



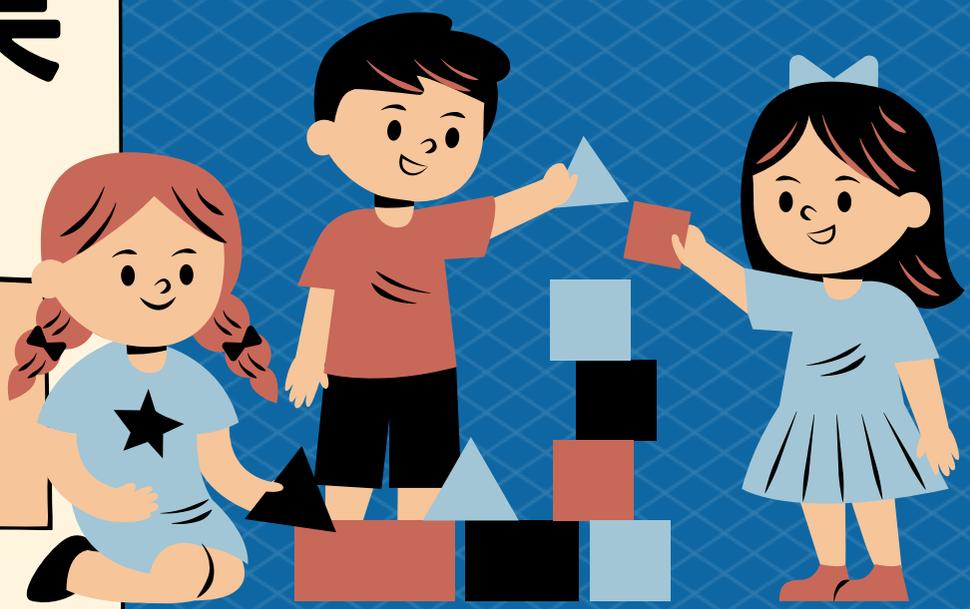
$$Y = MX$$

$$F = mg - f = mg - bv \rightarrow ma = MG - bv \rightarrow a = g - (bv/m)$$



自主學習成果

開放探究：探討不同質量對落地時間的影響



內容綱要

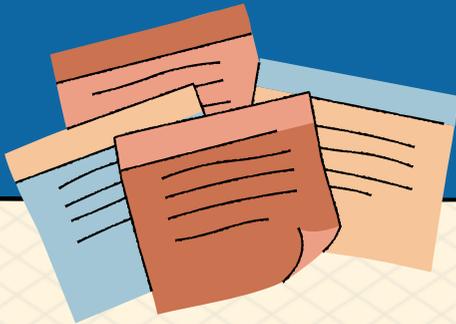
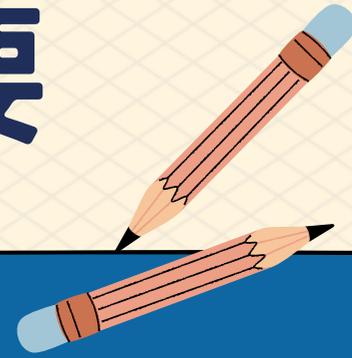
01.動機/目標

02.規劃期程過程

03.問題及解決

04.執行成果

05.省思&展望



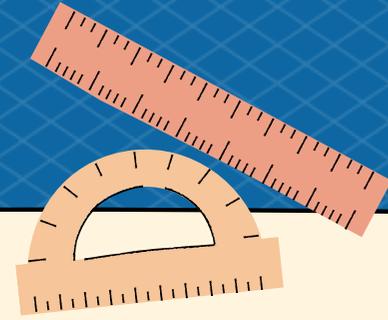
動機

探究實作課堂上老師希望我們能夠延續先前的椰子樹葉落地實驗自己完成探究。在之前椰子樹葉落下實驗中可以看到不同的椰子樹葉落下時間不同，因此我很好奇到底是什麼因素造成物體落下時間的不同，從以前學過的理想自由落體，我知道物體落下只受重力影響的話落下時間都是相同的。那真實情況的自由落體是因為什麼因素造成落下時間的不同呢？想要自己做實驗探討影響落帝時間的因素。



