

筒筒站起來

校名：高雄市鳳山區文德國小

指導老師：張永光

壹、旨趣(目的):以不同材質、直徑大小不一、長短不同的圓筒，讓圓筒自由掉落碰撞桌面彈跳站立，而站立後未倒下即闖關成功。

貳、準備器材：紙筒的長度大約是直徑的 1.5~2.5 倍（洋芋片筒、捲筒衛生紙筒、保鮮膜軸心紙筒...等等）

參、活動過程：任取一圓筒(有數種長度)，距離桌面或地面數公分以上的高度(視圓筒長度而有不同高度)，橫著拿或直著拿都可以，然後讓圓筒自由掉落(圖一、圖二)。

試看看，哪種方式與掉落的高度可以讓圓筒掉落經彈跳後，圓筒能直立站著(圖三)？



圖一

或



圖二



圖三



或



肆、原理探討: 作用力與反作用力，動能與位能的轉換概念

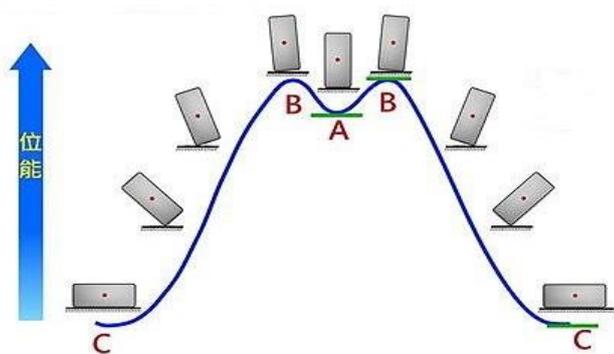
筒子撞擊桌面彈跳時，筒子直立、傾斜與平躺時有不同的「位能」。筒子平躺時，由於重心最低，因此位能最小。而筒子直立且稍微傾斜時，重心最高，因此位能最大。筒子以直立的方式自由掉落，最後總是平躺著，不會直立。換言之，以直立的方式讓筒子自由掉落，無法讓筒子保持直立。如果筒子以水平的方式自由掉落，就可以直立了。

以上的過程進一步說明如下：

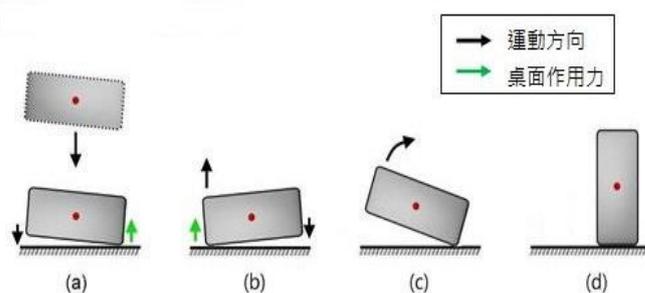
(1)筒子以直立的方式自由掉落，變化過程通常是 $A \rightarrow B \rightarrow C$ ，但不是總是如此。因為如果筒子距離桌面的距離很短，例如 0.1 公分高，則筒子撞到桌面時，動能有限，無法越過 $A \rightarrow B$ 的能量障礙，則會回到 A 而保持直立！

(2)同樣的問題；筒子以水平的方式自由掉落，變化過程有可能是 $C \rightarrow B \rightarrow A$ ，如果能量（動能）夠大，也可能變成 $C \rightarrow B \rightarrow A \rightarrow B \rightarrow C$ ，亦即筒子持續運動而跳回 B、C，而沒有保持在 A 或者說如果能量不夠，無法越過 $C \rightarrow B$ 的能量障礙，則筒子無法由 C 達到 B，那也就無法到達 A 了。因此筒子的高度成為很重要的因素，因為高度可以提供筒子適當的動能（由高度變化的位能轉換為動能）。這也是為什麼要成功達成筒子保持直立，一定要保持特定高度的原因。

進一步探討筒子的直立過程的變化；仔細觀察平放的筒子掉下來到直立站立的過程，可以發現筒子不是直上直下的彈跳，而是略為傾斜的彈跳。(a)筒子略為傾斜的掉下來（完全水平會無法成功），撞擊桌面時，桌面給予筒子右邊反作用力，使得筒子的右邊往上彈跳，此時筒子左邊仍往下運動。(b)筒子左邊撞擊桌面，桌面同樣給予反作用力，使得左邊往上彈跳，同時以重心為旋轉軸使筒子右邊往下運動而停在桌面上。(c)筒子持續以重心為旋轉軸，繼續運動。(d)最後停留在直立的狀態。以上的過程是在適當的高度掉落的結果，如果一開始筒子太高，則步驟(C)的動能過大，則筒子不會停在(d)，而是持續運動而翻倒了。(圖五)



圖四



圖五