

選修化學(下)

第八章 聚合物

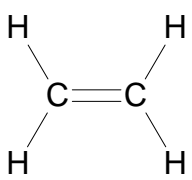
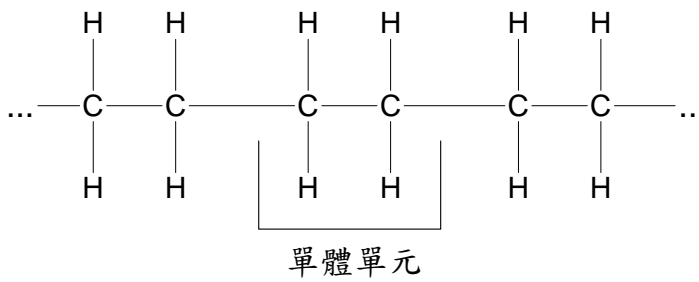
8-1 聚合物之一般性質與分類

1. 聚合物的概述

(1) 定義：由很多小分子的單元重複連結而成的巨大分子稱為聚合物(polymer)，分子量多達數萬甚至數十萬。

(2) 聚合度(n)：聚合物分子中單元重複的數目。

(3) 單體與單體單元

	單元	單體單元
定義	構成聚合物的小分子稱為單體(monomer)	小分子存於聚合物中的部分稱為單體單元(monomeric unit)
實例		

2. 聚合物的通性

(1) 聚合物的分子量很大，且由聚合度不同的分子組合而成的，常以平均分子量來表示聚合物的分子量。


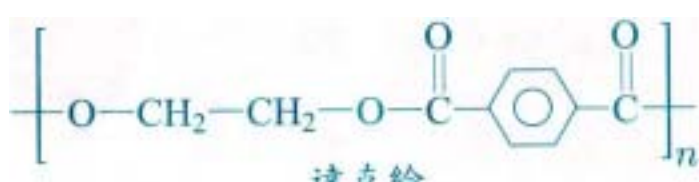
(2) 聚合物鏈上的官能基保有原官能基的化性，如羧基會發生酯化；苯環上會發生磺酸化。但官能基的活性仍會受到鄰近官能基的影響。

(3) 聚合物的分子間作用力大，具適當機械強度、硬度、撓曲性、彈性、延伸性、...

(4) 聚合物分子中若有側鏈存，將造成分子不易排列整齊，易影響比重、機械性質。

3. 聚合物的種類

(1) 依單體的種類分為：

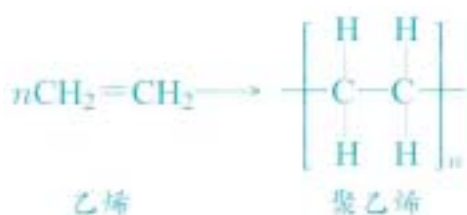
	同元聚合物 (homopolymer)	共聚合物(copolymer)
定義	由一種單體聚合而成的聚合物。	含有兩種或兩種以上單體成分的聚合物。
實例	 <p>聚乙烯</p>	 <p>達克倫</p>

(2) 依聚合方式分為：

(a) 加成聚合物

□ 定義：單體聚合時無小分子放出者，進行反應之單體應具有不飽和鍵，才能發生加成聚合。

□ 例如乙烯聚合成聚乙烯：



(b) 縮合聚合物

□ 定義：單體聚合時會放出小分子者。進行反應之單體應具有可失去 H_2O 、

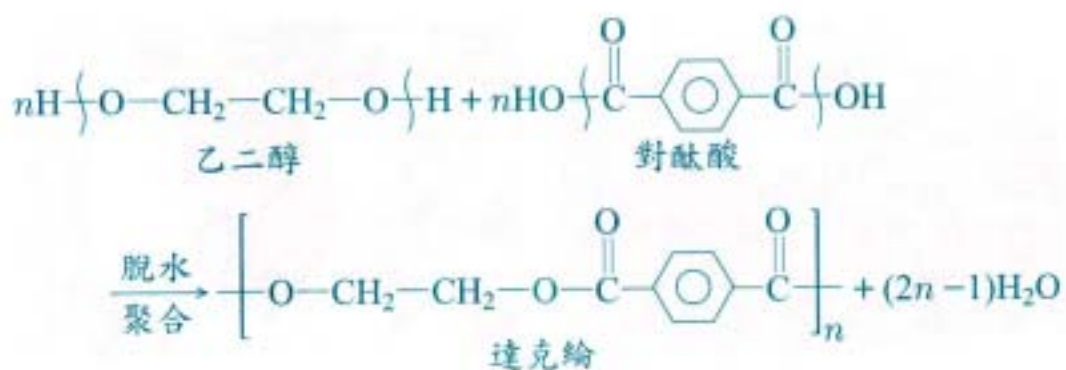
NH_3 或 HX 之官能基，如

聚酯類：酸之衍生物與 $R-OH$ 之官能基

聚醯胺類：酸之衍生物與胺之官能基

聚醚類：具有 $R-OH$ 之分子間脫水

□ 例如乙二醇與對苯二甲酸聚合成達克綸。



(3) 依聚合物來源分為：

	天然聚合物	合成聚合物
存在	天然聚合物大部分是存在於生物體中，而且是其生命所必需的。	合成聚合物通常是高分子量的有機化合物，其結構較天然聚合物簡單，可含不同的單體單元。
實例	蛋白質、澱粉、橡膠、纖維素、去氧核糖核酸(DNA)、...	聚乙烯(PE)、P.V.C、耐綸、達克綸、ABS、SBR、

(4) 依有機、無機分為：

有機聚合物		無機聚合物
天然聚合物	合成聚合物	
纖維素、蛋白質、澱粉、橡膠、核酸	聚乙烯(PE)、P.V.C、耐綸、達克綸、ABS、SBR	石英、石棉、雲母、石墨

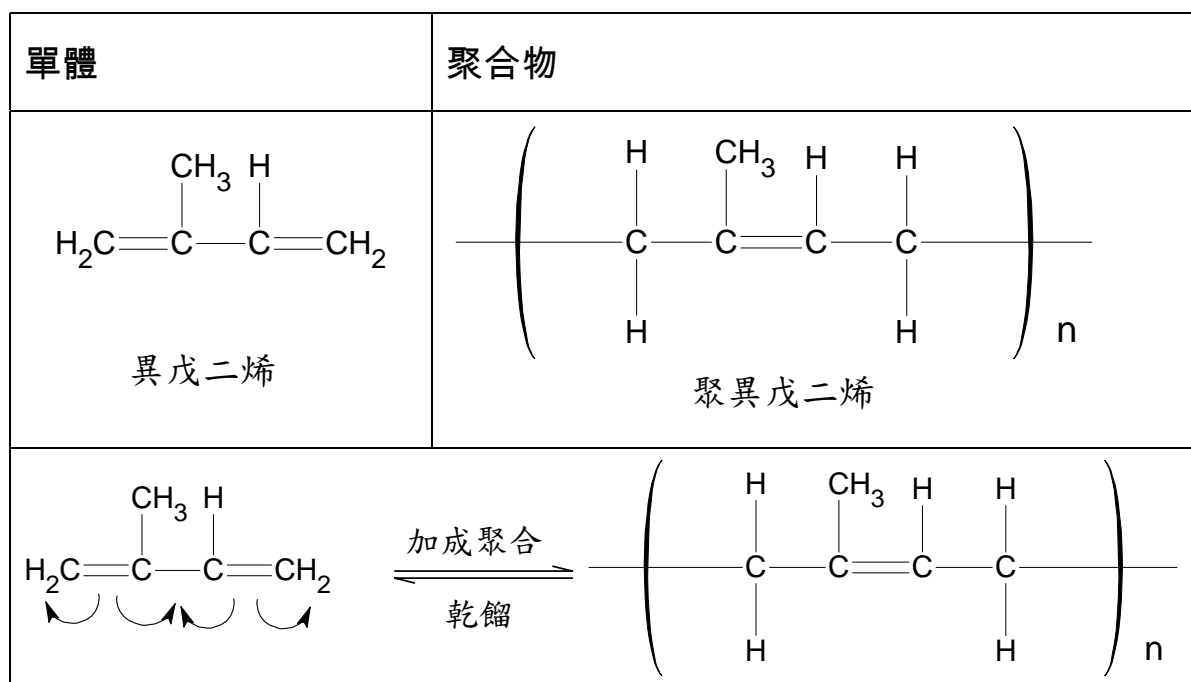
8-2 天然聚合物

1. 天然橡膠

(1) 生膠採收：橡膠來自於橡樹，盛產於東南亞，少量產於南美洲及非洲，採膠時是繞著樹幹割一道彎曲流道，橡膠沿流道流下，經容器收集後，經離心或蒸餾濃縮，再送到工廠凝固成生膠。

