

旋轉吧 孩子們！

高愛迪斯～【104/10 高年級科學】

資優班__五__年級 姓名：__張 永 霖__

小朋友曾在電視或者現場觀賞過雜技演出嗎？覺不覺得藝人的功夫令人歎為觀止？健體課中，你學過那些民俗體育呢？中年級張澤銘老師的打陀螺、扯鈴、滾鐵圈.....你都體驗過了嗎？請回答以下高愛迪斯的問題：

1. 你會不會轉書、轉球(有人號稱什麼都能轉，連桌子也行呢)？請你試驗看看，並

1 簡要說明轉書、轉球成功的訣竅或原理。

答:練轉球，最主要是先找好球的重心與運用手指，找好重心就可以開始轉囉!!

萬丈高樓平地起，一開始練都會一直掉球，要保持轉球的那隻手不要亂動，食指要挺直，開始轉球的力道要用力點，因為如果轉速不夠快，也不會加速的話，球很容易又掉下來了!! 練轉球就跟蓋房子打地基一樣，地基要穩，上面的建築物才不會搖晃，一開始可以選擇輕一點比較沒那麼大顆球類來練習，像是市面上所賣的足球或排球都是不錯選擇，練習過程中，以手旋轉另一手作扶助方式進行練習，等到慢慢抓到技術，再嘗試不用手來扶助;之後再等到練習足夠，再嘗試換籃球等較大顆球類來練習。至於要轉得久，這跟軸心有關，如果球轉久了會沒有力，這時候就要加速，一開始左手先慢慢的從球的左下角下手，手指朝 45 度輕輕的轉，如果要轉快一點，就大力的轉，不過力道要自己控制。

轉書的重點，最重要的是書帶手轉而不是手轉書轉。轉書技巧在於多練，先用中指轉，其實手是一直貼在一個位置的，部位是書的中部左右因為書的轉動而貼著的位置也隨之轉動，這樣就是轉書保持平衡的技巧。剛開始一般的都用中指的指面轉，慢慢練習就可以用指端。但這時的手還是要隨著書擺動。到後期練熟後就可以用指甲尖部轉，這時就是依靠書的慣性了，總之練習轉書多練幾次就熟練了，找到書的中心點，然後用中指轉，記得食指不要干擾到中指喔!



2. 一根棒子，你會轉碟嗎(請注意安全，並絕不拿會摔破的瓷器來試)？

2-1 若要成功運轉，器材上有沒有什麼要注意或調整的地方？

2-2 請你說明技巧的要領。

答：「轉盤子」為常見的民俗特技，表演者以手持竹竿進行轉盤子，翻躍、倒立、下腰咬花、單腳站頭轉圈等技巧動作，結合優美舞姿整編出女性高難度的雜技技巧表演。從手握單支小竹竿轉上盤子，到雙手可各握三支竹竿轉盤之手腕技巧表演，要完整展現各種轉盤之動作技巧，至少需 1 至 3 年之時間磨練，是傳統雜技項目中表演難度相當高的演出節目。

轉盤子的技巧，首先要維持手腕動但手臂不動。力道平均，且找到盤子中心點，隨著轉動時的方向擺動手腕，順著動。



3. 3-1 粹以「力」來說明(先不以「力矩」或「角動量」的觀念)，請問陀螺這類的自轉玩具是怎麼轉起來的呢？

答：

陀螺有離心力，有了它才可以轉起來，如果陀螺沒有離心力的話，就會倒下去。當然只有離心力也不夠，陀螺的直徑、重心也是影響的因素喔！我們的生活中處處都有離心力，像洗衣機、開車到彎道、運動會賽跑經過彎道的拉力等等，都有離心力的作用。

原來陀螺旋轉是有離心力，但是離心力只是動力之一，真正一顆可以轉很久的陀螺是需要結合其他原理，譬如拋擲技巧、磨擦力或風力等等，這些原因都要看是什麼陀螺而定。

在物理力學原理中，以牛頓的運動定律可以解釋陀螺轉動的原因。

牛頓第一運動定律又稱為慣性定律，它說明當一個力學系統（物體）受到數力的作用，若其合力（大小、方向）為零，且各力對任一點之力矩和亦為零時，就稱此力學系統是處於平衡狀態。換言之，當物體呈現一種「動者恆動、靜者恆靜」的狀態時，即可稱之為「平衡」。物體在很多情況下都能呈現平衡狀態，不只是在靜止的時候，當它在動的時候也會達到平衡（包括星體的運行也是），有些平衡狀態能持久，而有些只是短暫現象。一般而言，靜態的平衡大多屬於穩定平衡，動態的平衡則多屬於不穩定平衡；接著受到空氣阻力、地面摩擦、或陀螺重心問題等各因素的影響，使其旋轉的力道逐漸減弱，等到旋轉的動力消失時，陀螺也跟著左搖右晃的倒了下來。

