

# 青剛櫟戰鬥陀螺

類別：自然與生活科技類

模組單元名稱：青剛櫟戰鬥陀螺

模組設計人：陳翰霖

教學對象：泰雅族國中二年級

研習編號：WOLF11202

教學時間：270 分鐘

## 一、傳承傳統世界觀：(45 分鐘)

### (一) 主要學習概念、學習活動目標與分段能力指標

#### 1.主要學習概念

- (1) 青剛櫟的泰雅族語
- (2) 青剛櫟在泰雅族的用途
- (3) 青剛櫟在童玩上的用途
- (4) 生態系統中物質與能量的永續循環

#### 2.教材細目

##### 次主題 131 物質的形態與性質

- 1a.察覺物質各具不同特徵(如顏色、形狀、軟硬、氣味、粗細…)

##### 次主題 230 植物的構造與功能

- 2a.知道植物有根、莖、葉、花、果實、種子，水生植物具有特殊構造
- 3a.了解植物根、莖、葉、花、果實、種子的功能，並知道植物亦可由種子或根莖葉繁殖。同時能分辨有的植物會開花，有的不開花(例如蕨類)。
- 4a.認識葉子的構造及功能。

##### 次主題 510 生物和環境

- 4c.了解生態穩定的意義和造成生態系不平衡的原因

##### 次主題 511 人類與自然界的關係

- 3a.知道人類活動會改變環境，這種改變可能破壞自然環境，並了解森林面積的減少對大氣、土地等的影響
- 3b.知道人類活動會影響其他生物
- 4a.知道目前人口成長速度衍生的諸多問題，並能探討人類活動對環境造成的衝擊，同時知道人類必須做好自然資源保育才能維持生態系的穩定

##### 次主題 512 資源的保育與利用

- 2a.能知道地球只有一個
- 3a.認識各種自然資源(例如土、岩石、石油、煤、淡水、空氣、陽光、各種動植物)、其用途及資源之有限性，進而了解「地球村」的理念

##### 次主題 521 科學之美

- 4a.體認生物間、人與自然之間互相依存、共生共榮的生態法則

#### 3.學習活動目標

- (1) 能說出青剛櫟的泰雅族語

- (2) 能說出青剛櫟在泰雅族的用途
- (3) 能說出青剛櫟在童玩上的用途
- (4) 能以青剛櫟為例，說出生態系統中物質與能量永續循環的例子

#### 4.分段能力指標

1-1-5-2 嘗試由別人對事物特徵的描述，知曉事物

### (二) 學習活動

1.引起好奇及學習動機：

老師拿出事先印好的青剛櫟圖片(下面兩張)貼在黑板上給學生看，接著問學生：你們知道照片上的植物怎麼稱呼嗎？



↑ 青剛櫟



↑ 青剛櫟之樹幹外觀

圖片來源：維基百科---青剛

櫟 <http://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%9D%92%E5%89%9B%E6%AB%9F>

學生若無法單靠上面兩張猜出青剛櫟這個答案，老師再次拿出事先印好的青剛櫟圖片(下面兩張)貼在黑板上給學生看，接著再次問學生：你們知道照片上是哪種植物的果實嗎？



↑ 未成熟之青剛櫟果實



↑ 接近成熟之青剛櫟果實

圖片來源：維基百科---青剛

櫟 <http://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%9D%92%E5%89%9B%E6%AB%9F>

2.青剛櫟的泰雅族語：

老師請一位泰雅族耆老到課堂，耆老先在黑板寫下青剛櫟泰雅族語的羅馬拼音：

「nabasi'uy」、及「pihaw」，耆老先各念一遍「nabasi'uy」及「pihaw」，再帶著全體學生反覆唸誦三到五遍，接著透過寫有學生座號的籤筒，抽點一位學生站起來講出青剛櫟的泰雅族語：「nabasi'uy」、「pihaw」。

泰雅族耆老向學生說明青剛櫟的泰雅族語有「nabasi'uy」、「pihaw」兩種的原因：

「nabasi'uy」大多使用於苗栗區域的中泰雅族，「pihaw」大多使用於新竹宜蘭區域的北泰雅族，南泰雅族則指的是賽德克族，會有如此差異是因為泰雅族遷移到不同環境後語言受到當地環境及文化交流後的結果。

### 3. 青剛櫟在泰雅族的用途：

泰雅族耆老拿出事先準備的四塊青剛櫟樹幹部分發給前排學生，讓學生彼此傳閱，並對學生口頭說明青剛櫟在取火、狩獵及種植方面的用途如下：

青剛櫟分布在中低海拔即 0 至 1500 公尺海平面以上的範圍，主要分布在台灣西北部。青剛櫟在部落是功用很多的樹種，由於青剛櫟是硬木，因此可用來蓋房子，其木炭很堅實，可以持續燒很久，因此可做為取火的木料，也是部落族人在行使火占儀式時所用的樹種。此外，它也是獵人放陷阱時最好用的木樁，因為它夠硬，而且也很有彈性，所以野獸拖不走，不容易脫鉤。而在過去六零到七零年代，是種植木頭香菇最盛行的年代，青剛櫟成為了很好的香菇種植樹種，這是因為其堅實的段木在香菇種植上可提供較長的種植時間，因此青剛櫟在部落是很重要的原生樹種。

泰雅族耆老接著拿出事先準備的四塊青剛櫟果實發給前排學生，讓學生彼此傳閱，並對學生口頭說明青剛櫟果實在狩獵上的用途：

青剛櫟通常在夏秋結果春天開花，它的果實對許多動物很有誘惑力，例如，飛鼠、松鼠、山豬、老鼠等，都很喜歡吃它的嫩芽與果實。泰雅族人不將青剛櫟的果實做為食物，是因為果實內具有生物鹼的成分，生物鹼味道苦澀所以青剛櫟果實不被族人作為食材使用。而當青剛櫟到了果實的生長時節，由於動物們喜愛吃青剛櫟的嫩芽及果實，泰雅族人可以在青剛櫟的區域附近狩獵，青剛櫟成為獵物出現機率高低的判斷指標。