(2) 天然橡膠的結構與性質

(a) 單體與聚合物的結構

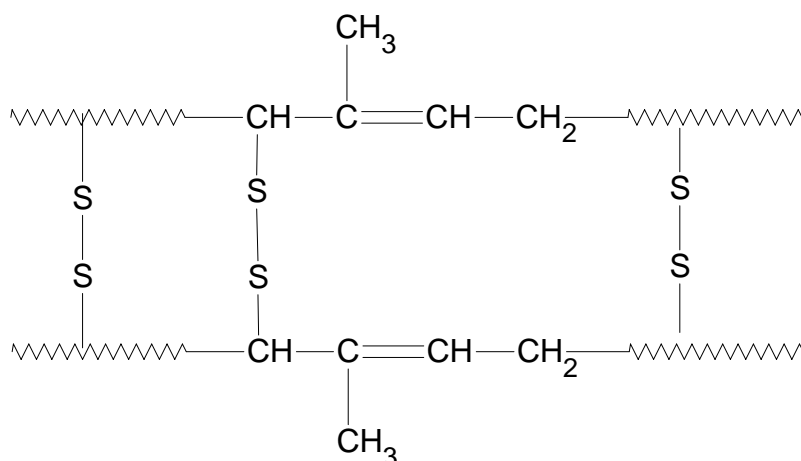


(b) 性質：分子量約為 300,000，是軟而彈性不大的物質。

(c) 天然橡膠分子中尚含有易行加成及易被氧化的雙鍵，故長時間放置於空氣中，受氧、熱、光等影響而失去橡膠特有的彈性，此現象稱為老化。

(d) 加硫橡膠

㉑ 天然橡膠材質軟且彈性小，經加硫(8%)後才有彈性，稱為加硫橡膠。



㉒ 天然橡膠若加入大量的硫(30~50%)，則形成一種不會變形的材料稱為硬橡膠，用於製造鋼筆桿、鈕扣、蓄電池貯槽等。

㉓ 硫化之前將生膠、添加劑、填充劑(如 $CaSO_4$ 、黏土)、催化劑、抗氧化劑、色素和硫化所要的硫混煉。其中炭黑可增加天然橡膠的強度和耐久性；填充劑用以降低成本；催化劑加速硫化反應；抗氧化劑防止橡膠因氧化而變硬、變脆；色素使橡膠呈所需的顏色。

(e) 泡沫橡膠：在硫化過程打入空氣或加 $(NH_4)_2CO_3$ ，可製成泡沫橡膠。

(f) 天然橡膠的用途：利用其彈性、延伸性和耐化學性，常用以製造汽車的內、外胎、雨衣、雨鞋、地磚、襯套、絕緣子、橡皮管、手套等。

2. 醣類

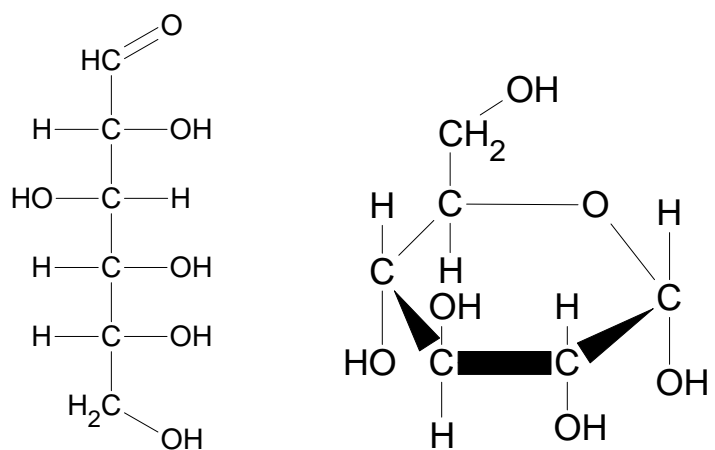
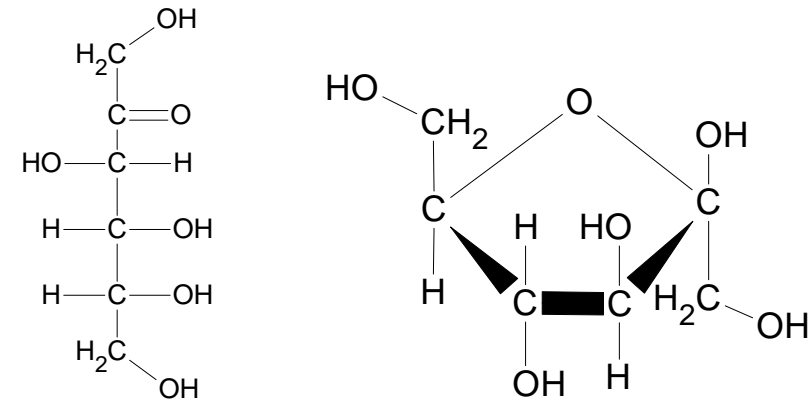
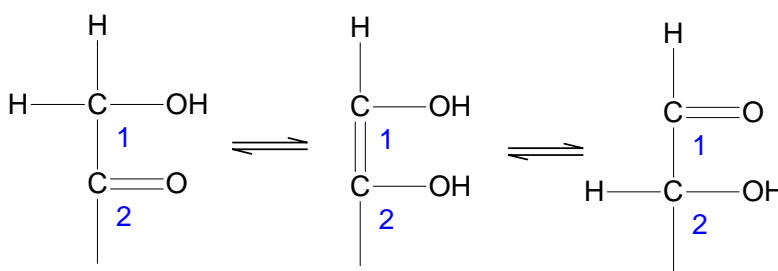
(1) 醣類的組成元素為碳、氫、氧，為具有多個羥基的醛或酮，通式為

