

讓證據來說話，論證練習~ 力與運動 自由落體\慣性

班級 座號 姓名

不以成敗論英雄-

儘管亞里斯多德的學說有眾多錯誤，

但那無損他是頂尖物理學家的事實。

第一部份：誰先掉下來？

主角：亞里斯多德、伽利略，配角：波以耳，導演：你(妳)

一、把輕重不同的兩個物體從同一高度同時落下，何者會先落地呢？
請實作三個實驗，並討論。

| | 操縱變因與方法 | 結果 |
|---|---------|----|
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |

二、亞里斯多德(Aristotle, B.C.384~322)認為：『重的物體落地較快，輕的物體落地較慢。』
你認同嗎？若你認同嗎？請寫出支持的證據。若你不認同嗎？請寫出反駁的證據。

我 認同 不認同 亞里斯多德的理論，我的理由(證據)是：

三、伽利略不認同此一觀念，伽利略曾說：如果亞理斯多德的理論是正確的，即物體越重
落下越快，那麼，若將一個重物和一個輕物綁在一起，讓它落下，會有二種結論出現：

(1)重的想要快速落下，輕的卻又扯重的後腿，所以整個物體比單獨重物落下
的時間還慢。

(2)重的加輕的，比原來更重，因此落下的時間會比單獨重物來得短。

結論(1)和(2)是相互矛盾的，所以物體越重落下越快的這個假設有問題，因此，重物和
輕物落下的時間應該相等。伽利略主張：『無論物體的質量大小，從相同的高度落下時
必同時著地。』

我 認同 不認同 伽利略的主張，我的理由(證據)是：

四、伽利略在比薩斜塔透過什麼實驗來證明？

五、伽利略只是爬到比薩斜塔上丟下二顆球，居然就把 2000 年來的信念給砸破了？伽利略
所做的實驗並不難啊？難道沒有人做過？沒有人想過？

(1)光靠這個實驗結果就能證明『從相同的高度落下時必同時著地』嗎？

(2)在沒有計時器攝影機的年代，他是如何證明不同輕重的物體會同時著地？

(3)為什麼伽利略能做到同時落地？是真理還是運氣？
實驗有沒有矛盾或是可被質疑的點？

(4)如果你是亞里斯多德的支持者，要如何反駁伽利略的實驗結果？
如果你是伽利略的支持者，要如何幫伽利略回答？還是你有其他主張？

六、波以耳 (Robert Boyle, 西元 1627~1691 年) 用什麼方法來證實伽利略的推論？他是如
何做的？

七、回到第一題的實驗。在沒有波以耳的裝置的情況下，如何讓不同物體從相同高度同時
落下？寫出你的實驗方法。

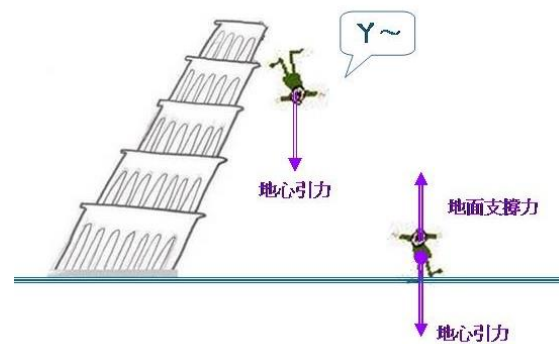
第二部份 力與運動~自由落體與重力(地心球引力)

亞里斯多德把常見的運動分成三類。第一類是地面上物體的運動；第二類是物體在空中下落的運動；第三類是天體的運動。

第一類地面上物體的運動是強制性的運動，有推就有動，不推就不動，所以力是維持物體運動的原因，也就是說，有力，物體就會動，沒力，物體就不動。

第二類和第三類運動屬於天然運動。地球是宇宙的中心，是一切空中運動物體的天然歸宿。物體的重量越大，其趨向天然位置的傾向也越大，所以其下落的速度也越大。天體是由特殊質料構成的，具有特殊性質，天體是神靈們的處所，所以天體的運動是沿著最完美的曲線——圓周，以最完美的速度——勻速運動。

