

達思化學

The background of the slide is a warm, orange-toned collage. It features various chemical-related elements: a molecular structure with spheres and connecting lines in the upper right; a coiled tube or cable in the lower right; and several pieces of laboratory glassware, including a round-bottom flask, rectangular blocks, and a beaker, arranged in the center. The overall aesthetic is scientific and modern.

課本 7

第14章 物料化學



目錄

- ➡ 48.1 聚合物的性質取決於甚麼因素？
- ➡ 48.2 低密度聚乙烯（**LDPE**）和高密度聚乙烯（**HDPE**）
- ➡ 48.3 尼龍與凱庫勒
- ➡ 48.4 橡膠的硫化作用
- ➡ 48.5 生物可降解塑膠



目錄

- ➡ 48.6 塑膠加工過程
- ➡ 48.7 使用合成聚合物對環境的影響
- ➡ 48.8 循環再造合成聚合物
- ➡ 關鍵詞彙
- ➡ 摘要
- ➡ 按節練習



48.1 聚合物的性質取決於甚麼因素? (頁56)

聚合物的性質例如強度及彈性等，都取決於聚合物的分子的特徵。舉例來說，聚合物鏈愈長，聚合物的強度就愈高。

極性基團的存在令聚合物鏈之間的引力更強，使聚合物更堅固。

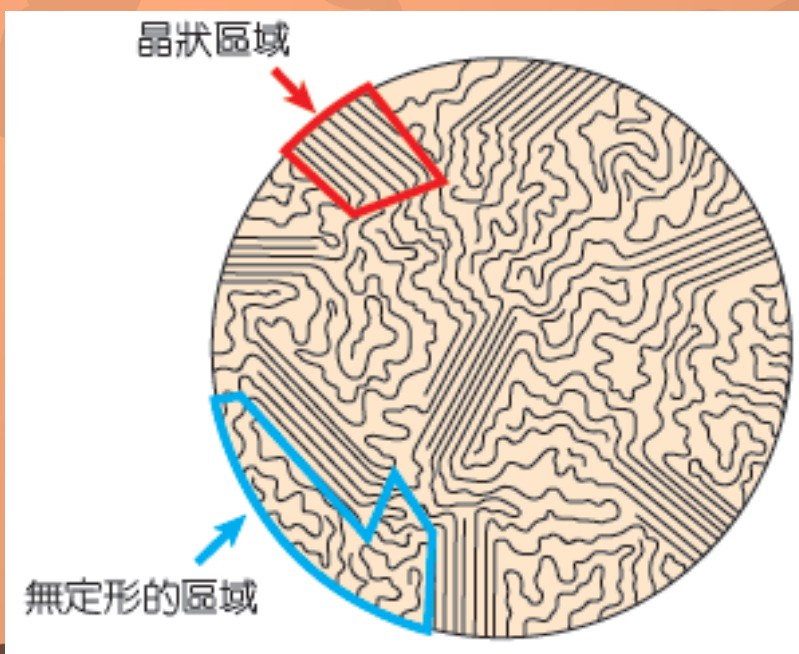
在本節中，你會探究聚合物的結構如何影響其性質，例如密度、剛性、彈性和生物可降解性。



48.2 低密度聚乙烯 (LDPE) 和高密度聚乙烯 (HDPE) (頁56)

聚合物化學家使用晶狀一詞來描述聚合物中聚合物鏈有規律地排列的地方。很多聚合物同時擁有晶狀（有序）區域和無定形的（無序）區域，無定形的區域內的聚合物鏈分開得較遠，有較多空間作移動。單一聚合物鏈可以同時擁有晶狀和無定形的區域。

聚合物中的晶狀
(crystalline) 區域和無
定形 (amorphous) 區域





48.2 低密度聚乙烯（LDPE）和高密度聚乙烯（HDPE）（頁56）

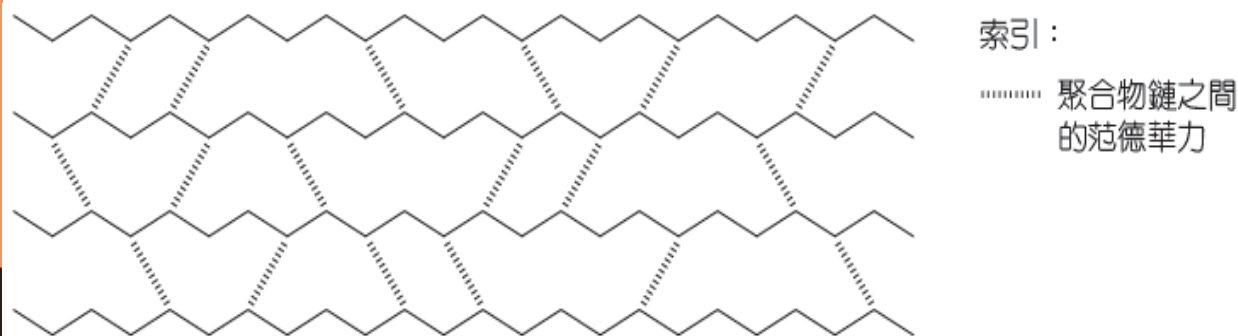
如果乙烯在非常高的壓強下聚合，聚合會通過自由基機理進行，所生成的聚合物鏈含很多支鏈，其中有很多相當短的分支和一些較長的分支。聚乙烯鏈不能有規律且緊密地排佈在一起，聚合物只有約50–60% 是晶狀區域，聚合物鏈之間的范德華力相對較弱。



48.2 低密度聚乙烯 (LDPE) 和高密度聚乙烯 (HDPE) (頁56)



(a) 低密度聚乙烯 (LDPE)



(b) 高密度聚乙烯 (HDPE)

(a) 低密度聚乙烯 (LDPE)
的聚合物鏈支鏈令LDPE 較
柔韌；

(b) 高密度聚乙烯 (HDPE)
不含支鏈的聚合物鏈令HDPE
有較多晶狀區域，性質較剛
挺



48.2 低密度聚乙烯（LDPE）和高密度聚乙烯（HDPE）（頁56）

低密度聚乙烯（密度 $0.91\text{--}0.94\text{ g cm}^{-3}$ ）是具低熔點（約 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ）且柔韌的聚合物。這種聚乙烯主要用於製造包裝食品和防潮的薄膜，但也可用於食品包裝、膠袋和擠壓瓶等。

通過在較低溫度下使用齊格勒-納塔催化劑生成的聚乙烯的聚合物鏈呈直線和含較少分支。這些線狀的聚合物鏈較低密度聚乙烯中含支鏈的聚合物鏈排佈得更緊密，聚合物超過90%都是晶狀區域。聚合物鏈之間的范德華力相對較強。

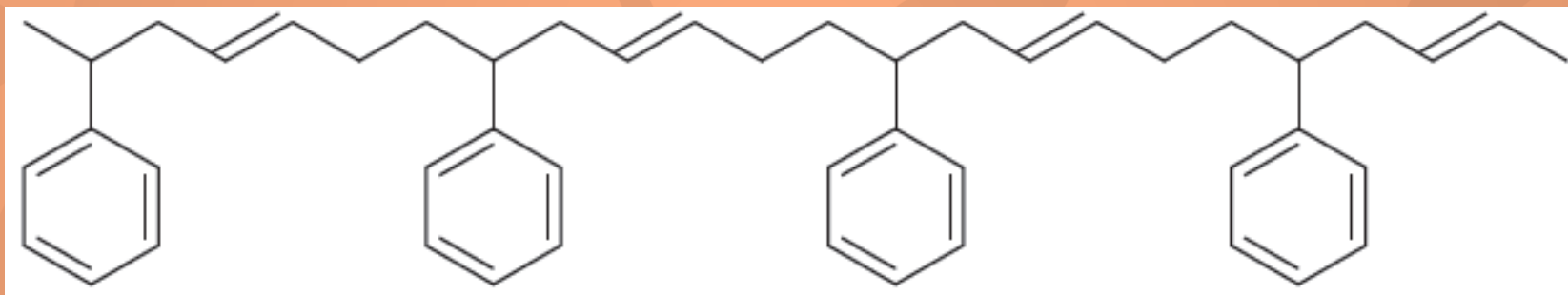
高密度聚乙烯（密度 $0.95\text{--}0.97\text{ g cm}^{-3}$ ）具有較高的熔點（約 $115\text{ }^{\circ}\text{C}$ ），並且較低密度聚乙烯剛挺。這種聚乙烯常用於製造玩具、水管、容器和水桶。



48.2 低密度聚乙烯 (LDPE) 和高密度聚乙烯 (HDPE) (頁56)

小測試 48.1

以下展示由苯乙烯和丁-1,3-二烯生成的共聚物的部分結構。該共聚物的碳鏈中每約6 個碳原子便有苯環連接，而每約6 個碳原子便有一個雙鍵。



解釋為甚麼這種共聚物不及高密度聚乙烯那麼剛挺。

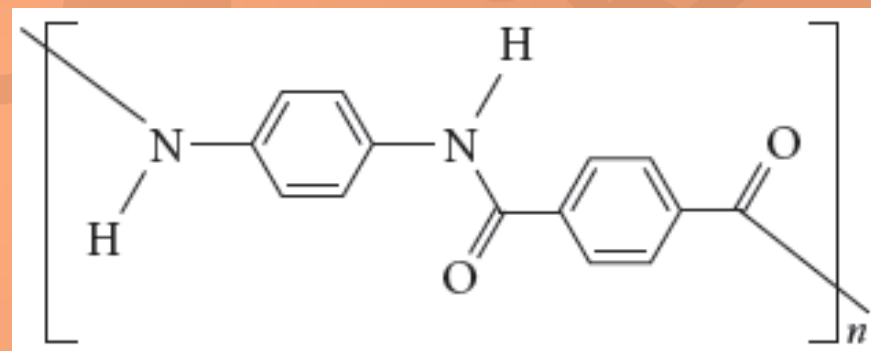
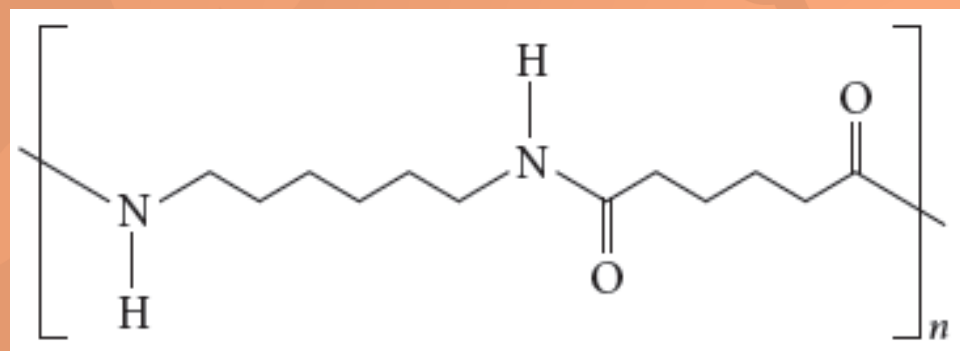
大量的苯環使聚合物分子不可能像聚乙烯的聚合物分子那樣緊密地排佈。

該共聚物的聚合物分子之間的分子間引力較聚乙烯中的分子間引力弱。



48.3 尼龍與凱庫勒 (頁59)

尼龍-6,6 和凱庫勒都含有酰胺鍵合。由於它們的聚合物鏈中有C=O 基團和N-H 基團，所以兩者的聚合物鏈之間都有氫鍵。

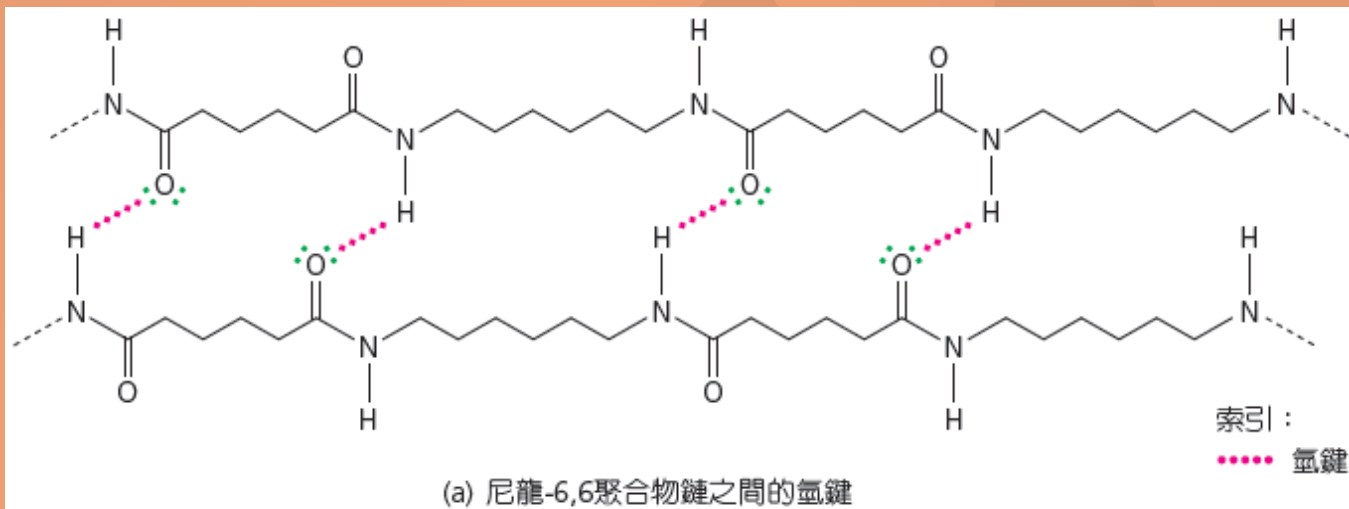


尼龍-6,6 和凱庫勒含有酰胺鍵合

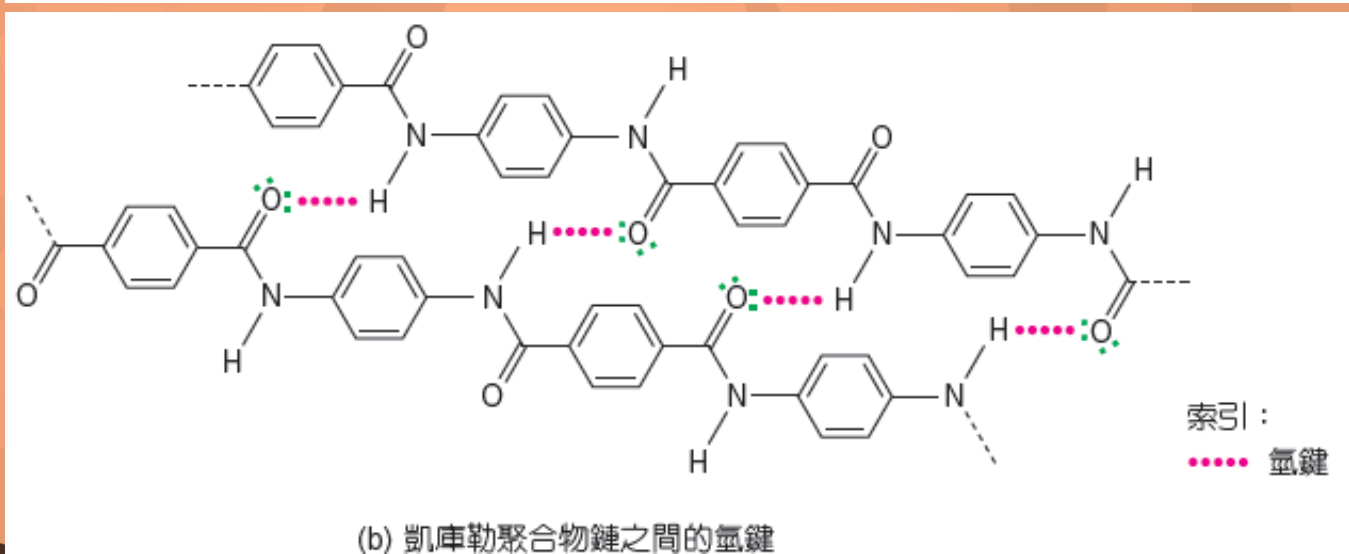


48.3 尼龍與凱庫勒 (頁59)

a) 尼龍-6,6



b) 凱庫勒





48.3 尼龍與凱庫勒 (頁59)

