

中華民國第四十七屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 生活與應用科學科

第三名

080823

鼠力發電廠

學校名稱：桃園縣中壢市內壢國民小學

作者： 小六 洪欣怡 小四 洪浩哲	指導老師： 徐鳳
-------------------------	-------------

關鍵詞：鼠力 發電 滾輪



鼠力發電廠



壹、摘要

我們從「附計次器的跳繩」和「手搖式免用電池手電筒」得到靈感，利用楓葉鼠會在夜間跑滾輪的特殊習性，設計了「老鼠滾輪計數器」、「老鼠滾輪發電機」和「老鼠滾輪發電機的充電夾」。實驗過程中，老師指導我們，利用齒輪可以傳遞能量改變力量大小的原理，將鼠力動能，透過「老鼠滾輪發電機」轉換為電能，儲存於充電電池中，再利用充電電池的串聯、並聯技術使電壓、電流變多，供應我們生活需求使用，這個奇妙有趣的實驗，給我們一次豐富的科學之旅。

貳、研究動機

前一陣子學校流行起養老鼠的風潮，我和弟弟也不例外，一起計畫買楓葉鼠來養。棕褐色的楓葉鼠，圓滾滾的身體，大大的眼睛，小小的耳朵，靈巧活潑可愛極了。放學回到家我就立刻飛奔到老鼠籠旁，看到 l u c k y 睡得好像小寶寶，我現在才了解俗語說：「天神對人很公平，就算是怪物，小時候睡著時也是最可愛的天使。」夜晚來臨時，好吵喔！誰呀？不會吧！我的天使變成惡魔啦！白天猛睡覺，晚上拼命跑滾輪，咕嚕咕嚕吵到全家的安寧，隔天弟弟說：「牠晚上的滾輪一直轉，好像很會跑。」，於是引起我的好奇心，我的楓葉鼠一個晚上到底能跑多少圈？能跑多遠呢？這時我想到弟弟的跳繩上面有計次器，或許可以用來計算楓葉鼠跑的圈數，爸爸鼓勵我自己動手做做看，於是我便把跳繩上的計次齒輪組給拆了下來，弟弟看到了，對我和爸爸說：「我們的楓葉鼠能發電嗎？」我心中正在盤算時，一個念頭突然閃進來，記得上次在逛夜市時有看到免用電池手電筒，轉動手電筒的發電盤產生電力能使燈泡發光，我是不是能利用老鼠跑轉輪的特殊習性，使發電盤產生電能呢？於是我們展開了「鼠力發電廠」的**研究**序幕。

參、研究目的

- 一、製作一個老鼠滾輪計數器。
- 二、用老鼠滾輪計數器協助觀測老鼠夜間跑滾輪的特殊習性。
- 三、製作一個「老鼠滾輪發電機」與充電夾。
- 四、拍攝「老鼠夜間跑滾輪的影片」、「老鼠跑發電機的影片」瞭解老鼠轉動滾輪的速度以及發電情況。
- 五、製作模擬楓葉鼠跑滾機器與模擬老公公鼠跑滾機器。

肆、研究設備及器材

設備	三用電表	老虎鉗	鋸子	熱熔槍	鉸槍	電鑽
	量角器	數位相機	電腦	溫溼計	彈簧秤	螺絲起子
	寵物籠子	<u>楓葉鼠</u>	<u>老公公鼠</u>			
器材	電線	磁簧開關	LED 燈泡	充電電池	潤滑油	齒輪一些
	電器膠布	壓克力片	軸承	小圓管	玩具車輪胎	白色油漆筆
	強力磁鐵	曬衣夾	壓克力盒	計數式跳繩	老鼠滾輪	小馬達
	電子式計步器	跳繩的計次器	免用電池手電筒 1 個			

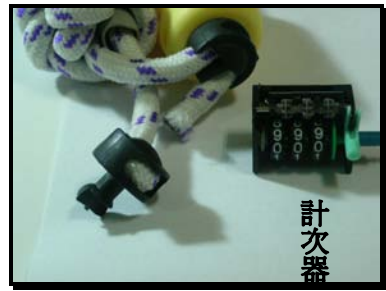
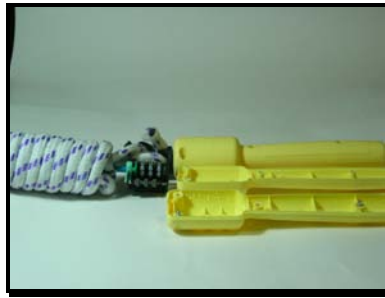
伍、研究過程、方法及結果

一、製作一個老鼠滾輪計數器

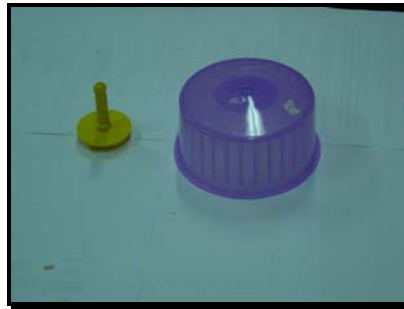
實驗 1-1：利用跳繩上面的計次器製作一個老鼠滾輪計數器

【實驗步驟】

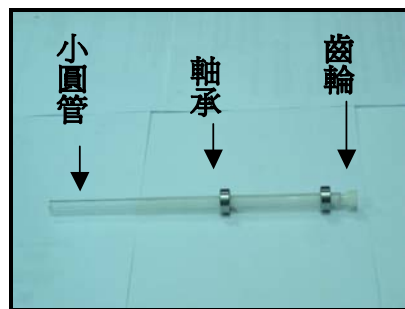
1. 取出計數式跳繩內的計次器元件。



2. 取出老鼠滾輪器中的滾輪。



3. 取 15 公分長的小圓管，再裝上 2 個軸承、1 個傳動齒輪。



4. 使計次器的軸心接上被動齒輪再與小圓管的傳動齒輪相配合，固定在壓克力平台上，再把老鼠滾輪器中的滾輪，跟小圓管組裝在寵物籠內組合便完成齒輪式老鼠滾輪計數器。



圖表 1 齒輪式老鼠滾輪計數器完成品

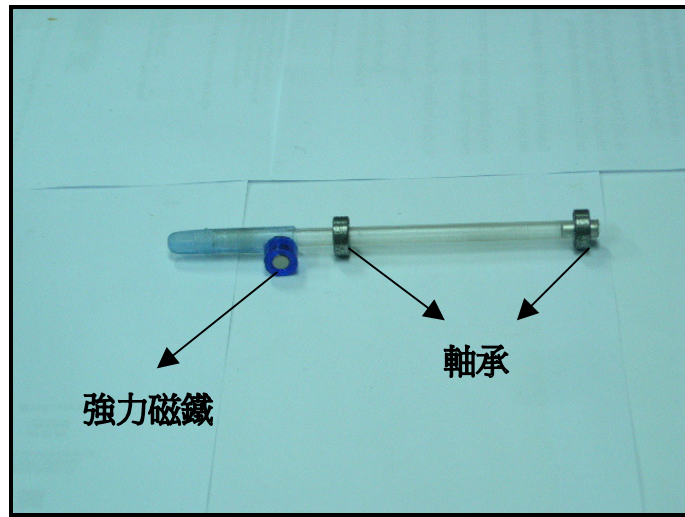
研究發現 1-1：

1. 軸承的功用在於能固定軸心使其不會左右搖擺，且使內圈鐵環轉動順暢，降低摩擦力。
2. 齒輪的功用，在於可以傳遞動能，齒輪組合也能改變出力大小。
3. 跳繩計數器的動作原理，利用齒輪組合使其旋轉一圈計數器會顯示+1。
4. 白天老鼠都在睡覺，開始活動的時間都在晚上 11 點之後。
5. 因為齒輪與軸承在傳動時會有摩擦力，所以我們會加潤滑油以降低摩擦力。
6. 跳繩計數器只能記錄到 999，經過我們的觀察發現，老鼠所跑的圈數會更多，因此不夠記錄，老鼠所跑的真正圈數，所以我們需要一個能夠顯示更多位數的計數器。