1. 『自由落體』的『自由』是什麼意思？
是誰得到了自由嗎？
2. 在墜落的過程中，地球引力存不存在？
3. 墜落的過程，是『失重』嗎？
墜落的過程，是『無重力狀態』嗎？還是.....？
4. 如果你認為墜落的過程中，地心引力是存在的，那麼，當高度越來越低時，地球引力是（越來越大越來越小保持不變），並請說說你的理由。
5. 站在地面上，為什麼感覺不到『地球引力』的威力？而從高空墜落卻有深刻的體會？站在地面上和墜落的過程所受到的地球引力不同嗎？



第三部份 牛頓(微積分的發明人)的三大運動定律與萬有引力定律

你是否有經驗，當你在公車上站著的時候，公車突然開動時，你的身體會向後方傾斜。這是因你的身體原先是靜止的，而大自然的定律讓它會想要保持原先靜止的狀態。因此，公車剛開動時，你的身體會先保持不動，但是你的腳會被公車向前帶動，所以你的身體自然地會向後方傾斜。這在物理學上被叫作物體的慣性，也被叫作牛頓第一運動定律。用比較科學的言語來說的話，就是當物體不受外力作用，或所受合力為零時，原先靜止者恆靜止，原先運動者恆沿著直線作等速度運動。

假如有人用一定的力推動一盛水的車子，若車子的水在車子的運動過程中逐漸流失，則車子的速度會變的愈來愈快，還是保持不變呢？答案是車子的速度會變的愈來愈快。這種速度逐漸增加、愈變愈快的現象在物理上被叫作加速度。在這個例子中，盛水車逐漸加速的主要原因是因為水漸漸減少、而導致盛水車變輕的緣故。物質的總量可以簡單稱為質量。也就是說盛水車的質量減少，使盛水車的速度加快了。這種現象一般被稱為牛頓第二運動定律。用比較科學的言語來說的話，即指物體受力後所得的加速度，和其所受的力成正比，和其質量成反比。

你有看過車禍的經驗嗎？通常撞的車與被撞的物體都會受到損壞。假定有一台車撞到電線桿。為什麼車與電線桿二者都會同時受到損壞呢？為什麼不是只有被撞的電線桿受損而已，而車子沒事呢？這是因大自然有一種定律叫做反作用力定律。車子撞上電線桿的所有力量（作用力），同時也會反作用到車子本身的緣故（反作用力），所以二者都會受損。這種現象一般被稱為牛頓第三運動定律。用比較科學的言語來說的話，即是當兩物體交互作用時，彼此互以力作用於對方，兩者大小相等，方向相反，但作用在不同的物體上。

牛頓的還有一個定律是萬有引力定律。牛頓發現自然界中的所有的物體之間都存在相互吸引的力量。很神奇吧！而物體間的吸力與物體的質量和兩物體之間的距離有特定的關係。例如地球上引起潮汐的主要原因，就是因為「地球—月亮」及「地球—太陽」間的萬有引力造成的。當地球與月亮或太陽的距離變近時，漲潮就會發生。相反地，當地球與月亮或太陽的距離變遠時，退潮就會發生。用比較科學的言語來說的話，這關係就是用下面二句話表示：一是物體的質量越大，引力便越大。然而，日常生活中的物體，因為他們的質量太小，所以我們感覺不到他們互相吸引。另一則是物體之間的距離越遠，引力便越小。

- Jolin 蔡依林《LET'S MOVE IT》與牛頓三大定律與萬有引力定律有關的歌：
牛頓第一定律 愛是慣性的默契 (慣性定律：沒外力下，靜者恆靜、動者恆動)
牛頓第二定律 好奇讓人動了心 ($F=ma$)
牛頓第三定律 你推我我就推你 (作用力與反作用力)