3-2 陀螺抗拒地心引力，能使重的一端在上而不倒下，必定有個垂直向上的力在支撐，這個力是怎麼來的？

答：

陀螺在旋轉的時候，不但圍繞本身的軸線轉動，而且還圍繞一個垂直軸作錐形運動。也就是說，陀螺一面圍繞本身的軸線作「自轉」，一面圍繞垂直軸作「公轉」。陀螺圍繞自身軸線作「自轉」運動速度的快慢，決定著陀螺擺動角的大小。轉得越慢，擺動角越大，穩定性越差；轉得越快，擺動角越小，因而穩定性也就越好。這和人們騎自行車的道理差不多。其中不同的是，一個是作直線運動，一個是作圓錐形的曲線運動。陀螺高速自轉時，在重力偶作用下，不沿力偶方向翻倒，而繞道支點的垂直軸作圓錐運動的現象，就是陀螺原理。

當陀螺受力旋轉時，因各方向離心力總和達到平衡，因此陀螺能暫時用軸端站立，保持平衡現象，而這就是牛頓第二定律中，外力作用會使物體產生加速度。



4. 4 有些陀螺能很穩定的垂直轉動，有的卻狂亂的產生進動現象(陀螺本身著垂直軸旋轉)；有些能好好轉、固定地方轉，有些在穩定前卻相當慌忙似的。能以陀螺的大小、外型、重心……等特質來說明其中的原理嗎？

答：

先了解 陀螺的原理：當一個力學系統（物體）受到數力的作用，若其合力（大小、方向）為零，且各力對任一點之力矩和亦為零時，就稱此力學系統是處於平衡狀態。綜合上述原理，影響陀螺轉的久的因素：陀螺軸端的點面積（越小越久）、陀螺的真圓度（越趨近真圓越久）、陀螺的軸端要位於陀螺圓形的圓心（軸端要越近圓心越久）、陀螺的軸端接觸地面要平坦（越平越久）、陀螺轉動的力道（越大越久）。

5. 有種外觀像「蘑菇」的陀螺，是一個很大的半球跟另一端的小棒棒。

若把它球面朝下旋轉，它會自己很快翻個身以小棒棒旋轉，較重的頭反而舉在空中。

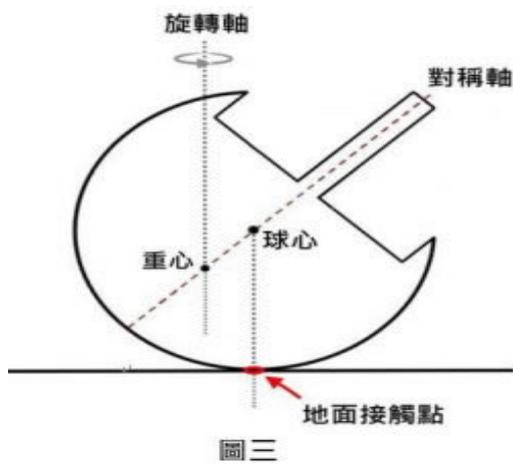
5-1 為什麼它會翻身、什麼力量使它能對抗地心引力？

5-2 使陀螺上下反轉，為什麼較重的一端在下旋轉不穩定，重端在上反而穩定？

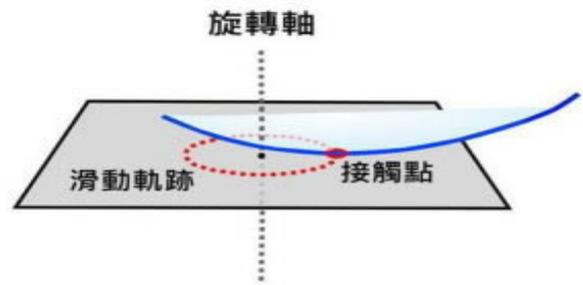
答：倒轉陀螺在翻轉時，其軸的轉向會改變，因為在翻轉的過程中，必須遵守角動量守恆，但從上方來看，其實翻轉前後的轉向是相同的。以下簡述其翻轉原理，大多數研究者認為滑動摩差力是重要的，因為在翻轉過程中，其質量中心上升，也就是需要一能量來幫助其做功，因此翻轉後轉速會變慢，滑動摩差力對倒轉陀螺的影想主要來自於，滑動摩差力會給予倒轉陀螺一個力矩，使其翻轉。陀螺的倒轉和其重心偏移的角度有關。分析的結果顯示：陀螺重心偏下方，所以倒轉後，重心移到上面，會使重心到陀螺旋轉支點的連線與中心線的夾角角度變小，因此倒立的陀螺晃動會比較小，比較穩定；而陀螺

正轉時，因重心到支點的連線與中心線的夾角角度較大，造成陀螺旋轉時的晃動也大，因此產生動摩擦力的時間也較長，這正是推動陀螺翻轉的力量來源。而倒立後，重心到支點的角度較小，不易晃動所以陀螺自然就翻轉過來了。

