



2008 中學物理學科能力競賽決賽

本試卷為動手做實驗題，佔總分 30%，測驗時間為 10:00-10:50。時間分配如下：

10:00-10:05 分發實驗材料及（每人一份）。

10:05-10:15 現場工作人員動手做實驗示範及引導模仿作實驗。

10:15-10:45 發放動手做實驗題試卷及答案卷（請填寫准考证號及姓名）。

10:45-10:50 繳回動手做實驗題試卷及答案卷。

1. 古圖的女孩拿了一根大筷子（約 30-40 公分），伸出兩根食指，將筷子放在兩根食指上，並將筷子保持水平。慢慢地將兩根食指往內滑動，使它們漸漸靠近。觀察這個過程中，你是否可能「同時」滑動兩根食指？如果可能，那表示滑動太快了；放慢動作，你應該無法同時滑動兩根食指：右邊滑動時，左邊是不滑動的；左邊滑動時，右邊是不滑動的；直到兩根食指碰在一起為止。請你解釋這個現象：為何兩根手指頭無法同時移動？



參考解答：

兩根食指承受的垂直力通常不一樣（偶而會一樣時，滑動食指的瞬間入不一樣了），造成兩根食指與筷子的摩擦力不一樣。只有摩擦力小的那根食指可以滑動，而摩擦力大的那根食指無法滑動。因為往內滑動的過程中，兩根食指所施加的水平力是一樣的（作用力與反作用力），此力量增加到克服較小的摩擦力，該食指即開始滑動，但是此力量還是小於較大的摩擦力，所以另一根食指無法滑動。

2. 手持一直立彈簧上端使其完全靜止於空中某一高度，釋放彈簧讓其自由落下，如右圖所示。（a）請問彈簧在自由落下觸地前之過程中，其長度是否保持不變？（b）請以力學原理分析，並具體說明上述問題中彈簧之行為。



參考解答：

(a) 彈簧在自由落體過程中，其長度快速縮短。

(b) 取部分彈簧進行自由體受力分析，可發現於釋放瞬間彈簧上端之受力最大 $T = W$ (其中 T 為彈簧張力， W 為彈簧自重)，下端受力最小 $T = 0$ ，各處受力不同 (可由彈簧之非均勻變形察覺)，因此加速度不同，而造成長度變化。

3. 圖 3-1、圖 3-2、與圖 3-3 是一個迴力鏢 (boomerang) 的操作照片。本迴力鏢與澳洲原住民所使用的迴力鏢雖然外觀不太相同，但是功能是很類似，它們都具有飛行與迴旋的能力。由實驗可以發現，要控制迴力鏢的飛行滯空時間與迴旋到原地的能力與本迴力鏢的舵面角有關，如這些照片所示：圖 3-1 為舵面水平時，圖 3-2 為舵面向下，圖 3-3 為舵面向上。請回答下列問題 (a) 討論為何本迴力鏢有騰空飛行與迴旋的能力？ (b) 討論本迴力鏢的舵面控制的功能為何？並討論舵面角向上或向下時，其飛行效能為何？



圖 3-1



圖 3-2



圖 3-3

參考解答：

(a) 當迴力鏢射出時，必須有一個上仰角 (pitching angle)，以及同時作自旋 (spinning) 飛行，因此迴力鏢除了有向前穩定騰空飛行的能力外，同時也有上仰角而會產生向上的升力與向前的分力，此二力正好同時克服 (或是平衡) 了向下的重力與阻力。因為迴力鏢做自旋飛行時，會產生側向力 (side force)，因而會產生向心力，因此迴力鏢會做轉彎 (即迴旋) 的動作。

(b) 若迴力鏢的舵面向下時，因為會產生迴力鏢上面的壓力較小於下面的壓力，因此產生的向上升力較大。但若迴力鏢的舵面向上時，則結果相反，即會產生負升力，此時迴力鏢恐怕無法飛行。