

★01

樂此不疲的遊戲 夾公仔

了解機械原理，認識重心及摩擦力，
培養觀察、分析及空間處理能力

在眾多室內遊樂場遊戲之中，我的最愛是夾公仔，只要投入幾個代幣，利用操控桿移動機械爪，就有機會把公仔夾起並送往出口處；只要成功的話，就能夠把心愛的公仔帶回家，滿足感非常高，大人與小朋友都會樂此不疲。只要了解當中的 STEM 原理及秘密，你就可以成為「夾公仔達人」，任何夾公仔機也難不到你了。

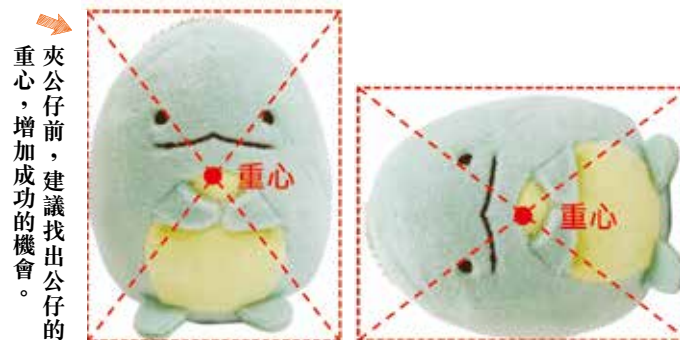


3. 公仔重心位置的影響

公仔本身有一定重量，當機械爪夾起公仔上升時，公仔的位能增加，在吊臂運放的路程中，公仔的重心同時因為移動而改變，位能因重心而轉化成動能。當公仔受地心重力影響產生下墜的動力，此力大於機械爪與公仔之間的摩擦力及承托力，因此夾起的公仔在移動時會跌出機械爪。



同一款公仔，在橫放或直放的情況之下，其重心位置有所不同。如能夠把公仔的重心包在機械爪內，有助增加機械爪承托公仔的力度，同時減低吊臂移動時產生搖晃，有助提高公仔運送時之安全性。



STEM Sir 小知識



有些公仔的外形有較多突出部分，有些則又圓又大或公仔表面較光滑，究竟哪種公仔較容易抓緊呢？

如果外形較圓或表面光滑的公仔，機械爪與公仔之間的摩擦力會較低，較難抓緊公仔而增加難度。如公仔表面有較多突出部分，則增加機械爪與公仔的接觸面積，有助加強兩者之間的摩擦力，提升抓握力，較容易抓緊公仔。

如果外形較圓或表面光滑的公仔，機械爪與公仔之間的摩擦力會較低，較難抓緊公仔而增加難度。如公仔表面有較多突出部分，則增加機械爪與公仔的接觸面積，有助加強兩者之間的摩擦力，提升抓握力，較容易抓緊公仔。