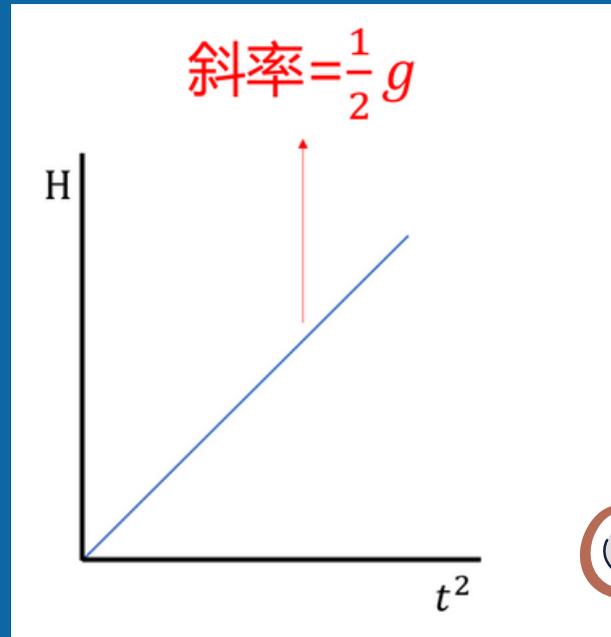
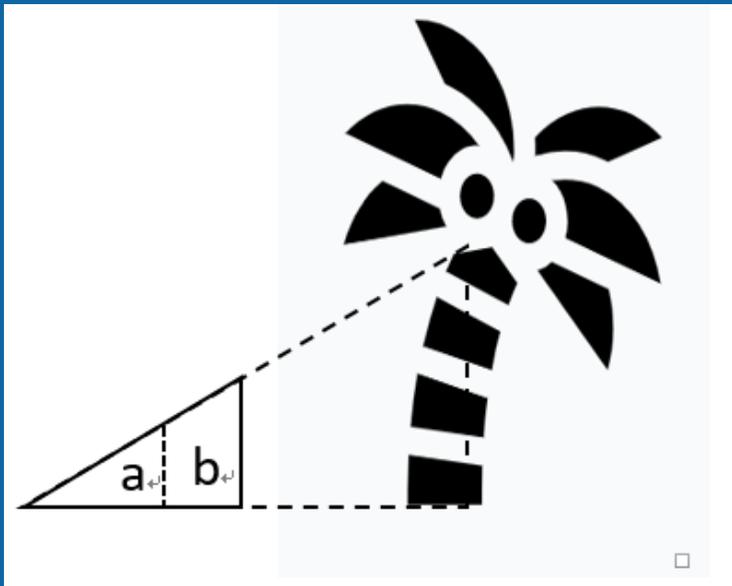
目標

我希望可以藉由這次機會自己做出完整的實驗，並且探討質量是否對物體落地時間有影響，也希望自己藉由這個實驗可以把之前所學融會貫通，做出完整的論證建模，由自己發想實驗媒材結合之前課堂上的經驗做出實驗並歸納結論。

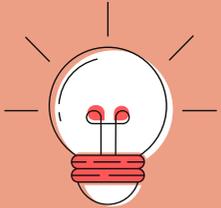


延續先前課堂的椰子樹實驗

椰子樹高度量測誤差探討 --> 椰子樹葉落下高度與時間關係建模 --> 開放探究：探討不同質量對落地時間的影響



規劃期程PROCESS(含策略)



**探究實作課
椰子樹實驗引導**

3-4月探究實作課

學習實驗方法
與建模公式



**第一週：
訂定主題&實驗規劃**

5月分按週執行

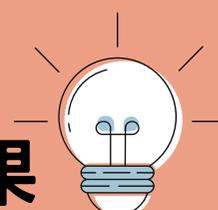
依照先前實驗
經驗訂立主題



**第二週：
執行實驗並記錄結果**

5月分按週執行

紀錄實驗結果
並繪製成表格



**第三週：
結果分析與結論**

5月分按週執行

參考先前建模方法
與圖表製作方式分析結果



問題及解決

問題

1. 確定操縱變因與控制變因：
控制變因物體外型一致性不知道
該如何維持。
2. 製作論證建模的圖表：
要了解物理公式並計算許多數據，
還要夠了解EXCEL製圖方式
才能好好完成。

解決

1. 老師建議可以使用黏土來塑型，
因此我決定使用黏土來捏出
外型相同質量不同的實驗物體。
2. 運用所學過的物理公式並花時間
好好算出數據，按照老師引導
使用EXCEL製作圖表，有疑問就
適時提出。



執行成果



1. 訂定研究主題 (確認關聯、變因 釐清、因果推論)



