



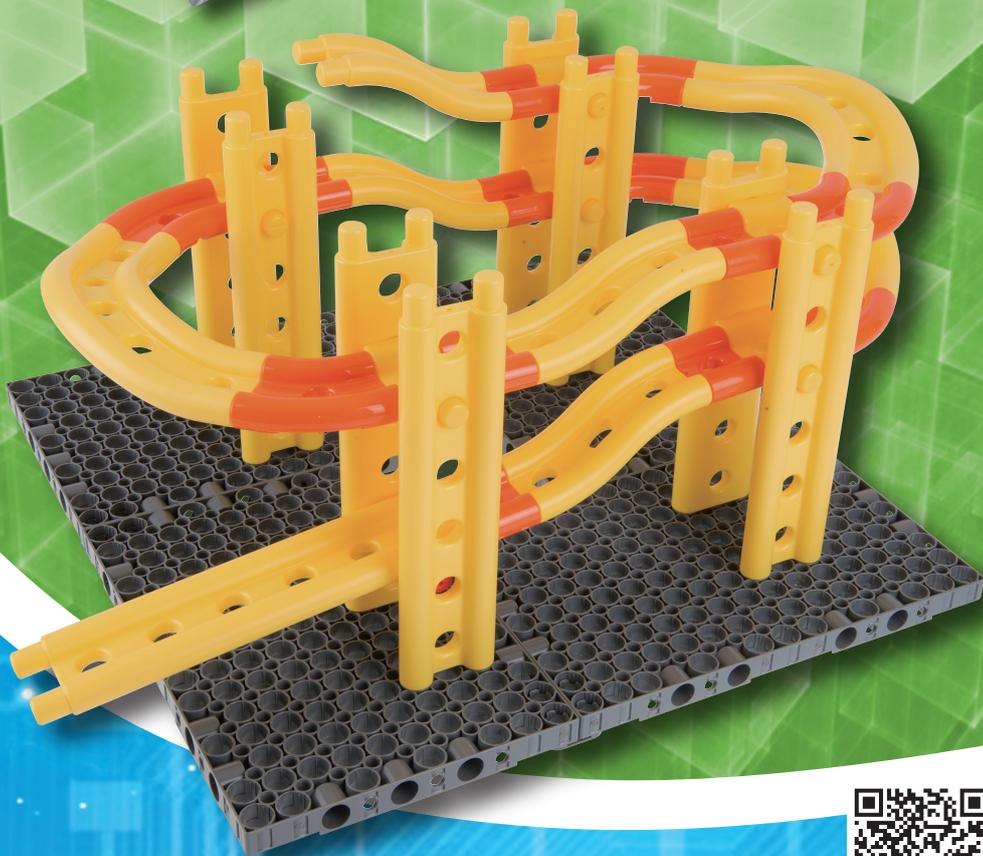
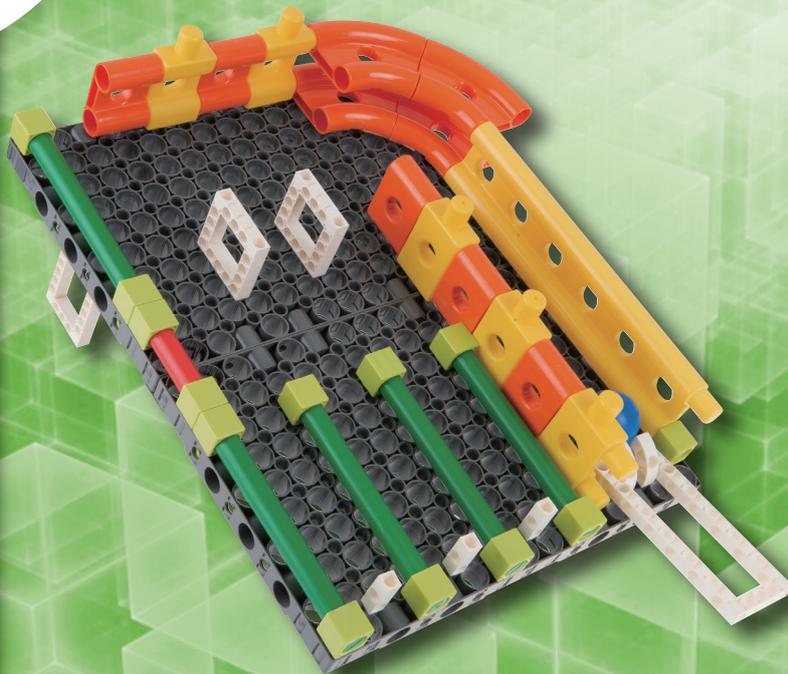
智高

機關結構

CONSTRUCTION SET

學習實驗室

LEARNING LAB



#1249R-CN

269 件/組

7+



發明是可以學習的
INVENTING CAN BE LEARNED

20 堂 實作課程



發明 是可以學習的

Gigo 智高 Learning Lab 學習實驗室全系列包含個人包裝及學校包裝，特點如下：

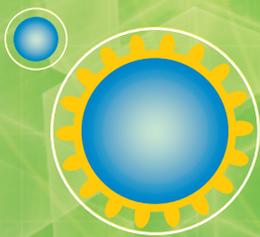
1. 課程以積木為主軸，每堂課都有積木組裝創作。
2. 跳脫傳統教學架構，遊戲競賽中學習創新。
3. 天生我才必有用，兼顧個人學習與團隊分組合作。
4. 課程由淺入深，涵蓋各國生活科學課綱，並與日常生活應用結合。
5. 用積木做實驗，零件可重覆使用，省時省力。

我們希望小朋友透過動手玩積木的過程中，快樂地學習科學知識，培養正確的學習態度及解決問題的能力，更能將這些知識活用，進而學習創新的技巧與能力。

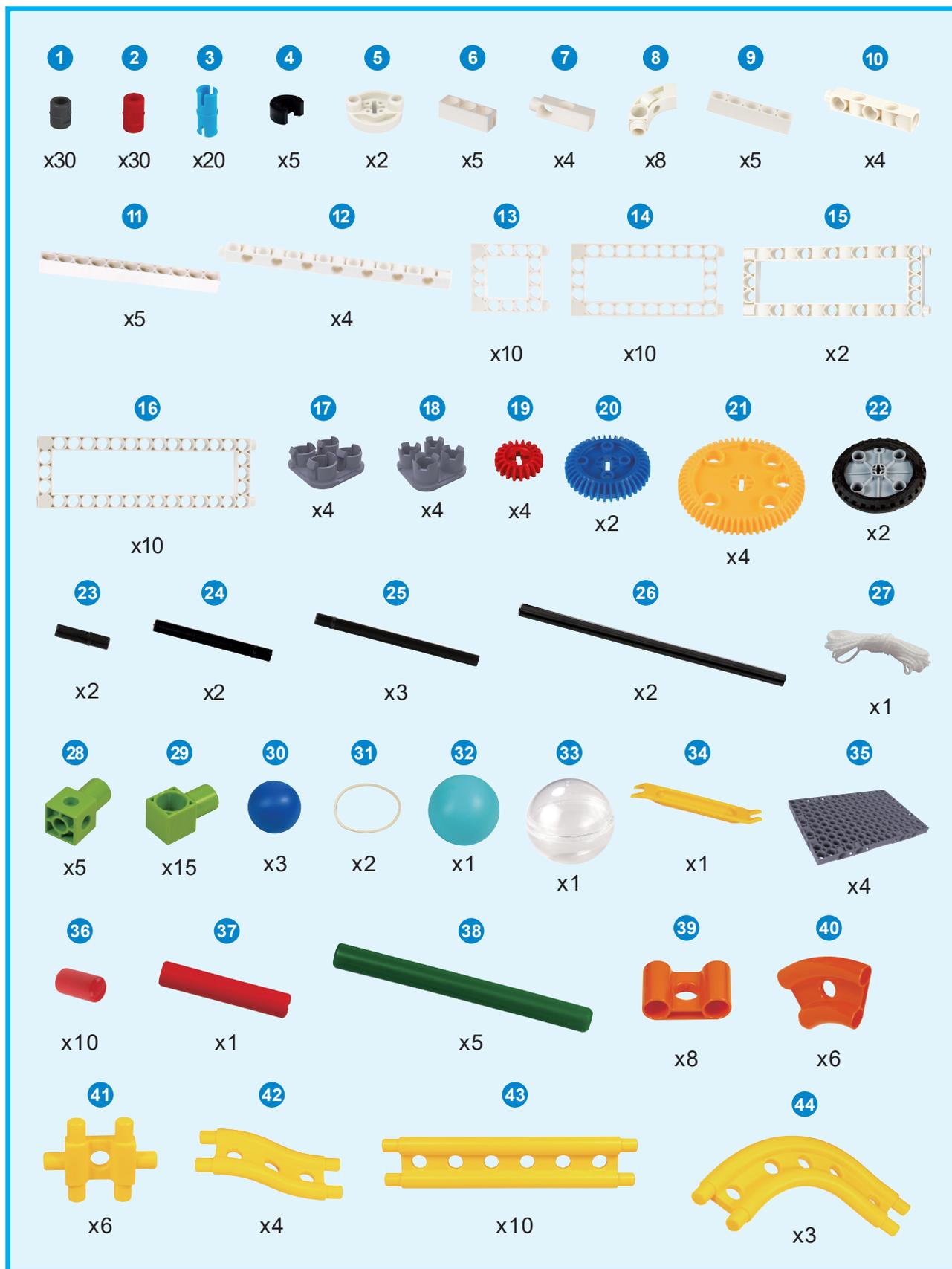
目錄

| | | | |
|------------------|----|------------------|----|
| 前言 | 1 | 第 11 課 撥球轉盤 | 41 |
| 目錄 | 2 | 第 12 課 滾球螺旋 | 45 |
| 零件清單 | 3 | 第 13 課 分歧軌道 | 51 |
| 第 1 課 高樓大廈 | 5 | 第 14 課 跳跳軌道 | 55 |
| 第 2 課 螺旋高塔 | 9 | 第 15 課 小小機關王 (3) | 59 |
| 第 3 課 大 U 軌道 | 13 | 第 16 課 高速軌道 | 61 |
| 第 4 課 上升骨牌 | 17 | 第 17 課 翻滾城牆 | 65 |
| 第 5 課 小小機關王 (1) | 21 | 第 18 課 緩衝軌道 | 69 |
| 第 6 課 大跳板 | 23 | 第 19 課 孔雀開屏 | 73 |
| 第 7 課 擊球機 | 27 | 第 20 課 小小機關王 (4) | 77 |
| 第 8 課 單擺擊球機 | 31 | | |
| 第 9 課 彈珠檯 | 35 | | |
| 第 10 課 小小機關王 (2) | 39 | | |





零件清單



清單：找零件 – 檢查 – 核對

| 序號 | 零件名稱 | 品號 | 數量 | 序號 | 零件名稱 | 品號 | 數量 |
|----|----------------|--------------|----|----|--------------|--------------|----|
| 1 | B-短結合鍵 | 7344-W10-C2D | 30 | 26 | C-150mm I 軸 | 7026-W10-P1D | 2 |
| 2 | C-長結合鍵 | 7061-W10-C1R | 30 | 27 | C-2000mm特多龍線 | R39-W85-200 | 1 |
| 3 | C-20mm軸扣鍵 | 7413-W10-T1B | 20 | 28 | A-多向轉接器 | 7331-W10-D3G | 5 |
| 4 | C-軸固定鍵 | 3620-W10-A1D | 5 | 29 | A-90度結合器 | 7331-W10-M1G | 15 |
| 5 | C-軸轉接器 | 7026-W10-L2W | 2 | 30 | A-40mm圓球 | 7330-W11-M1B | 3 |
| 6 | C-3孔長條 | 7026-W10-Q2W | 5 | 31 | C-70mm橡皮筋 | R10-02 | 2 |
| 7 | C-3孔超長條 | 7413-W10-Y1W | 4 | 32 | A-50mm圓球 | 7330-W11-Q1B | 1 |
| 8 | C-3孔1/4弧長條 | 7061-W10-V1W | 8 | 33 | A-58mm扭蛋球 | 7331-W85-G1 | 1 |
| 9 | C-5孔長條 | 7413-W10-K2W | 5 | 34 | B-扳手 | 7061-W10-B1Y | 1 |
| 10 | C-5孔超長條 | 7413-W10-X1W | 4 | 35 | C-20x30大底盤 | 7125-W10-B1S | 4 |
| 11 | C-11孔長條 | 7413-W10-P1W | 5 | 36 | A-30mm圓棒 | 7331-W11-N1R | 10 |
| 12 | C-15孔超長條 | 7413-W10-Z1W | 4 | 37 | A-80mm圓棒 | 7330-W11-A1R | 1 |
| 13 | C-5x5孔正方框 | 7413-W10-Q1W | 10 | 38 | A-160mm圓棒 | 7330-W11-B1G | 5 |
| 14 | C-5x10孔長方框 | 7413-W10-I1W | 10 | 39 | A-軌道結合器 | 7331-W10-A1O | 8 |
| 15 | C-5x13孔超長方框 | 7061-W10-U1W | 2 | 40 | A-1/8弧軌道結合器 | 7331-W10-B1O | 6 |
| 16 | C-5x15孔長方框 | 7413-W10-J1W | 10 | 41 | A-單孔固定軌道 | 7330-W11-O1Y | 6 |
| 17 | C-大底盤結合器 | 7125-W10-C1S | 4 | 42 | A-3孔斜坡軌道 | 7330-W11-N1Y | 4 |
| 18 | C-大底盤拆卸器 | 7125-W10-C2S | 4 | 43 | A-6孔直線軌道 | 7330-W11-K1Y | 10 |
| 19 | C-20T齒輪 | 7026-W10-D2R | 4 | 44 | A-5孔90度彎軌道 | 7330-W11-L1Y | 3 |
| 20 | C-40T齒輪 | 7346-W10-C1B | 2 | | | | |
| 21 | C-60T齒輪 | 7026-W10-W5Y | 4 | | | | |
| 22 | C-OD70x12mm橡膠輪 | 1115-W85-F2S | 2 | | | | |
| 23 | C-30mm II 軸 | 7413-W10-N1D | 2 | | | | |
| 24 | C-70mm II 軸 | 7061-W10-Q1D | 2 | | | | |
| 25 | C-100mm II 軸 | 7413-W10-L2D | 3 | | | | |

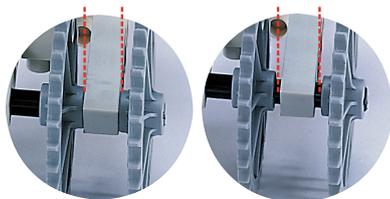
組裝技巧:

這裡有幾點組裝模型的小技巧，請在組裝模型之前仔細地閱讀一遍。

更多組裝小技巧，請參考

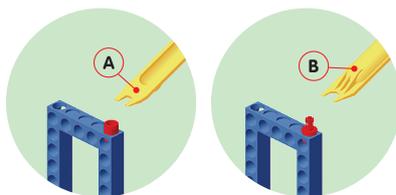


X 《錯誤》未留空隙 O 《正確》有留空隙



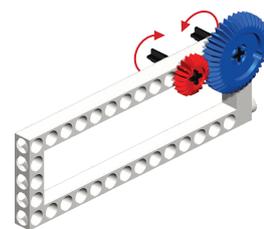
A. 留意組裝長方架與齒輪的間距：

用傳動軸把齒輪安裝在長方框上時一定要讓齒輪、滑輪、渦輪、鍊輪、凸輪、曲桿等所有智高可力學傳動的零件與長方框之間保持適當的距離（約 1 mm），這樣才能將摩擦減到最低而動力的傳輸效率提昇到最高（如上圖所示）。此外，傳動軸的凸緣必須墊後以免齒輪掉落。



B. 扳手：

當你想要將你的模型分解開來時，可使用扳手。操作扳手時，使用扳手的 A 端來拔除紅色結合鍵；想要拆除自轉軸鍵時，你也可以使用扳手的 B 端面來撬出自轉軸鍵。



C. 齒輪組：

在模型建置中你常可以看到幾個齒輪組裝成一排，為了讓模型可以順暢的運作，你必須將齒輪嚙合得很好，否則就無法讓一個齒輪傳動的力量帶入到下一個齒輪。

高樓大廈的輪廓都是高聳的垂直線，這樣才能使厚重的高樓重心與大廈底部成直角關係，使重力沒能產生力矩，才能屹立長存。

如果將高樓大廈蓋得像比薩斜塔一樣是傾斜的，那高樓重心就不再與大廈底部成直角關係，這使重力產生了力矩，那大廈會越來越傾斜甚至傾倒。



有人會說，比薩斜塔除了相傳伽利略曾在該樓做過不同重量的球一起往下丟，卻同時著地的有名實驗以外，就是以斜而不倒而聞名。其實，比薩斜塔過去數百年來不斷向南方傾斜而出現倒塌危機，意大利政府於1990年起關閉斜塔，並花了11年時間進行修復計劃，才穩定及拉直塔身。

小朋友，你可以蓋出又直又高的高樓嗎？



生活應用

有一種測驗重心與力矩的蓋高樓遊戲，它叫疊塔樂，是一種由長木塊構成的遊戲。

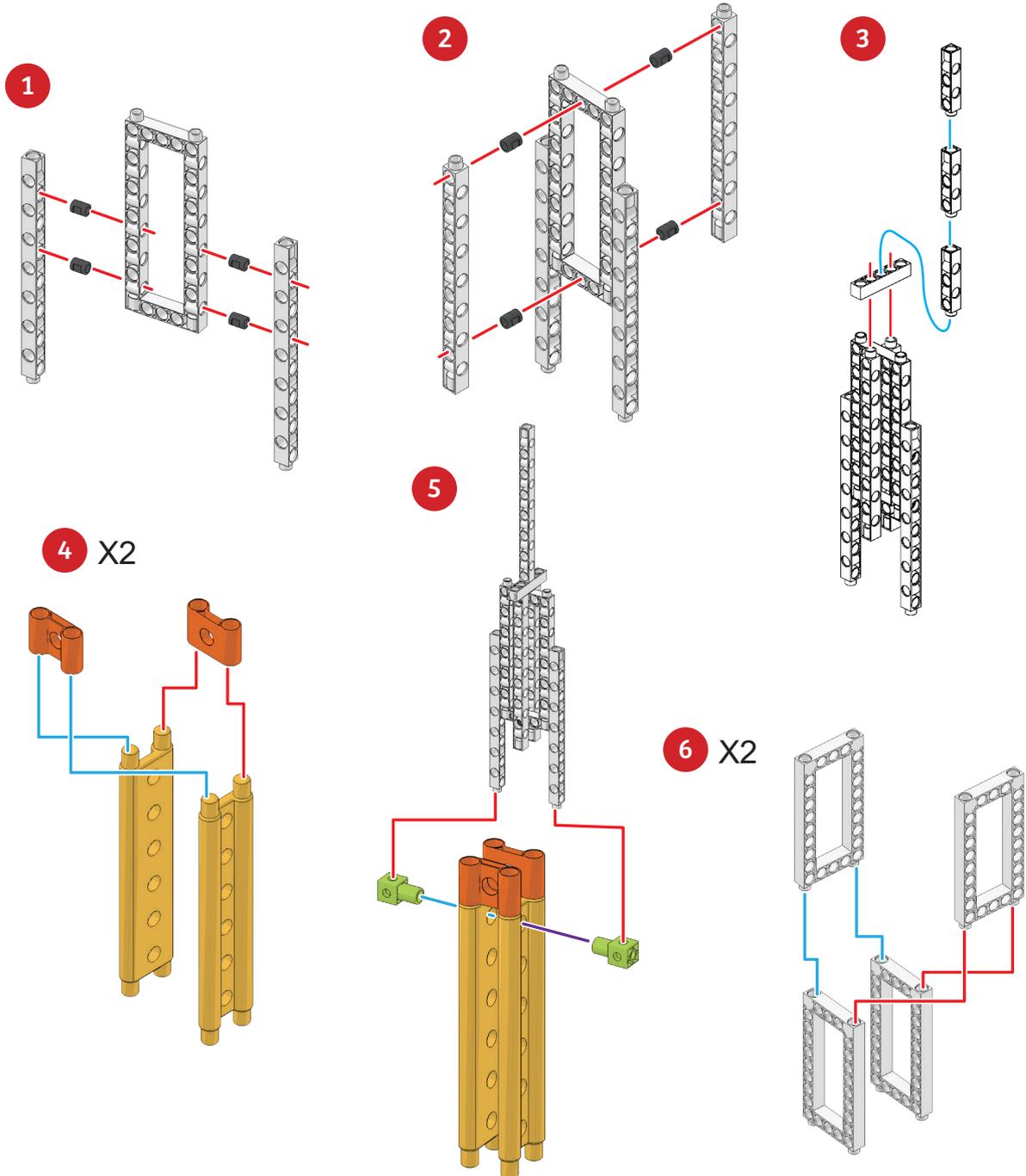
它有許多玩法，其中一種是將長木塊逐漸疊成高塔的過程，而且疊得越高越好。疊塔過程中有個祕訣，就是盡量維持高塔的垂直線，這樣高塔的重心與底部成直角關係，使重力沒能產生力矩，才能穩住。然而單靠用手操作難免誤失，例如當塔向左偏的時候，就將新木塊偏右疊，反之則向左疊。

想想看

要把結構蓋得高，有哪些地方需要注意？

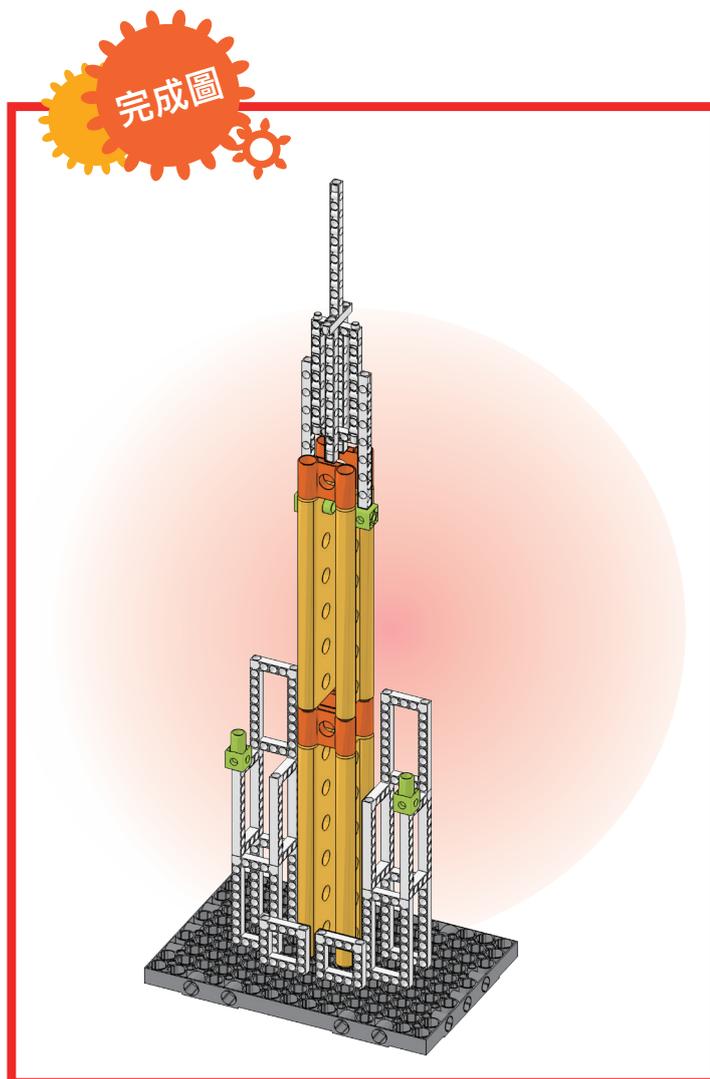
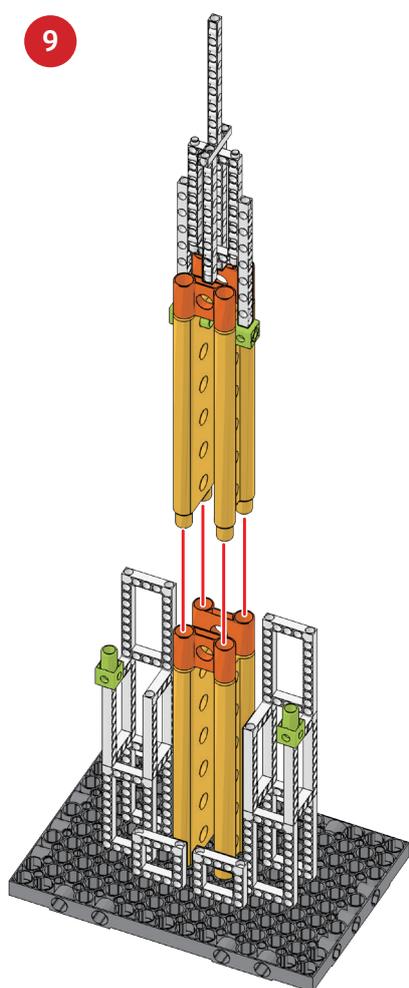
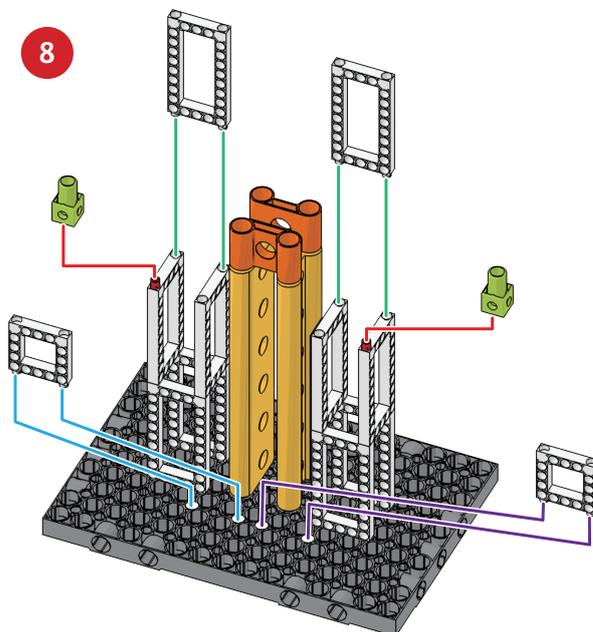
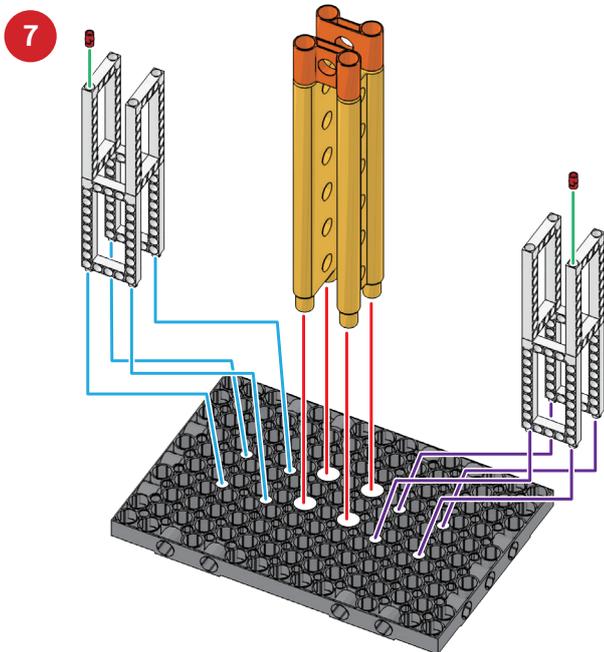
零件清單

- | | | | | | | | |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|
| 1 x8 | 2 x2 | 9 x1 | 10 x3 | 12 x4 | 13 x2 | 14 x10 | 15 x1 |
| 28 x4 | 35 x1 | 39 x4 | 43 x4 | | | | |



1

高樓大廈





做做看，可以蓋出多高的高樓。

.....