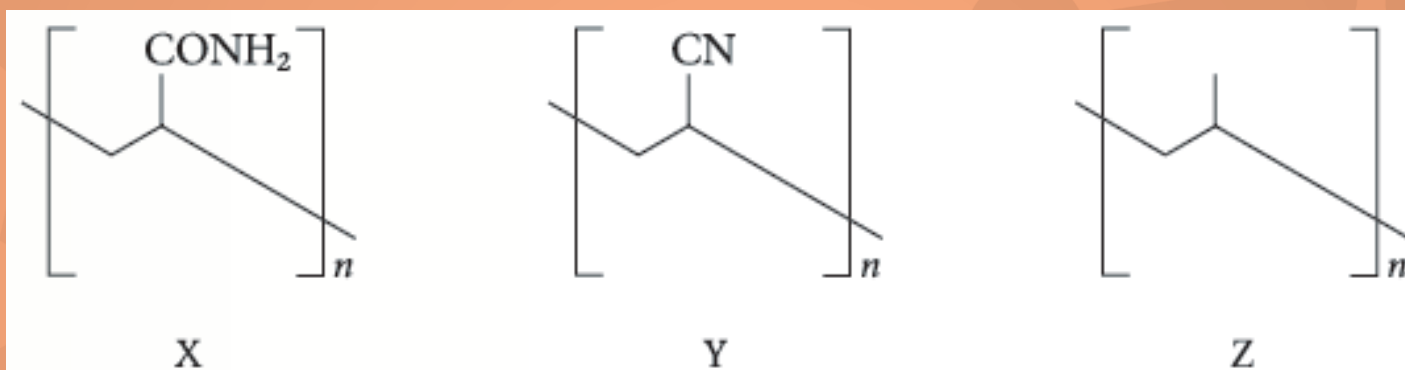
聚合物鏈的柔韌性源於其主鏈中的單鍵可以自由旋轉。在尼龍-6,6 中，聚合物鏈的主鏈中的單鍵易於旋轉，所以聚合物鏈較柔韌。凱庫勒的強度較尼龍-6,6 的高，因為苯基團使聚合物鏈較剛挺。



48.3 尼龍與凱庫勒 (頁59)

問 (例題 48.1)

三種加成聚合物的結構顯示如下：



這些聚合物的強度的遞減次序是：

$$X > Y > Z$$

解釋這次序。



48.3 尼龍與凱庫勒 (頁59)

答

聚合物X含有 $\text{C}=\text{O}$ 和 NH_2 基團。聚合物X的分子之間有氫鍵。
聚合物Y含有帶極性的 $\text{C}\equiv\text{N}$ 基團。聚合物Y的分子之間有偶極-偶極相互作用。

聚合物Z的非極性分子之間有范德華力。

這些聚合物分子之間的引力的強度的遞減次序是：

氫鍵 > 偶極-偶極相互作用 > 范德華力

因此,這些聚合物的強度的遞減次序是：

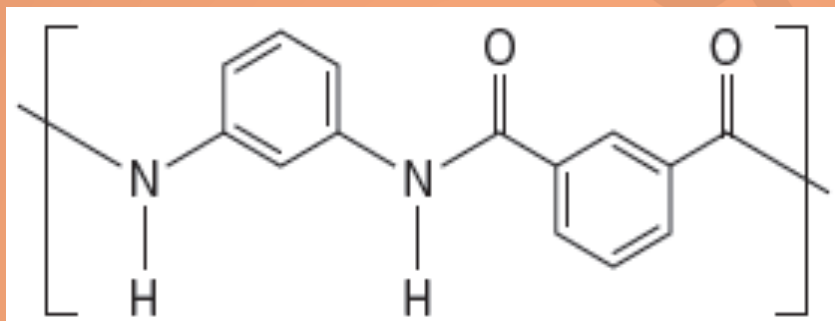
$\text{X} > \text{Y} > \text{Z}$



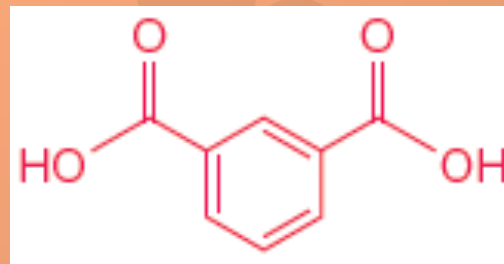
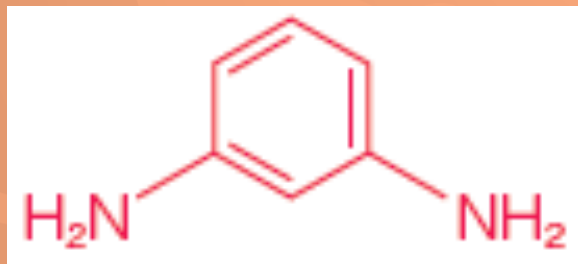
48.3 尼龍與凱庫勒 (頁59)

小測試 48.2

聚合物Nomex 的重複單位顯示如下：



a) 繪出製造Nomex 所需的兩種單體的結構。

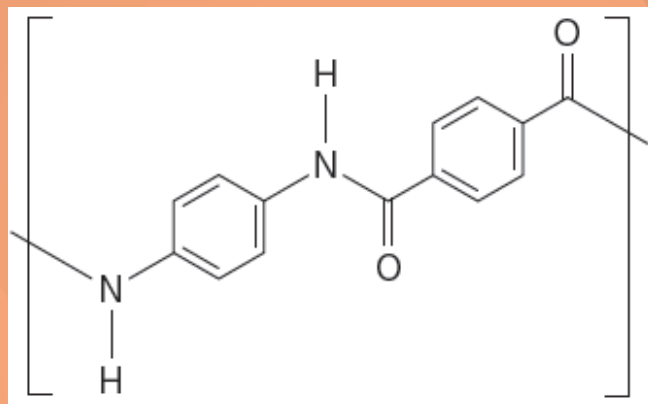




48.3 尼龍與凱庫勒 (頁59)

小測試 48.2

b) 凱庫勒的重複單位顯示如下：



提出理由，解釋為甚麼**Nomex** 的強度較凱庫勒的低。

與凱庫勒相比，**Nomex** 的聚合物分子不能緊密地排佈，**Nomex** 的相鄰聚合物分子之間沒有大量的氫鍵令聚合物鏈緊密地連繫。

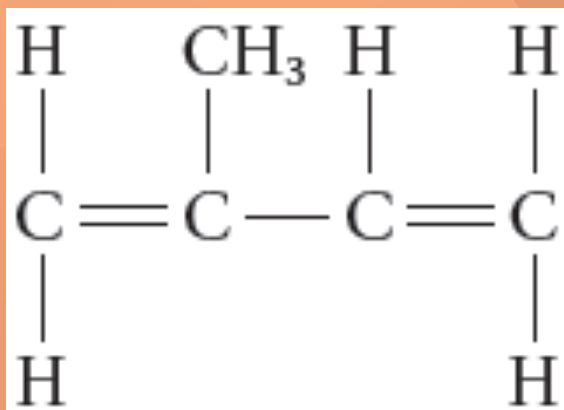


48.4 橡膠的硫化作用 (頁62)

天然橡膠是由一種流動的乳白色液體（稱為膠漿(latex)）製成的。當你把植物切開時，某些或會滲出膠漿。儘管世界上有大約200種植物能生產膠漿，但全球99%以上的天然橡膠都是由一種名為巴西護謨樹的膠漿製成的，這種樹廣泛稱為橡膠樹。

天然橡膠是異戊二烯（也稱為2-甲基丁-1,3-二烯）的加成聚合物。

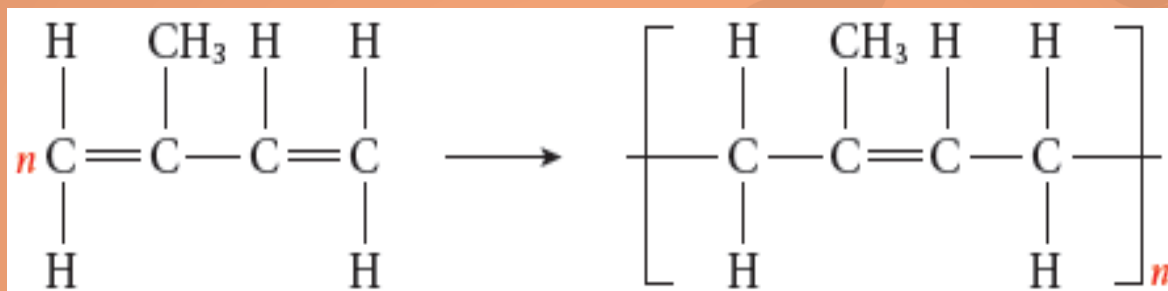
異戊二烯（2-甲基丁-1,3-二烯）





48.4 橡膠的硫化作用 (頁62)

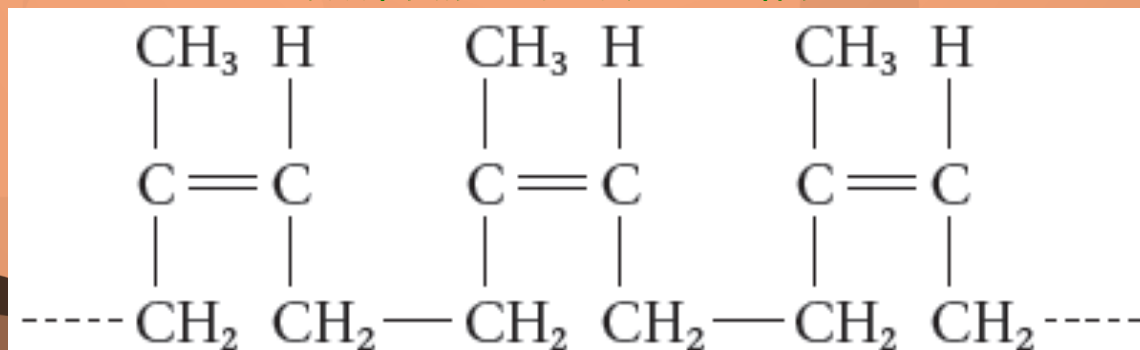
天然橡膠通過加成聚合作用生成。



一個橡膠分子平均含有5 000 個單體單位。

值得注意的是，當二烯進行加成聚合作用時，生成物中仍有碳-碳雙鍵。下圖展示天然橡膠的部分結構，所有碳-碳雙鍵均為順式構型。

天然橡膠的部分結構





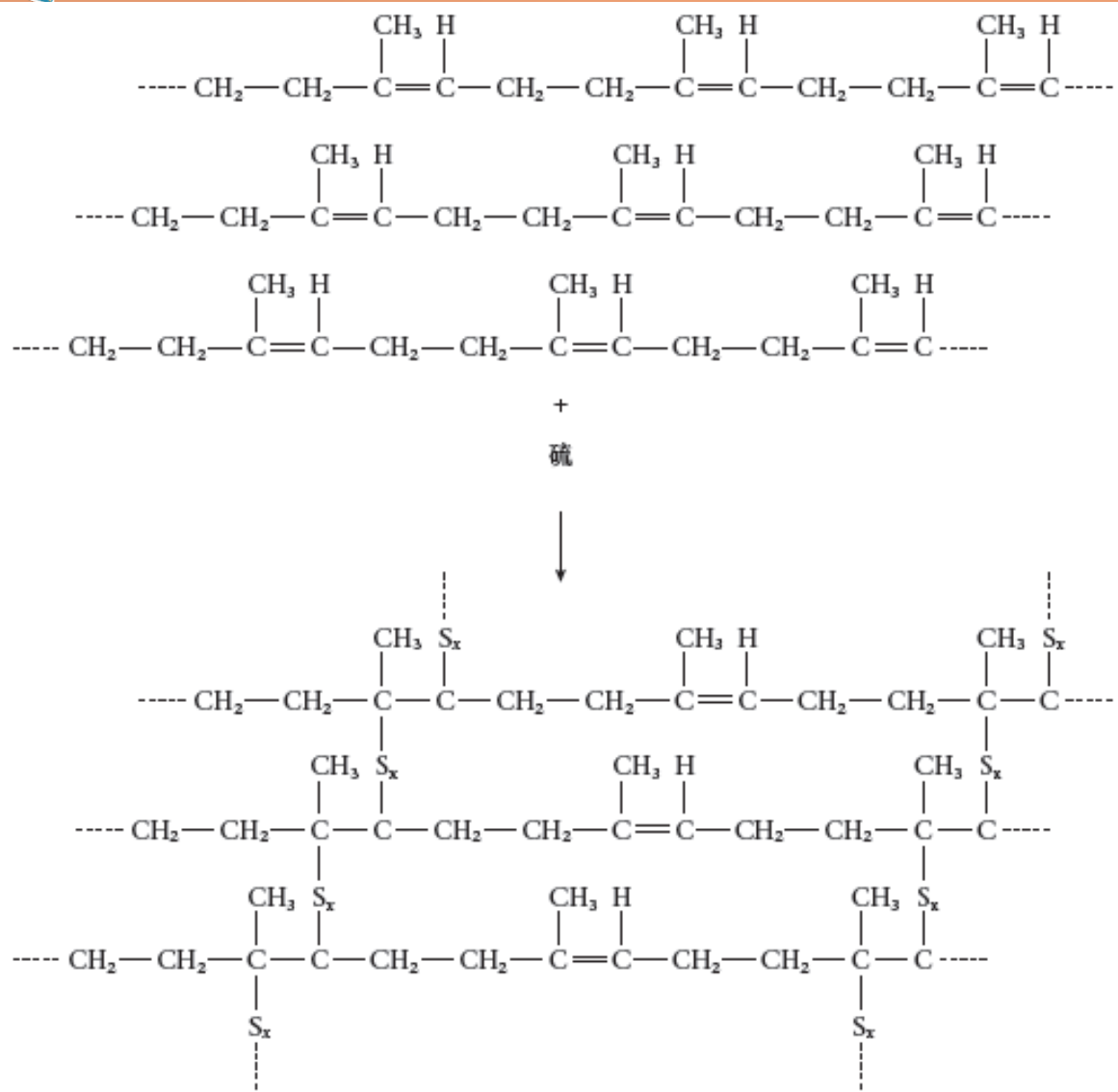
48.4 橡膠的硫化作用 (頁62)

彈性是指當物質在被拉伸時伸展及在施加的外力消失時，重新變回其原來形狀的能力。天然橡膠的彈性很低，因為外力消失時，它不能回復原狀。

液態橡膠與硫共熱時產生硫化作用(vulcanisation)。硫會與橡膠的聚合物鏈中的一些碳-碳雙鍵反應，在聚合物鏈之間生成交鍵，每個交鍵是含一至大約四個硫原子的鏈 (如下頁)。



48.4 橡膠的硫化作用 (頁62)



其中 x 代表交鍵中
不同數目的硫原子

橡膠與硫的硫化作用



48.4 橡膠的硫化作用 (頁62)

