

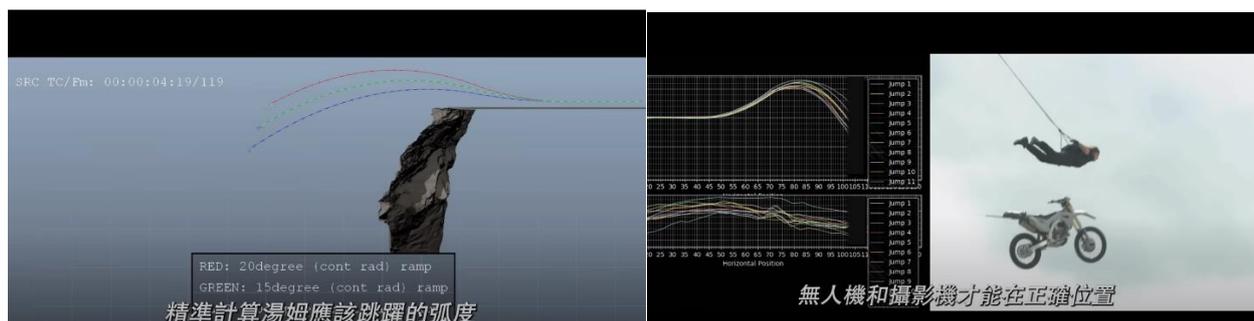
2023 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

技高組 成果報告表單

題目(作品)名稱： 不可能的任務 7-簡易擺動探討

一、摘要

偶然在網路上看見了，不可能的任務 7，阿湯哥的特技幕後花絮 (<https://www.youtube.com/watch?v=fAS4bxGvZM8>)，提到在挪威騎一台摩托車衝下懸崖在定點跳傘，說明了為了演員安全，需要事先計算特技表演所需要的高度、速度與設計過程，便思索著用自己課堂所學的計算與呈現的方式，用簡易寶特瓶懸吊擺動，體會到特技表演的危險與阿湯哥的敬業，明白為何觀眾那麼喜歡阿湯哥的電影了。



圖一：特技表演前的計算情形(作者自網路截圖)

圖二：特技表演的實際情形(作者自網路截圖)

二、探究題目(創意作品)與動機

我們使用 600ml 寶特瓶(空瓶、半滿 300ml、全滿)，呈現三種不同的重量；使用三種綁繩(橡皮筋、尼龍繩、電線)探討差異，但是因為物體速度的關係，無法精準捕捉秒數，故利用影片後製時間(1 秒 30 幀)，來探討這九種可能性如果要三種同時呈現時空瓶(無人機)、半滿 300ml(阿湯哥)、全滿(摩托車)，最佳組合。為了拍攝明顯為了拍攝明顯，我們是在寶特瓶填裝機油，滿瓶 600ml=510g、半瓶 300ml=255g、空瓶 0ml；空瓶重 20 克，1L 機油大約是 0.85 公斤，擺盪原始高度 126 公分，T1=橡皮筋，T2=電線，T3=尼龍繩。

三、探究(創作)目的與假設

公式:單純算擺動前後

(最高點靜止 $mgh_1 = mgh_2 + T_1$)



2. 探討擺動最低高度與擺動至最低與最高時間



圖三：後製呈現情況(作者自製)

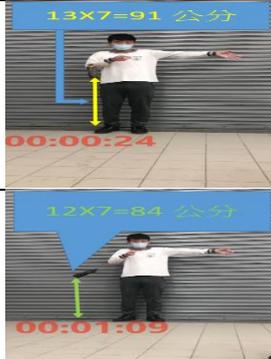
物體速度的關係，無法精準捕捉秒數，故利用影片後製時間(1 秒 30 幀)，並事先測量鐵門鐵片高度，透過影片呈現換算成實際高度。如圖三

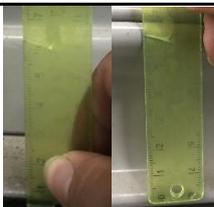
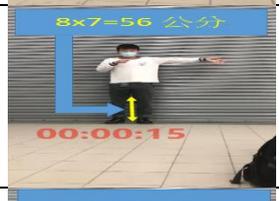
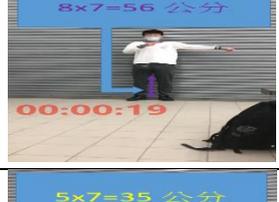
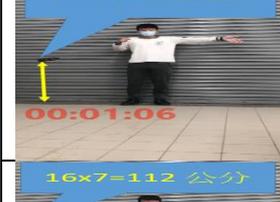
四、探究方法(製作原理)與驗證步驟