透過椰子樹葉落下的實驗中，我觀察到相同高度的大小椰子樹葉落下時間不同(現象)。

根據理想自由落體其落下時間應相同(科學知識)，我認為這個現象是樹葉質量不同，所受的阻力不同(基於科學知識的邏輯推論)所造成的。

我的研究問題為探討不同質量對落地時間的影響。

我的研究假設為質量會影響落地時間(對研究結果的猜想)。

執行成果

2.實驗規劃與執行

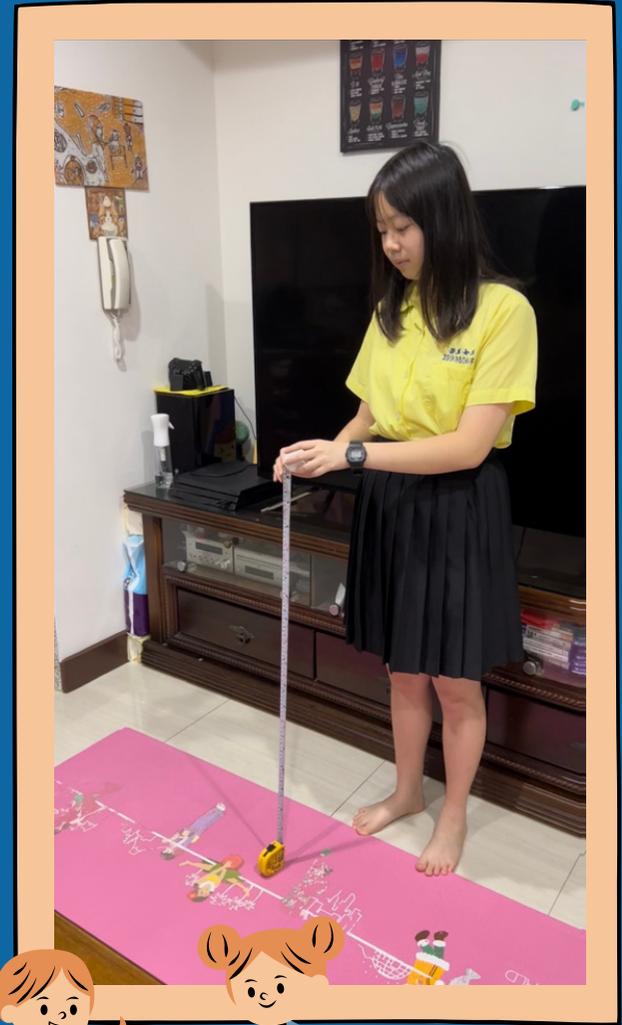
- 變因確認：
- 操縱變因：物體質量
- 應變變因：落下時間
- 控制變因：物體外形（圓形）、5個不同的墜落高度、墜落起始時間、物體朝向（下）、無風

- 1.實驗目的：探討質量對落地時間的影響
- 2.實驗器材：手機、黏土、硬幣、瑜珈墊、電子秤、直尺、捲尺



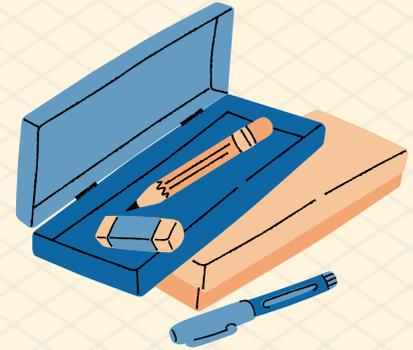
實驗步驟：

- (1)將黏土中放入不同數量的硬幣捏成5個外形相同（以直尺輔助）、質量不同的圓形。
- (2)待乾燥後放上電子秤測量每個黏土的質量大小並記錄。
- (3)實驗操作開始前，先在地面上鋪上瑜珈墊。
- (4)架好手機並開始錄影。
- (5)將5個不同質量的黏土分別從不同的5個高度（1公尺/1.3公尺/1.6公尺/1.9公尺/2.3公尺）以捲尺輔助依次丟下。
- (6)觀看影片並記錄每一次的落下時間。
- (7)分析數據並寫下結論