硫化橡膠比天然橡膠更堅固和堅硬。由於有交鍵連繫，前者的聚合物鏈不易互相滑過。

然而，硫化橡膠仍然非常有彈性。當它被拉伸和釋放時，交鍵會把聚合物鏈拉回它們原來的位置。

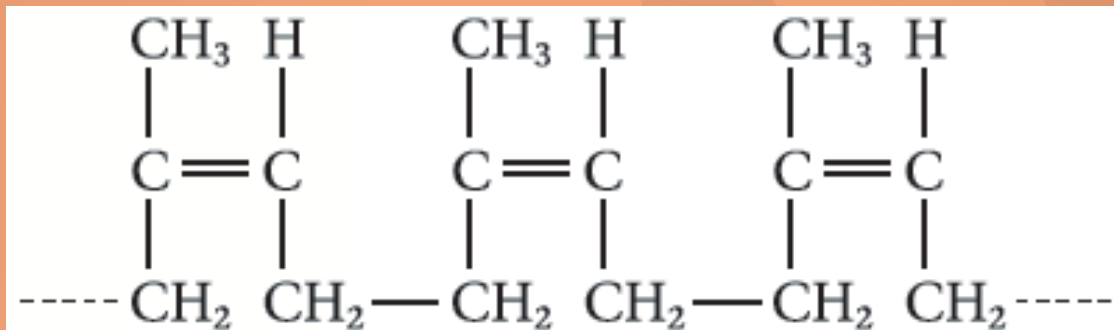
硫化橡膠的硬度取決於交鍵的數目（或加入的硫的量）。含硫量低的橡膠柔軟和柔韌，適合用於製造橡皮圈或膠手套。增加硫含量使橡膠更堅硬和硬挺，適合用於製造發動機支架。



48.4 橡膠的硫化作用 (頁62)

問 (例題 48.2)

天然橡膠的部分結構顯示如下：



天然橡膠須先與硫共熱,才可用來製造輪胎。

a) 寫出這加工過程的名稱。

a) 硫化作用

b) 解釋為甚麼天然橡膠與硫共熱時會變硬。

b) 硫會與核合物鏈中一些碳-碳雙鍵反應,在聚合物鏈之間生成交鍵。由於有交鍵連繫,聚合物鏈不易互相滑過。

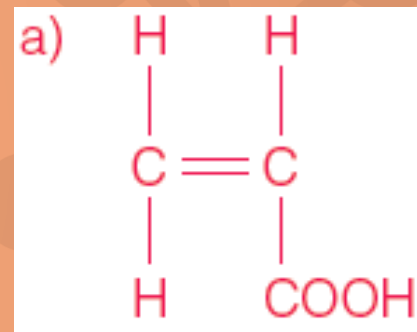
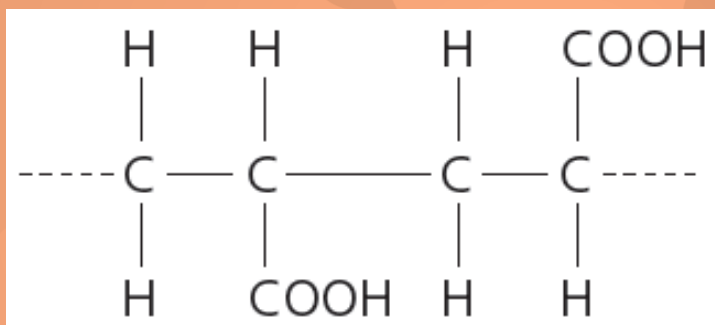


48.4 橡膠的硫化作用 (頁62)

小測試 48.3

高吸水性聚合物能吸收的水是本身質量的200–300 倍。這些聚合物的其中一個最大用途是製造用完即棄的尿布。

聚合物P 是這類聚合物，其部分結構顯示如下：

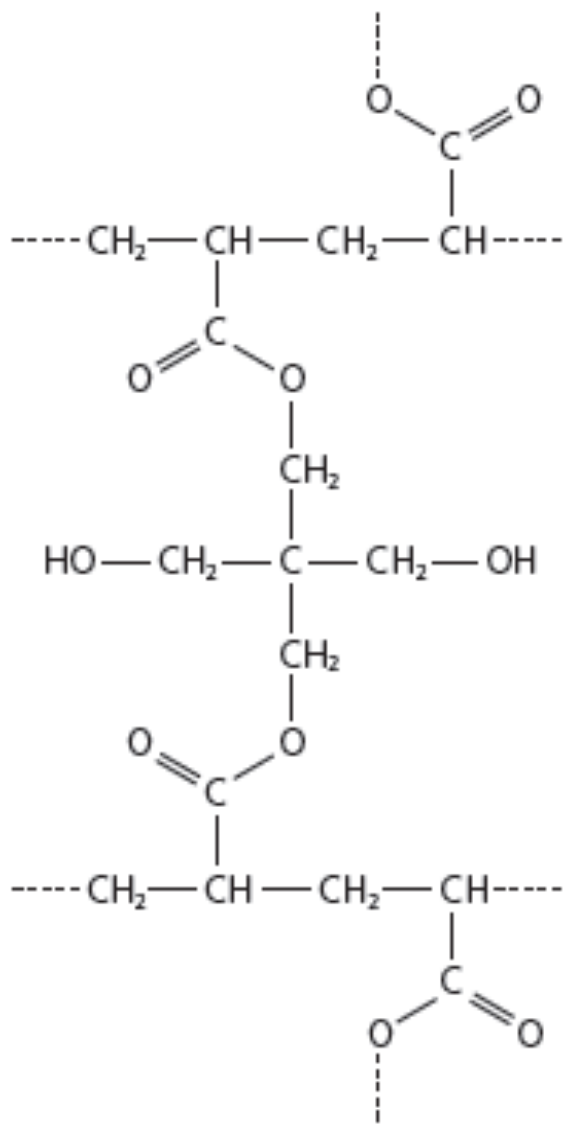


a) 繪出聚合物P 的單體的結構。

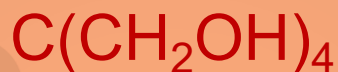
b) P 的聚合物鏈可以與化合物X 反應生成交鍵。以下展示含交鍵的聚合物的部分結構。



48.4 橡膠的硫化作用 (頁62)



i) 繪出用於與P的聚合物鏈生成交鍵的化合物X的結構。



ii) 在生成交鍵的過程中，有小分子生成。辨認這些小分子。

水

iii) 生成的交鍵愈多，聚合物便愈堅固。解釋為甚麼。

該聚合物分子更堅固 / 緊密地連繫在一起。



48.5 生物可降解塑膠 (頁66)

你棄置的大部分家居塑膠廢物都會被運送到堆填區。大多數塑膠廢物都不是生物可降解的，它們不會被環境中的微生物自然分解。因此，棄置塑膠廢物會浪費天然資源及對環境造成破壞。

很多科學研究都集中在開發生物可降解(biodegradable)塑膠。生物可降解塑膠是能在環境中自然分解的塑膠。環境中的微生物的代謝作用把塑膠的結構分解。

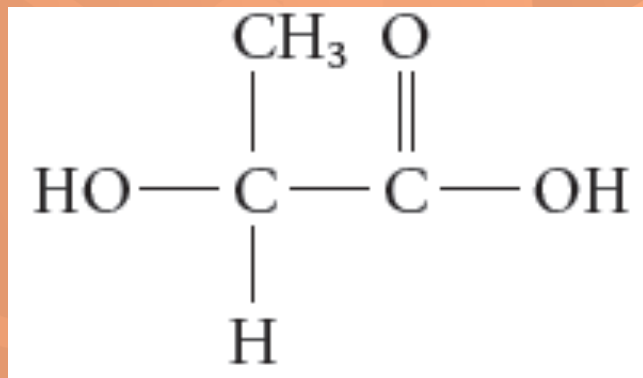


48.5 生物可降解塑膠 (頁66)

聚乙酸 (PLA) – 一種生物可降解的聚合物

聚乳酸 (polylactide) (PLA) 是已開發的其中一種最具創新性的物料，它的廣泛用途引起了極大的關注。它是一種衍生自乳酸 (2- 羥基丙酸) 的生物可降解的熱塑性塑膠。

乳酸 (lactic acid) 傳統上由乙醛和氰化氫製成，現在可通過另一種方法增加生產，就是使用乳桿菌屬細菌把來自玉米 (玉米糖漿) 和蔗糖 (糖蜜) 的糖發酵。



乳酸
(2-羥基丙酸)



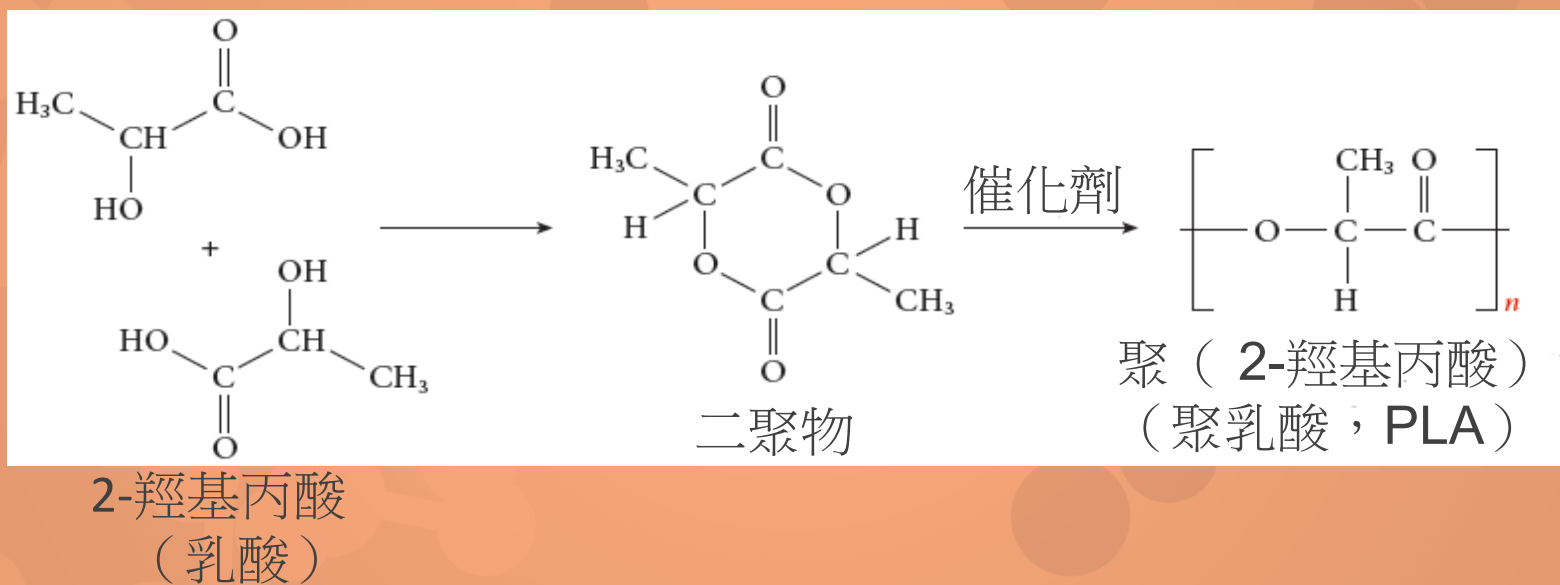
製備聚乳酸





48.5 生物可降解塑膠 (頁66)

然而，乳酸不能直接聚合，因為所生成的水會阻止聚合過程進行，以致不能獲取相對分子質量足夠高的分子。因此，要首先把乳酸強熱生成二聚物，二聚物在有催化劑的條件下進行開環聚合，這方法避免聚合過程中生成水。



聚乳酸由可再生資源製造並可被生物降解，這解決了處理固體廢物的問題，以及減少對來自石油的原料的依賴。



48.5 生物可降解塑膠 (頁66)

聚乳酸(PLA)的用途

聚乳酸具有與聚乙烯、聚丙烯和聚苯乙烯相似的特性。它可以通過酯鍵合的水解來分解。

聚乳酸的常見用途包括製造一些作短暫性使用的物品，例如製造食品容器、水瓶和用完即棄的餐具。

基於它可降解成不含毒性的乳酸，聚乳酸在醫藥方面的用途亦十分廣泛。一些植入人體內的醫用組件如螺絲、棒子、針子和網子都有以聚乳酸製造的，這些植入的組件可於半年至兩年內在病人體內完全降解，毋須進行另一次的手術取出。



48.5 生物可降解塑膠 (頁66)

聚乳酸可以製成具有顯著機械強度的幼細纖維。這些聚乳酸纖維已用於製造休閒運動服裝、室內裝飾材料、衛生產品和尿布。

聚乳酸比從石油化學產品生產的塑膠昂貴，但隨着產量的增加，其價格正一直下降。

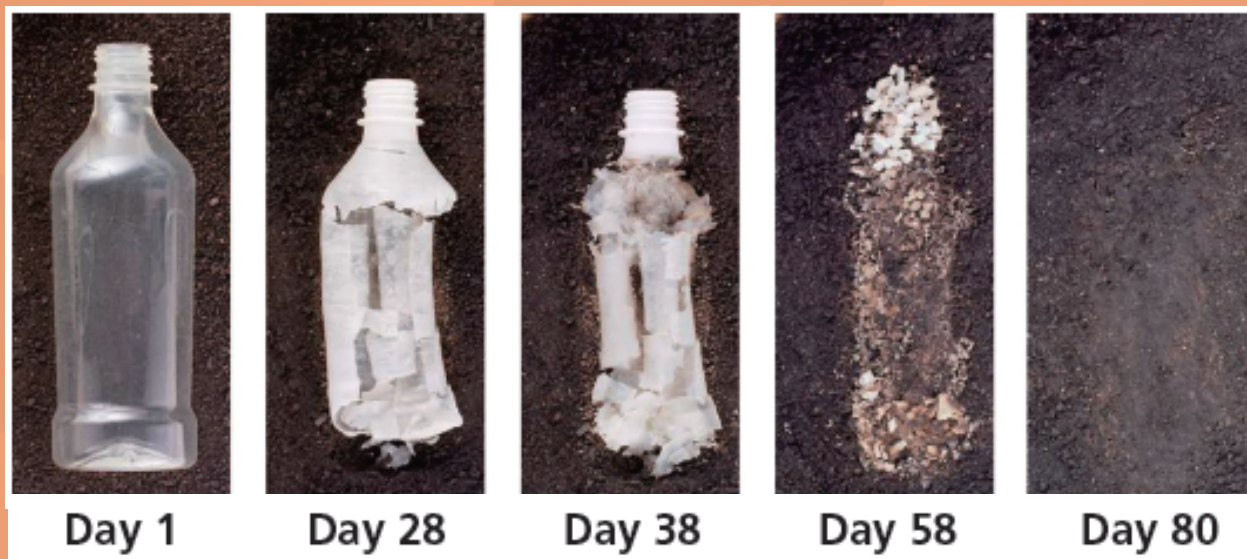
聚乳酸的一大好處是它在環境中會自然降解。例如，留在海洋中的聚乳酸瓶子通常會在6至24個月內完全降解。



48.5 生物可降解塑膠 (頁66)

在工業堆肥設施中，聚乳酸處於 60°C 以上和相對濕度90%以上的環境下約60至80天，它會分解成二氧化碳、水、無機化合物和生物量如下。

在工業堆肥設施中，**PLA** 瓶子在**80** 天內完全分解





48.6 塑膠加工過程 (頁71)

有許多不同的加工過程 (fabrication process)用於把合成聚合物轉化為製成品。用於聚合物的加工過程很大程度上取決於其性質——特別是，該聚合物是熱塑性抑或熱固性塑膠。