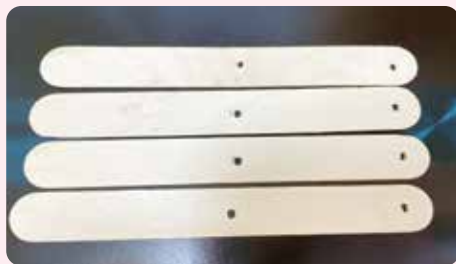
動動手 STEM 遊戲 DIY

材料：
雪條棒 5 片、魚尾釘 4 粒、熱溶膠
工具：
剪刀、熱溶膠槍、打孔機



製作步驟：

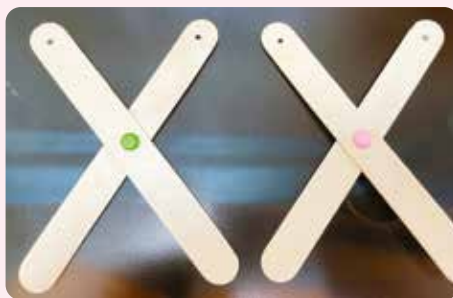
1 用打孔機在 4 片雪條棒的中間及一端的指定位置打孔。



2 用兩對有孔的雪條棒做成兩個「X」形狀。

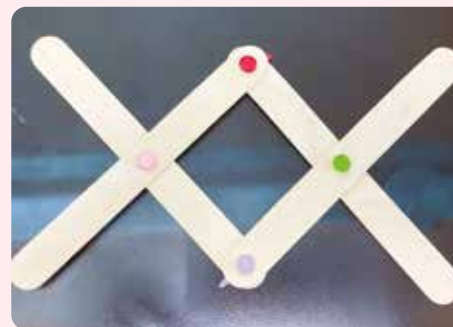
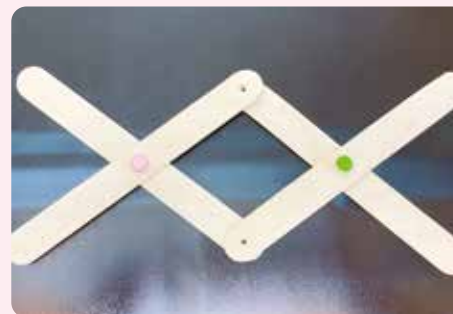


3 用魚尾釘穿過「X」中間重疊的孔，把兩組雪條棒固定起來。



伸縮機械手臂

4 將兩組「X」的末端帶孔位置重疊，用魚尾釘穿過兩組末端重疊的孔處，把它們連接起來。



5 用剪刀將餘下的 1 片雪條棒的頭段和尾段約 3-5 厘米剪下。

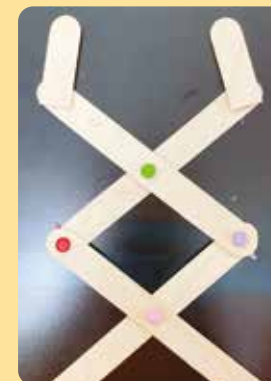


6 用熱溶膠槍把剪下來的雪條棒黏在伸縮機械手臂的前端，完成。

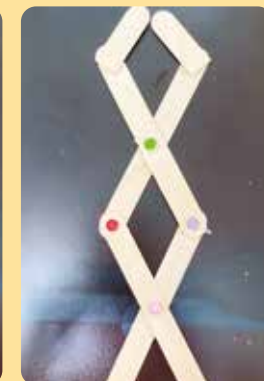


一起玩

雙手握着伸縮機械手臂末端雪條棒手柄位置，分別向內外移動，能控制伸縮機械手臂抬起物件，試試吧！挺有趣！



↑ 將手柄向外移動，令前端張開。



↑ 將手柄向內摺合，前端位置會閉合，成功將物件夾住。

06

大人小孩高呼刺激好玩 氣墊球

了解摩擦力、氣體浮力、慣性運動
及能量轉移，培養創新思維



小時候，每當我和哥哥路過屋邨商場的室內遊樂場，我都嚷着他陪我玩大大台的桌上氣墊球機。氣墊球是一種雙人對戰的得分競賽遊戲，利用擊球器撞擊圓盤型氣墊球，把它撞入對方的球門取分，得分最高可勝出，相當刺激！除了刺激好玩吸引之外，你有否想到氣墊球機竟與 STEM 有莫大關係？



齊來學
STEM

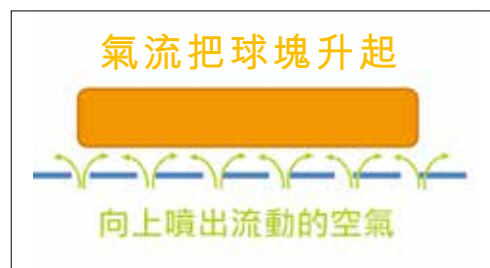
解構科學原理 Science

1. 氣體浮力與摩擦力

由於氣墊球機設有風機，風機開動後，入風位置寬闊，但出風口佈滿在桌面多個窄小的孔洞，氣體會由小孔洞不斷高速噴出。

分佈在桌面上的多個孔洞噴出來的高速氣流，會進入球塊與桌面之間的空隙，加上球塊的重量很輕，很容易被向上噴出氣流吹起，令球塊處於略抬起的懸浮狀態。球塊的重量及圓形外形使氣體被壓迫向四面八方流出，形成一層空氣層，像氣墊將球塊與桌面分隔開，形成氣體浮力來減少彼此的接觸面。