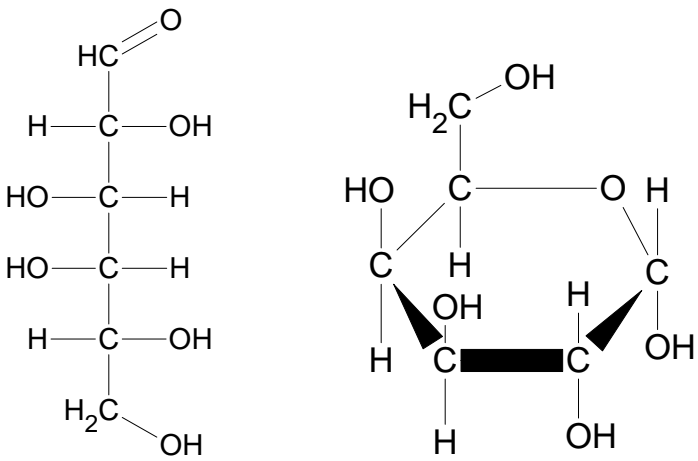
$C_n(H_2O)_m$ ，故又稱為碳水化合物。

(2) 依結構可分為單醣、雙醣及多醣

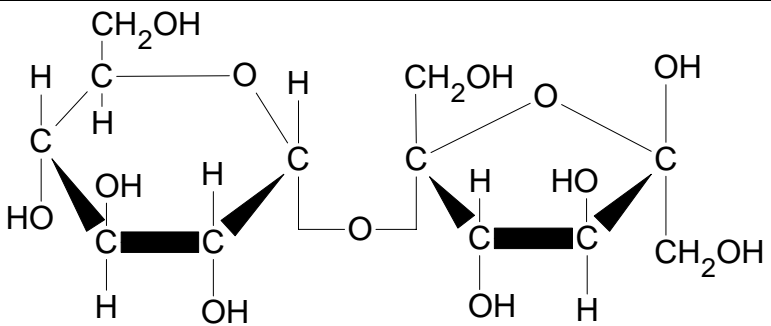
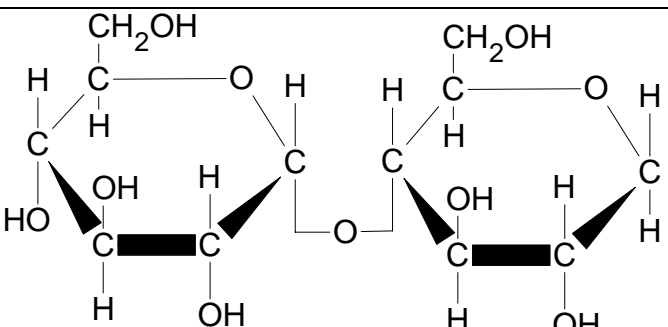
醣	定義	種類	性質
單醣	最簡單的醣類，不能再水解。重要的單醣有葡萄糖、果糖、半乳糖，均可溶於水，分子式為 $C_6H_{12}O_6$	葡萄糖	最重要的單醣，存在於血液中的葡萄糖稱為血糖。
		果糖	甜度約為蔗糖的兩倍。
		半乳糖	是腦部組織中的一種成分，對嬰兒腦部發育有重要影響，此為母乳優於牛乳的理由之一。
雙醣	是兩個單醣分子脫去一分子水聚合而成的醣類，重要的雙醣有蔗糖、麥芽糖及乳糖，分子式為 $C_{12}H_{22}O_{11}$	蔗糖	水解可生成葡萄糖和果糖。
		麥芽糖	① 可由澱粉水解製得，俗稱飴糖，甜度比蔗糖低。 ② 水解可生成二分子的葡萄糖。
		乳糖	① 主要存在於動物乳汁中。 ② 水解可生成葡萄糖和半乳糖。
多醣	由很多的單醣分子脫去水分子聚合而成，重要的多醣有澱粉、纖維素和肝糖，分子式以 $(C_6H_{10}O_5)_n$ 表示。	澱粉	人體的酶可將澱粉消化成聚合鍵較短的糊精，而進一步消化為麥芽糖，最後則水解為葡萄糖。
		纖維素	分子式以 $(C_6H_{10}O_5)_n$ 表示，纖維素和澱粉組成相同，但人體無法消化纖維素。
		肝糖	存在於動物的肝及肌肉組織，肝糖能快速分解為葡萄糖，提供人體所需的能源。
		寡糖	醣類聚合物中，所含的單醣數在 2~10 之間，稱為寡糖。

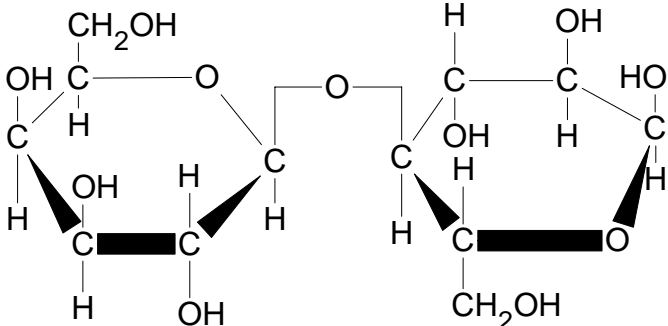
(3) 單醣的結構與性質

葡萄糖	結構	 <p>The image shows two representations of glucose. On the left is the Fischer projection, a vertical chain of six carbon atoms. The top carbon (C1) is an aldehyde group (HC=O). C2 has H on the left and OH on the right. C3 has OH on the left and H on the right. C4 has H on the left and OH on the right. C5 has H on the left and OH on the right. The bottom carbon (C6) is a CH2OH group. On the right is the Haworth projection, a six-membered ring with an oxygen atom at the top right. The substituents are: C1 (H up, OH down), C2 (OH up, H down), C3 (H up, OH down), C4 (OH up, H down), C5 (H up, OH down), and C6 (OH up, H down).</p>
糖	性質	<p>① 白色結晶，有五個羥基，可形成氫鍵，易溶於水，有甜味，但不如蔗糖，在第一個碳上有醛基，具還原性，故稱醛糖、還原糖。</p> <p>② 人體的血糖濃度必須維持在一定值，過多會造成糖尿病，過少會休克。</p> <p>③ 還原糖的檢驗：常用斐林試劑、多倫試劑、本氏液檢查。</p>
果糖	結構	 <p>The image shows two representations of fructose. On the left is the Fischer projection, a vertical chain of six carbon atoms. The top carbon (C2) is a ketone group (C=O). C3 has OH on the left and H on the right. C4 has H on the left and OH on the right. C5 has H on the left and OH on the right. The bottom carbon (C6) is a CH2OH group. On the right is the Haworth projection, a five-membered ring with an oxygen atom at the top. The substituents are: C2 (OH up, H down), C3 (H up, OH down), C4 (OH up, H down), C5 (H up, OH down), and C6 (OH up, H down).</p>
糖	性質	<p>① 分子中含有一個酮基及五個羥基，故為酮糖，可形成氫鍵，易溶於水，甜度較蔗糖高，約為蔗糖之 2 倍。</p> <p>② 屬於還原糖，在鹼性溶液中可發生互換：</p>  <p>The image shows the tautomerism of fructose in basic solution. It starts with the Fischer projection of fructose (C2=O, C3-OH, C4-OH, C5-OH, C6-CH2OH). An equilibrium arrow points to a structure where C2 is a CH= group and C3 is a C=O group. A second equilibrium arrow points to the Fischer projection of glucose (C1=O, C2-OH, C3-OH, C4-OH, C5-OH, C6-CH2OH). The carbons are numbered 1 to 6 in blue.</p>

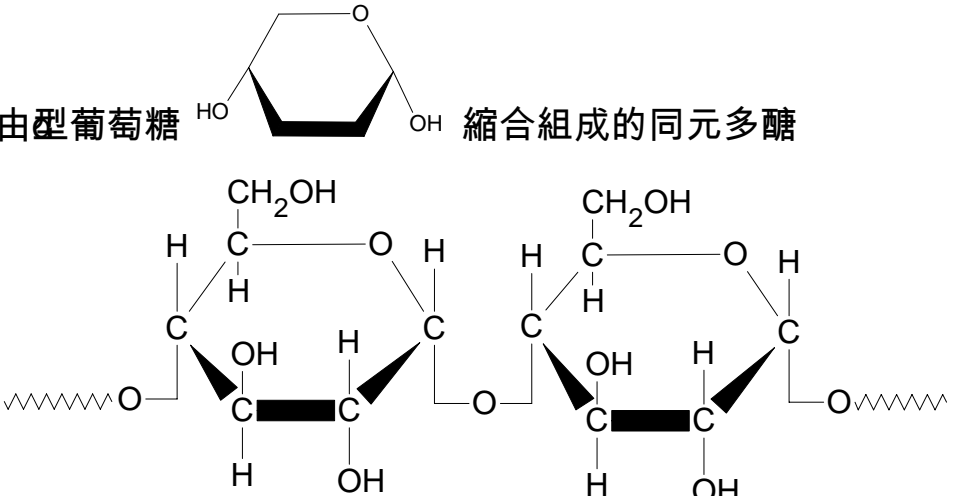
半乳糖	結構	
	性質	<p>① 為醛糖、還原糖，故可與斐林試劑、多倫試劑、本氏液反應。</p> <p>② 半乳糖為腦組織中的一種成分，母乳中含的半乳糖很高。</p> <p>③ 葡萄糖、果糖、半乳糖三者為同分異構物。</p>

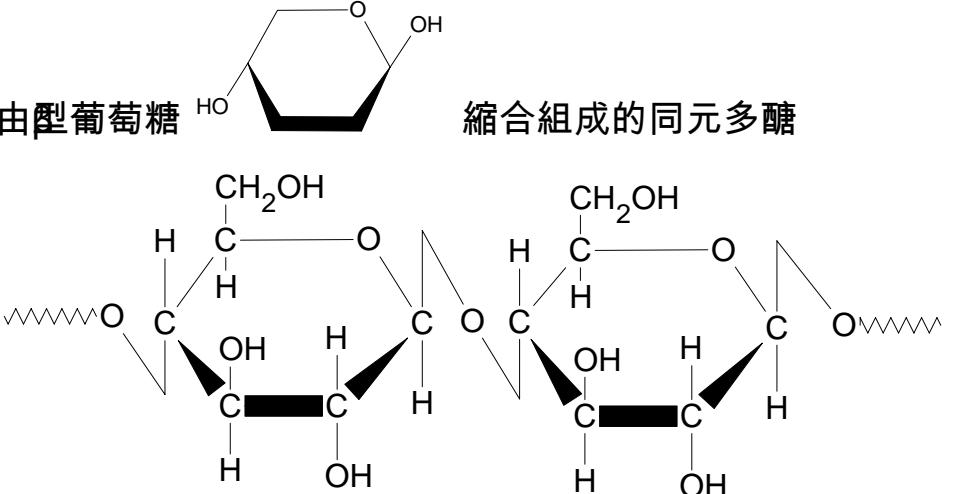
(4) 雙糖的結構與性質

蔗糖	結構	
	性質	<p>① 果糖+葡萄糖→蔗糖+水。</p> <p>② 蔗糖無還原性質，即蔗糖不能與斐林試劑及多倫試劑反應。</p> <p>③ 蔗糖在稀酸中水解產生葡萄糖及果糖，稱為蔗糖的水解或稱轉化，所生成的葡萄糖及果糖稱為轉化糖，具有還原性。</p> <p>④ 蔗糖約比乳糖甜六倍，比麥芽糖甜三倍，較葡萄糖略甜，但只有果糖的一半甜味。</p>
麥芽糖	結構	

