

# “×”(XY)形架的好處

## 初小組物理第三名

台中市大同國民小學


作者：謝立銘等三十名

指導老師：林墩耀等二名

### 一、研究動機：

有一天我們在操場上體育課時，無意中發現正在興建中的體館外邊，有許多工人在很高的方形支架上工作，覺得很新奇；又有一次老師帶我們到校外參觀，走到正在興建中的高樓，看到撐在外邊的支架，卻是用交叉形的桿子所做，工人在其上工作也能活動自如，引起了我們的好奇心，因此我們就去請林老師指導。

### 二、準備實驗材料：

1. 厚紙條（寬分做1公分，2.5公分，5公分）。竹籤（直徑3公厘）。
2. 方形架、斜架、「」形架（用厚紙條和竹籤自造）
3. 1元硬幣（每1個硬幣重0.6公克）。
4. 塑膠圓球2個，咪斯塔（蹦跳玩具）。

### 三、研究問題：

1. 正方形架和長方形架，那種樣式的架子承當重量時最穩定？
2. 方形架和「×」形架所能承當重量的比較。
3. 高鐵塔的結構為什麼大部份採用「×」形狀的鐵架建築起來呢？
4. 用什麼形狀的架子做支柱，能把圓球最穩定的豎立起來？

### 四、研究過程：

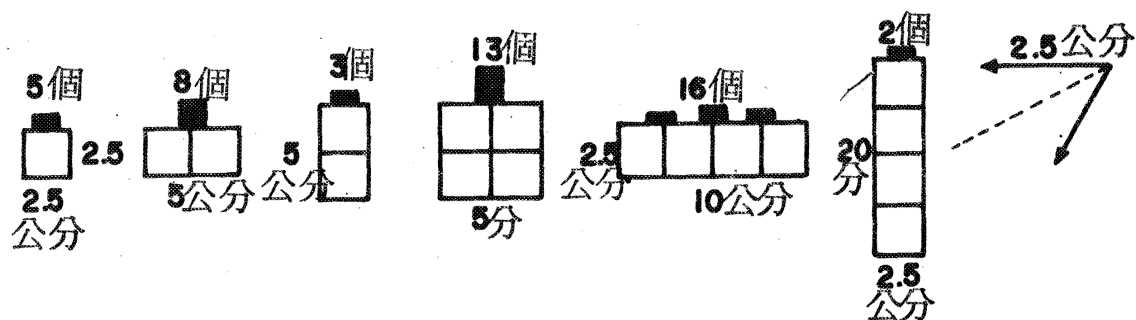
#### 1. 用厚紙條做實驗：

方法：每一種方形樣式的架子，都實驗4次（每次換1個方形架為原則）。把1元硬幣放在方形的上面積桿上漸漸加重量，看一看能承當多少個硬幣之後方形才倒下。

#### (1) 寬1公分的方形架。

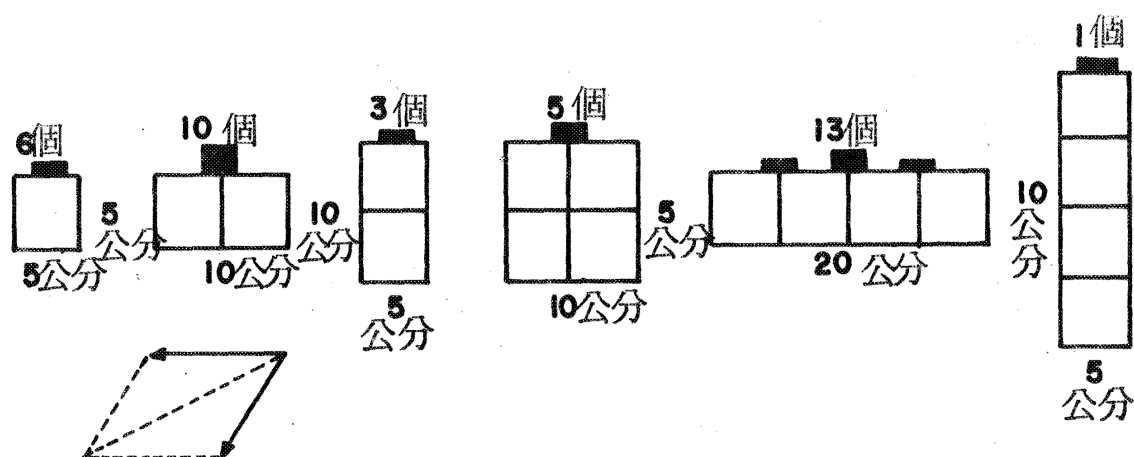
- a. 各種樣式的架子能承當多少重量？

(a)每邊長 2.5 公分的正方形做基本。



發現：正方形的架子，承當重量超過時，即時變成菱形。兩側的桿子高度越低，比較穩定所承當重量也重些。

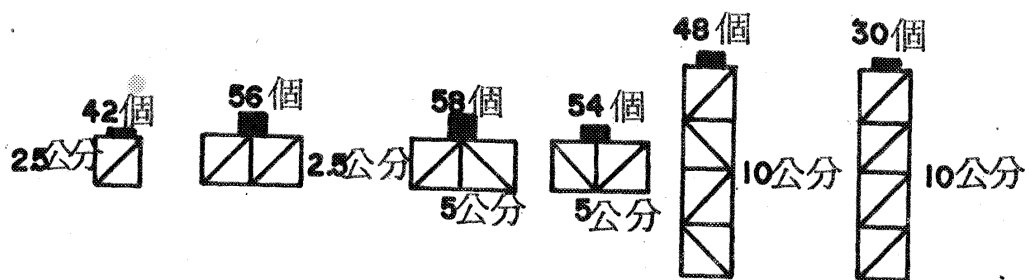
(b)每邊長 5 公分的正方形做基本。



