

類別:物理類

### 彈簧探究

田咏霈 竹圍高中 高一孝班  
余承暉 竹圍高中 高一孝班  
林永承 竹圍高中 高一孝班  
莊証量 竹圍高中 高一孝班

指導老師  
陳正君 老師

## 壹.前言:

### 一.動機:

小時候對古代的兵器有強烈的好奇，有一次在看三國演義時，我看到諸葛亮呈上諸葛連弩，對我那時而言，那是一件非常厲害的武器，既可以連發又是遠程武器，於是我開始研究，在有一次上網時，我看到網路上有人拿兩個鐵衣架，折成彈簧的樣子，從原本沒有彈性的鐵衣架變成彈簧，於是在我心裡就埋下了一個問號。

### 二.研究方法:

以電磁力和金屬原子排列為基本概念解釋的彈力基本原理，還有探討一些例外的情況和解釋例外發生的原因。

### 三.大綱:

- (一)關於彈簧的基本力學概念
- (二)金屬變形與彈力
- (三)彈簧的種類

先以微觀的角度說明金屬的架構，排列方式、支撐原理。在第二點中會利用第一點的基本概念切入主題—解釋彈簧原理。在市面上，有很多不同種的彈簧，在第三點中會解釋影響不同種彈簧的因素。

### 四.研究目的:

觀察生活，並且把已學過得知是使用在生活中，讓生活與課業連結，並從中延伸學習。

## 貳.正文:

### 一.關於彈簧的基本力學概念:

#### (一)金屬的單位

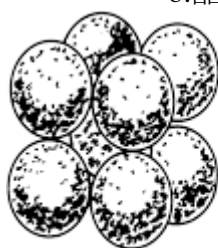
- 1.依照單位由大到小排列:金屬原子、金屬晶格、金屬

##### (1)金屬原子:

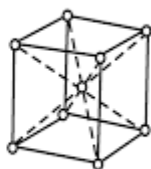
- a.在金屬中，原子會以陽離子和陰離子的方式存在

##### (2)金屬晶格(圖 1):

- a.金屬晶格由固定比例的原子組成。
- b.晶格可以共用原子。



(a)



(b)



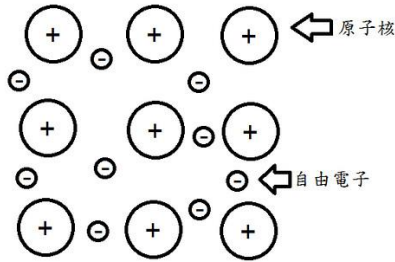
(c)

#### (二)力分為四種：電磁力、萬有引力、強力和弱力

## 1.金屬主要是由電磁力來支撐整個金屬的架構

### (1)如何支撐？

在金屬中，陽離子會依照特定的形式排列，而陰離子會散布在每一個陽離子之間(圖 2)，利用「同極相斥，異極相吸」的原理使金屬結構不坍塌。另外，在電磁力的公式中(圖 3)，距離的平方被放在分母，因此試圖兩個相同電極靠近時，所需要花的力量就需要越大。



$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2};$$

## 二.金屬變形與彈力:(金屬變形都是以晶格為單位，不是以原子為單位)

### (一)彈力：

當金屬受力彎曲時，晶格的相對位置會產生變化，導致電磁力分佈平衡，但此時的位置變化不足以破壞晶格之間的電磁力，因此停止施力時，會回到原本的樣子。

### (二)變形(圖 4)：

當金屬受力到一定程度時，會破壞某些晶格，同時被破壞的晶格也會重組，達到新的平衡，此時我們就會觀察到金屬變形。有時我們觀察到的金屬變形是從水平面變成斜面，其實它並非一個平滑的斜面，而是類似階梯一格一格的斜面。

