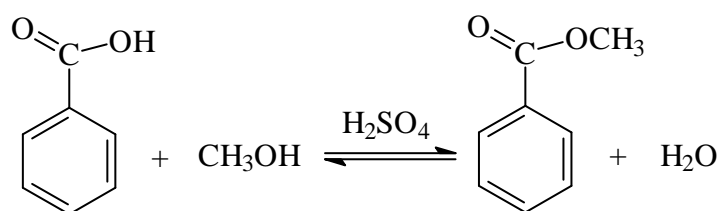


酯化反應

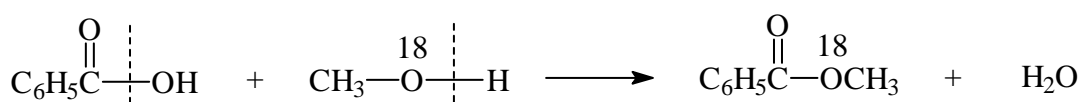
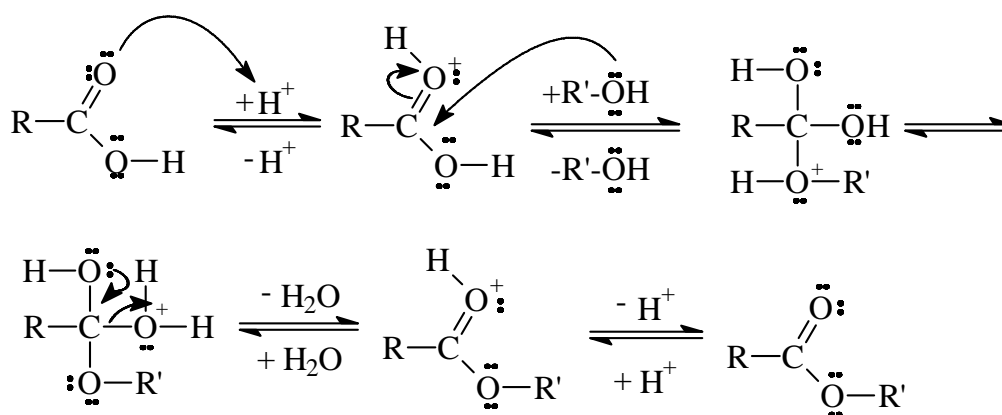
一、實驗目的：

利用苯甲酸（芳香族酸類）和甲醇（醇類）在硫酸當催化劑作用下進行酯化反應產生苯甲酸甲酯，無色芬芳味液體，可用於香料製造並可用作溶劑，藉此學習酯類的合成。

二、實驗方程式：



反應機構：



三、實驗原理：

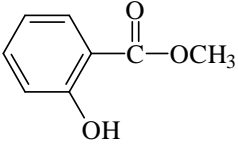
1、酯類的性質：

①酯類是極性物質。沸點較相同分子量的酸類或醇類低（因為沒有氫原子接在電負度較大的氧原子上，彼此之間無法形成強烈的氫鍵）而

大約與相同分子量的醛與酮相同。

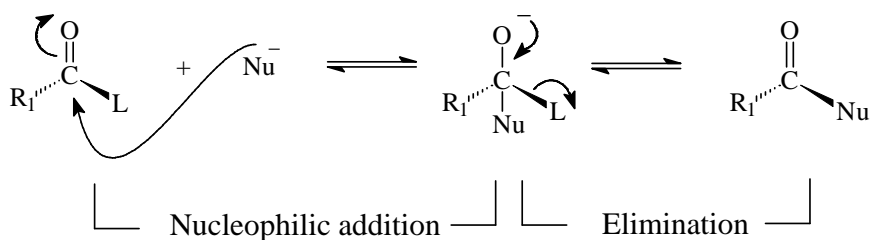
②低分子量的酯類一般具有芳香氣味或特定水果香味的液體，自然界許多水果和花草的芳香氣味，就是由於酯類存在的緣故。大部分的人工香料就是模擬天然水果和植物萃取液的香味經由人工合成而來的。

