

題目名稱:神奇的隱形杯子

一、摘要:

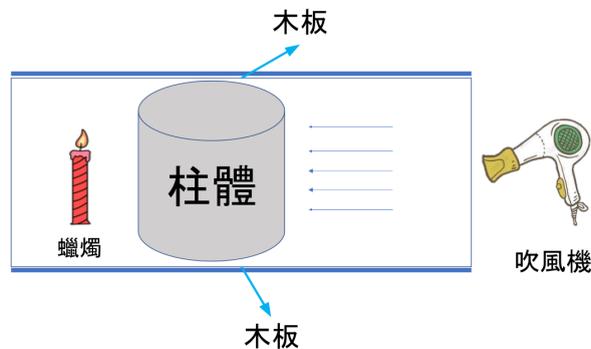
我們以水霧機的霧氣移動觀察風繞過杯子(有形狀不同和大小不同的)的路徑,了解路徑後再以三種不同形狀的的柱體來探討形狀對風熄滅蠟燭速率的影響並以四種不同截面積的圓柱體來探討截面積對風熄滅蠟燭速率的影響,發現其中的奧妙與白努力定律和我們的實驗有關。

二、探究題目與動機

魔術是種充滿神祕,且極具欣賞性的一種表演,然而大家都知道,魔術並非是用了魔法,而是以一種非常巧妙的手法來騙過觀眾的眼睛,魔術成功其中的原因都是可以探討的,甚至在網路上引起許多破解魔術手法的熱潮,對此我們也深感興趣。有次,在欣賞魔術表演時,魔術師信誓旦旦地將玻璃杯放在蠟燭前,並隔著杯子輕而易舉就吹熄了蠟燭。這讓第一次看到這個表演的我們,非常地驚訝,並好奇「為什麼風可以越過杯子呢?」、「風又是以何種路徑熄滅蠟燭的呢?」為此,我們想了許多假設,並設計實驗,正式成為了這次的主題。

三、探究目的與假設

以柱體為障礙物,蠟燭放於柱體後方,以吹風機的風吹熄蠟燭。



圖一、實驗操作示意圖

- 一、以水霧機的霧氣移動觀察風繞過杯子的路徑(空氣和水皆為流體)
- 二、以三種不同形狀的的柱體來探討形狀對風熄滅蠟燭速率的影響
- 三、以四種不同截面積的圓柱體來探討截面積對風熄滅蠟燭速率的影響

四、探究方法與驗證步驟

研究設備及器材

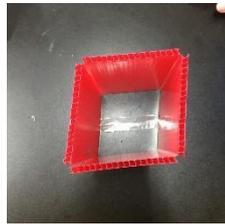
- 一、蠟燭
- 二、吹風機
- 三、計時器(最小單位為0.01秒)
- 四、四角柱(迎風位置分為面和頂點)

五、三角柱

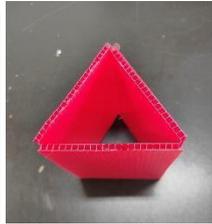
六、燒杯/圓柱(直徑7公分、9公分、11公分、13公分)

七、水霧機

圖二、四角柱(相同的截面積)



圖三、三角柱



圖四、燒杯



圖五、水霧機



實驗一

拿圓柱、三角柱和四角柱三種柱體。三角柱和四角柱皆分成向頂點吹與向面吹(截面積相同)。放於水霧機正上方，並確保每次實驗，柱體與水霧機的距離皆相同，並以手電筒照於水霧下方，以便我們方便觀察。

實驗二



用三角柱、圓柱、四角柱這些形狀(所有柱體的材質皆是光滑的)，與蠟燭保持15cm，並與吹風機保持相同的距離，計時10次，算出十次的平均，並取到小數第二位。



我們的實驗，圓柱和三角形以面來測試，四角柱分成向頂點吹風與向面吹風，並且每個柱體的截面積大小皆保持一樣。

實驗三



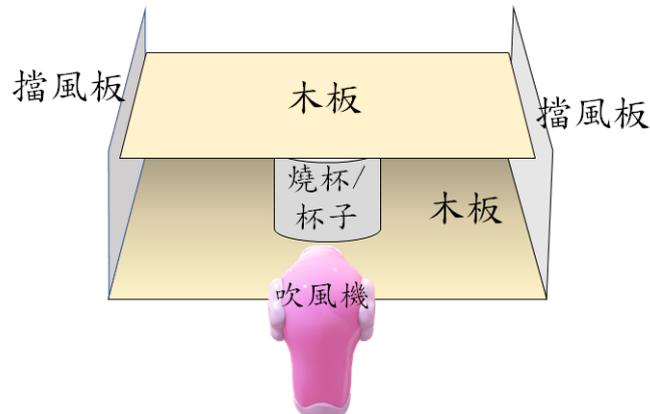
以圓柱來測試不同截面積的大小對吹熄蠟燭速率的影響，我們準備了直徑7公分、9公分、11公分和13公分的圓柱來測試。