	性質	<p>① 2 葡萄糖→麥芽糖+水</p> <p>② 麥芽糖是澱粉部分水解產物，用於糖果或作為食品添加物，它是蔗糖的異構物。</p> <p>③ 純質成白色針狀結晶，易溶於水，甜度不及蔗糖。</p> <p>④ 屬於還原醣，因其分子內含有醛基，可與斐林、多倫試液等作用。</p> <p>⑤ 而麥芽糖在稀酸中可水解產生二分子葡萄糖。</p>
乳糖	結構	
	性質	<p>① 葡萄糖+半乳糖→乳糖+水</p> <p>② 乳糖水解之後，可得葡萄糖和半乳糖。</p> <p>③ 存在於動物乳中的主要醣類，因仍保留葡萄糖的醛基，屬於還原醣。</p> <p>④ 它是腦組織中的一種成分，故為重要營養素，此為母乳優於牛乳的一種理由。</p>

(5) 多醣的結構與性質

澱粉	結構	<p>由α-葡萄糖縮合組成的同元多醣</p> 
----	----	---

	性質	<p>① 化學式為 $HO(C_6H_{10}O_5)_nH$, $n = 1100 \sim 4400$ 。</p> <p>② 澱粉是由 CO_2 和 H_2O 經由光合作用合成的一種白色顆粒。</p> <p>③ 澱粉是飲食中醣類的主要來源。</p> <p>④ 澱粉碳鏈較短者(分子量約 4000)的部分可溶於水，碳鏈較長或有支鏈者難溶。</p> <p>⑤ 澱粉在人體內之消化過程：澱粉→糊精→麥芽糖→葡萄糖。</p>
	結構	<p>由α-葡萄糖縮合組成的同元多醣</p> 
纖維素	性質	<p>① 化學式為 $HO(C_6H_{10}O_5)_n$, 通常寫為 $(C_6H_{10}O_5)_n$ $n = 10000$ 。</p> <p>② 具強氫鍵，不溶於水。</p> <p>③ 植物細胞壁的主要部分，至少佔植物體乾重 30%，棉花幾乎為純的纖維素。</p> <p>④ 不能被消化道中的酶所消化，但能協助腸胃蠕動。反芻動物(牛、羊)的瘤胃中，有些細菌能分解纖維素，以供動物體利用。</p> <p>⑤ 澱粉及纖維素均無還原性，不能與斐林試液、多倫試液發生反應。</p> <p>⑥ 用於製紙、纖維素工業(製強棉、人造絲、賽璐仿、賽璐珞、硝化棉塗料、...)</p> <p>⑦ 製造炸藥：硝化纖維素是一種用以製造無煙火藥的強炸藥。</p> <p>⑧ 製造塑膠：賽璐珞是一種最早製得塑膠材料。</p> <p>⑨ 濾紙的製造、防油、防水的硫酸紙(俗稱羊皮紙)製造。</p>

3. 蛋白質

- (1) 蛋白質：其組成元素為 N, C, O, H 四種，且大多數蛋白質含有 S 及少數的 P 等。水解可生成α-胺基酸的混合物，故蛋白質是由各種α-胺基酸連結在

一起的長鏈(高分子量)之聚合物。

(2) α-胺基酸的結構與性質

結構	<p>① 有一胺基位在相鄰羧基的 α 碳原子上，因此稱為 α 胺基酸，其通式為 $R-CH(NH_2)-COOH$，式中的 R 可為 H、或直鏈及支鏈的脂肪基、芳香環或含氮之雜環基。</p> <p>② 常見的 α 胺基酸約有 20 種。</p> <p>③ 結構：</p> $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{---C---C---C---C---C} \\ \mid \quad \mid \\ \text{NH}_2 \quad \text{OH} \end{array}$ <p>④ 實例：</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;"> $\begin{array}{c} \text{H} \\ \mid \\ \text{H---C---C} \\ \mid \quad \parallel \\ \text{NH}_2 \quad \text{O} \\ \mid \\ \text{OH} \end{array}$ <p>胺基乙酸(甘胺酸)</p> </div> <div style="text-align: center;"> $\begin{array}{c} \text{H} \\ \mid \\ \text{H}_3\text{C---C---C} \\ \mid \quad \parallel \\ \text{NH}_2 \quad \text{O} \\ \mid \\ \text{OH} \end{array}$ <p>α-胺基丙酸</p> </div> <div style="text-align: center;"> $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{HOOC---CH}_2\text{---CH}_2\text{---CH---C} \\ \mid \quad \mid \\ \text{NH}_2 \quad \text{O} \\ \mid \\ \text{OH} \end{array}$ <p>α-胺基戊二酸(麩胺酸)</p> </div> </div>
性質	<p>① 均是無色的晶體，與羧酸比較，熔點高很多，一般在 200°C 以上。</p> <p>② 大部分易溶於水，但難溶於有機溶劑中。</p> <p>③ 是兩性物質，與酸或鹼作用都可生成鹽</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> $\begin{array}{c} \text{H} \\ \mid \\ \text{R---C---C} \\ \mid \quad \parallel \\ \text{NH}_2 \quad \text{O}^- \end{array} \xrightleftharpoons[\text{OH}^-]{\text{H}^+} \begin{array}{c} \text{H} \\ \mid \\ \text{R---C---C} \\ \mid \quad \parallel \\ \text{NH}_2 \quad \text{OH} \end{array} \xrightleftharpoons[\text{OH}^-]{\text{H}^+} \begin{array}{c} \text{H} \\ \mid \\ \text{R---C---C} \\ \mid \quad \parallel \\ \text{NH}_3^+ \quad \text{O} \end{array}$ <p>陰離子(存在鹼性溶液) 兩性 陽離子(存在酸性溶液)</p> </div> </div>

(3) 鍵

(5) 蛋白質與多

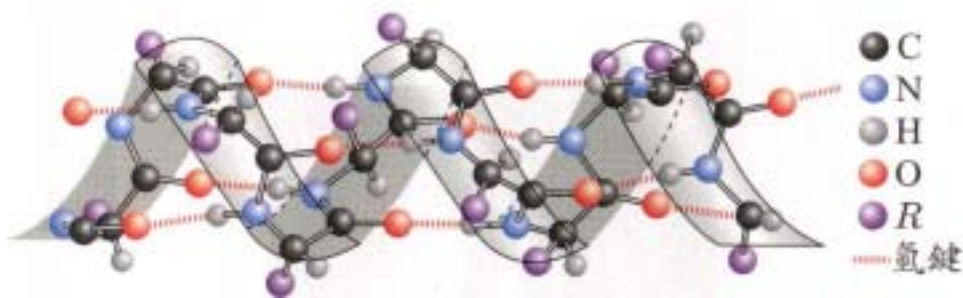
(a) 蛋白質：具有 50 個以上胺基酸殘基的聚醯胺(分子量 >5000)稱為蛋白質。

(b) 多：分子量 <5000 者，屬於多，最小的蛋白質為胰島素，其分子量為 5733。

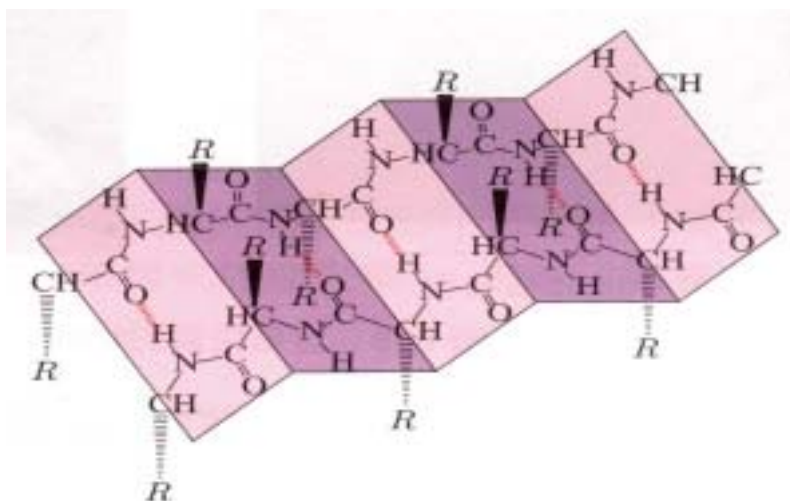
(c) 氫鍵對蛋白質結構的影響。

① 氫鍵效應：因 鍵中羰基的氧和適當位置胺基的氫間會有氫鍵存在，所以蛋白質的 鍵不會是單純的直鏈，多數成為螺旋結構，有一些成為摺板結構。

② 螺旋結構：為皮毛、蹄角、羽毛的蛋白質主要結構



③ 摺板結構：為蠶絲中纖維狀蛋白的主要結構，其氫鍵產生於多 鏈間，使得多 鏈聯在一起，成為纖維狀。



Q4 蛋白質的變性：

- ▣ 蛋白質的構造可被加熱或加酒精所破壞而失去活性，且不能復原(不可逆反應)，加熱會造成氫鍵斷裂。
- ▣ 加酒精會變性是因酒精中羥基之 O 及 H 會與蛋白質中之胺基酸殘基之支鏈形成氫鍵而破壞了蛋白質中的氫鍵。