由於減少了球塊與桌面的接觸，兩者的摩擦力也大大降低至近乎零。在沒有摩擦力的狀態下，只要在球塊加以施力，能令球塊順暢地在桌面上移動。

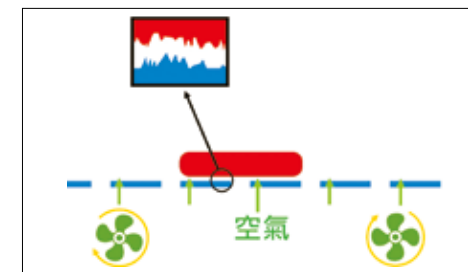


↑ 氣流透過空隙流出，球塊被氣流慢慢地升起來。

若氣墊球機的開動時間完結，風機停止運作，沒有氣流從小孔洞噴出，使桌面失去氣體浮力，球塊會墜下並與桌面接觸，摩擦力出現而形成一種阻止物體運動的作用力，使球塊的速度減低，一部分能量會轉為熱能和聲能。



↑ 擊球器向球塊施加推力，令球塊向前滑行。



↑ 減少了與桌面的摩擦力，球塊依慣性運動輕易地推得更遠。

2. 慣性運動

球塊本身沒有動力，而令球塊向前滑行，需要靠擊球器從外向球塊撞擊來施加推力，並向單一方向移動。根據牛頓第一運動定律之慣性運動，球塊推出後會因空氣阻力或其他的碰撞而減低速度、改變方向或停止移動。

氣墊球機桌面上形成的氣流層把球塊升起，目的是減低它們之間的摩擦力，令球塊只會受到空氣阻力的影響，懸浮的球塊能依慣性運動被推動得更快更遠。



甚麼是牛頓第一運動定律？

牛頓第一運動定律之慣性運動，物體會保持勻速直線運動狀態或靜止狀態，直至有外力迫使它改變這種運動狀態為止。

3. 能量轉移

根據牛頓第二運動定律，球塊移動的速度和遠近會因用力的多少而有所改變，由於球塊的質量不變，故球塊的加速度跟所受的外力成正比，以數學公式表示為 $F = ma$ ($F = \text{Force}$ 力， $m = \text{Mass}$ 質量， $a = \text{Acceleration rate}$ 加速率)，透過球塊可以引證推力增加，球塊的速度及移動的距離也會同樣增加。

當擊球器撞向球塊時，被撞的球塊會受到碰撞的衝擊力而彈開。在整個過程中，擊球器上的動能會從後向前傳送至球塊身上，由擊球器產生在球塊向前的作用力大於向後對抗擊球器的反作用力，撞擊力就能讓球塊向擊球方向前進。

當球塊撞向桌面的四邊圍擋時，也因為作用力與反作用力令球塊依一定的角度彈走，隨着每次的碰撞及空氣阻力影響，球塊身上的動能減少，速度減慢並停下來，直至用擊球器重新用力擊打球塊，才有新的動能令球塊移動。



↑ 擊球器撞擊球塊，向前的作用力比向後的反作用力為大，令球塊向前推進。



↑ 多次碰撞及空氣阻力影響，球塊會減慢及停下來。

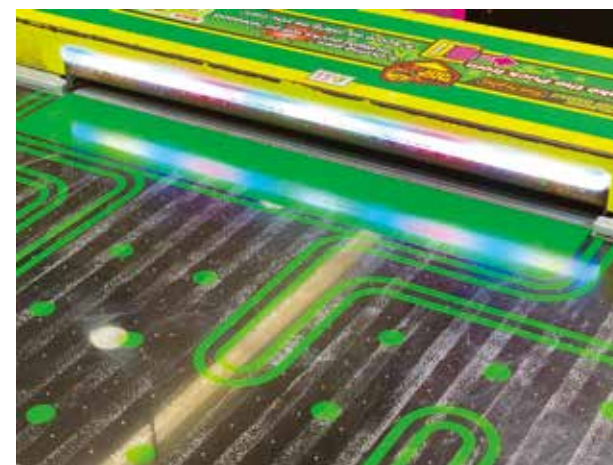
解構科技原理 Technology

1. 感應器運用，學習編寫程式

氣墊球機如何進行計分及計時呢？

那是因為氣墊球機內設有與電腦相似的輸入、處理及輸出裝置。投代幣機是輸入裝置，當投入指定數量的代幣時，代幣機會向中央處理器發出信號啟動計時及計分程序，同時也開動風機。