發現：寬度相同方形比較大的架子，所承當的重量比小，方形的架子輕。方形的架子承當重物時，馬上變成菱形，兩對角同時同方向倒下。很容易搖動，不穩定，所承當重量比較輕。

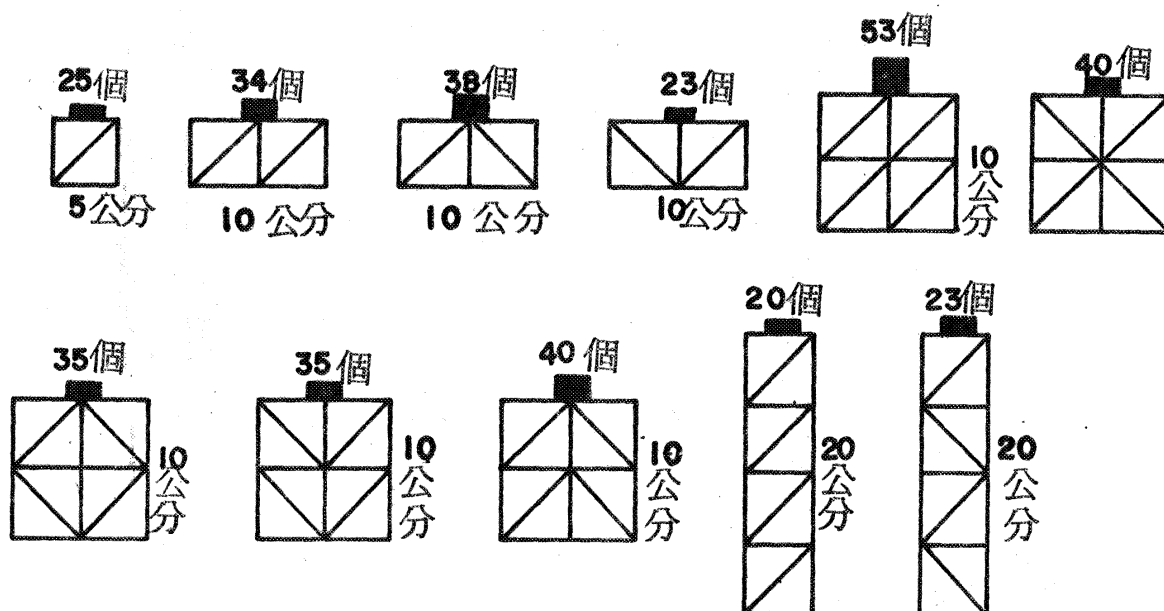
b 方形架裡面，加上 1 枝斜桿能承當多少重量？

(a)每邊長 2.5 公分的正方形做基本。



發現：兩個直角三角形合成的，比前兩題(1)(2)堅固，不太容易搖動，比較穩定，所承當的重量多幾十倍。

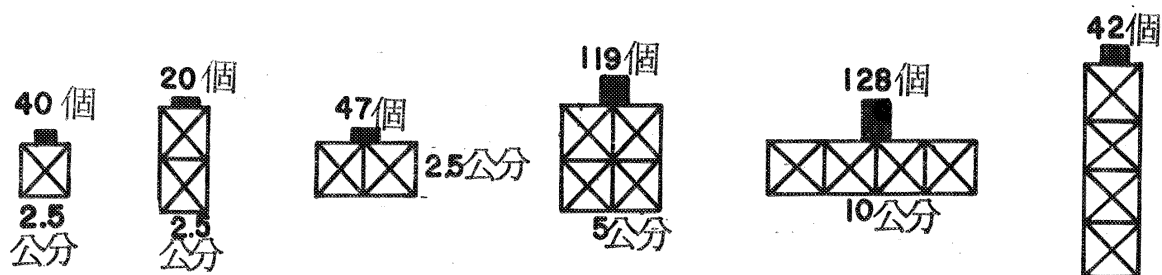
(b)每邊長 5 公分的正方形做基本。



發現：寬同樣大，四邊比較長的方形架，所承當的重量不及前(1)題的重。加 1 枝斜桿比方形架耐力能穩定，所承當重量也相當重。

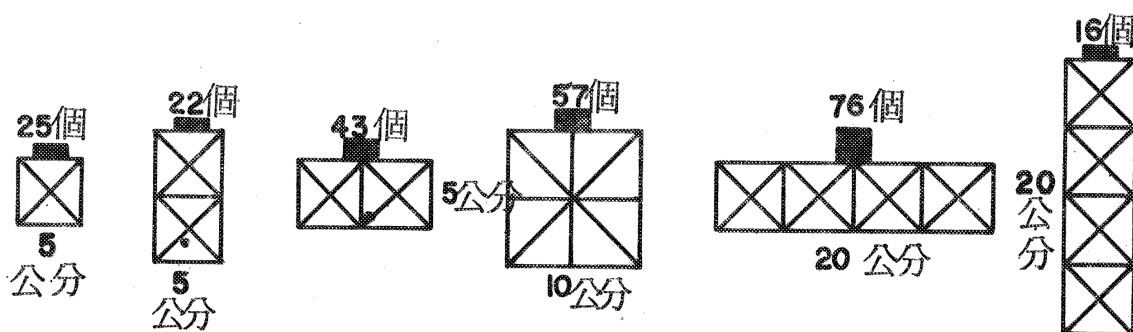
c.方形架裡面加上×形桿，能承當多少重量？

(a)每邊長 2.5 公分的正方形做基本。



