



桃園市 110 年度金頭腦熱線~
國小科學基本能力競賽
決賽試題

試卷編號：

(請核對是否與桌上編號一樣)

科學基本能力競賽是要考驗小組合作解決問題的能力，請你們利用下列材料來解決問題。

◎開封後請核對題目及器材，若有缺漏請立即洽服務組人員更換◎

編號	材料名稱	數量	編號	材料名稱	數量
1	20cm 尺	1 支	9	量角器	1 支
2	3/8 華司	50 個	10	大切割墊	1 片
3	1/2 A4 影印紙	100 張	11	剪刀	1 支
4	一公升立方盒	2 個	12	原子筆	2 支
5	紅簽字筆	1 支	13	修正帶	1 個
6	藍簽字筆	1 支	14		
7	釘書機	1 支	15		
8	釘書針	1 盒	16		

神奇的結構力學

同樣的材料，有了不同的結構，可以發揮不同的支撐力。小小的蓮蓬，巧妙的構造，為蓮子建構了輕盈的保護殼；六角柱的蜂窩，薄薄的間壁，卻為蜜蜂提供堅固的巢。鸚鵡螺螺旋狀的殼、扇貝起伏的外殼都為它們建構了堅固的保護殼。



蓮藕



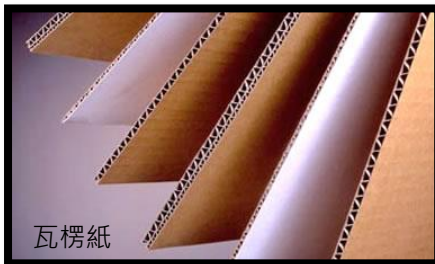
鸚鵡螺



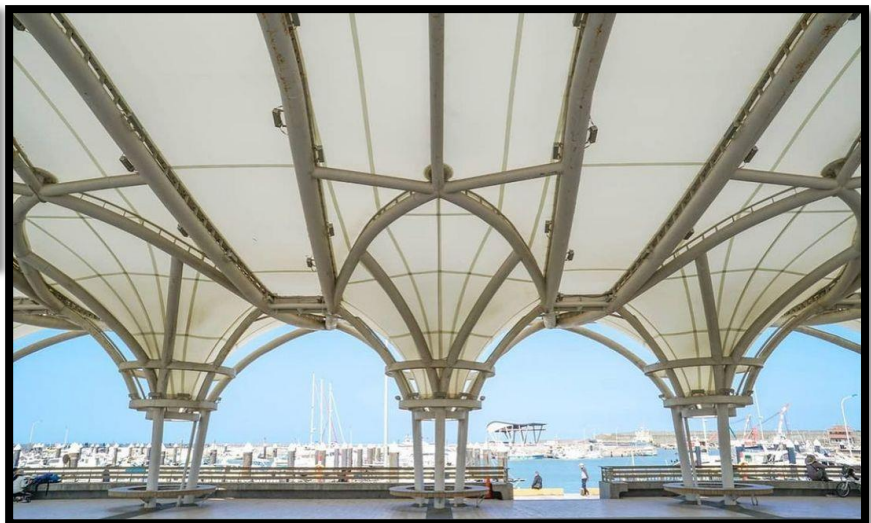
扇貝



蜂巢



瓦楞紙



竹圍漁港廣場

日常生活中有很多器物都應用了這些跟大自然學習的結構力學。瓦楞紙、保特瓶還有許多編織物，甚至許多的建築物都巧妙應用了結構力學知識，創造了具美感又實用的材料或建築。

橋，就是結構力學的一種產物！請跟著問題的說明與引導，一步步藉由橋的探索，嘗試找到結構帶來強大力量的奧秘。讓我們從賞橋開始，進入我們探索結構力學的入門吧！



寶特瓶



各式竹籬

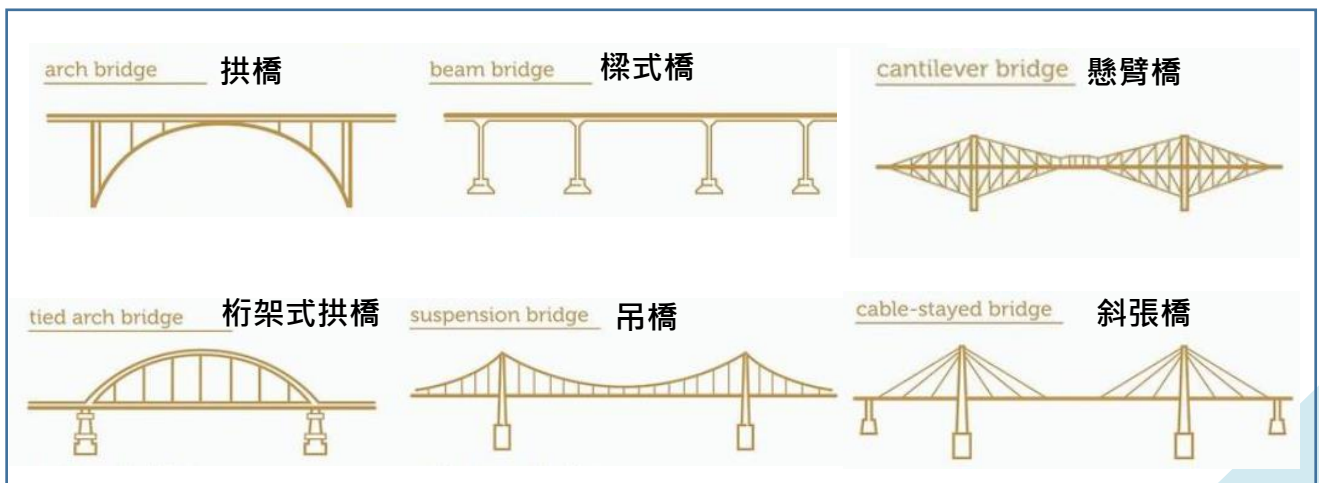
賞橋