.....

.....

.....

.....



試試看，利用斜坡軌道搭建一幢穩固的房子。

.....

.....



Smart Manual
網頁版



魯多是一名極限運動者，熱愛各式各樣的極限運動，有一天，魯多和朋友到遊樂園玩，魯多對於一個可以重覆螺旋擺盪的遊樂設施很感興趣。



這個遊樂設施，可以大幅擺盪，速度由慢到快，角度由低到高，透過設施主體的旋轉，來帶動座椅上下擺盪，讓遊客體會到擺盪的刺激感。相較於速度感的雲霄飛車，它是個老少咸宜的遊樂設施。

但魯多並不因此感到滿足，他希望在未來的某一天，遊樂設施可以與他熱愛的高樓極限運動結合，讓他挑戰一下！

小朋友，你可以幫忙魯多嗎？試著建造一個極限螺旋高塔！

生活應用

離心力應用的層面多，遊樂設施（例如：雲霄飛車）就廣泛地運用了此原理。離心力是一種虛擬力，或稱「慣性力」，它使旋轉的物體遠離旋轉中心。在牛頓力學裡，離心力曾被用於表述兩個不同的概念：在一個非慣性參考系下觀測到的一個慣性力，和向心力的反作用力。在拉格朗日力學下，離心力有時被用來描述在某個廣義坐標下的廣義力。離心力並非真實存在。它的作用只是為了在旋轉參考系（非慣性參考系）下，牛頓運動定律依然能夠使用。在慣性參考系下是沒有慣性力的，在非慣性參考系下（如旋轉參考系）才需要有慣性力，否則牛頓運動定律不能使用。



想想看

離心力還有被應用在那些地方呢？

零件清單

3



x1

12



x1

22



x1

27



x1

28



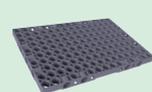
x1

34



x1

35



x2

39



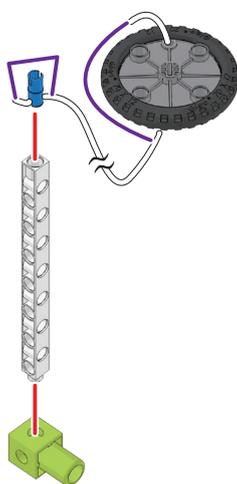
x6

43

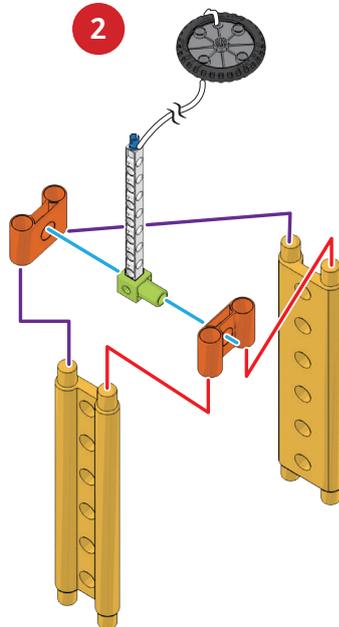


x10

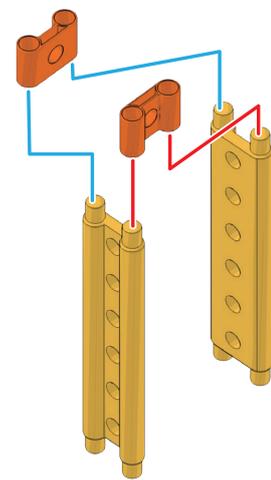
1



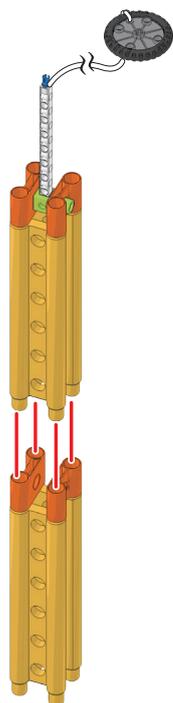
2



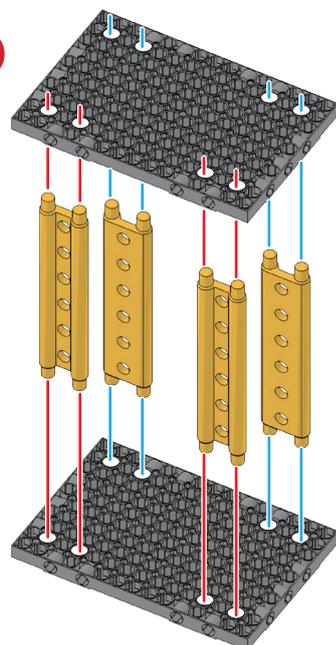
3 X2



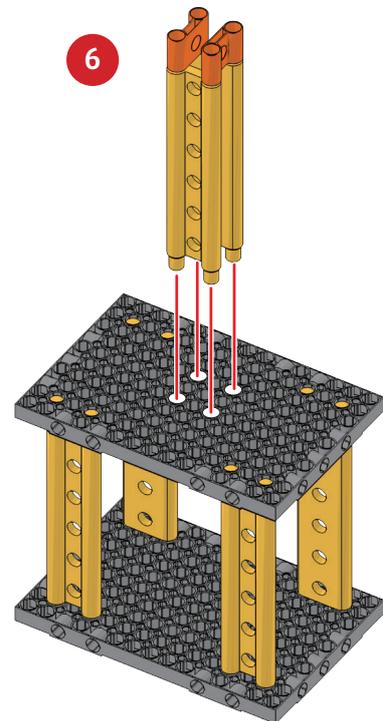
4



5



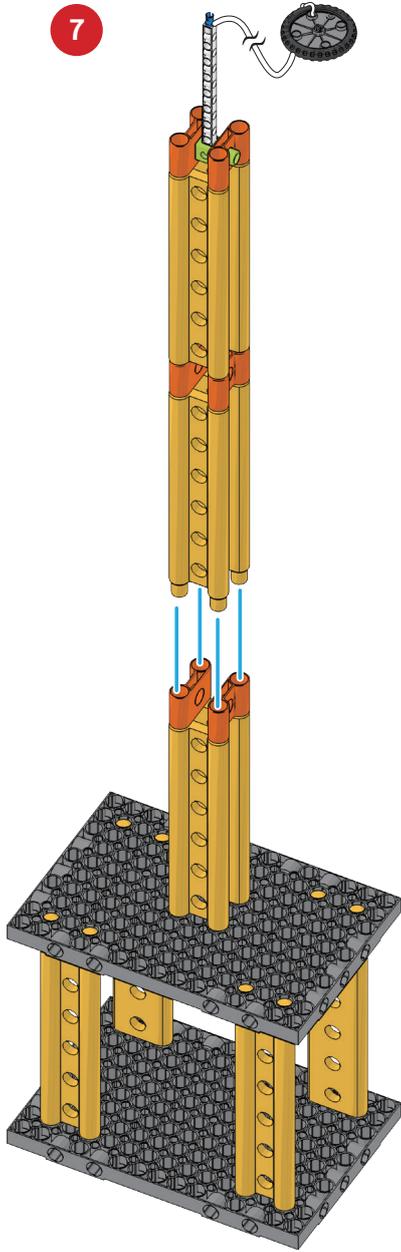
6



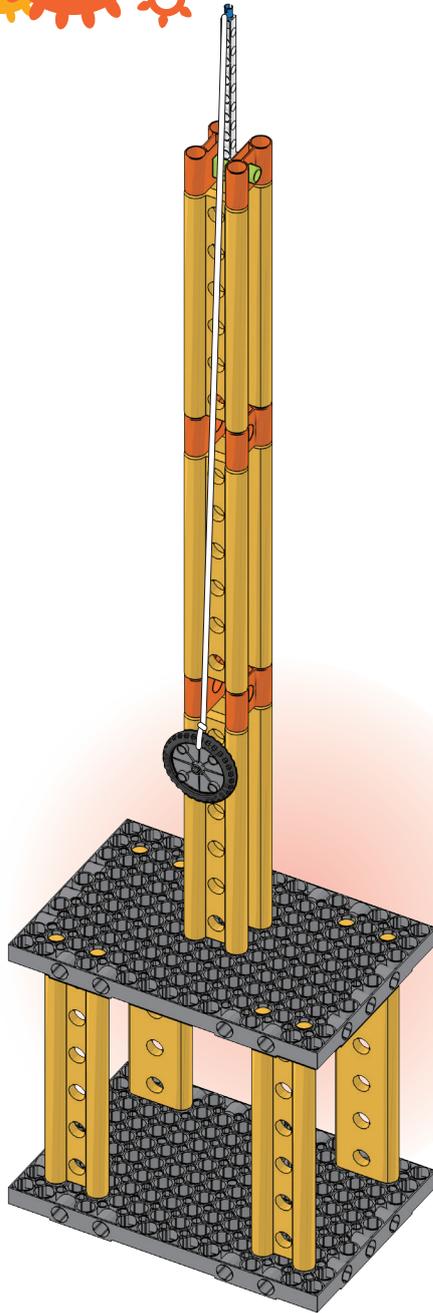
2

螺旋高塔

7



完成圖



模型操作影片



做做看，將橡膠輪改成不同重量的物品，觀察不同重量物品的擺盪情形。

.....

.....

.....

.....

.....



試試看，設計不同的螺旋高塔造型。

.....

.....



Smart Manual
網頁版



有一種大型遊樂設施，是將車子在大 U 軌道上以極速奔馳，衝上九層樓高的大 U 軌道制高點，再以慣性運動於大 U 軌道兩端來回擺盪。這就有點像進階版的海盜船，先是高速衝上天空，頓時又加速衝落地面，總共來回數次。

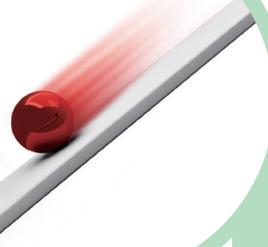


一般的海盜船是懸空的擺盪，而這車子因為在大 U 軌道上奔馳，所以可以在軌道兩端制高點之間來回擺盪得超高，所引發的強勁離心力，絕對遠大於海盜船，因此，大膽遊客不妨坐在最後一排，這樣可以盪到最高點，也樂到最高點。

小朋友，你可以模擬遊樂設施，作出大 U 軌道嗎？

生活應用

這是一個水平拋射運動的實驗用 U 形軌道，它先是以斜角朝下方式裝設，而在底端末尾處會適度調節使斜向 U 形軌道的末端保持水平。在進行實驗時，讓鋼球於斜向 U 形軌道的不同高度處滾下，這時鋼球會受到本身重力斜向分量的加速度而快速落下，然後會以不同的速度衝出水平軌道口，並依慣性運動水平拋射出去，接著鋼球受本身重力影響而快速下滑落地。從這個實驗與觀察鋼球落地位移，可瞭解鋼球從不同高度滾下對水平距離的影響。



想想看

你有看過哪些利用 U 型軌道的設施嗎？

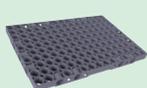
零件清單

34



x1

35



x1

36



x8

39



x6

40



x4

41



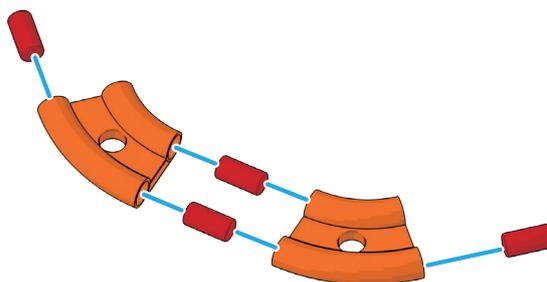
x2

43

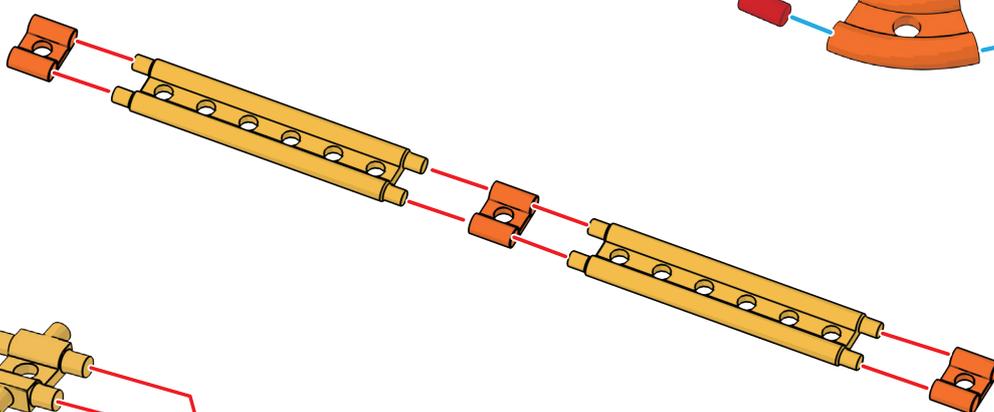


x6

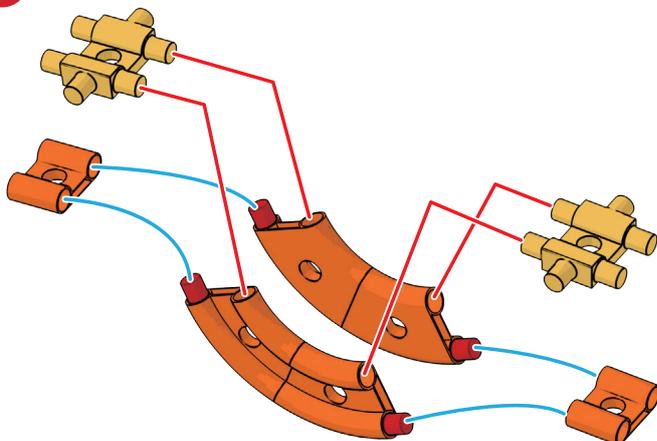
1 X2



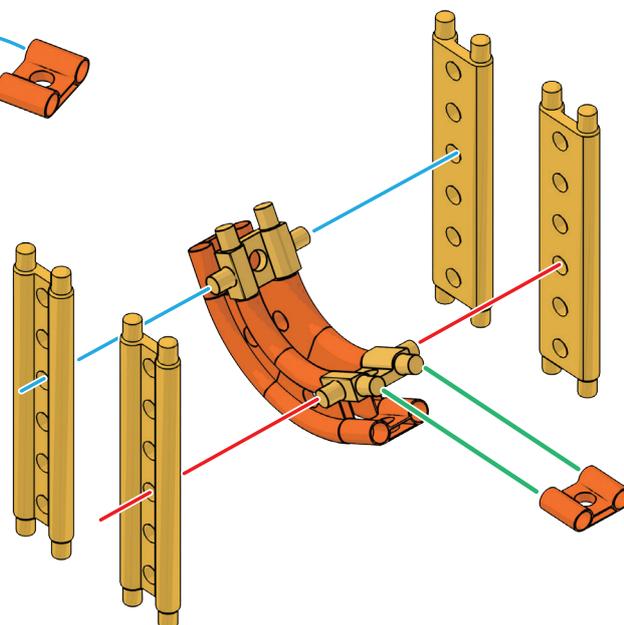
2



3



4

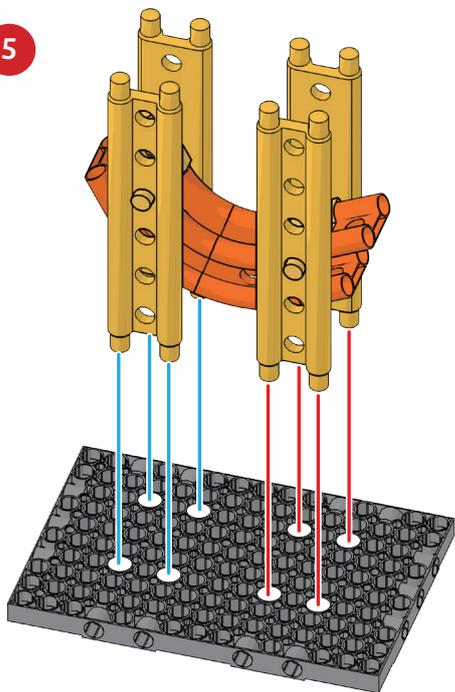




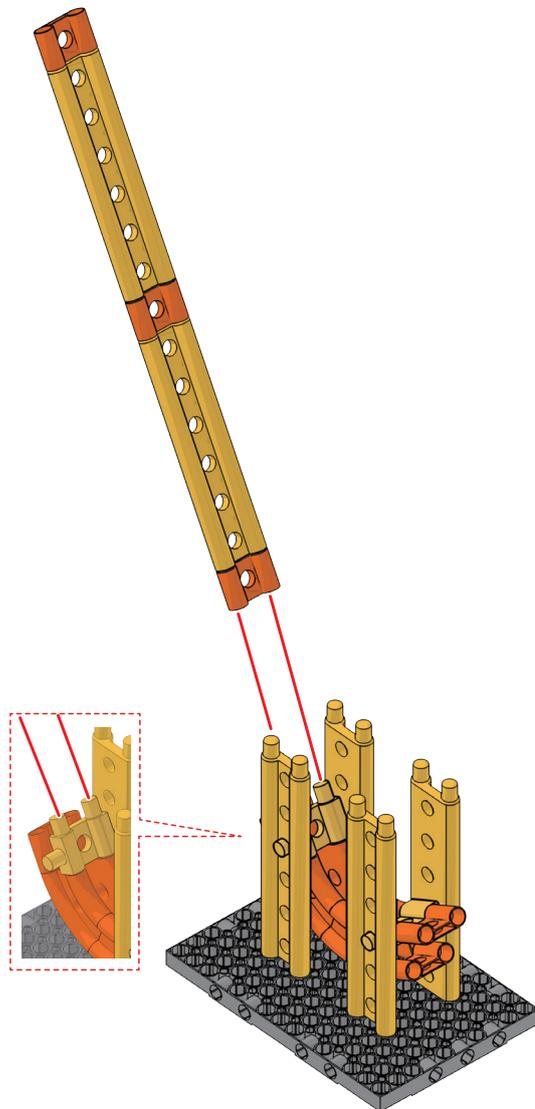
3

大 U 軌道

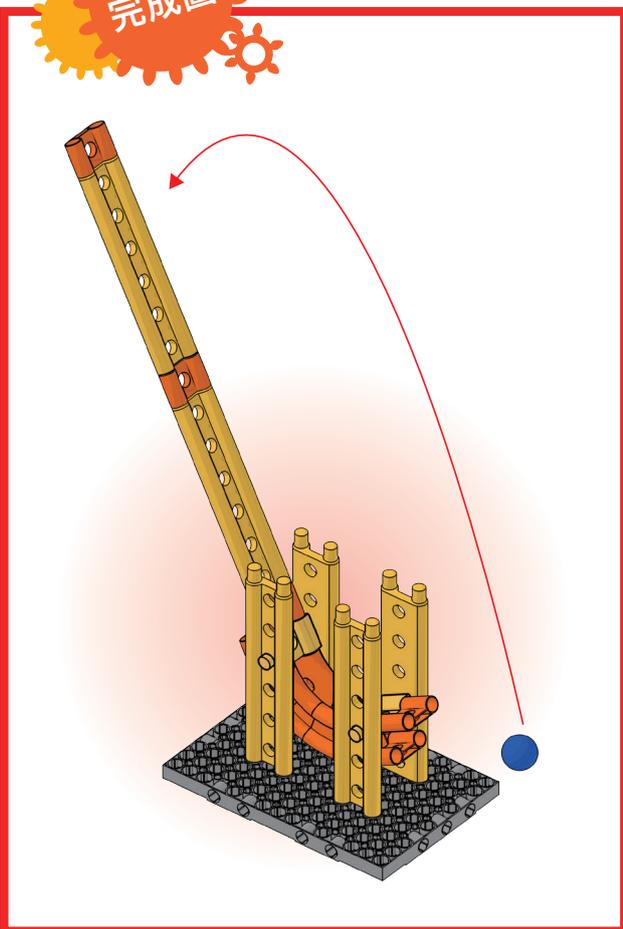
5



6



完成圖



模型操作影片



做做看，使用不同重量或大小的球，觀察球從軌道飛起的高度有什麼不同。

.....

.....

.....

.....

.....



試試看，如何調整軌道才能讓球每次都可以飛過一定的高度之後落到指定區域？

.....

.....



Smart Manual
網頁版



飯後，魯多爺爺說有一種沒玩過的骨牌遊戲。東尼好奇問，那是什麼？爺爺要東尼先拿出所有新買的橡皮擦和鋼尺出來，等弄好之後便知道了。

於是東尼到書房拿出所需要的東西給爺爺，爺爺先用兩個橡皮擦撐在鋼尺中央當做支點，然後於鋼尺等間隔處擺好橡皮擦，原來這是骨牌翹翹板。



東尼輕推底下的橡皮擦，果然發生骨牌效應，當最高的橡皮擦倒在鋼尺上時，高處翹翹板竟往下擺動。

小朋友，了解上升骨牌的原理了嗎？按照步驟來搭建吧！

生活應用

骨牌豎立時，重心較高，且與地面成直角關係，使重力作用在骨牌底部，因此沒有產生力矩，不會倒下。當骨牌側向受力時，會以地面為支點形成一股力矩，使骨牌順勢旋轉讓骨牌重心偏移骨牌底部而傾倒。倒下時重心下降，而其重力對地面支點產生力矩，這股合成力矩會推動相鄰的骨牌使之接續倒下，進而導致骨牌一塊接一塊倒下的連鎖反應現象，我們稱此為骨牌效應。如果將每個骨牌安排在適當的階梯上，當第一階骨牌朝階梯方向傾倒時，會使骨牌力矩傳遞，發生像爬樓梯一般的骨牌效應，形成一種上升骨牌景象。