發現：×形架從四面八方互相拉力不容易搖動，最堅固所承當物最重。

(b)每邊長 5 公分的正方形做基本。

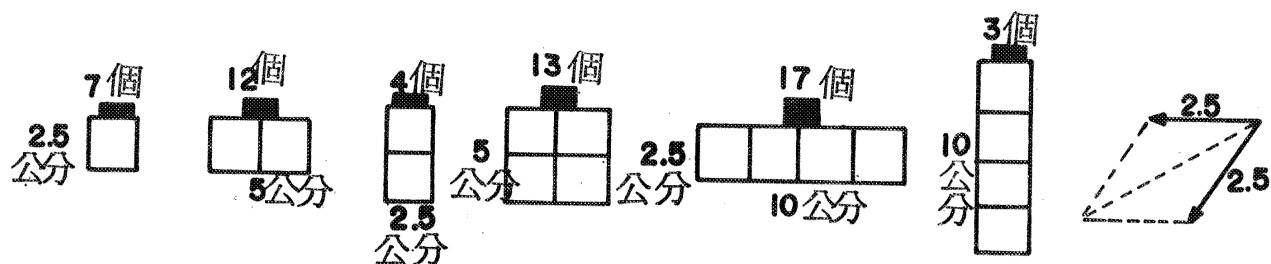


發現：四邊比較長，把硬幣放在上面橫桿時，先彎曲下去，再加重以後才倒下。表示所承當物很重。

(2)寬 2.5 公分的方形桿。

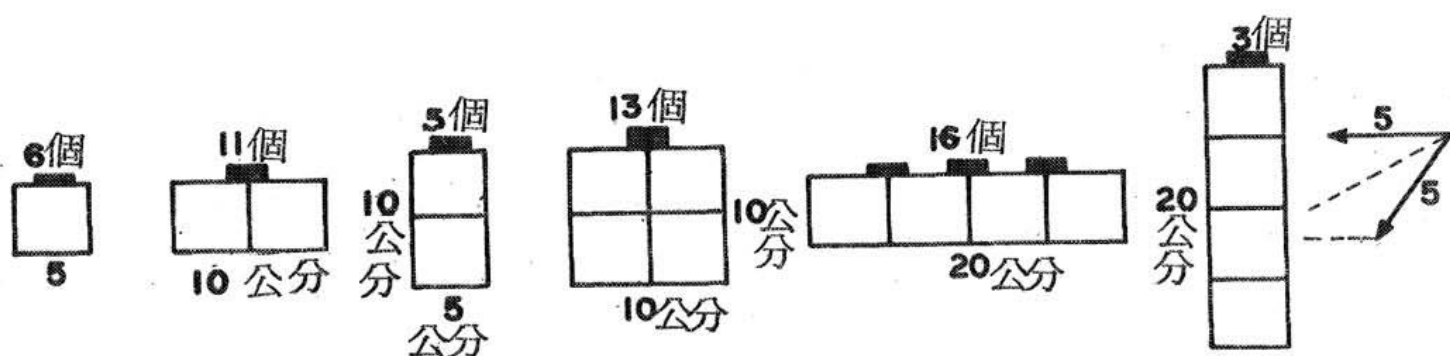
a.各種樣式的架子能承當多少重？

(a)每邊長 2.5 公分的正方形做基本。



發現：方形的上桿承當重量時，即時變做菱形，兩對角同時方向倒下，很容易搖動，不堅固所承當重量，比不上斜架和×形架那樣重。

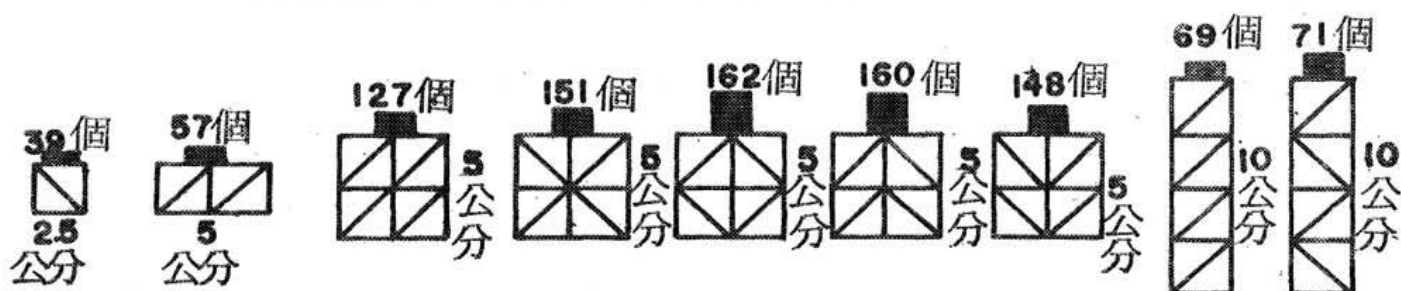
(b)每邊長 5 公分的正方形做基本。



發現：寬同樣大的方形，四邊越長，所承當的重量不及邊短的重，因為兩側桿越高，越不穩定，很容易倒下。

