



天生

材料科學與設計

我材

MATERIAL

The Life of Things

TALES

教師指南

主辦

Presented by



籌劃

Organised by



巡展策劃

A Touring Exhibition from



科學合作夥伴 (香港)

Scientific Partner in Hong Kong



展覽設計

Exhibition Design by



建議教案

目的

- ✓ 培養以科學的方法、批判及創造性的思考能力，以及在單獨或與他人協作的情况下解決與科學有關問題的能力

學習成果

- ☞ 了解不同材料的特性
- ☞ 發展和應用共通能力(例如溝通能力、批判思考能力、協作能力和創造力)及與學科有關的技能，及正面的價值觀和積極態度

聯繫課程

- 📎 小學常識科：
日常生活中的科學與科技
- 📎 科學科(中一至中三)：
從原子到材料
- 📎 化學科(中四至中六)：
物料化學

科學探究概念

觀察是進行探究式學習不可或缺的部分。我們會用到多種感官(聽覺、視覺、觸覺等)進行觀察。對科學家而言，擁有良好的觀察技巧是至關重要的!

STEAM 概念

開放式的設計專題能激發學生創新思維。

提示學生思考以下問題：

- 你想達到的目的是甚麼?
- 產品的對象是誰?
- 你的設計有甚麼限制?

然後應用科學和數學概念來製作樣板。提醒學生設計的過程是不斷推陳出新的，就像科學一樣!

參觀前

- 為了讓學生了解材料如何影響我們的日常生活，請他們帶一件家居用品回校。
- 材料的特性會反映在其產品的外觀和質感。以小組形式，讓學生用不同的感官觀察他們帶來的用品：用手觸摸、用鼻嗅聞，並用眼睛細看!讓學生描述物品的質感，例如它們是軟的還是硬的?是光滑的，還是粗糙的?
- 讓學生辨認製造這些家居用品的材料。

參觀時

- 讓學生在參觀時完成趣味習作，以記錄參觀期間所作的觀察。
- 在是次展覽展出的倫敦設計博物館藏品中，有一些由不同材料製成的椅子。學生最喜歡哪一張椅子?

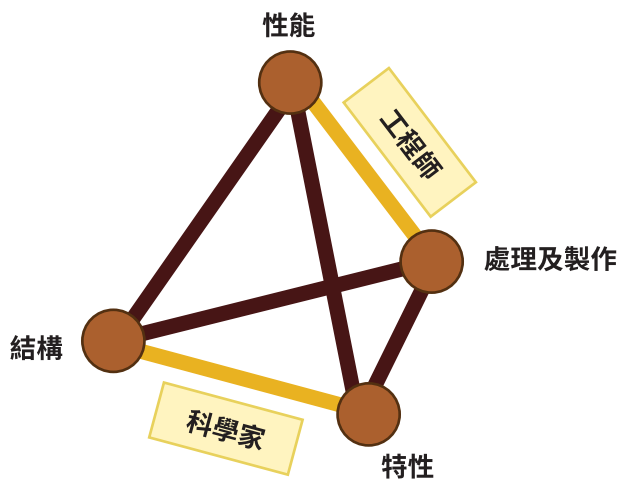
參觀後

- 讓學生扮演一名產品設計師，設計他們心中夢想的椅子!椅子由甚麼材料組成?它的形狀是怎樣的?讓學生畫出椅子，或把設計製作成簡單的椅子手工作品。
- 可指導能力較高的學生設計一張具特定功能的椅子，例如供嬰兒或長者使用，又或在戶外露營或課堂上學習使用等。列出製作中會用到的材料。
- 設計師在實際生產前，會先製作樣板。學生可利用美術用品或立體打印機製作椅子樣板。
- 歡迎將學生的作品與香港科學館分享!

