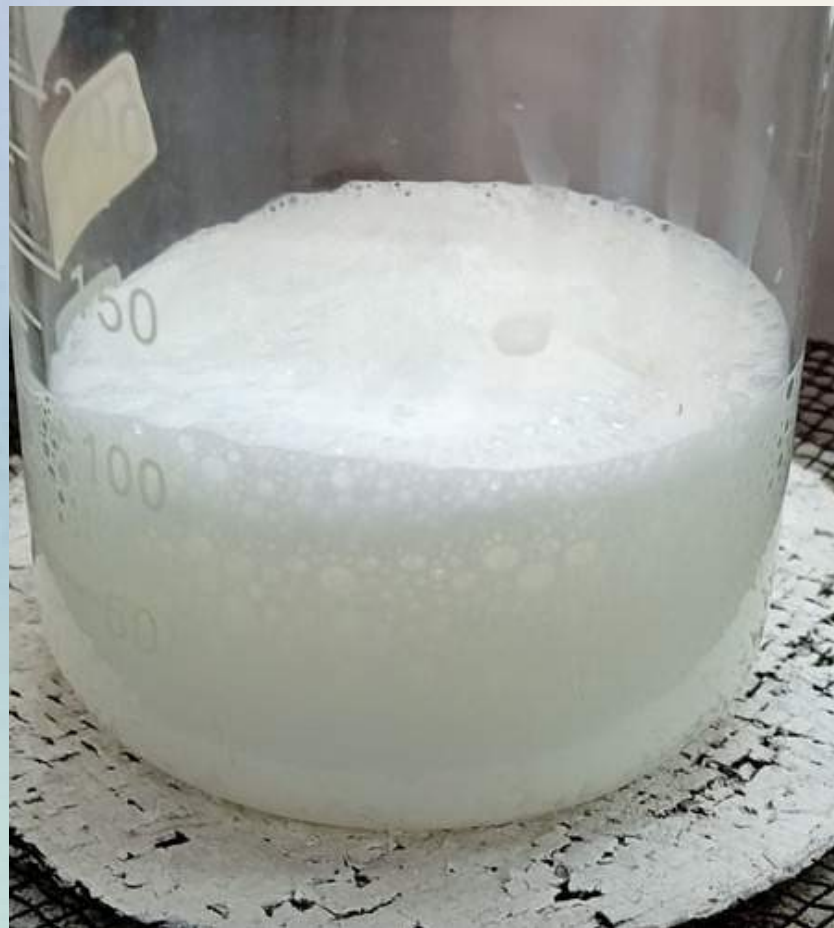
(圖)豆漿

廷得耳效應**明顯**

實驗三結果：

貳拾參

實驗結果：**成功**
～沸點高低有明顯差異～



圖A為豆漿沸騰



圖a為豆漿沸點



圖B為牛奶沸騰



圖b為牛奶沸點

實驗三討論：

1.廷得耳效應指的是當較強的光束通過膠體溶液時，因膠體溶質的粒子較大會造成光的散射，因而出現一道明亮而清楚的光徑(光束)。