想想看

有哪些方法可以把能量向上傳遞？

零件清單

2



x14

13



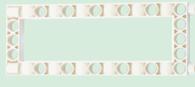
x5

14



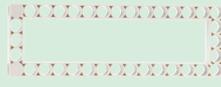
x8

15



x1

16



x2

17



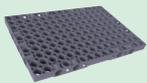
x2

34



x1

35



x2

36



x3

39



x2

41



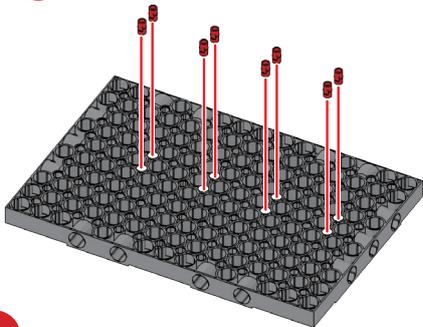
x1

43

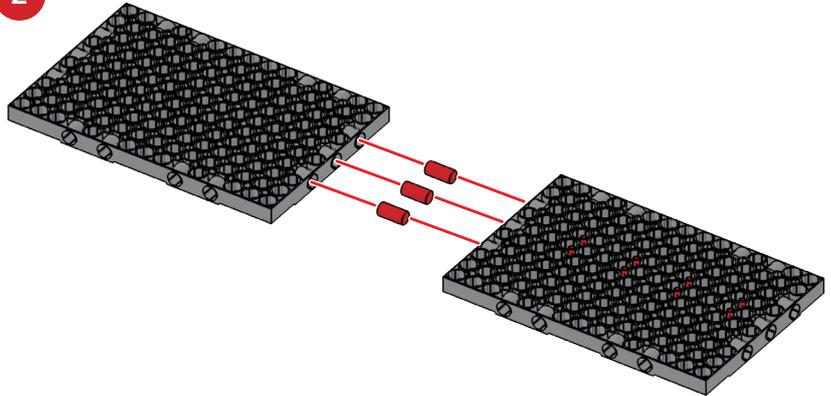


x2

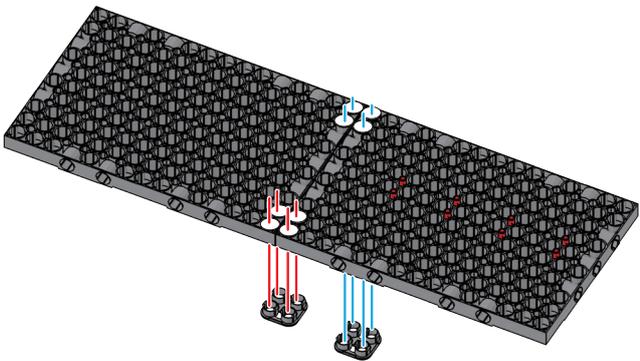
1



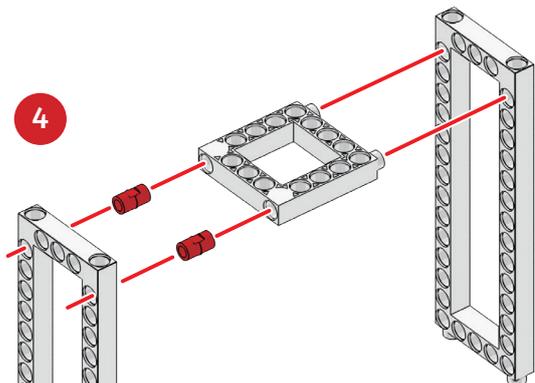
2



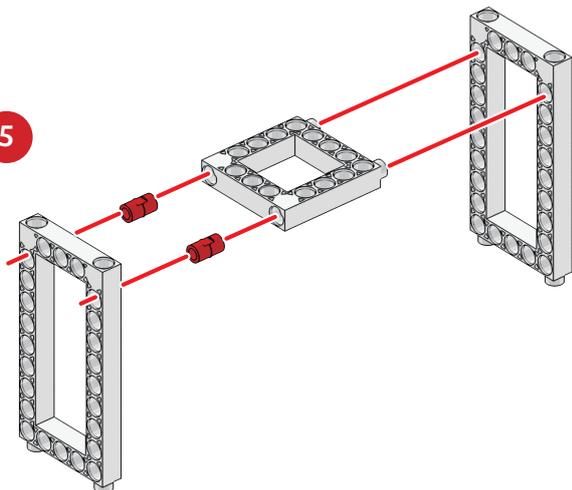
3



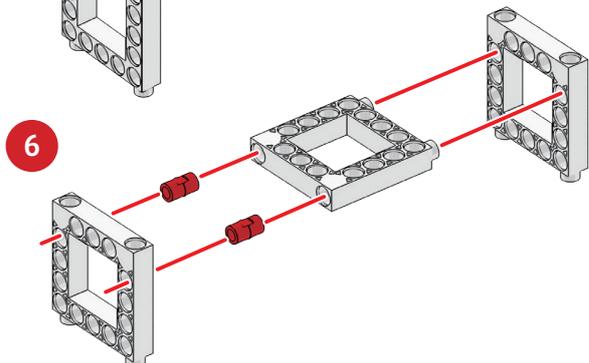
4



5

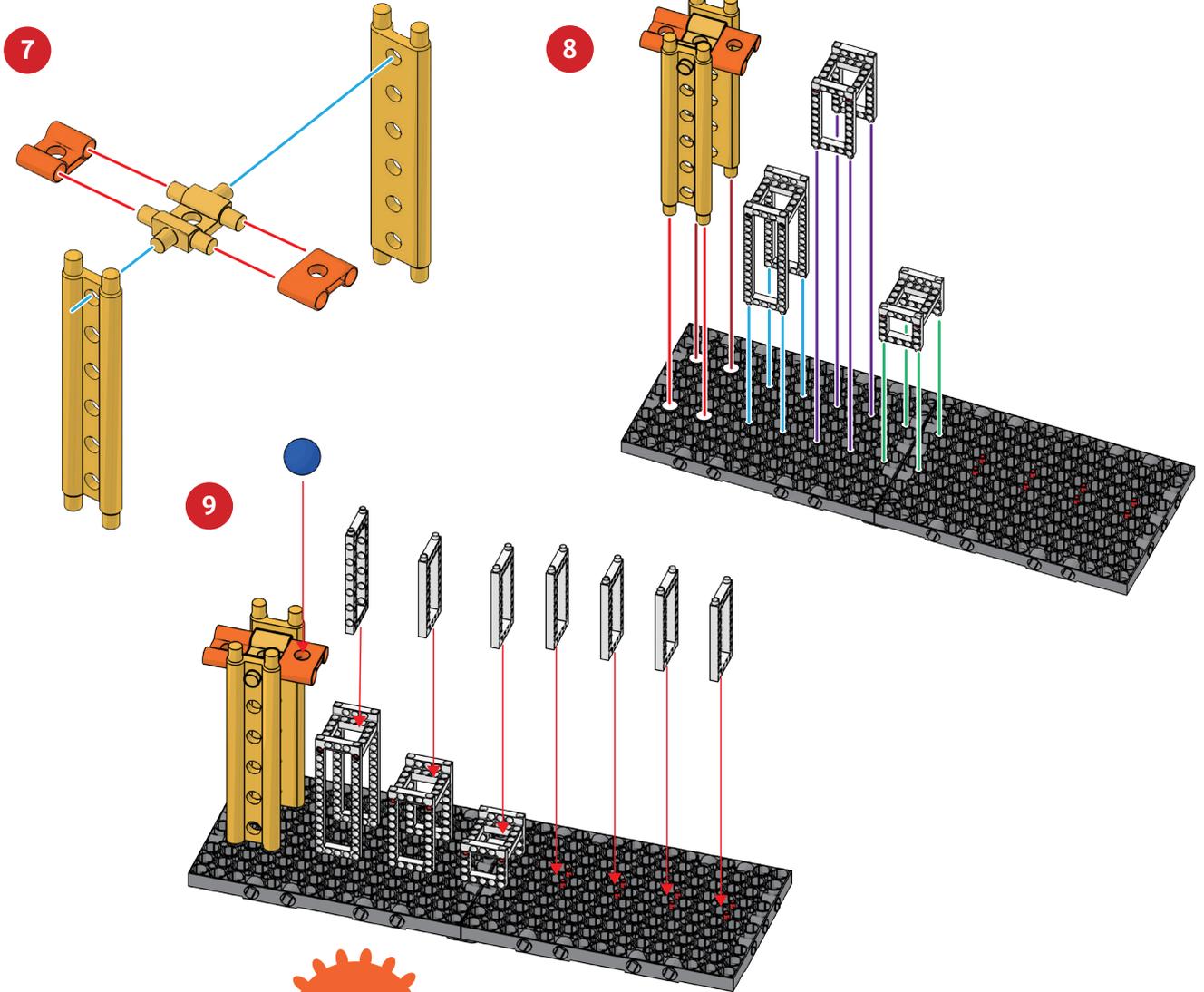


6

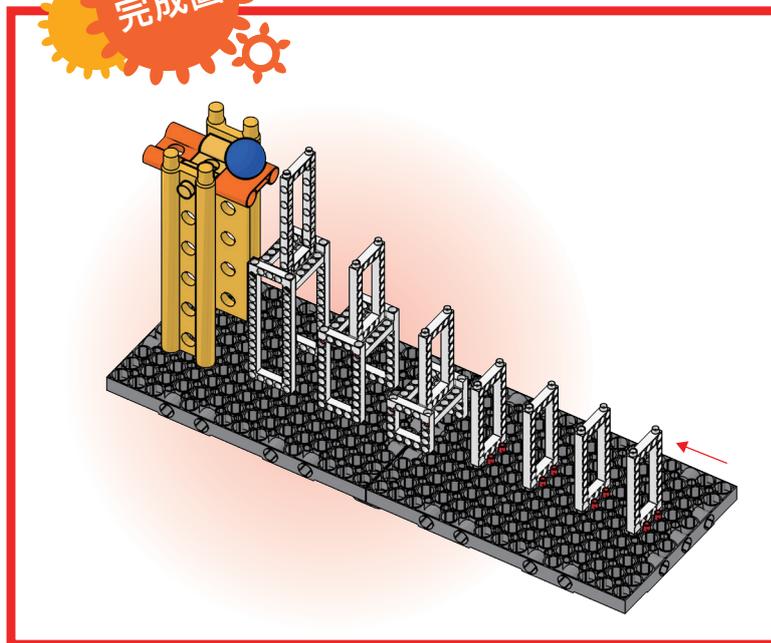


4

上升骨牌



完成圖



模型操作影片



做做看，將積木相互撞擊後，啟動上方的球進入軌道。

Blank area with horizontal dotted lines for writing.



試試看，把能量傳遞的路線設計成 U 字型。

Blank area with horizontal dotted lines for drawing or writing.



Smart Manual
網頁版



5

小小機關王 1

請利用學過的模型跟原理，將兩個（以上）機關串聯在一起，讓球可以從低處往高處移動。



模型
回顧



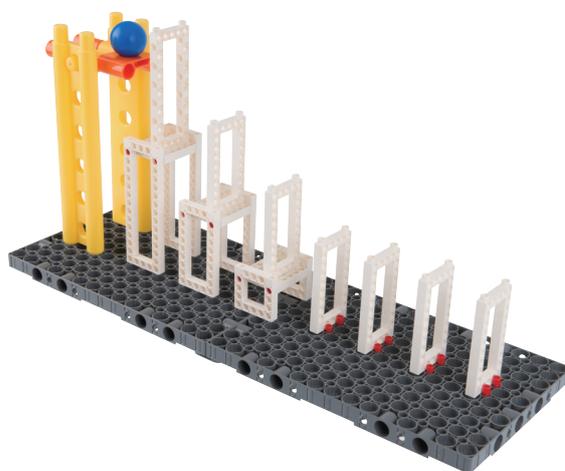
1. 高樓大廈



2. 螺旋高塔



3. 大 U 軌道



4. 上升骨牌



老師在課堂上介紹著槓桿原理。老師說，我們彎下腰拿起一件東西，這都是人體的槓桿在起作用，例如彎腰時，肌肉會付出大的拉力，這是由於在腰部肌肉和脊骨之間形成一種費力槓桿，所以在彎腰提重物時，正確做法是盡量使重物靠近身體，以免拉傷肌肉，藉機讓同學學會一些生理知識。



老師最後介紹阿基米德的名言：給我一個支點，我就能撬起整個地球。東尼舉手說：我也可以拿槓桿當大跳板，把地球彈開。這個異想天開構想，立刻引起全班哄堂大笑。

小朋友，你有玩過跳水嗎？按照步驟組裝出一個大跳板吧！



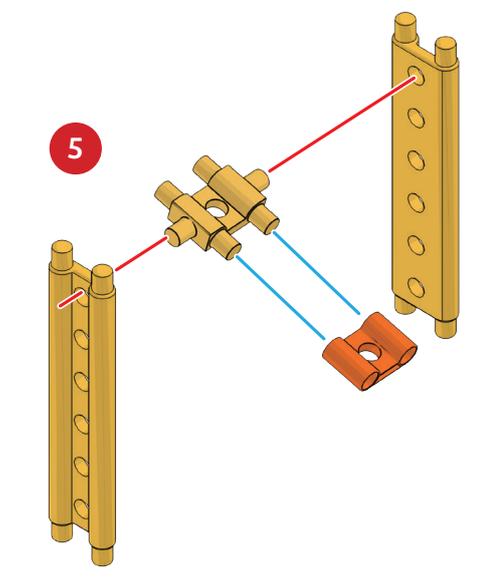
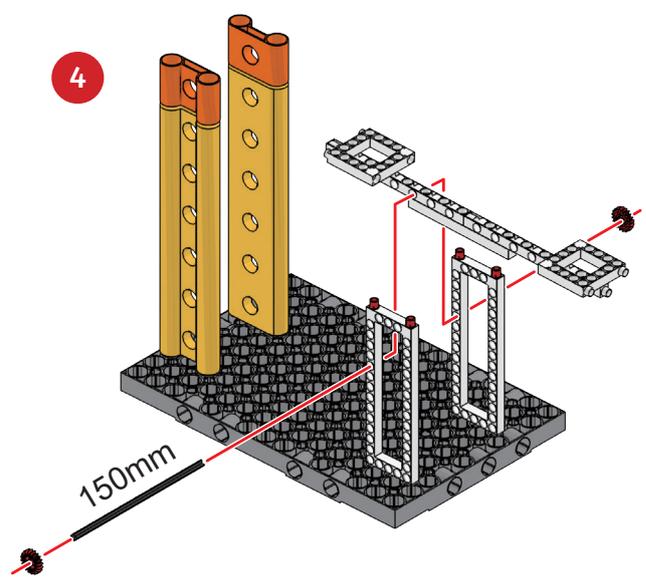
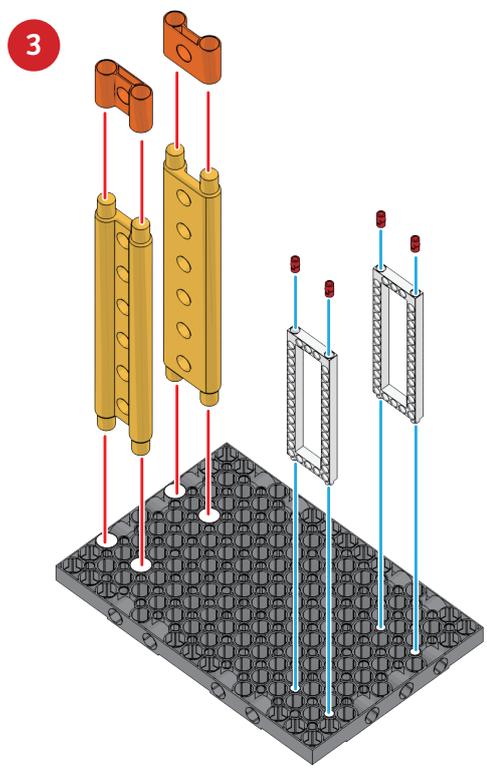
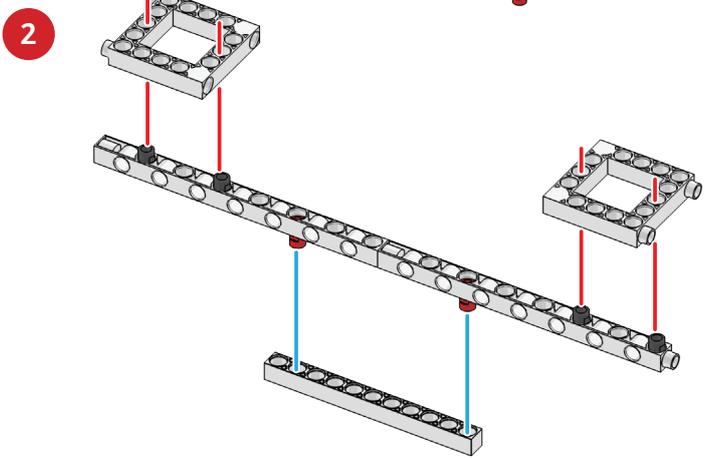
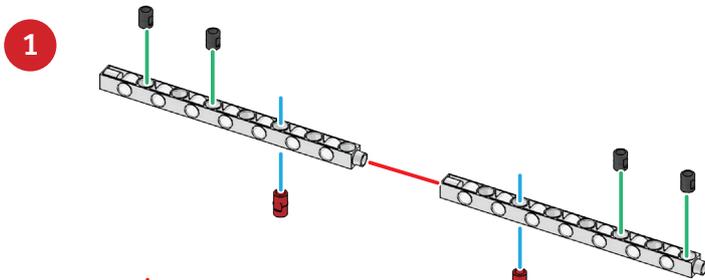
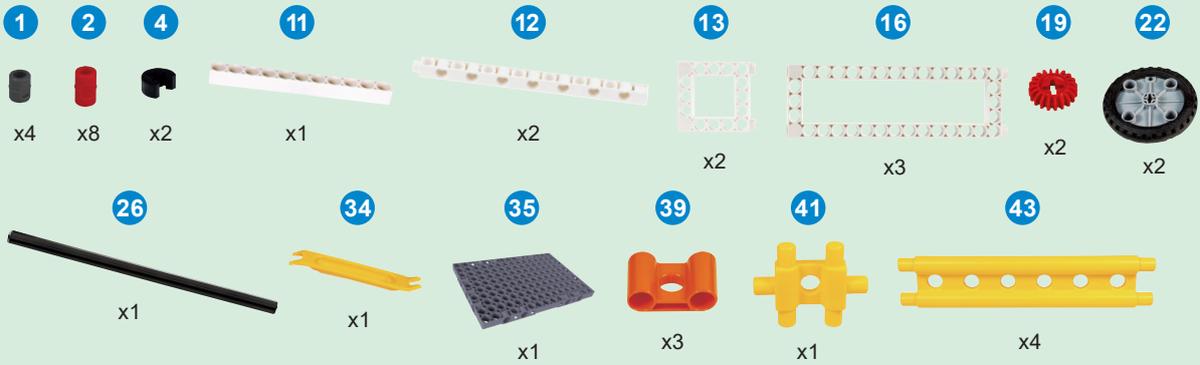
生活應用

馬戲團裡的大跳板表演，由一人高高從大跳板一端落下，會起槓桿作用將大跳板另一端的人彈得高高的。但這項運動非常危險，如果改在跳水台的大跳板，會比馬戲團裡的大跳板來的安全。跳水台的大跳板是末端被固定的槓桿，如距離支點越遠，力臂越長，彈力越大。在跳板中，運動員會最大限度地使用跳板的彈力。他們必須盡可能接近跳板頭，還要掌握一種節奏，在跳板彈起，即將要下降時，再次壓跳板，以增加跳板的反彈力，讓自己彈得高高的。

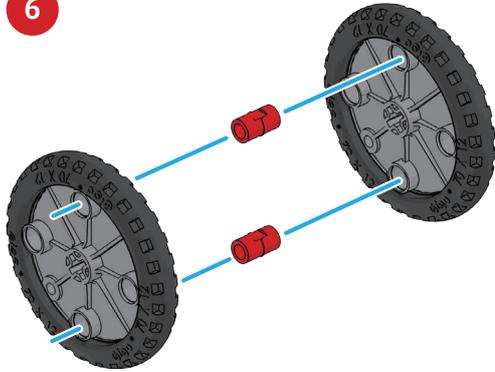
想想看

當我們需要用小質量的物體帶動大質量的物體時，有哪些方法？

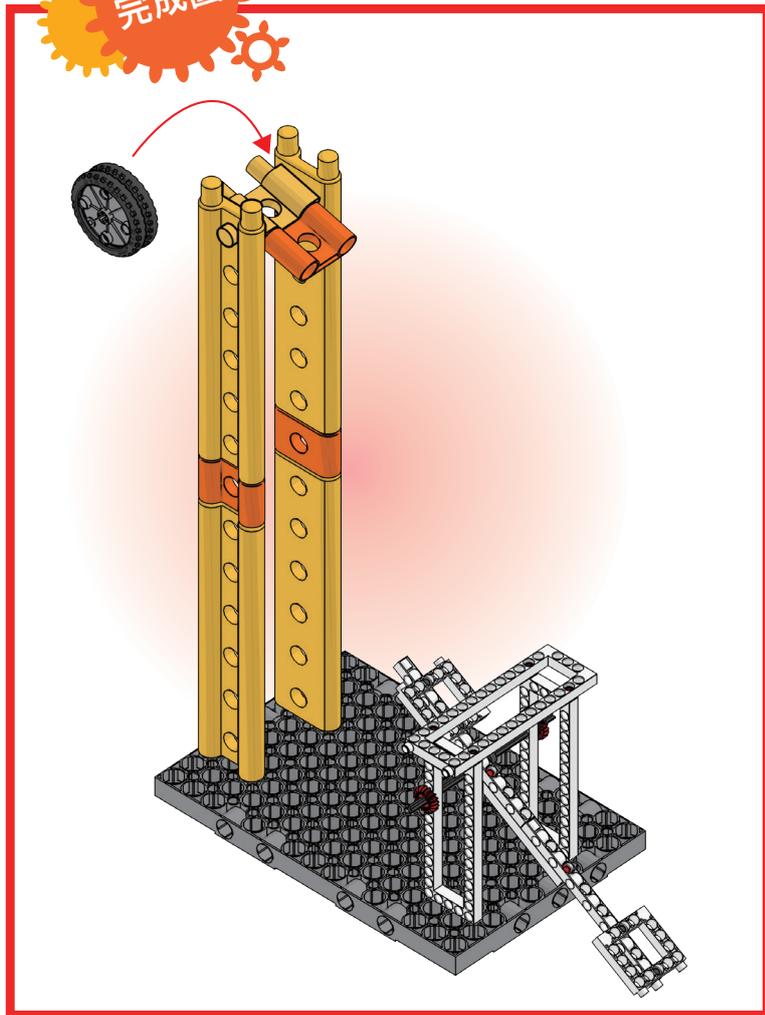
零件清單



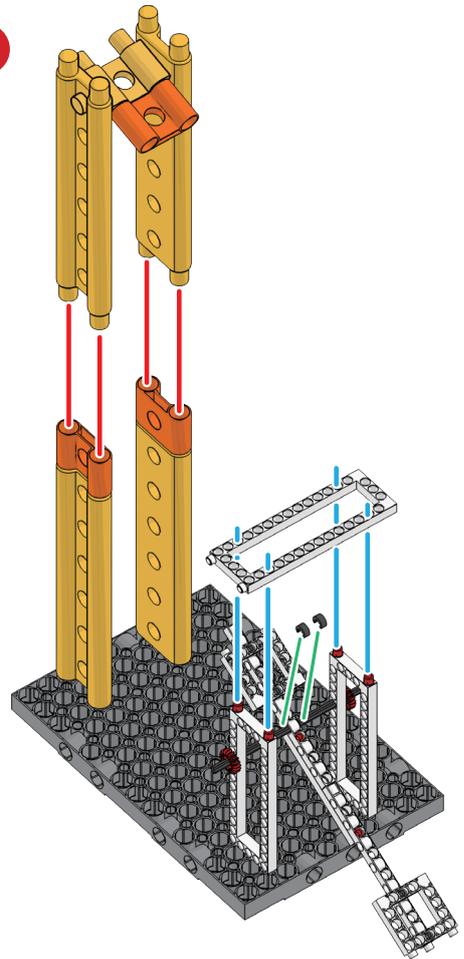
6



完成圖



7



注意!! 在玩此模型時請僅用我們附上的橡皮筋，若用其他物件彈射，可能會有受傷的風險。
安全提醒：此模型會彈射橡皮筋，不可對人發射。



模型操作影片



做做看，調整支點距離，讓橡膠輪可以把球彈得更高。

Blank area with horizontal dotted lines for writing notes.



試試看，讓球落到指定區域。

Blank area with horizontal dotted lines for writing notes.

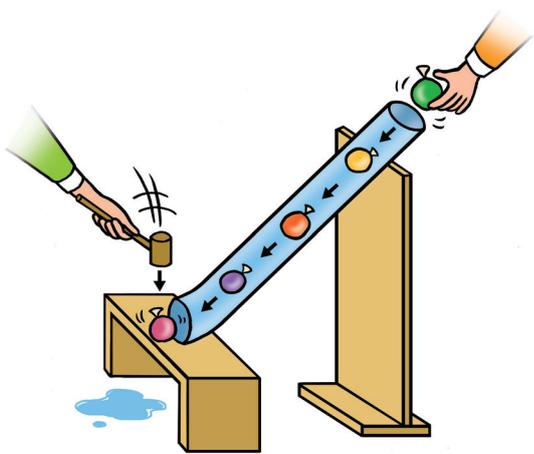


Smart Manual
網頁版



這是在園遊會裡偶爾會看到的打水球遊戲，該遊戲設施是將一個大管口斜放在木板架子上，形成一個讓水球溜滑用的斜面，而底端只有一個平台而已，此設施就像一台擊球機那麼簡單。

遊戲前要用氣球灌水製造出許多水球，等玩家要玩時，先給他一隻打擊水球用的木槌，並請玩家在大管口下端等候。



遊戲開始時，主持人會從高處管口陸續放入若干水球，而水球會隨著自身重力在管口內部斜面快速下滑，當水球溜出管口底端出口時，玩家要在瞬間擊中水球，而且還要敲破才算數。

小朋友，知道擊球機的原理了嗎？按照步驟組出一台擊球機吧！

生活應用

這是一台專供棒球打擊練習的擊球機。它所提供的餵球方式，就像打者側前方站了一位輔導員，用手斜拋棒球到打者面前，讓打者練習擊球。

然而擊球機要如何做到這種斜拋餵球過程呢？首先，要將球陸續放置於向下螺旋管道，而此裝置內有電池驅動的震動馬達，於是會慢慢震動，讓螺旋管道下緣棒球到一個斜面軌道，棒球隨著自身重力在斜面快速下滑，然後經一個小跳台讓棒球斜拋飛出去，以讓打擊者練習擊球之用。