青剛櫟是深根性樹種，土壤下的樹根深度通常是土壤上樹高的十倍以上，例如一公尺高的青剛櫟其樹根就有十公尺深，所以青剛櫟能抓住土壤，減少水流造成的災害。

青剛櫟的葉子落在土壤表面可以成為土壤很好的養分。

### 4. 青剛櫟童玩：

泰雅族耆老拿出事先印好的青剛櫟圖片(下面兩張)貼在黑板上給學生看，教師向學生提問：「青剛櫟果實的外型像什麼玩具？」



COOLPIX 5600 F2.7 1/40s 150100



COOLPIX 5600 F2.7 1/80s 150100

圖片來源：合興內灣尖石植物踏查(六) - 仕平部落格- Yahoo!奇摩部落

格 <http://tw.myblog.yahoo.com/jw!SJXOZeueGRIR818SZ7pl/article?mid=46697&sc=1>

[教師可提示學生青剛櫟果實的外型像陀螺泰雅族耆老接著拿出事先準備的四個青剛櫟果實發給前排學生，讓學生彼此傳閱，並對學生口頭說明青剛櫟果實是泰雅孩童們拿來當作陀螺的玩具。

#### 5.生態系統中物質與能量的永續循環：

泰雅族耆老口述說明青剛櫟的樹根抓住了土壤，提供了水土的保持。樹幹可作為種植菇類的段木，也可作為蓋房子、取火的木料。果實則提供飛鼠、松鼠、山豬等動物作為食物的來源，提供這些動物延續生命的能量。樹葉落到土壤。葉子被分解後成為土壤的養分，將物質及能量回歸到生態系統的土壤當中。進一步說明食物鏈是被食者將自己的物質及能量提供給掠食者，達成物質及能量的轉移，掠食者從食物鏈中獲得能量延續生命。

泰雅族耆老口述強調：一顆青剛櫟在生態系統當中並沒有物質及能量的浪費，從樹根、樹幹、葉子到果實均被徹底的使用在生態系統上，物質及能量取之於自然也回歸於自然，達成生態系統中物質與能量的永續循環。人類也是生態系統的一份子，如果使用自然資源不當，造成物質及能量無謂的損耗而無法達成永續循環，最後會使自然資源衰竭而產生生態失衡，造成氣候變差、水土流失、物種滅絕等後果。

## 二、表達自我世界觀：(45 分鐘)

### (一) 主要學習概念、學習活動目標與分段能力指標

#### 1.主要學習概念

- (1) 自己對青剛櫟和陀螺的看法與經驗故事的表達方式
- (2) 自己對同學所提出青剛櫟和陀螺的看法與經驗故事的提問方式
- (3) 引導組內成員表達自己意見的方式
- (4) 紀錄及整合組內成員意見的方式

#### 2.學習活動目標

- (1) 能以適當的方式表達自己對青剛櫟果實的描述與經驗故事
- (2) 能以適當的方式對同學所提出青剛櫟果實的描述與經驗故事提問
- (3) 能以適當的方式引導組內成員表達自己的意見
- (4) 能以適當的方式紀錄及整合組內成員的意見

#### 3.分段能力指標

1-1-1-1 運用五官觀察物體的特徵(如顏色、敲擊聲、氣味、輕重…)

1-1-5-1 學習運用合適的語彙，來表達所觀察到的事物(例如水的冷熱能用燙燙的、熱熱的、溫溫的、涼涼的、冰冰的來形容)

1-1-5-2 嘗試由別人對事物特徵的描述，知曉事物

1-1-5-3 養成注意周邊訊息做適切反應的習慣

1-2-5-2 能傾聽別人的報告，並能清楚的表達自己的意思

1-3-5-4 願意與同儕相互溝通，共享活動的樂趣

1-3-5-5 傾聽別人的報告，並做適當的回應

1-4-1-1 能由不同的角度或方法做觀察

3-1-0-1 能依照自己所觀察到的現象說出來

## (二) 學習活動

1. 表達自己對青剛櫟果實的描述與經驗故事

老師先將班級分組，老師安排座位鄰近的五個學生為一組，每組圍成圓圈，並讓每組學生自己選一位組長協助整組討論進行及一位文書負責記錄，若學生沒有定見則組長及文書由老師指定。老師接著拿出事先準備的青剛櫟果實，每組各發一個。並將「青剛櫟果實觀察及描述表格」(見附錄(一))發給每組文書。老師請每組組長負責引導每位組員都能針對問題清單中每個問題都有表達自己意見的機會，並請文書記錄下每位組員回答的內容，老師接著放輕鬆活潑的音樂讓整個討論的氣氛更加輕鬆及活絡，讓學生有二十分鐘的討論時間，之後請各組文書負責整合各組組內成員的意見，並讓每組推派一位或多位代表上台分享討論的成果，每組報告完後提供台下學生發問的機會。