實驗 1-2：製作一個電子式老鼠滾輪計數器

【實驗步驟】

1. 取一個 15 公分長小圓管，再裝上 2 個軸承、1 個強力磁鐵。



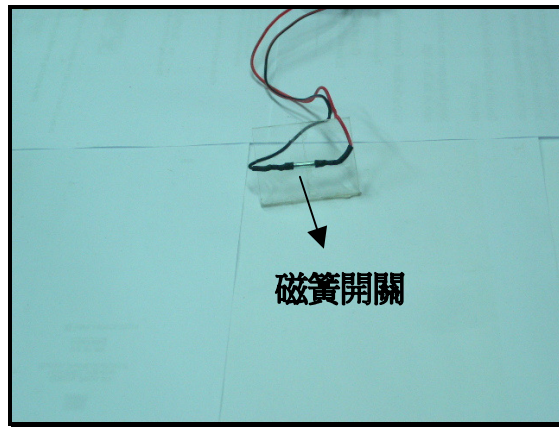
2. 把電子式計步器的蓋子打開，把計步器的 2 條信號線延長，使其接在磁簧開關的兩端。



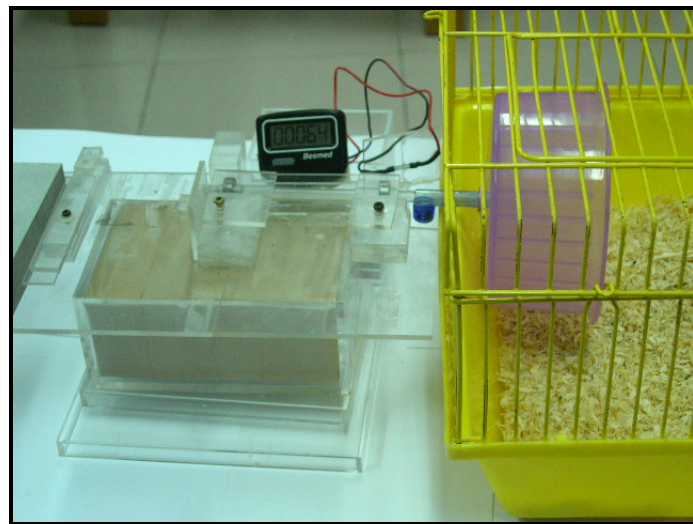
3. 再把電子式計步器的蓋子鎖好。



4. 取一片壓克力板，把磁簧開關固定平貼在壓克力板上。



5. 將小圓管固定在壓克力平台上，再把平貼於壓克力板上的磁簧開關，黏貼於小圓管上強力磁鐵**旋轉接近能感應的位置上**，最後把滾輪，及小圓管組在寵物籠內組合便完成電子式老鼠滾輪計數器。



圖表 2 電子式老鼠滾輪計數器完成品

研究發現 1-2：

1. 磁簧開關是有趣的東西，當磁鐵靠近時，磁簧開關內的二片鐵片會相吸在一起，使二邊接通電流傳遞信號。
2. 當老鼠不是連續跑滾輪時，而是左右玩滾輪，會造成磁簧開關多算。
3. 電子式計步器是利用一根小彈簧鐵桿，當鐵桿往下接觸下面鐵片時，則電子式計步器會顯示+1，持續接觸並不會一直計算，要有間隔時間。

二、用「電子式老鼠滾輪計數器」測量老鼠每日跑動滾輪的圈數

【實驗步驟】

1. 將楓葉鼠和老公公鼠分別放進兩個裝有「電子式老鼠滾輪計數器」寵物籠中，每天早上7時和下午8時，各記錄當時的溫度和溼度及計數器上的圈數。且早上7時這次的記錄，記後按下歸零鍵，開始每天的重新計算。

圖表 3 觀察記錄表
96年 **楓葉鼠**

日期	溫度(°C)	溼度(%)	當日總圈數
1月10日	19.4	52	738
1月11日	20.2	66	1029
1月12日	20.0	54	1267
1月14日	20.2	54	1638
1月15日	20.3	62	853
1月16日	21.1	60	2672
1月17日	21.4	68	3612
1月18日	19.9	65	14256
1月19日	19.3	62	13378
1月20日	19.6	70	4562
1月21日	20.4	69	4230
1月22日	20.4	66	6042
1月23日	20.4	63	4098
1月24日	19.5	65	7756
1月25日	18.5	41	17265
1月26日	18.6	45	4832
1月27日	18.5	50	5612
1月28日	18.7	37	15451
1月29日	15.9	31	22564
1月30日	17.5	36	8801
1月31日	19.6	43	9816
2月1日	19.6	43	32096
2月2日	17.4	34	22359
2月3日	17.1	34	2427
2月4日	17.2	35	9817
2月5日	18.7	35	3004
2月6日	20.2	61	11131
2月7日	20.7	60	15407

2月8日	21.0	61	18352
2月9日	21.1	59	24000
2月10日	21.4	46	15316
2月11日	20.4	57	21347
2月12日	20.8	59	9394
2月13日	20.6	61	13858
2月14日	20.5	41	34833
2月15日	20.9	54	8012
2月16日	21.6	74	13816
2月17日	22.2	95	18418
2月18日	22.1	61	30326
2月19日	21.0	55	13160
2月20日	21.1	67	11145
2月21日	20.8	71	8346
2月22日	21.2	63	16270
2月23日	20.7	45	19810
2月24日	20.3	45	11900
2月25日	20.4	41	10125
2月26日	20.4	51	19257
2月28日	21.6	57	11646
3月1日	21.6	58	1270
3月2日	22.0	69	547
3月3日	22.4	73	1534
3月4日	22.8	69	821