兩邊球門內的通道安裝了紅外線感應器，這是一個輸入裝置，當球塊跌入球門通道時，紅外線感應器能偵察到球塊經過，向中央處理器發出信號，中央處理器會進行累積分數計算，並把結果分數輸出至顯示器上，顯示器是輸出裝置。由此可見，氣墊球機包含了編程的成分。



↑ 球門通道的紅外線感應器，會向中央處理器發出信號而計算得分。

動動手 STEM 遊戲 DIY

材料：

光碟 1 隻、水樽樽蓋 1 個（附開關活塞）、熱溶膠或萬能膠、氣球 1 個

工具：

熱溶膠槍



製作步驟：

① 把水樽樽蓋的活塞關上。



光碟氣墊球

② 利用熱溶膠或萬能膠把樽蓋黏貼在光碟的洞口上，待熱溶膠或萬能膠乾透，確保樽蓋固定在光碟上。



③ 把氣球吹漲至滿氣，然後用手指捏住氣球開口，防止漏氣。



④ 把氣球的開口套在樽蓋上，完成光碟氣墊球製作。



一起玩★

把光碟氣墊球放在平面上，如桌面或地面上。把樽蓋的活塞打開，然後用手輕輕推動光碟氣墊球，能夠使它在平面上滑動起來。



STEM Sir
小知識💡

光碟氣墊球能夠在平面上滑動的原因，是樽蓋活塞打開後，氣球回復原狀時的彈力位能會轉化成動能，過程中使儲存在氣球內的空氣迫出來，空氣會在樽蓋活塞的出口噴出來，噴出來的空氣把光碟升起，減低了與平面之間的摩擦力，只要在噴出空氣之際輕輕推動光碟，就能令光碟氣墊球根據慣性運動移動，直至氣球內的空氣完全噴出才停止。



01

愈刺激愈愛玩的高速遊戲 極速過山車

了解能量轉換、旋轉運動、滑輪裝置
等機械原理，培養觀察及分析能力



由小到大，在遊樂場眾多的機動遊樂設施中，我覺得過山車是最受歡迎了。列車在軌道上高速地行駛，每當有過山車在軌道上經過時，都會聽到乘客狂呼的吶喊聲，令人感到相當刺激！刺激的背後，過山車原來隱藏着不為人知道的 STEM 元素，我們一起去發掘吧！



齊來學 STEM

解構科學原理 Science



1. 過山車與重力的關係

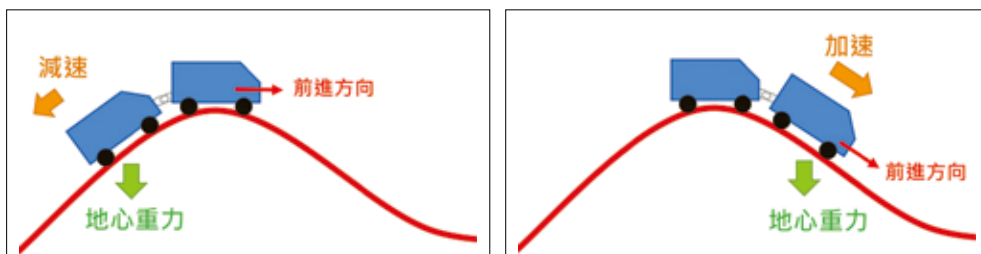
過山車能令乘客感受到失重及極度下墜的刺激感，是因為過山車依靠重力拉動。過山車一般在水平的路軌上行駛時會以平均的速度前進，當過山車爬上斜坡路軌時，會受到地心重力的影響而下墜，地心重力造成的施力方向與過山車前進的方向呈反方向，引致速度減慢。