1.實驗過程規劃

	寶特瓶空瓶	寶特瓶半滿 300ml	寶特瓶全滿 600ml
橡皮筋	1. 寶特瓶 <u>空瓶</u> ， <u>使用橡皮筋</u> ，測量擺動前後、擺動最低高度與擺動至最低與最高時間。 2. 寶特瓶 <u>半瓶</u> ， <u>使用橡皮筋</u> ，測量擺動前後、擺動最低高度與擺動至最低與最高時間。 3. 寶特瓶 <u>滿瓶</u> ， <u>使用橡皮筋</u> ，測量擺動前後、擺動最低高度與擺動至最低與最高時間。		
尼龍繩			
電線			

2.實驗過程呈現

寶特瓶狀態	擺動前	鐵門高度計算	擺動後高度與時間	擺動最低高度與時間
1.寶特瓶 <u>空瓶</u> ， <u>使用橡皮筋</u>				
2.寶特瓶 <u>半瓶</u> ， <u>使用橡皮筋</u>				
3.寶特瓶 <u>滿瓶</u> ， <u>使用橡皮筋</u> —物品著地				

4.寶特瓶 <u>空瓶</u> ·使用 <u>尼龍繩</u>	mgh1 m：寶特瓶空瓶 0.02kg m：寶特瓶半瓶 0.255kg	 實際測量情形	 $13 \times 7 = 91$ 公分 00:01:00	 $7 \times 7 = 49$ 公分 00:00:18
5.寶特瓶 <u>半瓶</u> ·使用 <u>尼龍繩</u>	瓶 0.255kg m：寶特瓶滿瓶 0.51kg		 $16 \times 7 = 112$ 公分 00:01:00	 $8 \times 7 = 56$ 公分 00:00:15
6.寶特瓶 <u>滿瓶</u> ·使用 <u>尼龍繩</u>	h1：126cm		 $15 \times 7 = 105$ 公分 00:01:02	 $8 \times 7 = 56$ 公分 00:00:19
7.寶特瓶 <u>空瓶</u> ·使用 <u>電線</u>			 $12 \times 7 = 84$ 公分 00:01:06	 $5 \times 7 = 35$ 公分 00:00:21
8.寶特瓶 <u>半瓶</u> ·使用 <u>電線</u>			 $16 \times 7 = 112$ 公分 00:01:04	 $6 \times 7 = 42$ 公分 00:00:17
9.寶特瓶 <u>滿瓶</u> ·使用 <u>電線</u>			 $14 \times 7 = 98$ 公分 00:01:05	 $6 \times 7 = 42$ 公分 00:00:20

3.實驗數據呈現

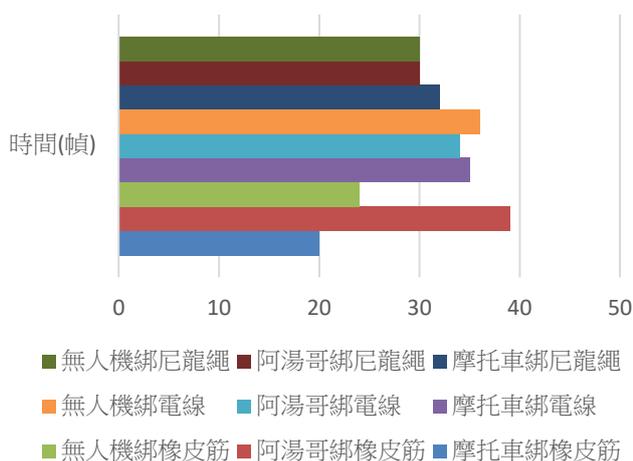
滿瓶 600ml=510g、半瓶 300ml=255g、空瓶 0ml；空瓶重 20 克，1L 機油大約是 0.85 公斤，擺盪原始高度 126 公分，T1=橡皮筋，T2=電線，T3=尼龍繩。