圖表 4 觀察記錄表

96年

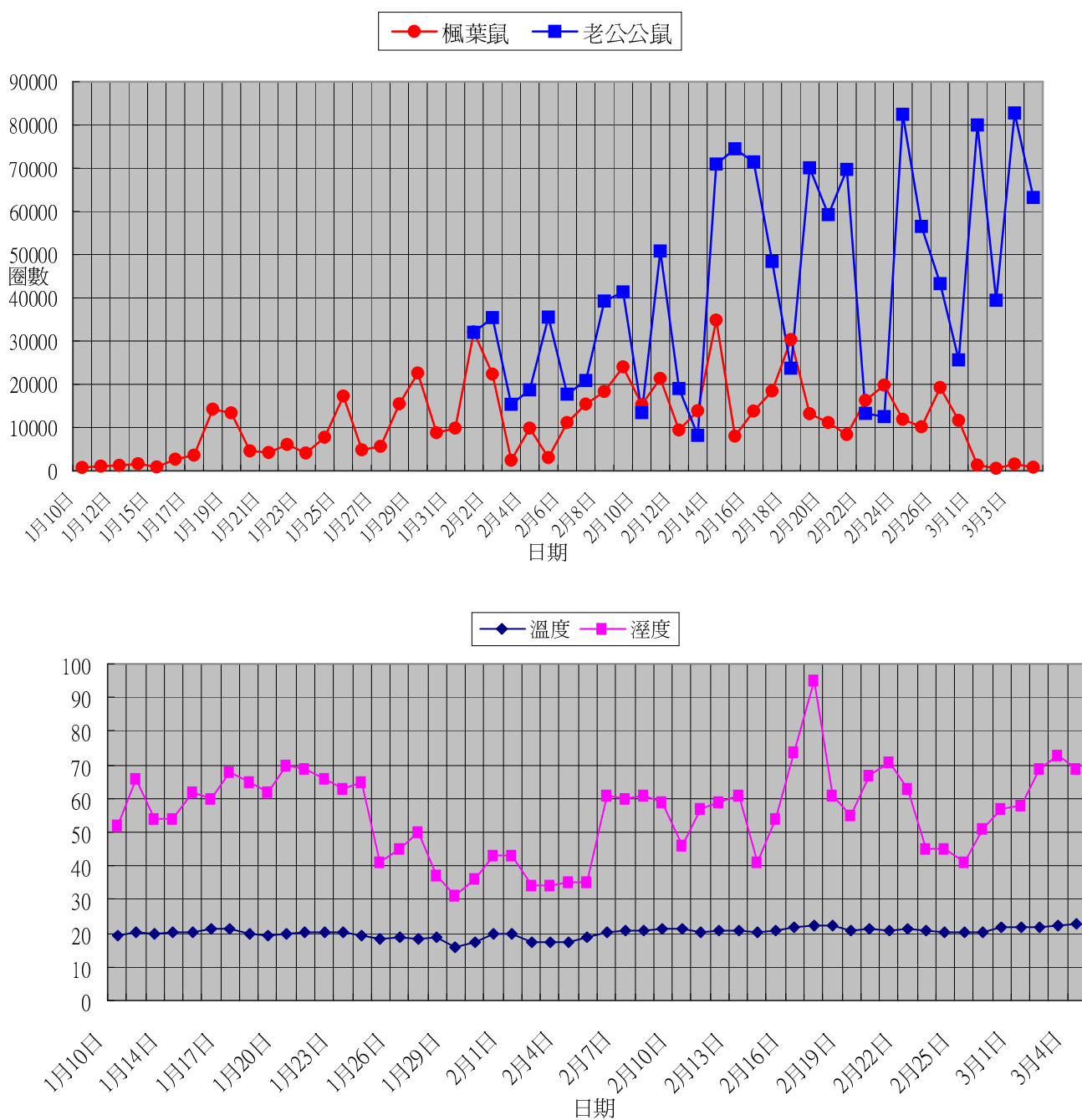
老公公鼠

日期	溫度(°C)	溼度(%)	當日總圈數
2月1日	19.6	43	32015
2月2日	17.4	34	35387
2月3日	17.1	34	15372
2月4日	17.2	35	18672
2月5日	18.7	35	35535
2月6日	20.2	61	17694
2月7日	20.7	60	20883
2月8日	21.0	61	39266

2月9日	21.1	59	41329
2月10日	21.4	46	13404
2月11日	20.4	57	50800
2月12日	20.8	59	18975
2月13日	20.6	61	8148
2月14日	20.5	41	70955
2月15日	20.9	54	74485
2月16日	21.6	74	71413
2月17日	22.2	95	48376
2月18日	22.1	61	23720
2月19日	21.0	55	70064
2月20日	21.1	67	59207
2月21日	20.8	71	69680
2月22日	21.2	63	13271
2月23日	20.7	45	12473
2月24日	20.3	45	82475
2月25日	20.4	41	56531
2月26日	20.4	51	43271
2月28日	21.6	57	25611
3月1日	21.6	58	79942
3月2日	22.0	69	39442
3月3日	22.4	73	82730
3月4日	22.8	69	63226

記錄楓葉鼠 96年1月10日至3月4日及老公公鼠 96年2月1日至3月4日每日跑動滾輪的總圈數記錄表，並繪製每日跑滾輪的總圈數與每日測量的溫、溼度與時間序列圖。

圖表 5 每日跑滾輪的總圈數與每日測量的溫、溼度與時間序列圖



研究發現 2:

1. 早晨上學 7 點左右觀察時牠們已經停止不跑了，下午放學回來觀察計數器上的數字通常在 10 圈以下，晚上 8 點觀察計數器上的數字也都在 10 圈以下，仔細觀察老鼠實驗期間晚上 11、12 點才會開始跑，整個白天幾乎都在休息。
2. 在實驗期間，老公公鼠最高記錄可跑 82730 圈，最低記錄是 8148 圈，

平均每日跑 43044 圈；楓葉鼠最高記錄可跑 34833 圈，最低記錄是 541 圈，平均每日跑 11158 圈。

3. 仔細觀察「每日跑滾輪的總圈數與溫、溼度的時間序列圖」中發現，溫度、濕度升高時老鼠跑的圈數有時上升（2月5日到2月9日），有時下降（2月26日到3月3日），兩者間看不出有很大的相關性。