橋的發明為人類帶來了極大的便利性，連接了被各種因素分隔的兩地。有些橋跨越了河流；有些橋跨越了山谷；有些橋跨越了海洋。世界上有許多橋在結構工程師的巧妙設計下，不僅達成連接的功能，還兼具了美學藝術價值！

仔細觀察下列四座世界名橋，並比對橋的構造後，依類型分類後填入表格裡。

<p style="text-align: center;">美國加州舊金山的金門大橋</p>  <p>橋的結構分類:</p>	<p style="text-align: center;">中國大陸跨海大橋</p>  <p>橋的結構分類:</p>
<p style="text-align: center;">法國米約高架橋</p>  <p>橋的結構分類:</p>	<p style="text-align: center;">英國 福斯鐵橋</p>  <p>橋的結構分類:</p>

橋的結構類型



最早的橋~獨木橋

橋這個字由「木」和「喬」組成，最早的橋是由粗大的喬木樹幹做的獨木橋，以兩端堅固的支撐處，跨越河流或山谷。



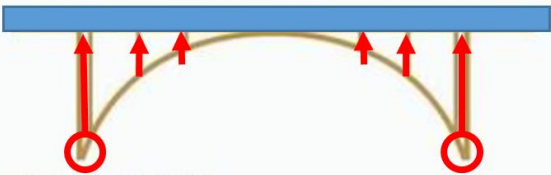





當有人走上橋時，獨木橋可能會有那些變化?請圖解加說明。



一群人要過橋，要注意那些問題才能讓大家順利過橋?

探索橋的結構的力學

隨著結構力學的發展，橋的工程技術也越來越進化，不管哪一種橋，無論是採懸吊或是支撐的方式都是為了固定主樑以便連接兩端的道路。請觀察下面的示意圖，找到各式橋的主樑後塗上藍色，接著觀察探討這些厚重的主樑所受的重力是靠哪些向上的力支撐而平衡的？請找出來，並用紅色的箭頭標示出來。

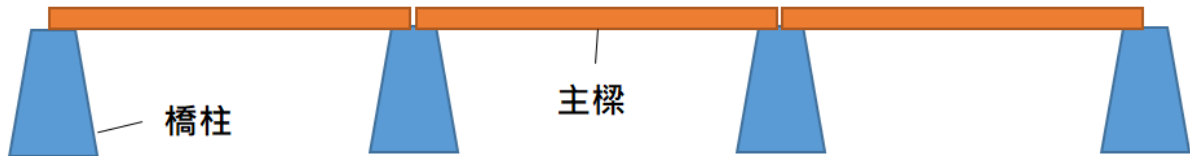
類型	示意圖	支撐的原理
拱橋		<p>例：圓拱的兩端固定在兩岸，圓拱上連接的垂直橋柱提供向上的支撐力。</p>
樑式橋		
桁架式 拱橋		
吊橋		
懸臂橋		
斜張橋		

