

2024 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

世紀大難題組 成果報告表單

題目(作品)名稱：到底是誰的問題?由太空漫步機探討單擺運動

一、摘要：

對靜止的單擺施力，會使其開始運動，探討改變其中的某項變因，哪些會影響單擺的運動狀態與情形，經實驗後發現，只有單擺擺動時是否有多加施力和擺長長度才會導致單擺擺動速度不同，而單擺擺錘質量與擺動夾角並不影響單擺擺動速度。那麼，我們便可利用單擺擺長不同導致的頻率不同運用到古老的單擺掛鐘上，藉由調整單擺擺長，來調整時鐘的精準度外等等。

二、探究題目(創意作品)與動機

"單擺"是由科學家伽利略發現的，當時他在教堂時發現教堂頂部的吊燈有規律地在搖晃，所以進一步研究發現其中的奧秘。沒想到我們有一天也能成為小小科學家，在公園玩的時候發現太空漫步機擺盪速度似乎有點不一樣，這就激起了我們的好奇心，並決定用這個實驗來解開我們的好奇心。

三、探究(創作)目的與假設

目的:了解是甚麼因素導致了單擺的擺動速率的不同。

假設一:擺長長度、施力、夾角角度相同的單擺改，變擺錘的重量，觀察不同重量的擺錘是否會對單擺的擺動時間產生影響。

假設二:擺長長度、擺錘重量、夾角角度相同的單擺，改變施力大小，觀察不同施力大小是否會對單擺的擺動時間產生影響。

假設三:擺錘重量、施力、擺長長度相同的單擺，改變夾角角度，觀察不同的角度是否會對單擺的擺動時間產生影響。

假設四:擺錘重量、施力、夾角角度相同的單擺，改變擺長長度，觀察不同的長度是否會對單擺的擺動時間產生影響。

四、探究方法(製作原理)與驗證步驟

實驗一:改變擺錘質量

準備一條 50 公分的棉線，10 克、20 克、50 克重的擺錘，量角器，碼表，角架。

把棉線綁在角架上，並綁上擺錘，使得棉線垂直於地面，把量角器固定在角架與棉線固定處，90 度角處對齊棉線，接著將擺錘拉起至對齊 0 度角，放手的同時壓下碼表，計算單擺擺動 10 次所需時間，登記於表上。重複以上動作 5 次，並依序完成 10 克、20 克、50 克的擺錘。

根據實驗我們得到以下結果:

(表一:不同質量的擺錘，其單擺擺動時間比較)

	10 克	20 克	50 克(對照組)
1	14.79	13.38	14.74
2	14.06	14.56	14.68
3	14.53	14.72	14.21
4	13.26	13.98	14.21
5	14.59	14.51	14.33
平均	14.39	14.35	14.40 (單位:秒)

(去最大值與最小值再算平均)

我們發現不管是多重的擺錘，單擺擺動十次所需的時間都在誤差 0.1 秒內，所以我們得出結果-擺錘的質量並不影響單擺擺動的時間。

實驗二:改變施力大小

準備一條 50 公分的棉線，50 克重的擺錘，量角器，碼表，角架。

將棉線擺錘量角器用實驗一的方式固定於角架上，將擺錘拉起至 0 度角處，放手的同時壓下碼表，計算單擺擺動 10 次所需時間，重複以上動作 5 次，接著再把擺錘拉回至 0 度角處，在放手的同時對擺錘做個向下壓的力，壓下碼表並計算單擺擺動 10 次所需時間，重複以上動作 5 次(每次所施的力盡量相同)，並登記於表上。

根據實驗我們得到以下結果:

(表二:不同施力大小，其單擺擺動時間比較)

	直接放手(對照組)	放手時對擺錘施一個下壓的力
1	14.74	10.93
2	14.68	11.25
3	14.21	10.03
4	14.21	10.52
5	14.33	11.78
平均	14.40	10.9 (單位:秒)

(去最大值與最小值再算平均)

我們發現改變施力大小，會使單擺擺動十次所需的時間，發生巨大的改變，所以我們得出結果-改變施力大小會影響單擺擺動的時間。

實驗三:改變夾角角度

準備一條 50 公分的棉線，50 克重的擺錘，量角器，碼表，角架。

將棉線擺錘量角器用實驗一的方式固定於角架上，將擺錘拉起至 0 度角處，放手的同時壓下碼表，計算單擺擺動 10 次所需時間，重複以上動作 5 次，依序完成 0 度、20 度、45 度

角，並登記於表上。

根據實驗我們得到以下結果:

(表三:不同擺錘角度，其單擺擺動時間比較)

	180 度(對照組)	140 度	90 度
1	14.74	14.36	14.61
2	14.68	10.02	15.28
3	14.21	14.55	14.42
4	14.21	14.28	13.97
5	14.33	14.59	14.38
平均	14.40	14.39	14.47 (單位:秒)

(去最大值與最小值再算平均)(夾角小於 10 度擺動幅度過小無法有效行實驗，故不做夾角小於 10 的單擺實驗)經實驗結果得知我們發現夾角為多少，單擺擺動十次所需的時間都在誤差 0.1 秒內，所以我們得出結果-夾角角度並不影響單擺擺動的時間。

實驗四:改變擺長長度

準備一條 50 公分、70 公分、30 公分的棉線，50 克重的擺錘，量角器，碼表，角架。

將棉線、擺錘、量角器用實驗一的方式固定於角架上，將擺錘拉起至 0 度角處，放手的同時壓下碼表，計算單擺擺動 10 次所需時間，並登記於表上，重複以上動作 5 次，接著依序完成 30 公分、70 公分擺長的單擺。