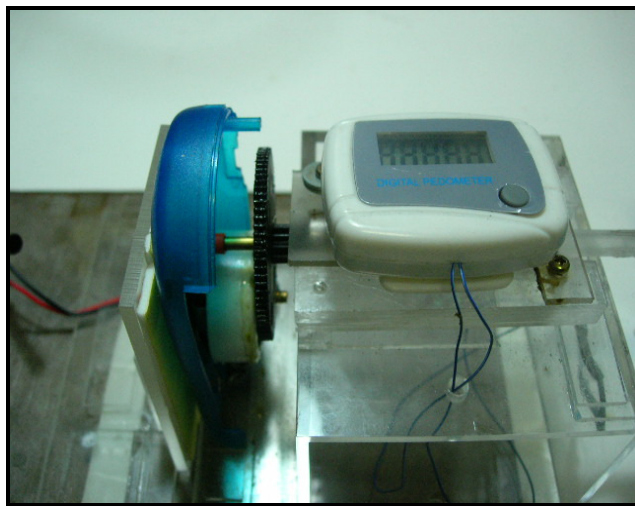
三、製作一個「老鼠滾輪發電」機與充電夾

【實驗步驟】

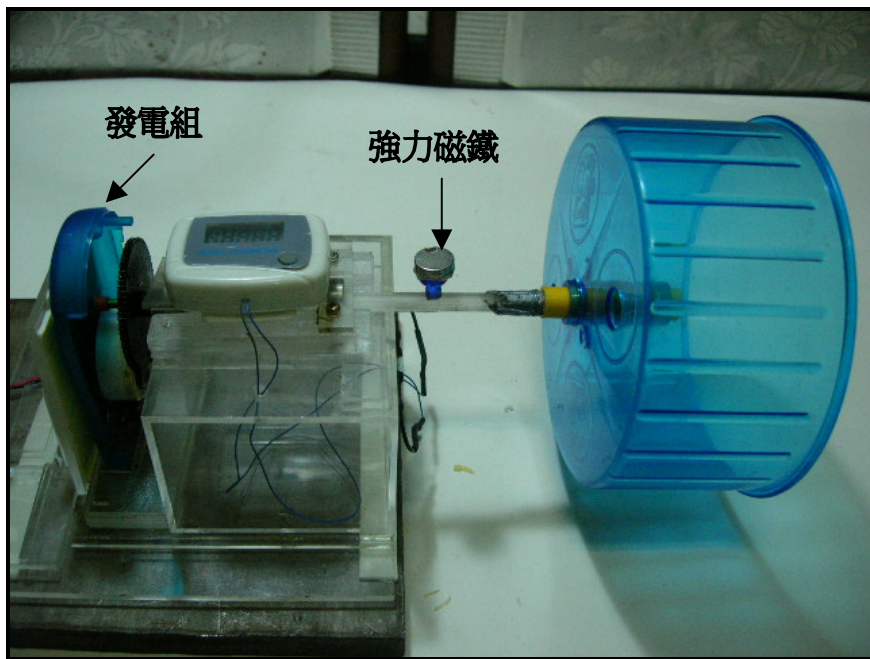
1. 取免用電池手電筒，打開蓋子分解元件。



2. 在電子式老鼠滾輪計數器的軸心尾端，安裝傳動齒輪，再將免用電池手電筒的發電組相結合。

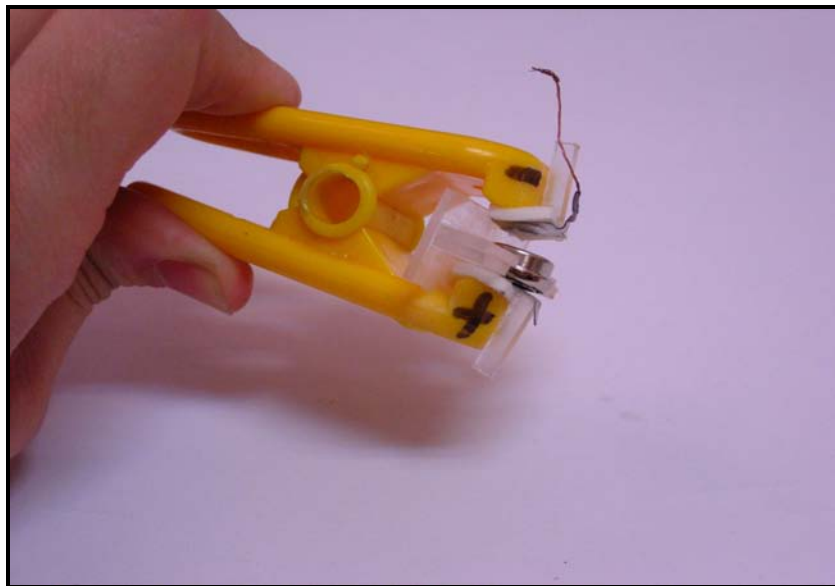


3. 最後讓老鼠滾輪計數器的軸心，帶動傳動齒輪，旋轉的傳動齒輪，帶動電池手電筒的發電組，產生電力便完成「老鼠滾輪發電機」。在寵物籠內組合便完成「老鼠滾輪發電機」。



圖表 6 組合完成老鼠滾輪發電機

4. 將「老鼠滾輪發電機」連接充電夾，進行電池充電。

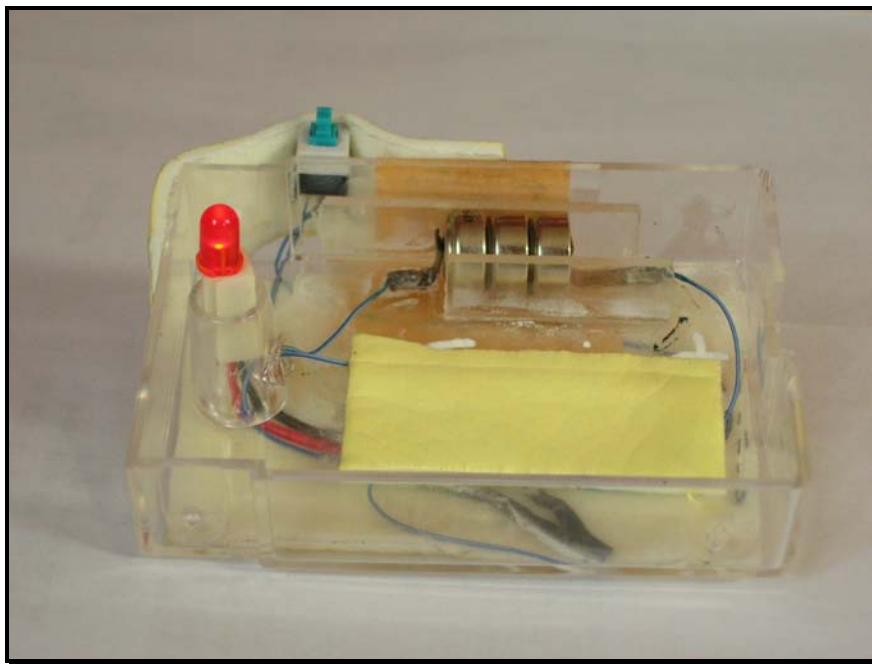


圖表 7 充電夾



圖表 8 楓葉鼠跑「老鼠滾輪發電機」連接充電夾充電

5. 用燈泡測試充電電池的情形。



圖表 9 置入充電電池觀察充電後的效率

研究發現 3：

1. 老公公鼠無法使「老鼠滾輪發電機」轉動，楓葉鼠可以使「老鼠滾輪發電機」轉動。
2. 楓葉鼠跑「老鼠滾輪發電機」1天，取出充電夾內的充電電池，三用

電表測得電壓值從 0.5V 伏特升高到 1.03V 伏特。

四、拍攝「老鼠夜間跑滾輪的影片」、「老鼠跑發電機的影片」瞭解老鼠轉動滾輪的速度以及發電情況

使用數位相機拍攝：

1. 二隻老鼠跑「電子式老鼠滾輪計數器」時滾輪轉動次數隨時間增加的情形。
2. 老鼠跑「老鼠滾輪發電機」接上三用電表時電壓變化的情形。

研究發現 4：

1. 老鼠的活動時間大多在晚上 11 點以後，所以影片拍攝不易，時間較長的影片我們只拍得三段：1「楓葉鼠跑發電輪.MOV」2「老公公鼠跑計數輪.MOV」3「楓葉鼠跑發電輪.MOV」。