當過山車越過最高峰的斜坡路軌時，會受到地心重力的影響往下墜，地心重力造成的施力方向與過山車前進的方向相同，導致速度不斷增加。

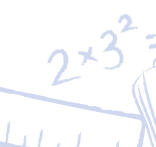
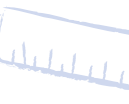
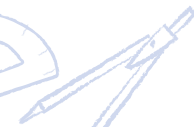
另外，過山車的車廂利用勾子相互連結起來，就像火車一樣。由於過山車末端的車箱被車頭拉扯着，車尾在未到達最高峰時已經加速；所以車尾衝下的速度比車頭更快，令乘坐車尾的乘客感到更有刺激感。



原來坐於車尾位置較有刺激感。



地心重力的影響，列車被拉下甚至令車尾加速滑行。



2. 過山車與能量守恆



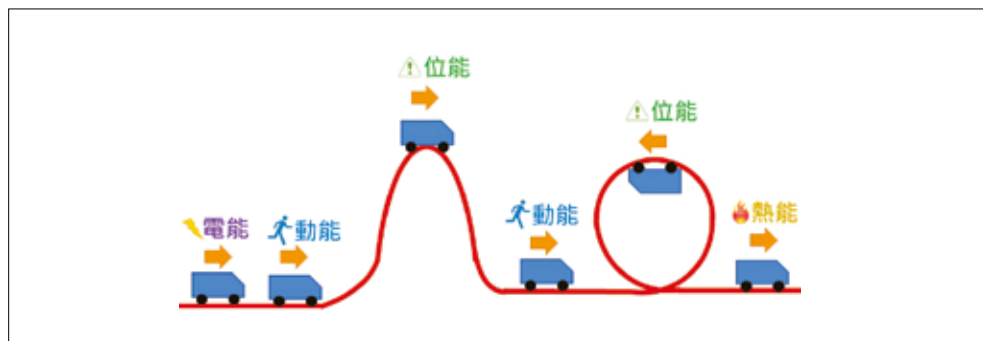
過山車在軌道上行駛時涉及多種能量轉換。

過山車由電力推動，開動時由電能轉化成動能，讓過山車在水平的路軌上以動能進行移動。當過山車進行爬上斜坡路軌時，動能會逐部轉化成位能。

當過山車爬至最高點不動時，這時則只有位能。由於過山車在路軌的高處其位能最大，距離地面愈高其位能愈大。過山車在高處落斜向下衝時，位能會減少而轉化成動能，動能和速度會逐漸增加。

同時，有部分能量會轉化成聲能和熱能，聲能是過山車行駛時與路軌碰撞而產生的「轟隆轟隆」聲；熱能是因為行駛時的過山車與路軌產生摩擦力，熱能也會流失在空氣中。

在整個過程中，能量雖然由一種形式轉換成另一種，但總能量維持不變。



↑ 列車開動後，電能轉變為動能及位能，推動列車不斷高速行駛。



↑ 爬上高峰再下坡，增加列車的動能。



★3

盪至半空垂直的尖叫遊戲 搖擺船

認識單擺、摩擦力施加動能的原理，引發好奇心



STEM Sir 解說

沖天搖擺船是大型機動遊樂場中最受歡迎的機動遊戲之一，它的外形設計像童話故事中古代海盜船隻，所以又名「海盜船」。沖天搖擺船的座艙是趟開的，以鐘擺式的機械動作前後擺動，乘客會因此感受到周遭景物高速往返的視覺刺激效果，加上當船搖擺至最高點時，會令人產生一種被拋離甲板的感覺，這種搖擺的動力及摩擦力，是搖擺船將你推至最高點的關鍵。



齊來學
STEM

解構科學原理 Science



1. 甚麼是單擺系統？

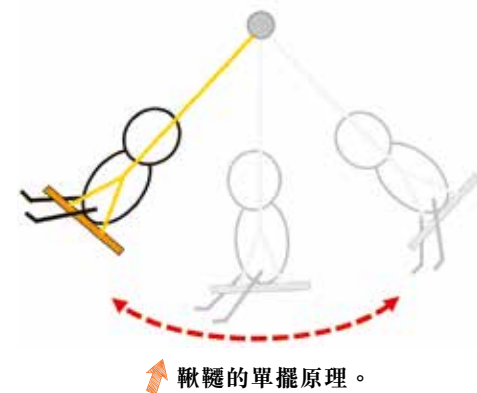
搖擺船與盪鞦韆很相似，同樣從最低點開始擺盪，只要搖擺頻率配合得當，能令搖擺船或鞦韆愈盪愈高。搖擺船與盪鞦韆都屬於單擺系統的一種，一個基本的單擺系統就像利用一條線或繩索固定在一端，而另一端懸掛着重物。



