



STEM Sir 自序

《STEM 在大嶼》是我今年的得意之作，我很希望把香港每一處都化身成 STEM 小教室，讓大家能夠從周邊環境開始學習 STEM 小知識。在過往不同的作品中，包括《玩轉 STEM —— 拆解 12 款玩具的科學原理》、《STEM 嘉年華——發掘遊樂場中的趣味科學》、《兒童地方誌》、《STEM 少年偵探團》，以及電視節目《STEM 精讀班》和《區區都有 STEM 》，都是希望讀者和觀眾能夠體會從生活、玩樂及社區中學習 STEM 的樂趣。

本次新作選擇由大嶼山出發開始遊歷學習，是因為我的人生就是在大嶼山開始。我的父親是一名懲教署職員，他曾在大嶼山對面的小島喜靈洲工作，因此我在嬰孩時期曾經在大嶼山的蔴埔坪居住。然而，嬰兒時候的記憶畢竟十分模糊，只是對父親去沙灘捉魚歸家「煮粥仔」的情境有點印象，其餘就只記得當時出入也要走一段大斜坡。而且，當時蔴埔坪的交通非常不便，大型家具和電器的搬運費用相當昂貴，印象之中父親曾經試過前面揹着兒子，背後揹負大雪櫃步行上山，相當厲害！

在幼稚園時期，我已經搬離大嶼山了。直至中學的宿營活動，才有機會再次踏足大嶼山。中學時期，要前往大嶼山就只能乘坐渡海小輪，船程要一個多小時。要在船上消磨時間，撲克、大富翁和 UNO 等桌上遊戲一定少不了；也總會有好幾位同學會來碗餐蛋麵，令整個船艙都充滿着濃烈的香味。我自己不太喜歡在船上進食，因為印象中船上的洗手間是極度恐怖的，如廁時要閉氣和步步為營，所以不進食就可以減少使用洗手間的需要……

目錄

STEM Sir 自序003

大嶼山地圖007

第一章：昂坪

1.1 昂坪纜車的建造與 STEM 008

1.2 天壇大佛中的巨大 STEM 024

1.3 心經簡林的特色建築與雕刻 038

1.4 從昂坪棧道看 STEM 052

第二章：大澳

2.1 水鄉中的 STEM：棚屋結構 068

2.2 石壁水塘看 STEM 086

一踏進梅窩碼頭，就會看見巴士站。巴士是紅黃色單層的，的士車身是藍色的，遠望見到水清沙幼的銀礦灣，充滿鄉郊的大自然氣息，感覺有如與城市隔絕的渡假區。從梅窩前往貝澳、大澳、石壁、昂坪等地，都是一條巴士路線就能去到。

直至香港國際機場遷至赤鱗角，港鐵東涌線列車開通，以及香港迪士尼樂園建成，令前往大嶼山變得更方便，讓市民及遊客能夠更快捷的與大自然連繫。

近年，政府大力推動大嶼山的發展，隨着港珠澳大橋的落成，大嶼山變成與世界及內地的連接點，加上填海工程及城市發展，將會為大嶼山帶來全新的景象。雖然如此，大嶼山各個地方仍然蘊藏着大量的天然資源，在古蹟中也盛載着不少歷史故事，而且當中更包含了不少古今的科學、科技、工程及數學的 STEM 元素。

《STEM 在大嶼》一書希望透過遊歷大嶼山的昂坪、大澳、東涌及梅窩 4 個景點，本着「邊走邊學 STEM」的精神，帶領讀者從另一個角度欣賞大嶼山的自然美，以及探索大嶼山所隱藏的 STEM 學術美。大家可以從書本中走進大嶼山 4 個景點，齊來發掘大嶼山海量的 STEM 知識，由此發現其實 STEM 已經在你身邊！



第三章：東涌

3.1 港珠澳大橋中的 STEM 106

3.2 從東涌炮台看 STEM 138

3.3 機場運輸中的 STEM 156

3.4 鐵路運輸系統的 STEM 182

第四章：梅窩

4.1 銀礦瀑布的形成與 STEM 206

4.2 銀礦洞中的神秘 STEM 222

4.3 從伍仙橋探索橋之 STEM 238

大嶼山地圖



1.1

昂坪纜車的

建造與 STEM



昂坪位於大嶼山的西南部，屬於鳳凰山山腰之上的一個高地，是一個清靜的地方。早在 1924 年，寶蓮禪寺（又稱寶蓮寺）已座落於昂坪此地，以往要前往昂坪就要在梅窩碼頭乘坐巴士，並要經過迂迴曲折的山路才能到達。