	楓葉鼠	老公公鼠	備註
一分鐘跑幾圈	115 圈	116 圈	計算基礎 1. 量測滾輪直徑，算出圓周，再乘圈數可以算出距離。 2. 圈數除每分鐘圈數，可以算出時間。
一天最多跑多少距離	13.13 公里	31.17 公里	
晚上最多跑多少小時	5.05 小時	11.89 小時	
平均一天最多跑多少距離	4.2 公里	16.22 公里	
平均每日天連續跑多少小時	1.6 小時	6.19 小時	

圖表 10 老鼠夜間跑滾輪整理表

計算方式如下：

- (1) 觀看之前楓葉鼠跑滾輪的記錄，我們選”楓葉鼠跑計數輪.MOV”，記下計數器上顯示的時間 00’ 03’ 00 數字 264 圈，接下來把跑一分鐘後的时间 00’ 04’ 00 的圈數 379 圈，減掉先前記錄的 264 圈，得到 115 圈，計算出楓葉鼠一分鐘跑 115 圈。(379 - 264 = 115)。



(2) 觀察楓葉鼠跑滾輪的觀察記錄表，找出楓葉鼠跑最多的那一天，得到楓葉鼠（於 2 月 14 日 溫度 20.4℃ 溼度 41% 34833 圈），接著我們把楓葉鼠跑最多的 34833 圈除以一分鐘跑 115 圈，得到楓葉鼠一日內連續跑 302.8 分鐘（ $34833 \div 115 = 302.8$ ），302.8 分鐘再除以 60 分鐘，得到楓葉鼠一日內連續跑 5.05 小時（ $302.8 \div 60 = 5.05$ ），計算出楓葉鼠最多是一日內連續跑 5.05 小時。再把觀察記錄表（1 月 10 日…3 月 4 日）的圈數總和為 580216 圈，再除以 52 天（ $580216 \div 52 = 11158$ ），計算出楓葉鼠平均每日連續跑 11158 圈。得到楓葉鼠平均每日連續跑 97 分鐘（ $11158 \div 115 = 97$ ），除以 60 分鐘（ $97 \div 60 = 1.6$ ），計算出楓葉鼠平均每日連續跑 1.6 小時。

(3) 用鐵尺測量出滾輪的直徑為 12 公分，再利用滾輪的直徑來計算出周長，直徑 $\times 3.14$ （圓周律）得到 37.68 公分（ $12 \times 3.14 = 37.68$ ），再將周長乘以楓葉鼠跑最多的那一天 34833 圈（於 2 月 14 日 溫度 20.4℃ 溼度 41% 34833 圈），計算出楓葉鼠最多一日內跑 13.13 公里。（ $37.68 \times 34833 = 1312507.44$ 公分 $\rightarrow 1312507.44 \div 100000 = 13.12507$ 公里）。由（2）的計算知道楓葉鼠平均每日內連續跑 11158 圈，再計算出楓葉鼠平均每日跑 4.2 公里。（ $37.68 \times 11158 = 420433.44$ 公分 $\rightarrow 420433.44 \div 100000 = 4.2$ 公里）。

(4) 觀看老公公鼠跑滾輪的記錄，我們選”老公公鼠跑計數輪.MOV”記下計數器上顯示的時間 00' 00' 00 數字 440 圈，接下來把跑一分鐘後的時間 00' 01' 00 的圈數 556 圈，減掉先前記錄的 440 圈，得到 116 圈，計算出老公公鼠一分鐘跑 116 圈。 $(556 - 440 = 116)$ 。



(5) 觀察老公公鼠跑滾輪的觀察記錄表，找出老公公鼠跑最多的那一天，得到老公公鼠（於 3 月 3 日 溫度 22.4℃ 溼度 73% 82730 圈），接著我們把老公公鼠跑最多的 82730 圈除以一分鐘跑 116 圈 $(82730 \div 116 = 713.19)$ ，得到老公公鼠一日內連續跑 713.19 分鐘，713.19 再除以 60 分鐘 $(713.19 \div 60 = 11.89)$ ，得到老公公鼠一日內連續跑 11.89 小時，計算出老公公鼠最多一日內連續跑 11.89 小時。再把觀察記錄表(1 月 10 日…3 月 4 日)的圈數總和為 1334352 圈，再除以 31 天 $(1334352 \div 31 = 43044)$ ，計算出老公公鼠平均每日連續跑 43044 圈。得到老公公鼠平均每日連續跑 371.1 分鐘 $(43044 \div 116 = 371.1)$ ，除以 60 分鐘 $(371.1 \div 60 = 6.19)$ ，計算出老公公鼠平均每日連續跑 6.19 小時。

(6) 滾輪的直徑為 12 公分，計算出周長，為 37.68 公分 $(12 \times 3.14 = 37.68)$ ，再將周長乘以老公公鼠跑最多的那一天 82730 圈（於 3 月 3 日 溫度 22.4℃ 溼度 73% 82730 圈），計算出老公公鼠最多一日內跑 31.17 公里。 $(37.68 \times 82730 = 3117266.4 \text{ 公分} \rightarrow 3117266.4 \div 100000 = 31.172664 \text{ 公里})$

100000= 31.172664 公里)。由老公公鼠平均每日內連續跑 43044 圈，計算出老公公鼠平均每日跑 16.22 公里 ($37.68 \times 43044 = 1621897.9$ 公分 $\rightarrow 1621897.9 \div 100000 = 16.22$ 公里)。

	楓葉鼠	老公公鼠
老鼠跑老鼠滾輪發電機情況	1. 楓葉鼠一分鐘跑 120 圈 2. 產生 0.7V..1.1V 的電壓。 3. 楓葉鼠最多一日內連續跑 4.88 小時。 4. 楓葉鼠平均每日內連續跑 1.6 小時。	1. 力量不夠跑不動。

圖表 11 老鼠跑發電輪觀察記錄表

計算方法如下：

- (1) 我們選” 楓葉鼠跑發電輪.MOV” 中，記下計數器上顯示的時間 00’ 00’ 00 數字 95 圈，接下來把跑一分鐘時間 00’ 01’ 00 的數字 215 圈，減掉先前記錄的 95 圈 ($215 - 95 = 120$)，得到 120 圈，計算出楓葉鼠一分鐘跑發電輪 120 圈。



觀察研究楓葉鼠跑滾輪的記錄表，找出楓葉鼠跑最多的那一天，得到楓葉鼠於 (2 月 14 日 溫度 20.4℃ 溼度 41% 34833 圈)，接著我們把楓葉鼠一分鐘跑 120 圈去除 ($34833 \div 120 = 290.3$)，得到楓葉鼠一日內連續跑 290.3 分鐘，290.3 再除以 60 分鐘 ($290.3 \div 60 = 4.8$)，得到楓葉鼠

一日內連續跑 4.8 小時，計算出楓葉鼠最多一日內連續跑 4.8 小時。再把觀察記錄表(1 月 10 日…3 月 4 日)的圈數總和為 580216 圈，再除以 52 天($580216 \div 52 = 11158$)，計算出楓葉鼠平均每日內連續跑 11158 圈。得到楓葉鼠平均每日內連續跑 93 分鐘 ($11158 \div 120 = 93$)，93 再除以 60 分鐘，計算出得到楓葉鼠平均每日內連續跑 1.6 小時($93 \div 60 = 1.6$)。