3-1 寶特瓶不同情形擺動到最高點實驗數據整理

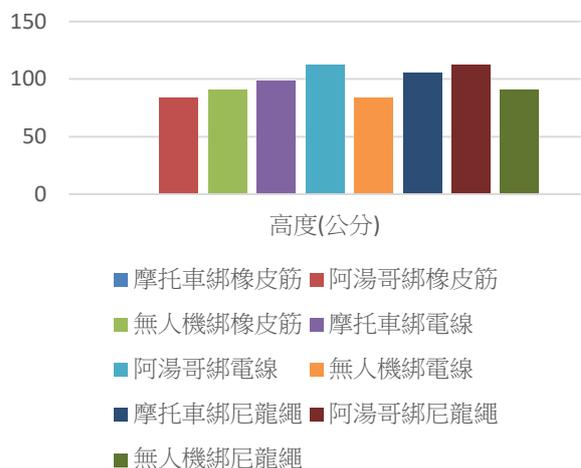
	時間(幀)	高度(公分)	mgh1(焦耳)	mgh2+T1(焦耳)	T(焦耳)
橡皮筋滿瓶已擺動(模擬摩托車綁橡皮筋)	20 幀	0	$0.51 \times 9.8 \times 1.26 = 6.3$	$0.51 \times 9.8 \times 0 + T1$	6.3 J 著地
橡皮筋空瓶已擺動(模擬無人機綁橡皮筋)	24 幀	91	$0.02 \times 9.8 \times 1.26 = 0.246$	$0.02 \times 9.8 \times 0.91 + T1$	$T1 = 0.068$ J
橡皮筋半滿已擺動(模擬阿湯哥綁橡皮筋)	1 秒 9 幀	84	$0.255 \times 9.8 \times 1.26 = 3.15$	$0.255 \times 9.8 \times 0.84 + T1$	$T1 = 1.05$ J

電線滿瓶已擺動(模擬摩托車綁電線)	1 秒 5 幀	98	0.51X9.8X1.26=6.3	0.51X9.8X0.98+T2	T2=1.4 J
電線空瓶已擺動(模擬無人機綁電線)	1 秒 6 幀	84	0.02X9.8X1.26=0.246	0.02X9.8X0.84+T2	T2=0.081 J
電線半瓶已擺動(模擬阿湯哥綁電線)	1 秒 4 幀	112	0.255X9.8X1.26=3.15	0.255X9.8X1.12+T2	T2=0.35 J
尼龍繩滿瓶已擺動(模擬摩托車綁尼龍繩)	1 秒 2 幀	105	0.51X9.8X1.26=6.3	0.51X9.8X1.05+T3	T3=1.05 J
尼龍繩空瓶已擺動(模擬無人機綁尼龍繩)	1 秒	91	0.02X9.8X1.26=0.246	0.02X9.8X0.91+T3	T3=0.07 J
尼龍繩半瓶已擺動(模擬阿湯哥綁尼龍繩)	1 秒	112	0.255X9.8X1.26=3.15	0.255X9.8X1.12+T3	T3=0.35 J

時間幀的呈現



擺盪最高高度呈現



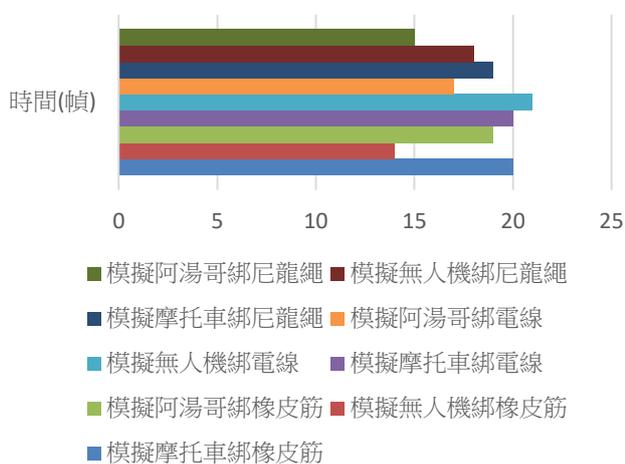
3-1-1 拍攝情況考量：

- (1)以時間為基準考量：如果無人機在前，阿湯哥跟機車在後(從阿湯哥正面拍攝)，最佳情況是：無人機綁尼龍繩(30 幀)、阿湯哥綁尼龍繩(30 幀)、摩托車綁尼龍繩(32 幀)
- (2)以時間為基準考量：如果無人機在後，阿湯哥跟機車在前(從阿湯哥後面拍攝)，最佳情況是：無人機綁電線(36 幀)、阿湯哥綁電線(34 幀)、摩托車綁電線(35 幀)
- (3)以擺動最高點(刺激度)為基準考量：如果無人機在上方，阿湯哥跟機車在下方，最佳情況是：無人機綁橡皮筋(91cm)、阿湯哥綁橡皮筋(84cm)、摩托車綁橡皮筋(0cm-直接墜地)
- (4)以擺動最高點(刺激度)為基準考量：如果無人機在下方，阿湯哥跟機車在上方(飛越無人機拍攝法)，最佳情況是：無人機綁電線(84cm)、阿湯哥綁尼龍繩(112cm)、摩托車綁尼龍繩(105cm)