## 三、探索世界觀：(90 分鐘)

### (一) 主要學習概念、學習活動目標與分段能力指標

1. 主要學習概念

(1) 青剛櫟陀螺的製作方法

(2) 青剛櫟陀螺在泰雅族比賽的規則

2. 教材細目

次主題 530 創意與製作

2c. 選用材料

4c. 測試與調整

3. 學習活動目標

(1) 能製作屬於自己的青剛櫟陀螺

(2) 能依照泰雅族青剛櫟陀螺比賽規則，與其他學生進行青剛櫟陀螺的比賽

4. 分段能力指標

2-1-3-2 製作各種不同的玩具，體會「力」有多種，力可使物體動起來，或使物體振動發出聲音

5-1-1-2 喜歡將自己的構想，動手實作出來，以成品來表現

6-1-1-2 培養將自己的構想動手實作出來，以成品表現的習慣

6-1-2-1 養成動手做的習慣，察覺自己也可以處理很多事

## (二) 學習活動

1. 青剛櫟陀螺的製作

課堂前兩周先發「校外教學說明回條」(見附錄(二))請學生帶回，告知學生家長兩周

後的課堂上將帶學生到校外進行教學，並向遊覽車公司、保險公司等協調好交通及保險的狀況。

課堂前一周，教師安排座位鄰近的五個學生為一組，選出一位組長負責關心其他組員的安全及動態，以避免學生受傷及走丟。

請全班學生上遊覽車前往林南忠老師家，到達林南忠老師家後，直接前往林老師家種植的青剛櫟，距青剛櫟兩公尺附近處圍成半圓集合，請每組組長在前頭，排成一直行蹲下。請林老師拿出青剛櫟果實及竹籤，向學生示範泰雅族青剛櫟陀螺的製作過程如下：把青剛櫟的蓋子剝掉，插入拜拜用的香的竹籤、火材棒或牙籤，就是陀螺。青剛櫟的果實有末端尖尖的部份就是地面的轉軸。青剛櫟果實也可串做項鍊或挖空做成哨子，早年客家小孩還因此稱青剛櫟的果實為「響缸子」。



↑ 開始製作陀螺...先準備一根牙籤... ↑ 小心刺進蒂頭，截短牙籤  
就成了青剛櫟陀螺!

圖片來源：青剛櫟陀螺- All about Harley - Yahoo!奇摩部落

格 <http://tw.myblog.yahoo.com/love-harley/article?mid=14325>

林老師請各組派一位學生代表向老師拿五個青剛櫟及五支竹籤回到各組進行青剛櫟陀螺的製作，並將彩色筆傳下，讓學生能將自己喜歡的圖案及記號設計在陀螺上。

## 2. 青剛櫟陀螺的比賽規則

請林老師說明泰雅族青剛櫟陀螺的玩法：林老師說，從前泰雅族沒有碼表，所以沒有時間的概念，因此從前比賽陀螺的方式主要為比較控制陀螺擲出落點範圍的能力，其中一個玩法是大家在土地上比賽，能在較小圈圈範圍裡將陀螺精準打進去的即是勝利者；另一個玩法是在一群玩家中選出一個鬼，當大家同時擲出自己的青剛櫟陀螺在地上大圈圈範圍內旋轉後，當鬼的玩家要擲出自己的青剛櫟陀螺將其中一位玩家的青剛櫟陀螺打出界，否則要接受處罰，處罰的方式由所有玩家一起討論產生共識。由於青剛櫟陀螺很小，所以打陀螺的方式是靠著手指的力量讓青剛櫟產生旋轉，比較簡單的打法是牙籤在上正著旋轉，較厲害的玩家則能以青剛櫟在上牙籤在下的方式反過來打，換成牙籤在底部旋轉(如下面兩張照片)。



↑ 正著轉的青剛櫟陀螺...

↑ 倒著也轉的青剛櫟陀螺...

圖片來源：青剛櫟陀螺- All about Harley - Yahoo!奇摩部落

格 <http://tw.myblog.yahoo.com/love-harley/article?mid=14325>

林老師向宣布全班將進行青剛櫟陀螺比賽，老師先拿出一條四公尺的童軍繩拉直放置在平坦的土地上，接著拿出周長分別為二十五公分、五十公分、一公尺、兩公尺、四公尺由童軍繩圍成的繩圈，保持繩圈圓心距拉直之童軍繩一公尺的距離一一放置於地上。老師說明比賽規則如下：

每位學生站在拉直之童軍繩後方將青剛櫟陀螺擲出，先以最大的四公尺繩圈為目標，如果能順利將青剛櫟陀螺擲出於繩圈內，且能在繩圈內旋轉超過十秒鐘則算挑戰成功，就能繼續挑戰下一難度兩公尺的繩圈，如果再次挑戰成功就繼續往下一難度前進。

老師給學生十分鐘的自由練習時間。練習時間結束後，請學生一一出來投擲自己的青剛櫟陀螺，每位學生挑戰結束後陀螺仍放置在原落下處。

比賽結束後，林老師請全班以林老師為中心圍成半圓蹲下，並請比賽名次前三名的學生發表青剛櫟陀螺比賽的心得與感想。

林老師向全班宣布將進行另一場青剛櫟陀螺比賽，老師拿出碼表，並在方才平坦土地上只留下兩公尺周長的繩圈。老師說明比賽規則如下：

每位學生擲出青剛櫟陀螺，當青剛櫟陀螺接觸到地面時開始計時，至陀螺停止旋轉時結束計時。

老師拿出重量、大小不同的青剛櫟果實，以及長短、半徑不同的竹籤，讓學生可以重新自由組裝自己的青剛櫟陀螺，並將彩色筆傳下，讓學生能將自己喜歡的圖案及記號設計在陀螺上，老師給學生十分鐘的自由練習時間，時間結束後請學生一一出來投擲自己的青剛櫟陀螺，老師負責以碼表計時，投擲結束後老師將陀螺拿到繩圈外的空地依照旋轉時間長度排列訊序，將碼表上紀錄的時間寫在便利貼，貼在青剛櫟陀螺上，向其他學生展示不同青剛櫟陀螺旋轉的時間長度。

比賽結束後，林老師請全班以林老師為中心圍成半圓蹲下，請比賽名次前三名的學生發表青剛櫟陀螺比賽的心得與感想，並請其他學生觀察陀螺重量、竹籤長短半徑及其旋轉的時間長度的關係。

活動結束後以各組為單位行動，請學生上遊覽車回到學校教室。

#### 四、形成新世界觀：(135 分鐘)

## (一) 主要學習概念、學習活動目標與分段能力指標

### 1. 主要學習概念

- (1) 影響陀螺旋轉時間長度要素有：陀螺構造、施予陀螺的力矩、轉面材質
- (2) 陀螺直立不倒下是陀螺穩定的轉動所造成
- (3) 力矩的作用產生轉動的加、減速度
- (4) 力矩的定義是力與有效力臂的乘積
- (5) 不同陀螺構造具有不同的轉動慣量
- (6) 轉動體受力矩大小為轉動慣量與轉動加速度的乘積