(2) 滾輪的直徑為 12 公分，再利用滾輪的直徑來計算出周長為 37.68 公分，再將周長乘楓葉鼠跑最多的那一次 34833 圈數(於 2 月 14 日 溫度 20.4°C 溼度 41% 34833 圈)，與楓葉鼠平均每日連續跑 11158 圈，計算出楓葉鼠最多一日內跑 13.13 公里($37.68 \times 34833 = 1312507.44$ 公分 $\rightarrow 1312507.44 \div 100000 = 13.12507$ 公里)、楓葉鼠平均每日連續跑 4.2 公里($37.68 \times 11158 = 420433.44$ 公分 $\rightarrow 420433.44 \div 100000 = 4.2$ 公里)。

(3) 我們仔細觀察”楓葉鼠跑發電輪.MOV”中，知道楓葉鼠跑「老鼠滾輪發電機」產生電壓量不會都一樣，並不像家庭的電壓一般穩定的 110 伏特電壓，我們的楓葉鼠跑「老鼠滾輪發電機」產生電壓量斷斷續續的，而是有跑有動才有電壓，像楓葉鼠跑「老鼠滾輪發電機」，最持久是 28 圈，最少 4 圈，且最高電壓 1.125 伏特。

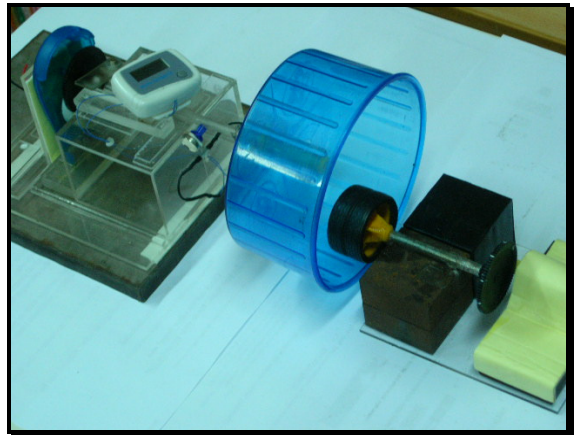
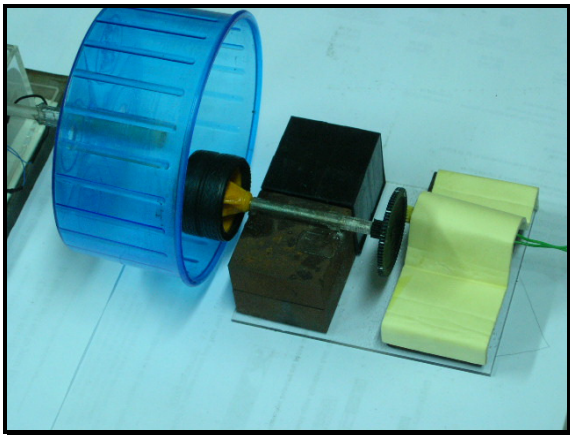


圖表 12 最高電壓量 1.125 伏特

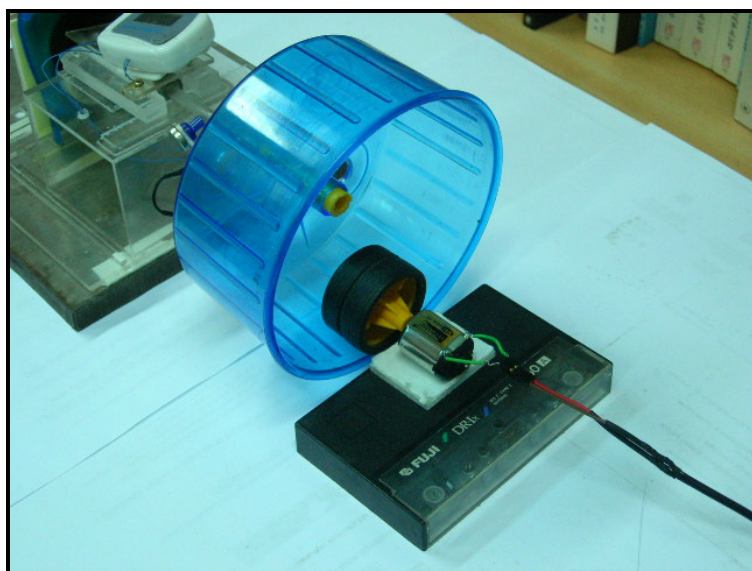
五、製作模擬楓葉鼠跑滾輪機器與模擬老公公鼠跑滾輪機器

【實驗步驟】

1. 選用 3 伏特小馬達，來模擬楓葉鼠的腳力，利用小馬達前端的軸心接上小齒輪，接著選用小圓管讓玩具車輪及軸心穿過，再與大齒輪相接，使傳動組固定於平台上，與小馬達前端小齒輪配合，模擬出楓葉鼠跑滾輪機器的力量與速度。



2. 一樣選用 3 伏特小馬達來模擬老公公鼠的腳力，但在 3 伏特小馬達前端的軸心上，直接裝上玩具車輪。來模擬小巧靈活速度快的老公公鼠。



圖表 13 模擬老公公鼠跑滾機器

3. 我們選用實驗步驟 1 的模擬楓葉鼠跑滾輪機器，產生的電力來充電。

我們選用鎳氫充電電池的規格：NI-MH CHARGE 40H 1.2V 電壓，是直接利用免用電池手電筒內所拆下來的充電電池。



圖表 14 LED 手電筒和充電電池



圖表 15 模擬楓葉鼠跑滾輪機器來充電

實驗結果五：

	模擬楓葉鼠跑滾輪機器	模擬老公公鼠跑滾輪機器
模擬「老鼠跑滾輪發電機」情況	1. 模擬楓葉鼠一分鐘跑144圈 2. 產生 0.9V…1.2V(伏特)電壓 3. 讓紅色 LED 燈亮	力量不夠跑不動

圖表 16 模擬老鼠跑「老鼠滾輪發電機」觀察記錄表

1. 將模擬楓葉鼠跑滾輪機器，去接 3 伏特小馬達跑動「老鼠滾輪發電機」，儀錶顯示大齒輪轉一分鐘是 144 圈，此刻我回算模擬小馬達前端上的小齒輪是 14 齒，小齒輪帶動大齒輪，大齒輪齒數多不方便數，所以我用白色油漆筆在黑色大齒輪上做一個記號開始算，接著在每 10 格處做一個記號共 81 齒，小齒輪則是 14 齒，而大齒輪轉一分鐘是 144 圈，144 圈乘上大齒輪齒數可以算大齒輪一分鐘轉 11664 齒($81 \times 144 = 11664$)，再除以小齒輪齒數就可以算出小馬達一分鐘轉 833 圈。 $(11664 \div 14 = 833.1)$ 。
2. 我們在製作模擬楓葉鼠跑滾輪機器時，學校正在教牛頓版自然與生活科技六下，第一單元簡單機械中有提到齒輪轉向、變換力量大小的齒輪知識，所以我們把 3 伏特小馬達接上小齒輪(14 齒)，讓小齒輪去轉大齒輪(81 齒)，壓低速度為原來的 0.17 倍($14 \div 81 = 0.17$)，轉換較大力量為原來的 5.79 倍 ($81 \div 14 = 5.79$)，此即簡單機械課本『功……能』定理。換句話說，所有的簡單機械都符合以下的原則：省力的必費時，省時的必費力，且沒有任何一種工具可以既省力又省時。
3. 我們的模擬楓葉鼠跑「老鼠滾輪發電機」，產生的電壓與真實的楓葉鼠差不多模擬楓葉鼠跑「老鼠滾輪發電機」產生 0.9V…1.2V(伏特)電壓，真實的楓葉鼠跑「老鼠滾輪發電機」產生 0.7V…1.1V(伏特)電壓，可是速度卻有很大差別(模擬楓葉鼠一分鐘跑 144 圈，楓葉鼠一分鐘跑 119 圈)，所以我們知道，速度快的產生電壓不一定有絕對關係。反而後來我們用手轉動「老鼠滾輪發電機」，三用電表還會瞬間還會出現 2.2