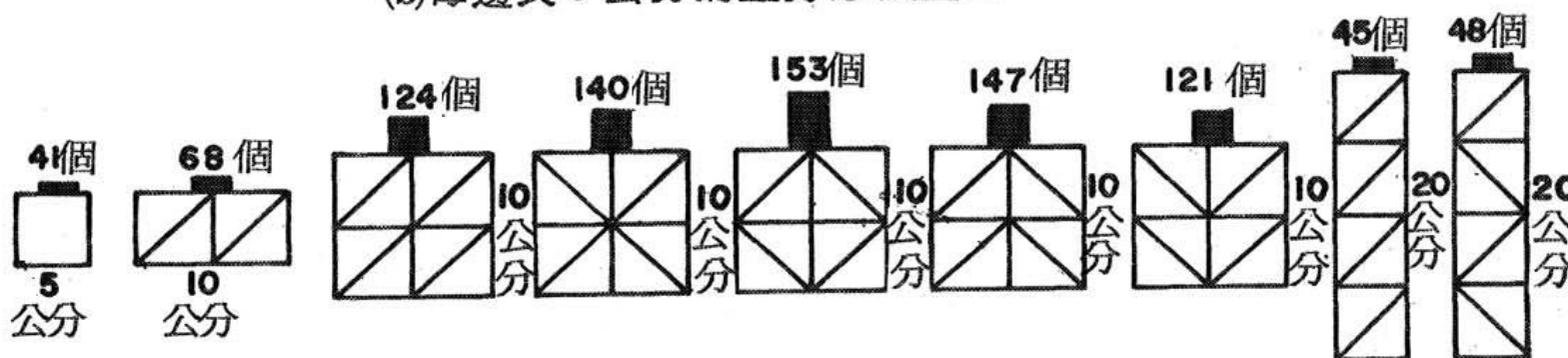
b. 方形架加上一枝斜桿能承當多少重量？

(a) 每邊長 2.5 公分的正方形做基本。



發現：加上 1 枝斜桿，即是變成兩個三角形合併起來，上下左右互相引力，比較不容易搖動，所承當的重量比方形架，所承當重量好幾十倍。

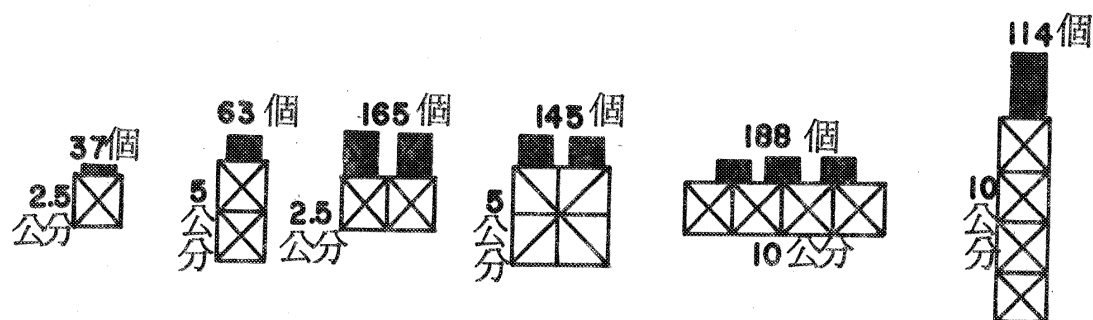
(b) 每邊長 5 公分的正方形做基本。



發現：邊長比邊短的方形架越不穩定，所承當的重量比較輕一點兒。

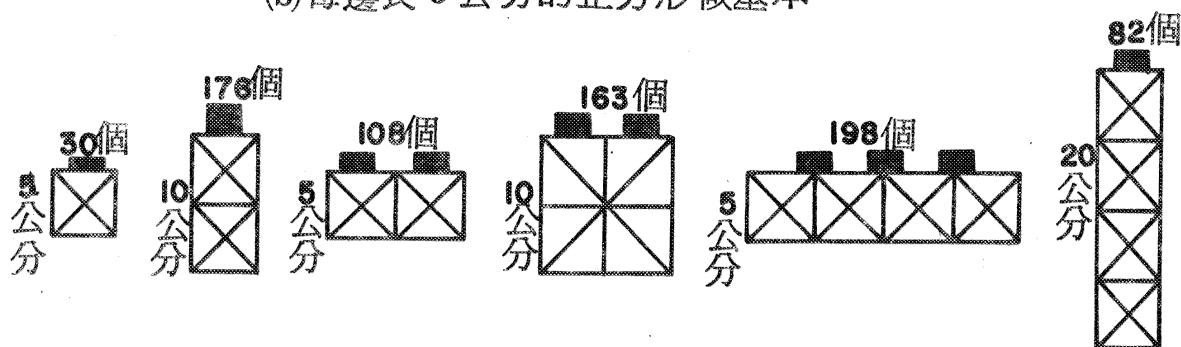
c. 方形架裏面加上 X 形桿能承當多少重量？

(a) 每邊 2.5 公分的正方形做基本。



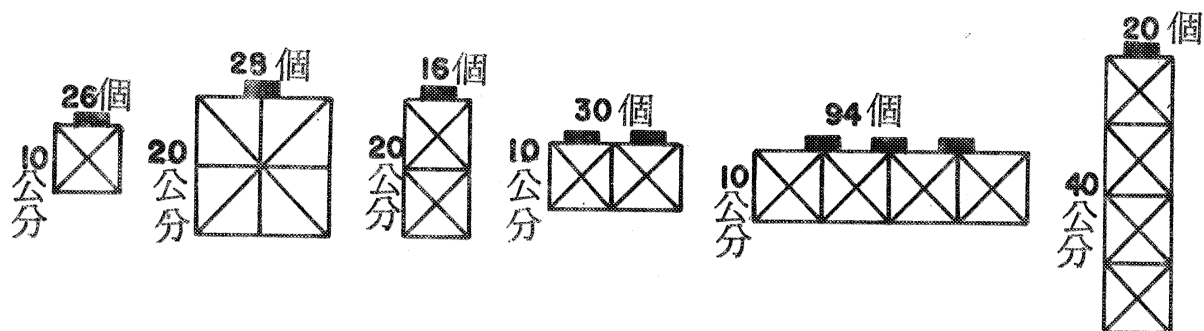
發現：×形架能所承當的重量最重，因為桿子能承受四面八方的力，最穩定又堅固，不易搖動，載重物時，上面積桿先彎曲，再加重量後才倒下。