教學資料

進入材料的世界

材料構成了我們身邊的一切物品!要製作出一件「好物」，就要選擇合適的材料。材料科學是一門跨學科科學，研究材料的結構、特性和應用。

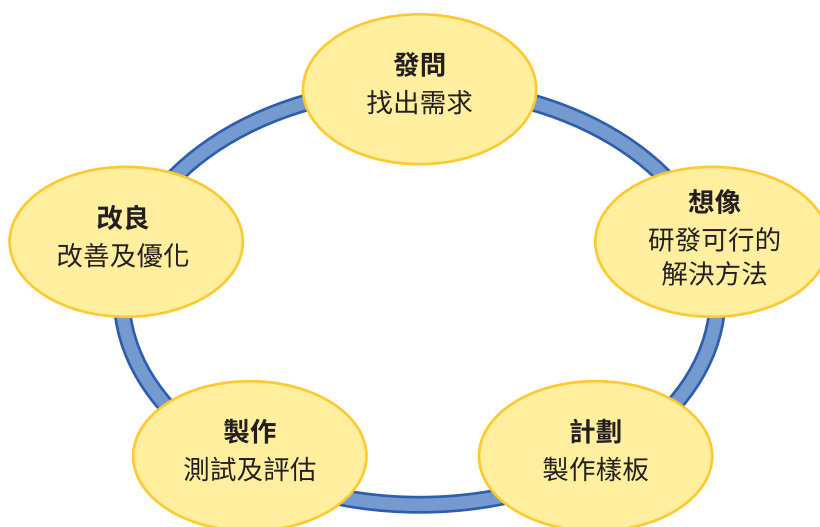


▲ 材料科學與工程學的關係密不可分

材料科學家會對材料的結構和特性，以及它們的形成方式進行研究，而材料工程師則會研究如何更好地把材料用於實際應用，並且優化材料的性能。此外，他們亦會合作開發創新材料，以解決一些人類正面臨的挑戰，例如不可再生資源枯竭和污染問題。

STEM 概念

如果「這是甚麼？為甚麼事情是這樣發生？」是你最喜歡發問的問題，那麼你就像科學家般思考。如果你較喜歡思考「我該如何解決這個問題？甚麼可以讓它變得更好？」，你就比較像是工程師了。



▲ 工程學設計過程

課堂思考

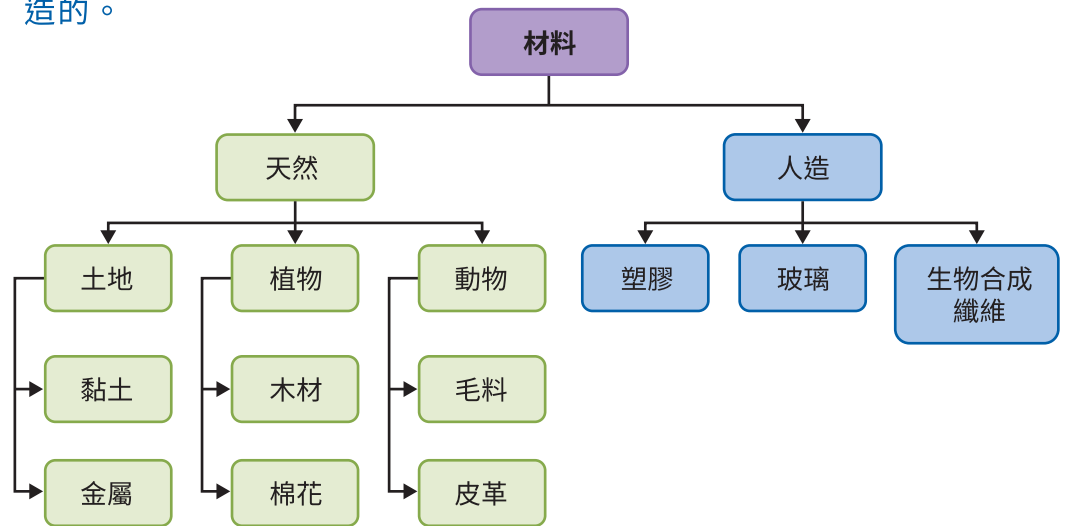
讓學生猜猜課室內常見物品的材料。例如，書本和校服都是由植物製成，但有趣的是，它們看起來卻截然不同！

課堂思考

比較由不同材料製成的相似類型物品，它們的功能和質感有甚麼分別？

甚麼是材料？

材料是製造物品的物質。它們可以是單一物質，又或由多於一種成分組合形成的材料（即複合材料）、有機的或無機的、天然的或是人造的。



▲ 一些常見材料的例子及其分類

由材料轉化成「物品」

材料的特性是指材料的特有性質。每種材料都有獨特的物理和化學特性。我們需根據材料的特性、美感、對環境的影響、功能和生產成本等條件，選擇合用的製作材料。

光滑



粗糙



硬



軟



有光澤



暗啞



不透明



透明



課堂思考

大多數硬木的密度比軟木高（因此亦更重），這是因為硬木的細胞組織結構間的孔隙較軟木少。而由於保存水分的孔隙更少，硬木也更防水。

課堂思考

參觀地球科學廳觀賞金屬礦石：黃鐵礦、磁鐵礦和赤鐵礦（鐵礦）；銅、黃銅礦和氯銅礦（銅礦物）等。

木材

木材是一種有機材料，數千年前至今仍用作燃料、製紙和建築材料。

- ▶ **硬木**源自開花植物，主要是落葉植物。它們生長緩慢，形成的木材密度較高。
- ▶ **軟木**來自裸子植物，例如常綠喬木。軟木較硬木生長得更快，形成的木材密度相對較低。
- ▶ **合成木**是人造木材，通常比天然木材更堅固耐用。例子包括層壓板和纖維板。