伏特電壓。

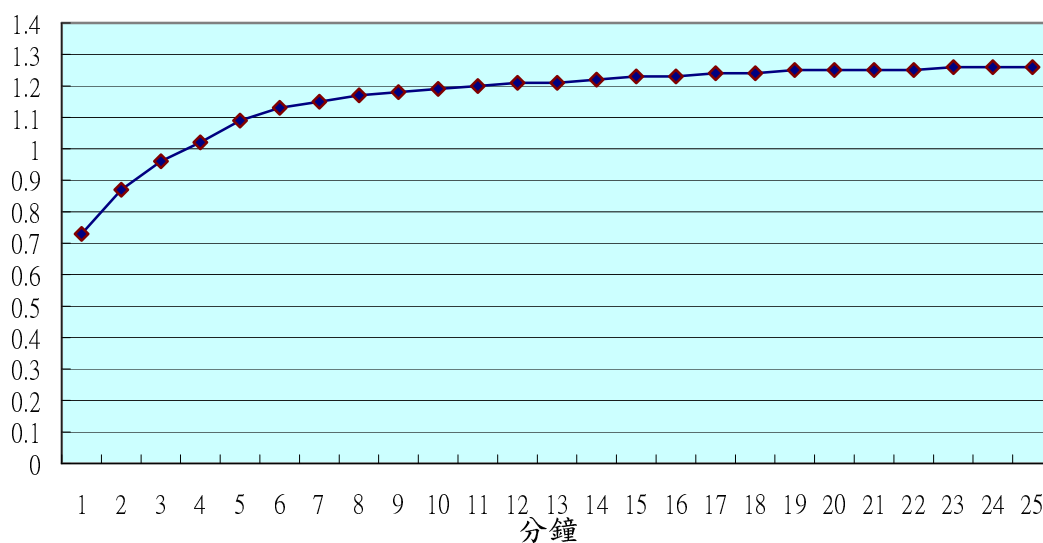
4. 我們用模擬楓葉鼠跑「老鼠滾輪發電機」產生 0.9V…1.2V(伏特)電壓，來紀錄充電電池的電壓變化表。

充電時間 (分鐘)	電池電壓變化 (伏特電壓)	充電時間 (分鐘)	電池電壓變化 (伏特電壓)
0	0.73	13	1.22
1	0.87	14	1.23
2	0.96	15	1.23
3	1.02	16	1.24
4	1.09	17	1.24
5	1.13	18	1.25
6	1.15	19	1.25
7	1.17	20	1.25
8	1.18	21	1.25
9	1.19	22	1.26
10	1.20	23	1.26
11	1.21	24	1.26
12	1.21	25	1.26

圖表 17 充電時間與電池電壓變化表

伏特電壓

電池電壓的變化(伏特)



圖表 18 充電時間與電池電壓變化統計表

5. 根據我們的觀察發現，用模擬楓葉鼠跑「老鼠滾輪發電機」來充飽充電電池只需要 25 分鐘，而楓葉鼠跑「老鼠滾輪發電機」，發電平均每日能連續跑 1.6 小時，也就是說可以充飽鎳氫充電電池 3.8 個（ $25 \text{ 分鐘} \div 60 \text{ 分鐘} = 0.42 \text{ 小時}$ $1.6 \text{ 小時} \div 0.42 \text{ 小時} = 3.8$ ），我們把充好的鎳氫充電電池 3 個放入小型的 LED 手電筒中，研究觀察（圖表 19）LED 手電筒竟然可以連續亮上 48 小時，真是驚人。

陸、討論

一、老鼠的挑選必需要更嚴謹：

- （一）在實驗期間取樣老鼠的樣本太少，老鼠應該細分為公母、體重、年齡、種類及生理狀態。
- （二）實驗觀察記錄時間不夠長。

二、如何減少計數器的誤差：

- （一）老鼠有時候，只是經過時碰到滾輪，造成左右搖擺，使計數器產生誤差造成重複計算。
- （二）經由老師指導，教我們可以在軸心上多增加幾個強力磁鐵，增加其解析度，例如裝 4 個磁鐵來等分圓周，這樣 1 個信號就是滾輪旋轉 90 度，以減少計數器的誤差。

三、如何增加老鼠發電的電量？

- （一）使「老鼠滾輪發電機」的滾輪旋轉平衡，減少震動。
- （二）增加老鼠跑「老鼠滾輪發電機」，利用電的串聯與並聯技術，使電壓、電流變大變多。
- （三）使用發電效率較好的發電機。
- （四）減少整體系統的摩擦力，在接觸面上要塗潤滑油。
- （五）選用跑更快、更大隻的老鼠，以產生更大的力量。

四、模擬老鼠跑滾輪機器的好處

- （一）因為老鼠都是夜間活動不容易觀察，有了模擬老鼠跑滾輪機器可以方便了解發電機的情況。

(二) 因為老鼠是動物，跑滾輪時會斷斷停停，不容易觀察發電機的效果。

(三) 模擬老鼠跑滾輪機器，讓我們在觀察記錄電池在充電時，可以分段紀錄電壓變化而不用在鼠籠旁苦苦等待，老鼠去跑滾輪機器。

五、老鼠跑滾輪發電機，發電所產生能源的應用

老師教我們可以將鼠力能源，透過轉換為電能，儲存於各式各樣的充電電池中，再利用電池的串聯技術使電壓變大、並聯技術使電流變多，供應我們生活上的需求使用，像手電筒、計算機、時鐘、玩具…等等，這樣就能符合乾淨無污染綠色環保的要求，努力為地球盡一份心力。