想想看

生活中有哪些應用螺旋斜面的設施或是機構呢？

零件清單

- 2**

 x5
- 13**

 x6
- 15**

 x1
- 16**

 x4
- 17**

 x2
- 24**

 x1
- 29**

 x4
- 30**

 x1
- 31**

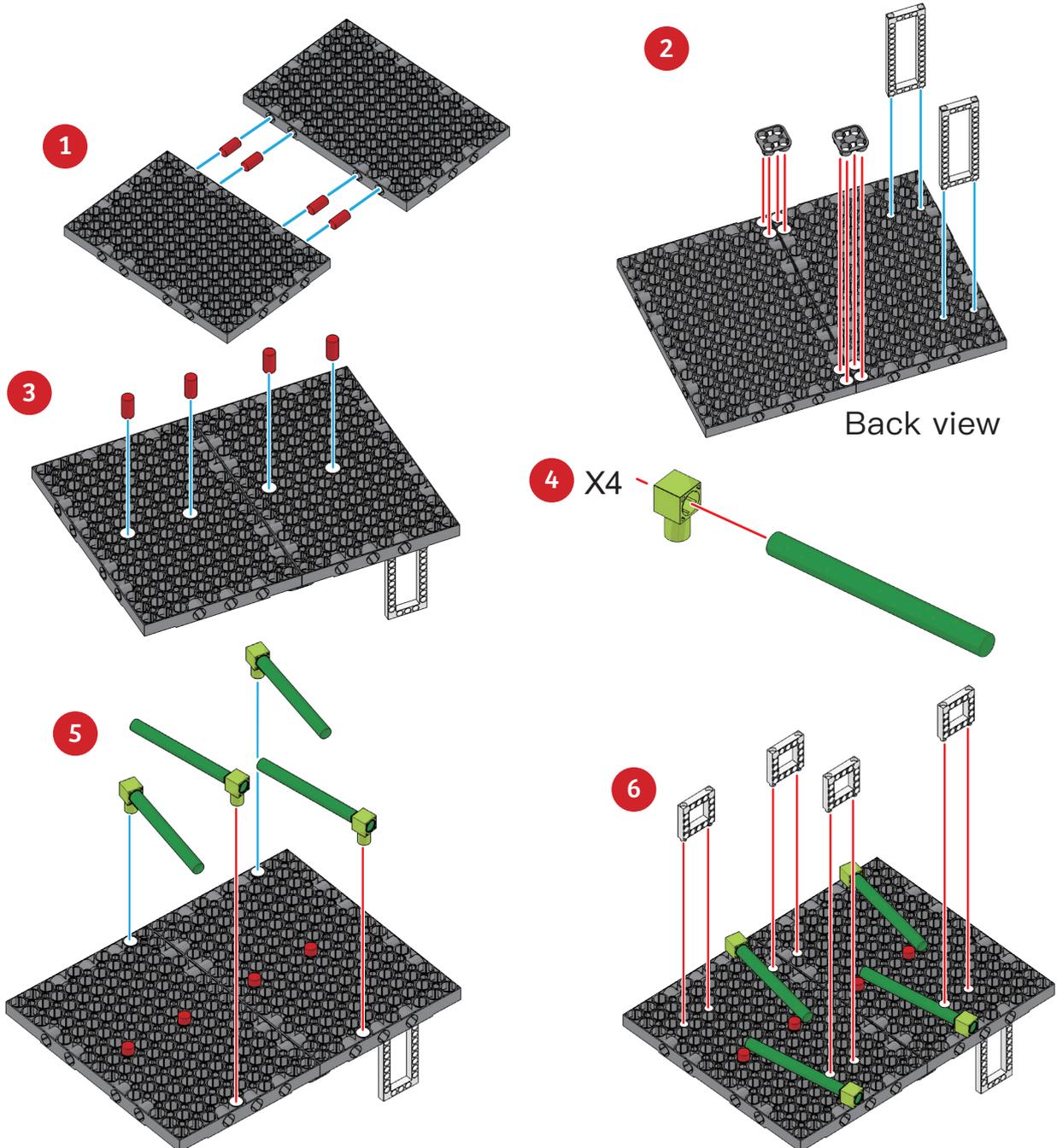
 x1
- 34**

 x1
- 35**

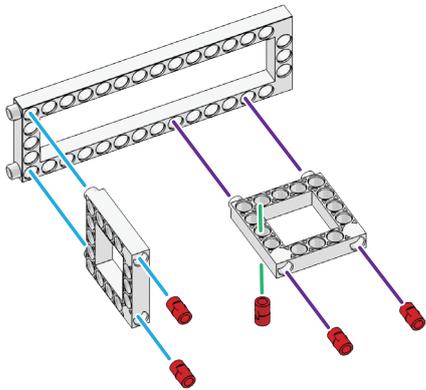
 x2
- 36**

 x8
- 38**

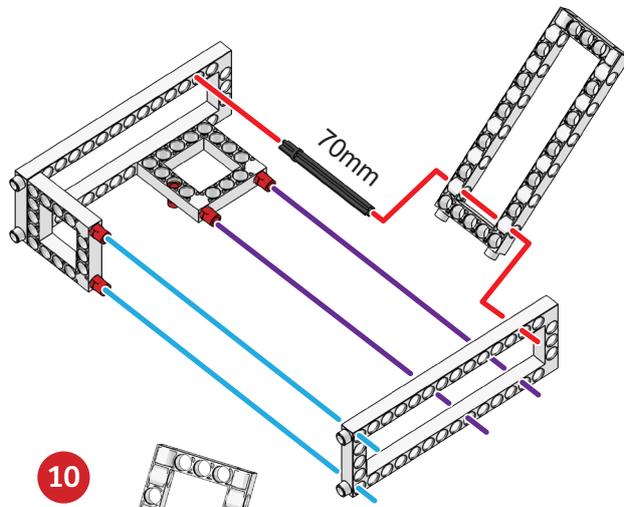
 x4



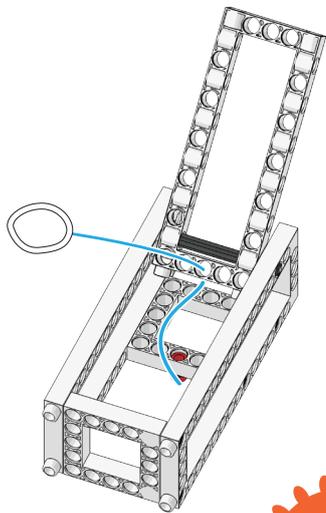
7



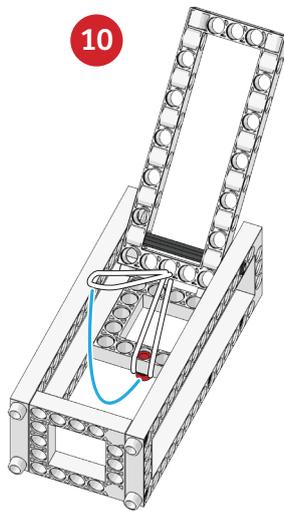
8



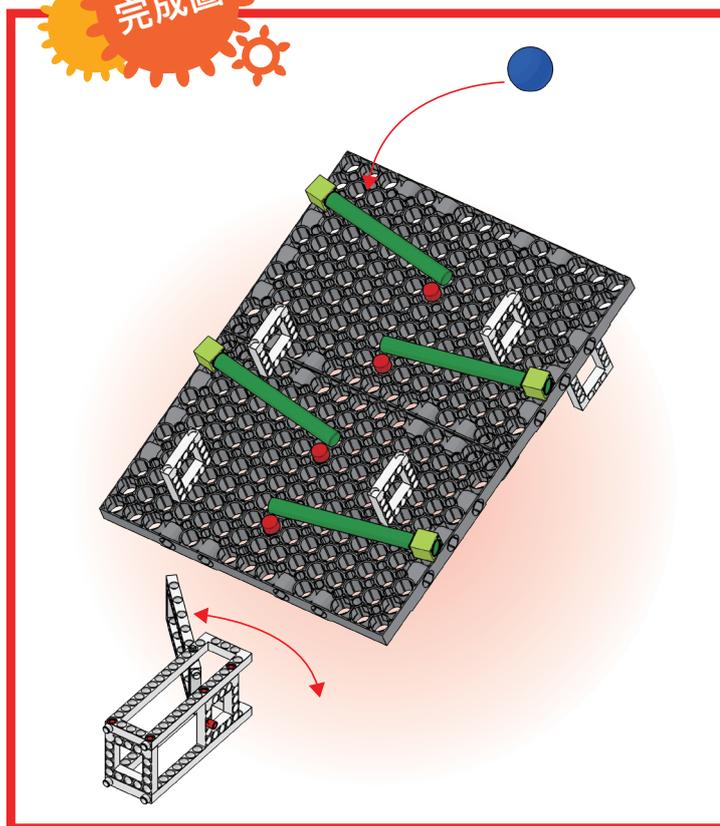
9



10



完成圖



模型操作影片



做做看，調整斜面的角度，讓球落下的速度變慢。

Blank area with horizontal dotted lines for writing notes.



試試看，設計不同的擊球機模型。

Blank area with horizontal dotted lines for writing notes.



Smart Manual
網頁版





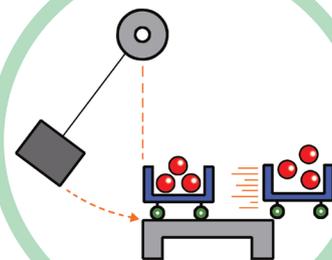
有一種運用單擺擊球機作動原理做成的汽車油箱尖錘撞擊試驗台，用於汽車油箱抗尖銳物體撞擊能力的試驗。

擺錘撞擊機構安裝在支架的橫樑上，而橫樑是可以上下移動以調整油箱垂直方向撞擊位置，擺錘撞擊機構還可以在橫樑上沿水平方向移動，用來調整油箱水平方向撞擊位置；油箱安裝在底座上，底座上設有導軌，可用來調整油箱前後位置，以此三度空間確定擺錘的撞擊處。



擺錘撞擊機構上設有指針和度盤，用來指示擺錘張角的大小，由於擺錘的質量一定，故通過擺錘張角算出撞擊能量，從而對撞擊結果進行評判。

小朋友，了解單擺擊球機的原理了嗎？按照步驟組裝出來吧！



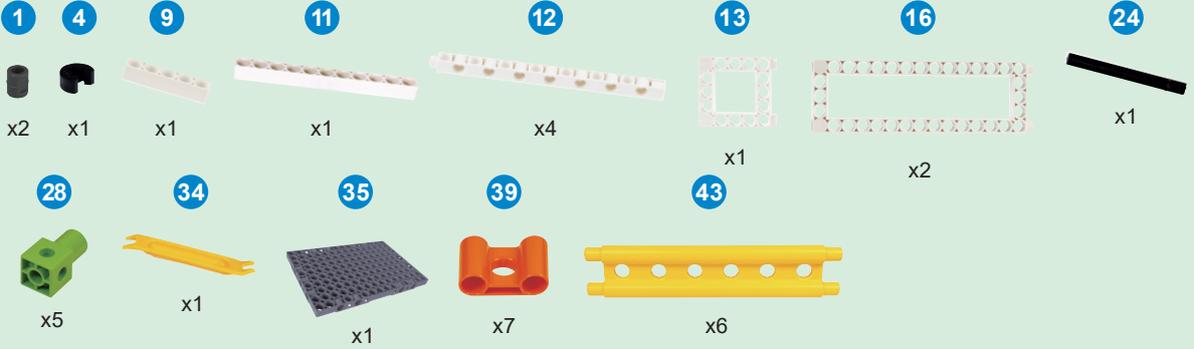
生活應用

這是一台正規實驗用的碰撞與拋射運動實驗儀，它有著單擺擊球機的機構，例如實驗時，於平台先放置一顆鋼球，然後將擺錘移至某個擺動角度，接著釋放擺錘行單擺運動。當擺錘盪到底部平台時，會和鋼球發生碰撞而將鋼球撞離平台，使鋼球呈拋射運動發射出去，鋼球會滑行一段位移並受重力作用而掉落地面。這只是水平拋射實驗，進階版的實驗儀還提供仰角設定能進行仰角拋射實驗。

想想看

要把球擊到遠方的方法有哪些？

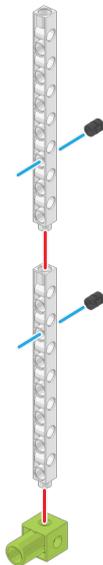
零件清單



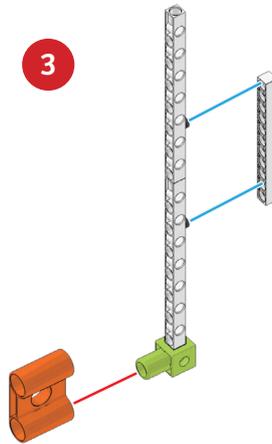
1 X6



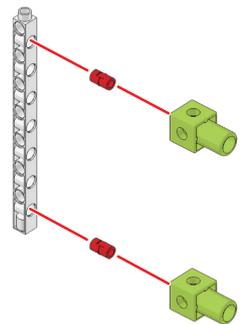
2



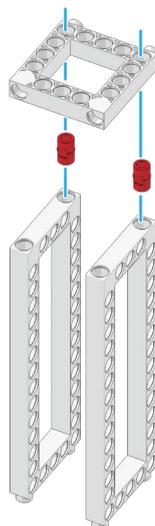
3



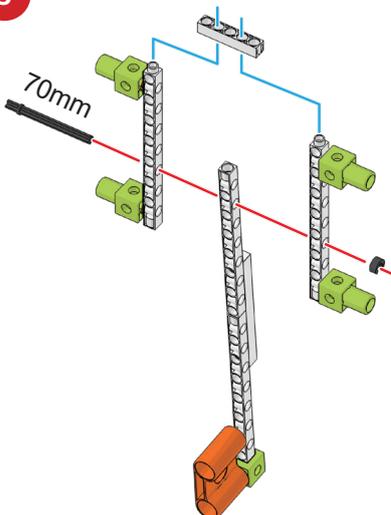
4 X2



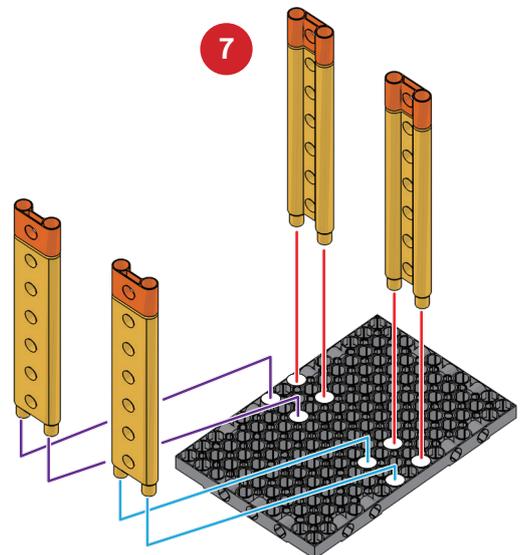
6

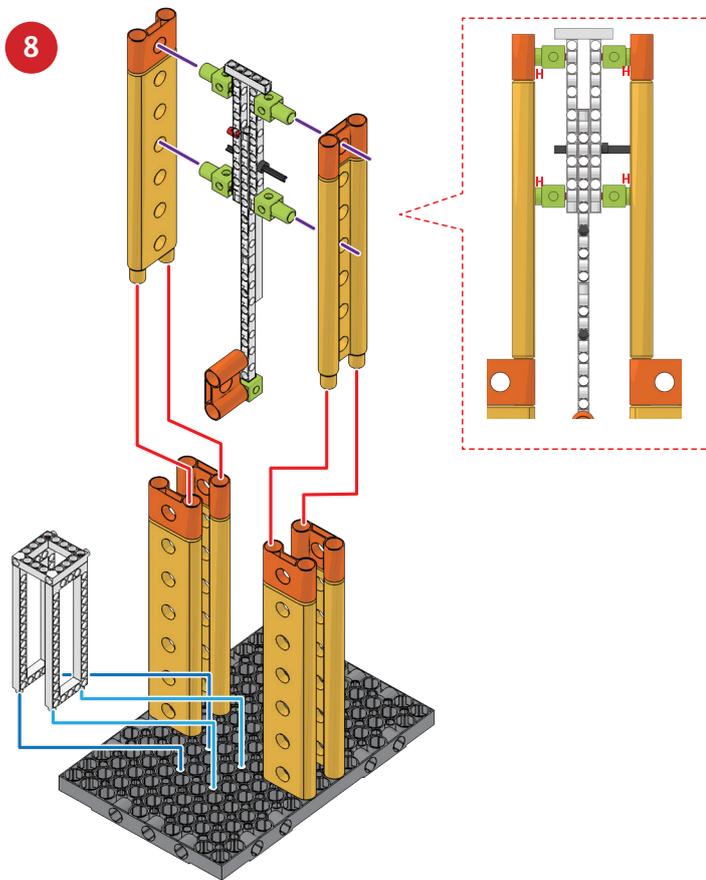


5

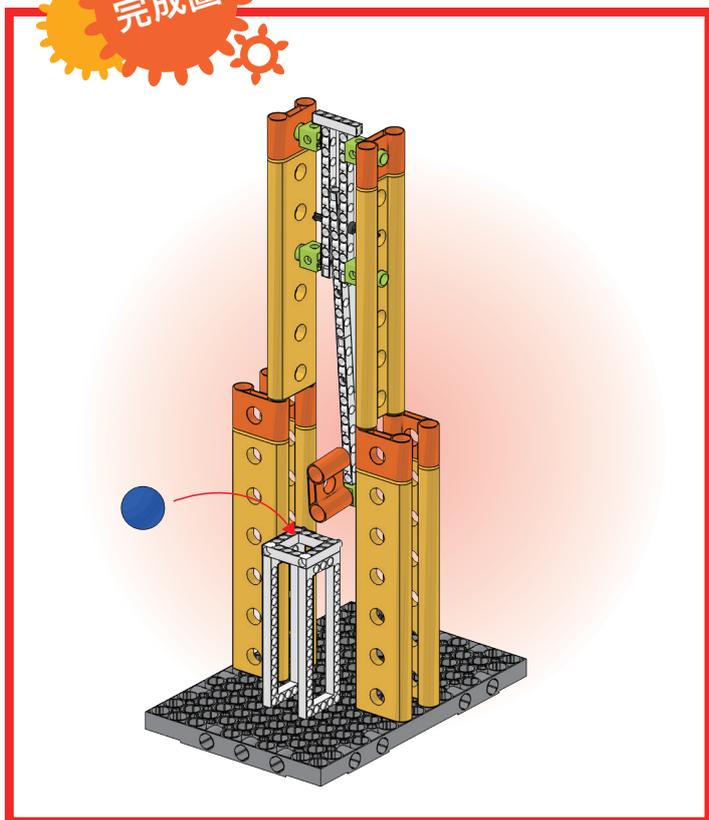


7





完成圖



模型操作影片



做做看，放置不同配重的物品在扭蛋球裡，觀察擊球遠近的差別。

.....

.....

.....

.....

.....



試試看，做出不同的球槌造型。

.....

.....

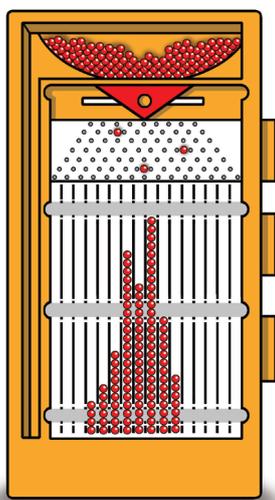


Smart Manual
網頁版



這是一種乍看之下好像彈珠檯的實驗設施，這個設施的上端漏斗狀空間裡放了上百顆同直徑的小彈珠，漏斗口由一個活動卡榫卡住。往下探，是由一堆有規律的三角格子所組成的立樁。再下來，就是最下邊每個立樁都會對應一道擋板。

遊戲前要用氣球灌水製造出許多水球，等玩家要玩時，先給他一隻打擊水球用的木槌，並請玩家在大管口下端等候。



實驗時，只要抽出卡榫讓所有彈珠紛紛落下到不同擋板分隔區域，其彈珠堆疊的外緣形狀，會類似一個鐘形，而且中央區域會是彈珠落下最多的地方，並往兩邊遞減擴散，所呈現的結果會接近常態分配，這是學習機率分佈的彈珠檯。

小朋友，你還有想到什麼樣式的彈珠檯呢？

生活應用

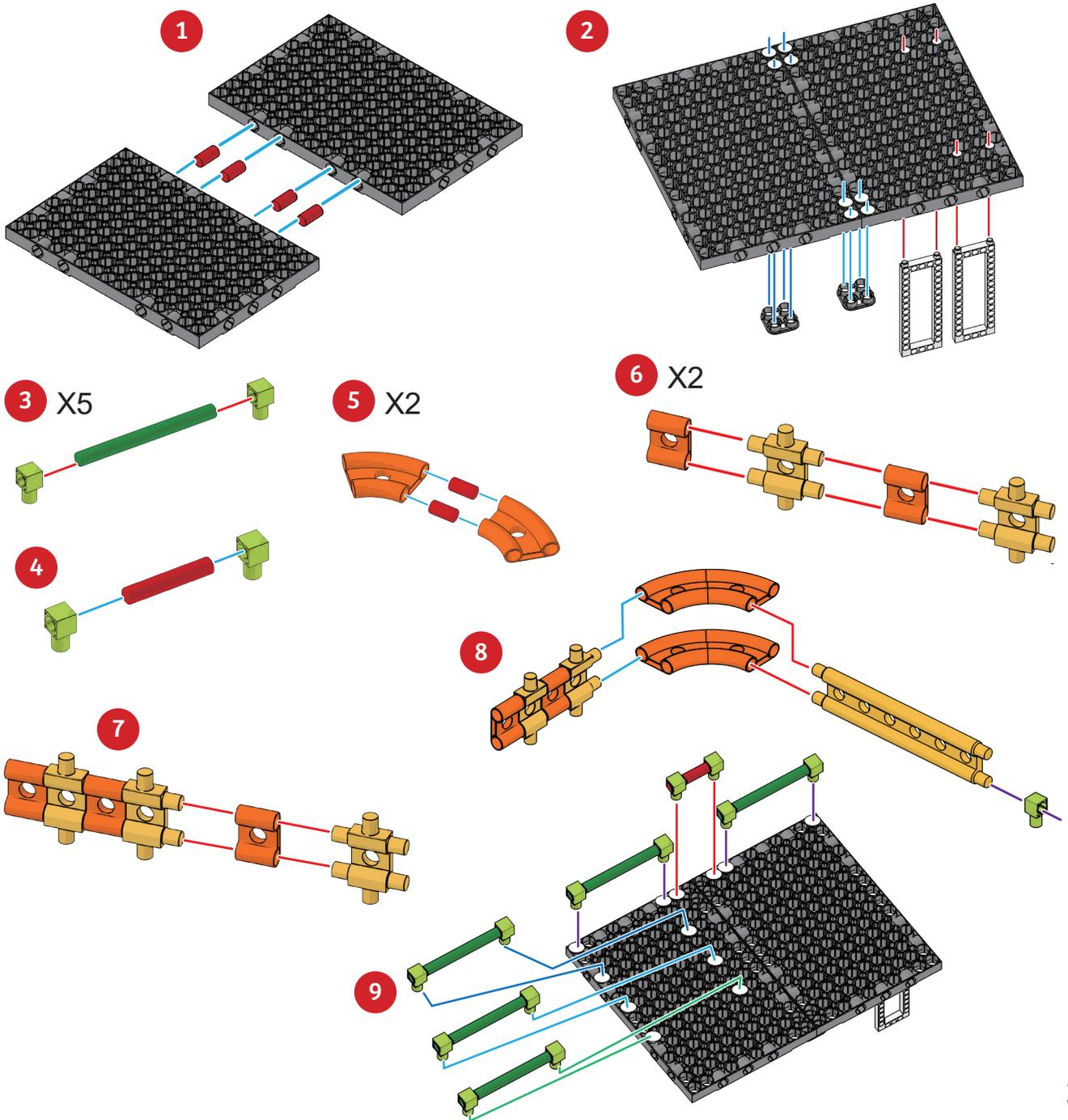
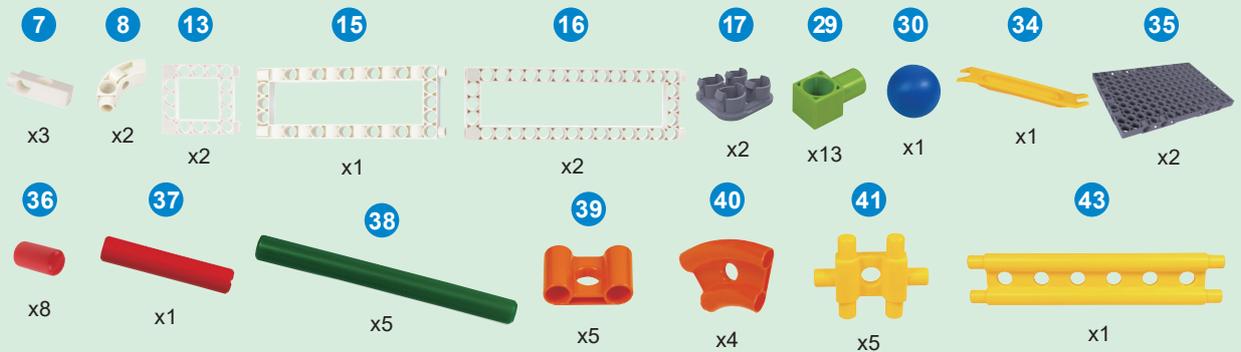
這裡的彈珠檯是指機械式彈珠檯，其彈珠彈射發球方式，不管是電動的或者手撥的，主要就是用具將彈珠沿著軌道打上彈珠檯前端，由檯面所提供的斜面，彈珠會靠自己的重力斜滾下來，滾動中會碰撞到不同的立樁而改變滾下軌跡，最後會掉落在下方由不同擋板隔出的不同分數區域。有一種巨大彈珠檯，其彈珠是以足球取代，將足球打出去之後，會在上方繞一道弧形，好像足球賽中的香蕉球特技，故將此彈珠檯稱為香蕉球彈珠檯。



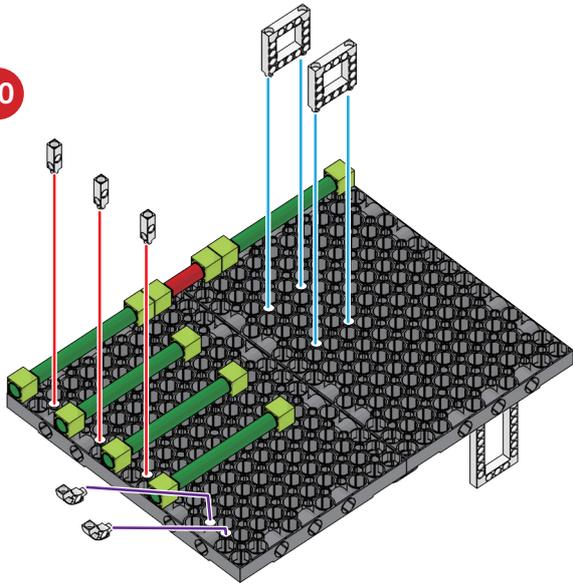
想想看

在生活中，有看過哪些機器有隨機分配的裝置？

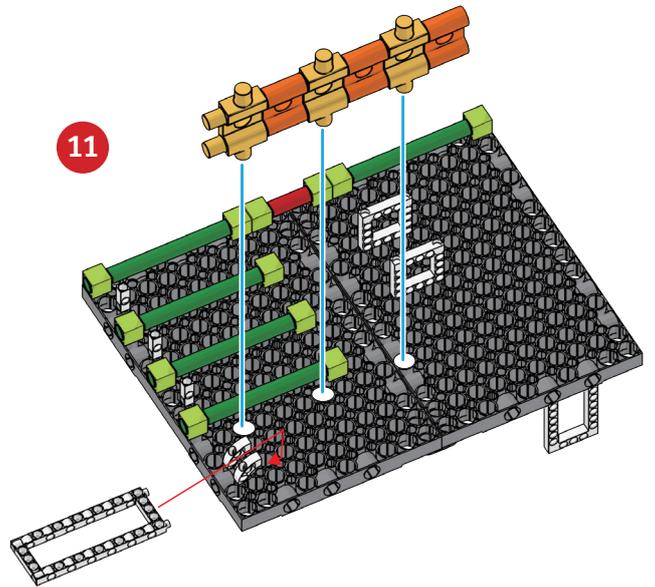
零件清單



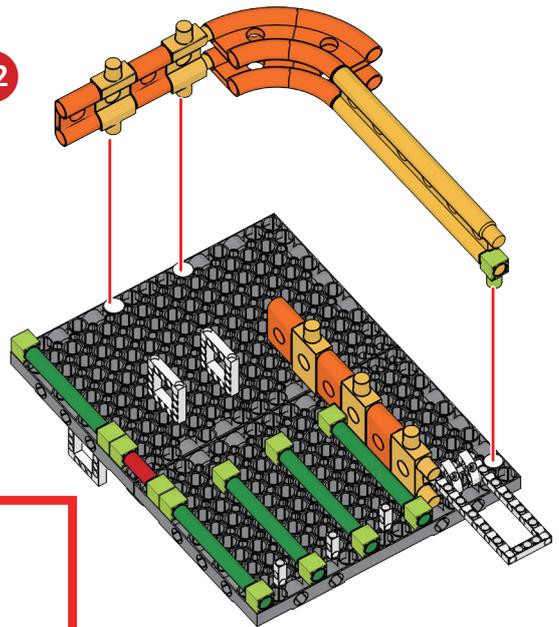
10



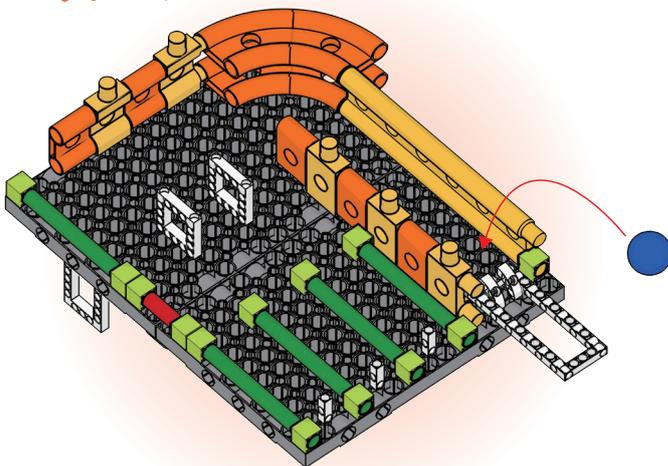
11



12



完成圖



模型操作影片



做做看，依序打出三個球，觀察落點是否相同。

.....