### 2. 教材細目

#### 次主題 215 運動與力

- 3c. 察覺摩擦力會影響運動，摩擦力的大小與接觸面的性質有關
- 4a. 察覺力矩會改變物體的旋轉運動
- 4c. 了解槓桿原理是力矩作用的結果。
- 4e. 探討影響摩擦力的因素

#### 次主題 522 科學倫理

- 2a. 知道觀察要切實、仔細，所得的資料才可信
- 2b. 要依據可信的資料當論據，提出看法、解釋現象

### 3. 學習活動目標

- (1) 能說出影響陀螺旋轉時間的三大要素
- (2) 能說出陀螺直立不倒下是陀螺穩定的轉動所造成
- (3) 能說出力矩的作用產生轉動的加、減速度
- (4) 能說出力矩的定義是力與有效力臂的乘積
- (5) 能說出不同陀螺構造具有不同的轉動慣量
- (6) 能說出轉動體受力矩大小為轉動慣量與轉動加速度的乘積

### 4. 分段能力指標

- 1-1-4-1 察覺事出有因，且能感覺到它有因果關係
- 1-2-3-1 對資料呈現的通則性做描述(例如同質料的物體，體積愈大則愈重…)
- 1-2-3-2 能形成預測式的假設(例如這球一定跳得高，因…)
- 1-2-3-3 能在試驗時控制變因，做定性的觀察
- 1-2-4-1 由實驗的資料中整理出規則，提出結果
- 1-2-4-2 運用實驗結果去解釋發生的現象或推測可能發生的事
- 1-2-5-1 能運用表格、圖表(如解讀資料及登錄資料)
- 1-3-1-1 能依規劃的實驗步驟來執行操作
- 1-3-4-4 由實驗的結果，獲得研判的論點
- 1-4-3-1 統計分析資料，獲得有意義的資訊
- 1-4-3-2 依資料推測其屬性及其因果關係
- 1-4-4-1 藉由資料、情境傳來的訊息，形成可試驗的假設
- 1-4-4-2 由實驗的結果，獲得研判的論點
- 1-4-4-3 由資料的變化趨勢，看出其中蘊含的意義及形成概念

1-4-4-4 能執行實驗，依結果去批判或了解概念、理論、模型的適用性

2-3-1-1 提出問題、研商處理問題的策略、學習操控變因、觀察事象的變化並推測可能的因果關係。學習資料整理、設計表格、圖表來表示資料。學習由變量與應變量之間相應的情形，提出假設或做出合理的解釋

2-4-1-2 由情境中，引導學生發現問題、提出解決問題的策略、規劃及設計解決問題的流程，經由觀察、實驗，或種植、搜尋等科學探討的過程獲得資料，做變量與應變量之間相應關係的研判，並對自己的研究成果，做科學性的描述

6-2-1-1 能由「這是什麼？」、「怎麼會這樣？」等角度詢問，提出可探討的問題

6-4-2-1 依現有的理論，運用類比、轉換等推廣方式，推測可能發生的事

6-4-2-2 依現有理論，運用演繹推理，推斷應發生的事

## (二) 學習活動

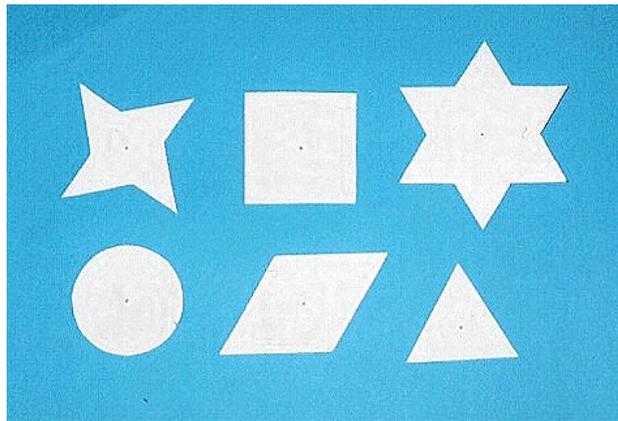
參考資料：敦化國中數理資源班 91 學年度獨立研究(二下)：天旋地轉

<http://163.21.2.41/resource/91project-2/04.ppt>

1. 陀螺構造 VS 旋轉時間長度：

老師問學生，如果想製作一個最強的、轉的最久的陀螺需要具備那些條件？

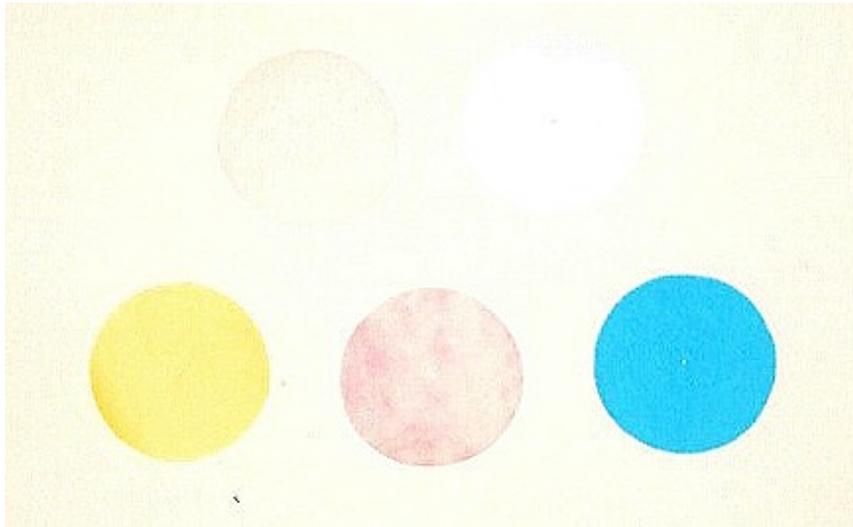
實驗一：陀螺面形狀 VS 旋轉時間長度



圖片來源：<http://163.21.2.41/resource/91project-2/04.ppt>

老師拿出正三角形、四角星形、菱形、正方形、六角星形、圓形六種不同形狀的厚紙板每個都在中心軸距轉面三公分高度處插上牙籤，先詢問學生哪一個陀螺旋轉的時間會最久。在學生預測之後，老師拿出碼表請一位學生幫忙計時，並讓學生可以離開座位靠近講桌觀看，老師在講桌上一一釋放各種形狀的陀螺，並請學生開始計時，並將六種不同形狀陀螺旋轉時間的長度記錄在「實驗記錄學習單」(見附錄(三))上。爲了讓學生更相信實驗的結果，老師邀請兩位學生親自操作此實驗，並再次將結果記錄在實驗記錄學習單上，最後依不同形狀陀螺將每種陀螺形狀的三次實驗結果作平均。