(6) 酶(酵素)：生物催化劑

(a) 酶的組成

- ① 簡單蛋白質：水解只能得到 α 胺基酸。
- ② 拼合蛋白質：由簡單蛋白質與非蛋白質部分拼合而成，大部分酶為拼合蛋白質。
- ③ 拼合蛋白質所組成的酶中，酶蛋白和輔酶或輔基拼在一起才有酶的活性。

(b) 酶的性質

- ① 酶的催化效力非常大，只要非常微量，便能催化大量的受質發生反應。
- ② 酶具有特異性(specificity)，多數之酵素只對某些特殊受質才能發生催化功效，如麥芽糖酶只能催化麥芽糖的水解；乳糖只能催化乳糖的水解。
- ③ 一般酶的最佳催化溫度約與生物體的體溫相近。
- ④ 酶分子雖然大，但只有少數「基點」可和受質發生作用，這些基點稱為「活化中心」。
- ⑤ 酶也和一般催化劑相同，只降低活化能促進反應速率，不能改變平衡狀態及平衡常數。

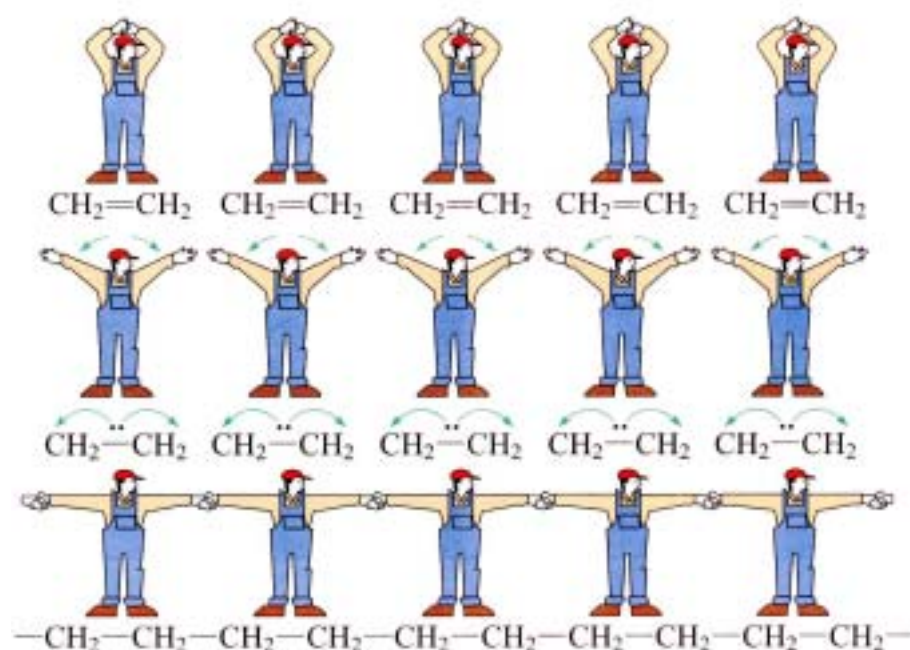
8-3 合成聚合物

1. 加成聚合物

(1) 由同種或不同種單體，經加成反應，結合成巨分子聚合物，在其加成聚合過程中，沒有其他副產品產生。

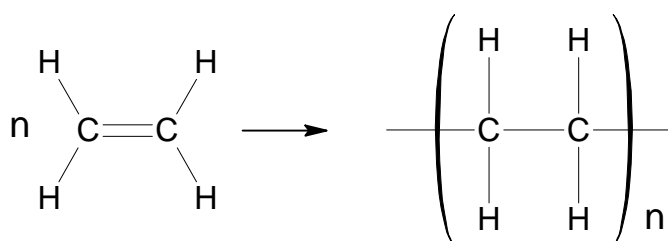
(2) 加成聚合反應的單體必須具有不飽和鍵，如一種烯或烯的衍生物。

(3) 反應示意圖

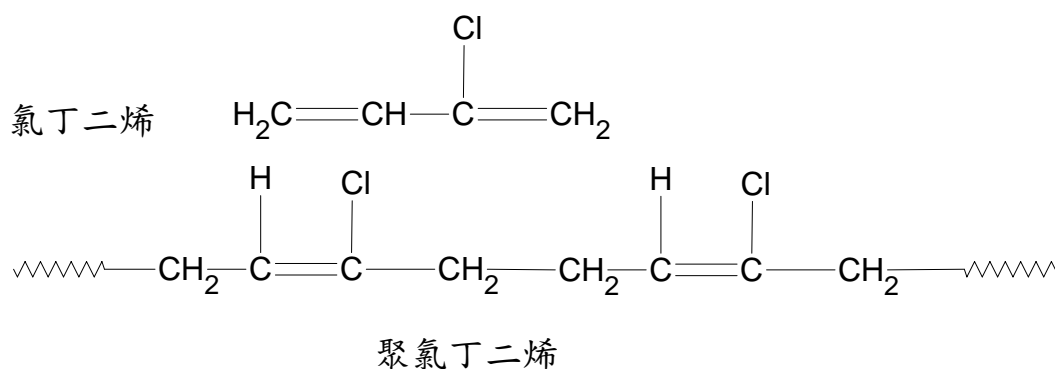


(4) 實例：

(a) 聚乙烯(PE)：單體為乙烯，聚乙烯具有良好之耐化學性，在室溫下不溶於大部分有機溶劑，也不受其他化學品(如無機酸、醇、油脂)的侵蝕。



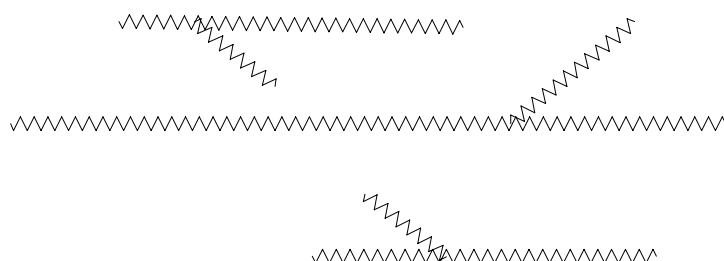
(b) 合成橡膠(聚氯丁二烯，又稱新平橡膠)



(5) 塑膠的分類

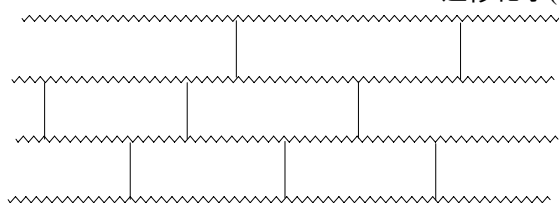
(a) 熱塑性塑膠

- 性質：不論加工過程重複若干次，當受熱即軟化，冷卻即硬化的塑膠，通常為線狀分子，如 PE、PVC、壓克力、聚氟乙烯、聚苯乙烯和聚丙烯。
- 結構：線狀聚合物在高溫時，分子可做比較自由的運動，這種聚合物加熱就軟化，冷卻後就變硬而成形，可重複加工。



(b) 熱固性塑膠

- 性質：一旦熱塑成形，就永遠保持其受塑的形狀，不能再受熱而變為原來狀態的塑膠，此乃因三次元網狀構造之故，如電木(酚甲醛樹脂)。
- 結構：網狀三度空間的聚合物，高溫時，分子不易自由運動，故不軟化，受熱時單體聚合凝固成為三度空間的巨分子，塑成物件後不再因熱而軟化變形。