.....

.....

.....

.....



試試看，想辦法讓三個球都落在同一個位置。

.....

.....



Smart Manual
網頁版

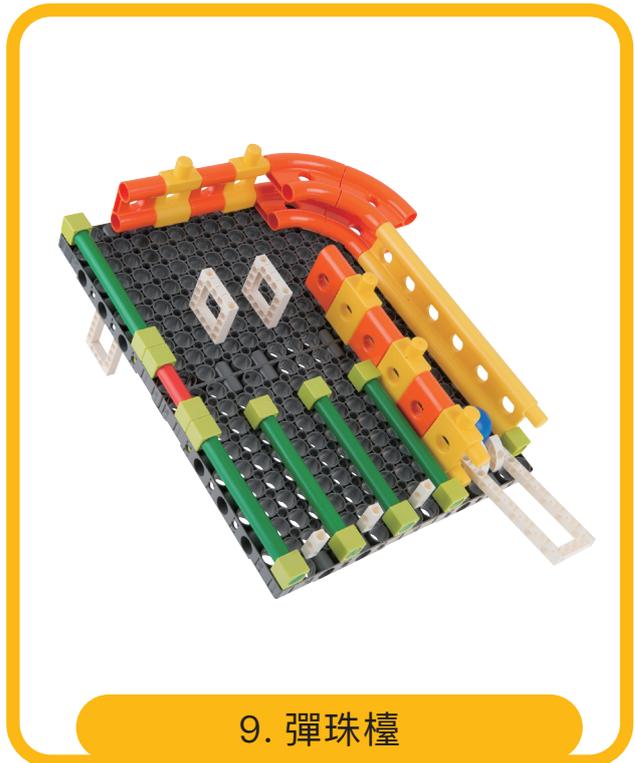
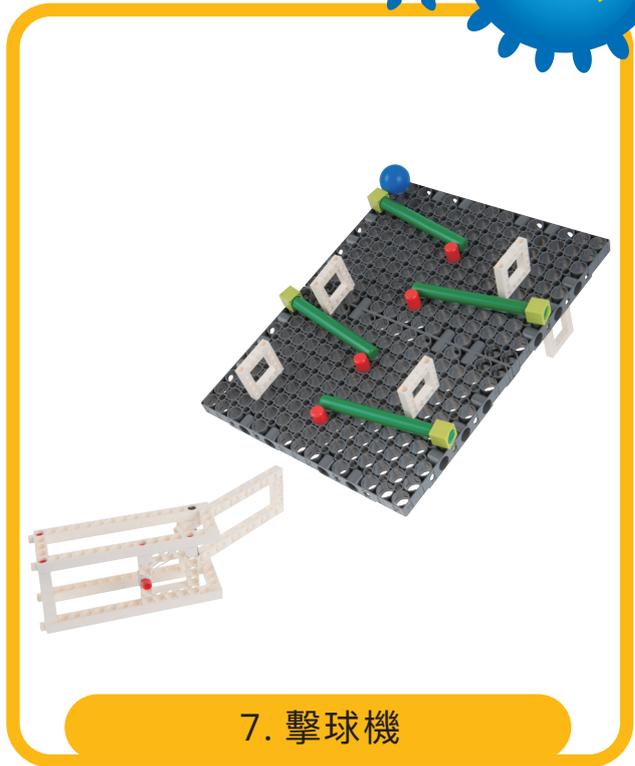




10

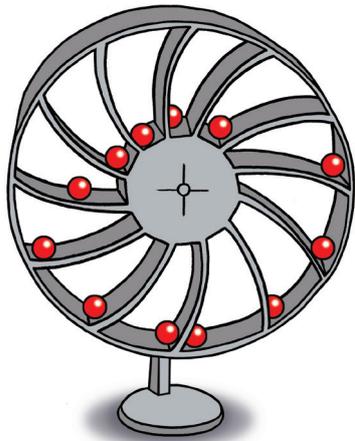
小小機關王 2

請利用學過的模型跟原理，串聯兩個（以上）可以收集圓球並且一顆顆擊出的機關。





十七世紀時，曾有一位英國人設計了一台可以轉動的滾球永動機，他設計了一個內有許多斜面隔板的轉盤，有數十個鋼球隨著轉盤圓周運動的旋轉而沿外側運動，使力矩加大，待轉到高處時，鋼球會順著斜面自動地滾向轉盤中心，鋼球隨後又受轉盤圓周運動而沿外側運動而使力矩加大，如此周而復始持續推動轉盤旋轉，就這樣成了一座滾球永動機。



然而這台號稱為永動機的機器，其實是靠慣性來維持轉盤短暫的圓周運動。

小朋友，知道原理以後，你可以製作出一台撥球轉盤嗎？

生活應用

生活中有一種能發揮撥球轉盤效果的硬幣分類機，它有一種由斜面軌道設計而成的螺旋動線，雖然本身並不會動，然而卻如轉盤般，可讓硬幣投入後循著斜面軌道進行圓周運動，而軌道外側邊不同位置處會有一些洞口，這些洞口是按硬幣直徑由小到大所留的圓洞。由於圓周運動驅使硬幣產生離心力，當硬幣口徑與洞口大小吻合時，會令軌道外緣出現空缺，因此硬幣被離心力推往軌道外面而掉到底下的收集器，使得相同大小硬幣只會掉落同樣大小的收集器，進而達到硬幣分類的作用。

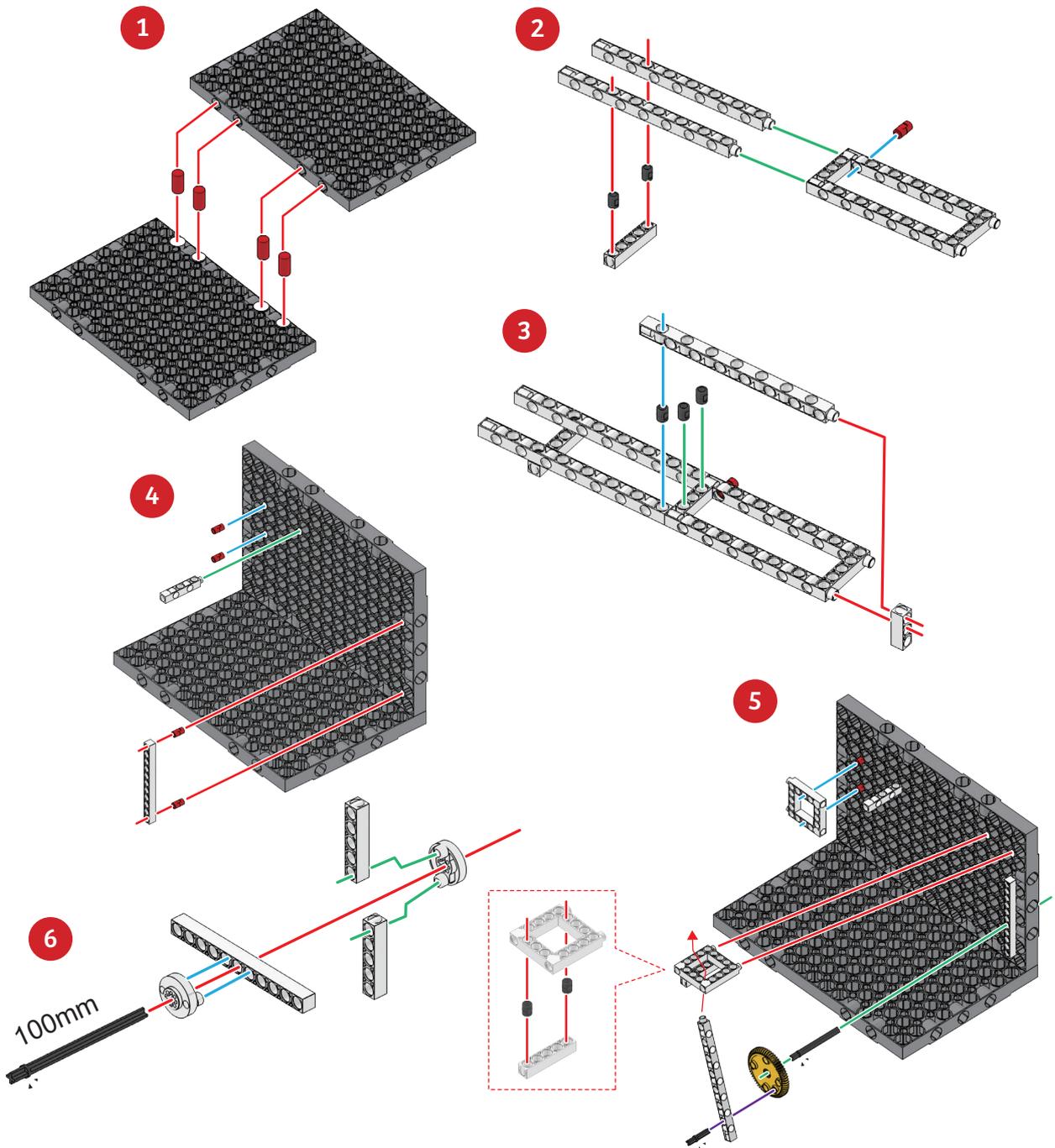


想想看

如何讓一堆球可以在一定的時間內，有順序地輸出到下一關？

零件清單

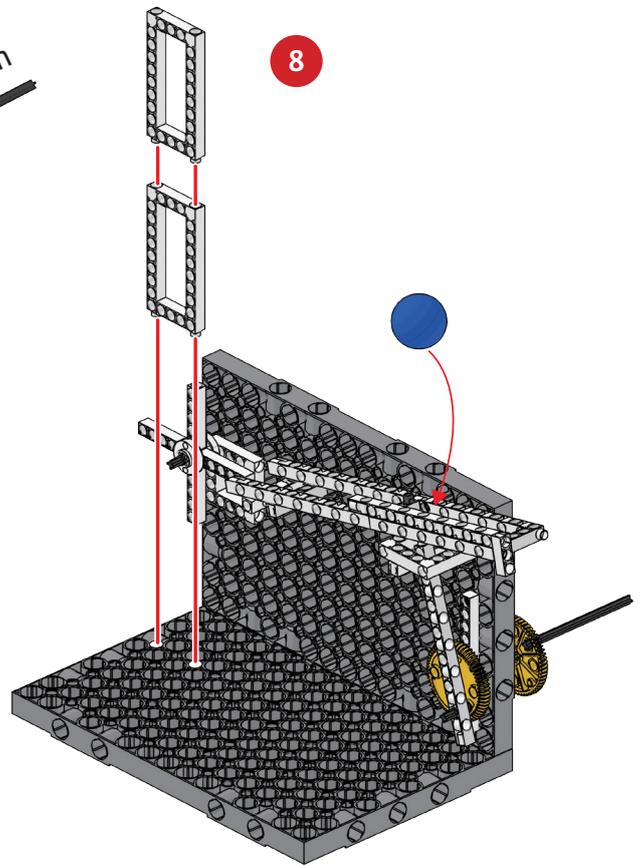
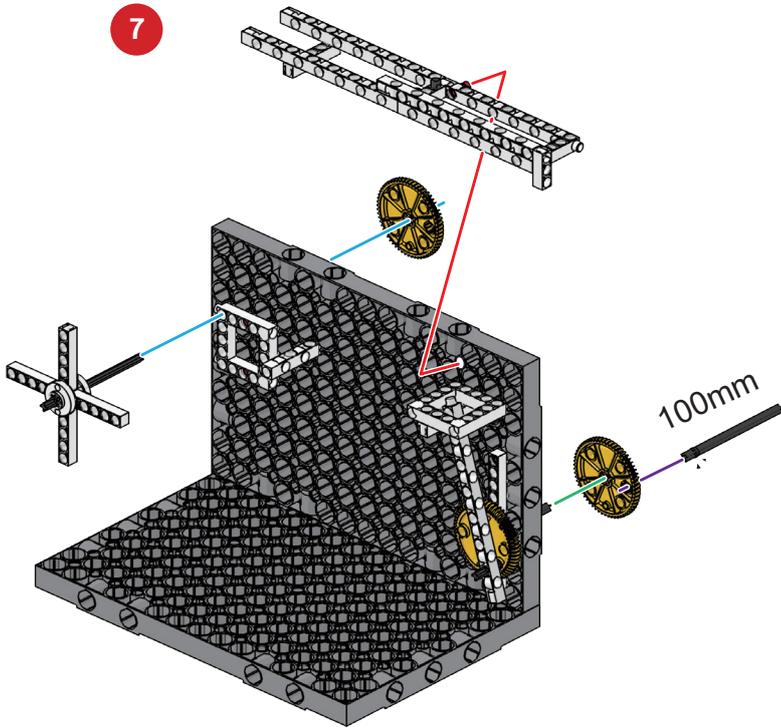
| | | | | | | | | | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1 | 2 | 5 | 6 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| | | | | | | | | | |
| x7 | x5 | x2 | x1 | x4 | x1 | x2 | x4 | x2 | x2 |
| 15 | 21 | 23 | 24 | 25 | 34 | 35 | 36 | | |
| | | | | | | | | | |
| x1 | x3 | x1 | x1 | x2 | x1 | x2 | x4 | | |





11

撥球轉盤



模型操作影片



做做看，一次放三顆球，並且讓球依序一顆一顆滾落。

Blank area with horizontal dotted lines for writing.



試試看，改變模型設計，控制每次球落下的數量。

Blank area with horizontal dotted lines for writing.



Smart Manual
網頁版



東尼不經意在電視上看到樂透開獎，發現開獎機的設計都是做成透明的，讓人們能一目了然內部的構造，避免有作弊造假的疑慮。

其中最讓東尼好奇的，便是樂透機中所選出的號碼，都會滾經過長長的螺旋軌道，但螺旋軌道與一般直線軌道的差異，卻讓東尼百思不得其解。



直到某一日，東尼上課聽到老師介紹螺旋，才瞭解螺旋的設計可以有效地利用空間來延長軌道的長度，同時減緩球落下的速度，東尼猜想，樂透機的螺旋設計，目的應該是為了讓觀眾能清楚地看到落下的每顆球號碼，並增加開獎的刺激感吧！

小朋友，了解滾球螺旋的構造了嗎？試著組裝吧！

生活應用

一般去水上樂園，都可以看到類似溜滑梯的滑水道，而有些滑水道會設計成螺旋狀，讓滑下來的過程中，不僅有落下的速度感，還有旋轉的刺激感；細心留意滑水道的設計，可以發現在轉彎處都會設置擋牆，這是因為當我們以高速滑向轉彎處時，因為慣性的關係，容易飛出軌道之外，擋牆的目的就是防止遊客跌落軌道用。



想想看

怎麼設計軌道可以讓球滾動時不容易出軌掉落呢？

零件清單

17



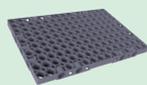
x4

34



x1

35



x4

36



x8

37



x1

39



x7

40



x6

41



x6

42



x4

43

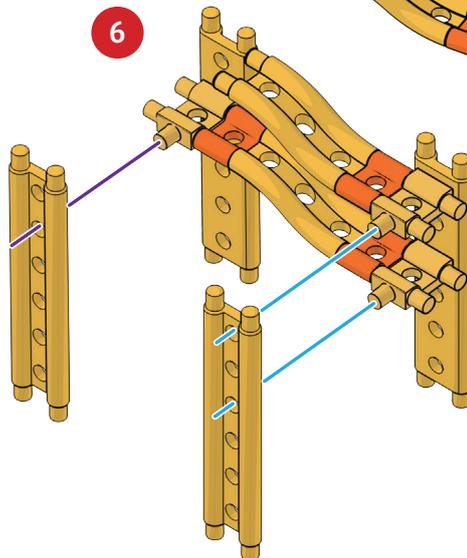
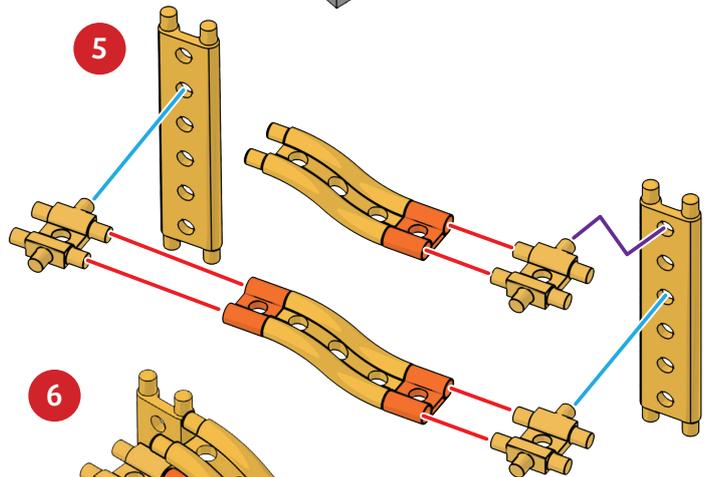
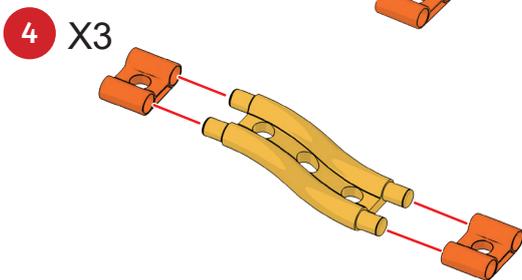
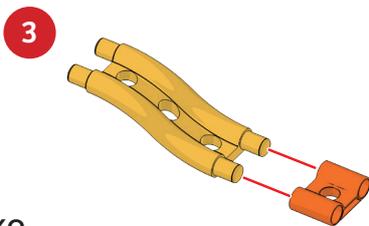
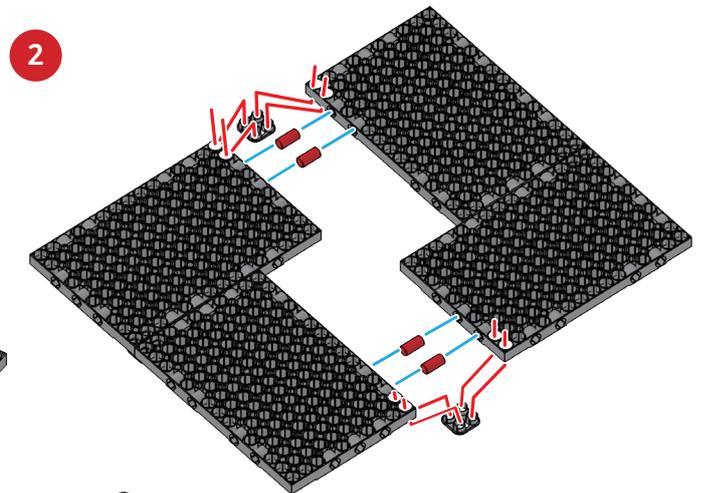
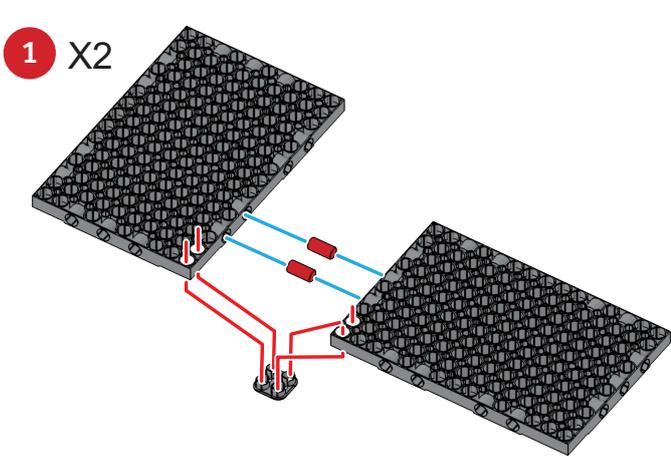


x9

44

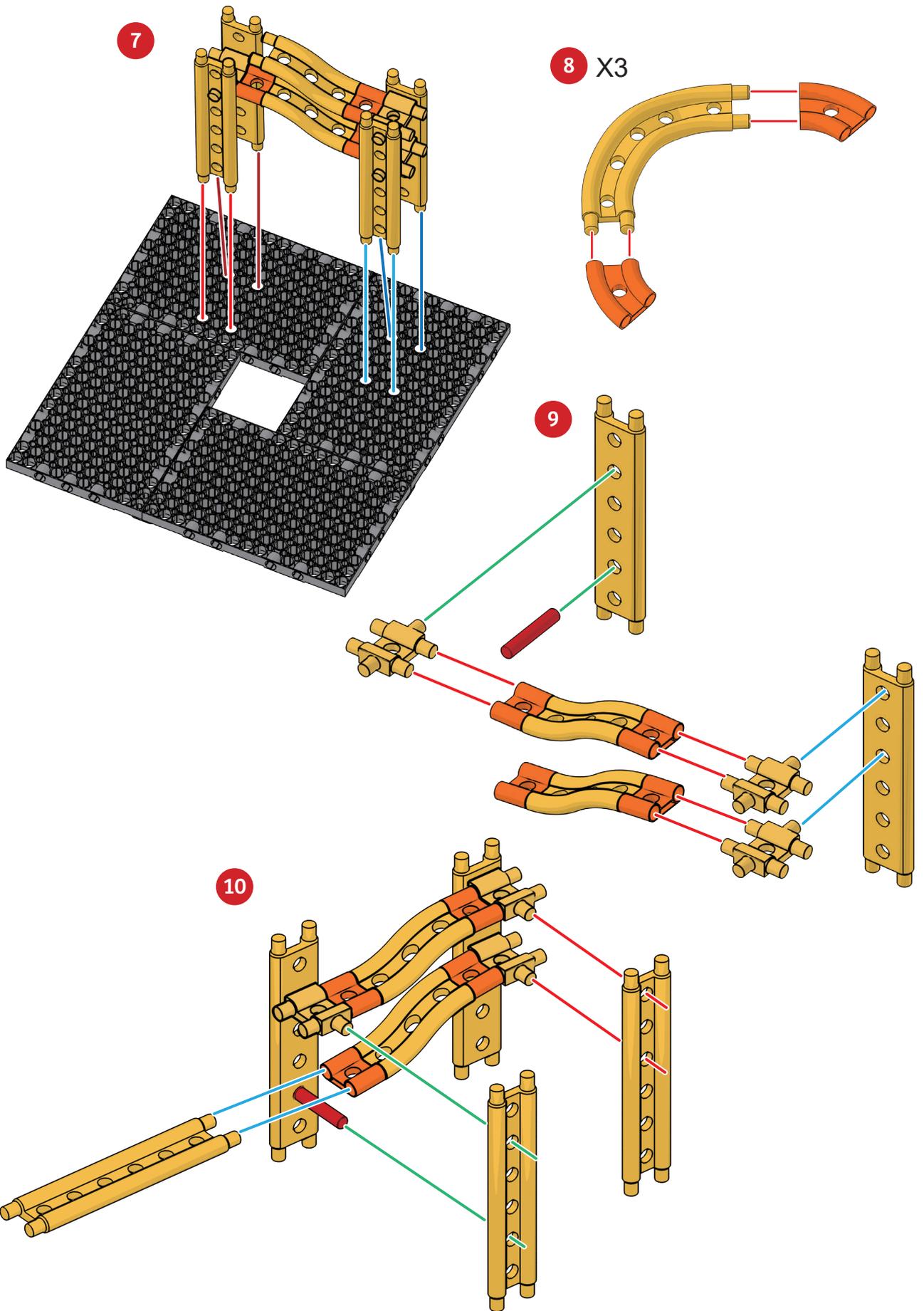


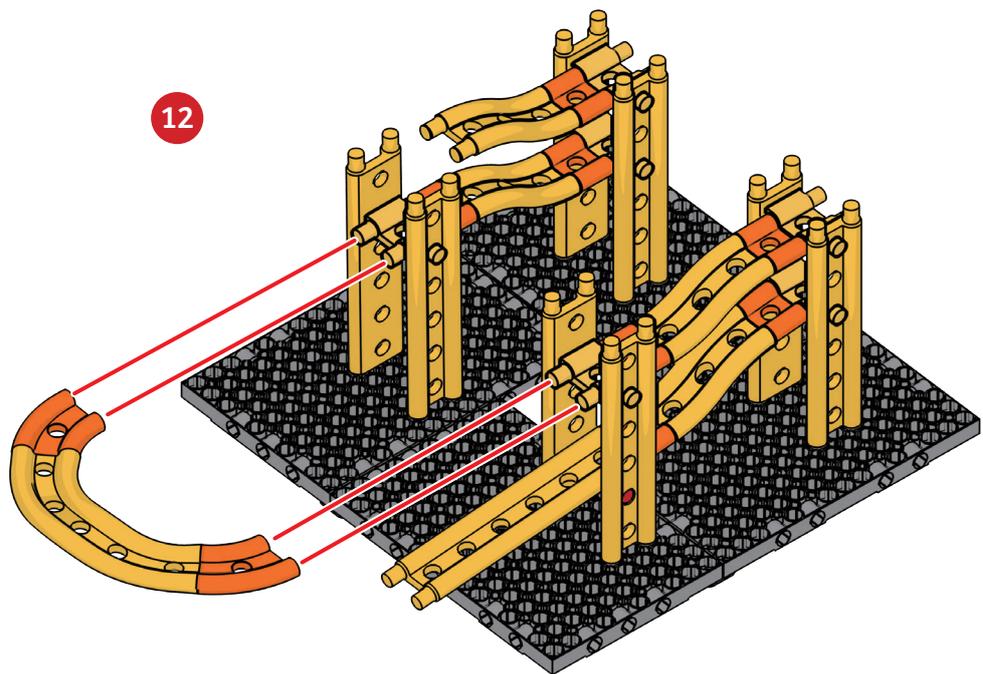
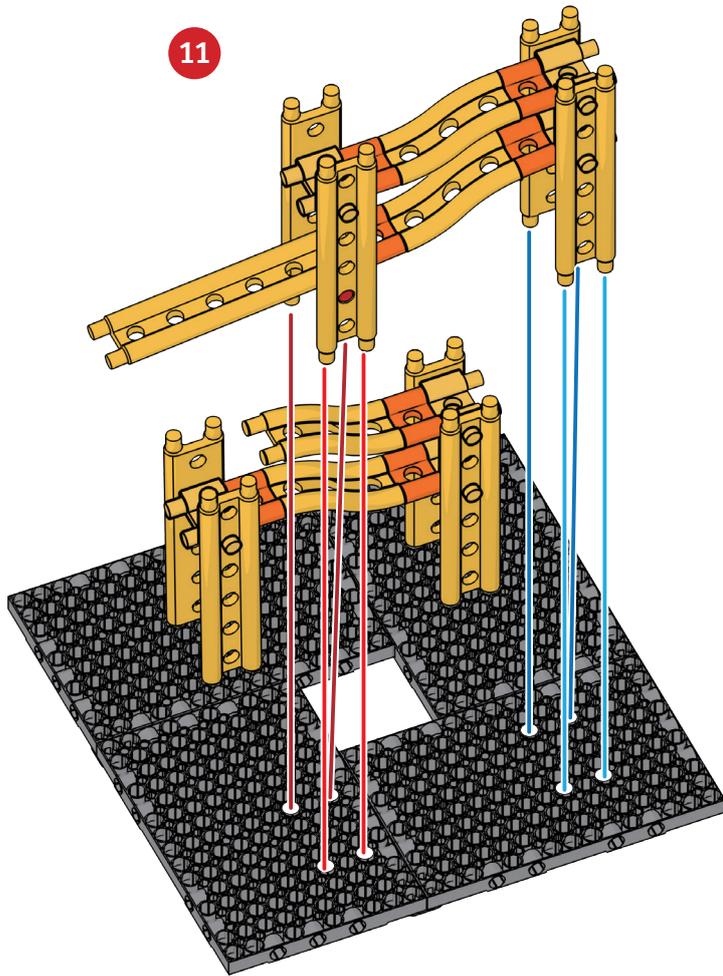
x3