關於風的影響

- 1研究風的移動路徑時，我們使用水霧機，因為水和空氣一樣都是流體。
- 2我們運用擋板擋住風，以確保不受外界風的干擾。
- 3蠟燭的高度皆低於柱體，藉此來避免風直接吹熄蠟燭的事情發生。
- 4每次測試，吹風機所瞄向的地方皆是火苗處。

	操縱變因	控制變因
實驗一	柱體形狀	截面積大小、吹風機與柱體的距離、蠟燭與柱體的距離、風的大小、風的溫度、柱體外型粗糙程度、風吹向的位置。
實驗二	截面積大小	柱體形狀、吹風機與柱體的距離、蠟燭與柱體的距離、風的大小、風的溫度、柱體外型粗糙程度、風吹向的位置。

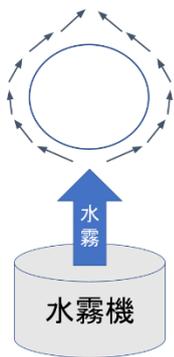
實驗 三	柱體形 狀	截面積大小、水霧機與柱體的距離、水霧的大小、柱體外型粗糙程度。
---------	----------	---------------------------------



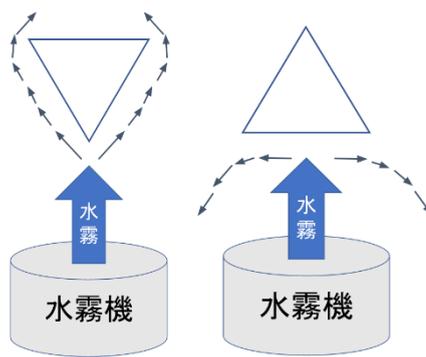
圖六、實驗操作示意圖

五、結論與生活應用

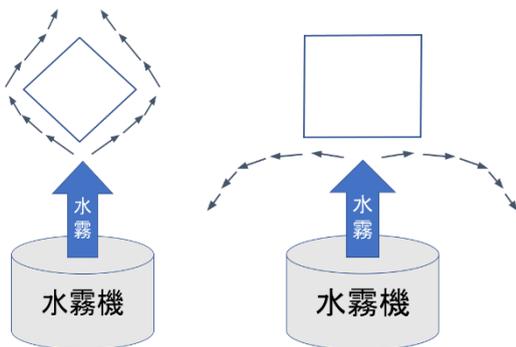
實驗一



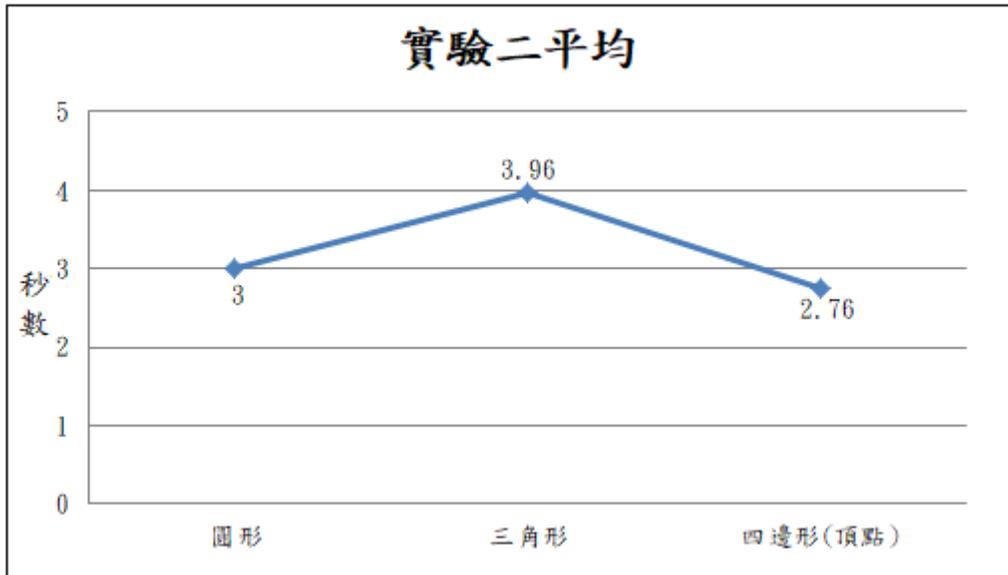
圖七、水霧繞過圓柱示意圖



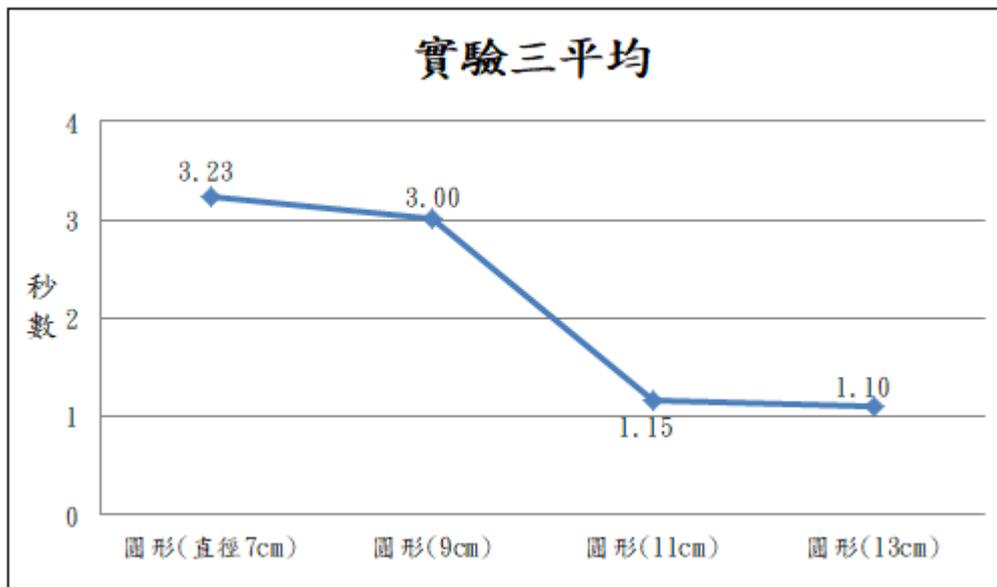
圖八、水霧繞過三角柱示意圖



圖九、水霧繞過四角柱示意圖



表一、實驗一操作結果平均數據折線圖，詳細數據：[形狀不同的柱體數據折線圖](#)



表二、實驗三結果平均折線圖，詳細數據：[直徑不同的杯子數據折線圖](#)

實驗一

透過水霧機的移動路徑可以發現:只有圓柱以及三角柱、四角柱的頂點有辦法讓水霧繞過去,而面則不行,依據白努力定律(Bernoulli's principle)可以得知,因為物體質量守恆,所以實驗中水霧的動能加上壓力必定是一個固定的值,也就是說當流體的動能減少,流體的壓力則越大,動能增大則反之。放入我們的實驗可以得出直接吹向三角柱及四角柱的面水霧的動能並未縮小到可以令壓力大到足以貼附在柱體表面上,所以實驗結果水霧無法繞過柱體,而圓柱及三角柱、四角柱的頂點則可以。