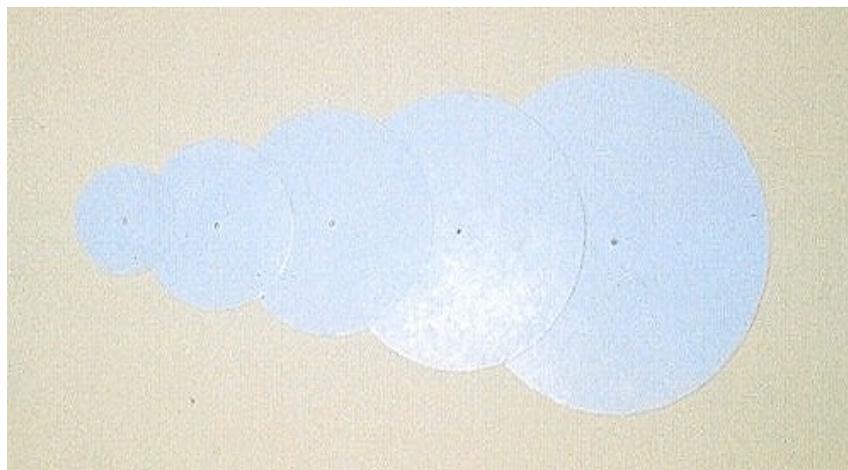
實驗二：陀螺面材質 VS 旋轉時間長度



圖片來源：<http://163.21.2.41/resource/91project-2/04.ppt>

老師拿出半徑三公分的圓形厚紙板、粉彩紙、雲彩紙、描圖紙、夢幻卡，五種不同材質的陀螺面，每個都在中心軸距轉面三公分高度處插上牙籤，先詢問學生哪一個陀螺旋轉的時間會最久。在學生預測之後，老師拿出碼表請一位學生幫忙計時，並讓學生可以離開座位靠近講桌觀看，老師在講桌上——釋放各種材質的陀螺，並請學生開始計時，並將五種不同陀螺面材質旋轉時間的長度記錄在實驗記錄學習單上。為了讓學生更相信實驗的結果，老師邀請兩位學生親自操作此實驗，並再次將結果記錄在實驗記錄學習單上，最後依不同陀螺面材質將每種陀螺面材質的三次實驗結果作平均。

實驗三：陀螺面大小 VS 旋轉時間長度

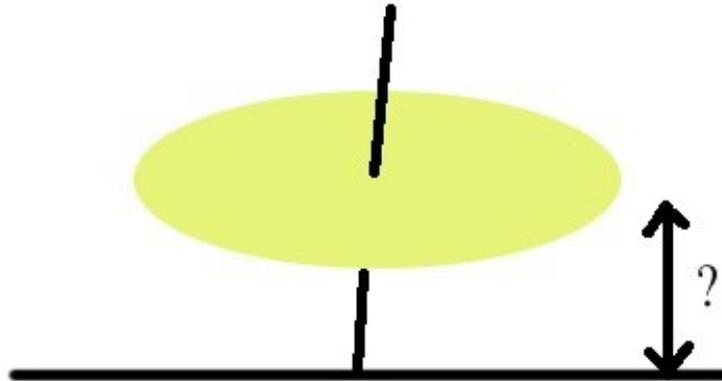


圖片來源：<http://163.21.2.41/resource/91project-2/04.ppt>

老師拿出半徑一到六公分的圓形厚紙板，對於六種不同大小的陀螺面，每個都在中心軸距轉面三公分高度處插上牙籤，先詢問學生哪一個陀螺旋轉的時間會最久。在學生預測之後，老師拿出碼表請一位學生幫忙計時，並讓學生可以離開座位靠近講桌觀看，老師在講桌上——釋放各種陀螺面大小的陀螺，並請學生開始計時，並將六種不同陀螺面大小旋轉時間的長度記錄在實驗記錄學習單上。為了讓學生更相信實驗的結果，老師邀請兩位學生親自操作此實驗，並再次將結果記錄在實驗記錄學習單上，最後依不同陀螺面大小將每種陀螺面大小的三次實驗結

果作平均。

#### 實驗四：陀螺面距轉面高度 VS 旋轉時間長度



圖片來源：<http://163.21.2.41/resource/91project-2/04.ppt>

老師拿出六個半徑三公分的圓形厚紙板，每個分別在中心軸距轉面一到六公分高度處插上牙籤，形成六種不同陀螺面距轉面高度的陀螺，先詢問學生哪一個陀螺旋轉的時間會最久。

在學生預測之後，老師拿出碼表請一位學生幫忙計時，並讓學生可以離開座位靠近講桌觀看，老師在講桌上一一釋放各種陀螺面高度的陀螺，並請學生開始計時，並將六種不同陀螺面距轉面高度旋轉時間的長度記錄在實驗記錄學習單上。

爲了讓學生更相信實驗的結果，老師邀請兩位學生親自操作此實驗，並再次將結果記錄在實驗記錄學習單上，最後依不同陀螺面距轉面高度將每種陀螺面距轉面高度的三次實驗結果作平均。