2006 年，連接大嶼山東涌及昂坪的架空索道系統——昂坪 360 落成，前往昂坪就變得方便得多了。



Technology

昂坪纜車中的科技

昂坪 360 的纜車一直採用**再生能源**，每個纜車車廂都設置兩塊太陽能充電板，負責儲電及供電給車廂內部使用，例如車廂內的 LED 燈、音訊裝置、無線接收器及喇叭等。太陽能充電板在日照時間會進行儲電，陰天和雨天就會供電，有助保護自然環境，減少碳排放。



車廂上方的太陽能充電板



車廂內的 LED 燈和音訊裝置

Engineering

昂坪纜車中的工程

昂坪 360 採用雙纜索的架空行車設計，是亞洲最長的雙纜索纜車系統。雙纜索分別是**承托纜**和**牽引纜**。承托纜是主要支撐纜車總重量的纜索，包括車廂重量及乘客重量。牽引纜則負責拉動車廂和「煞車」，使車廂在承托纜上運行。兩條纜索分工合作，最大優點是降低能源消耗以及減少纜塔數目，以保存沿途自然景觀。



牽引纜

承托纜



水鄉中的 STEM

2.1

棚屋結構



香港在開埠之前，只不過是一個小漁港，居民大多數過着「靠山食山、靠海食海」的生活，居住在內陸地區的居民務農維生，而靠近海邊地區的居民就從事漁業，當時他們分佈在香港仔、筲箕灣、大澳、長洲、青山灣、大埔、沙頭角及西貢市，組成不同的漁村，香港這八個地方在當年有「八大漁港」的美譽。

隨着時代變遷、經濟起飛及科技發展迅速，香港現已成為一個國際大都會。雖然如此，但是這些漁村仍然健在，部分仍保留着昔日樸素和迷人的風情，當中位於大嶼山西部的大澳，就是香港現存最著名的一條漁村。



月球與地球之間的距離變化也影響到潮汐的高度，當月球在近地點，潮汐的潮差會增加，在遠地點時潮汐的潮差會減少。而香港的潮汐屬於不正規半日潮，是指在一個月大部分時間內，每日有兩個漲潮和兩個退潮。每日的兩個漲潮的潮高都不相等，較高的漲潮，通常在冬季時會在夜間出現，而在夏季時則會在日間出現。

因為每天都要面對潮汐漲退問題，所以大澳居民才要把棚屋架空建築在水上，免受影響。



潮漲時的情況



潮退時的情況

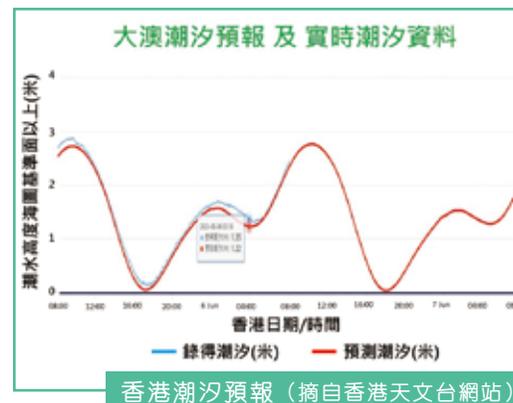
Technology

棚屋中的科技

運用潮汐數據

到香港天文台網站瀏覽「香港各地點的潮汐預報」資訊，市民就能得知本港 12 個地點每日最高及最低潮位的預測。天文台透過數據發現，在香港水域潮差和漲退潮出現的時間，有一個自東南至西北逐漸變化的現象。

「香港潮汐預報」及「香港實時潮汐資料」會顯示每日最高及最低潮位的預測的信息，潮漲潮退時間一目了然，有助為棚屋居民找出出海工作的最佳時機。





香港實時潮汐資料 (摘自香港天文台網站)