實驗二

由實驗一中可以讓水霧繞過的柱體來實驗,實驗二中三角柱所花的秒數>四角柱>圓柱。實驗一中,三角柱及四角柱的頂點雖能令水霧繞過,但都只是少量的水霧通過,部分的水霧在空中散失;通過實驗二的數據可以得知,三角柱和四角柱的頂點所花的時間明顯高於原柱所花的時間,也就是說,吹向頂點只是把氣流分開,但不能有效

減緩氣流的流速(動能), 所以氣流的壓力不足以讓空氣吸附在柱體表面, 由此可以得知:柱體能讓大多數的風通過需要的因素為1.表面為平滑且有有弧度 2.風不可吹向銳角處, 因為銳角會讓流體分散開來。

實驗三

實驗結果秒數直徑7公分的圓柱>9公分>11公分>14公分的。由此得知依白努力定律(Bernoulli's principle), 直徑越大的圓柱可以分散並減緩空氣(流體)的動能越多, 進而造成空氣壓力增大, 所以流體越能繞過柱體表面並留下更多的空氣, 最後吹熄後方的蠟燭。由此推測, 7公分各點的空氣動能>9公分>11公分>14公分的圓柱; 空氣壓力則是14公分>11公分>9公分>7公分的圓柱。

六、參考資料

每日頭條-隔著水瓶吹蠟燭(HandyKid ,2018-10-10),<https://bit.ly/3sDjBlf>
康達效應 Coandă Effect (暖通南社,2018-01-23) <https://bit.ly/3simSfM>
伯努利定律 Bernoulli's principle (維基百科, 無日期)取自2020-02-25
<https://reurl.cc/Q7Zroo>
寬德效應 Coandă Effect(維基百科, 無日期)取自2020-02-25
<https://reurl.cc/Kx37Wm>
摩擦係數與壓力的關係(趙振澤、王家安、王麗君, 2006 / 02 / 28)
<https://bit.ly/37K8LbI>
國中物理教材內容討論:氣體的流動 曾泓喻、黃福坤、WFK, 2006-12-10~2007-04-17)
<https://bit.ly/3gUNbrZ>
《知識》5分鐘了解「白努力定律」(2011-08-05) <https://reurl.cc/4ybMVK>