用於熱塑性塑膠的加工過程最多。把聚合物加熱至接近或高於熔化溫度，使其變成橡膠似的狀態或液體，接着把聚合物塑型和冷卻，冷卻時要保持所需的形狀。

用於熱固性塑膠的加工過程較少。熱固性塑膠的加工過程分兩個階段完成。首先製備具有低相對分子質量的線狀聚合物的液體。在第二階段，該塑膠物料在所需形狀的鑄模中被轉化為堅硬和硬挺的製成品，過程中會生成含交鍵的結構。製成品可在高溫下從鑄模取出。



48.6 塑膠加工過程 (頁71)

注塑法

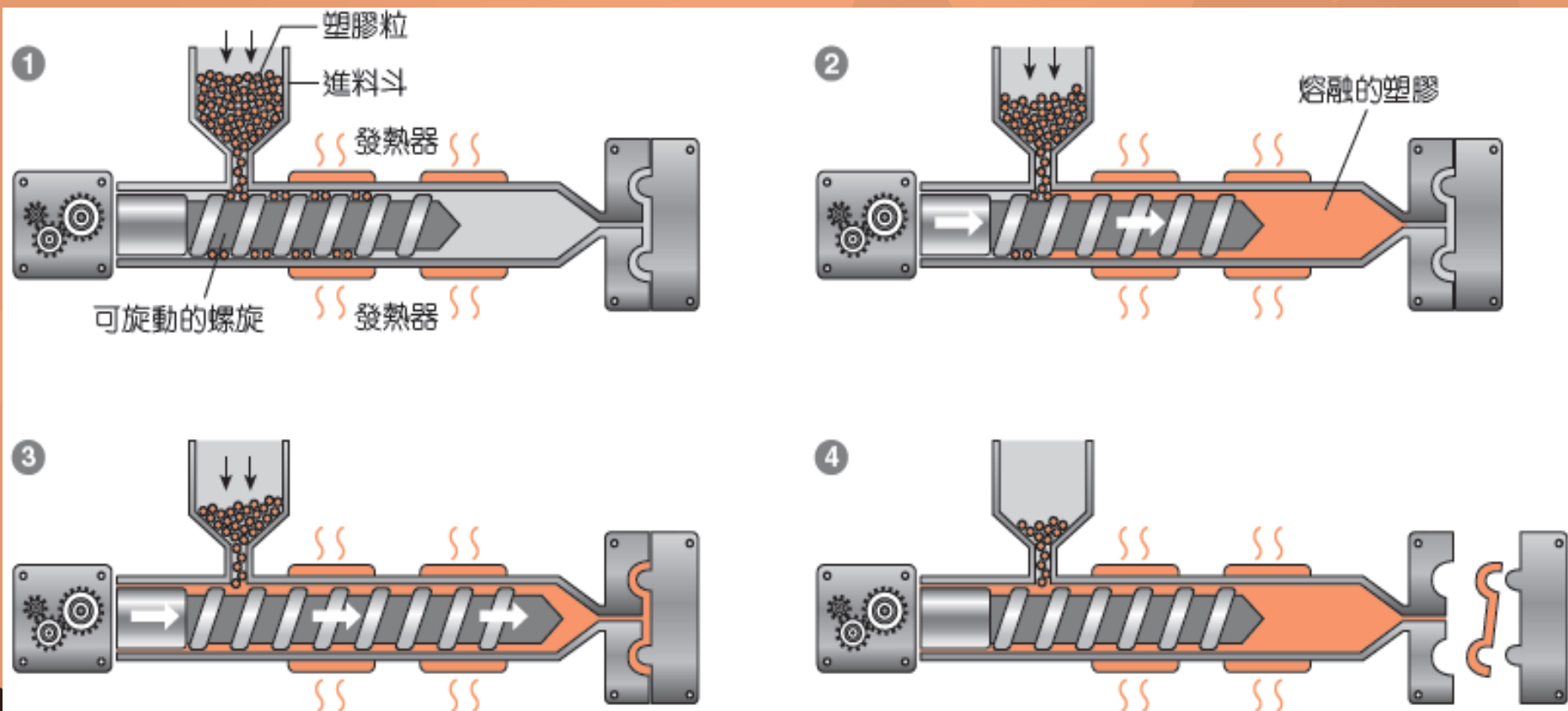
注塑法 (injection moulding) 可用於製造高質量的複雜三維部件。它主要用於熱塑性塑膠，但一些熱固性塑膠也通過注塑法加工。

- 1 塑膠粒經進料斗送入模塑機。
- 2 螺旋推動塑膠通過加熱室，物料在該處熔化。
- 3 螺旋把熔融的塑膠注入封閉的冷鑄模中。
- 4 塑膠冷卻成固體時，鑄模打開，吐出製成品。



48.6 塑膠加工過程 (頁71)

下圖展示了該過程的四個步驟：





48.6 塑膠加工過程 (頁71)

你每天遇到的許多物品都是以注塑法成型的，包括

- 電腦和其他電子產品的外殼；
- 垃圾桶；
- CD 和DVD 的盒子；
- 各種蓋子，如塑膠瓶蓋和塑膠杯蓋；
- 車輛保險槓；
- 塑膠製的模型套裝。

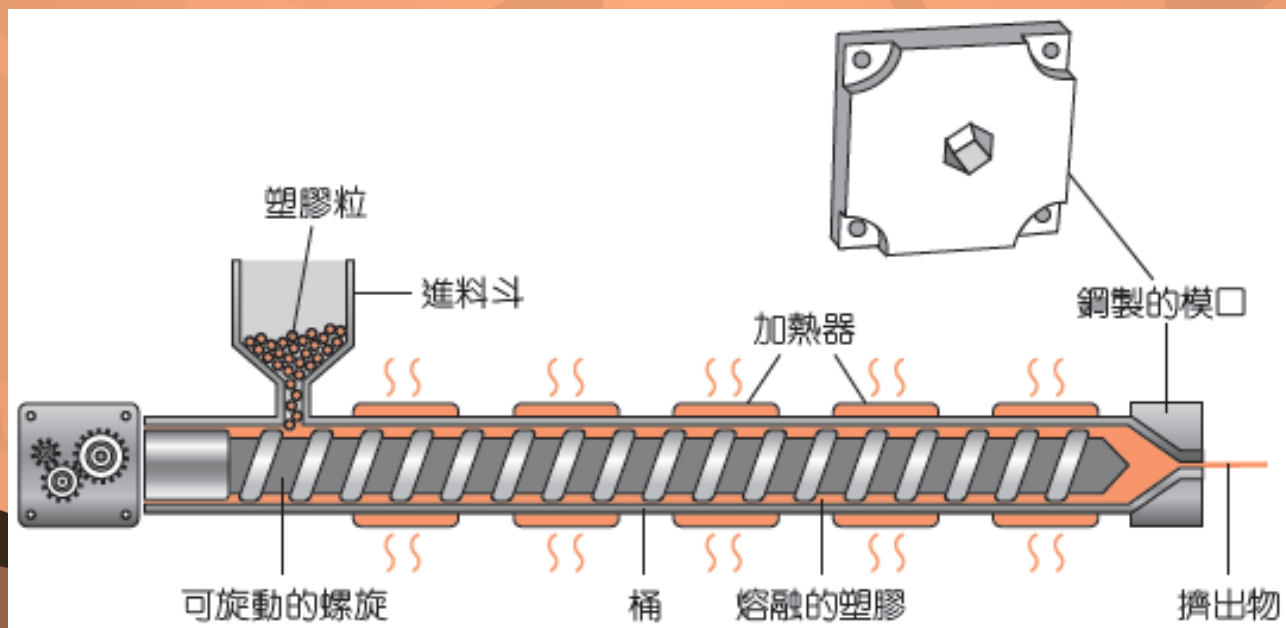


48.6 塑膠加工過程 (頁71)

擠塑法

擠塑法 (extrusion moulding) 用於生產薄膜、層片、管子和水管。把熱塑性塑膠的膠粒放入進料斗中，然後膠粒會被可旋轉的螺旋送到長型的加熱室。在加熱室的末端，熔融的塑膠會被擠壓通過一個稱為模口的小孔，塑造成製成品的形狀。

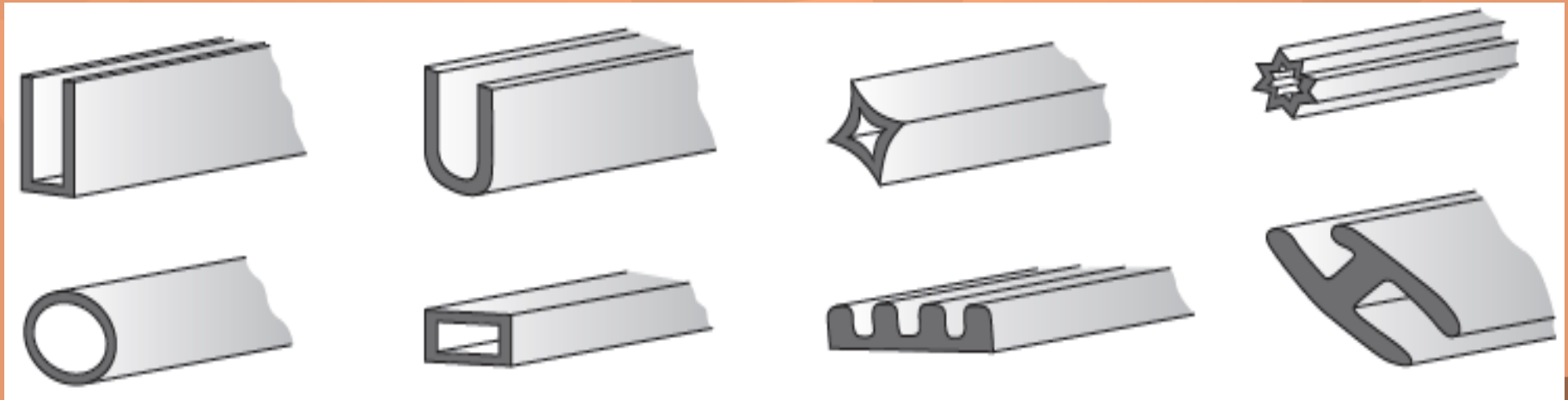
注塑法的過程





48.6 塑膠加工過程 (頁71)

被擠出的物品在離開模口時被冷卻，最後被切割成所需的長度。模口的形狀多變，由簡單如管子，其輔以實心、具同心圓的中軸作支撐，用以擠出水管，以至用於製造形狀複雜的器具，像窗簾軌道或空心窗框等。下圖顯示了以擠塑法成型的製成品的典型形狀。



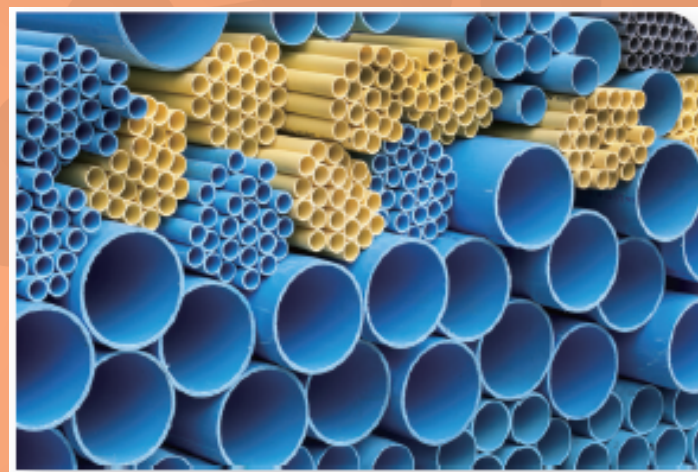
以擠塑法成型的製成品的典型形狀



48.6 塑膠加工過程 (頁71)

以擠塑法成型的製成品的例子包括

- 草坪邊飾；
- 水管；
- 薄膜；
- 電線的絕緣外層；
- 排水渠和下水管；以及
- 窗框。



以擠塑法成型的水管



48.6 塑膠加工過程 (頁71)

吹塑法

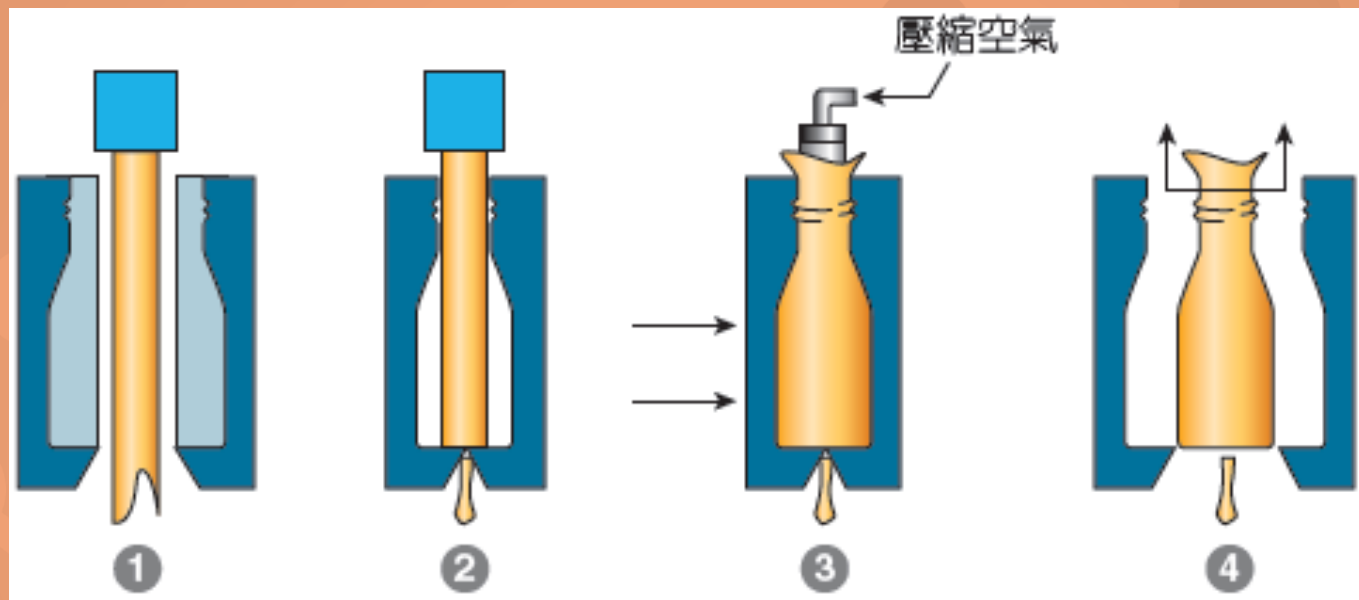
吹塑法 (blow moulding) 是用熱塑性塑膠來製造空心產品（例如瓶子、大桶和其他容器）的最常用方法。

按以下步驟完成吹塑法

- 1 把半熔融狀態的熱塑性塑膠空心管子夾在敞開兩半的鑄模中。
- 2 關閉鑄模。
- 3 把壓縮空氣吹入塑膠管，使管壁形成和鑄模一樣的形狀。
- 4 塑膠冷卻成固體時，從鑄模取出製成品。



48.6 塑膠加工過程 (頁71)