執行成果

4. 實驗記錄

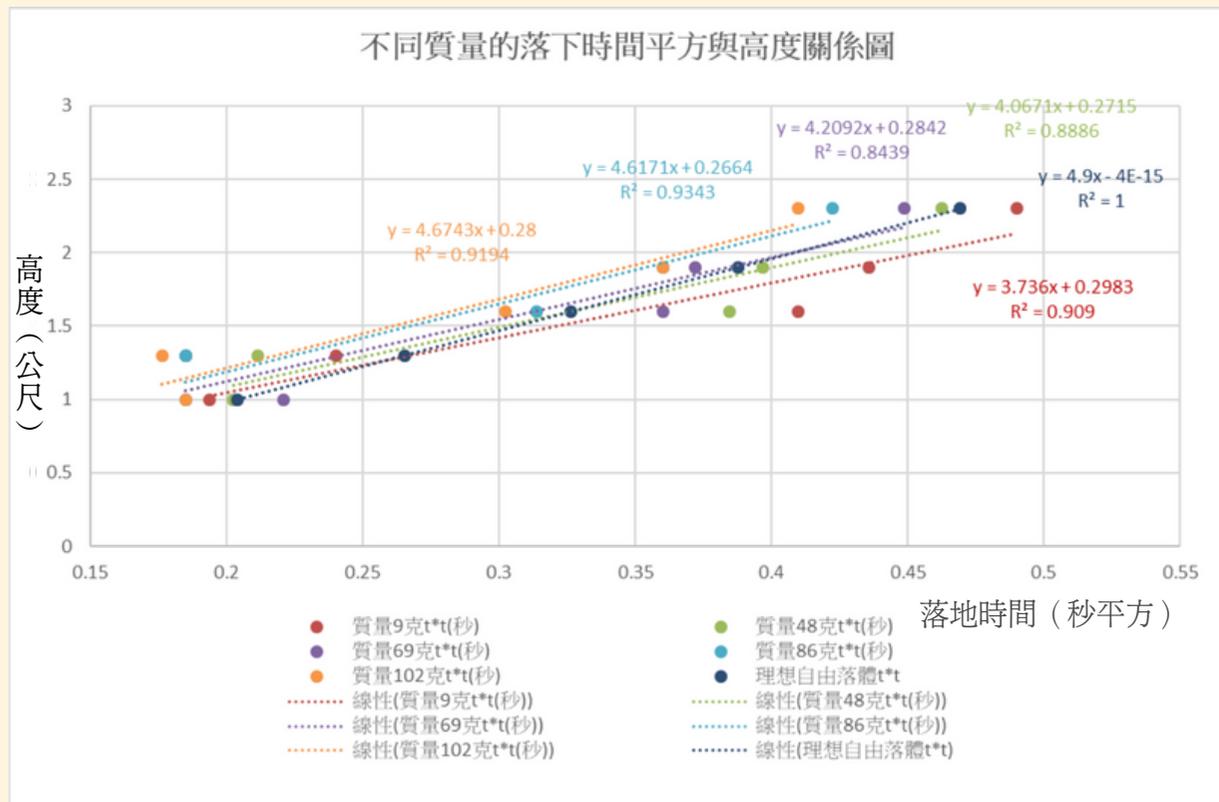


高度 (m)	質量9克t(秒)*	質量9克t*t(秒 ²)	質量48克t(秒)	質量48克t*t(秒 ²)	質量69克t(秒)	質量69克t*t(秒 ²)	質量86克t(秒)	質量86克t*t(秒 ²)	質量102克t(秒)	質量102克t*t(秒 ²)	理想自由落體t*t
1	0.44	0.1936	0.45	0.2025	0.47	0.2209	0.43	0.1849	0.43	0.1849	0.2040816327
1.3	0.49	0.2401	0.46	0.2116	0.43	0.1849	0.43	0.1849	0.42	0.1764	0.2653061224
1.6	0.64	0.4096	0.62	0.3844	0.6	0.36	0.56	0.3136	0.55	0.3025	0.3265306122
1.9	0.66	0.4356	0.63	0.3969	0.61	0.3721	0.6	0.36	0.6	0.36	0.387755102
2.3	0.7	0.49	0.68	0.4624	0.67	0.4489	0.65	0.4225	0.64	0.4096	0.4693877551

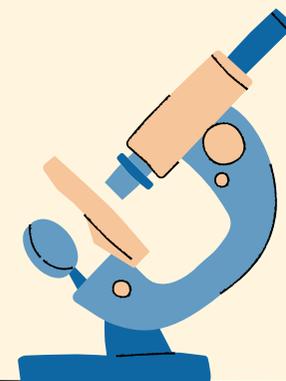
執行成果



5.結果與分析



	質量9克	質量48克	質量69克	質量86克	質量102克	理想自由落體
建模公式	$H = 3.736t^2 + 0.2983$	$H = 4.0671t^2 + 0.2715$	$H = 4.2092t^2 + 0.2842$	$H = 4.6171t^2 + 0.2664$	$H = 4.6743t^2 + 0.28$	
斜率= $\frac{1}{2}a$	3.736	4.0671	4.2092	4.6171	4.6743	
平均加速度 $a(m/s^2)$	7.47	8.13	8.42	8.43	9.35	9.8