▲ 楊木火柴



▲ 蔗渣板是纖維板的一種

金屬

我們日常使用的大多數金屬材料都是合金。合金是由兩種或以上的金屬，甚至非金屬材料結合在一起的金屬材料，以提高強度、延展性、抗疲勞性或抗腐蝕性等性能。

- ▶ **鐵**是地球以質量計最多的元素，構成了地球外核和內核的大部分。鐵冶煉的發明和這技術的進步，令人類社會在約公元前 1,200 年開啟了鐵器時代。鐵具有高導熱性和導電性，但容易生鏽。



▲ 鑄鐵：鐵與碳組成的合金，因其成本低廉而廣泛用作結構材料



▲ 鋼：一種含碳量低於鑄鐵的鐵合金，具高韌性和抗拉強度



▲ 不銹鋼：鉻與鋼組成的合金，極抗腐蝕

課堂思考

根據人類工具的材料，史前時代可分為：石器時代、青銅器時代和鐵器時代。

- ▶ 銅是最早被開採和加工的金屬。銅獨特的橙紅色令人容易識認。銅的硬度低、延展性良好，抗腐蝕，並且是極佳的熱和電導體，這些特性令它被廣泛用於製造電纜和其他電器。黃銅和青銅是兩種常用的銅合金，它們都具有出色的抗腐蝕性。



▲ 銅線



▲ 青銅工具



▲ 銅管樂器

- ▶ 純鋁質地柔軟、具高延展性和導電性，被廣泛用於製造鋁箔和電纜。當與其他元素結合成合金時，鋁的強度可以顯著強化。低密度鋁合金因其輕巧的重量（其密度僅約為鋼的三分之一）而被廣泛應用於航天業。



▲ 鋁具有良好的反射能力，可以反射熱輻射，保持身體溫暖。



▲ 鋁可循環再用。易拉罐在去除塗層後，可以回收再用。



▲ 鋁合金具高強度重量比，能減輕飛機重量，從而降低油耗。

課堂思考

陶瓷可見於許多古建築，當中包括埃及的金字塔和中國的萬里長城。至今，混凝土（一種由沙、碎石和水泥混合而成的材料）由於其低成本而成為主流的建築材料。

陶瓷

陶瓷是一種既非金屬，亦非有機的材料。傳統陶瓷以黏土製成。當濕潤而黏稠的黏土在塑形後經高溫燒製，黏土的物理和化學性質會發生變化，形成堅硬、抗腐蝕和易碎的陶瓷。不同的燒製溫度會形成不同的陶瓷製品：

- ▶ **陶器**在較低度（低於 $1,200^{\circ}\text{C}$ ）下燒製而成，外觀多孔且粗糙。
- ▶ **炆器**在中高溫（ $1,200^{\circ}\text{C} - 1,300^{\circ}\text{C}$ ）下燒製而成，光滑無孔。
- ▶ **瓷器**在高溫（ $1,200^{\circ}\text{C} - 1,450^{\circ}\text{C}$ ）燒製，外觀光滑、堅硬並帶光澤。



▲ 黏土製成的陶瓷，例如磚，是使用已久的結構材料



▲ 在電窯中燒製已乾的黏土

陶瓷不限於製造陶器和碟子。經過一系列特定的製造過程後，便能製造出工業用的高強度**先進陶瓷**。與易碎的傳統陶瓷不同，先進陶瓷具高強度、硬度、耐用性和韌性。先進陶瓷材料現已廣泛應用於電子、通訊、交通、醫療和太空探索等領域。