吹塑法的過程

吹塑法中所用的空心塑膠管使用注塑法或擠塑法生產。吹塑法用於製造空心塑膠容器，例如瓶子。牛奶容器、洗頭水和汽水的瓶子，以及噴壺都是吹塑製成品的典型例子。



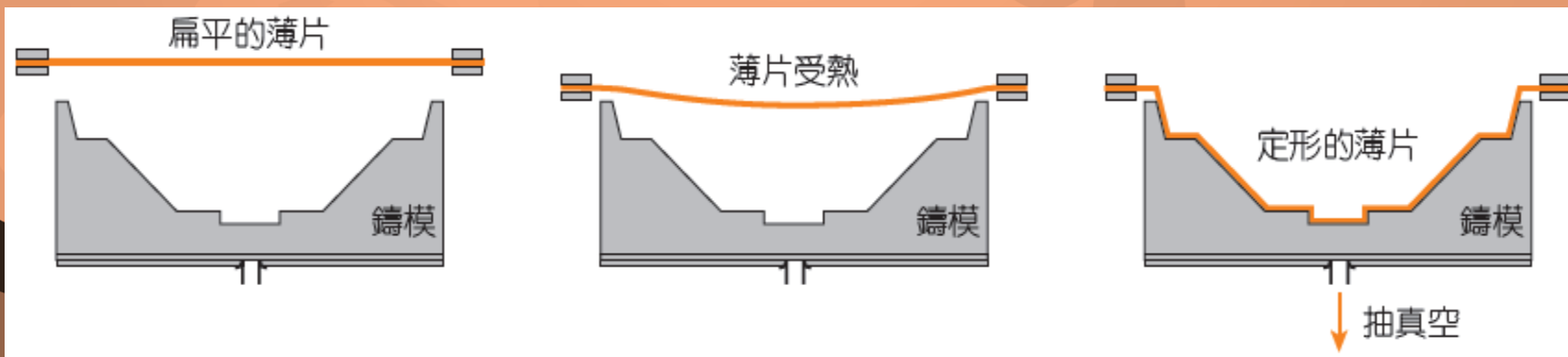
48.6 塑膠加工過程 (頁71)

真空成型法

真空成型法 (vacuum forming) 是一種很常見的加工過程，例如用於生產多種塑膠包裝：三文治盒、朱古力盒中的盛托膠盤或阿加力浴缸。

下圖展示用真空成型法塑造製成品的過程。把扁平的熱塑性塑膠薄片夾在固定的位置，並加熱至其軟化。使用真空泵抽出鑄模和塑膠片之間的空氣。大氣壓強從上把塑膠片壓下，把塑膠片塑造成鑄模的形狀。

真空成型法的過程





48.6 塑膠加工過程 (頁71)

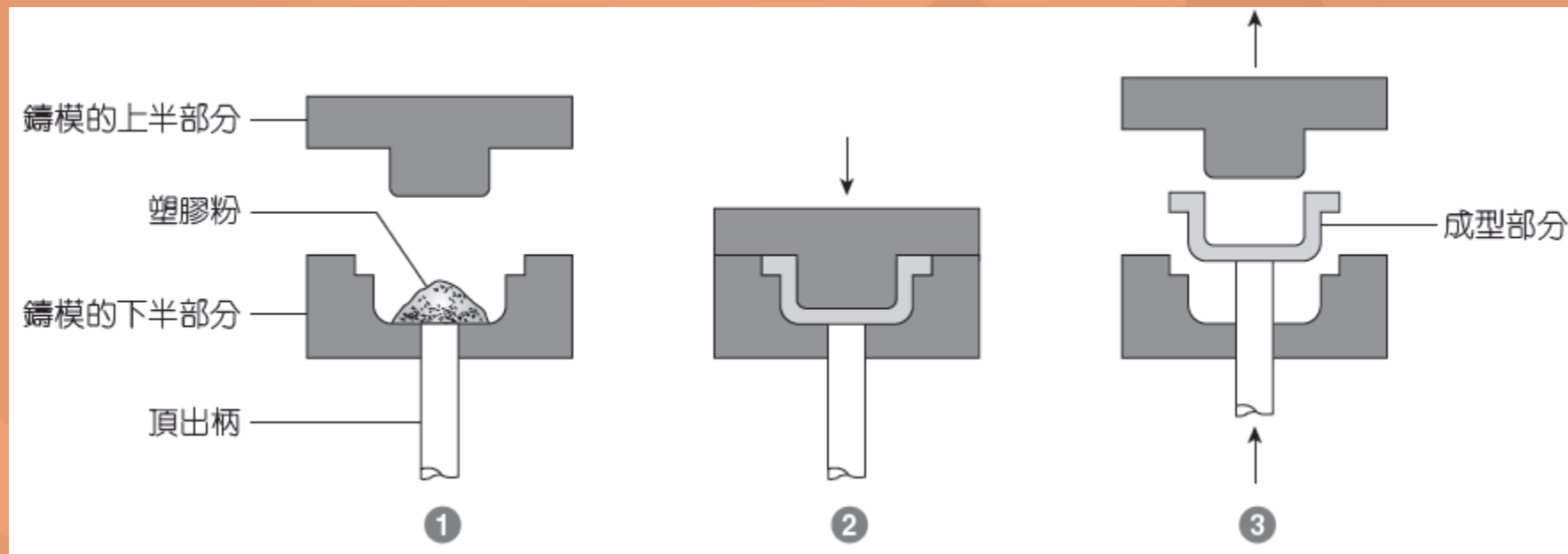
壓塑法

壓塑法 (compression moulding)是一種主要用於熱固性塑膠的技術。該過程涉及以下步驟：

- 1 把塑膠粉放在熱鑄模的下半部分，使粉末軟化。
- 2 上半部分的鑄模向下移動，按壓物料並使其充填鑄模。由於施加的熱力和壓強，使聚合物鏈之間生成交鍵。塑膠硬化成最終的形狀。
- 3 打開鑄模，以頂出柄取出製成品。



48.6 塑膠加工過程 (頁71)



壓塑法的過程

壓塑法通常用於製造電器部件、餐具、齒輪、按鈕、扣子、旋鈕、手柄、電子設備外殼、器具外殼和大型容器。



48.7 使用合成聚合物對環境的影響 (頁77)

在討論使用合成聚合物對環境的影響時，有許多因素需要考慮。這並非通過簡單的辯論，便說合成聚合物對環境有害。一些相關的重點總結如下：

- 合成聚合物由石油製成，石油是一種有限的資源。
- 大多數合成聚合物是生物不可降解的。合成聚合物廢物被埋藏在堆填區時，多年後都不會出現變化。替代堆填的另一方法是焚化，焚化廢物所放出的熱或可作其他用途。然而，一些合成聚合物燃燒時會產成有毒氣體，例如燃燒PVC會產生氯化氫或二噁英，因此設計的焚化爐必須能把這些氣體從排放的廢氣中去除。



48.7 使用合成聚合物對環境的影響 (頁77)

- 與相同大小的玻璃或鋁製容器相比，許多合成聚合物容器需要較少的能量來製造。
- 使用合成聚合物製造絕緣物料可減少能量散失。
- 合成聚合物容器很輕巧，運送它們所需的能量較少。
- 合成聚合物包裝可以預防食物變壞，從而減少食物浪費。
- 用於水、煤氣、污水和通信電纜的合成聚合物管道不會生鏽，因此不必經常更換。
- 環境中的合成聚合物廢物會對鳥類和海洋動物造成傷害。



48.7 使用合成聚合物對環境的影響 (頁77)

合成聚合物廢物在堆填區多年都沒有變化



環境中的合成聚合物廢物會對海洋動物造成傷害



以合成聚合物製造的污水管





48.8 循環再造合成聚合物 (頁78)

把合成聚合物循環再造取代棄置於堆填區或焚化，是減少對環境造成影響的有效方法。然而，以低成本成功循環再造合成聚合物是一個重大挑戰。

熱固性塑膠不能熔化和循環再造 — 如果受熱，它們會在熔化前分解。另一個主要困難是由於不同的合成聚合物具有不同的性質，混有不同的合成聚合物的廢物的用途有限。因此，廢物在循環再造前需要先分類。



48.8 循環再造合成聚合物 (頁78)

為了促進有效回收，業界已創立了一套七個塑膠分類標誌。這些標誌被壓印於廣泛發售的產品的底部。

七個塑膠分類標誌用於各種用途的例子

| 塑膠分類標誌 | 用途的例子 | |
|---|-----------------|---|
|  PET 聚對苯二甲酸乙二酯 | 盛載含二氧化碳飲料的瓶子、水瓶 |  |
|  HDPE 高密度聚乙烯 | 牛奶容器、化妝品瓶 |  |
|  PVC 聚氯乙烯 | 排水管、瓶子、地磚、浴簾 |  |



48.8 循環再造合成聚合物 (頁78)

七個塑膠分類標誌用於各種用途的例子

| | | |
|---|---------------------|---|
|  低密度聚乙烯 | 包裝薄膜、乾洗袋、麵包袋、洗滌瓶 |  |
|  聚丙烯 | 蕃茄醬瓶、人造牛油盒、藥瓶 |  |
|  聚苯乙烯 | CD 盒、用完即棄的容器和餐具 |  |
|  其他塑膠 | 盛載三至五加侖水的可再用膠瓶、嬰兒奶瓶 |  |



關鍵詞彙 (頁80)

| 晶狀的 | Crystalline | 無定形的 | Amorphous |
|-------|---------------------|--------|----------------------|
| 硫化作用 | Vulcanisation | 生物可降解的 | Biodegradable |
| 聚乳酸 | Polyactide | 乳酸 | Lactic acid |
| 加工過程 | Fabrication process | 注塑法 | Injection moulding |
| 擠塑法 | Extrusion moulding | 吹塑法 | Blow moulding |
| 真空成型法 | Vacuum forming | 壓塑法 | Compression moulding |



摘要 (頁81)

1 下表比較低密度聚乙烯和高密度聚乙烯的結構和性質：

| | 低密度聚乙烯 | 高密度聚乙烯 |
|----|---|---|
| 結構 | <ul style="list-style-type: none">• 聚合物鏈較短，有很多支鏈• 聚合物鏈不能有規律且緊密地排佈；較多無定形的區域• 聚合物鏈之間的范德華力相對較弱 | <ul style="list-style-type: none">• 呈直線和含較少分支• 聚合物鏈能緊密地排佈；較多晶狀區域• 聚合物鏈之間的范德華力相對較強 |
| 性質 | <ul style="list-style-type: none">• 低熔點• 柔韌 | <ul style="list-style-type: none">• 高熔點• 較剛挺 |

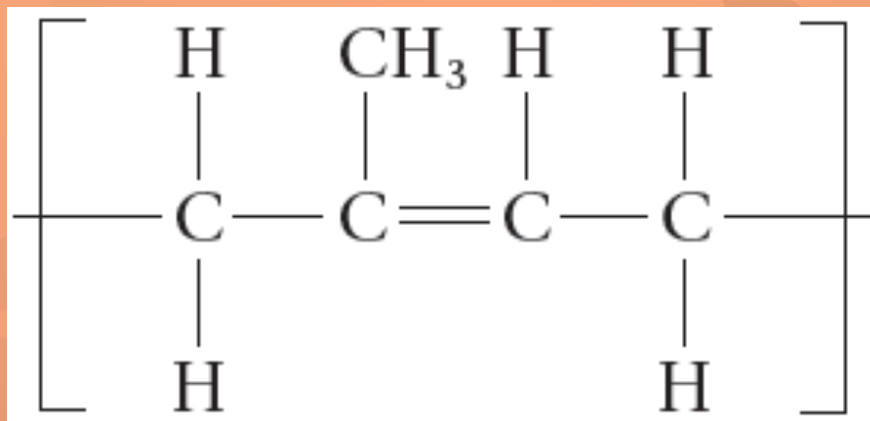


摘要 (頁81)

2 下表比較尼龍-6,6 和凱庫勒的結構和性質：

| | 尼龍-6,6 | 凱庫勒 |
|----|------------------------------------|--------------|
| 相似 | 兩者的聚合物鏈中都有 C=O 基團和 N-H 基團，鏈之間都有氫鍵。 | |
| 相異 | 聚合物鏈的主鏈中的單鍵易於旋轉，使聚合物鏈較柔韌。 | 苯基團使聚合物鏈較剛挺。 |

3 a) 天然橡膠的重複單位是





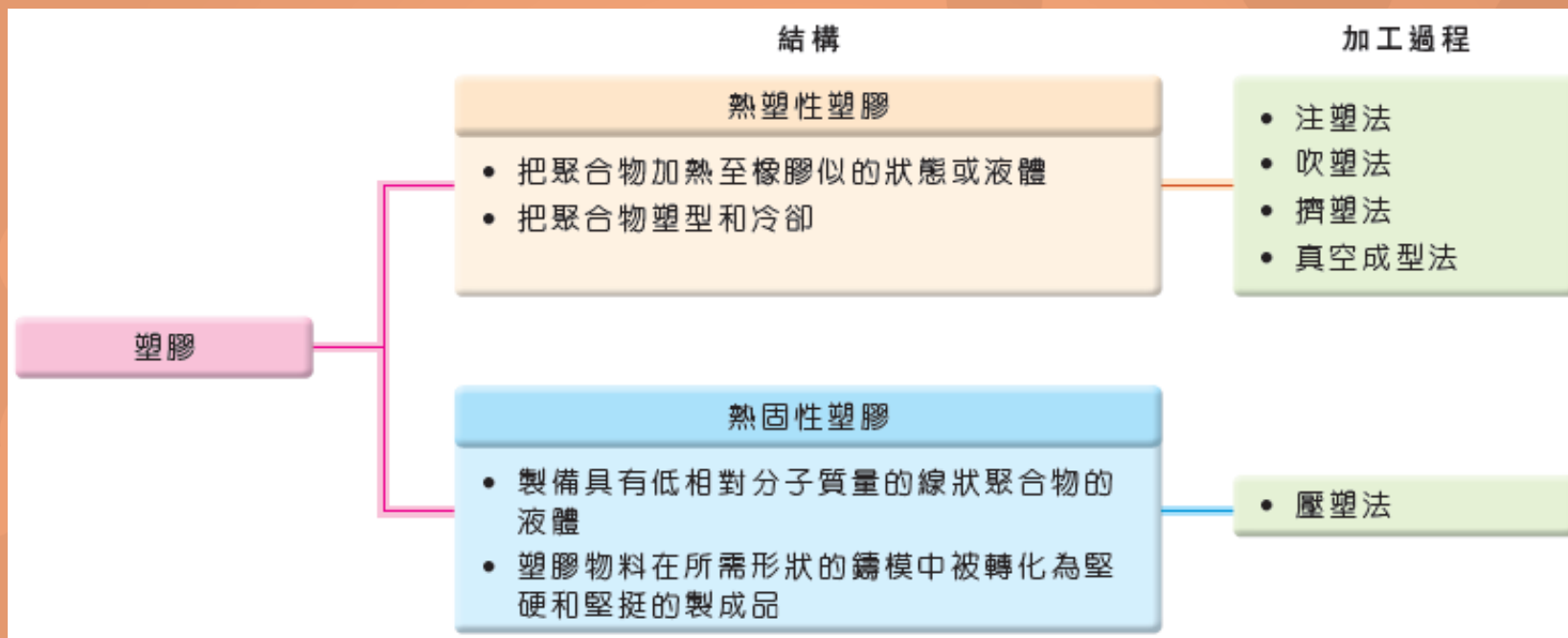
摘要 (頁81)

- 3 b) 硫化塑膠比天然塑膠更堅固和堅硬。由於有交鍵連繫，前者的聚合物鏈不易互相滑過。
- 4 a) 生物可降解塑膠是能在環境中自然分解的塑膠。
- b) 聚乳酸（**PLA**）是一種衍生自乳酸（2- 羥基丙酸）的生物可降解的熱塑性塑膠。
- c) 乳酸可通過把來自玉米和蔗糖的糖發酵製得。



摘要 (頁81)

