

父親的童年——迴力螺的探討

初小組物理科第三名

彰化縣成功國民小學

作者：陳寬育、陳儀芳

指導教師：洪文正、邱怡晟

一、研究動機

父親經常在飯後和我們聊天，有一次，他提到他的童年往事，他說那時候，大家都很窮，父母根本沒有錢給小孩子買玩具，平常，小孩子的玩具都是自己動手做的，就像一個瓶蓋加上一條線，可以玩上一天。

當然，好奇的我立即要求父親教我做，只見父親拿起鐵槌將瓶蓋捶平，成了一塊圓鐵片，然後，在鐵片中央挖兩個小孔，並將線穿入二個小孔後打結，最後，將線繞一繞，再用力一拉一放，這個圓鐵片就轉了起來，我很好奇，它為什麼會轉？它叫什麼名字？當時，父親也說不上來，於是，我到學校請教老師，老師說它為何會轉，我們可以進行實驗，研究看看，探尋其中的奧秘，至於它叫什麼名字，老師也不知道，在本文中暫且先稱呼這個圓鐵片為「迴力螺」。

二、研究目的

- (一)探討各種不同條件對迴力的影響，及如何使迴力螺轉得更好。
- (二)探討迴力螺是如何轉動的，我們從操作過程中發現了什麼？
- (三)由簡易的遊戲，激發科學的精神及鍥而不捨的態度，並能廢物利用自製玩具，增進生活無窮的樂趣。

三、研究設備器材

- 1.瓶蓋 2.各種紗線 3.鐵槌 4.鐵釘 5.尺 6.保麗龍 7.剪刀 8.打火機
- 9.蠟燭 10.尺 11.量角器 12.粗砂紙

四、研究過程及結果

(一)迴力螺本來叫什麼名字？我們為何命名為迴力螺？

方法：1.請同學回家後請教家中長輩迴力螺的原名。

- 2.到圖書館尋找有關迴力螺的資料。
- 3.展開問卷調查，替這個玩意兒徵求名字。

結果：1.同學們回家請教長輩，幾乎所有的長輩都玩過迴力螺這個玩意兒，甚至有些六十多歲的老人家也知道迴力螺，可是，問起迴力螺的原名，卻是沒有人知道。

- 2.到圖書館尋找有關迴力螺的資料，卻一無所獲，可見迴力螺這個玩具在很久以前就開始流行，只是沒有人深入研究，也沒有人替它取名字。
- 3.本研究小組經過腦力激盪替這個玩意取了三個名字，分別為迴力螺、風火輪、旋轉圈，並到各班級展開問卷調查工作。(調查人數：509人)

人數統計 名稱	男 生	女 生	合 計
迴 力 螺	127票	113票	240票
風 火 輪	84票	61票	145票
旋 轉 圈	51票	73票	124票
曾經玩過	210人	74人	284人

- 4.經過調查，我們將這個玩具正式定名為迴力螺。

(二)迴力螺是利用什麼原理轉動的？

- 方法：1.先由同學操作，使迴力螺轉動。
2.由同學仔細觀察迴力螺為何會轉動。

- 結果：1.迴力螺之所以會不停的轉動，是由於兩手不斷的拉與放而造成的。
2.當拉迴力螺的繩子時，迴力螺轉動速度逐漸增加；迴力螺的繩子拉至最長時，迴力螺轉動速度達到最快；放迴力螺的繩子時，迴力螺轉動速度逐漸變慢；迴力螺的繩子放至最短時，迴力螺轉動速度達到最慢。
3.由於作用反作用力及慣性作用之故，當迴力螺速度達到最慢時，迴力螺又藉繩子的相反方向轉過去，經由手拉，速度又達到最快，如此周而復始，一直循環，除非我們玩膩了，否則，迴力螺將不停的轉動。

(三)迴力螺轉動的快慢，我們要如何來判別？

- 方法：1.由一位同學操作，事先經由不斷練習，達到熟練程度，才開始測量。
2.由這位同學拉迴力螺，當迴力螺速度達到最快時，將迴力螺接觸事先所預備的保麗板，於是，保麗龍板出現一條條的刻痕。

- 結果：1.迴力螺是藉由手拉、放繩子，而不停的轉動，當手不再施予拉力，迴力螺轉動速度急速減緩，反覆幾次轉動，失去動力而停止。

- 2.當迴力螺速度達到最快時，對繩子只施予拉力而沒有放鬆繩子，迴力螺快速停止，而手感受到一股極大的拉力來自繩子。
- 3.迴力螺速度達到最快時，接觸保麗龍板，出現的刻痕很深；迴力螺速度較慢，接觸保麗龍板，出現的刻痕較淺，甚至會停止轉動。
- 4.由於迴力螺轉動速度很快，無法目測，因此，對於迴力螺轉速快慢，我們由保麗龍上的刻痕深淺及測試同學手上所感受的拉力來判別。