(b)每邊長 5 公分的正方形做基本。



發現：寬同樣大的方形架，高度越低越穩定，所承當物越重。

(c)每邊長 10 公分的正方形做基本。

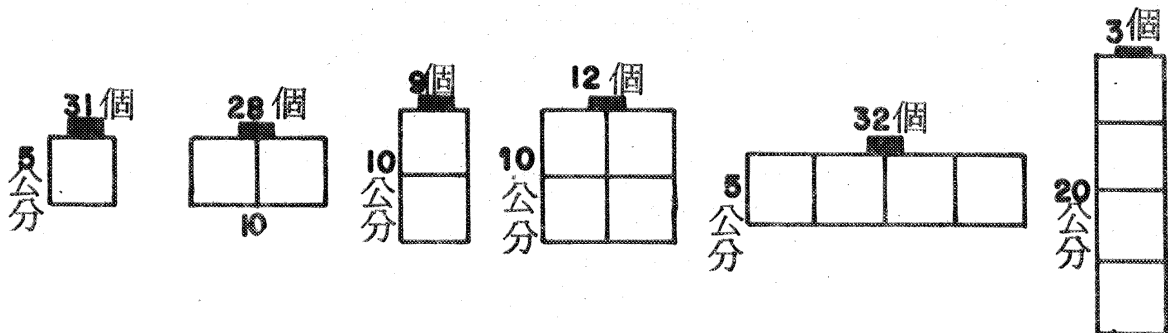


發現：寬同樣大的方形架，邊越長所承當重物就差一點兒，因為桿子越高越不穩定。

(3)寬 5 公分的方形桿。

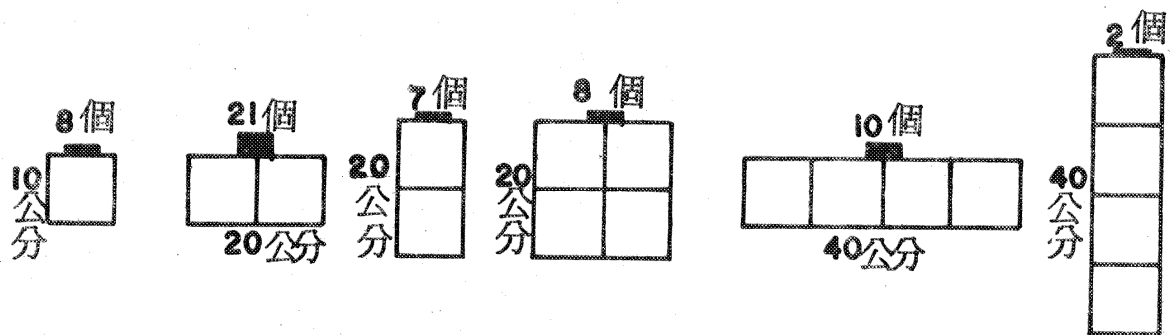
a.各種樣式的架子能承當多少重量？

(a)每邊長 5 公分的正方形做基本。



發現：寬比較長的方形架，所承當物比較重一點，因為底面大比較穩定。

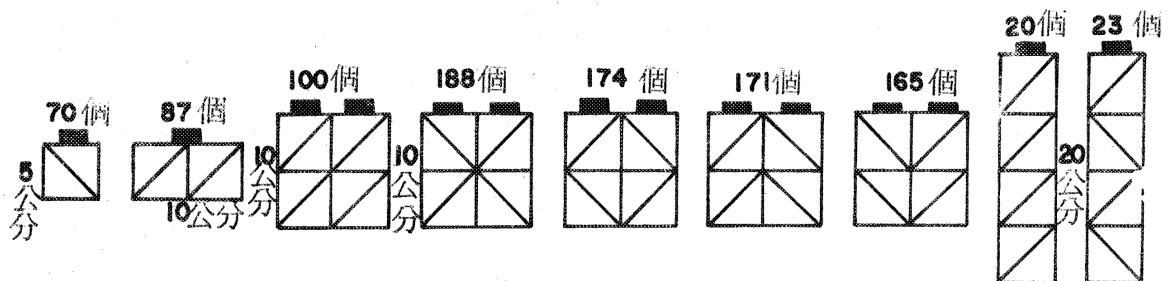
(b)每邊長 10 公分的正方形做基本。



發現：寬同樣大，邊長的方形架，所承當物比較輕一點兒。

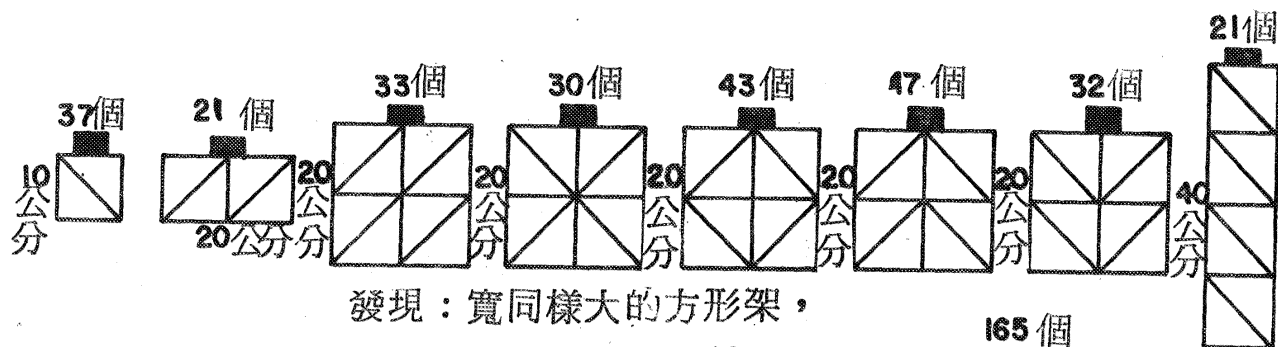
b. 方形架裡面加上 1 枝斜桿能承當多少重量？

(a)每邊長 5 公分的正方形做基本。

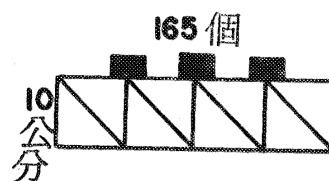


發現：加斜桿，等於兩個三角形互相合力，所承當的重量比方形架好幾十倍。

(b)每邊長 10 公分的正方形做基本。

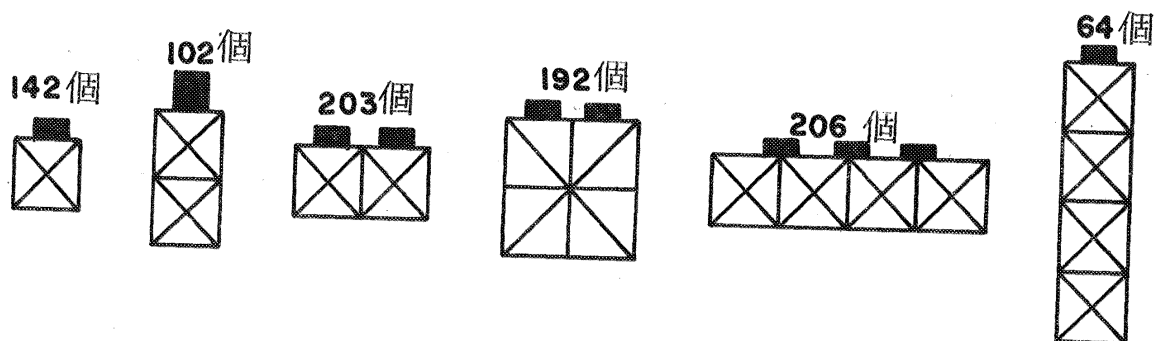


發現：寬同樣大的方形架，  
邊長越長越不穩定，  
所承當物不如前 a 題  
，那樣重。



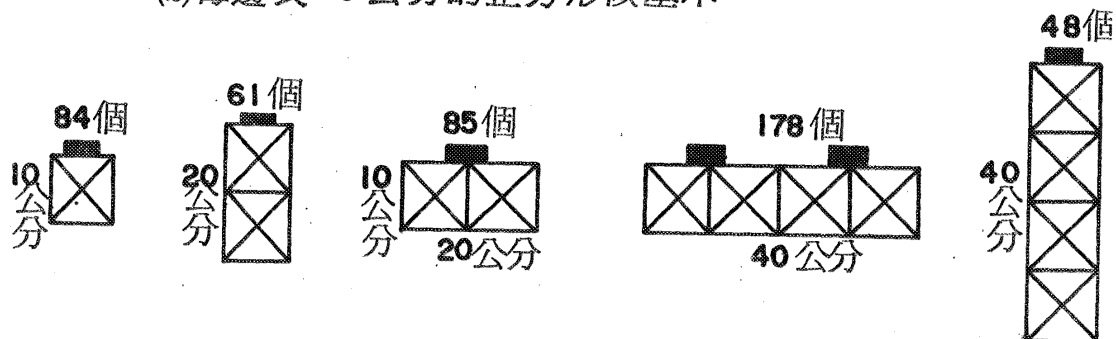
c. 方形架加上 X 形桿能承當多少重量？