►圖為廷得耳效應示意圖



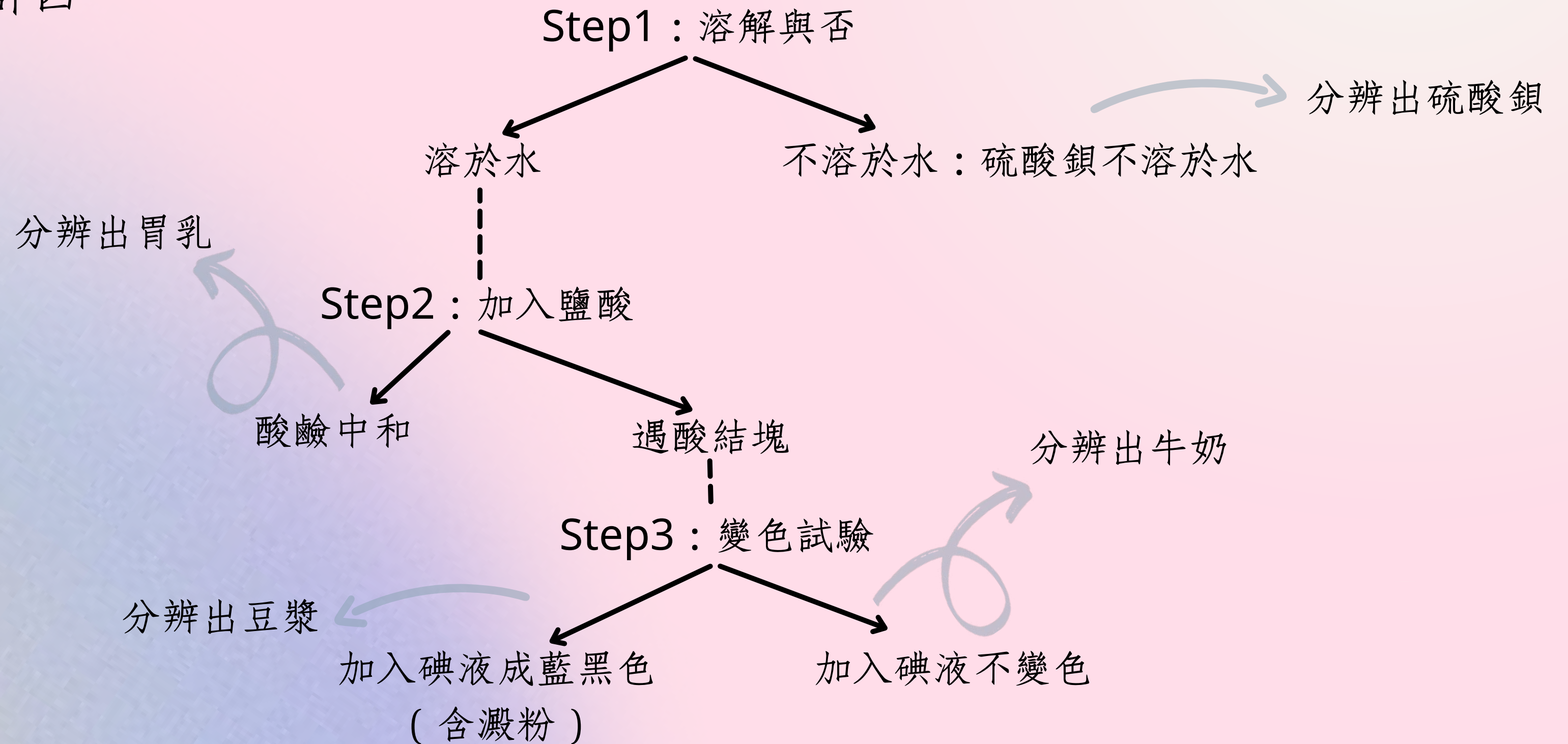
2.牛奶與豆漿溶液經過雷射筆照射後會有一道明顯的光束，此乃廷得耳效應的表現；然而胃乳同樣是懸浮液之一，但依照我們的實驗結果，相較於前二者，卻無特別明顯的光束，我們推測是因為我們沒有將其稀釋到稀薄溶液，導致光線都被溶質粒子散射掉，進而無明顯的光通道產生。