(四)迴力螺只是一塊圓鐵片，轉動時，為何會發出呼……呼的聲音？

- 方法：1.取三個瓶蓋，將這三個瓶蓋分別捶成圓鐵片，並在圓鐵片中間釘二個大小、距離皆相等的洞，再分別從二洞穿入等長的線並綁緊。
- 2.第一號圓鐵片儘量將其敲得很平緊。第二號圓鐵片敲得不很平緊。第三號圓鐵片只將瓶蓋外緣敲平。
 - 3.請一位同學操作迴力螺，並測試各迴力螺的轉動快慢及聲音高低。

- 結果：1.聲音高低：第一號>第二號>第三號。
- 2.轉動快慢：第一號>第二號>第三號。
 - 3.迴力螺之所以會發出聲音，是因轉動後產生空氣振動緣故，而且迴力轉動愈慢，聲音愈小愈低沉；迴力螺轉動愈快，聲音愈大愈高亢。

(五)紗線的長短對迴力螺轉動有影響嗎？

- 方法：1.同研究(四)方法1、3。
- 2.使用紗線長，分別為40、60、80、100、120、140cm。

- 結果：1.紗線愈長，迴力螺轉動愈快；紗線愈短，轉動愈慢。
- 2.紗線長短，以我們手臂張開活動方便為原則，紗線太短，固然迴力螺轉動較慢，紗線太長，則妨礙我們手臂活動能力，迴力螺不僅轉不快，還容易造成意外。

(六)紗線的粗細對迴力螺轉動有影響嗎？

- 方法：1.同研究(四)方法1、3。
- 2.使用之紗線，分別由一、二、三、四條同樣材質的紗線撚合而成。

- 結果：1.迴力螺紗線的粗細會影響迴力螺轉動，紗線愈細轉動愈快；紗線愈粗轉動愈慢，但差異並非很大。
- 2.紗線細轉動快，但紗線細者，迴力螺快速轉動易產生紗線斷裂，造成迴力螺向外彈出的意外，所以，在不影響迴力螺轉動又兼顧安全，紗線粗細以0.06~0.1cm為宜。