如下表：

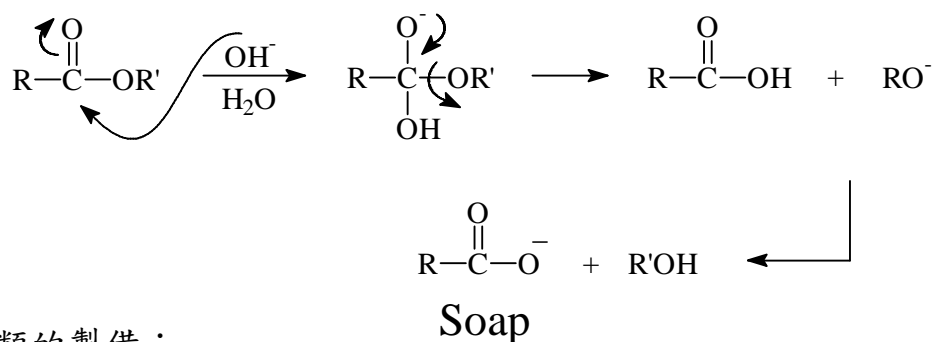
酯	分子式	沸點(°C)	密度 (g/ml ³)	香味
甲酸異丁酯	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{HC}-\text{OCH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_3 \end{array}$	98.4	0.885	薔莓
乙酸丙酯	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3\text{C}-\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3 \end{array}$	101.7	0.836	梨
丁酸甲酯	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{C}-\text{OCH}_3 \end{array}$	102.3	0.816	蘋果
丁酸乙酯	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{C}-\text{OCH}_2\text{CH}_3 \end{array}$	121	0.879	鳳梨
丙酸異丁酯	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3\text{CH}_2\text{C}-\text{OCH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_3 \end{array}$	136.8	0.888	蘭姆酒
乙酸異戊酯	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3\text{C}-\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_3 \end{array}$	142	0.876	香蕉
乙酸苯甲酯	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3\text{C}-\text{OCH}_2-\text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$	206	1.051	桃子
乙酸辛酯	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3\text{C}-\text{OCH}_2(\text{CH}_2)_6\text{CH}_3 \end{array}$	210	0.873	柑橘
水楊酸甲酯		222	1.184	冬青油 (綠油精)