#### 實驗五：陀螺中心軸材質 VS 旋轉時間長度

老師拿出六個半徑三公分的圓形厚紙板，改變中心軸的材質，每個分別在中心軸距轉面三公分高度處以竹棒(牙籤)、碳(筆芯)、鐵棒(針)、塑膠(棉花棒)、玻璃(裝飾品)、紙棒(棉花棒)，形成六種不同陀螺中心軸材質的陀螺，先詢問學生哪一個陀螺旋轉的時間會最久。在學生預測之後，老師拿出碼表請一位學生幫忙計時，並讓學生可以離開座位靠近講桌觀看，老師在講桌上一一釋放各種陀螺中心軸材質的陀螺，並請學生開始計時，並將六種不同陀螺中心軸材質旋轉時間的長度記錄在實驗記錄學習單上。爲了讓學生更相信實驗的結果，老師邀請兩位學生親自操作此實驗，並再次將結果記錄在實驗記錄學習單上，最後依不同陀螺中心軸材質將每種陀螺中心軸材質的三次實驗結果作平均。



圖片來源：<http://163.21.2.41/resource/91project-2/04.ppt>

## 2.轉面材質 VS 旋轉時間長度：

老師問學生，對於相同陀螺構造的陀螺，選擇怎樣性質的旋轉面才能有最久的陀螺旋轉時間？

### 實驗六：轉面材質 VS 旋轉時間長度

老師拿出一個半徑三公分的圓形厚紙板，在中心軸距轉面三公分高度處插上牙籤，分別在大理石、磁磚、木板、塑膠、紙、玻璃六種不同轉面材質上釋放陀螺，先詢問學生哪一個轉面材質能有最久的陀螺旋轉時間。在學生預測之後，老師拿出碼表請一位學生幫忙計時，並讓學生可以離開座位靠近觀看，老師在不同轉面材質上一一釋放相同陀螺，並請學生開始計時，並將六種不同轉面材質旋轉時間的長度記錄在實驗記錄學習單上。爲了讓學生更相信實驗的結果，老師邀請兩位學生親自操作此實驗，並再次將結果記錄在實驗記錄學習單上，最後依不同轉面材質將每種轉面材質的三次實驗結果作平均。

## 3.施予陀螺力矩大小 VS 旋轉時間長度：

老師問學生，對於相同陀螺構造在相同轉面材質旋轉的陀螺，擲陀螺者該如何操作才能有最久的陀螺旋轉時間？

### 實驗七：施予陀螺的力矩 VS 旋轉時間長度

老師拿出一個半徑三公分的圓形厚紙板，在中心軸距轉面三公分高度處插上牙籤，分別以右手中指加右手拇指、右手食指加右手中指、右手無名指加右手小指三種不同施予陀螺力矩大小在講桌上釋放陀螺，先詢問學生哪一種操作方式能有最久的陀螺旋轉時間。在學生預測之後，老師拿出碼表請一位學生幫忙計時，並讓學生可以離開座位靠近講桌觀看，老師以不同力矩大小的方式在講桌上——釋放相同陀螺，並請學生開始計時，並將三種不同施予陀螺力矩大小旋轉時間的長度記錄在實驗記錄學習單上。爲了讓學生更相信實驗的結果，老師邀請兩位學生親自操作此實驗，並再次將結果記錄在實驗記錄學習單上，最後依不同施予陀螺力矩大小將每種施予陀螺力矩大小的三次實驗結果作平均。

老師請所有學生回到座位，將記錄七組實驗數據的實驗記錄學習單貼在黑板上，讓所有學生都能看見。透過實驗說明以下五個概念：

### 1. 陀螺直立不倒下是陀螺穩定的轉動所造成：

老師問學生要讓腳踏車以兩個輪胎平衡直立的方式是什麼？老師提示學生是腳踏車前進，車輪旋轉的時候。

老師說明腳踏車車輪旋轉的越快，腳踏車就越穩定，不容易倒下，陀螺旋轉也是這個道理，能直立不倒下的原因也是由陀螺穩定的轉動所造成。

老師問學生造成不倒翁不倒的原因是什麼？老師提示學生是重量集中在高度比較低的位置。

老師說明實驗四中陀螺面高度越低，陀螺重量就集中在高度比較低的位置，於是陀螺就更穩定，因此陀螺的重心越低，重量分布的越平均，陀螺就能越穩定的旋轉，於是能有較久的旋轉時間。

### 2. 力矩的作用產生轉動的加、減速度：

老師問學生造成陀螺從靜止產生旋轉及從旋轉減速停止的原因是什麼？老師提示學生是擲陀螺者施予陀螺旋轉的力量以及轉面施予陀螺停止的力量。

老師說明陀螺從停止加速旋轉，或是由旋轉轉減速停止，造成加減速旋轉的力量，科學家稱之為“力矩”。老師同時將力矩的科學符號 $\tau$ 寫在黑板上。陀螺在停止的時候受到擲陀螺者施予陀螺的力矩產生旋轉，旋轉的陀螺受到轉面因摩擦產生抵銷的力矩停止旋轉。力矩造成物體旋轉加速及減速的作用。轉動的加速度與減速度的大小，科學家稱之為“轉動加速度”，老師同時將轉動加速度的科學符號 $\alpha$ 寫在黑板上。

### 3. 力矩的定義是力與有效力臂的乘積

老師走到教室的前門處，問學生若要將教室前門關上要朝什麼方向及地點施力？老師將手放在門的旁側，用力在門旁側向門軸大力推，門並沒有轉動。老師說只有力並無法產生力矩讓門旋轉。老師問學生若手的位置不改變，想把門關上要向什麼方向推最省力？老師提示學生是與門垂直的方向能以最省力的方式將門關上。

老師說以垂直的方式推門能最省力將門關上，於是將手移至門軸處用力推，結果門並沒有轉動。老師問若要以垂直的方式將門關上，手要至於哪個位置能以最省力的方式關門？老師提示學生是門旁側的位置。

老師說明力矩產生的條件需要有力的作用與有效的力臂兩個條件。有效力臂是力作用線到轉軸的最短距離。而力矩的大小是施力大小與有效力臂大小的乘積。老師將數學式 $\tau = F \times \text{有效力臂}$ 寫在黑板，說明 F 是施力大小的科學符號。因此在相同力矩將前門關上的狀況之下，有效力臂越大則所需要施予的力就越小，這就是為何將手放在門旁側位置施予垂直門方向的力是將門關上最省力的方式。