(6) 常見的加成聚合物

聚合物名稱	英文名及簡稱	結構	單體	用途
聚乙烯	polyethylene (PE)	$\left[\begin{array}{cc} \text{H} & \text{H} \\ & \\ -\text{C} & -\text{C}- \\ & \\ \text{H} & \text{H} \end{array} \right]_n$	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$ 乙烯	塑膠袋、玩具、奶瓶
聚丙烯	polypropylene (PP)	$\left[\begin{array}{cc} \text{H} & \text{H} \\ & \\ -\text{C} & -\text{C}- \\ & \\ \text{H} & \text{CH}_3 \end{array} \right]_n$	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$ 丙烯	塑膠盒、臉盆、杯皿、汽車保險桿
聚氯乙烯	polyvinyl chloride (PVC)	$\left[\begin{array}{cc} \text{H} & \text{H} \\ & \\ -\text{C} & -\text{C}- \\ & \\ \text{H} & \text{Cl} \end{array} \right]_n$	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{Cl}$ 氯乙烯	水管、地板、雨衣、浴簾、信用卡
聚丙烯腈	polyacrylonitrile (orlon, 奧綸)	$\left[\begin{array}{cc} \text{H} & \text{H} \\ & \\ -\text{C} & -\text{C}- \\ & \\ \text{H} & \text{CN} \end{array} \right]_n$	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CN}$ 丙烯腈	地毯、衣服纖維
聚苯乙烯	polystyrene (PS)	$\left[\begin{array}{cc} \text{H} & \text{H} \\ & \\ -\text{C} & -\text{C}- \\ & \\ \text{H} & \text{C}_6\text{H}_5 \end{array} \right]_n$	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}_6\text{H}_5$ 苯乙烯	保麗龍、免洗餐具
聚甲基丙烯酸甲酯	polymethyl methacrylate (壓克力)	$\left[\begin{array}{cc} \text{H} & \text{CH}_3 \\ & \\ -\text{C} & -\text{C}- \\ & \\ \text{H} & \text{COOCH}_3 \end{array} \right]_n$	$\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COOCH}_3$ 甲基丙烯酸甲酯	高品質透明塑膠製品、擋風玻璃
聚四氟乙烯	polytetrafluoroethylene (PTFE, 特夫綸)	$\left[\begin{array}{cc} \text{F} & \text{F} \\ & \\ -\text{C} & -\text{C}- \\ & \\ \text{F} & \text{F} \end{array} \right]_n$	$\text{CF}_2=\text{CF}_2$ 四氟乙烯	不沾鍋、抗腐蝕零件、軸承、絕緣體

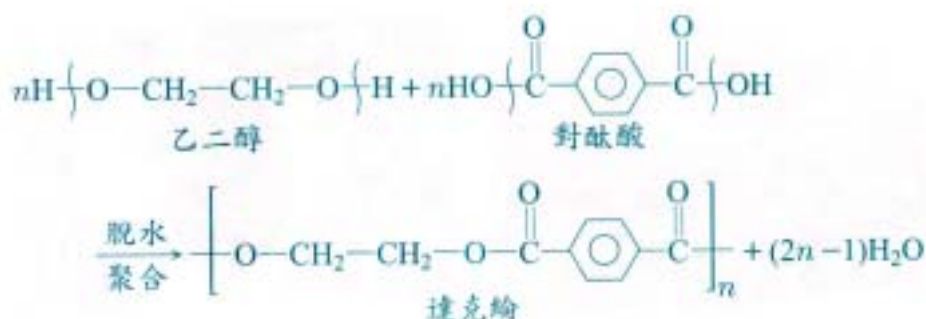
2. 縮合聚合物

(1) 單體條件：單體通常具有多個活性官能基(如 $-COOH$ 、 $-OH$ 、 $-NH_2$)，可進行脫 H_2O 或 HX 而產生聚合。

(2) 聚酯(polyester)

(a) 如果其中的醇具有二個羥基($HO-R'-OH$)，酸具有二個羥基($HOOC-R-COOH$)，則在形成酯後，分子每一端皆有活性基。

(b) 實例：

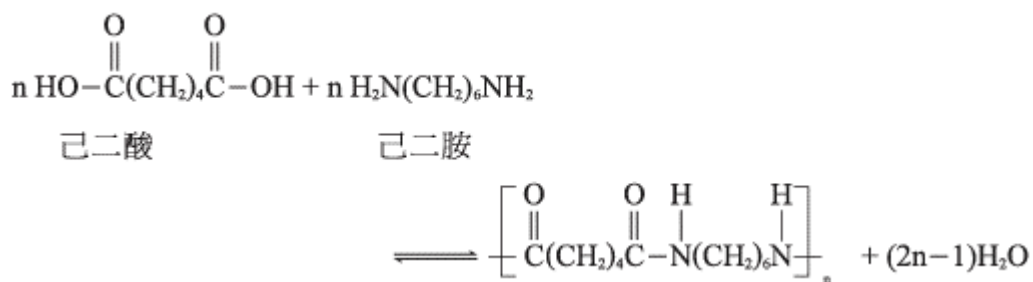


(c) 用途：達克倫之熔融聚合物壓迫經小孔抽絲，冷卻固化後可作為人造纖維、紡製織物，亦可製張力強度大的薄膜如寶特瓶等。

(3) 聚醯胺

(a) 二胺(含二個 NH_2 基的分子)和二羧酸(含二個 $COOH$ 基的分子)反應可得聚醯胺。

(b) 實例：



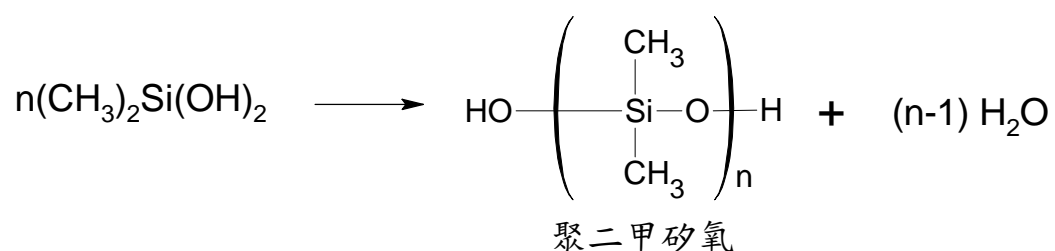
(c) 用途：耐綸早期用作織物，特別是女用絲襪，在製造時控制好鏈長，可

得理想透明度和光澤的耐綸絲。

(4) 聚矽氧(polysiloxane)橡膠

(a) 聚矽氧是近年發展的聚合物，又稱矽利光(silicone)，其結構為交替的矽和氧原子的鍵 $-Si-O-Si-O-$ ，在矽原子上連接著各種有機的基。


(b) 實例：聚二甲矽氧



(c) 用途：

- 聚二甲矽氧是一種非揮發性、具有黏性、很安定的油，可用於實驗室中作為高溫油浴用油。
- 高分子鏈的直鏈矽氧經過特殊處理時，鏈與鏈之間有部分鍵結產生，形成具有彈性的聚矽氧橡膠，其彈性不受溫度影響，具有疏水性和不可燃的特性，可作為襯墊、密封劑和電的絕緣體。

3. 塑膠回收：1988 年美國的塑膠工業協會發展出來的一套代碼

美國 SPI 協會的代碼系統	
代 碼	材 料
 PETE	polyethylene terephthalate (PET) 聚乙烯對苯二甲酸酯 (寶特瓶)
 HDPE	high density polyethylene (HDPE) 高密度聚乙烯
 PVC	polyvinyl chloride (PVC) 聚氯乙烯
 LDPE	low density polyethylene (LDPE) 低密度聚乙烯
 PP	polypropylene (PP) 聚丙烯
 PS	polystyrene (PS) 聚苯乙烯
 OTHER	all other resins 其它

課後練習

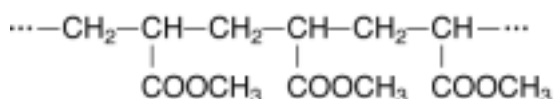
8-1 聚合物之一般性質與分類

一. 單一選擇題

- () 某聚乙烯的分子量大約在十萬左右，以下列方法測其分子量，最精確的方法為 (A)測其蒸氣的密度 (B)取已知重量百分率濃度之聚乙烯溶液，測其凝固點下降 (C)取已知重量百分率濃度之聚乙烯溶液，測其蒸氣壓 (D)取已知重量百分率濃度之聚乙烯溶液，測其滲透壓
- () 下列何者為熱固性塑膠？ (A)聚乙烯 (B)聚氯乙烯 (C)聚苯乙烯