▲ 二氧化鋯是一種非常堅固且具生物相容性的先進陶瓷。二氧化鋯陶瓷牙冠可用於替代缺失的牙齒。



▲ 氧化鋁陶瓷是其中一個先進陶瓷的例子，常用於作為固定高壓電線的絕緣體。

課堂思考

地球科學廳內展示的黑曜石是一種天然玻璃，在熔岩急速冷卻而無法形成晶體時形成。

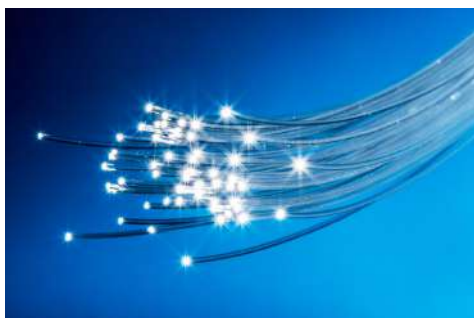
玻璃

玻璃是通過將矽砂高溫加熱至熔化成黏稠狀液體，並失去其原來晶體結構而製成的。隨着溫度急速下降，處於液態的分子沒有足夠的時間回復到原來的晶體排列，而是形成高度無序的排列。玻璃便處於一個介乎固體和液體之間的有趣狀態（即無固定形）。

- ▶ **矽酸玻璃**是由純二氧化矽製成，是最純淨的玻璃。它具極高透明度、物理和化學耐受性和穩定性，而對紫外線和紅外線的透射率亦非常高。這些特性使它成為製造光纖、實驗室玻璃器皿，以及傳輸紫外線和紅外線光學零件的理想材料。
- ▶ **鈉鈣玻璃**是最常用的玻璃。製造過程會加入蘇打灰以降低矽砂的熔點，同時亦會加入石灰以穩定混合物。它是一種經濟實用的玻璃，用途廣泛，從窗戶玻璃，以至盛載飲料和食品的玻璃容器，到電子設備的高壓絕緣體都會使用到。



▲ 矽砂是玻璃的原材料。



- ▲ 純矽酸玻璃不含干擾光通過的雜質。它具高機械強度，能抗拉伸和變形，亦使矽酸玻璃成為光纖製作材料的不二之選。

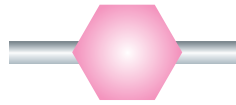


- ▲ 鈉鈣玻璃有良好的化學穩定性，硬度適中。它被認為是符合食品安全，通常用於儲存食物和飲料。

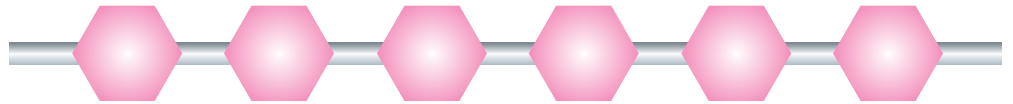
塑膠

塑膠是一種合成聚合物。聚合物是由許多稱為「單體」的細小單元分子組成。單體通過聚合反應重複連接一起。根據不同的單體和添加劑，所形成的塑膠會具有不同的特性，例如不同的強度、熔點和顏色。但就一般而言，塑膠大多重量輕、防水、導熱性低，並且易於模製成不同的形狀和尺寸。

單體



聚合物



大多數現代塑膠都是來自天然氣或石油等石油化工產品。隨着工業技術的進步，現在市場上已開始應用植物（例如玉米和甘蔗）來製造生物塑膠。



▲ 注塑成型是指將熔化的塑膠注入模具成型，並製成想要的形狀。注塑成型是製造塑膠製品（例如瓶蓋）的常用方法。



▲ 將熔化的塑膠充氣產生塑膠氣泡，氣泡冷卻時就會形成薄膜。薄膜再經切割和加工做成膠袋。

材料科學相關的經濟、環境和社會議題

物品的材料循環牽涉材料、環境和人類供求的相互作用。材料為我們建構了舒適的生活。不幸的是，物品的生產過程中每一步驟都會對環境造成各種負面影響，例如污染和破壞棲息地等。而過程中衍生的社會不平等和對勞工的剝削也不容忽視。毫無疑問，在經濟、環境和社會公義之間取得平衡是值得我們再三反思的。



課堂思考

以軟木和硬木為例與學生討論。

在**可持續性**方面，軟木的生長速度遠較硬木快，因此軟木可視為可再生材料。然而，硬木通常具更佳的耐用性，因此硬木製成品會更耐用。

而就**生態成本**而言，由於軟木生長週期較短，因而成本較低。

哪種材料更適合用於生產：

- 即棄筷子，以及
- 傢俱？

環保材料和可持續性

材料科學家和工程師愈來愈著重材料的可回收性和可分解度，冀能最有效地使用地球有限的資源。在設計產品時，理想的產品能符合以下條件：

- ▶ 減廢 —— 使用更少並且可生物降解的材料，從而產生更少廢物
- ▶ 可重用 —— 可多次重覆使用
- ▶ 可回收 —— 可再次加工成新的原材料再度使用



▲ 竹的生長速度快，屬可再生資源。



▲ 可生物降解食物包裝較塑膠包裝更環保。