### 4. 不同陀螺構造具有不同的轉動慣量

老師問學生兩個以相同時速三十公里前進的腳踏車與大客車，遇到紅燈時何者較容易停止？老師提示腳踏車較容易停止。

老師說這是因為大客車在運動的“慣性”比腳踏車還大的緣故。慣性小的物體容易從運動中靜止也容易從靜止中開始運動，容易改變運動的速度，慣性大的物體不容易從運動中靜止也不容易從靜止中開始運動，不容易改變運動的速度。

老師接著說明不同陀螺構造的陀螺在轉動上也有不同慣性量的大小，科學家稱物體

對於其旋轉運動的慣性為“轉動慣量”，科學家以  $I$  作為轉動慣量的科學符號，老師同時將  $I$  寫在黑板上。轉動慣量小的物體容易從旋轉運動中靜止也容易從靜止中開始旋轉運動，容易改變旋轉運動的轉速，轉動慣量大的物體不容易從旋轉運動中靜止也不容易從制止中開始旋轉運動，不容易改變旋轉運動的轉速。這就能說明為何不同陀螺構造的陀螺會有不同的旋轉時間長度。

#### 5. 轉動體受力矩大小為轉動慣量與轉動加速度的乘積

老師以實驗記錄學習單上的實驗七向學生說明當施予陀螺的力矩越大，陀螺旋轉時間長度就越久，這是因為力矩作用造成陀螺的轉速由靜止增加，而越大的力矩造成越大的轉動加速度，使得陀螺在接觸轉面時有更高的轉速，讓陀螺旋轉的時間更久。因此力矩與轉動加速度成正比的關係。

但是對於不同陀螺結構的陀螺，其旋轉運動的慣性不同，因此如果以相同的力矩讓不同轉動慣量大小的兩個陀螺產生轉動加速度，轉動慣量小的物體則產生較大的轉動加速度，轉動慣量大的物體產生較小的轉動加速度。因此轉動加速度與慣性成反比。

老師說科學家們將力矩、轉動慣量、轉動加速度三者的關係結合之後，可以以轉動體所受力矩大小等於轉動慣量與轉動加速度的乘積這個數學式子表示，老師將  $\tau = I \times \alpha$  寫在黑板上。

老師將內容帶回到七個實驗，說明陀螺構造的不同影響轉動體轉動慣量  $I$  的大小、施予陀螺的力矩大小  $\tau$  影響陀螺由靜止增加轉速  $\alpha$  的大小，轉面材質則影響摩擦力的大小，摩擦力作用於陀螺轉軸產生了力矩  $\tau = F \times \text{摩擦力} \times \text{有效力臂}$ ，因此越粗糙的轉面材質摩擦力越大，所造成摩擦的力矩也越大，由  $\tau = I \times \alpha$  看到這樣的力矩對於轉動慣量為  $I$  的轉動體產生的轉動加速度方向與轉動方向互相抵銷，所以當轉動體的轉動慣量  $I$  越大，相同的摩擦力矩造成陀螺停止旋轉的加速度  $\alpha$  就會降低，這也是為什麼轉動慣量大，例如陀螺重量較重、陀螺面較大的陀螺能有較長的旋轉時間的原因。

## 五、連結泰雅族世界觀與科學世界觀：(45 分鐘)

### (一) 主要學習概念、學習活動目標與分段能力指標

#### 1. 主要學習概念

- (1) 戰鬥陀螺的基本構造：底座、重力輪盤、攻擊環
- (2) 戰鬥陀螺重量集中在較遠離軸心處是因為能有較長的旋轉時間

#### 2. 學習活動目標

- (1) 能說出戰鬥陀螺的基本構造：底座、重力輪盤、攻擊環
- (2) 能說出戰鬥陀螺重量集中在較遠離軸心處是因為能有較長的旋轉時間

#### 3. 分段能力指標

- 1-2-4-2 運用實驗結果去解釋發生的現象或推測可能發生的事
- 6-4-2-1 依現有的理論，運用類比、轉換等推廣方式，推測可能發生的事
- 6-4-2-2 依現有理論，運用演繹推理，推斷應發生的事

7-3-0-1 察覺運用實驗或科學的知識，可推測可能發生的事

## (二) 學習活動



圖片來源：

【3.4y】戰鬥陀螺 @ Kite 在 pixnet 肉麻當有趣 痞客邦 PIXNET

<http://kiteyu.pixnet.net/blog/post/26931725-%3A%3A%E3%80%903.4y%E3%80%91%E6%88%B0%E9%AC%A5%E9%99%80%E8%9E%BA-%3A%3A>

老師拿出實際的戰鬥陀螺，請所有學生觀察陀螺的重量分布與材質。



戰鬥陀螺的構造：左-陀螺底座 中-重力輪盤 右-攻擊環

圖片來源：天旋地轉-陀螺轉轉轉 [http://163.17.124.5/other/seci/new\\_page\\_1-91.htm](http://163.17.124.5/other/seci/new_page_1-91.htm)

老師說明戰鬥陀螺的基本構造有陀螺底座、重力輪盤、攻擊環三個部分，陀螺底座是軸承的構造，也是旋轉時和地面接觸的部分；重力輪盤是增加陀螺重量；攻擊環則負責將陀螺底座與重力輪盤固定住，讓陀螺旋轉時重力輪盤不至於脫離及飛出。

老師問學生戰鬥陀螺重量最重的是哪個部分？老師提示學生是重力輪盤。

老師問學生重力輪盤是什麼形狀？老師提示學生是圓環形。

老師問學生整個陀螺的重量集中在遠離還是靠近軸心處？老師提示是遠離軸心處。

老師將  $\tau = I \times \alpha$  寫在黑板上，問學生為什麼陀螺的重量集中在遠離軸心處？  
 老師說明陀螺重量集中在遠離軸心處，如同實驗三將陀螺面往外擴大增加陀螺的轉動慣量，有了較大轉動慣量  $I$  的陀螺，受到轉面的摩擦力力矩  $\tau$  造成的轉動加速度  $\alpha$  反向抵銷轉動的量就越小，越不容易受摩擦力作用而停止，就能有較長的旋轉時間。