12

滾球螺旋



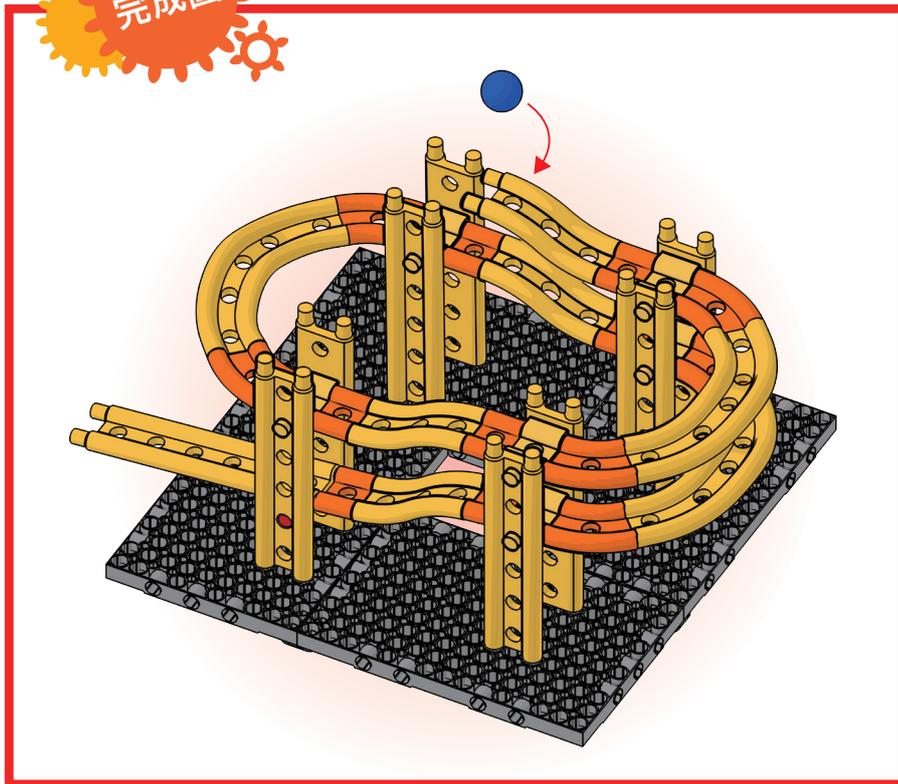
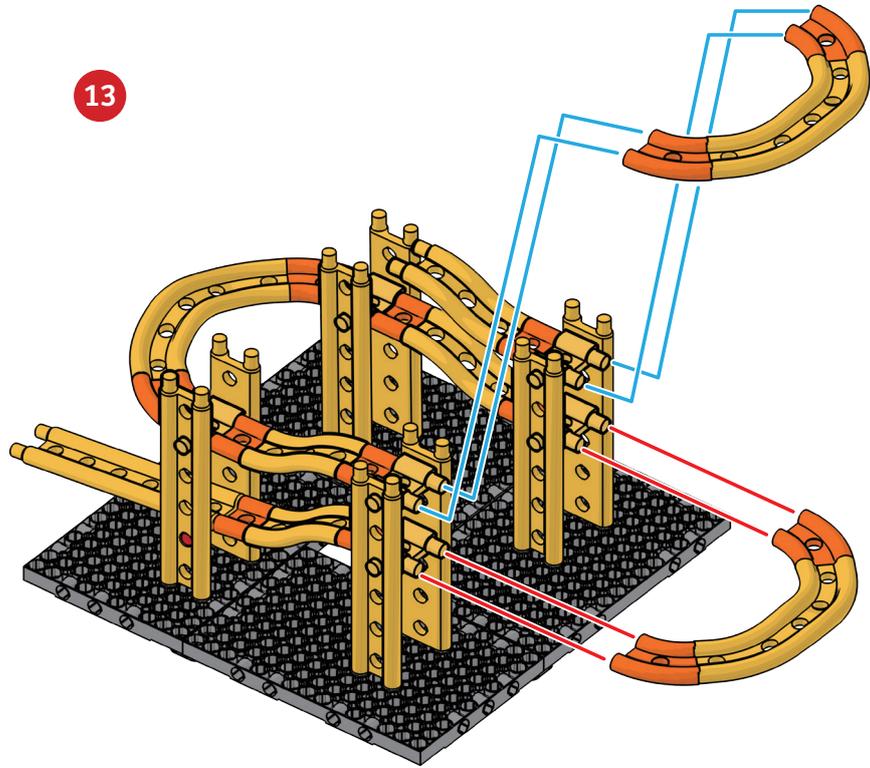




12

滾球螺旋

13



模型操作影片



做做看，放置不同重量的物品在扭蛋球內，在哪些情況下球會滾出軌道？

.....

.....

.....

.....

.....



試試看，同時放置數顆球，觀察有無差別。

.....

.....



Smart Manual
網頁版



當火車行進由一軌道轉往另一軌道時，需要一種可以控制的分歧軌道，它是由一組道岔所支配，而道岔是鐵路軌道兩線交叉處使車輛能安全順利轉入他軌的線路連接設備。



道岔中有兩根側邊削成斜面的活動軌道，以降低剛性，方便由長柄以槓桿作用撥動，進而控制切換軌道方向，並促使車輛輪緣能依開通方向的分歧軌道駛入預定的行進軌道。

小朋友，除了鐵道以外，你知道相同的原理還可以應用在哪些地方呢？

生活應用

分歧軌道是機械式投幣器的核心設計之一，分歧軌道可分辨真假硬幣並引入到不同的運作程序，而機械式投幣器是機械式販賣機的重要部件。

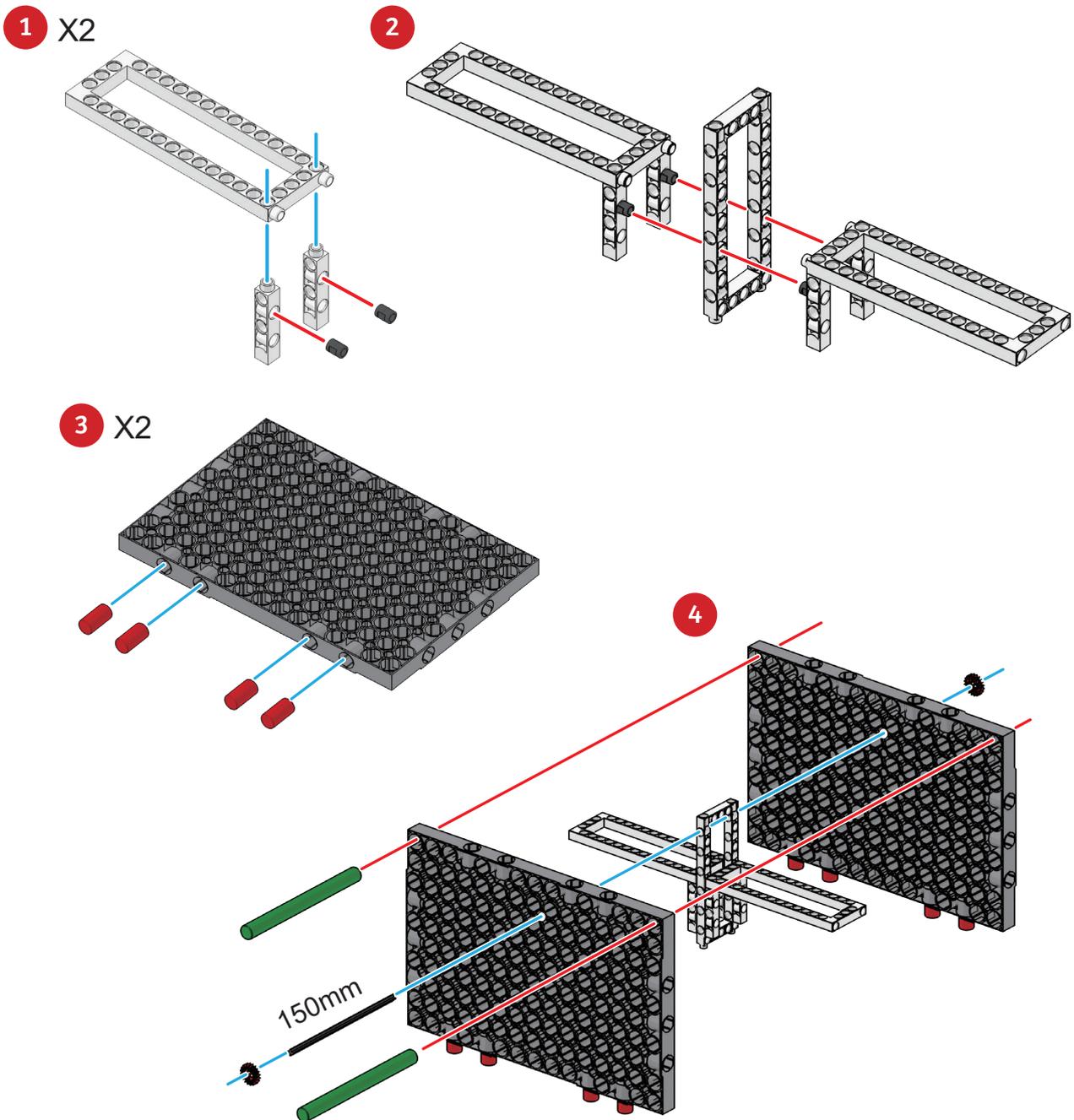
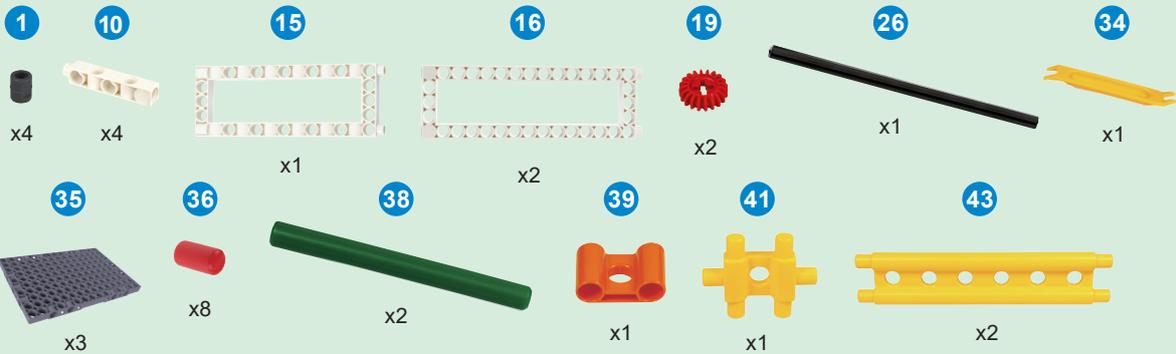
機械式投幣器裡頭第一關就是要對投入硬幣進行判斷，它是由一具特殊秤桿及荷重所組成的幣秤機構。當硬幣投入時，會先經過運用斜面設計的滾入槽溝，然後衝擊著運用槓桿設計的幣秤，它是一種分歧軌道，可允許合乎直徑與適當重量的硬幣，讓幣秤向下壓並產生足夠空間而產生軌道分歧作用，使硬幣掉入下一關軌道以便接續啟動機器；如果硬幣不合規定，則幣秤不起槓桿作用，會讓硬幣順著導引軌道滑入退幣室。



想想看

路上塞車時，有哪些方法可以舒緩車潮？

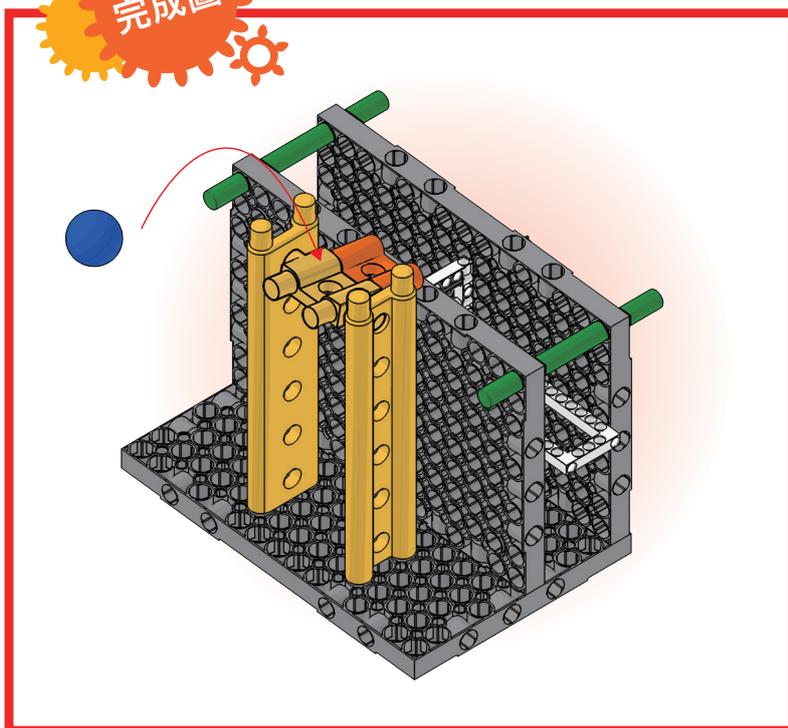
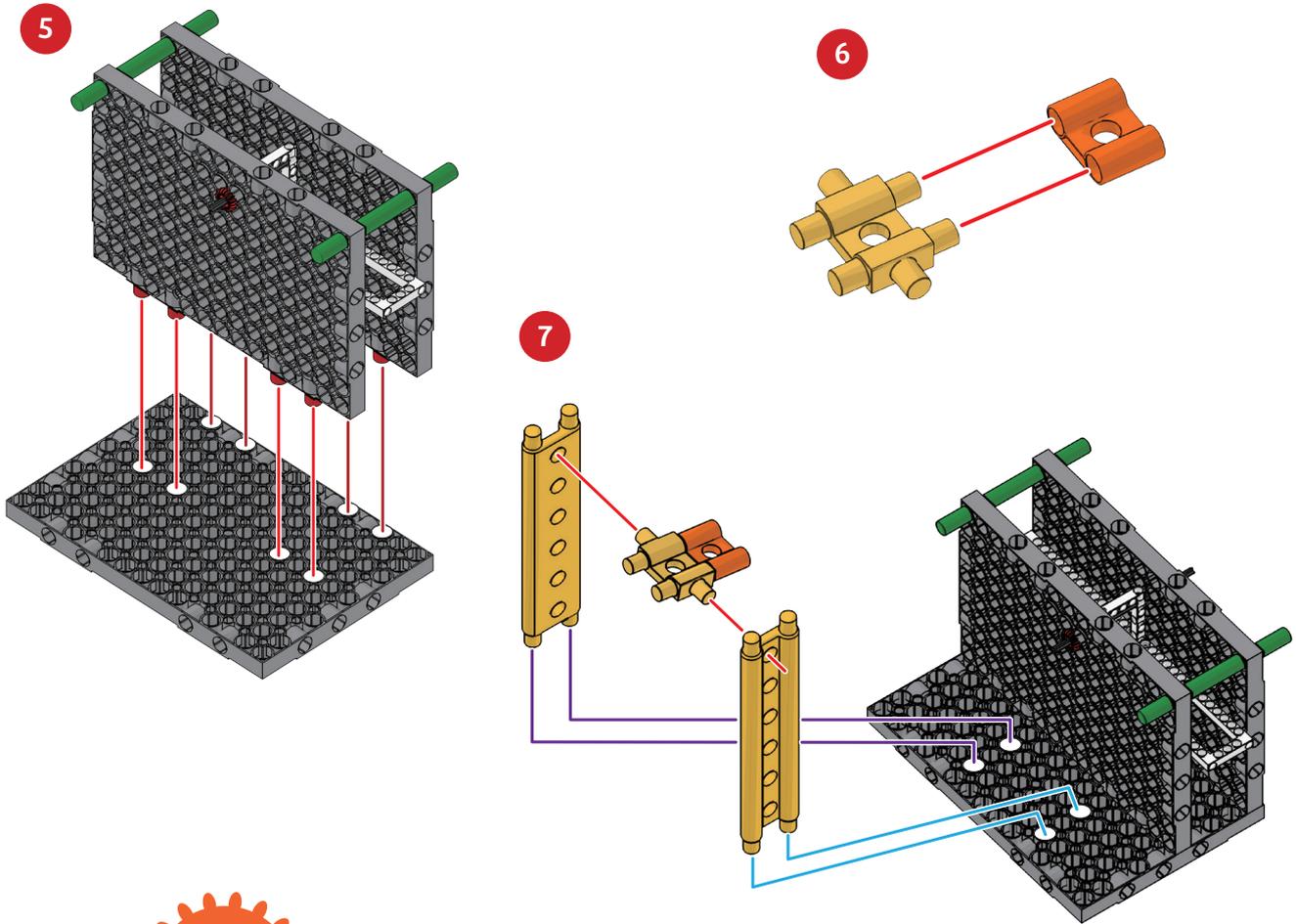
零件清單





13

分歧軌道



模型操作影片



做做看，連續放下多顆球，計算兩邊分配到的次數。

.....

.....

.....

.....

.....



試試看，改造不同造型的分歧軌道。

.....

.....



Smart Manual
網頁版



有一種航空母艦的甲板並不是完全平面的設計，船艦前端的甲板會加上由斜面所建構的起飛甲板，這種斜面甲板結構與一般甲板無異，本身無需各種特殊附屬裝備，因此，也無須編列專業技術人員，當然，作為起飛甲板在強度上必須特別加強。



當飛機要執行飛行任務，在此種航空母艦加速前進到斜面甲板時，會像高山滑雪產生了滑躍作用來增加飛機起飛的升力，然後飛機就會按照慣性往上飛奔，進而幫助飛機起飛了。

小朋友，除了航空母艦的斜面甲板，跳跳軌道的原理還有出現在什麼地方呢？

生活應用

有一項運用斜面與慣性的滑雪運動設施，就是冬季奧運滑雪跳台。它是一種又長又陡的斜面滑雪道，滑雪道末端是個跳台。在電視看到這項設備及比賽轉播時，或許會覺得很刺激，但實際到了現場，尤其是站在滑雪道起跑處往山下看，真的會讓一般人嚇破膽。冬季奧運中就是靠這種設施舉辦跳台比賽，選手必須順著滑雪道斜面加速往下衝，衝到跳台時就像跳跳軌道，選手高速跳離跑道，然後依慣性拋射在空中往前飛奔，最後呈拋物線落下，看誰能跳得最遠，誰就是冠軍。

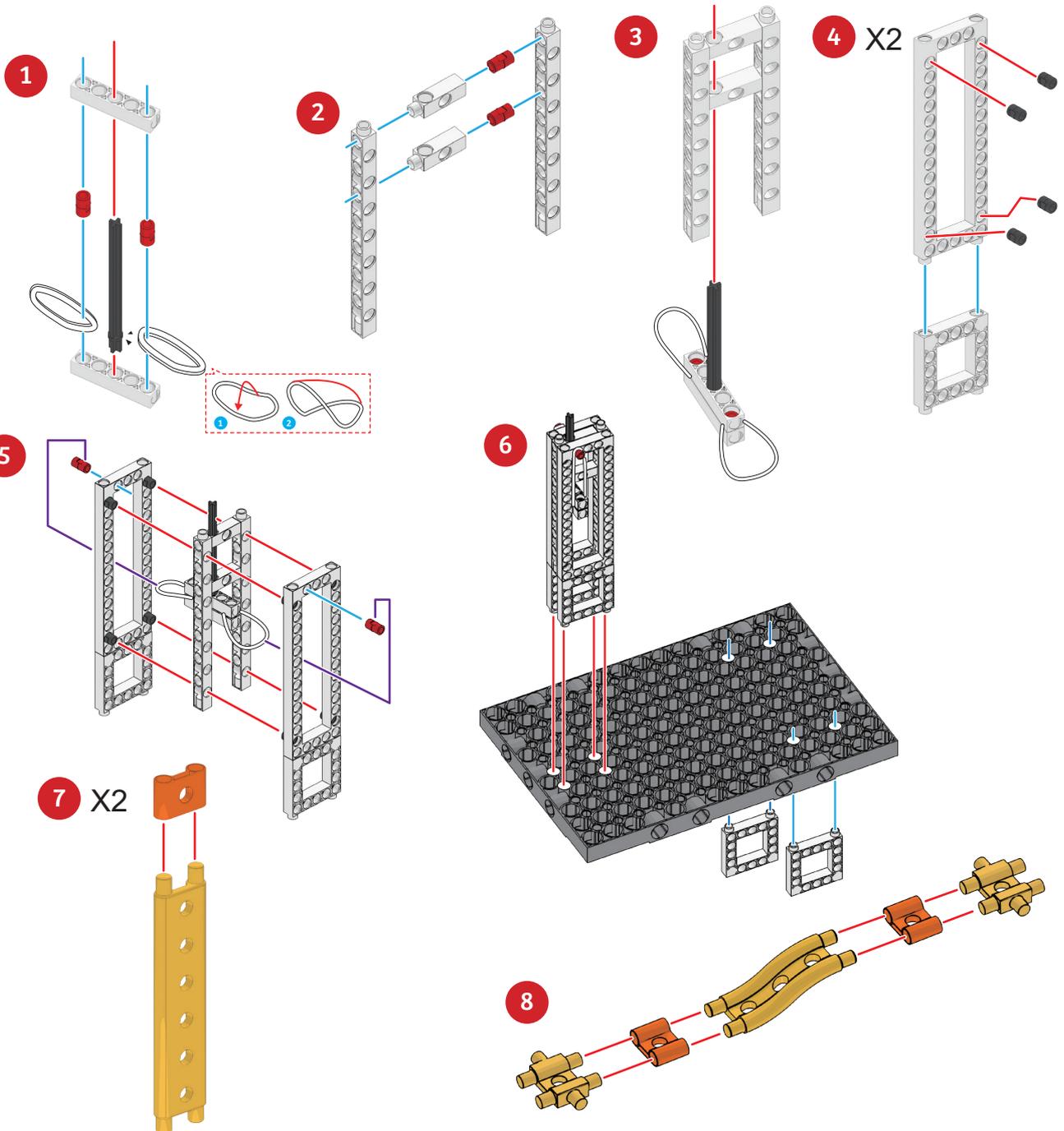


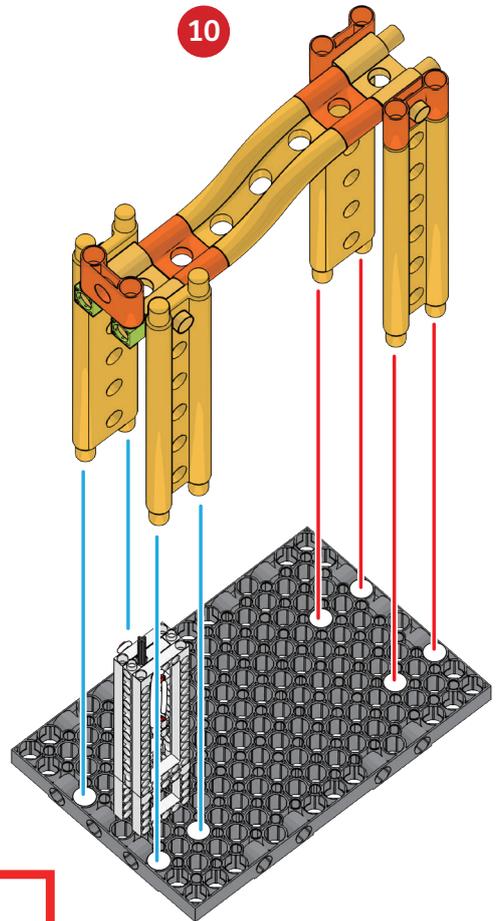
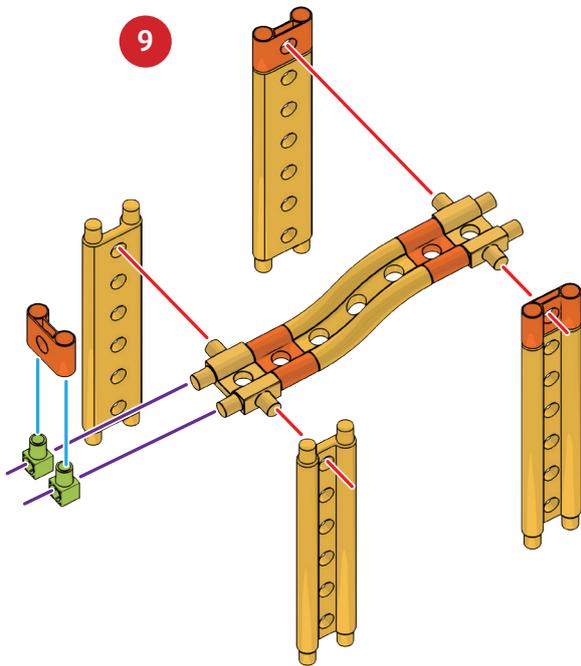
想想看

開車在不平的道路上時，你有什麼樣的感覺呢？

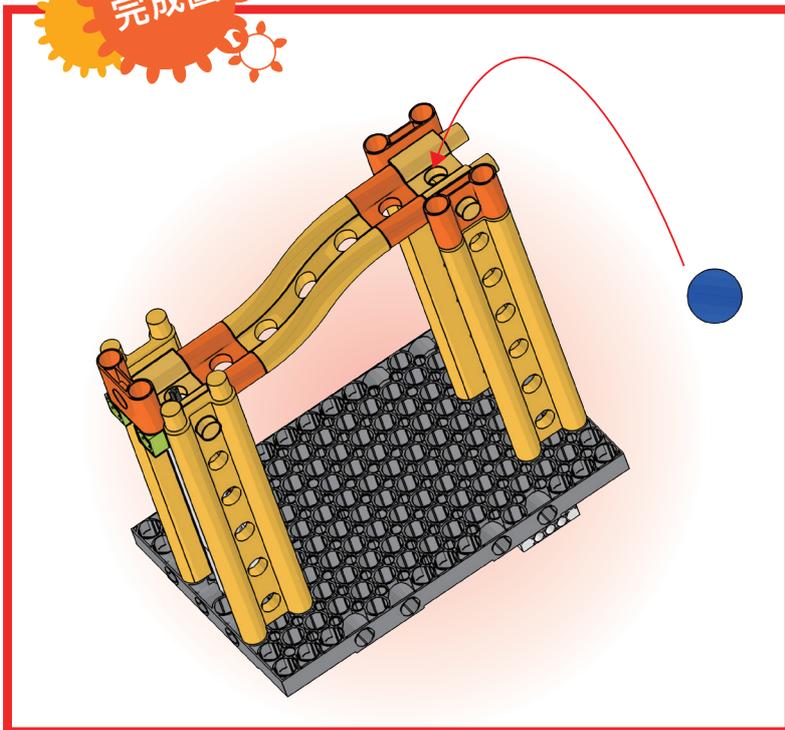
零件清單

- | | | | | | | | | |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1 x8 | 2 x6 | 7 x2 | 9 x2 | 12 x2 | 13 x4 | 16 x2 | 25 x1 | 29 x2 |
| 31 x2 | 34 x1 | 35 x1 | 39 x5 | 41 x2 | 42 x1 | 43 x4 | | |





完成圖



注意!! 在玩此模型時請僅用我們附上的橡皮筋，
若用其他物件彈射，可能會有受傷的風險。
安全提醒：此模型會彈射橡皮筋，不可對人發射。

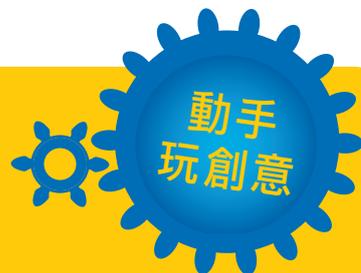


模型操作影片



做做看，在軌道尾端設置一道高牆，並設法讓球可以成功跳越障礙物。

Blank writing area with horizontal dotted lines for notes.