### (三)彈力與變形的問題討論：

#### 1.我們有能力讓金屬晶格變形嗎？

我們一般的力量沒有辦法使金屬晶格的型態改變，但是我們可以讓金屬晶格重組。

#### 2.彎曲後的金屬摺痕是怎麼來的？

金屬在彎曲的時候，因受力大過金屬所能負載的能量，因此施力時，金屬彎曲內會有許多晶格以當時最適合的方式重新組合，達到新的平衡。

#### 3.金屬彎曲時為什麼不容易斷裂？

金屬的鍵結是電子海，與離子鍵不同，離子鍵的物體只要受

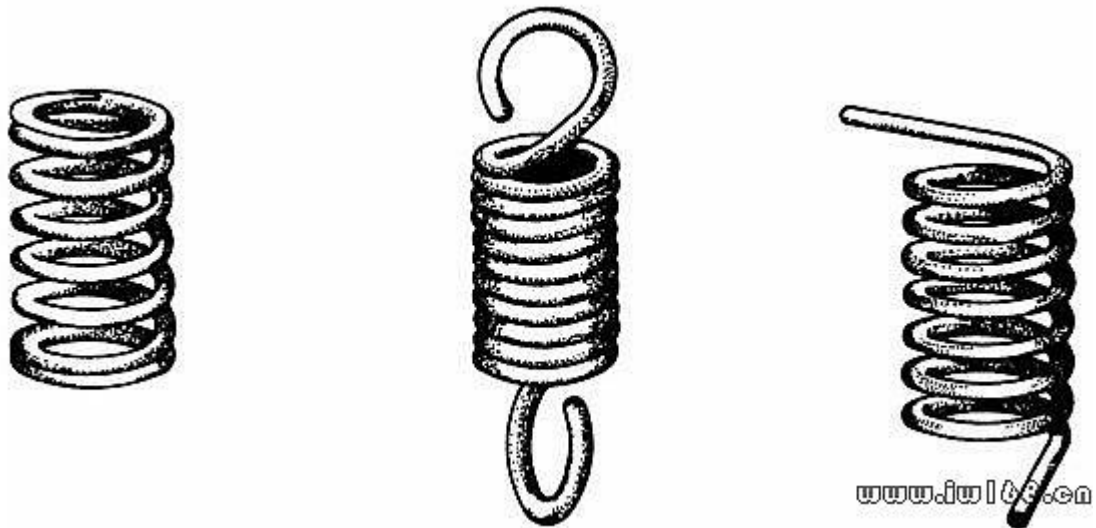
力，有一個離子發生變化，造成整個面都變成「正極對正極，負極對負極」的情況，使得物體碎裂，但金屬不是，金屬陽離子的周圍都有電子海，因此就算金屬原子位移了，依然還是照著正負相間的平衡狀態。

#### 4.為什麼某些金屬彎曲時很容易斷裂？

就鐵而言，有分生鐵、熟鐵，生鐵較硬，熟鐵較軟，而生較容易斷裂。因為生鐵的碳含量較高，能夠固定鐵原子(圖 5)，使鐵原子不易位移，但因為生鐵中碳的鍵結不是電子海，因此當碳有些位移時，整個金屬的結構會被打亂，但因為不是利用電子海，導致很容易出現「負極對負極」，容易排斥、分開。

### 三.彈簧的種類

#### (一)圓形(圖 6)



#### 1.影響條件與原理

##### (1)彈簧半徑

彈簧的半徑如果越大，代表彈簧的周長越長，晶格數越多，因此受力時，力量會平分到每個原子上，造成內圈的每一個金屬原子變近，利用電磁力儲存能量，在上文「關於彈簧的基本力學概念」中有提到當兩個相同電極的離子靠越近時，所需的能量越大。因此當兩個半徑不同的彈簧，變化量相同時，所需要的能量或儲存的能量比較大。