5 下圖總結了熱塑性塑膠和熱固性塑膠的結構及加工過程。



6 以下是處理塑膠廢物常用的三種方法：

- a) 堆填；
- b) 焚化；及
- c) 循環再造。



按節練習 (頁83)

註：題目按難度由淺至深（**1**至**5**級）分類：

題目以**3**級或以上程度為目標；

 題目以**4**級或以上程度為目標；

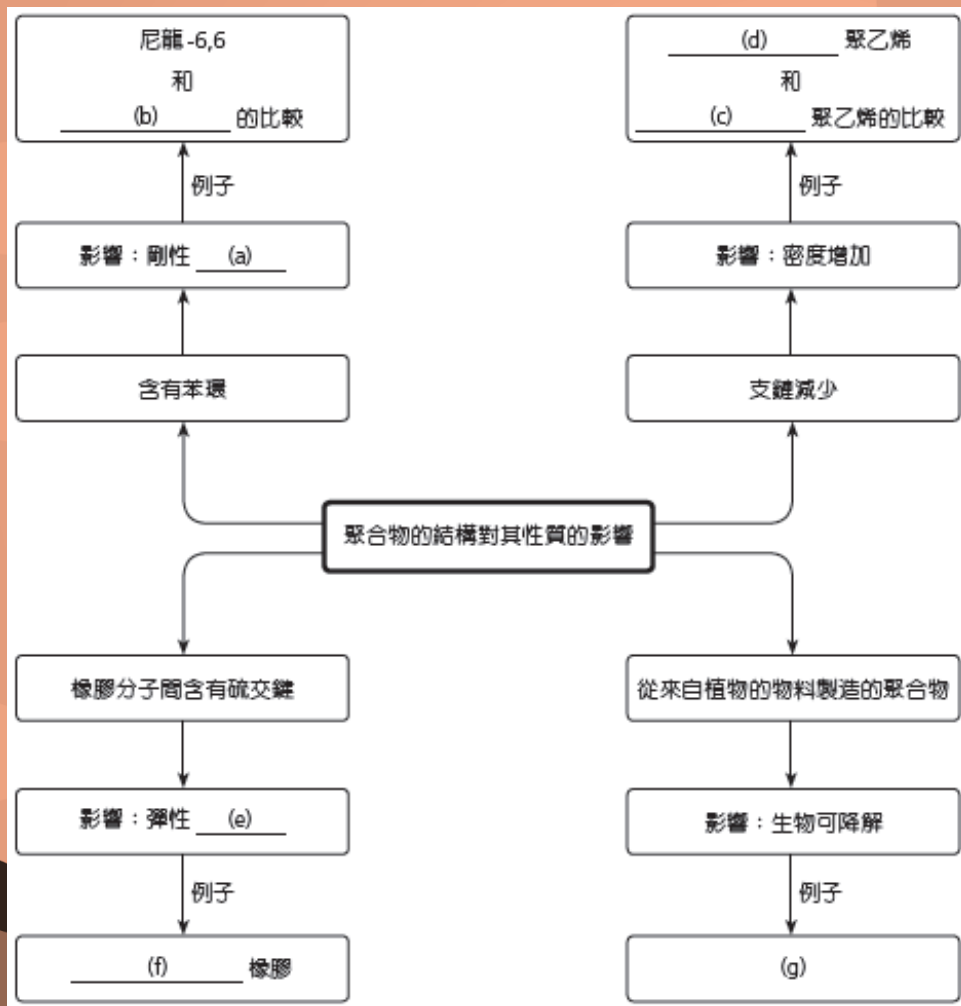
 題目以**5**級程度為目標。

 顯示有效的傳意可取一分。

按節練習 (頁83)

第一部分 知識和理解

1 完成以下概念圖。



- a) 增加
- b) 凱庫勒
- c) 高密度
- d) 低密度
- e) 增加
- f) 硫化
- g) 聚乳酸



按節練習 (頁83)

第二部分 多項選擇題

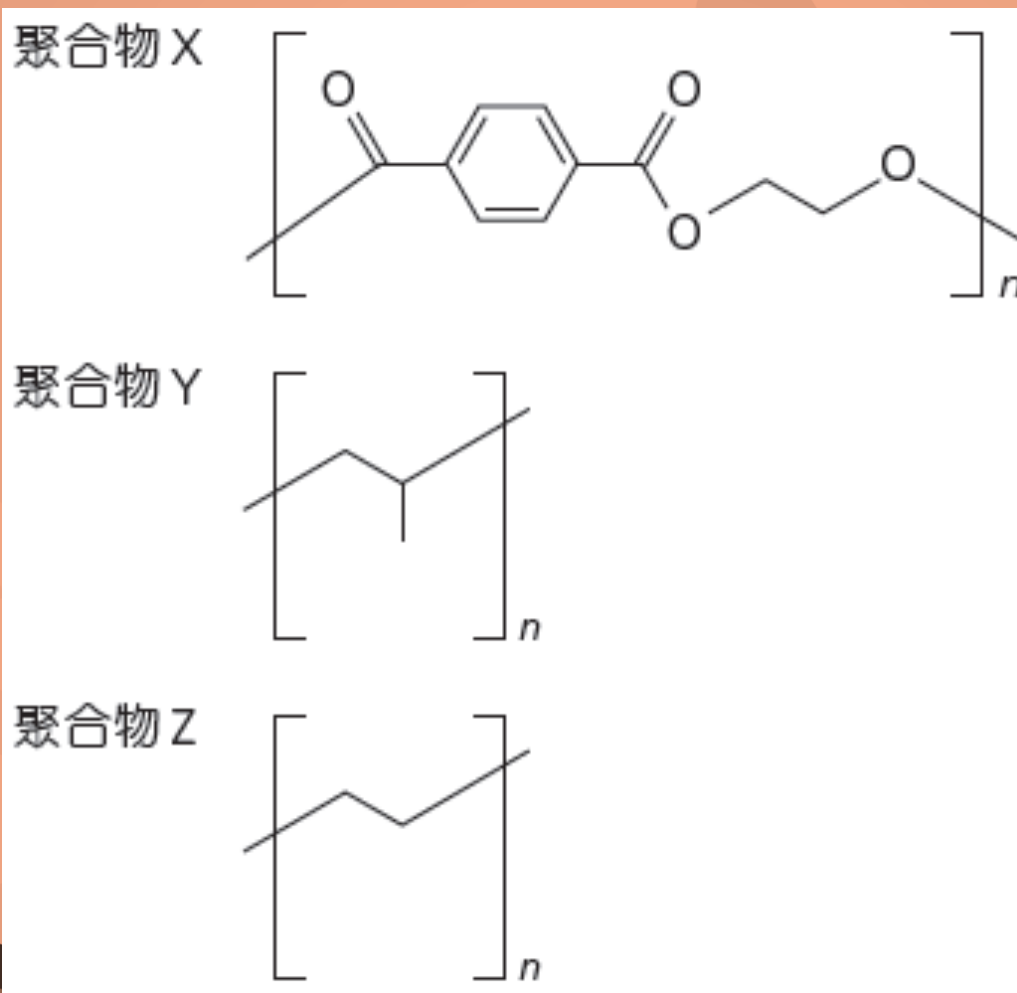
- 2 下列哪項有關熱塑性塑膠和熱固性塑膠之間的比較正確？
- A 熱塑性塑膠的密度比熱固性塑膠的高。
 - B 熱塑性塑膠的柔韌性通常比熱固性塑膠的低。
 - C 熱塑性塑膠比熱固性塑膠更易燃。
 - D 熱塑性塑膠只能塑造一次，熱固性塑膠則易於重新塑造。

答案: C



按節練習 (頁83)

指示：參照下圖所示的三種聚合物，然後回答第3 和4 題。





按節練習 (頁83)

3 下列的聚合物中，何者是縮合聚合物？

- A 只有X
- B 只有Y
- C 只有X 和 Z
- D 只有Y 和 Z

答案: A

聚合物X 是縮合聚合物。
它由兩個單體生成。



按節練習 (頁83)



4 下列哪項是這些聚合物的抗張強度的遞增次序？

- A $X < Z < Y$
- B $Y < X < Z$
- C $Y < Z < X$
- D $Z < Y < X$

答案: D

- 聚合物X 含有C=O 基團。該聚合物分子之間存在偶極- 偶極相互作用。聚合物Y和Z 的非極性分子之間存在范德華力。
- 偶極- 偶極相互作用較非極性分子之間的范德華力強。因此，聚合物X 的強度較聚合物Y 和Z 的高。
- 聚合物Y 的分子體積較聚合物Z 的大。因此，聚合物Y 中的范德華力較聚合物Z 中的強。
- 聚合物Y 的強度較聚合物Z 的高。



按節練習 (頁83)

5 下列哪種加工過程通常用於製造聚丙烯瓶子？

- A 吹塑法
- B 壓塑法
- C 注塑法
- D 真空成型法

答案: A



按節練習 (頁83)

- 6 下列哪種加工過程通常用於製造塑膠排水管？
- A 吹塑法
 - B 壓塑法
 - C 擠塑法
 - D 注塑法

答案: C



按節練習 (頁83)

7 下列哪種加工過程通常用於製造供兒童使用的熱固性塑膠餐具？

- A 吹塑法
- B 壓塑法
- C 擠塑法
- D 真空成型法

答案: B



按節練習 (頁83)

8 下列哪種加工過程通常用於製造塑膠瓶蓋？

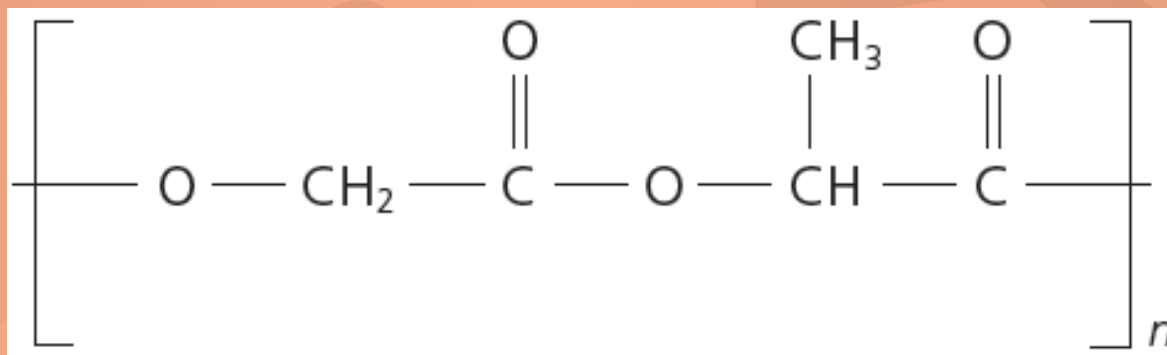
- A 壓塑法
- B 擠塑法
- C 注塑法
- D 真空成型法

答案: C



按節練習 (頁83)

所示的聚合物X，然後回答第9和10題。聚合物X常用於縫合傷口。



醇酸（ HOCH_2COOH ）和另一種單體M經聚合作用製成。



按節練習 (頁83)



9 單體M的結構是甚麼？

A $\text{HOOCCH}(\text{CH}_3)\text{COOH}$

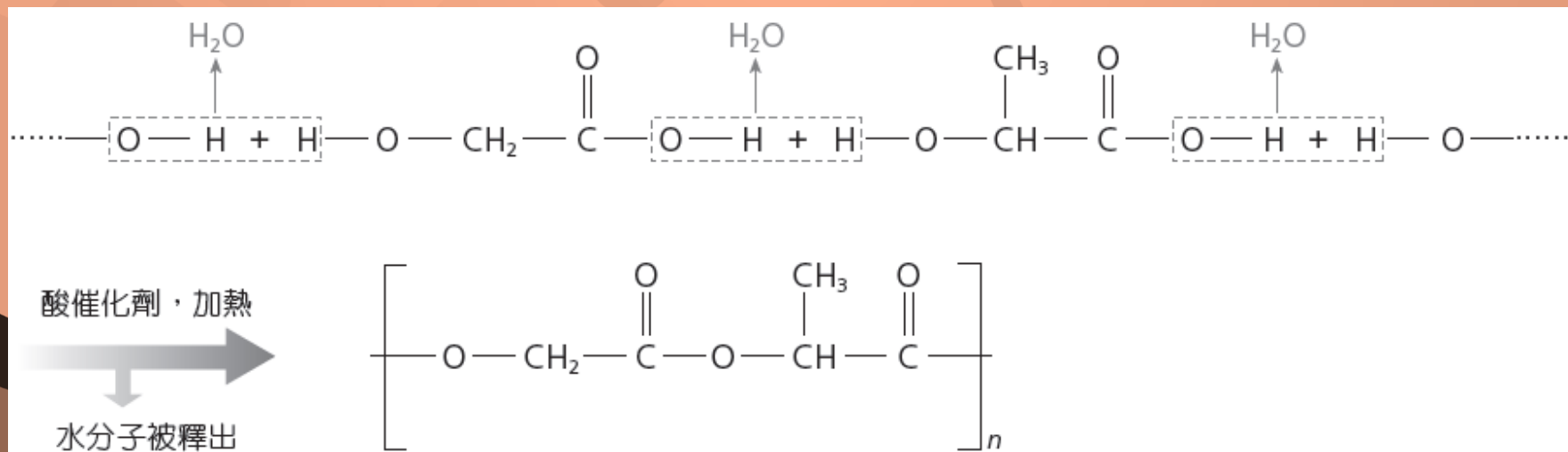
B $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$

C $\text{HOCH}(\text{CH}_3)\text{COOH}$

D $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$

答案: C

聚合物X是通過乙醇酸 (HOCH_2COOH) 和 $\text{HOCH}(\text{CH}_3)\text{COOH}$ 之間的縮合聚合作用製成的。





按節練習 (頁83)

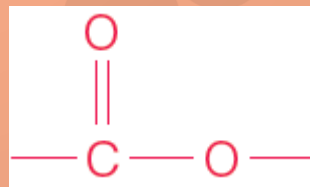
10 下列哪些有關聚合物X 的陳述正確？

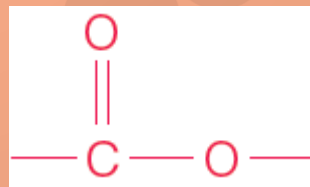
- (1) 它是熱塑性塑膠。
- (2) 它是加成聚合物。
- (3) 它可被人體內的水水解。

- A 只有(1) 和(2)
- B 只有(1) 和(3)
- C 只有(2) 和(3)
- D (1)、(2) 和(3)

答案: B

(2) 聚合物X 是縮合聚合物。



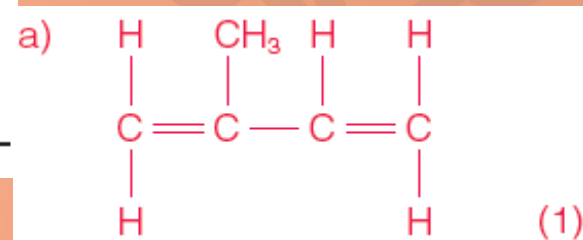
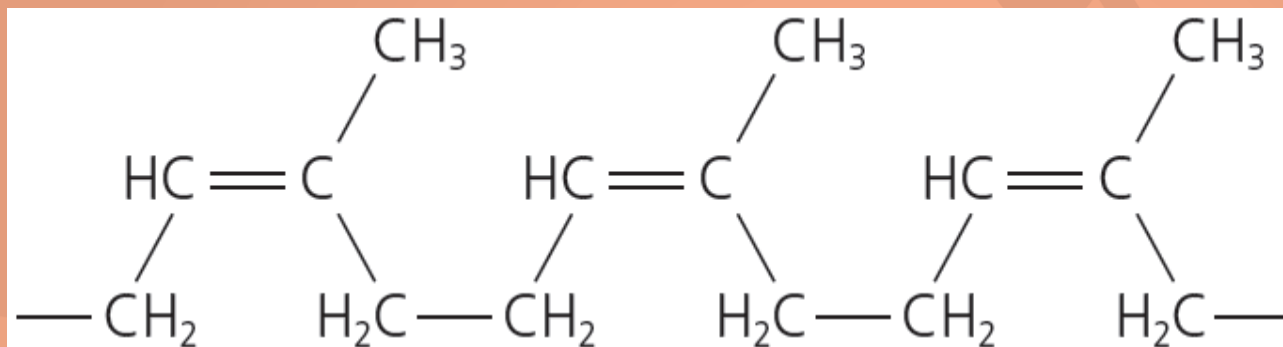
(3) 酯鍵合 () 可被人體內的水水解。