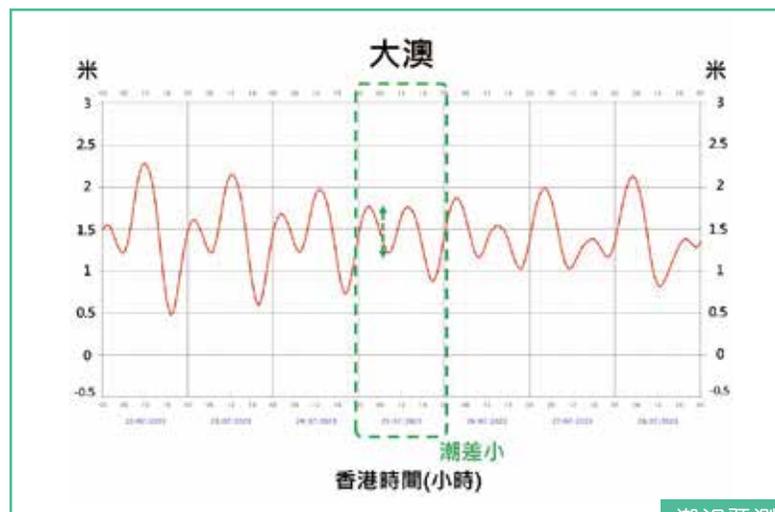
大澳設有**潮汐測量儀**，利用聲納回波的反射來計算海面與測量儀器之間的距離，從而推算海面的實際高度。

潮汐預測是由香港天文台利用調和法，分析各地點

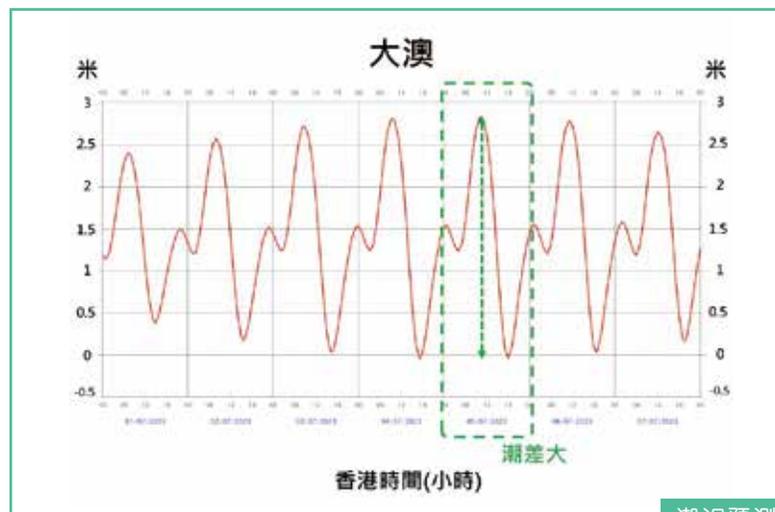
潮汐數據後所得。在潮汐表中，只列出每日漲潮和退潮出現的時間和高度。由於預測漲退潮出現的時間及高度只適用作平均氣象情況，故此實際氣象情況有機會與平均情況有距離，潮汐觀測與預測之間可能出現分別。如果出現極端天氣，例如熱帶氣旋，差別就會較大。



大澳潮汐站



潮汐預測



潮汐預測

棚屋中的工程

本土建築可以簡單定義為「沒有建築師的建築物」，而大澳棚屋則是熟知當地需要的本地人把建築融入環境中。棚屋的設計簡單，並富有多功能元素，滿足了當地人最基本的需要，同時又能適應大澳當地的氣候。

棚屋的四個時期

大澳棚屋的演變可分成四個時期，可從棚屋結構來劃分。

第一代棚屋：以竹製拱頂，形成圓桶型棚屋，並以木製結構造成框架，使用圓形石基座；室內空間以單層長方型間隔，洗手間、廚房和寢室都集合於一起，牆壁以鋁板覆蓋。

第二代棚屋：以木製桁條製成屋頂，亦是木製結構造成框架，使用修長的石基，以減低水浸風險。與第一代棚屋同是單層長方型間隔為主，牆壁也以鋁板覆蓋。

第三代棚屋：屋頂框架及結構框架都是木製，基座由坤甸木木柱取代。擴大了居住空間，加建一層作為寢室之用，設有半開放式平台，用作醃製蝦醬、曬鹹蛋等。

第四代棚屋：兩層建築，木製屋頂框架及木製結構框架，棚屋室內細分不同房間，平台上建有露台，增加休閒和工作空間。露台下是分隔出來的廚房和洗手間。棚屋的基座木柱被混凝土包裹來支撐房屋，避免因漁船碰撞影響基座。