(a) 每邊長 5 公分的正方形做基本。



發現：X 形桿能承受四面八方的力，又底面積大，最  
穩定，承受的物體最重。把重物放在上面橫桿  
上，先彎曲，再加重後才倒下。

(b) 每邊長 10 公分的正方形做基本。



發現：上面橫桿承當重量時，先彎曲是表示載物很重  
。但每邊比較長，所承當重量比較差。



(4)圓球能承當多少重量？用寬5公分的厚紙做支柱。

a.用 12 枝柱豎立圓球的實驗：

高 \ 形 狀	長 方 形 柱	加 × 形 柱
柱 高 5 公 分	85 個	152 個
柱 高 10 公 分	38 個	107 個

發現：支柱越低，所承當的重量越重，柱和柱之間隔加×形桿的支柱更能承當。

b.用 8 枝柱豎立圓球的實驗：

高 \ 形 狀	長 方 形 柱	加 × 形 桿
柱 高 5 公 分	72 個	143 個
柱 高 10 公 分	27 個	98 個

發現：支柱數減少 $\frac{1}{3}$ ，所承當的重量不會減少 $\frac{1}{3}$ 。但加×形桿的支柱，只差不超過10個硬幣，表示×形架柱最堅固又穩定。

c.用 4 枝柱豎立圓球的實驗：

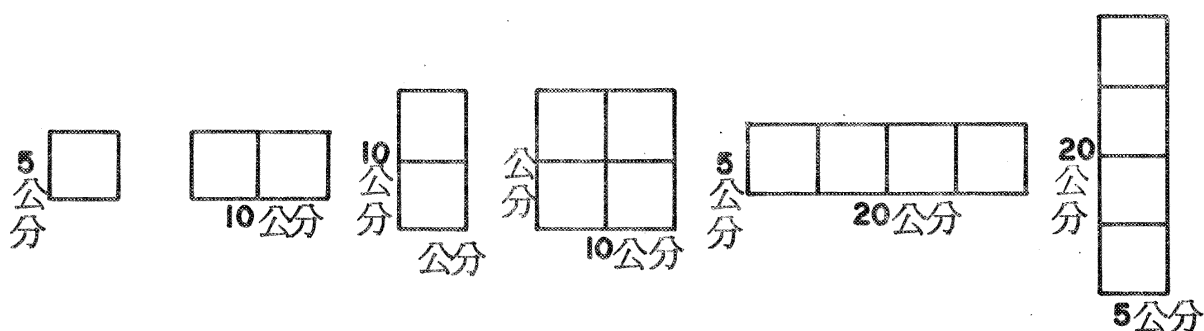
高 \ 形 狀	長 方 形 柱	加 × 形 桿
柱 高 5 公 分	41 個	115 個
柱 高 10 公 分	12 個	84 個

發現：支柱數比a題減少 $\frac{2}{3}$ ，比b題減少 $\frac{1}{2}$ ，所承當的重量不會減得那樣多。但加×形桿柱，只是減少 $\frac{1}{4}$ 的重量，只用4支支柱（加×形桿）能互相合力穩定，所承當的重量比長方形柱多出2倍至4倍。