按節練習 (頁83)

第三部分 結構性問題

11 天然橡膠的部分結構顯示如下：



- 繪出天然橡膠的單體的結構。
- 在天然橡膠的硫化作用中，硫扮演甚麼角色？

硫與聚合物鏈中的一些 C=C 鍵反應，聚合物鏈之間有交鍵生成。

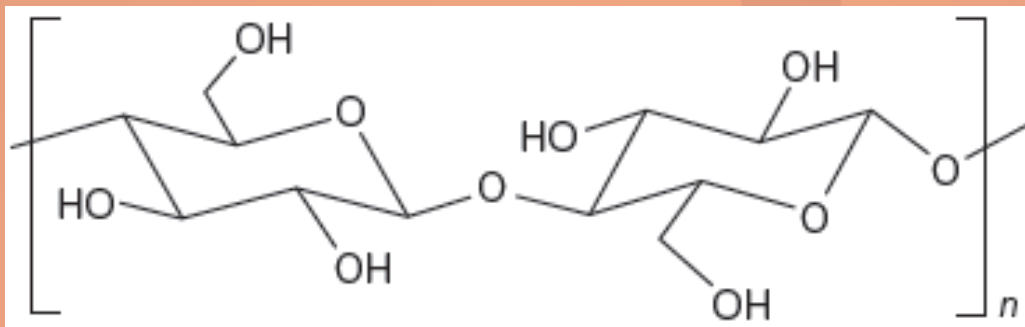
- 解釋為甚麼天然橡膠經硫化作用後會變硬。
由於有交鍵連繫，聚合物鏈不易互相滑過。

(1)



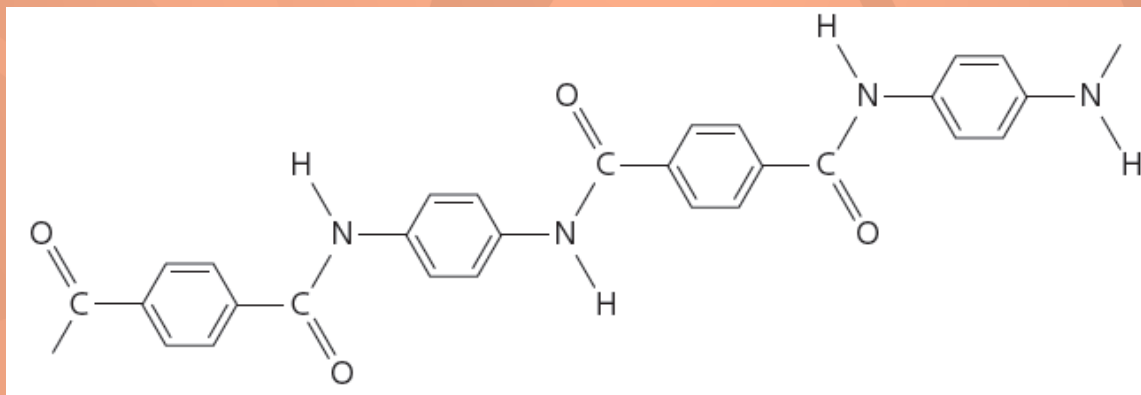
按節練習 (頁83)

12 a) 纖維素是一種天然聚合物，它的結構顯示如下：



解釋為甚麼纖維素被視為對環境友善。

b) 凱庫勒的部分結構顯示如下：



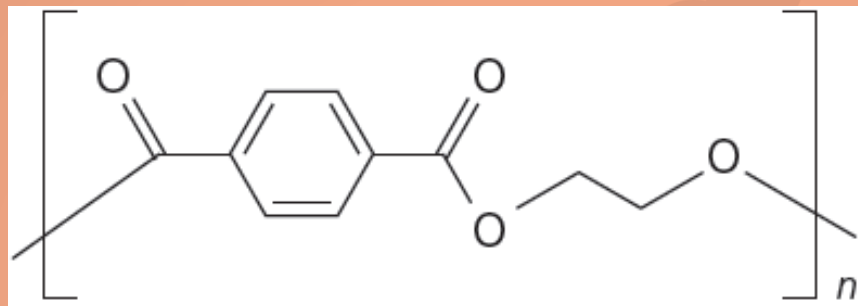
參照以上結構，給出兩項理由說明為甚麼凱庫勒是剛性的。

(HKDSE, Paper 2, 2016, 2(a)(i), (iii))



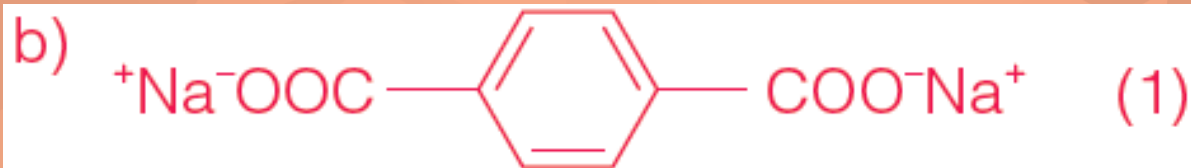
按節練習 (頁83)

13 PET 是一種聚酯，其結構顯示如下：



- a) 聚酯鏈藉分子間引力連繫在一起。指出這種引力的類別。
- b) 一名學生把PET 與過量的NaOH(aq) 回流加熱。該名學生從混合物分離出一種固體鹽和一種有機液體。繪出這些生成物的結構。

偶極- 偶極相互作用 (1)

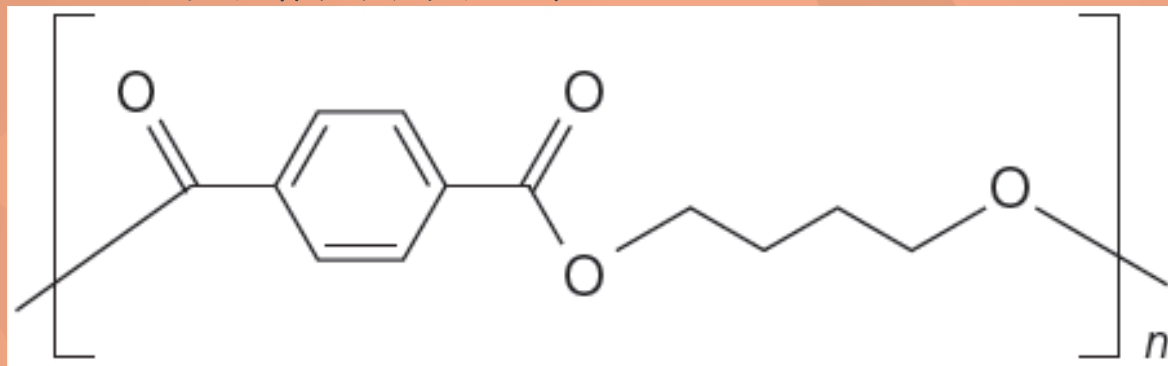




按節練習 (頁83)

13 (續)

c) PBT 的結構顯示如下：



解釋為甚麼PBT 的柔韌性比PET 的高。

PBT 和PET 的聚合物分子的C=O 基團之間存在着偶極- 偶極相互作用。

與PET 相比，PBT 的每單位長度含有較少的C=O 基團。 (1)

PBT 的聚合物分子之間有較少的偶極- 偶極相互作用。 (1)

PBT 的聚合物分子可較容易互相滑過。 (1)



按節練習 (頁83)

14 把以下聚合物按其強度的遞增次序排列。



尼龍-6,6

聚乙烯

聚氯乙烯

根據聚合物分子之間的引力，解釋你的答案。

強度的排序：

尼龍-6,6 > 聚氯乙烯 > 聚乙烯 (1)

尼龍-6,6 含有 C=O 和 NH₂ 基團。尼龍-6,6 的分子之間有氫鍵存在。 (1)

聚氯乙烯含有帶極性的 C-Cl 基團。聚氯乙烯的分子之間有偶極-偶極相互作用。 (1)

聚乙烯的非極性分子之間只有范德華力存在。 (1)

這些聚合物的分子間引力的強度的遞減次序是：

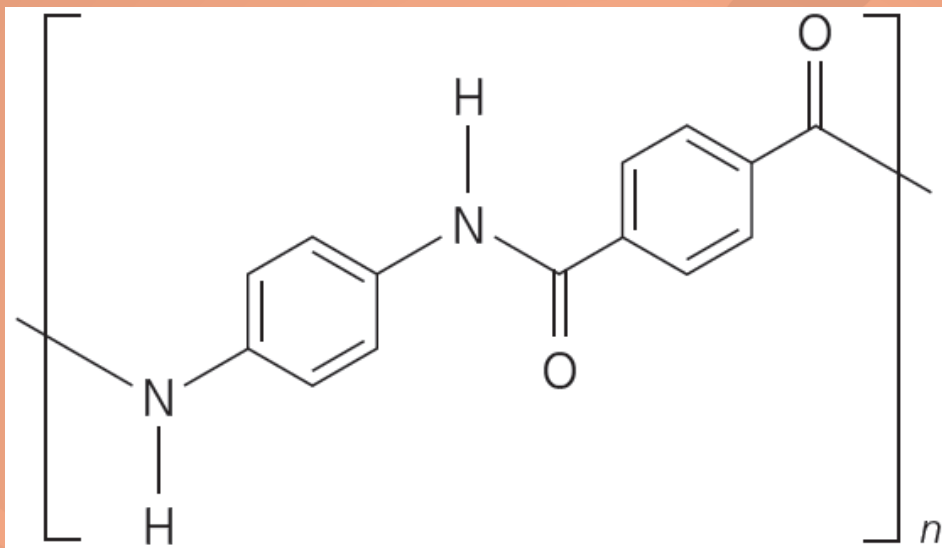
氫鍵 > 偶極-偶極相互作用 > 范德華力 (1)



按節練習 (頁83)

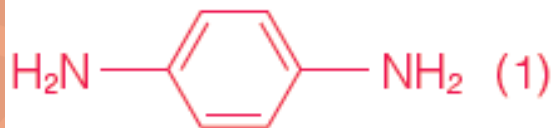


15 凱庫勒 (Kevlar) 的結構顯示如下：



- 繪出製成凱庫勒的單體的結構。
- 在分解凱庫勒中的酰胺鍵合時，需要甚麼反應條件？

a)



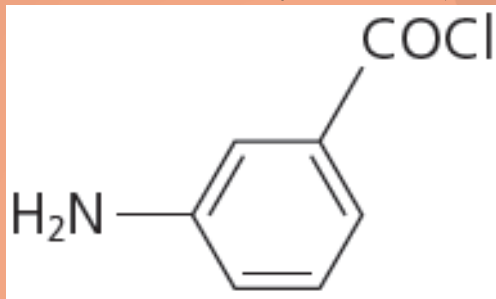
- 與稀 H_2SO_4 或 NaOH 溫和加熱 / 加熱 / 回流加熱 (1)



按節練習 (頁83)

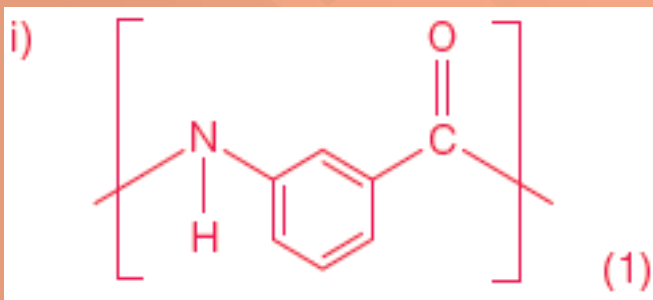
15 (續)

c) 聚合物P 由下圖所示的單體生成。



i) 繪出聚合物P 的重複單位。

ii) 提出為甚麼凱庫勒的強度遠高於聚合物P 的強度。



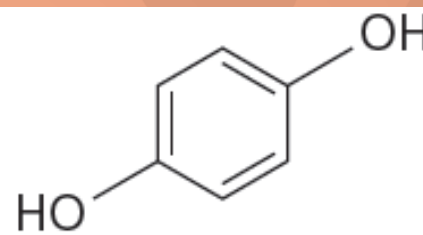
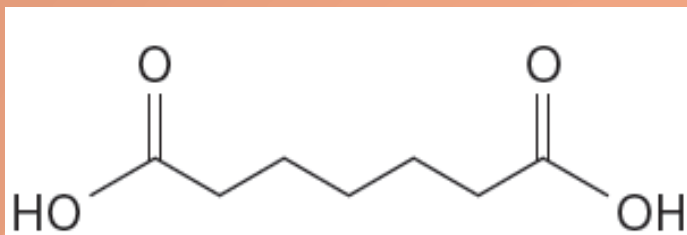
ii) 凱庫勒的聚合物鏈較為剛挺。該聚合物鏈之間的氫鍵較強。(1)



按節練習 (頁83)



16 聚合物P 由以下兩個單體生成。

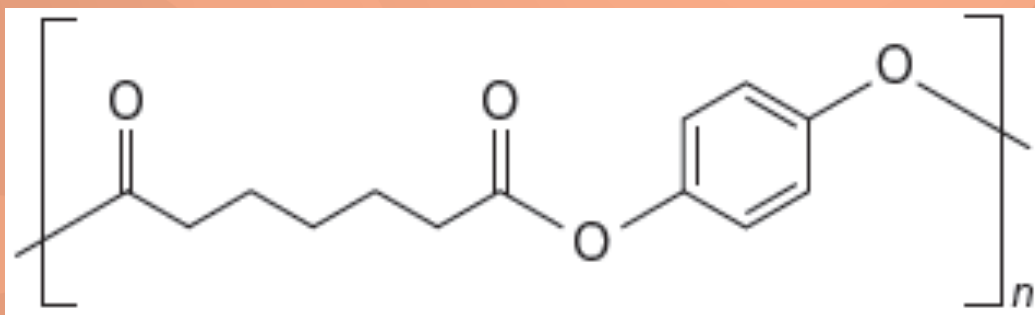


a) 這兩個單體通過縮合聚合作用反應，這個反應中有甚麼其他分子生成？

水

(1)

b) 繪出聚合物P 的結構。



(1)



按節練習 (頁83)