(七)紗線的質料對迴力螺轉動有影響嗎？

- 方法：1.同研究(四)方法1、3。

2.使用紗線分別為等長棉線、釣魚線、橡皮筋、鉛線。

結果：1.橡皮筋及鉛線幾乎不能轉動,棉線及釣魚線可迴力轉動,但轉動效果以棉線最佳。

2.棉線中又以「肥料線」效果最佳,因其不易斷裂,又可使迴力螺快速轉動,稱得上是廢物利用。

(v)紗線纏繞迴力螺的圈數對迴力螺轉動有影響嗎？

方法：1.同研究(四)方法1、3。

2.紗線纏繞圈數分別為5、15、25、35、45圈。

結果：1.除纏繞5圈,迴力螺無法轉動外,其餘迴力螺纏繞圈數皆可使迴力螺轉動。

2.纏繞圈數愈少,初速愈慢;纏繞圈數愈多,初速愈快,但作用反作用力及慣性作用使最後的轉速都一樣。

(vi)紗線纏繞方向對迴力螺轉動有影響嗎？

方法：1.同研究(四)方法1、3。

2.紗線纏繞方向,分別為向內繞20圈及向外繞20圈。

結果：1.迴力螺紗線纏繞方向對迴力螺的轉動沒有絲毫影響。

2.紗線纏繞方向以我們順手為原則,結果都是一樣的。

(vii)紗線的乾、濕、塗臘、抹油對迴力螺轉動有影響嗎？

方法：1.同研究(四)方法1、3。

2.等長紗線以浸水、塗臘、抹油及不予處理四種方式。

結果：1.轉動以乾及塗臘紗線最佳,浸水及抹油紗線較差。

2.塗臘紗線較不易起毛羽,紗線壽命比乾紗線長。

3.浸水及抹油紗線初速較慢,快速轉動後,紗線有水及油噴出,迴力螺停止後,濕、油紗線皆乾了許多。

(viii)迴力螺中心二點位置之距離對轉動有影響嗎？

方法：1.同研究(四)方法1、3。

2.中心二點距離分別為3、2.5、2、1.5、1、0.5、0.2cm

結果：1.中心二點距離為0.2、0.5、1cm,迴力螺可快速轉動,轉動最快為距離0.2cm,距離0.5cm次之,1cm最慢。

2.中心二點距離為1.5cm的迴力螺轉動得很勉強。

3.中心二點距離為2、2.5、3cm迴力螺完全不能轉動。

4.中心二點距離愈短,即二點愈靠近的迴力螺轉愈快。

(ix)迴力螺中心只有一個洞對轉動有影響嗎？

方法：1.同研究(四)方法1、3。

2.找出迴力螺中心位置並釘一個洞。

結果：1.迴力螺完全無法轉動。

2.無法轉動原因係只有一個洞，紗線纏繞不會交叉，手在拉、放間，就將紗線給拉直了。

(㉔)迴力螺上二點不用中心位置,採用其它位置對轉動有影響嗎？

方法：1.同研究(四)方法1、3。

2.迴力螺二洞距離保持為0.2cm，但二洞不在中心位置。

結果：1.迴力螺轉得很不順暢，甚至有些無法轉動。

2.離中心較近者勉強可轉動，離中心較遠者，根本不能轉動。

(㉕)迴力螺中心二洞大小對轉動有影響嗎？

方法：1.研究(四)方法1、3。

2.迴力螺上分別釘上大小不同的洞，洞距離固定0.2。

結果：1.迴力螺上二洞的大小對迴力螺轉動並沒有影響。

2.較大的洞減少紗線與迴力螺摩擦，紗線較不易斷裂。

(㉖)迴力螺的大小對轉動有影響嗎？

方法：1.同研究(四)方法1、3。

2.用剪刀將迴力螺剪成大小各不相同的迴力螺轉動愈快。

結果：1.愈小的迴力螺，轉動愈慢；愈大的迴力螺轉動愈快。

2.愈小的迴力螺，轉動不平穩，易跳動，操作困難；愈大的迴力螺，轉動平穩，操作起來得心應手。

(㉗)迴力螺的形狀對轉動有影響嗎？

方法：1.同研究(四)方法1、3。

2.用剪刀將迴力螺分別剪成三角形、正方形、六邊形、八邊形加上本身圓形，共計五種形狀。

結果：1.以轉速及平穩度而言，圓形>八邊形>六邊形>正方形>三角形。

2.接近圓形的迴力螺，因重心平穩，轉動較順暢平穩。

(㉘)迴力螺的重量對轉動有影響嗎？

方法：1.同研究(四)方法1、3。

2.將迴力螺與粗砂紙分別摩擦0、100、200、300、400次。

結果：1.迴力螺在粗砂紙上摩擦愈多次，迴力螺重量就愈輕。

2.摩擦0、100次者轉動快且平穩；摩擦200次者轉動時，有些跳動；摩擦300、400次者轉動時，跳動十分明顯。

3.轉速雖無太大影響，但重量愈輕，跳動就愈嚴重。

(六)迴力螺本身質量分佈不平均對轉動有影響嗎？

方法：1.同研究(四)方法1、3。

2.將每塊2g的黏土隨意黏在迴力螺上。

結果：1.黏土黏在迴力螺二側中心、上下對稱、左右對稱、上下左右皆對稱，這些情況下，迴力螺轉動不受影響。

2.黏土黏在迴力螺一側中心，或僅黏在上、下、左、右、上左、上右……這些不對稱迴力螺無法轉動。

3.迴力螺本身質量分佈不均對迴力螺轉動的影響很大。

(七)玩迴力螺，拉扯紗線的角度不同對轉動有影響嗎？

方法：1.同研究(四)方法1、3。

2.拉扯紗線，左手位置固定不動，右手位置漸次升高，使拉扯紗線角度分別為 0° 、 30° 、 60° 、 90° 。

結果：1.拉扯紗線的各種角度對迴力螺的轉動沒有太大影響。

2.若說對迴力螺轉動有影響，那該是不順手之故。

(八)玩迴力螺，迴力螺未擺在紗線中央，對轉動有影響嗎？

方法：1.同研究(四)方法1、3。

2.將迴力螺擺在左右二端5、10、15、20、25cm處。

結果：1.迴力螺不管擺在紗線何處，轉動後並無任何影響。

2.迴力螺到達最高轉速時，迴力螺會逐漸往紗線中間移動，到達中間後，就不再移動了。

五、討論與結論

(一)瓶蓋經捶平後，形狀是塊圓形薄片，直徑在3.5~4cm之間。

(二)迴力螺是我們經討論後表決選出的名字，它實際的名稱是什麼？這是我們最想知道的答案，希望有人能告訴我們。

(三)迴力螺能不停轉動，是本身重量在旋轉時產生加速度，再藉作用反作用力及慣性定律，由紗線反方向繞回去，手在拉、放紗線中，使迴力螺不停的動下去，直到我們玩膩了，才停下來。

(四)迴力螺要捶平，重量須分佈平均，如此迴力螺才會對稱平衡。

(五)紗線愈細愈長，迴力螺可轉得愈快，但會有紗線斷裂的意外，故紗線粗細以0.06~0.1cm最佳，質料以粗棉線較合適，長短以我們手臂張開活動方便為原則。

- (六)在乾棉線外層塗臘，減少棉線毛羽產生，降低紗線斷裂機會。
- (七)迴力螺形狀愈接近圓形，重心愈穩，轉動速度快又平穩。
- (八)迴力螺上的二洞應在中心位置，二洞距離愈短愈好，洞儘量挖大，減少紗線與迴力螺的摩擦。
- (九)太小、太輕的迴力螺會不斷跳動,造成轉動很不順暢。
- (十)迴力螺轉動時有聲音，是因快速轉動與空氣摩擦，造成了空氣振動，而發出了聲音。
- (十一)玩迴力螺二手往前伸直，頭要擡高，一切以順手為原則，以免迴力螺高速轉動時發生危險。
- (十二)迴力螺高速轉動，若用來發電，電力必很可觀；迴力螺加哨子高速運轉，哨音可以傳很遠，在野外求生或許可以派上用場。

評語

能引用正確的物理原理解釋迴力螺的現象，且對迴力螺相關的現象有完整的探討，考慮周詳。顯示學生不但能觀察入微且有正確的了解。