## 六、附錄

### (一)青剛櫟果實觀察及描述表格

青剛櫟果實觀察及描述表格		
觀察使用部位	觀察對象	問題項目
眼睛-視覺	果實外觀	請觀察並描述自己觀察到的青剛櫟果實的外觀(顏色、形狀...等等)
耳朵-聽覺	果實聲音	請觀察並描述自己觀察到的青剛櫟果實敲起來的聲音
鼻子-嗅覺	果實氣味	請觀察並描述自己觀察到的青剛櫟果實的氣味
手-觸覺	果實質地	請觀察並描述青剛櫟果實的質地
大腦-心覺	果實記憶、聯想	請思考、回想並描述自己對青剛櫟果實的經驗故事及聯想
	陀螺記憶、聯想	請思考、回想並描述自己對陀螺的經驗故事及聯想

### (二)校外教學說明回條

國中理化課校外教學說明回條	
親愛的家長您好：	
<p>本學期的理化課將會於兩周後課堂時間前往尖石一位生態專家林南忠老師的家中，對於青剛櫟做更進一步認識及接觸。若您對此校外教學有任何的疑問、建議及需要，也麻煩您將意見寫在下面空白處或直接聯絡我，最後為確認您已經了解這次的校外教學活動，麻煩您在簽名處簽章，謝謝您的配合!!</p>	
家長簽章處：_____	理化課教師：陳翰霖 聯絡方式：09XX-XXX-XXX 聯絡信箱：XXXXXXXX@yahoo.com.tw
家長意見處：	

(三)實驗記錄學習單

陀螺實驗記錄學習單					
1.陀螺構造 VS 旋轉時間長度：					
實驗一： 陀螺面形狀 VS 旋轉時間長度	種類\時間(秒)	1	2	3	平均
	正三角形				
	四角星形				
	菱形				
	正方形				
	六角星形				
	圓形				
	實驗說明： 陀螺面材質：厚紙板 三公分高度處插上牙籤、講桌上釋放陀螺				
實驗二： 陀螺面材質 VS 旋轉時間長度	種類\時間(秒)	1	2	3	平均
	厚紙板				
	粉彩紙				
	雲彩紙				
	描圖紙				
	夢幻卡				
	實驗說明： 陀螺面形狀：半徑三公分圓形 三公分高度處插上牙籤、講桌上釋放陀螺				
實驗三： 陀螺面大小 VS 旋轉時間長度	種類\時間(秒)	1	2	3	平均
	半徑一公分				
	半徑二公分				
	半徑三公分				
	半徑四公分				
	半徑五公分				
	半徑六公分				
	實驗說明： 陀螺面材質、形狀：圓形厚紙板 三公分高度處插上牙籤、講桌上釋放陀螺				
實驗四： 陀螺面距轉面高度 VS 旋轉時間長度	種類\時間(秒)	1	2	3	平均
	一公分高度				
	二公分高度				
	三公分高度				
	四公分高度				
	五公分高度				

	六公分高度				
	實驗說明： 陀螺面材質、形狀：半徑三公分圓形厚紙板 中心處插上牙籤、講桌上釋放陀螺				
實驗五： 陀螺中心軸材質 VS 旋轉時間長度	種類\時間(秒)	1	2	3	平均
	竹棒(牙籤)				
	碳(筆芯)				
	鐵棒(針)				
	塑膠(棉花棒)				
	玻璃(裝飾品)				
	紙棒(棉花棒)				
	實驗說明： 陀螺面材質、形狀：半徑三公分圓形厚紙板 講桌上釋放陀螺				
2.轉面材質 VS 旋轉時間長度：					
實驗六： 轉面材質 VS 旋轉時間長度	種類\時間(秒)	1	2	3	平均
	大理石				
	磁磚				
	木板				
	塑膠				
	紙				
	玻璃				
	實驗說明： 陀螺面材質、形狀：半徑三公分圓形厚紙板 中心軸材質：牙籤				
3.施予陀螺力矩大小 VS 旋轉時間長度：					
實驗七： 施予陀螺力矩 VS 旋轉時間長度	種類\時間(秒)	1	2	3	平均
	右手中指加拇指				
	右手食指加中指				
	右手無名指加小指				
實驗說明： 陀螺面材質、形狀：半徑三公分圓形厚紙板 中心處插上牙籤、講桌上釋放陀螺					

(四)參考資料

網站部分：

維基百科---青剛櫟 <http://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%9D%92%E5%89%9B%E6%AB%9F>

合興內灣尖石植物踏查(六) - 仕平部落格- Yahoo!奇摩部落

格 <http://tw.myblog.yahoo.com/jw!SJXOZeueGRIR818SZ7pl/article?mid=46697&sc=1>

青剛櫟陀螺- All about Harley - Yahoo!奇摩部落

格 <http://tw.myblog.yahoo.com/love-harley/article?mid=14325>

敦化國中數理資源班 91 學年度獨立研究(二下)：天旋地轉

<http://163.21.2.41/resource/91project-2/04.ppt>

【3.4y】戰鬥陀螺 @ Kite 在 pixnet 肉麻當有趣 痞客邦 PIXNET

<http://kiteyu.pixnet.net/blog/post/26931725-%3A%3A%E3%80%903.4y%E3%80%91%E6%88%B0%E9%AC%A5%E9%99%80%E8%9E%BA-%3A%3A>

<http://kiteyu.pixnet.net/blog/post/26931725-%3A%3A%E3%80%903.4y%E3%80%91%E6%88%B0%E9%AC%A5%E9%99%80%E8%9E%BA-%3A%3A>

天旋地轉-陀螺轉轉轉

[http://163.17.124.5/other/seci/new\\_page\\_1-91.htm](http://163.17.124.5/other/seci/new_page_1-91.htm)

九年一貫課程與教學網

<http://teach.eje.edu.tw/9CC/fields/natureScience-source.php>

訪問部分：

傅麗玉老師、林南忠老師、黑帶老師