倒轉陀螺「轉軸朝上」旋轉時，因陀螺重心位於球體中心的下方，故陀螺會從「轉軸朝上」旋轉，會逐漸翻轉變成「轉軸朝下」旋轉。當倒轉陀螺翻轉成「轉軸朝下」旋轉時，重心就移動至球體中心的上方，成為與傳統基本型陀螺一樣的穩定旋轉模式。



圖三



圖四

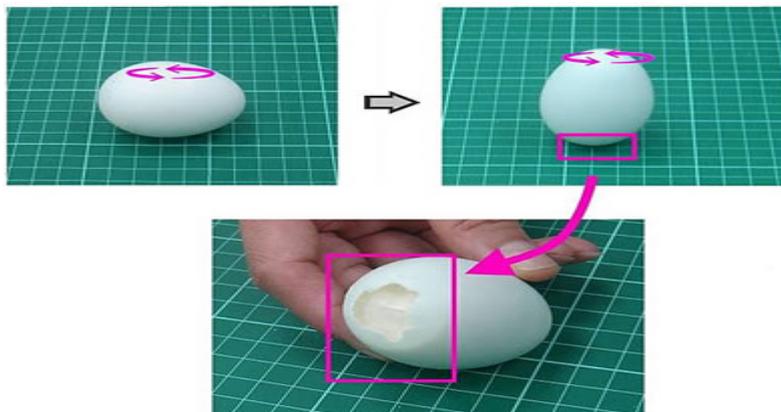


※延伸的科學遊戲：

類似的原理發生在熟鴨(雞)蛋的旋轉(註：不能用生的蛋)。一般的熟鴨蛋不是完美的橢圓形，當我們將熟鴨蛋平放後快速旋轉，熟鴨蛋不會保持平躺，而是豎立起來旋轉！

有趣的是；鴨(雞)蛋裡面都有氣室，如果不敲破鴨蛋，怎樣才能知道氣室位於哪一端？除了使用燈泡照光，可以看到比較透光的氣室，還可以用旋轉的方式喔！

讓鴨蛋豎立旋轉之後，抓住鴨蛋直接敲破蛋殼，也就是將接觸桌面旋轉的那一端敲破，就是有氣室的那一端。其原因就和倒立陀螺的原理一樣。鴨蛋的氣室如同圖一倒立陀螺的上半部，使得重心較為遠離旋轉中心，因而造成同樣效果的旋轉現象。



另一個利用旋轉的戲法是：分辨讓熟鴨蛋和生鴨蛋。將鴨蛋平放後輕輕旋轉，不要太用力（避免豎立起來旋轉），判斷生、熟鴨蛋的方法如下：（1）旋轉較快停止的，且伴隨容易晃動現象的，是生鴨蛋。（2）鴨蛋旋轉中，還沒停止時，以手指頭由上方壓住鴨蛋中央（旋轉軸的位置），壓住後立刻放手，如果放手後還有旋轉現象，是生鴨蛋。放手後就安穩停住的，是熟鴨蛋。

上述的原理是因為生鴨蛋裡面是流體，旋轉時，蛋殼裡的流體並非同步的與蛋殼一起旋轉，由於流體保持慣性的傾向，而使得旋轉的生鴨蛋較容易停下來。而一旦一起旋轉之後，生鴨蛋被手指頭壓住不動的瞬間，蛋殼裡的流體尚未完全停止，因此手指頭一放鬆，流體又帶動蛋殼一起旋轉了。

判斷生蛋或熟蛋的方法，是將兩顆雞蛋放在桌上並且讓蛋旋轉，然後用手指把它暫停，再迅速放手。熟蛋將會保持靜止而生蛋卻會繼續轉動。這是因為在旋轉的同時，若是用手短暫地觸碰蛋殼，讓它停止轉動，蛋殼裡面的液體還是會繼續轉動，因此，便存在了一個力矩。只要手一離開，它又會慢慢的轉起來。

6. **6-1** 說明你怎麼做才能使扯鈴流暢的轉動？扯鈴在轉動時會較穩定的原因是什麼？為何你必須不時對它做調整？

6-2 假如有一端扯鈴往下傾，你要怎麼操作才能使線軸恢復水平？想讓它向左溜，又該如何操作？

答：扯鈴是一種很古老的玩具，是由兩個圓錐體組成類似線軸的形狀，再用一條繩子來拉動，而繩子的兩端各綁上一根棍子以利拉動。要使扯鈴轉動首先要將右手（左手）的棍子放低，在以流暢的動作將右手（左手）提高，扯鈴便會開始轉動，但是，當操作者停止動作的時候扯鈴便會開始不穩或是下傾。假設當時的扯鈴由自身向外看，是以逆時針旋轉，而它的外端開始下傾。操作者便應該將左手放鬆且使左手略低於原本的位置，再用右手把繩子往上拉，並且朝向自己。如此一來，拉力的力矩會改變了扯鈴的角動量，使它回到水平。