3.利用酸鹼性的測定可以進一步確認並分辨出呈弱鹼性的胃乳。而另外兩杯溶液成中性，廣用試紙不變色。

4.成功利用豆漿與牛奶沸點的差異分別出兩者。前者沸點如上頁圖a，約為 84°C ；後者沸點則如上頁圖b，約為 95°C 。牛奶的沸點較豆漿高了 11°C 。

實驗原理及步驟：

實驗設計四



實驗結果：

貳拾陸

實驗結果：失敗



◀ 左圖為胃乳結塊貌

胃乳遇鹽酸而結塊,與實驗前認為的酸鹼中和產生鹽類和水不同,豆漿和牛奶也會結塊,無法分辨其差異,導致無法進行下一步的實驗。

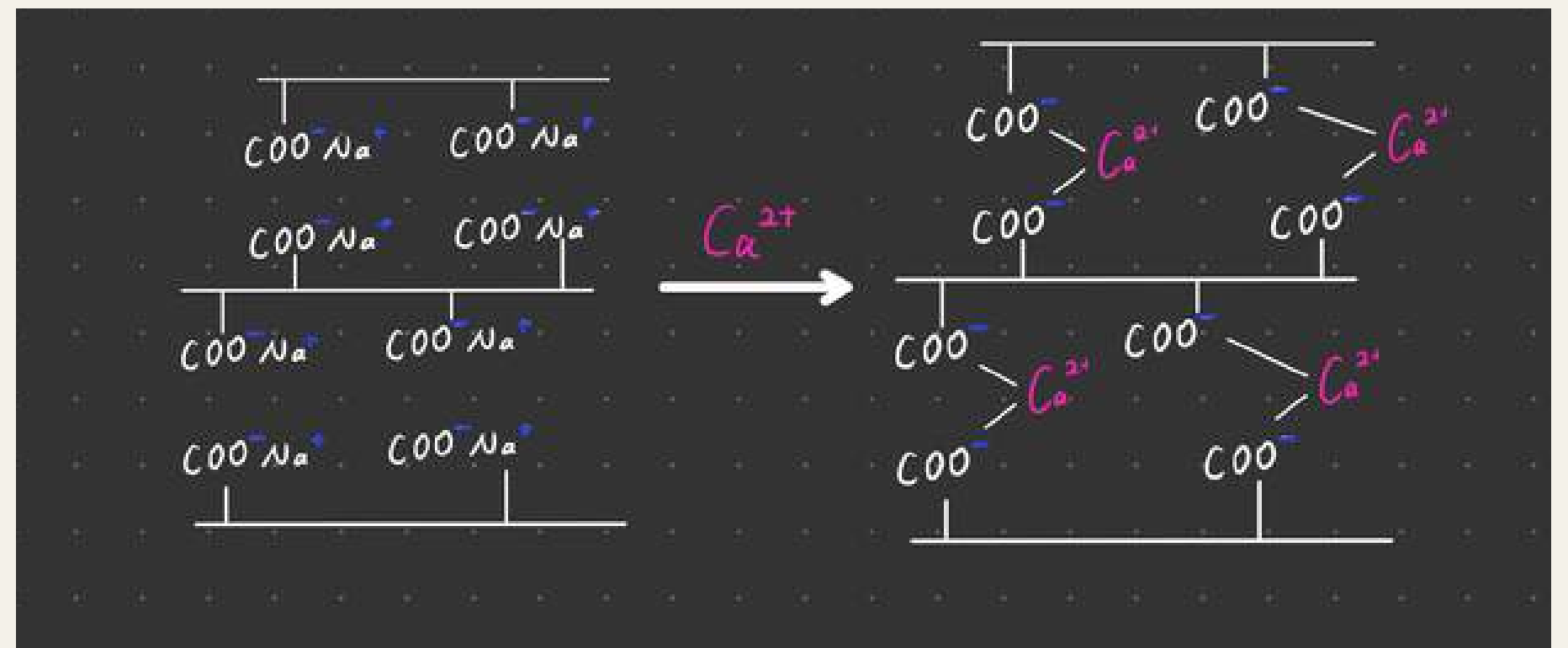
實驗三討論：

上頁提到的胃乳加酸會結塊，而跟我們原本設想的結果不一樣的原因，我們認為應該是胃乳內部成分所導致。

胃乳中的碳酸鈣等制酸劑，在我們加入鹽酸後確實酸鹼中和而產生氯化鈣水溶液（ $\text{CaCl}_{2(aq)}$ ），反應式如下圖左。但胃乳成分中的海藻酸鈉遇到IIA族陽離子會產生凝膠狀的物質，同時產生交聯作用，提高它們分子間的密度結構，反應式如下圖右。使產生外觀看起來會呈現稠狀、塊狀的物質，進而導致無法進行下一步的實驗步驟。