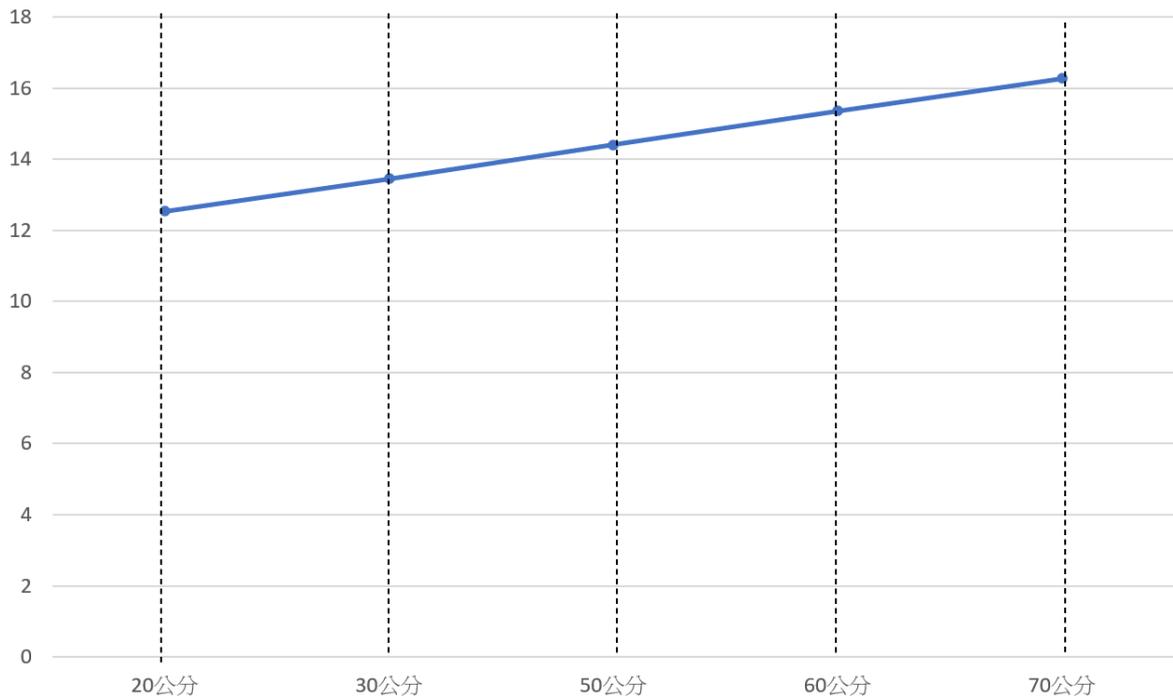
根據實驗我們得到以下結果:

(表四:不同擺長長度，其單擺擺動時間比較)

	50 公分(對照組)	30 公分	70 公分
1	14.74	13.08	16.25
2	14.68	12.54	15.98
3	14.21	12.59	16.24
4	14.21	12.47	16.38
5	14.33	12.37	16.31
平均	14.40	12.54	16.27 (單位:秒)

(去最大值與最小值再算平均)

我們發現擺長長度不同的單擺，其擺盪 10 次所需時間除了不一樣外，還發現他們之間似乎是近似倍數增長的，為了驗證我們的猜想，我們多做了擺長為 20 公分、60 公分的單擺將其作成了折線圖。



(圖 1:擺長長度關係折線圖)

我們發現單擺擺動時間與擺長長度成正比，也就是說單擺的擺長越長，單擺擺動 10 次所需時間也會增加，且兩者相除成定值。

五、結論與生活應用

根據以上 4 個實驗，我們了解單擺擺動所需時間和單擺擺長及擺動時的施力大小有關，且與擺長長度成正比。而且只要沒有外力的影響，就會遵守力學能守恆定律，我們可以運用在舉起物品時。當你舉起物體時，你的力量會克服物體的重力，使其開始運動，成功舉起物體，就像單擺一樣，從最高點落下，即由靜止開始運動。

運用以上實驗結果，我們可以將單擺運用到不同的地方，比如說我們常見的節拍器，他是利用擺錘移動來改變單擺擺長的長度，使其發出穩定及規律的頻率，進而輔助我們找到正確的節拍。又或者是運用在建築工程上面，世界上儘管在同一個國家但不同地區的房子都長得不太一樣，那是因為不同地區的土質、風速、天候都不太一樣。所以工程師在要設計房子的時候需要考慮最基本的高樓防震、防風程度。那麼為何要測量呢?當地震發生時，大樓會搖動，那麼我們知道距離支點越遠的擺錘擺動時所經過得路徑會比靠近支點的擺錘所經路徑來的長，所以高樓越高搖晃幅度越大，且高樓的支撐物是鋼筋和水泥，兩者的韌性都較小，所以當搖晃程度過大時，高樓就有可能斷裂倒塌造成人財損失。為了避免悲劇發生，工程師在建造前會使用複擺公式(利用複擺公式 $T=2\pi\sqrt{I/mgL}$) 算出週期，再利用周期和擺長算出建築最大擺幅)來預測建築振動模式及震幅大小，並對建築採取相應措施來減少震動時對建築物結構傷害。

參考資料

物理世界

<https://www.nmns.edu.tw/ch/exhibitions/galleries/science-center/physical-world/index.html>

忠實的牛頓擺

<https://www.nmns.edu.tw/ch/learn/online-museum/science-video/ResourceVideo-000135/>

功、動能、位能與力學能守恆

<https://www.youtube.com/watch?v=Z-3G0g6TRHc>