2、酯類的反應：

①與羧酸的衍生物一樣進行親核性加成後消去反應。

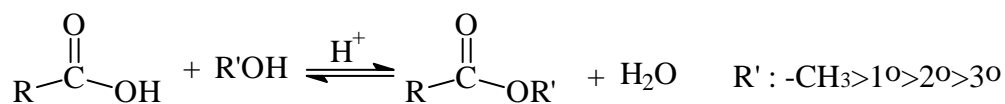


②鹼促進水解（皂化反應）：酯類與強鹼作用生成肥皂。



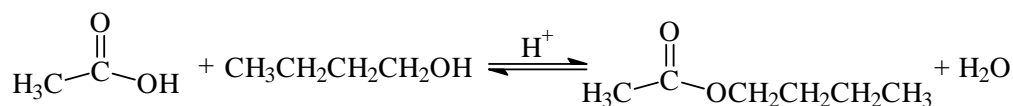
3、酯類的製備：

(1) 酸+醇經由縮合反應脫去一分子的水就可以得到酯類



①酸催化酯化反應，若無強酸當催化劑，反應進行相當緩慢。

②羧酸與醇在少量濃硫酸或氯化氫催化下，數小時會達到反應物（酸與醇）和產物（酯與水）間的平衡，而平衡的位置控制著酯類的產量，如：乙酸與丁醇作用而得到乙酸丁酯與水。

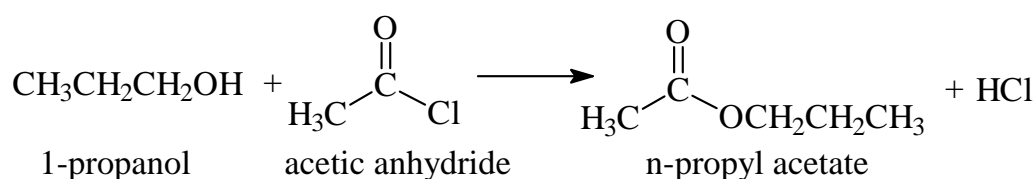


$$K_{eq} = \frac{[n-BuOAc] [H_2O]}{[n-BuOH] [HOAc]}$$

③提高酯類的產率——根據勒沙特列原理增加酸或醇的反應量均可增加產率或者是在實驗過程中不斷的移去反應所產生的水亦能達到增加酯類產率的目的。

④從反應機構中可得知，此反應為**可逆反應**，在水存在的情形下，酯類和水會因迴流而得到酸與醇。

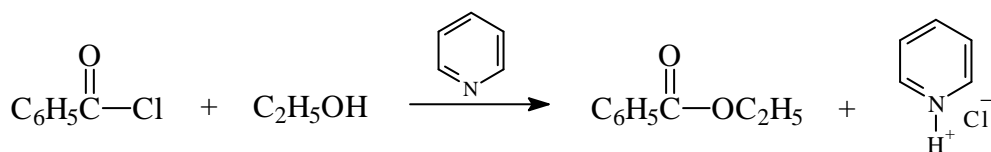
(2) 醯氯類 (acryl chloride) + 醇



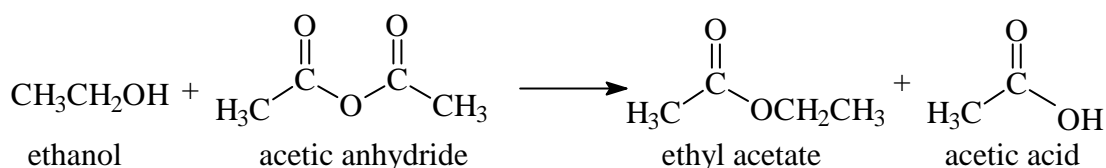
①醯氯類較羧酸 (carboxylic acid) 更易於進行親核性加成脫去反應。

②反應快，不需要酸當催化劑。

③吡啶 (pyridine) 常被加到反應混合物中和所生成的 HCl 反應。



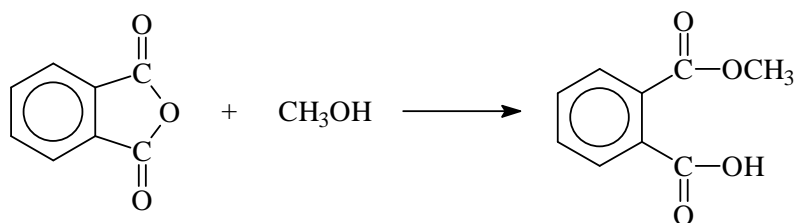
(3) 酸酐類 (carboxylic acid anhydride) + 醇



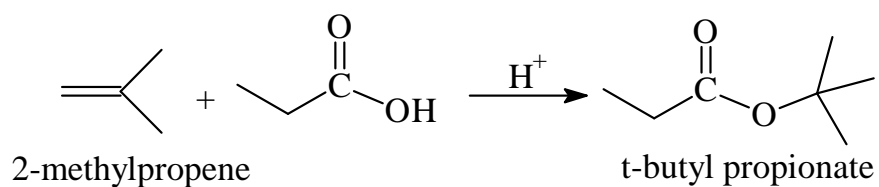
①不需加酸當催化劑。

②此為製備酯類最好的方法之一。

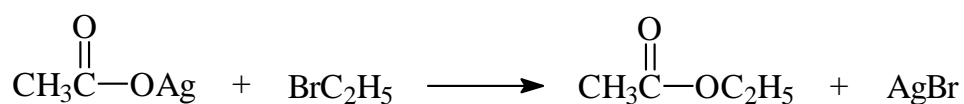
③環酸酐 (cyclic anhydride) 和一分子的醇作用而形成化合物 (化合物中同時含有酸基及酯類官能基)。



(4) 2-甲基丙烯+酸的加成



(5) 銀鹽類+鹵烷類



四、實驗步驟：

1、苯甲酸甲酯的合成：

取 酸 0.05 莫耳及 醇 0.1 莫耳置入 50 毫升的圓底燒瓶中

↓ (並施以冰水浴)