基座木柱被混凝土包裹



第一代



第二代



第三代



第四代



鐵路運輸系統的

STEM

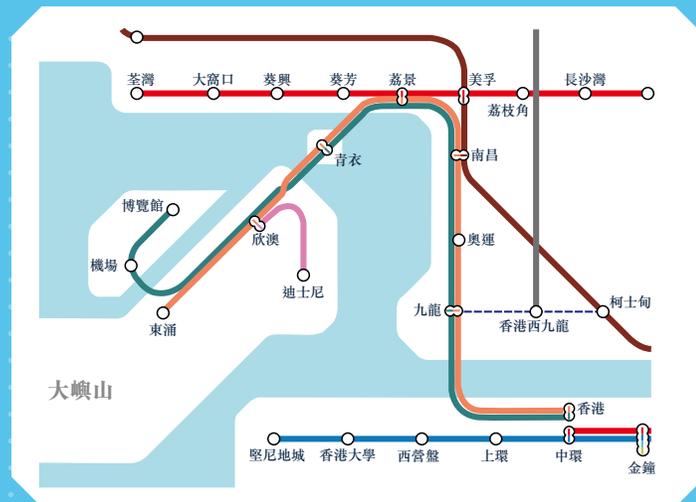
3.4



對於要往來東涌新市鎮的市民，以及往來香港迪士尼樂園或香港國際機場的旅客來說，鐵路是相當重要的交通工具。

香港鐵路有限公司的東涌線主要來往大嶼山東涌站與中環香港站，途經欣澳、青衣、荔景、南昌、奧運及九龍站，全長 31.1 公里，車程約 29 分鐘，大部分路段和機場快線並行或共用軌道。而機場快線是連接香港國際機場及香港商業中心區最快捷的交通工具，途經機場、青衣、及九龍站，全長 35.3 公里，由機場前往中環市中心約需 24 分鐘。機場快線更接駁博覽館站，車程只需約 2 分鐘，是旅客及參展商前往亞洲國際博覽館最直接和方便的途徑。

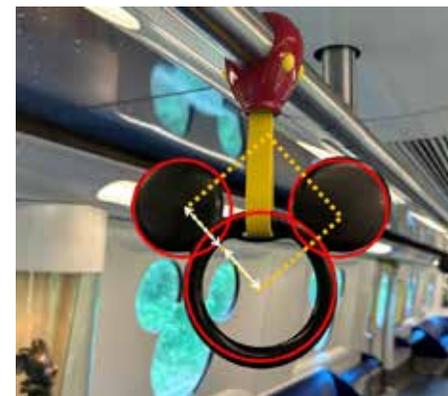
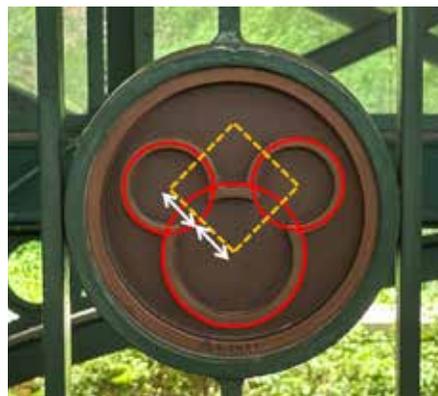
至於迪士尼線，列車穿梭來往欣澳站及位於竹篙灣的香港迪士尼樂園度假區，是全球首個專為迪士尼樂園而設的列車專線，同時亦是香港第一條採用無人駕駛系統的路線，全長 3.5 公里，車程少於 4 分鐘。