試試看，讓球飛過高牆後落到指定區域。

Blank writing area with horizontal dotted lines for notes.

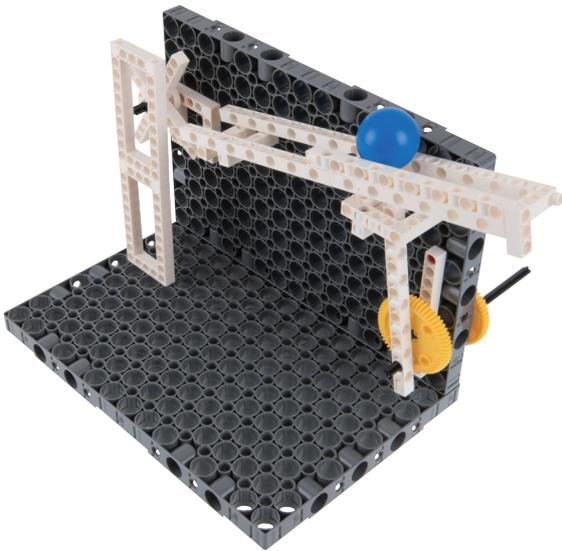


Smart Manual
網頁版



請利用學過的模型跟原理，改造並串聯兩個（以上）機關，讓球行走一段距離後到達另一軌道。

模型
回顧



11. 撥球轉盤



12. 滾球螺旋



13. 分歧軌道



14. 跳跳軌道



- 1 ★ 模型設計 (Model Design)
- 2 ★ 模型創作 (Model Creation)
- 3 ★ 競賽獲勝 (Competition Winner)

典型的高速軌道就屬高速鐵路軌道了，而高速鐵路通常簡稱為高鐵，是一種運行速度比普通鐵路來得快速的鐵路運輸系統。

目前世界上主要營運的高鐵系統所運行最高時速大約都設定在 300 公里，這使得鐵路車輛、軌道和訊號系統等方面均需要技術配合才行，由此便有了高速軌道的需求。



其中與一般軌道的最大差異，就是使用無碎石的軌道設計，以避免行車氣流濺起碎石傷及列車。

小朋友，你可以試著搭建出一條最厲害的高速軌道嗎？

生活應用

這裡介紹的高速軌道，是一種運用斜面與彈力的組合積木。

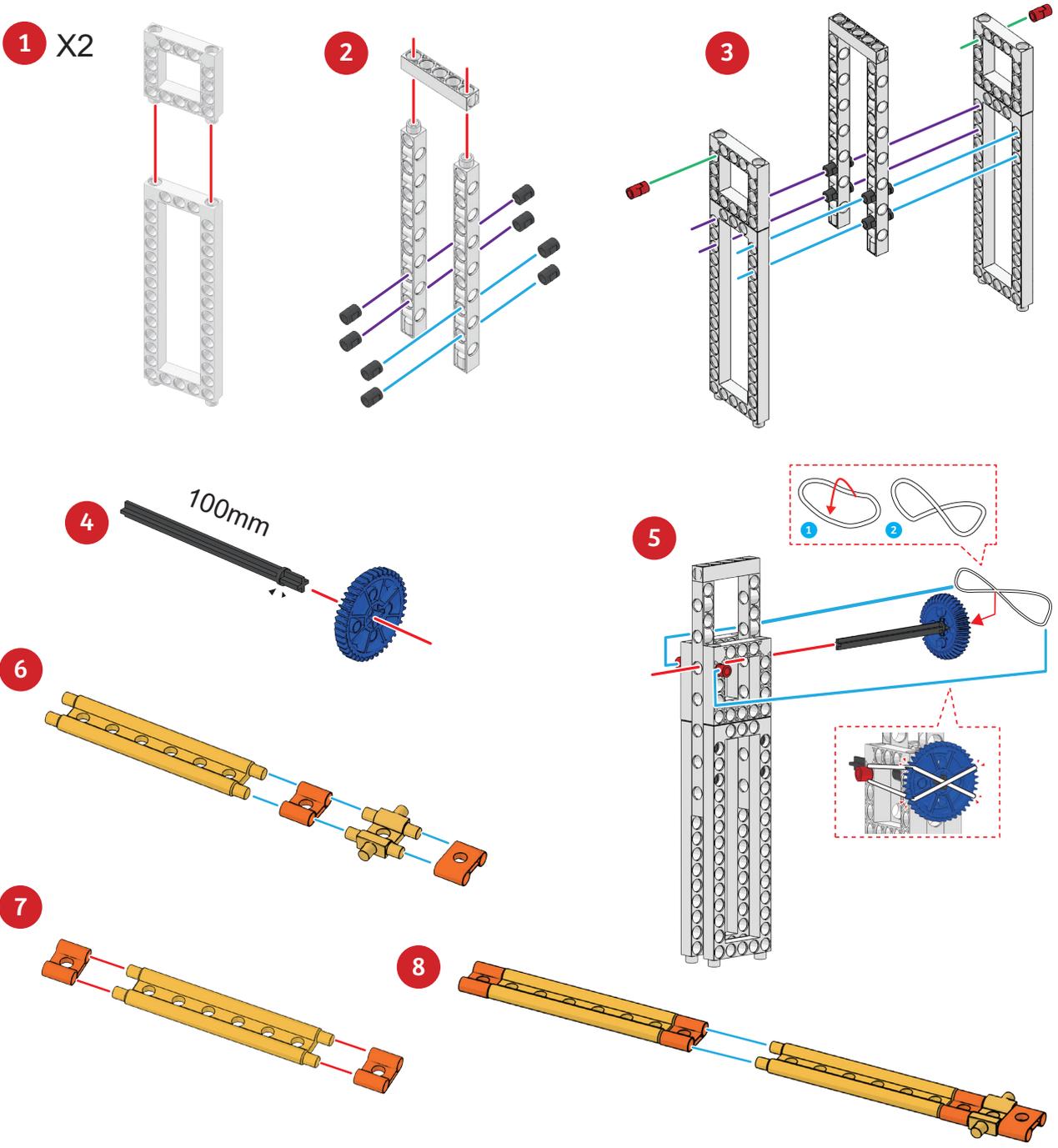
依這種方式運作的組合積木，其軌道射出的球體速度，將會比只運用彈力並以水平軌道方向射出的球體速度來得快速，這是因為前者運用斜面朝下軌道，提供了部分重力加速度作用於發射球體身上，讓球體速度增快。由於前者軌道具有這樣相對比較快的效果，因此稱為「高速軌道」。雖如前述所言，然而實際組裝時，還要考慮斜面斜度、軌道寬度要適當，以及做為分立高速軌道左右兩旁的積木，其相對位置要對齊並保持平直，這樣才能達到高速軌道的效果。

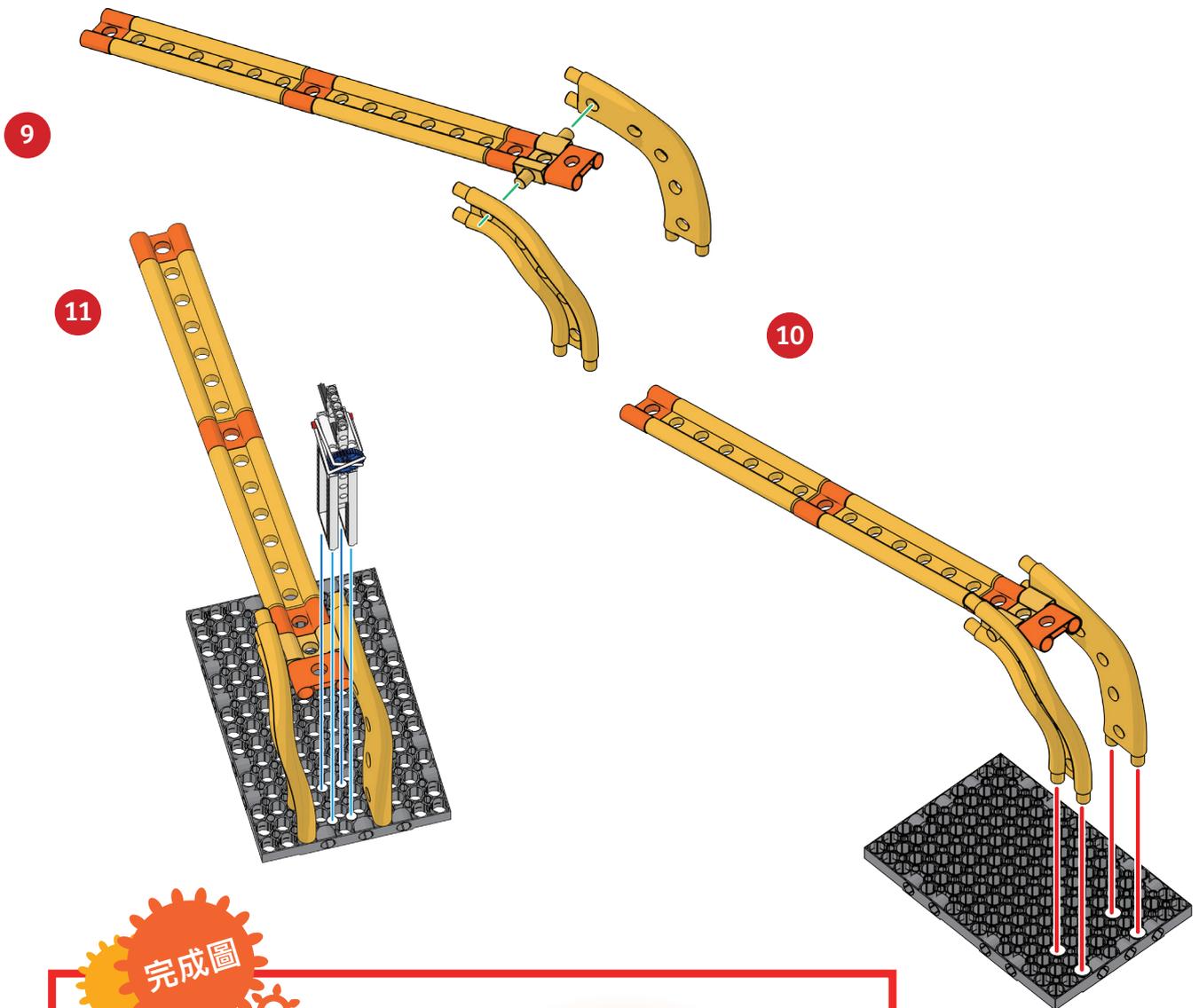
想想看

有哪些方法可以產生很快的速度？

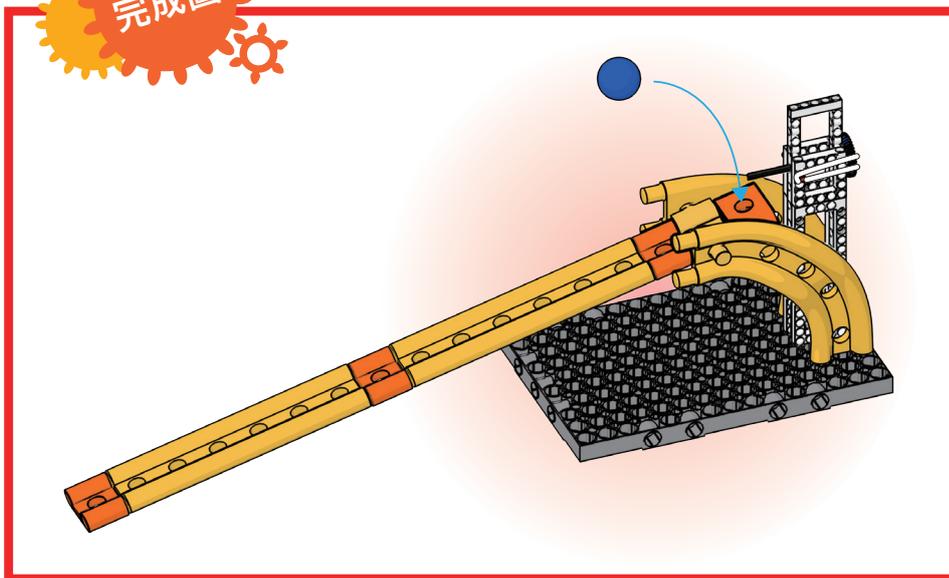
零件清單

- | | | | | | | | |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1 x8 | 2 x2 | 9 x1 | 12 x2 | 13 x2 | 16 x2 | 20 x1 | 25 x1 |
| 31 x1 | 34 x1 | 35 x1 | 39 x4 | 41 x1 | 43 x2 | 44 x2 | |





完成圖



注意!! 在玩此模型時請僅用我們附上的橡皮筋，
若用其他物件彈射，可能會有受傷的風險。
安全提醒：此模型會彈射橡皮筋，不可對人發射。



模型操作影片



做做看，將不同重量的扭蛋球放入高速軌道，觀察球的滾動情形。

.....

.....

.....

.....

.....



試試看，調整軌道的角度或長度，觀察球的滾動情形。

.....

.....



Smart Manual
網頁版



古代城堡為了抵禦外敵，會於城堡外圍四周開挖深溝並引入河水形成護城河，但又為了方便進出城堡，城門口外的護城河上會架設有防禦作用的吊橋，它的支點是建在吊橋與城門交界之處。

如要進出城門，只要運用吊橋的重力，放下吊橋架在護城河上，即可形成通道穿梭城門。如有敵人來犯，可用繩索行槓桿作用拉動吊橋以抗衡吊橋的重力，進而拉起吊橋關上城門。



城門的吊橋就是運用槓桿與重力達到開關門作用。

小朋友，你可以模擬出城牆的外型嗎？

生活應用

狗門是典型運用槓桿與重力作用的例子，它是一個小門框並附上一個有鉸鏈的擋板。

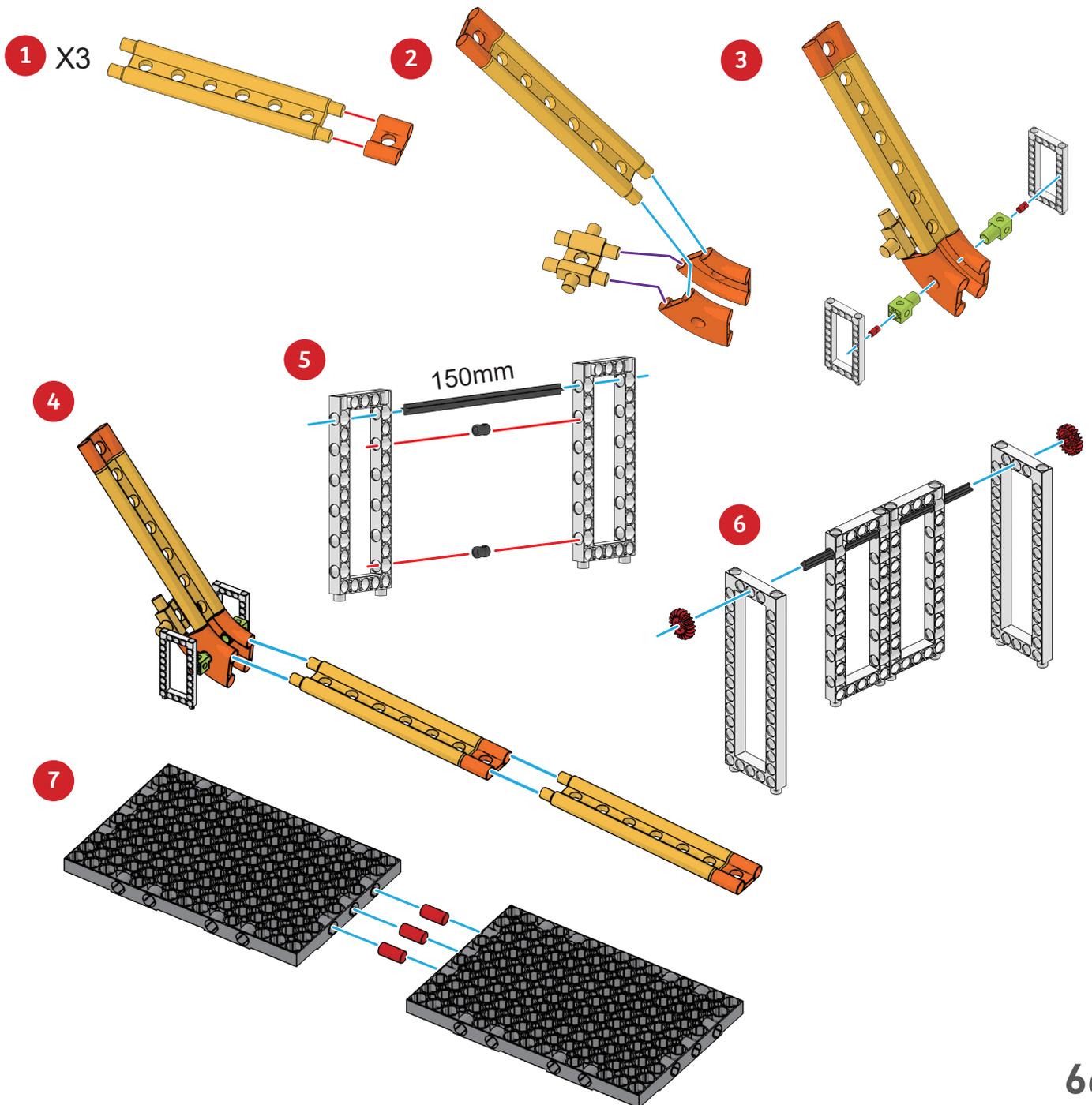
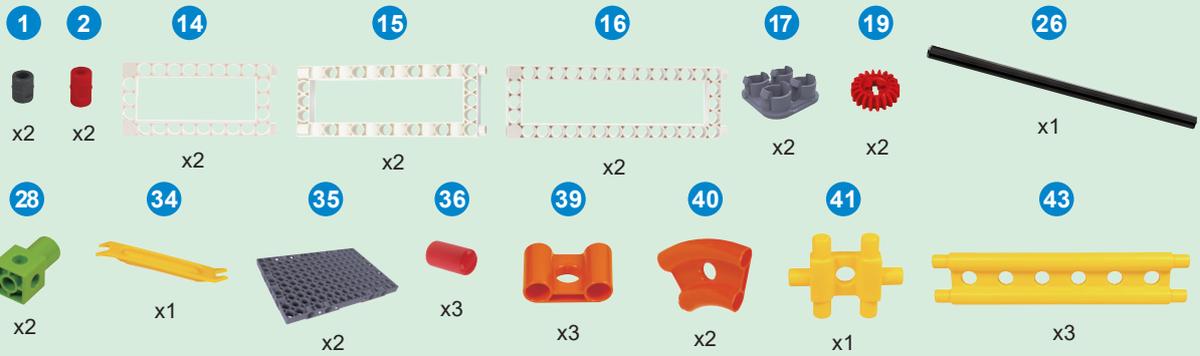
當家門門片上安裝了狗門，它所附帶的擋板會因重力作用而關上狗門。如果狗狗要進出家門，不用等待主人來開門，狗自己會用頭碰撞狗門上的擋板，這時擋板上緣的鉸鏈就成了支點而起了槓桿作用把擋板頂開，狗便能從狗門中鑽出去，而擋板將隨著狗身體通過之後，會因擋板本身重力作用而再度關上狗門，就這樣，狗門運用槓桿與重力達到開啟或關閉擋板的作用。



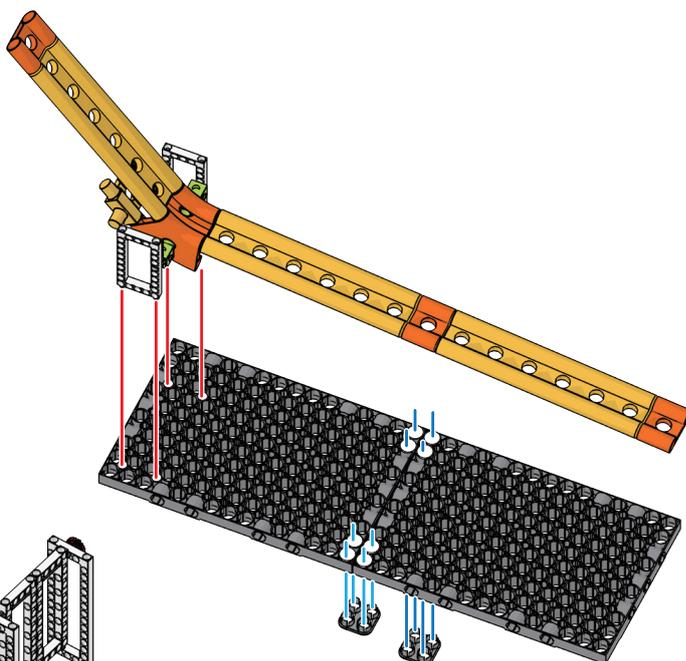
想想看

請舉例生活中與「狗門」的原理相同的事物。

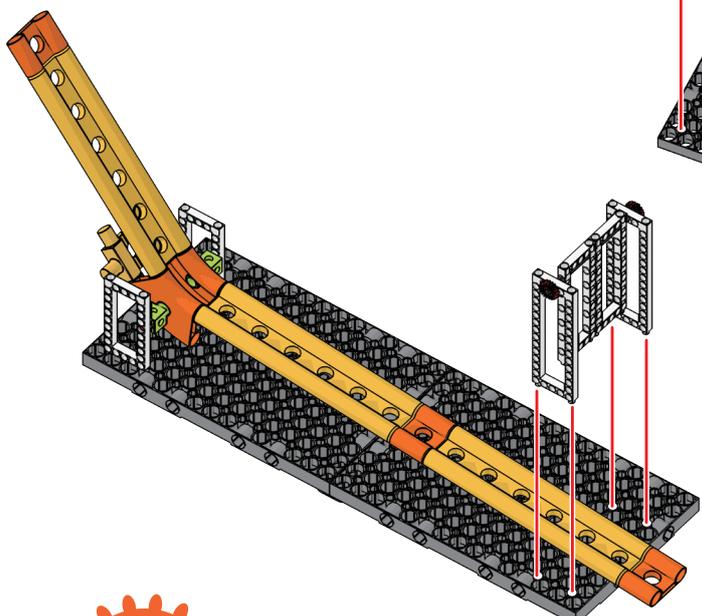
零件清單



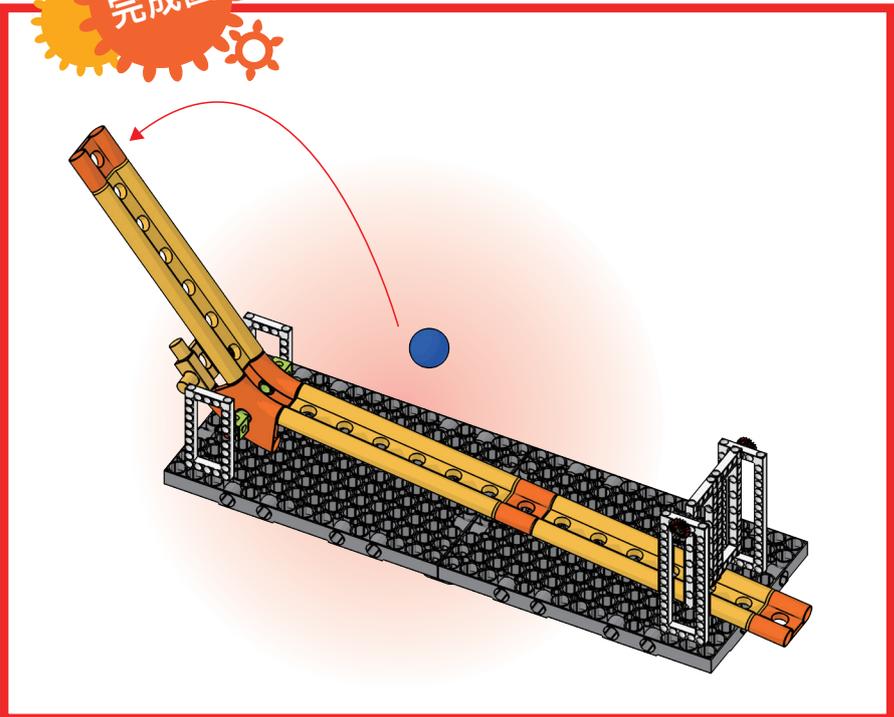
8



9



完成圖



模型操作影片



做做看，觀察不同配重的球觸發積木時的翻轉情形。

.....