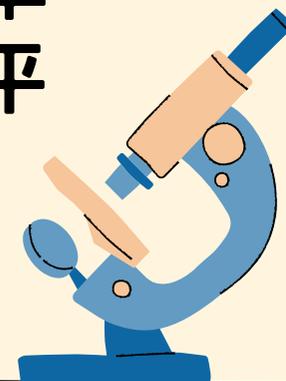
執行成果



5.結果與分析

	質量9克	質量48克	質量69克	質量86克	質量102克	理想自由落體
建模公式	$H = 3.736t^2 + 0.2983$	$H = 4.0671t^2 + 0.2715$	$H = 4.2092t^2 + 0.2842$	$H = 4.6171t^2 + 0.2664$	$H = 4.6743t^2 + 0.28$	
斜率= $\frac{1}{2}a$	3.736	4.0671	4.2092	4.6171	4.6743	
平均加速度 度 $a(m/s^2)$	7.47	8.13	8.42	8.43	9.35	9.8

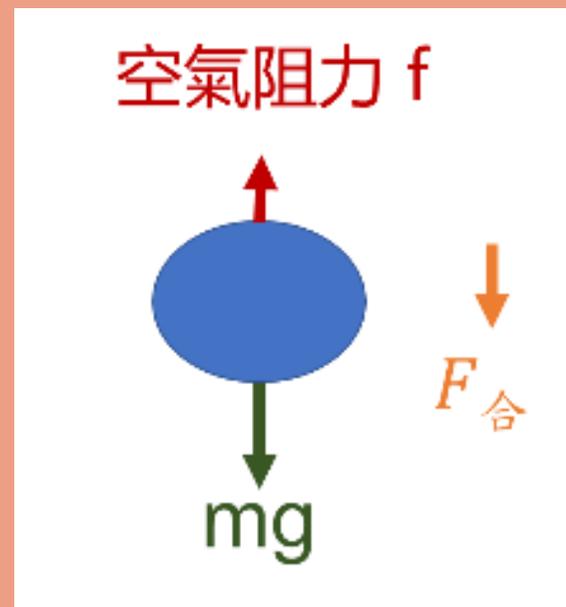
從結果可以看到質量9克的斜率 < 質量48克的斜率 < 質量69克的斜率 < 質量86克的斜率 < 質量102克的斜率，而且當質量越大，平均加速度也就越大。



6. 結論與討論



- $F_{\text{合}} = mg - f$
- $ma = mg - f$
- $a = g - \frac{f}{m}$



實驗結果與假設「質量會影響落地時間」吻合，從表格歸納出的結果可看出當質量越大平均加速度就越快。理想自由落體的重力加速度是不考慮空氣阻力，單純就物體運動時的重力作用的結果。而真實情況下的自由落體會受到空氣阻力影響，可以帶到空氣阻力 f 的公式， $F(\text{合力}) = mg - f \rightarrow ma = mg - f \rightarrow a = g - (f/m)$ 。當同一物體掉落的距離很短時， f (空氣阻力)變化很小，因此將 f 視為定值。當 m (質量)越大， a (平均加速度)越大，落下時間越短。由上述推論可知 a 會隨 m 而變，和實驗結果相吻合，且當質量越大，重力加速度就越大。

省思/展望

哪些地方做得不錯，值得自我肯定？

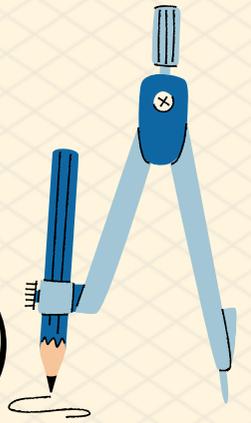
圖表的歸納花了我許多時間完成，是自己實驗得來的數據加上慢慢計算才做出來的，運用excel的技巧做圖，最後完成很清楚明瞭的圖很有成就感！也因為這是完全自己動手完成的實驗特別有成就感，期望未來能夠運用這次實驗所學，把這些能力用在不同的學科上，運用excel製圖和論證建模的能力做出更多精彩的成果。

哪些地方做得不足，未來應該加強的地方？

實驗設定的質量差距可以在更大一點，或許就更能看出不同質量間落下時間的差異，結果也能更完善。



心得



做完實驗真的滿滿的成就感，這一系列的課程裡真的
的做了不少實驗，還有分析，慢慢的循序漸進到最後自己
親手做許多自己的實驗，不知道我也會組，但探究透椰子實驗的運用
還是能做這因為自然這科目，而從測量椰子實驗的運用
程不會接觸教導我們過程真的不巧，是未來可以
不在於教，雖然過耗心力，還也很。期待未來的
西，真的都事，很多收穫也。自己的長才。
論證了，很多收穫也。自己的長才。
學到不同科目上，一展自己的長才。