（圖左）氯化鈣生成反應式

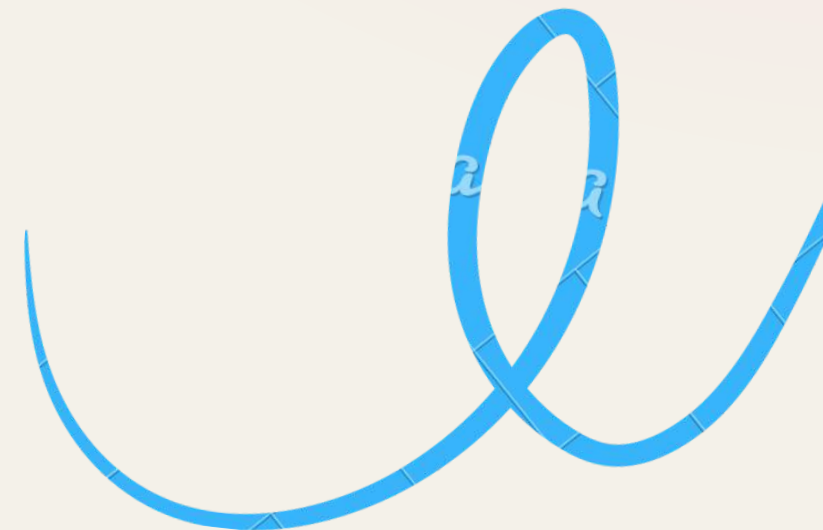


（圖右）海藻酸鈉遇鈣離子之反應式

1. 錯誤與修正

*第二次實驗失敗原因：原本以為胃乳不會有廷得耳效應，但經實驗後發現會有微弱的廷得耳效應。導致無法分辨牛奶豆漿及胃乳。後來我們修正了實驗的步驟，將實驗設計二的第一步去除，並將第二步驟變為第一步驟。原第二步則用測試酸鹼性代替。

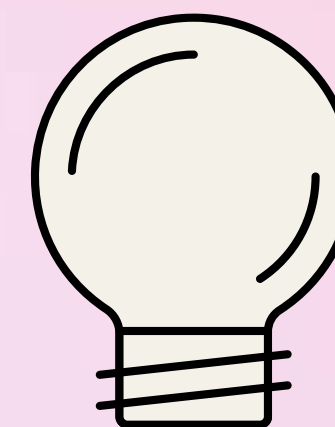
*第四次實驗的失敗原因：原以為加入鹽酸後胃乳會因酸鹼中和產生鹽類和水，而豆漿和牛奶會結塊。但實驗後發現胃乳也會結塊，導致無法分辨出豆漿、牛奶。此實驗因為時間不足致無法重新設計實驗



2. 個人收穫

在這半個學期的化學探究與實作中，我確實的更瞭解生活中圍繞身旁的日常食品其中的物理以及化學特性，學會如何利用它們之間的相同及相異處逐一分辨出未知的溶液。並且我知道了，在懂得查證資料、驗證以及反思過程的條件下，其實失敗實驗的收穫不一定比成功的來得少，有時反倒還得到更多。

而在實驗過程中，親自為了取得實驗所需之藥品而走進藥品室的經驗，則讓我更清楚藥品擺放的位置與規律。同時也聞到了許多令人印象深刻的味道，往後的日常若有再次嗅到，得以更有意識的去處理危機。



牛奶中的鈉對人體有何影響

<https://m.xiumeipai.com/zhtw/jian kangshenghuo/nvxingjian kang/911667.htm>

酪蛋白的貢獻

<https://www.myprotein.tw/blog/supplements/what-is-micellar-casein-benefits/>

中研院—糖有千變萬化，用質譜儀來解

<https://research.sinica.edu.tw>

Chemical Book—大豆異黃酮

https://m.chemicalbook.com/ChemicalProductProperty_CN_CB2514075.htm

A+醫學百科—卵磷脂

<http://cht.a-hospital.com/w/卵磷脂>

Chemical Book—卵磷脂

https://m.chemicalbook.com/ChemicalProductProperty_CN_CB1242041.htm

A+醫學百科—海藻酸鈉

<http://cht.a-hospital.com/w/海藻酸钠>

今日頭條—超細硫酸鋇的6大應用領域

<https://twgreatdaily.com/aYOYCW0BJleJMoPMFsOK.html>

THANK
YOU

～感謝聆聽～