(D)酚醛樹脂

- 3、() 賽璐珞是乒乓球的素材，也是最早的人造塑膠，它是以纖維素為原料並經由下列之一種反應得到具有可塑性的塑膠產品：(A)磺化 (B)硝化 (C)水解 (D)熱解
- 4、() 下列物質中，屬於高分子化合物的是 (A)澱粉 (B)油脂 (C)棉花 (D)蔗糖
- 5、() 含有高聚物對此結構分析中，何者正確？



- (A)它是縮聚反應的產物 (B)其單體是 $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$ 和 HCOOCH_3 (C)其鍵結是 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOCH}_3$ (D)其單體是 $\text{CH}_2 = \text{CHCOOCH}_3$

二. 多重選擇題

- 6、() 下列物質中屬於天然高分子化合物的是 (A)油脂 (B)澱粉 (C)酚醛樹脂 (D)棉花 (E)葡萄糖
- 7、() 下列何者是聚合物？(A)澱粉 (B)脂肪酸 (C)蛋白質 (D)葡萄糖 (E)多氯聯苯

8-2 天然聚合物

一. 單一選擇題

- 1、() 對於蛋白質性質之敘述為 (A)怕酸 (B)怕鹼 (C)怕熱 (D)以上皆是
- 2、() 構成蛋白質的基本成分為 (A)核糖 (B)去氧核糖 (C)葡萄糖 (D)果糖 (E)胺基酸
- 3、() 下列那一物質不會與斐林試液作用生成磚紅色的沈澱？(A)蔗糖 (B)葡萄糖 (C)果糖 (D)患糖尿病病人之尿液
- 4、() 在蛋白質中，相鄰的肽鏈間，主要以下列何種引力，形成螺旋或褶板結構？(A)離子鍵 (B)共價鍵 (C)氫鍵 (D)肽鍵
- 5、() 蛋白質遇硝酸，則產生 (A)紅色 (B)紫色 (C)黃色 (D)黑色 沈澱
- 6、() 橡膠硫化的功能為何？(A)增加耐候性及強度 (B)增加伸長率 (C)降低生產成本 (D)使橡膠具熱塑性以利加工。

- 7、() 蔗糖是 (A)單醣 (B)雙醣 (C)葡萄糖之聚合物 (D)果糖之聚合物
- 8、() 蔗糖 3.42 g 與澱粉 3.24 g 混合並完全水解，若生成 m g 葡萄糖和 n g 果糖，則 $m : n$ 為 (A)1 : 3 (B)1 : 5 (C)5 : 1 (D)3 : 1
- 9、() 下列有關材料的敘述，何者正確？ (A)蠶絲的主要成分是碳水化合物 (B)天然橡膠是由氯丁二烯結合而成的聚合物 (C)碳化鈣的硬度很高，工業上用以代替天然鑽石 (D)硼玻璃的主要成分是矽酸鹽
- 10、() 人類在地球上活動(主要是煤和石油的利用)致使一年內產生的二氧化碳達到 200 噸，若把這些二氧化碳完全轉化為澱粉，每年生成的澱粉最接近於 (A)1200 (B)120 (C)200 (D)400
- 11、() 自然界中最穩定的單醣為 (A)三碳醣及四碳醣 (B)四碳醣及五碳醣 (C)五碳醣及六碳醣 (D)六碳醣及七碳醣
- 12、() 下列何者屬於水溶性維生素？ (A)維生素 A (B)維生素 B₂ (C)維生素 D (D)維生素 E (E)維生素 K
- 13、() 醣類之主要成分為那三種元素？ (A)碳、氧、氮 (B)碳、氫、氮 (C)碳、硫、氮 (D)碳、氫、硫 (E)碳、氫、氧
- 14、() 果糖乃是一種 (A)單醣 (B)雙醣 (C)多醣 (D)以上皆非
- 15、() 一個由 n 條肽鍵組成的蛋白質分子共有 m 個胺基酸，蛋白質分子完全水解，共需水分子 (A) n 個 (B) $(m - n)$ 個 (C) $(m + n)$ 個 (D) m 個
- 16、() 有關醛醣的敘述，下列何者錯誤？ (A)無法使溴水褪色 (B)具還原性 (C)可與斐林試液反應產生紅色沈澱 (D)可與多倫試液發生銀鏡反應
- 17、() DNA 的結構為 (A)二條聚胺基酸鏈所形成的平行線體 (B)二條聚核苷酸鏈所形成的雙螺旋線體 (C)二條聚核苷酸鏈所形成的平行線體 (D)二條聚胺基酸鏈所形成雙螺旋線體
- 18、() 下列各化學式中，只表示一種純淨物的是 (A) C_2H_5Cl (B) $C_{12}H_{22}O_{11}$ (C) C_2H_4O (D)P
- 19、() 醫藥上，用斐林試液來檢驗糖尿病，倘若尿中有葡萄糖，便會產生什麼顏色的沈澱？ (A)黑 (B)白 (C)黃 (D)藍 (E)紅
- 20、() 橡膠加硫處理最主要的目的是 (A)降低成本 (B)著色 (C)增加美觀 (D)增加脆性 (E)增加彈性

二. 多重選擇題

- 21、()下列關於葡萄糖的敘述，何者正確？(A)血案中的葡萄糖稱做血糖，糖尿病患的血糖濃度過高 (B)蔗糖水解可得到的單糖只有葡萄糖 (C)葡萄糖在酵母菌催化下生成乙醇和二氧化碳 (D)葡萄糖是多羥醛，加氫氣還原後，可產生六元醇 (E)葡萄糖與硝酸銀的氨溶液共熱產生羧酸離子
- 22、()有關異戊二烯的下列敘述，何者正確？(A)加熱天然橡膠的分解可產生 (B)分子中有鍵 (C)有幾何異構物存在 (D)可發生加成聚合反應 (E)在催化劑存在下可發生加氫反應產生異戊烷
- 23、()下列物質中，何者不能與 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$ 溶液作用？(A)福馬林 (B)蟻酸 (C)甲酸乙酯 (D)乙酸甲酯 (E)甲酸鈉 (F)纖維素 (G)葡萄糖 (H)蔗糖 (I)麥芽糖 (J)果糖
- 24、()下列關於單糖和多糖的敘述中，何者正確？(A)多糖和單糖一樣易溶於水有甜味 (B)多糖和單糖結構不一樣，物理性質也不一樣 (C)多糖和單糖難溶於水，無甜味 (D)單糖縮聚可生成多糖
- 25、()下列化合物中，哪些是屬於高分子聚合物？(A)澱粉 (B)蛋白質 (C)蔗糖 (D)肥皂 (E)耐綸

三. 問答題

- 26、寫出下列聚合物單體的結構式。
- (a)天然橡膠(b)蛋白質(寫出單體通式)

一. 單一選擇題

- 1、() 聚乙酸乙烯酯在重水 (D_2O) 中進行水解，可得下列何者？

$$(A) \left(\begin{array}{c} CH_2 - CH \\ | \\ OH \end{array} \right)_n + n CD_3COOH$$

$$(B) \left(\begin{array}{c} CH_2 - CH \\ | \\ OD \end{array} \right)_n + n CH_3COOH$$

$$(C) \left(\begin{array}{c} CH_2 - CH \\ | \\ OH \end{array} \right)_n + n CH_3COOD$$

$$(D) \left(\begin{array}{c} CH_2 - CH \\ | \\ OD \end{array} \right)_n + n CH_3COOD$$
- 2、() 甲基丙烯酸甲酯之聚合物稱為 (A)聚丙烯樹脂 (B)保利龍 (C)聚氯乙烯 (D)壓克力樹脂
- 3、() 塑膠類的資源垃圾回收包括 PE、PET、PVC、PP 及 PS 等，其中的 PE(polyethylene) 是 (A)聚氯乙烯 (B)聚乙烯 (C)聚苯乙烯 (D)聚丙烯
- 4、() 有關聚氯乙烯 (PVC) 的敘述，下列何者錯誤？ (A)為一種鏈狀聚合物 (B)是熱固性聚合物 (C)可製雨衣、玩具 (D)高溫時，會放出有毒性的氯化氫
- 5、() 在工業上製模、隔熱、絕熱、照相軟片和杯盤等製造上不可或缺的原料俗稱 PS 者係下列何種化合物的聚合物？ (A)乙烯 (B)丙烯 (C)苯乙烯 (D)氯乙烯
- 6、() PVC 塑膠之中文名稱為何？ (A)聚乙烯 (B)聚氯乙烯 (C)聚丙烯 (D)聚苯乙烯
- 7、() 丙烯腈的聚合物俗稱為何？ (A)奧綸 (B)聚丙烯 (C)達克綸 (D)耐綸
- 8、() 下列何種人造纖維是屬於聚醯胺類？ (A)羊毛 (B)蠶絲 (C)奧綸 (D)達克綸 (E)耐綸
- 9、() 目前世界上使用最多的人造纖維是 (A)聚丙烯纖維 (B)聚胺纖維 (C)聚乙烯纖維 (D)聚酯纖維
- 10、() 下列何者是聚氯乙烯(PVC)的聚合單體？ (A) $CH_3 - CH_2Cl$ (B) $CF_2 = CF_2$ (C) $CH_2 = CH_2$ (D) $CH_2 = CHCl$
- 11、() 下列何者屬於熱固性樹脂？ (A)酚甲醛樹脂 (B)聚縮醛 (C)聚對苯