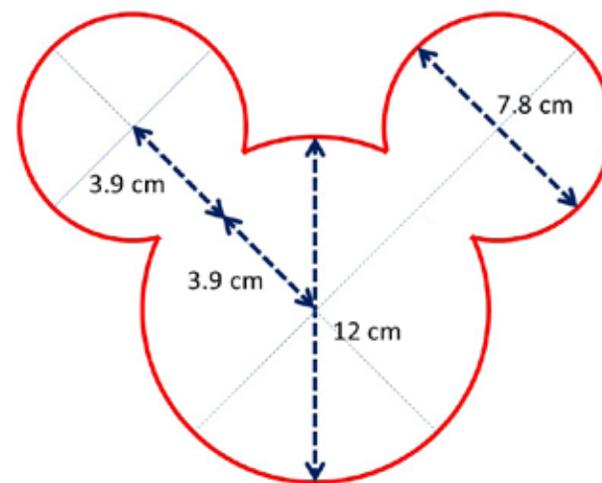
鐵路中的數學

圓形的美學

在迪士尼線列車上的吊環或窗戶，甚至連車站裝飾都採用了米奇老鼠的外形圖案，但大家有沒有留意到這個圖案是由三個圓形所組合而成，而且當中還暗藏一些數學知識？



認識了米奇老鼠標誌的圓形關係，大家就能夠動手畫出一個接近標準比例的米奇老鼠圖案。



列車的載客量

東涌線列車每列有 8 個車廂，每個車廂有 48 個座位，企位約 270 人（以每平方米站立 6 人的乘客密度計算），繁忙時間列車班次為每 4 分鐘一班，每小時每個方向的載客量有多少？

$$\begin{aligned} & \text{東涌線列車每小時每個方向的載客量} \\ & = \text{每個車廂的載客量} \times \text{車廂數量} \times \text{每小時的班次} \\ & = (48 + 270) \times 8 \times (60 \div 4) \\ & = 318 \times 8 \times 15 \\ & = 38,160 \text{ 名乘客} \end{aligned}$$

迪士尼線列車是由 4 個車卡所組成，每日都會為乘客提供服務，繁忙時間列車班次為每 4 分鐘一班，設計載客量為每小時每個方向 7,200 名乘客，最高載客量為每小時每個方向 10,800 名乘客。

如迪士尼線需求增加，車站月台可予擴展至容納 8 個車卡的列車，設計載客量為每小時每個方向 14,400 名乘客；最高載客量為每小時每個方向 21,600 名乘客。

鐵路列車的速率



鐵路列車裏的數學元素還有很多，例如路軌是平行線的設計，是要確保路軌之間的距離是相同才可使鐵路列車平穩地行走。此外，利用鐵路列車行駛的平均車速，可以預算到達目的地的抵達時間，以機場快線由博覽館站往香港站為例，全程 35.3 公里，約需 28 分鐘。

$$\begin{aligned} & \text{利用「時速} = \text{距離} / \text{時間} \text{」的公式計算，} \\ & \text{機場快線的平均時速可達 } 35.3 / (28 \div 60) \\ & = 76 \text{ 公里} / \text{小時。} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{而東涌線列車由東涌站往香港站，全長 31.1 公里，} \\ & \text{車程約 29 分鐘，東涌線列車的} \text{平均時速可達 } 31.1 / (29 \div 60) \\ & = 64 \text{ 公里} / \text{小時。} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{至於迪士尼線全長 3.5 公里，由欣澳站到迪士尼站，} \\ & \text{車程少於 4 分鐘，迪士尼線列車的} \text{平均時速可達 } 3.5 / (4 \div 60) \\ & = 52 \text{ 公里} / \text{小時。} \end{aligned}$$

4.3

從伍仙橋

探索橋之 STEM



梅窩在未填海之前分為南北兩岸，梅窩碼頭在梅窩的南岸，銀礦灣在梅窩的北岸，南北兩岸被一條銀河隔開，居民或旅客由梅窩碼頭步行到銀礦灣，必定要經過伍仙橋才能過河。為何梅窩居民會稱呼這道位於梅窩涌口街附近的行人橋為「伍仙橋」？

這道伍仙橋是怎樣由一條小小的木橋演變成活動橋，再轉變成為現在的石屎橋呢？這一切都要由伍仙橋的歷史開始說起。



伍仙橋探索橋的歷史

上世紀 30 至 40 年代初，梅窩南北兩岸有一河相隔，此河名叫「銀河」，又名「梅窩河」。梅窩村民聚居在銀河的下游位置，要由碼頭到市集就要過河。當時村民若要過河就只能撐艇，靠一條繩索把載人的小艇拉過河，但是每次過河需要付費——港幣「伍仙」（俗稱「斗令」，十仙為一毫子），因此村民稱之為「伍仙」橋。所以「伍仙」之名，與神仙是沒有任何關係的。