樑式橋的結構——主樑加橋柱

獨木橋是最簡約的樑式橋，五楊高架橋便是一種樑式橋，在兩個橋柱間架上主樑，一段一段接續而成。這一段一段的主樑必須負責承載路面及上方車輛的重量，所以主樑的支撐強度和橋的安全性有非常大的關聯。



獨木橋示意圖



樑式橋示意圖

用紙張來研究「樑」的支撐力



大型的橋是一個複雜的工程設計產物，今天小科學家們請用模擬實驗來探索結構與物體載重的關聯。紙的性質與橋樑的鋼筋、水泥性質不同，但我們仍能從紙張的研究找到可應用的規律。請從經驗或前面文章找線索來推想：有哪些方法可以讓軟軟的一張紙(接下來稱主樑紙)改變形狀後，可以像橋的主樑一樣跨在兩個橋柱間不掉下來？把方法畫下來、寫下來。

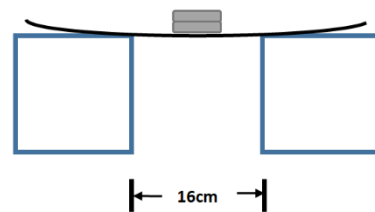
主樑紙強化發想區

想法測試區--測試「主樑紙」載重的情形。

試試看你們的想法真的可以增加紙張的支撐力嗎？

測試方法：

1. 拿兩個立方盒模擬橋柱，放在切割墊上，相距 16 公分。
2. 放上一張 1/2 A4 紙。
3. 在紙面的中央放上 1 個華司。繼續堆疊，直至橋垮，華司跌落。
4. 紀錄可以支撐的華司數及形變情形。
5. 重複試驗兩次。(實驗過的主樑紙不宜再用喔！)
6. 繼續測試別的类型態主樑紙。



實驗裝置示意圖

不同型態主樑紙載重紀錄表					
主樑紙型態	圖解	主樑紙載重 (華司數)		平均	紙變形情況
		第一次	第二次		
原來的紙					
一條摺痕					
做成圓筒狀					
其他方法.....					

歸納整理：以上測試發現哪些方法可以使「主樑紙」的載重增加？



從上面的測試結果會發現摺痕可以提高主樑的載重。但怎麼摺可以讓結構力提升更多呢?本研究室將帶你一步一步探索結構力學的奧秘。

階段一 初探結構 摺怎樣會更強?

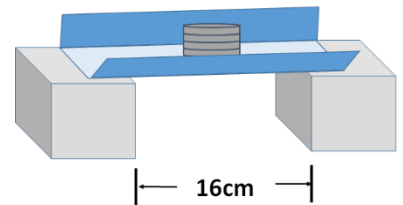
請在一張 **1/2 A4** 「主樑紙」上摺兩條平行線，並將兩側分別摺成下面三種型態。

兩側傾斜角度	大於 90 度	等於 90 度	小於 90 度
立體圖			
側面圖			

預測 哪一類型支撐力最強? 請寫出想法。(根據前面的觀察與發現來推測)

實驗方法

1. 拿兩個立方盒模擬橋柱，放在切割墊上，相距 16 公分。
2. 取 1/2 A4 紙，將寬度平分成三等分，分別摺成上圖三種型態，各三個。
3. 將主樑紙放置橋柱上。
4. 在紙面的中央放上 1 個華司。繼續堆疊，直至橋垮，華司跌落。
5. 紀錄可以支撐的華司數及形變情形。
6. 重複實驗三次。
7. 繼續測試不同傾斜角度的主樑紙。



結果與發現

兩側傾斜角度	側面示意圖	主樑紙載重(華司數)			平均	紙變形情況
		第一次	第二次	第三次		
大於 90 度						
等於 90 度						
小於 90 度						

我們的發現:

階段二 再探結構 可以更強嗎?

如果要將兩側紙片再各摺一條摺痕，向內摺還是向外摺支撐力會比較強呢?