柒、結論

- 一、我們設計鼠力發電廠的原理時，是利用老鼠夜間會自動跑滾輪的特殊習慣，這個發現，讓我們順利透過，旋轉老鼠滾輪的軸心、軸承、大小齒輪的組合，帶動「老鼠滾輪發電機」的發電盤旋轉產生能源，充份的利用齒輪可以傳遞能量，改變力量大小的原理特性，將老鼠的動能，透過「老鼠滾輪發電機」轉換為電能，儲存於充電電池中，再利用充電電池的串聯、並聯技術使電壓、電流變多。鼠力能源是乾淨、無污染、高安全性，又是取之不盡的能源，供應我們生活需求使用，這樣的想法經由我們的測試與實驗，應用於鼠力發電，應該是非常的可行。
- 二、我們對老鼠的選擇與環境，這方面努力還不夠，像楓葉鼠一日最多曾跑 13.13 公里，老公公鼠一日最多曾跑 31.17 公里，這些資料我們事先未做實驗前都不知道，下回我們重做這次的研究時，就應該需要更廣泛的去了解，其他種類老鼠運動發電員，跑滾輪的情況，以做為我們挑選發電的最佳運動發電員。
- 三、這次的實驗比我們原來想的要艱難多了，非常感謝老師諄諄教導與爸媽的陪伴，我們在深夜時等待老鼠跑滾輪、拍攝影片。都是因為有他們的支持和鼓勵，我們才能完成這段珍貴的科學之旅。

捌、參考資料

◎ 桃園縣第四十六屆中小學科學展覽國小組優勝作品專輯

- ◎自然與生活科技教科書第一冊 3 上康軒版 (民 95) 第 15-23 頁
 - ◎自然與生活科技自修第六冊 5 下牛頓版 (民 95) 第 70-96 頁
 - ◎自然與生活科技教科書第八冊 6 下牛頓版 (民 95) 第 4-23 頁 第 44-55 頁
- 行政院農業委員會動植物防疫檢疫局

<http://www.phy.ntnu.edu.tw/demolab/handOn/wheelAxle.html>

動動手，試試看！齒輪與輪軸


http://content.edu.tw/junior/phy_chem/ty_lk/std/content/enage/cph17/wheel.htm

輪軸

<http://www.bud.org.tw/Hu/hu10.htm>

附錄一

加卡利亞蒼鼠		俗名 楓葉鼠、短尾松鼠、 趴趴鼠、一線鼠		
學名	Phodopus sungorus campbelli			
原產地	貝加爾湖東部、蒙古、黑龍江省、河北省、內蒙古			
全長	公鼠約 7~12 公分	母鼠約 7~11 公分	懷孕日數	18~25 天
體重	公鼠約 35~45 公克	母鼠約 30~40 公克	產子數	1~10 隻
性成熟	公鼠約 6~8 週	母鼠約 4~8 週	壽命	平均壽命 2~3 年
特色	比加卡利亞蒼鼠稍微大一點、會跑、有個性、毛色相當的多			

羅伯羅夫斯基蒼鼠		俗名 老公公鼠		
學名	Phodopus roborovskii			
原產地	俄羅斯、哈薩克、新疆維吾爾、蒙古西南部			
全長	約 4 ~5 公分	體重	約 15~30 公克	性成熟
				公鼠約 6~8 週 母鼠約 4~8 週

懷孕日數	23~30 天	產子數	1~10 隻	壽命	3~3 年半，倉鼠中最長壽的
特色	多瓦夫蒼鼠中最小的、動作速度最快、比較膽小				

附錄二

我們鼠力發電與各種能源的優缺點比較表

鼠力發電與各種能源的優缺點比較表

能源種類	優點	缺點
鼠力(指鼠力發電)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 乾淨的燃料,不會造成空氣污染。 2. 價格低廉。 3. 發電所用的原料來源可以用繁殖方式獲取。 4. 安全性高。 5. 它是乾淨且取之不盡的能源。 6. 生產技術簡單。 7. 不需要熱能。 8. 穩定性高。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 轉換效率低。 2. 老鼠有死亡的問題。 3. 動物有傳染病的問題。
石油	<ol style="list-style-type: none"> 1. 容易儲存和提煉。 2. 容易開採,例如中東石油每天可開採約一萬桶。 3. 容易運輸,且安全性頗高。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 石油一旦燃燒,燒完就完全消失於空氣,故不可以再重複使用。 2. 石油是石化燃料儲存量最少的。 3. 中東的政治不穩,影響了石油的供應量。 4. 世界上有產石油的地方不多。 5. 石油會造成空氣污染(汽車排氣就是最明顯的例子)。
煤	<ol style="list-style-type: none"> 1. 煤的儲藏量很豐富。 2. 容易被轉換成熱能。 3. 容易運送,且使用安全性高。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 煤一經使用,就不能再重複被用。 2. 開採煤礦的危險性很高,經常發生礦災。

		3. 燃燒煤時會浪費熱能，並釋放出二氧化硫、二氧化碳、微粒及黑煙等，造成空氣污染。
天然氣	1. 最乾淨的燃料，不會造成空氣污染。 2. 運送及存放皆容易。	1. 天然氣一旦燃燒後，就不可重複使用。 2. 目前產量不多，有待再研究開發。
核能	1. 與石化燃料比較，核能比較不會造成環境污染。 2. 不需要空氣中的氧來幫助燃燒。 3. 只需少量的原料，即可產生大量的熱能。 4. 單位成本比較低。	1. 雖然不會造成環境污染，但會造成周圍的海域生態污染。 2. 核廢料的輻射能仍然會對人體有害，故存放不易，估計需埋放百年以上。 3. 造廠之費用頗高。 4. 熱效率只有 33%。
太陽能	1. 它是乾淨且取之不盡的能源。 2. 不會增加或減少地球上的溫度。 3. 建廠容易，成本低。 4. 安全性高。 5. 熱效率亦很高。	1. 當有陽光的日子，才會發電，亦即只有白天才能發電。 2. 因受陰雨天影響，發電日子無法控制。 3. 風大的地方其熱效率會降低。
風能	1. 它的蘊藏多，只要有風的地方即可設立。 2. 不會造成空氣污染。 3. 不需要熱能。	1. 風能的來源不穩，因風速不是定值。 2. 風速必須大於每小時 11 公里以上，才可以被用來發電。
水力(指水力發電)	1. 可以重複使用，亦即取之不盡。 2. 單位成本低。 3. 水能轉換成電能的效率是百分之九十。 4. 不會造成空氣污染。 5. 可以用來生產氫氣。	1. 建築費用相當高。 2. 在河川土築水壩，會破壞河川的生態。 3. 很難找到適合築水壩的地點。
地熱能	1. 地熱的蘊藏量很豐富。 2. 單位成本比開採石化燃料或核能低。 3. 建造地熱廠時間短且容易。	1. 熱效率低，共有 30% 的地熱能用來推動渦輪發電機。 2. 所流出的熱水含有很高的礦物質。 3. 一些有毒氣體(如硫、硼或銨摩尼亞)會隨著熱氣，而噴入空氣中，造成空氣污染。

生質能

1. 生質能所使用的原料來源豐富。
2. 生產技術簡單。
3. 最適合少量地區使用。
4. 所需的溫度不高，約 5~35°C
5. 不會造成空氣污染。

1. 轉換效率低。
2. 種植原料所需約土地很大。
3. 原料約含水量高。

【評語】 080823 鼠力發電廠

本作品設計老鼠滾輪計數及發電系統，以轉換老鼠滾輪所產出動為電能，並儲存於充電電池，整體設計運用日常生活的童玩增添科學應用，並從中學習機械及電路電力等原理，解決問題的方法兼具科學及工程內涵。