丁烯酯 (D)聚碳酸酯

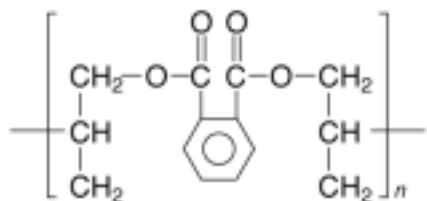
- 12、() 下列各聚合物中何者是家庭中常用之白膠？(A)PE (B)PS
(C)PMMA (D)PVAc
- 13、() 下列何者屬於熱固性樹脂？(A)聚乙烯 (B)聚苯乙烯 (C)耐綸 (D)
酚甲醛樹脂
- 14、() 聚合物特夫綸的結構為 $\cdots - \overset{\overset{\text{F}}{|}}{\underset{\underset{\text{F}}{|}}{\text{C}}} - \overset{\overset{\text{F}}{|}}{\underset{\underset{\text{F}}{|}}{\text{C}}} - \overset{\overset{\text{F}}{|}}{\underset{\underset{\text{F}}{|}}{\text{C}}} - \overset{\overset{\text{F}}{|}}{\underset{\underset{\text{F}}{|}}{\text{C}}} - \overset{\overset{\text{F}}{|}}{\underset{\underset{\text{F}}{|}}{\text{C}}} - \cdots$ ，構成此聚合物的單
體為：(A) $\text{HCF}_2\text{CF}_2\text{H}$ (B) CF_3CF_3 (C) $\text{CF}_2=\text{CF}_2$ (D) $\text{FC} \quad \text{CF}$
- 15、() 下列關於耐綸的敘述，何項不正確？(A)為聚醯胺類樹脂 (B)外形似
蠶絲，具有高強度 (C)吸汗性佳 (D)為一種縮合聚合物
- 16、() 合成橡膠的化學式為 $\left[\text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CCl} - \text{CH}_2 \right]_n$ ，請問合成橡膠以下列
何種單體聚合而成？(A) $\text{CH}_2=\text{CH} - \text{CCl}=\text{CH}_2$ (B) $\text{CH}_3 - \text{CH}=\text{CCl} - \text{CH}_3$
(C) $\text{CH}_2=\text{CHCl}$ (D) $\text{CH}_2=\text{CH}_2$
- 17、() 有關高分子化合物聚合度的敘述，下列何者正確？(A)同種聚合物的
聚合度相同 (B)可由測量比黏度而求得 (C)比黏度愈大，聚合度愈小
(D)以上皆非
- 18、() 常用作隔熱緩衝及免洗餐具，俗稱「保利龍」的聚合物為何者的發泡
製品？(A)PE (B)ABS (C)PS (D)PTFE
- 19、() 聚乙烯塑膠之單體為 (A) C_2H_2 (B) C_2H_4 (C) C_2H_6 (D) $\text{C}_6\text{H}_5\text{CHCH}_2$
- 20、() 下列何者為縮合聚合物？(A)聚苯乙烯 (B)壓克力 (C)達克綸 (D)
特夫綸

二. 多重選擇題 (每題 0 分)

- 21、() 下列有關材料的敘述何者正確？(A)尼龍是由苯乙烯聚合而成 (B)
銅的氧化物可以作為製備超導體的原料 (C)金剛石與石墨是碳的同
素異形體，金剛石具網狀結構而石墨具層狀結構 (D)玻璃為含二氧化
矽的結晶性固體 (E)奈米材料是指像米粒一般大小的顆粒所構成的
材料 【91 指定科目考試】
- 22、() 下列單體何者可由相同分子縮合而成聚合物？(A)丙烯腈 (B)2 - 甲

基丙烯酸甲脂 (C)己二胺 (D)葡萄糖 (E)甘胺酸

23、() DAP 是電器和儀表部件中常用的一種高分子化合物，它的結構簡式為：



則合成它的單體可能有：(A)鄰苯二甲酸 (B)丙烯醇($\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2\text{OH}$) (C)丙烯 (D)乙烯 (E)鄰苯二甲酸酯

24、() 下列化合物何者可用來作為肥皂或清潔劑，而不會造成長期泡沫污染？(A) $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COONa}$ (B) $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{OSO}_3\text{Na}$

(C) $(\text{CH}_3)_3\text{C}(\text{CH}_2)_{10} - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{SO}_3\text{Na}$ (D) $[\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COO}]_2\text{Mg}$

(E) $\text{CH}_3 - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{SO}_3\text{Na}$

25、() 乙烯和丙烯按 1 : 1 (莫耳數) 聚合時，生成聚乙丙樹脂，該聚合物的結構可能是

(A) $\left[\text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{CH}_2 \right]_n$ (B) $\left[\text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} \right]_n$

(C) $\left[\text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH} \right]_n$ (D) $\left[\text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 \right]_n$

三. 問答題

26、離子交換樹脂可去除水中的哪些雜質？

27、當離子交換樹脂失效時如何再生？

答案

8-1 聚合物之一般性質與分類

一. 單一選擇題

1、(D) 2、(D) 3、(B) 4、(C) 5、(D)

二. 多重選擇題

6、(BD) 7、(AC)

8-2 天然聚合物

一. 單一選擇題

1、(D) 2、(E) 3、(A) 4、(C) 5、(C) 6、(A) 7、(B) 8、(D) 9、(D) 10、(B)

11、(C) 12、(B) 13、(E) 14、(A) 15、(B) 16、(A) 17、(B) 18、(A) 19、(E) 20、(E)

二. 多重選擇題

21、(ACDE) 22、(ABDE) 23、(略) 24、(BD) 25、(ABE)

三. 問答題

26、略

8-3 合成聚合物

一. 單一選擇題

1、(A) 2、(D) 3、(B) 4、(B) 5、(C) 6、(B) 7、(A) 8、(E) 9、(D) 10、(D)

11、(A) 12、(D) 13、(D) 14、(C) 15、(C) 16、(A) 17、(B) 18、(C) 19、(B) 20、(C)

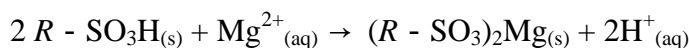
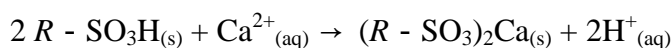
二. 多重選擇題

21、(BC) 22、(DE) 23、(AB) 24、(AB) 25、(AB)

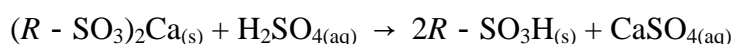
三. 問答題

26、離子交換樹脂依其功能可區分為陽離子交換樹脂與陰離子交換樹脂兩種，分別可交換水中的陽離子和陰離子。陽離子交換樹脂的主體是含聚苯乙烯結構的高分子固體，其分子鍵上接有許多 $-\text{SO}_3\text{H}$ 或 $-\text{COOH}$ 的酸性原子團，以交換陽離子，如 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Al^{3+} 等。陰離子交換樹脂的主體結構與陽離子交換樹脂相似，但其分子鍵上連接 NH_3^+OH^- 、 NH_2^+OH^- 或 NH^+OH^- 等鹼性原子團，可交換水中的陰離子，如 Cl^- 、 CO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} 等。

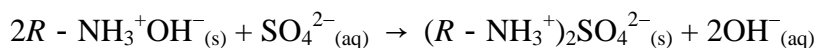
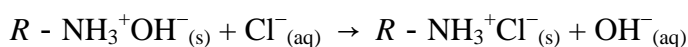
27、陽離子交換樹脂以 $R - \text{SO}_3\text{H}$ 型為例，其與水中陽離子交換的反應式如下：



反應後的樹脂可以 H_2SO_4 沖洗而再生：



陰離子交換樹脂以 $R - \text{NH}_3^+\text{OH}^-$ 型為例，其與水中陰離子交換的反應式如下：



失效後的陰離子交換樹脂可以 NaOH 沖洗而再生：