預測 哪一種摺法支撐力較強? 請寫出想法。(根據前面的觀察與發現來推測)

實驗方法

1. 拿兩個立方盒模擬橋柱，放在切割墊上，相距 16 公分。
2. 取 1/2 A4 紙，將寬度平分成三等分，如階段一。再將兩側分別摺成向外對摺主樑紙及向內對摺柱樑紙各 3 個。
3. 將向外摺的主樑紙放置橋柱上。
4. 在紙面的中央放上 1 個華司。繼續堆疊，直至橋垮，華司跌落。
5. 紀錄可以支撐的華司數及形變情形。
6. 重複實驗三次。
7. 繼續測試向內摺的主樑紙。

結果與發現

實驗結果:

摺法	側面示意圖	主樑紙載重(華司數)			平均	紙變形情況
		第一次	第二次	第三次		
側面向外摺						
側面向內摺						

我們的發現:

階段三 再接再厲 怎麼做可以讓支撐力再晉級?

如果按照階段一、階段二的發現，接著怎麼做可能會讓支撐力再增加?

做法

實驗方法

1. 拿兩個立方盒模擬橋柱，放在切割墊上，相距 16 公分。
2. 依照小組的做法製作「階段三支撐力晉級的主樑紙」3 個。
3. 將步驟 2. 主樑紙放置橋柱上。
4. 在紙面的中央放上 1 個華司。繼續堆疊，直至橋垮，華司跌落。
5. 紀錄可以支撐的華司數及形變情形，重複實驗三次。
6. 將對照組的(階段二的實驗)數據資料抄錄到表格中。

結果與發現


實驗結果：

組別	摺法	側面示意圖	載重(華司數)			平均	紙變形情況
			第一次	第二次	第三次		
實驗組							
對照組							

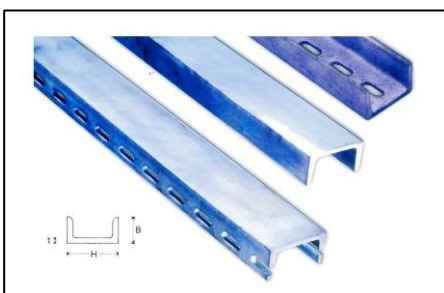
我們的發現：

結構力學討論發表室

1. 請整理目前「結構力學研究室」三階段的研究結果，你有發現其中的規律嗎?紙張怎麼摺讓支撐力更大?

組別	側面示意圖	平均載重(華司數)
階段一		
階段二		
階段三		

2. 討論問題:「角鋼」是一種常用的重物支撐架的材料，它應用了怎樣的結構力學，而產生高載重的效應呢?請在圖上標示，並說明。



角鋼



角鋼書架

主樑上重物分布研究室

階段一 大膽去想 集中好還是分散好? 根據前面的經驗, 放置華司的方式似乎會影響整體載重。你們目前認為華司怎麼放會使載重效果比較好?

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

階段二 小心求證 設計實驗驗證

研究問題: 重物平均分布於主樑紙上可以提高總載重量嗎?

研究假設:

實驗方法:

結果與發現:

我們的發現:

重物分布討論發表室



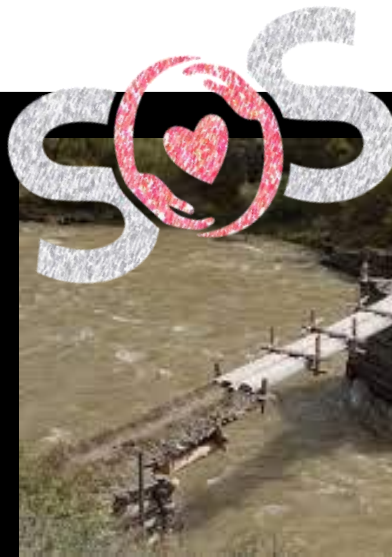
車輛總重限制

討論問題: 「為什麼橋樑需要規定每輛車的車輛總重限制?」



帶來幸福的橋

分隔兩地的人，因為有橋而有聯繫，
分隔兩地的心，因為有橋而有交流。
橋斷了，家變遠了！
心，寒了！
好心人載來一卡車的竹子，
和一些麻繩，
一切又有了希望……



設計任務: 有一堆竹子和麻繩，可以如何搭出一座穩固的樑式橋呢?請參照你今天的研究畫出設計圖，並說明設計想法。