## 2 竹籤的實驗：

方法：方形架的上端放上，正方形的塑膠板上放咪斯塔玩具，一人按穩下面橫桿，一人用雙手拿直桿向左右輕輕搖動，使站在上面的玩具會蹦蹦跳跳。

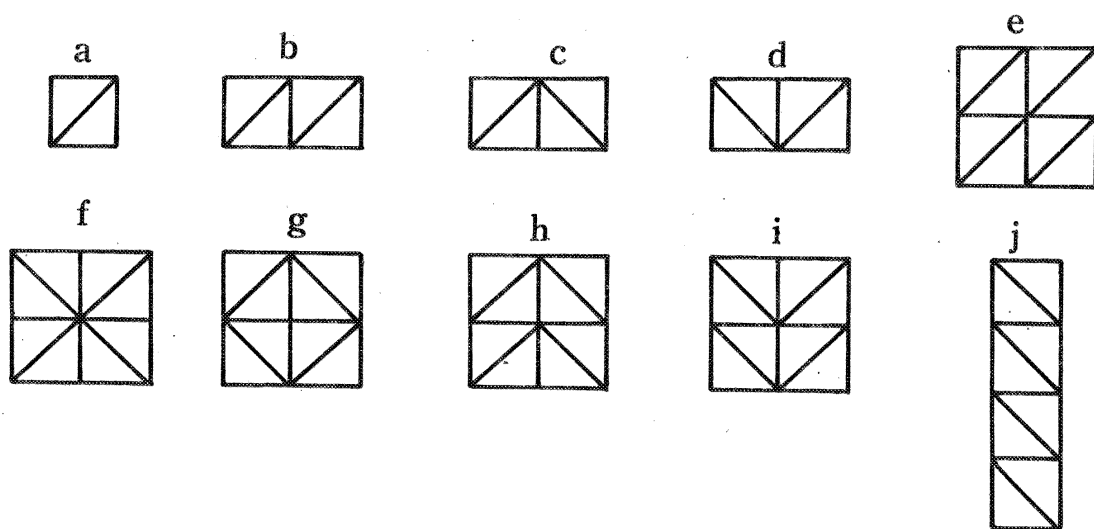
(1)每邊長 5 公分的正方形架做穩定的實驗：



發現：

- a. 最不穩定，容易搖動的是 ..... f
- b. 次不穩定，會搖動的是 ..... c
- c. 比較穩定，小搖動的是 ..... e b
- d. 普通穩定，會搖動的是 ..... a d

(2) 正方架裡面加一枝斜桿做穩定的實驗：



發現：

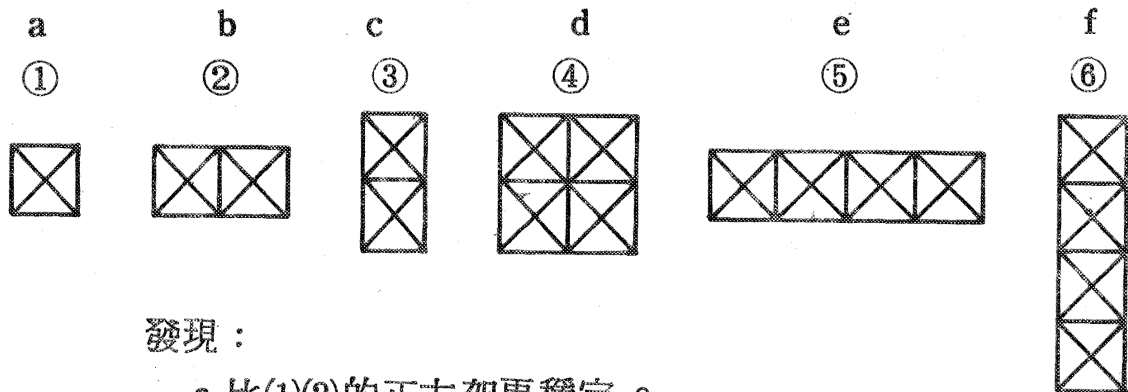
a. 比上題(1)穩定多，不大會搖動。

b. 最穩定是 ..... f

c. 次穩定是 ..... g e h d b a

d. 比較穩定是 ..... j

(3) 正方形架加上×形桿做穩定的實驗：



發現：

a. 比(1)(2)的正方架更穩定。

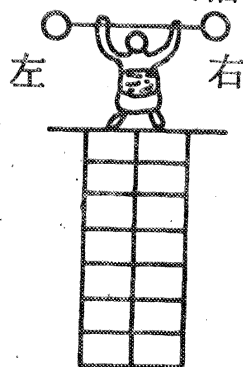
b. 最穩定不會搖動的是 ..... e d b a

c. 穩定不大會搖動的是 ..... c f

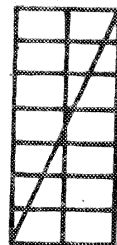
(4) 高樓式方形架做穩定的實驗：

方法：七層大樓式的竹籤做成的桿子有三種：

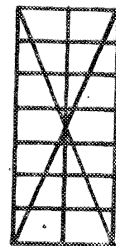
一人用手壓著底橫桿，一人用雙手拿中間樓，向左右搖動，看一看那種高樓式的竹籤容易被搖動。



搖動最大



比較穩定搖動一點兒



最穩定不容易搖動

發現：用竹籤做成高樓式的方形架很容易搖動，不穩定。

加 1 枝大斜桿互相合力，比較方形架穩定，搖動一點兒，加上大×形狀的桿子就穩定又堅固，不易搖動。

## 五、研究結論：

1. 正方形和長方形的架子都是四個直角造成的，如果向左右搖動就立刻變成菱形，只能縱橫的桿子互相同方向搖動，比較容易搖動，又其直立的桿子越高越不穩定，所承當的重量比較輕。
2. 正方形架裡面加上 1 枝斜桿就有兩個三角形合成的，比四角形堅固，不容易搖動，所承當的重量就比較重。
3. 正方形裡面加上交×形桿，就有八個三角形合成的。能承受四面八方的力，不易搖動最穩定，所以近年來興建中的高樓大廈，看到撐在外邊的支架都採用交叉形的架子所做的。
4. 高壓電線的高鐵塔載著數條笨重的粗電線直立在高空，它的鐵架大部分用交×形和三角形架成的鐵桿互相合力，最穩定又堅固的豎立在地面上。
5. 煉油廠豎立鐵樓大圓球時，可以利用半圓球的側面，用鐵桿做支柱，同時柱和柱和柱之間隔架設交叉形桿的最穩定又堅固。圓球裏可以裝很重的原料。

評語：題材頗新，實驗方法及步驟均佳，結果甚為完整，內容豐富。