拉繩讓木筏讓人前進
有如當年村民過河的情況

可以想像到，這樣的過河方式一旦遇上大風時，就會較為危險，以致往來變得不方便。戰後時期，曾氏家族的三利號公司建造了伍仙木橋。伍仙木橋所採用的材料很簡單，只利用木樁和木板搭建而成。由於在潮漲的時候有漁船需要進出銀河，所以伍仙木橋的橋板是可以收起的。其建造方法是南北兩岸先有固定的木橋台，中間約 15 呎（約 4.5 米）的距離就是用活動式又長又窄的木板作為行人橋板。在漁船出入時會把活動木板收起，沒有漁船就把活動木板放下供村民過橋。

此木橋是由三利號公司建造及專利營運，村民每次過橋仍要繳付伍仙作為過橋費用。

從伍仙橋探索橋的科學

橋的力學

橋樑是一種複雜的受力結構，當中包含了不少力學原理，現以最簡單的承受力來分析橋的結構。橋樑的承受力，除了看建造材料的強度，還有橋所使用的幾何形狀，我們可以利用紙張當作橋面來分析幾何對承受力的影響。



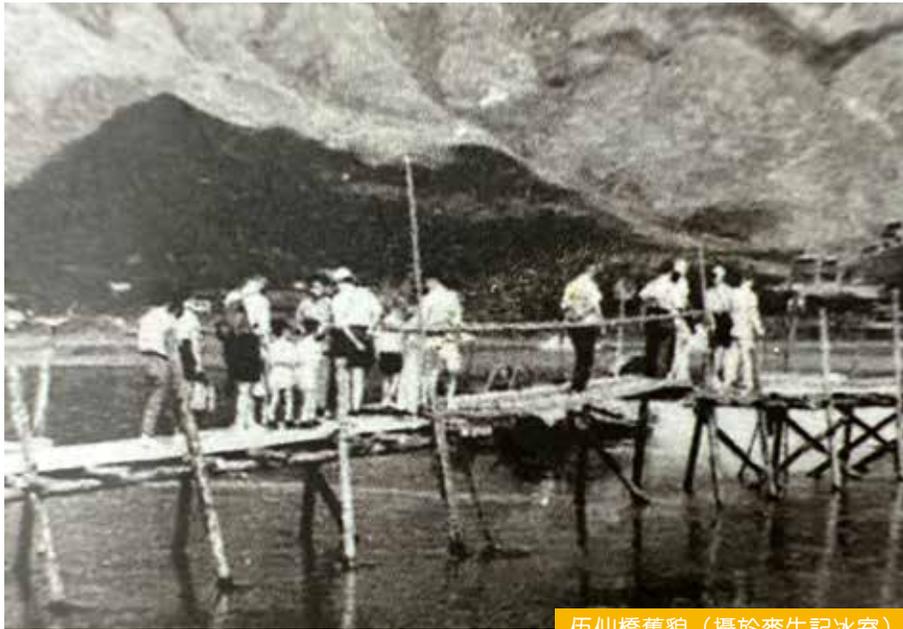
1 利用紙盒當成橋台，把紙張摺成 W 形，並把 W 形紙張放在紙盒橋台上構成紙橋。



在 W 形紙張上面擺放物件，物件的重量會均勻地分佈在皺褶中，而不會集中在紙張的中央，增加了紙張的承受力。

到 50 年代，梅窩人口急增，狹窄的伍仙橋已經未能滿足村民需要，遂在 1955 年聘請了「阮興」木店搭建新橋。同樣是用木建造，而中間的活動木板就加入了拉繩設計，來控制活動木板的拉起及放下。至 60 年代中期，木橋被颱風摧毀，災後木橋須要重建，木橋墩改用三合土，以加強橋墩的鞏固度。

直至 70 年代，隨着居住梅窩的人越來越多，加上假日入梅窩的旅客增加，伍仙橋已經不能應付日常所需，香港政府遂出資重新興建伍仙橋，並採用鋼筋加混凝土築橋，以及改用電動方式控制橋的開合，同時政府更取消了伍仙的收費。



伍仙橋舊貌（攝於麥生記冰室）