##### (2)線徑

###### a.含非金屬（例如：碳）

當線徑越大、變化量相同時，所含的能量較大，因為非金屬的性質不同，不易延展，可加強金屬，使金屬固定，不易變形。因此線徑越大，變形所需要的能量就越多。

###### b.純金屬

線徑越大，表示金屬原子越多，因此變化量相同時，每個金屬原子相對離的比較遠，所存的能量就會比較小。

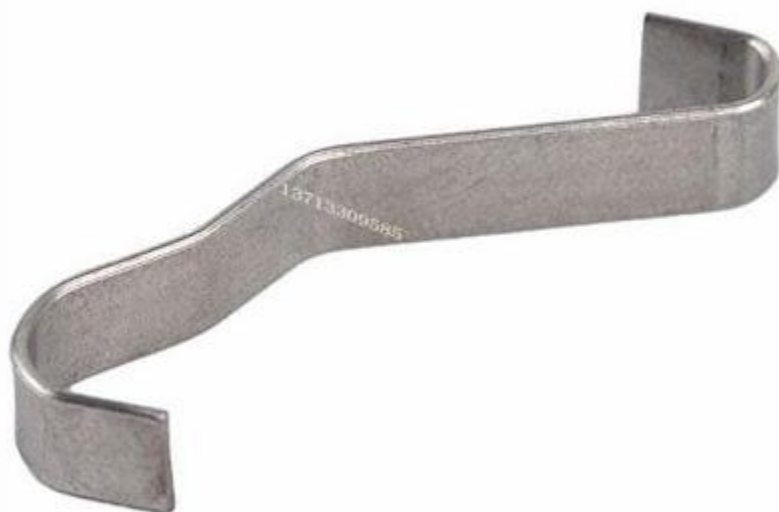
### (3)圈數

彈簧的圈數越多，原子越多，變化量相同時，每個金屬原子相對離的比較遠，所存的能量就會比較小。

### (4)力臂長度

力臂長度較常影響「扭轉彈簧」，而力臂長度跟彈簧的結構比較沒關係。力臂長度的重點是槓桿原理，當抗力臂較長時，力量較小，但移動的距離會比較大。相反的，當抗力臂較短時，力量較大，但移動的距離相對比較小。

## (二)單片(圖 7)



### 1.影響條件與原理

截面寬度與高度寬度與高度都會影響彈簧能量的儲存最大值與最大變形量，原理也是越高、寬，數量越多，假設變形量相同，越高、寬所儲存的能量越少，但是寬度的影響會比高度的影響大，因為離彎曲處越近，粒子靠的越近，反彈的能量越大，而高度越高時，離彎曲處越遠，影響也就越小，所以寬度對彈力的影響較大。

### 參.結論:

在一開始，以為金屬會以原子排列，所以只要考慮原子間的電磁力就好，但在後來查資料後才發現，原來金屬是以離子排列，而陰離子會變成電子

海，散佈在金屬中，這也解釋了金屬的導電性、延展性、硬度相對非金屬較軟，在後來的研究中，又發現原來金屬會以金格的方式組成，在很多的資料中，有提到金屬晶格不能破壞，這與金屬的延展性又有所衝突，後來在電磁力的公式中發現了有常數的一個變因，而且常數的值很小，因此又解開了心中的一個謎。

肆.引注資料:

(圖 1) <http://baike.mysteel.com/doc/view/59615.html>

(圖 2) <https://woody9512.pixnet.net/blog/post/216785027-%3C%E9%AB%98%E4%B8%AD%E5%8C%96%E5%AD%B8%E8%A7%80%E5%BF%B5%E6%BE%84%E6%B8%85%3E%E5%88%86%E5%AD%90%E9%96%93%E4%BD%9C%E7%94%A8%E5%8A%9B%E8%88%87%E7%86%94%E6%B2%B8%E9%BB%9E>

(圖 3) <https://kknews.cc/science/bpym5oj.html>

(圖 4)

(圖 5)

(圖 6) <https://coccad.com/subject/about/228.html>

(圖 7) <http://www.tanhuangl.com/m/wujin/464.html>

心得:

這是我第一次寫小論文，這一篇其實寫了兩次，第一次是直接把資料打複製貼上再刪減，但後來聽到好像不能這麼做，於是又草草的重做了一次，不過第二次做的時候融入了很多自己的想法，算是有進步，只可惜引注資料少了一點，期待間一次的小論文會有更大的進展。