↑ 搖擺船如鐘擺向兩側擺盪。



鞦韆上的鐵鏈或繩子是單擺系統的線，而椅墊或坐在椅墊上的人就是懸掛的重物，重物就形成了另一端的擺錘。搖擺船與巨大金屬支架相連的前後吊架是單擺系統的線，船身、甲板、座椅及乘客是懸掛的重物，形成了單擺系統的擺錘。



↑ 鞦韆的單擺原理。

2. 搖擺船的動力來源

盪鞦韆是透過用腳撐地而產生動力，或鞦韆與人同時擺動，或有人從後向前提供推力。盪鞦韆時會因遇到空氣阻力而產生摩擦力，在摩擦力影響下令鞦韆逐漸失去擺動的能源，減少鞦韆擺動的幅度。



↑ 人為施加的推力，不斷輸入能量令鞦韆擺動。

要維持鞦韆擺動的幅度不變，需要依靠外界輸入能量來補充損失的能量，例如有其他人加入週期性的推力，或靠自己用腳撐地面來輸入外在動力，假如推力的方向與速度的方向相反，則需要輸入較多的能量。

如時間配合得好，推力與速度的方向相同，輸入的能量會大於損失的能量，擺動的幅度會越來越大，鞦韆也能盪得更高。

搖擺船的動力來源又如何？搖擺船的動力由輪胎旋轉所產生，而輪胎的方向和轉速經由電腦操控，輪胎旋轉時與船體中央的龍骨間相對運動，產生摩擦力來帶動船身擺動。



↑ 輪胎轉動與船身產生摩擦力而擺動。

同時，摩擦力讓搖擺船的動能越來越大，甚至可以讓船身離開輪胎時在沒有外力的情況下，仍有越來越大的擺動角。

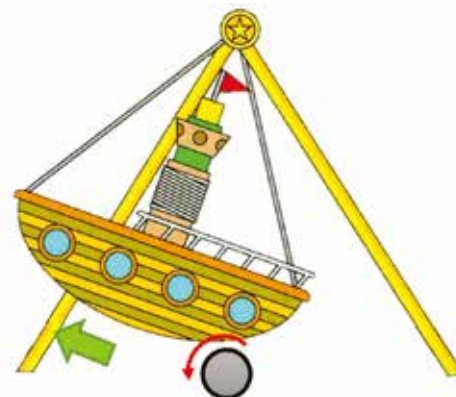
若在搖擺船施加外力，必須配合搖擺船擺動的頻率，即要在正確的時間和正確的位置進行施力，才能增加搖擺船的震幅，若兩者的頻率無法配合，就會出現干擾情況，還會增加能量的消耗。



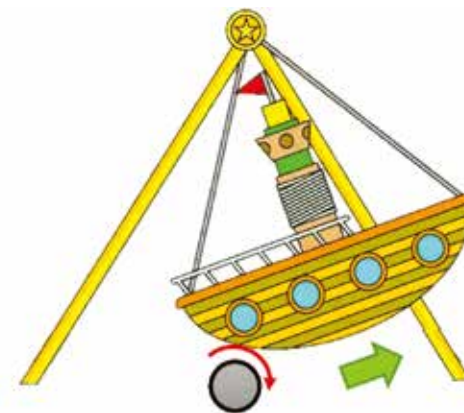
↑ 由輪胎帶動的摩擦力，令搖擺船產生很大的擺動角度。

3. 摩擦力的重要性

搖擺船的機械動作就如盪鞦韆的擺動動作，兩者的原理相類似。當搖擺船船體底部的輪胎開啟轉動，轉動的輪胎表面與搖擺船船體底部產生摩擦力，驅動搖擺船開始向一個方向擺動。



↑ 輪胎轉動，帶動搖擺船向同一方向搖動。



↑ 輪胎轉動擺動方向，與船的方向一致，動力令船越擺越高。