16 (續)

c) 其中一個單體被改變後，可用來製造一種更具剛性的聚合物Q，這聚合物的化學結構與聚合物P的相似。

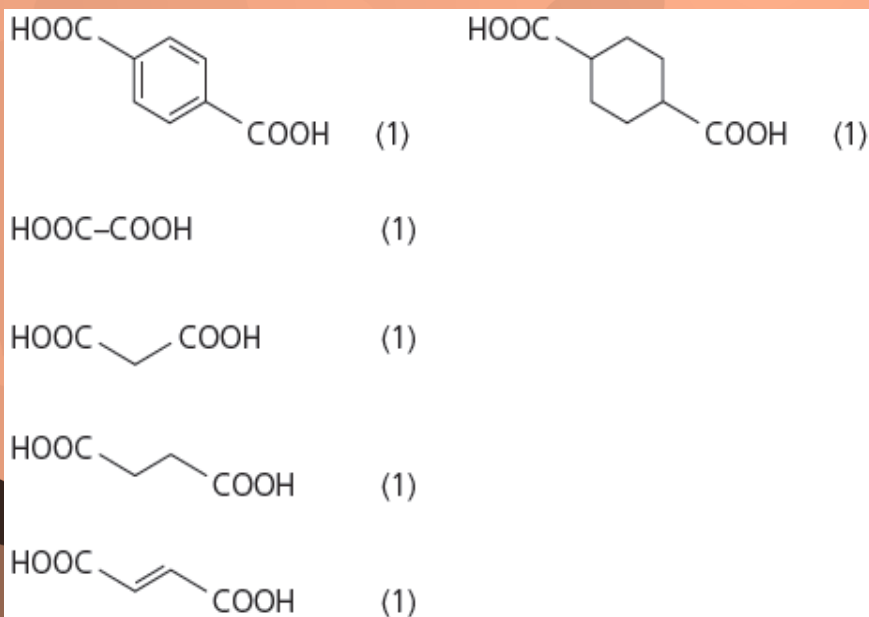
指出哪個單體可被改變，並提出新的單體的結構。

該酸應被改變成柔韌度較低的物料。

(1)

例子

以下任何一項：



(鏈的長度是重要的特徵)

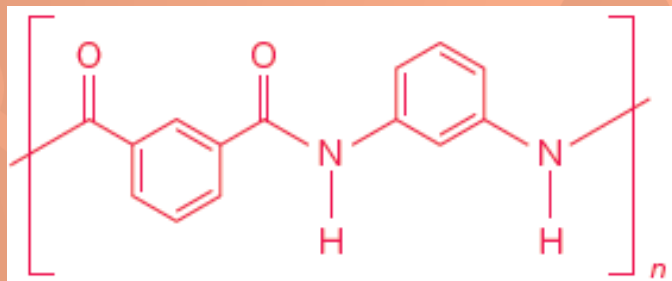


按節練習 (頁83)

17 下圖所示的兩個單體，經聚合作用生成縮合聚合物Nomex。



a) 繪出Nomex 的結構。



(1)

b) 「縮合聚合物」一詞是甚麼意思？

大量的單體分子通過縮合反應連結在一起，同時有簡單分子（例如水）被消去，便生成一個縮合聚合物。

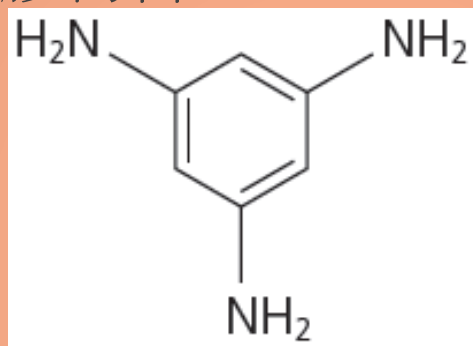
(1)



按節練習 (頁83)

17 (續)

- c) 部分二胺單體現被1,3,5- 三氨基苯代替，生成一種堅硬和具剛性的塑膠物料。



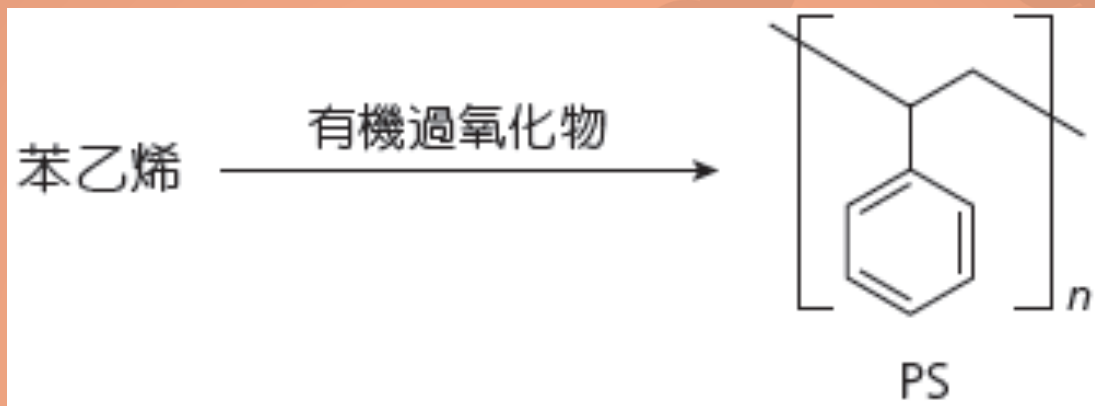
推斷這種塑膠物料的熱性質。

- c) 塑膠物料的聚合物鏈之間有交鍵。 (1)
由於塑膠物料具有巨型共價網絡結構，它受熱時不會融化。 (1)



按節練習 (頁83)

18 以下方程式顯示從苯乙烯生成聚苯乙烯 (PS) 。



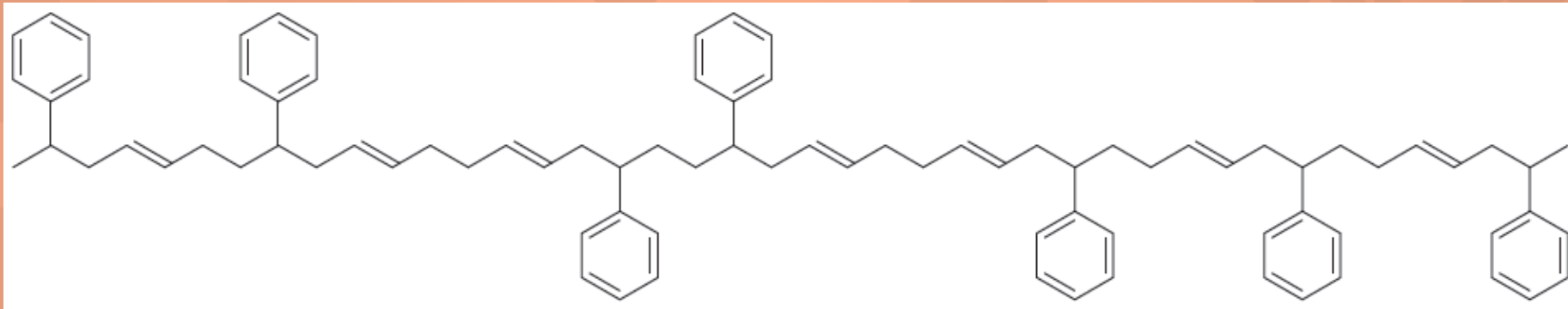
- 繪畫苯乙烯的結構。
- 寫出生成PS 所涉及聚合作用的類別名稱。
- 發泡PS 常用來製造盛載熱飲品的即棄杯子。
 - 解釋為甚麼發泡PS 具有良好的隔熱性質。
 - 建議一個製造發泡PS 杯子的成型方法。
 - 寫出兩個把由發泡PS 製成的物品再循環的困難。



按節練習 (頁83)

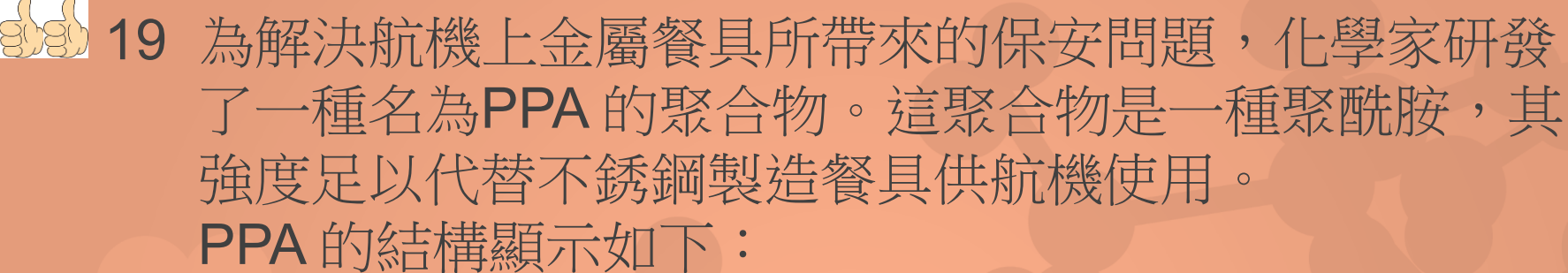
18 (續)

d) 苯乙烯可與丁-1,3-二烯聚合以得出耐衝擊聚苯乙烯 (HIPS)，而其中的單體隨機地連接在一起。某HIPS的部分結構顯示如下：



提出為甚麼HIPS 的硬度比PS 的較低。

(HKDSE, Paper 2, 2015, 2(b))

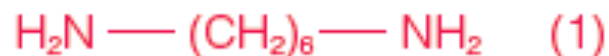




按節練習 (頁83)

19 (續)

a) 繪出能用作生成PPA 的兩個單體的結構。

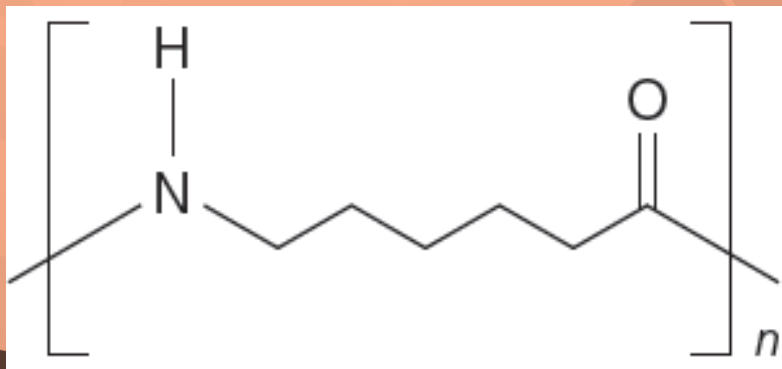


b) PPA 是一種縮合聚合物。

「縮合聚合物」一詞是甚麼意思？

b) 大量的單體分子通過縮合反應連結在一起，同時有簡單分子（例如水）被消去，便生成一個縮合聚合物。 (1)

c) 尼龍-6 是由單一個單體製造的聚酰胺，其結構顯示如下：

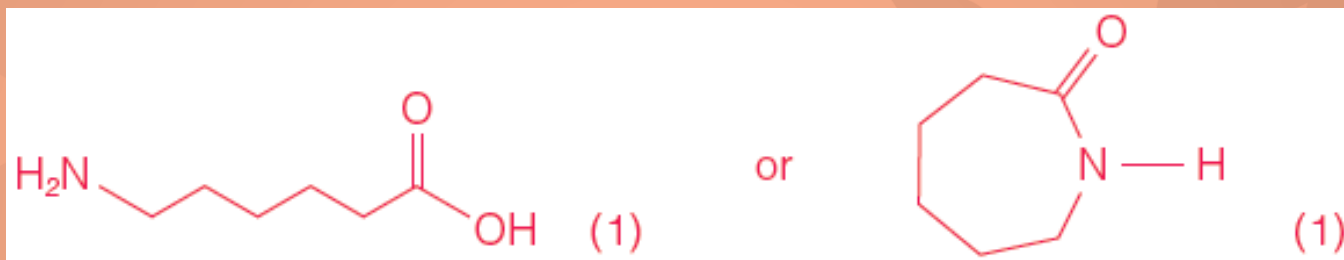




按節練習 (頁83)

19 (續)

i) 繪出能用作生成尼龍-6 的單體的結構。



ii) PPA 比尼龍-6 有較多的晶狀區域，這使PPA 的熔點較尼龍-6 的高。根據涉及的分子間引力解釋PPA 的高熔點。

ii) PPA 的聚合物鏈的排佈較尼龍-6 的聚合物鏈的排佈更緊密。 (1)
因此，PPA 中的分子間引力較強。 (1)
要熔化PPA，需要較多的熱來克服較強的分子間引力。



按節練習 (頁83)

19 (續)

d) 指出PPA 製品和聚烯製品在生物降解性上的差異，並加以解釋。

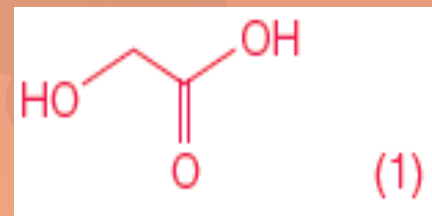
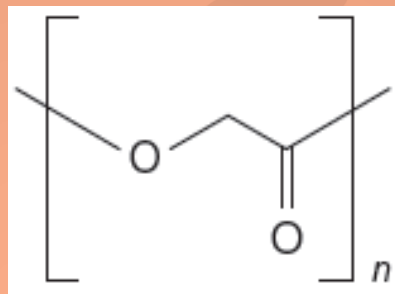
d) PPA 製品是生物可降解的，聚烯製品則不是。(1)
PPA 是聚酰胺，它會迅速被酸 / 鹽基 / 酶水解。(1)



按節練習 (頁83)

20 聚乙醇酸 (PGA) 是一種聚合物，經研發用作塑膠瓶內壁的塗層。

PGA 的結構顯示如下：



a) 繪出PGA的單體的結構。

b) 識別在聚合作用的過程中生成的另一種生成物，並解釋這種聚合為甚麼被稱為縮合反應。

H_2O (1)

一個小分子 / H_2O 被消去。 (1)



按節練習 (頁83)

c) 以化學辭匯解釋，為甚麼棄置**PGA**比棄置以烴為基礎的合成聚合物對環境造成的傷害較低。

c) 以下任何一項：

- 聚酯在有酸或鹼的條件下會穩定地被水解。 (1)
- **PGA** 是生物可降解的。 (1)
- **PGA** 的碳含量較低，焚化時較易完全燃燒。 (1)



按節練習 (頁83)

21 下圖顯示一個以聚乙烯 (PE) 製造的止咳水膠樽：



- 建議一個製造這膠樽的成型方法。
- 寫出兩種常見的PE。從分子層面，解釋哪一種PE 較適合用來製造這膠樽。
- 從分子層面，解釋為甚麼以聚對苯二甲酸乙二酯 (PET) 製造的膠樽，一般會比以PE 製造的膠樽較硬。

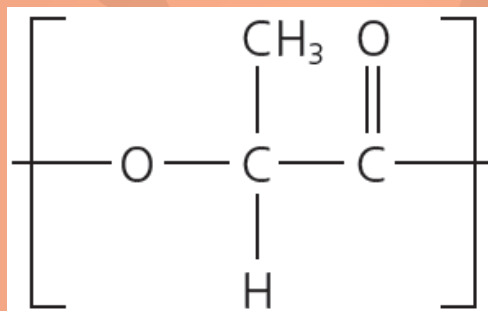
(HKDSE, Paper 2, 2014, 2(c))



按節練習 (頁83)

21 (續)

d) 有些人從環保的角度建議，由使用PE 和PET 轉向使用聚乳酸（PLA）來製造這類膠樽。下面顯示PLA 的重複單位：



- i) 已知PLA 可由乳酸經酯化作用聚合製得。寫出乳酸的結構。
- ii) 解釋為甚麼這轉向可能對環境友善。
- iii) 舉出以PLA 廣泛取代PE 和PET 的一個潛在問題。

(HKDSE, Paper 2, 2014, 2(c))



按節練習 (頁83)

22 就以下每種塑膠物品，提出一種合適的成型方法。

a)



食物盤

b)



垃圾桶

c)



毛巾桿

d)



電源插座

e)



盛載橙汁的瓶子

- a) 真空成型法
- b) 注塑法
- c) 擠塑法
- d) 壓塑法
- e) 吹塑法