

【2021科學探究競賽-這樣教我就懂】

高中(職)組 成果報告表單

題目名稱：重力彈弓效應

一、摘要：

大家知道地球發射出的太空船出了地球是如何加速的嗎？當我們要發射一個太空船到火星時，我們會把太空船往金星方向發射，為什麼呢？因為太空船會受到金星的引力吸引，以至於改變太空船的方向以及幫太空船加速，藉此省燃料錢和時間，這個做法是不是很聰明呢？而在過程中，太空船就會像是被金星彈出去一樣，因此被叫做重力彈弓，其過程就好像牛頓擺的球被彈出一般，於是我們想探究牛頓擺和重力彈弓的原理。

二、探究題目與動機

探究動機：

之前上物理課時老師有提到想找人來幫忙製作牛頓擺，而我們就自告奮勇接下這個任務，在我們製作前有先上網查詢牛頓擺擺動的原理，大概先了解彈性碰撞和動能守恆，後來在我們製作過程中，物理老師給我們建議說有一個東西叫做重力彈弓，老師跟我們說牛頓擺和重力彈弓的原理是一樣的，所以我們可以藉由牛頓擺擺動情況來了解重力彈弓是如何運作的，並延伸探討若質心未對準時對於重力彈弓的影響。

三、探究目的與假設

探究目的：

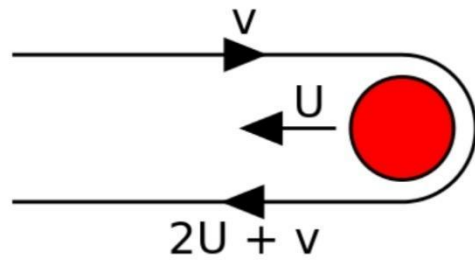
- 一.透過牛頓擺的擺動來探討重力彈弓的原理，研究行星的重力如何替太空船加速。
- 二.質心若未對準時，對於太空船的速度會減慢。

假設：

假設重力彈弓的原理與牛頓擺相同。

原理：

重力彈弓是太空當中常見的一項技術，這個原理就是當飛行器以速率 v 飛往行星時，行星也同時以速率 u 飛往太空船，則飛行器會被行星的引力所吸引並改變前進方向，當飛行器轉到和行星前進方向相同而甩出時，飛行器就會以 $v+u$ 的相對速度(相對於行星)，但行星本身也以 u 速率前進，於是靜止的觀測者會看到飛行器以 $2u+v$ 的速度向左運動。而此運動因為過程中整個系統動能沒變，也就是彈性碰撞，而牛頓擺也是彈性碰撞(沒有空氣阻力時)。



四、探究方法與驗證步驟

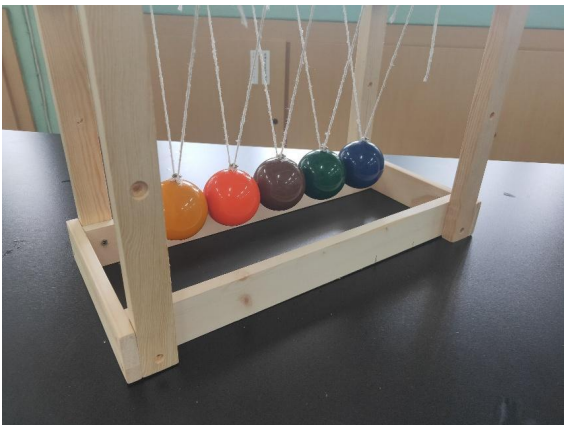
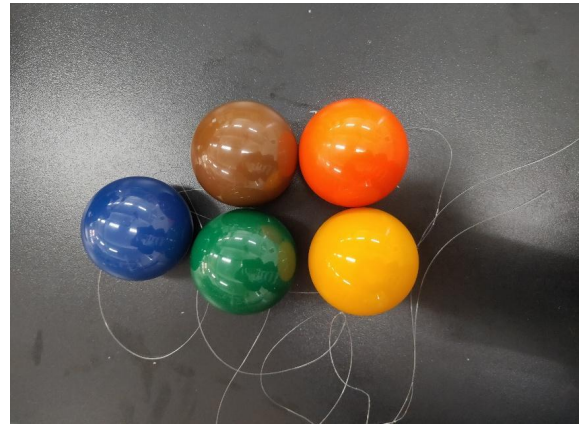
探究方法：

1. 製作一個牛頓擺,觀察球體的擺動,其原理跟重力彈弓相似。牛頓擺是透過球體間的碰撞,導致動能傳遞,造成一系列的彈性碰撞,因過程中不受任何外力影響,故整個過程遵守力學能守恆。而重力彈弓是太空船靠近行星,藉著行星的重力來更改方向及加速,飛行過程中產生的運動效果就像太空船被行星反彈開了,此情況也是彈性碰撞。
2. 檢測牛頓擺在質心在是否有對準的情況下的運動時間長短分別觀察質心對準時與偏差時的擺動週期

驗證步驟：

1. 準備五顆大小、質量皆相同的球(彈性係數足夠)
2. 準備五條棉線(一樣長的)
3. 準備木頭
4. 將線的一端綁在球上
5. 利用木頭來製作牛頓擺的架子
6. 將線綁在架子上(質心一定要對準!!!)
7. 觀察牛頓擺擺動情形
8. 探討彈性碰撞

製作牛頓擺圖片：



	質心有對準時	質心未對準時
第一次	5秒	3秒
第二次	6秒	3秒
第三次	5秒	2秒
平均	5.3循環	2.6循環

五、結論與生活應用

結論：

透過這個實驗，我們利用牛頓擺的彈性碰撞來了解重力彈弓的原理。

若在質心未對準的情況下，則牛頓擺的擺動時間會減少，故推測若是太空船沒對準行星的質心，則甩出的速度會減慢。

生活應用：

重力助推也能被用於降低飛行器的速度。1974年的水手10號以及後來的信使號即通過重力助推實現了減速，兩者都是飛往水星的探測器。

參考資料

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%87%8D%E5%8A%9B%E5%8A%A9%E6%8E%A8>

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%89%9B%E9%A1%BF%E6%91%86>