.....

.....

.....

.....



試試看，調整軌道的角度或高度，並觀察球觸發城牆的情形。

.....

.....



Smart Manual
網頁版



這天東尼與朋友放學後一起相約去打撞球，初次接觸撞球的東尼，看到朋友一桿一桿地用母球將其他球撞入袋中，而自己卻老是抓不到正確的技巧，讓東尼顯得相當失落。

此時朋友跟東尼說，要將球撞入袋中，要先設想好母球的撞擊點，再預測目標

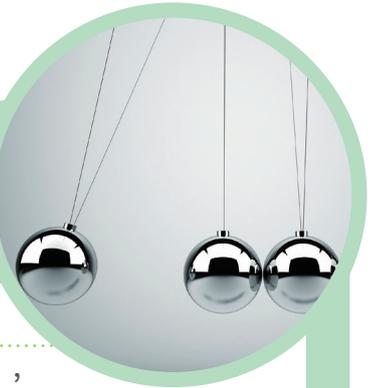


球被撞擊後的行進方向，基本上可以假想為一個二維的碰撞，撞擊的角度及力道，會決定目標球行走的方向及距離。經過一番解釋後，東尼總算掌握了撞球的技巧。

小朋友，現在了解彈性碰撞原理了嗎，試著組裝一個緩衝軌道，來測試一下球的碰撞吧！

生活應用

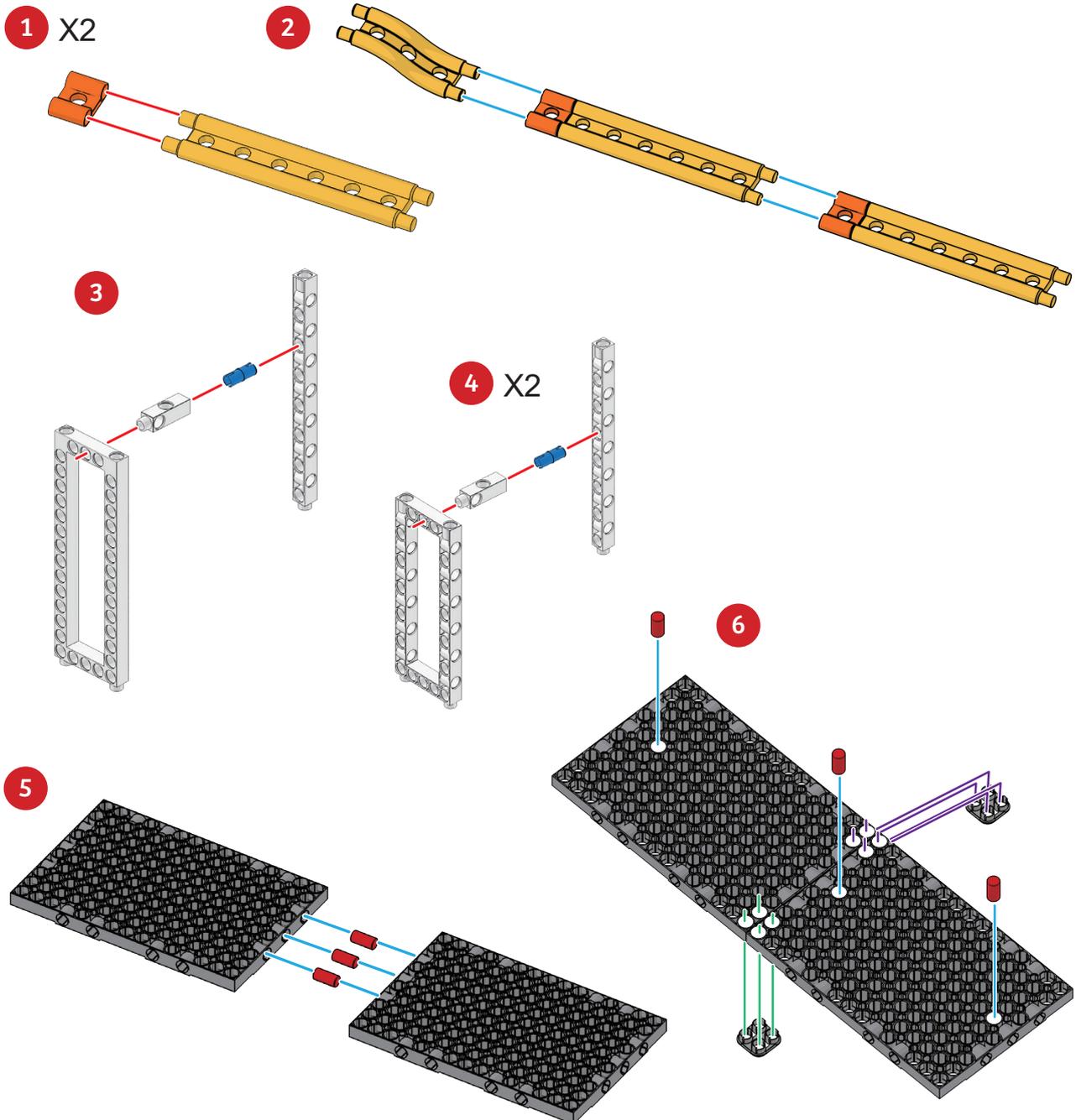
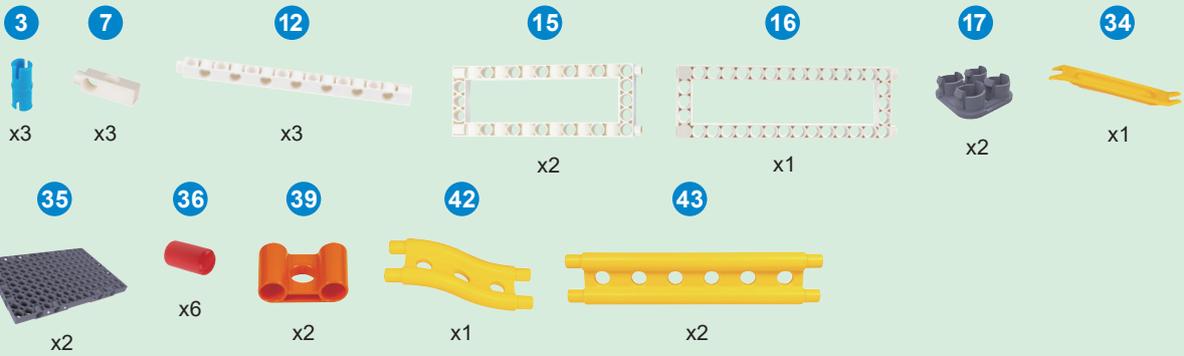
牛頓擺一般是由五個質量相同且用繩索懸吊而緊密排列的鋼球所構成的裝置，這使得鋼球的運動限制在一維的彈性碰撞。所以當最右側的球被拉高並自由釋放後，在回擺至原位置時會與第二顆球碰撞，又因為鋼球質量相同，因此一顆球會靜止下來並把動量傳給了第二顆球，而使之具有原第一顆球於碰撞前一刻的速度，但隔壁緊臨第三顆球，於是發生先前同樣的彈性碰撞。當動量接連傳給最左側的球而被彈出，此時中間緊密排列的球並沒有因為碰撞而擺盪。又當最左側的球回擺後，同樣的事情又重演一遍，僅有最右側的鋼球彈出，中間緊密排列的球絲毫不動。



想想看

有可能隔著牆壁感受到另一邊的撞擊嗎？

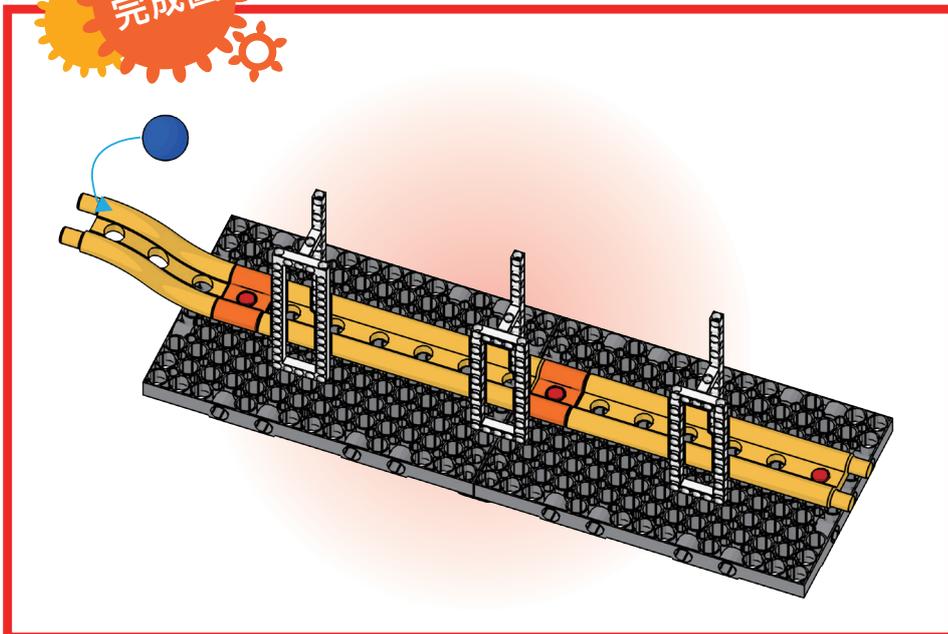
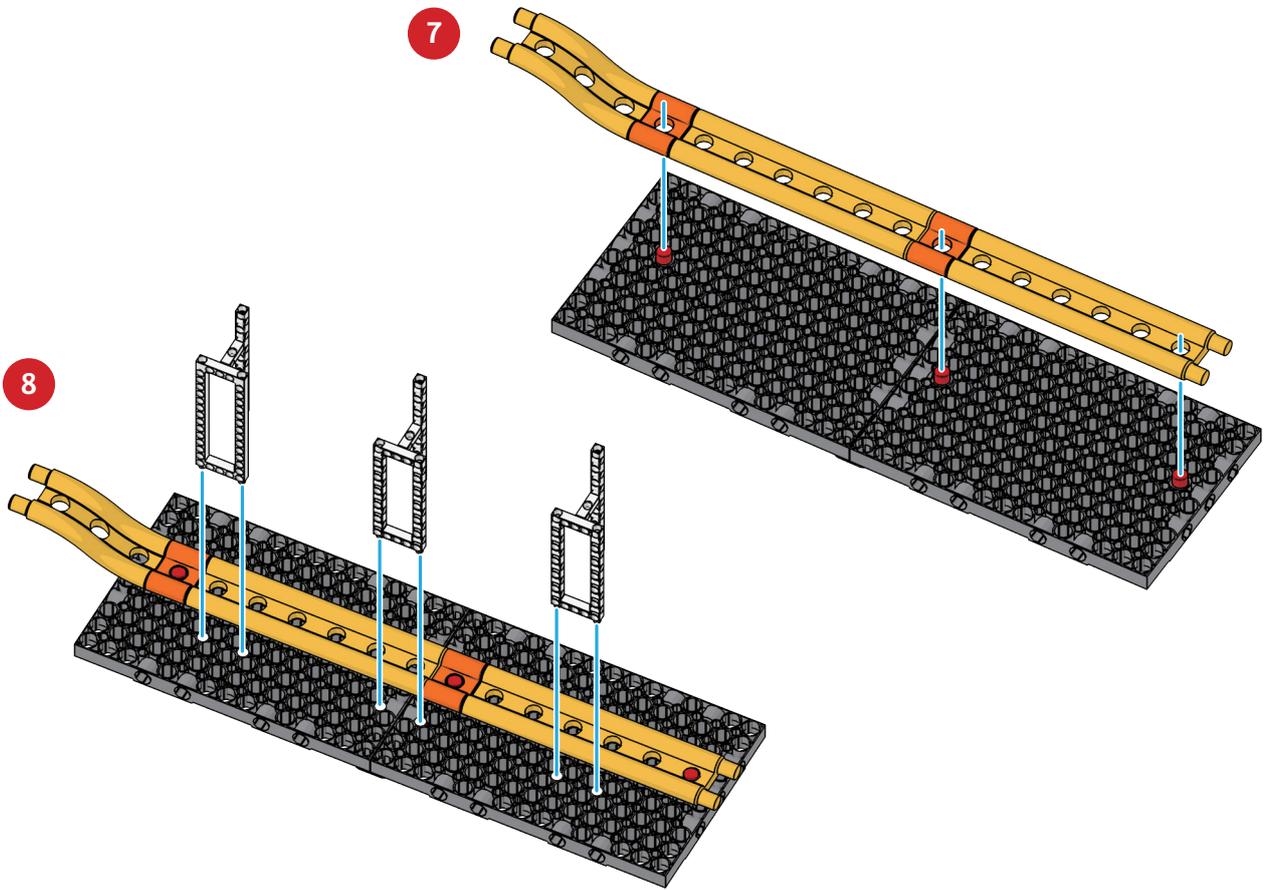
零件清單





18

緩衝軌道



模型操作影片



做做看，增加中間傳遞的積木，看看最多能加到幾個。

.....

.....

.....

.....

.....



試試看，在白紙上畫上幾個動物，剪下來貼到單擺上，並讓它左右搖晃。

.....

.....



Smart Manual
網頁版





東尼和魯多爺爺一起到動物園遊玩，看到孔雀張開美麗的羽翼，同時發出咯咯的聲音，相當引人注目。

魯多爺爺跟東尼解釋，孔雀平時都是將牠鮮豔的尾羽摺疊隱藏起來，每當到了求偶的季節，雄孔雀就展開牠們耀眼的尾羽，成一個大扇形來向雌孔雀示愛。



除此之外，尾羽上的一顆顆像眼睛的「斑眼」，還有另外一個功用是嚇阻外敵，當孔雀遭遇威脅的時候，也會打開尾羽，讓牠的敵人不敢貿然靠近。

小朋友，你可以做出孔雀的外型嗎？

生活應用

生活中最能展現孔雀開屏的就屬摺扇了，它是可以摺疊的扇面，且方便攜帶。使用時，須用手推動摺扇骨架底部，骨架會以扇釘為支點起槓桿作用，這使摺疊的扇面得以打開，並使扇骨會以弧狀被甩出去，又由於扇面固定著扇骨，當扇面支撐的張力與扇骨被甩的力量達到平衡時，扇骨就不再作動，因此，一片片扇骨陸陸續續受到扇面張力的約束而展開了整片扇面，就像是孔雀開屏一樣。



想想看

槓桿原理還有被應用在哪些地方呢？

零件清單

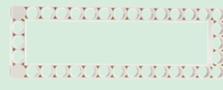
- 1**

 x4
- 2**

 x9
- 3**

 x2
- 9**

 x2
- 10**

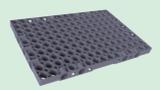
 x1
- 16**

 x9
- 19**

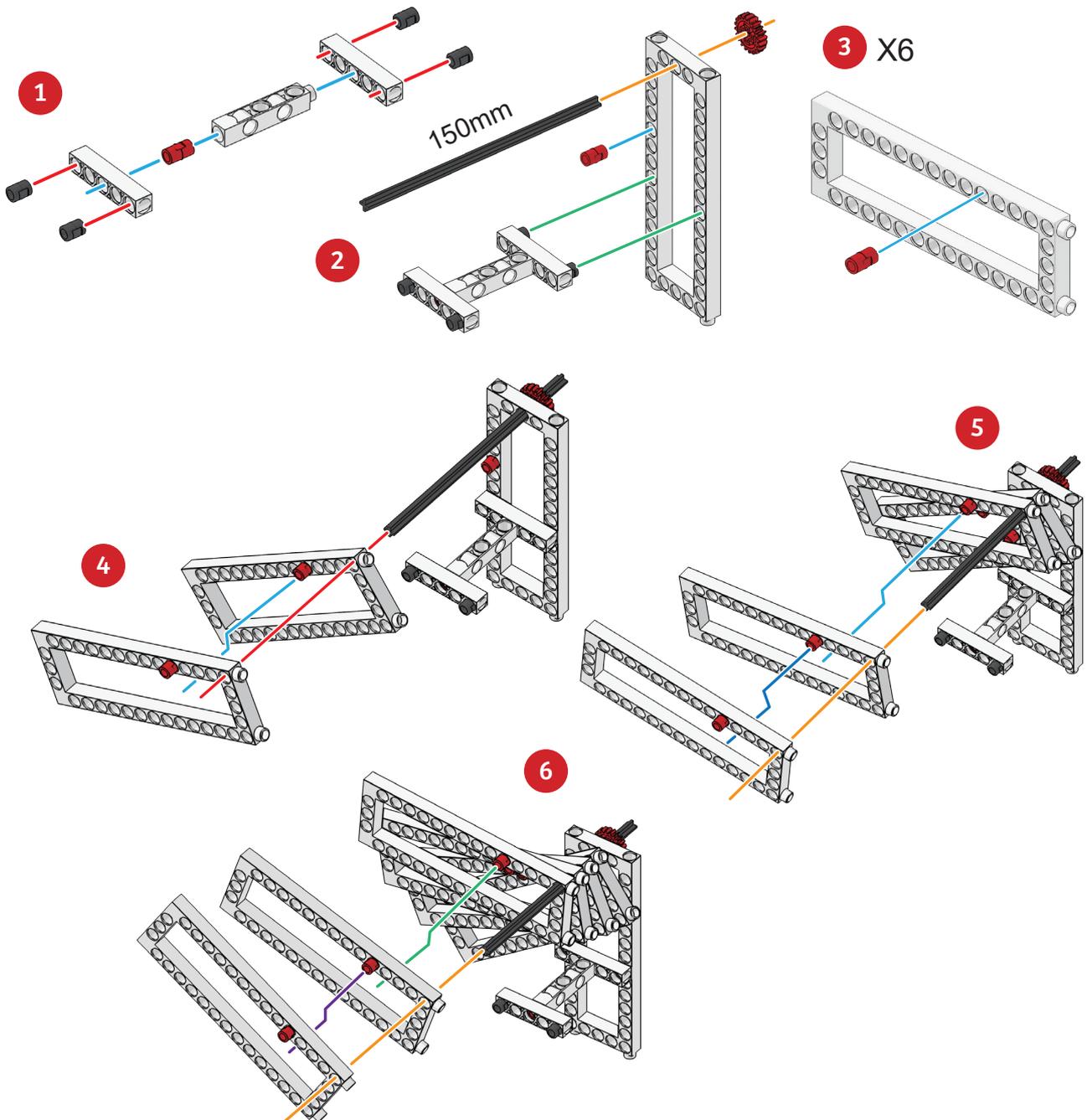
 x2
- 23**

 x1
- 26**

 x1
- 31**

 x1
- 34**

 x1
- 35**

 x1

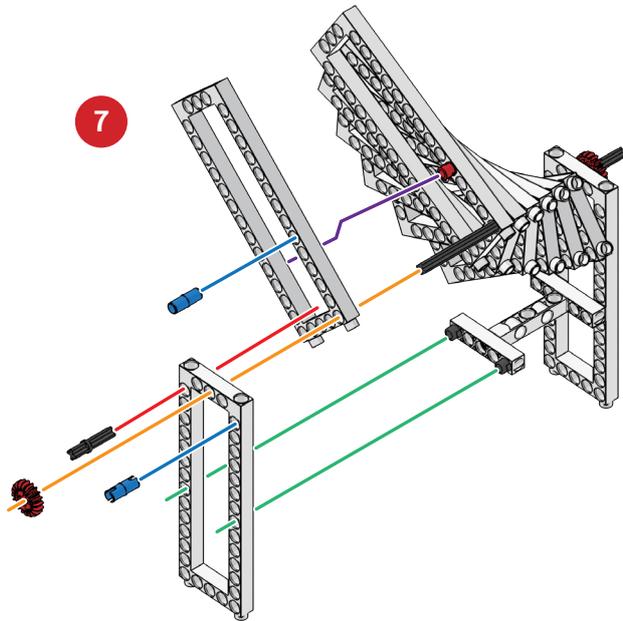




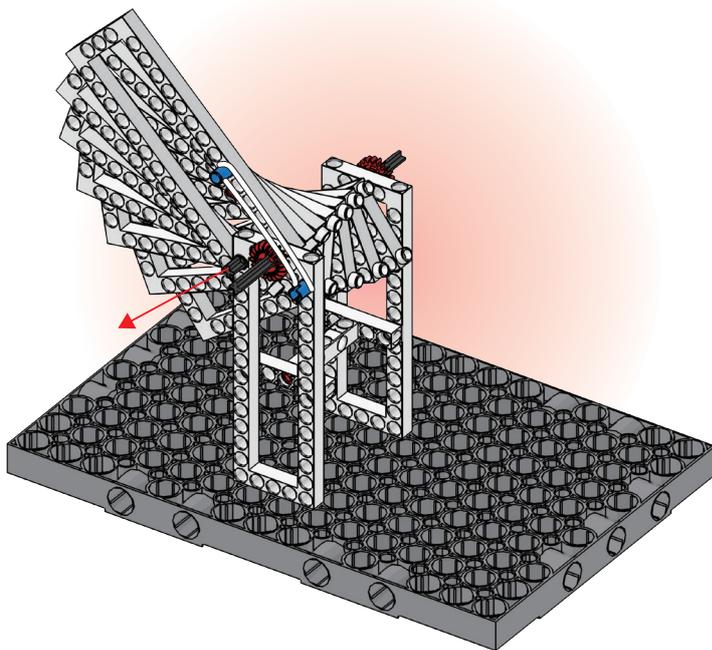
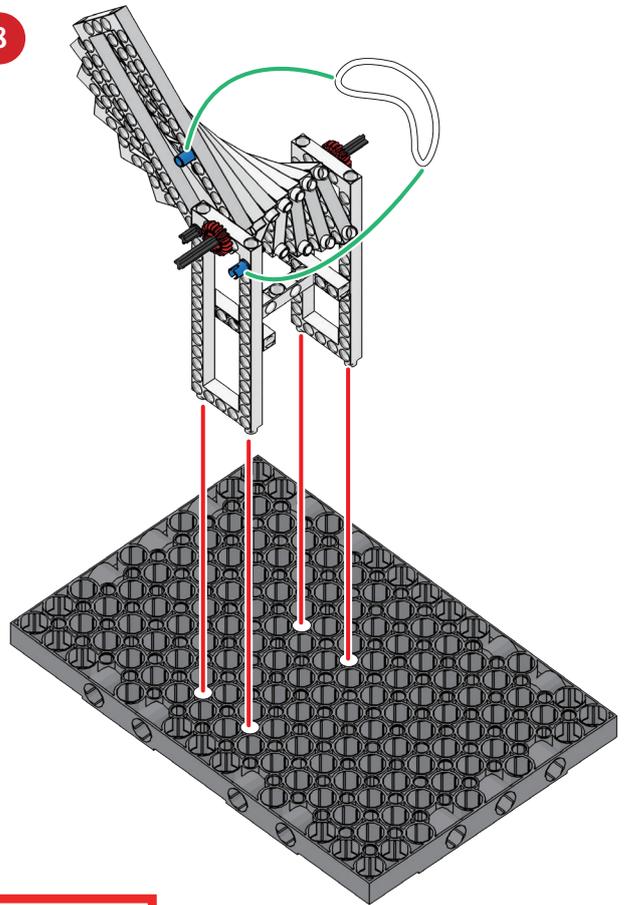
19

孔雀開屏

7



8



模型操作影片



做做看，在積木上用白紙畫上圖案，裝上積木看展開的效果。

Blank area with horizontal dotted lines for drawing or writing.



試試看，改造出不同展開角度的模型。

Blank area with horizontal dotted lines for drawing or writing.

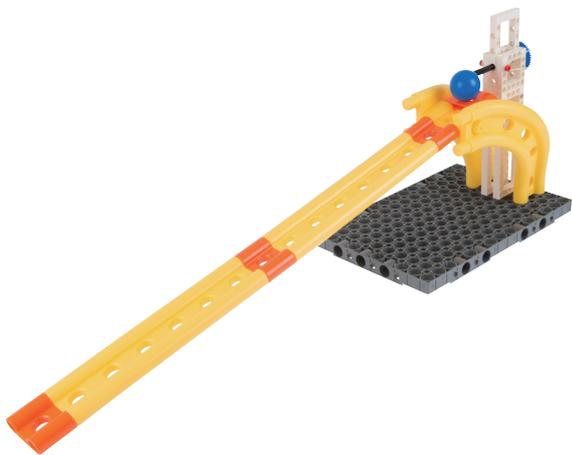


Smart Manual
網頁版



請利用學過的模型跟原理，串聯兩個（以上）能讓積木觸發下一關卡的機關。

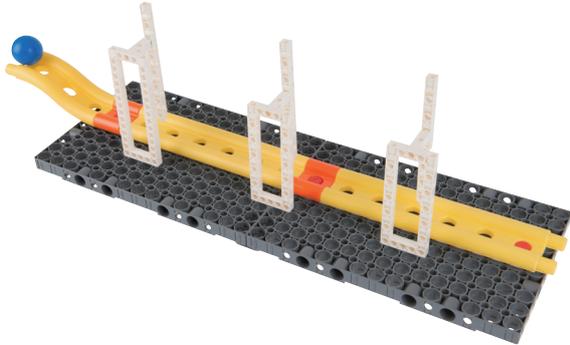
模型
回顧



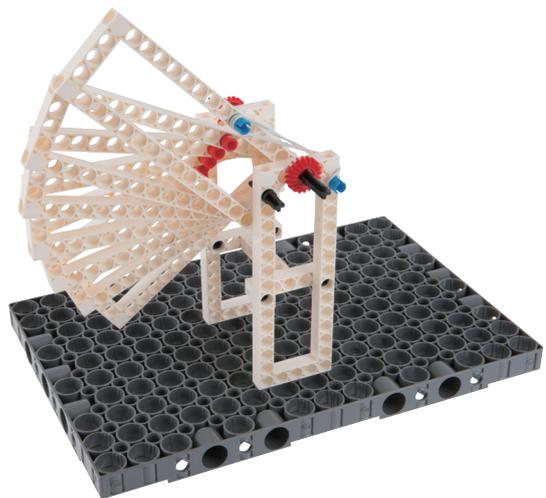
16. 高速軌道



17. 翻滾城牆



18. 緩衝軌道



19. 孔雀開屏





MADE IN TAIWAN

智高實業股份有限公司
GENIUS TOY TAIWAN CO., LTD.
www.gigotoys.com

本期內容之著作權，依法由智高實業股份有限公司享有
未經正式書面授權·禁止轉貼節錄
© 智高實業股份有限公司 2022 - ALL RIGHTS RESERVED

R21#1249R-CN-2