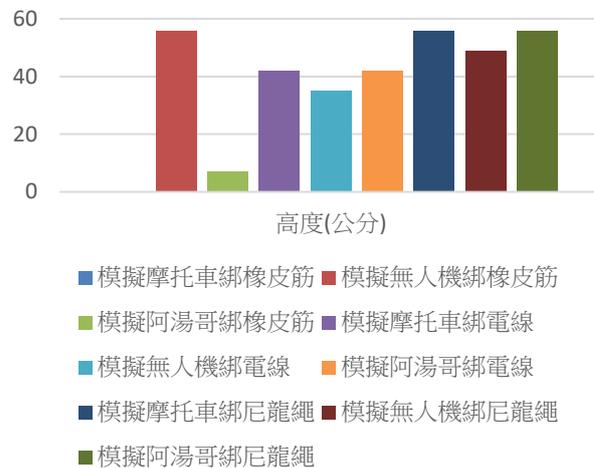
3-2 寶特瓶不同情形擺動到最低點實驗數據整理

	時間	高度	mgh1	mgh1=mgh2+1/2mv ² +T1
橡皮筋滿瓶最低點(模擬摩托車綁橡皮筋)	20 幀	0 公分	0.51X9.8X1.26=6.3	0
橡皮筋空瓶最低點(模擬無人機綁橡皮筋)	14 幀	56 公分	0.02X9.8X1.26=0.246	0.02X9.8X0.56+1/2mv ² +T1
橡皮筋半滿最低點(模擬阿湯哥綁橡皮筋)	19 幀	7 公分	0.255X9.8X1.26=3.15	0.255X9.8X0.07+1/2mv ² +T1
電線滿瓶最低點(模擬摩托車綁電線)	20 幀	42 公分	0.51X9.8X1.26=6.3	0.51X9.8X0.42+1/2mv ² +T2
電線空瓶最低點(模擬無人機綁電線)	21 幀	35 公分	0.02X9.8X1.26=0.246	0.02X9.8X0.35+1/2mv ² +T2
電線半瓶最低點(模擬阿湯哥綁電線)	17 幀	42 公分	0.255X9.8X1.26=3.15	0.255X9.8X0.42+1/2mv ² +T2
尼龍繩滿瓶最低點(模擬摩托車綁尼龍繩)	19 幀	56 公分	0.51X9.8X1.26=6.3	0.51X9.8X0.56+1/2mv ² +T3
尼龍繩空瓶最低點(模擬無人機綁尼龍繩)	18 幀	49 公分	0.02X9.8X1.26=0.246	0.02X9.8X0.49+1/2mv ² +T3
尼龍繩半瓶最低點(模擬阿湯哥綁尼龍繩)	15 幀	56 公分	0.255X9.8X1.26=3.15	0.255X9.8X0.56+1/2mv ² +T3

擺盪最低高度時間幀呈現



擺盪最低高度呈現



(1)以時間為基準考量：如果無人機在前，阿湯哥跟機車在後(從阿湯哥正面拍攝)，最佳情況是：模擬無人機綁尼龍繩(18 幀)、模擬阿湯哥綁橡皮筋(19 幀)或模擬摩托車綁尼龍繩(19 幀)、模擬摩托車綁橡皮筋(20 幀)或模擬摩托車綁電線(20 幀)

(2)以時間為基準考量：如果無人機在後，阿湯哥跟機車在前(從阿湯哥後面拍攝)，最佳情況是：模擬無人機綁電線(21 幀)、模擬阿湯哥綁橡皮筋(19 幀)或模擬摩托車綁尼龍繩(19 幀)、模擬摩托車綁橡皮筋(20 幀)或模擬摩托車綁電線(20 幀)

(3) 以擺動最低點(刺激度)為基準考量：如果無人機在上方，阿湯哥跟機車在下方，最佳情況是：模擬無人機綁橡皮筋(56cm)、模擬阿湯哥綁尼龍繩(56cm)、模擬摩托車綁尼龍繩(56cm)

(4)以擺動最低點(刺激度)為基準考量：如果無人機在下方，阿湯哥跟機車在上方(飛越無人機拍攝法)，最佳情況是：模擬無人機綁尼龍繩(49cm)、模擬阿湯哥綁尼龍繩(56cm)、模擬摩托車綁尼龍繩(56cm)

五、結論與生活應用

1. 生活中常常會有需要拍攝剪輯的情形，拍攝前的事先規劃與準備工作越詳細越好。
2. 一鏡到底，跟多鏡頭剪接可以交互運用。
3. 利用公式所求的能量與繩子的張力，是最基本安全係數考量，千萬不可忽視。

參考資料

1. 不可能的任務 7·阿湯哥的特技幕後花絮(<https://www.youtube.com/watch?v=fAS4bxGvZM8>)
2. 黃國淵，應用力學，全華。
3. <https://www.nmns.edu.tw/ch/exhibitions/galleries/science-center/physical-world/> 物理世界 - 國立自然科學博物館