緩緩滴入 1.5 毫升濃硫酸

↓

攪拌均勻

↓

迴流 40 分鐘

↓

將溶液靜置冷卻

↓

倒入分液漏斗中，並加水 25 毫升

↓

加入 7 毫升乙醚

↓

搖晃萃取後收集有機層

↓

加入 13 毫升的水

↓

收集有機層

↓

加入 13 毫升 5% 碳酸氫鈉（為了去除存在於溶液中的濃硫酸）

搖晃直到沒有氣體（二氧化碳）產生為止

↓

收集有機層

↓

加入 10 毫升飽和食鹽水

↓

收集有機層

↓

以無水硫酸鎂當乾燥劑去水

↓

過濾收集濾液

↓濃縮至無氣泡（去除乙醚）

簡易蒸餾

↓

收集蒸餾液（詳見產物沸點表）

↓

秤重計算產率

2、皂化反應：

取一個 100 毫升的燒杯加入 5 克回收油溶於 5 毫升乙醇後再加入 20% 12 毫升氫氧化鈉

↓

小火加熱並不斷攪拌約 30 分鐘

↓

加入飽和食鹽水 25 毫升（需均勻攪拌）

↓

過濾收集固體並以 10 毫升水洗固體

↓

靜置塑形

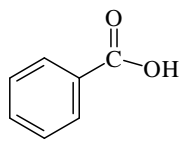
↓

待乾燥後即為肥皂

五、儀器裝置：

迴流裝置、抽氣過濾裝置、簡易蒸餾裝置、分液漏斗、圓底燒瓶、三角錐形瓶及燒杯等

六、藥品性質：

<p>Benzoic acid 苯甲酸 C_6H_5COOH</p> 	<p>亦稱為「安息香酸」。最簡單的芳香酸。以游離或酯形式存在於自然界各種動植物中，安息香樹膠中含有 20%。白色片狀晶體，毒性極低，對皮膚、眼睛、黏膜有輕微刺激作用。約 $100^{\circ}C$ 昇華，沸點 $249.2^{\circ}C$。水溶液呈酸性，微溶於冷水、石油醚，溶於熱水、四氯化碳、二硫化碳，易溶於乙醇、氯仿、乙醚及苯。為重要有機合成原料，是製備染料、藥物及香料的 intermediates。有抑制微生</p>
---	---

	物生長的作用，可做為食品防腐劑，還可用於媒染劑，通常和水楊酸配合使用。
Sulfuric Acid 硫酸 H ₂ SO ₄	純粹的無水硫酸為無色無臭的油狀液體；不純物則成黃色或棕色。沸點 338°C，能與許多金屬反應，濃硫酸有強烈的吸水性及脫水性，常用做化學試劑和用於製造肥料，並廣泛應用於淨化石油以及染料等工業中。
Methanol 甲醇 CH ₃ OH	分子量 32.04，最簡單的脂族醇。存在於木材的乾餾液中，故亦稱為木精。過去是由木材乾餾液精製而得，目前合成法，使一氧化碳與氫在加壓下經觸媒反應，製造而得。無色、透明、具流動性、揮發性、可燃性、刺激及有毒性的液體。凝固點-97.68°C，沸點 64.51°C，比重 0.78。易溶於水、乙醇及乙醚。可供製造甲醛及有機合成原料及一般溶劑使用。
Ethyl Ether 乙醚 C ₂ H ₅ OC ₂ H ₅	一般比較穩定，不與水、氧化劑、還原劑、鹼或烯酸起反應，但濃而熱的強酸會導致醚鍵的斷裂。具有迷昏、麻醉的效果。
Sodium bicarbonate 碳酸氫鈉 NaHCO ₃	俗稱小蘇打，白色粉末，味微鹹而涼，溶於水，不溶於乙醇，其水溶液因水解而成微鹼性。受熱易分解。乾燥空氣中無變化，潮濕空氣中緩慢分解，可製焙粉，清涼性飲料，並應用於滅火器中，醫療上用作抗酸劑，經體內吸收後產生鹼性尿，用以防止磺胺類藥在腎內的沈澱，也用以防制酸中毒。

七、注意事項：

1、加入濃硫酸時要冰浴且要小心加入。

2、酸與醇的特性（沸點及密度）：

藥品名稱	化學式	沸點(°C)	密度(克/毫升)
甲酸	HCOOH	100.5	1.220
乙酸	CH ₃ COOH	118 (凝固點=16.7)	1.053 (液體)
乙酸酐	CH ₃ COOOCCH ₃	139	1.080
丙酸	CH ₃ CH ₂ COOH	141.1	0.993
丁酸	CH ₃ CH ₂ CH ₂ COOH	163.5	0.959
水楊酸	2-(HO)C ₆ H ₄ COOH	熔點=158	1.440
甲醇	CH ₃ OH	64.7	0.796
乙醇	CH ₃ CH ₂ OH	78.15	0.810
1-丙醇	CH ₃ CH ₂ CH ₂ OH	97.2	0.805
異丁醇	(CH ₃) ₂ CHCH ₂ OH	108	0.806
異戊醇	(CH ₃) ₂ CHCH ₂ CH ₂ OH	閃點=55	0.813
苯甲醇	C ₆ H ₅ CH ₂ OH	204.7	1.042
1-辛醇	CH ₃ (CH ₂) ₇ OH	194.5	0.827

八、實驗問題：

- 1、合成苯甲酸甲酯的實驗中加入碳酸氫鈉的目的為何？又加入飽和食鹽水的目的為何？
- 2、如何提高實驗產率？
- 3、請寫出製作肥皂的化學方程式？
- 4、製作肥皂的實驗中加入飽和食鹽水的目的為何？

酯化反應 實驗報告

學系： 姓名： 學號： 組別： 日期：

數據及結果：

反應物名稱	結構式	分子量	用量	莫耳數
(酸)				
(醇)				

產物	結構式	分子量	理論莫耳數	理論值
	顏色	沸點	比重	實際值

*味道：_____

*產率 = 實際值 ÷ 理論值 × 100% = _____%