

2023年【全國科學探究競賽-這樣教我就懂】
國中組 成果報告表單

題目名稱:風中殘燭--探究康達效應對蠟燭熄滅的影響

一、摘要:

為什麼影片裡的魔術師可以隔著東西吹熄蠟燭,為什麼擺了障礙物蠟燭還能熄滅?透過一些實驗的設計,我們發現吹風機吹出來的風可以通過圓柱體障礙物,並且吹熄後方的蠟燭,這就是康達效應所造成的現象!實驗中,我們在障礙物後方擺放固定間距的蠟燭,觀察到在風速約1 m/s才能熄滅蠟燭。接著,我們改變出風口至障礙物的距離,出風口至障礙物距離太近或太遠都會使蠟燭熄滅數減少,經過多次的實驗發現出風口至障礙物距離40 cm可吹熄的蠟燭數目最多,由此可知本實驗最佳距離為40 cm。

二、探究題目與動機

我們在網路上看到一個魔術的影片,我們看到魔術師可以隔著一個物體就把後方的蠟燭吹熄。對於這個現象我們非常好奇,為什麼可以對著一個物體吹氣,氣體不會被障礙物擋下來,還可以通過障礙物把後方的蠟燭吹熄。這個現象與直覺的猜想違背,所以我們想透過實驗的設計,來探究背後可能的科學原理。若可以隔著障礙物,將後方的蠟燭吹熄,我們也想知道在障礙物前方不同距離的位置吹氣,對障礙物後方的蠟燭熄滅的影響。康達效應又稱附壁效應,氣體會沿著障礙物邊緣流動,而讓周圍的氣壓降低,造成這樣的現象。

三、探究目的與假設

想要了解附壁效應造成的現象和原理以及如果改變一個變因會有什麼影響,而這些對我們的生活有哪些幫助

一、了解風速大小對蠟燭熄滅之影響

假設:風速越大吹熄數目越多,反之越少

二、探討不同或有無障礙物對蠟燭熄滅之影響

假設:無障礙物可吹熄數目最多,長方體障礙物最少

三、探討出風口到障礙物的距離對蠟燭熄滅之影響

假設:出風口到障礙物距離越近吹熄數目越多

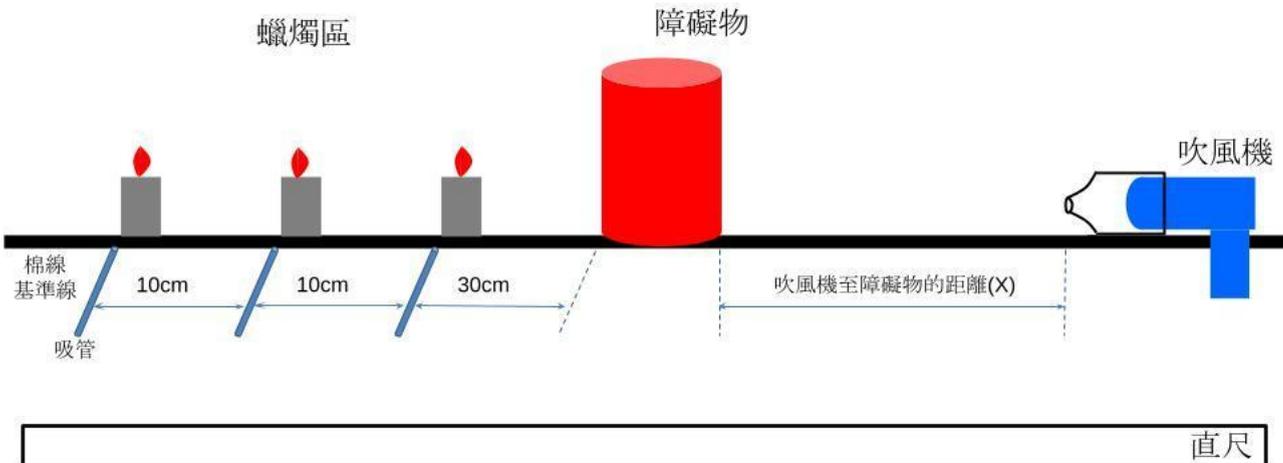
四、探究方法與驗證步驟

(一) 研究設備及器材:

- | | |
|------------------|------------------|
| 1.吹風機(含寶特瓶前端) | 2.蠟燭與打火機 |
| 3.各式障礙物(圓柱體、長方體) | 4.校準工具(棉線、吸管、直尺) |
| 5.風速計 | 6.計時器 |

(二) 實驗裝置配置與實驗步驟

實驗圖示



前置準備

1. 先截下寶特瓶的前端，套在吹風機出風口，藉由保特瓶瓶身的曲度，及較小的開孔孔徑，讓吹風機吹出來的風能夠集中往前吹。
2. 為了確保吹風機、障礙物、蠟燭能在同一直線上，以棉繩在桌面上拉出一條基準線。同時為了讓蠟燭彼此間的距離能夠相同，我們利用吸管來校準距離。
3. 找出障礙物底面的中心點，將中心點對準前述基準線。

實驗步驟

1. 在蠟燭擺放處，以風速計測量不同蠟燭位置的風速大小。
2. 以碼表計時，紀錄十秒內被吹熄的蠟燭數量。
3. 開啟吹風機後，先以擋板遮住出風口，開始計時時移開擋板，計時結束再遮住出風口。
4. 注意蠟燭的火焰大小，如果火焰太小時要更換蠟燭。

(三) 實驗設計

實驗一：了解風速大小對蠟燭熄滅之影響

控制變因：出風口到障礙物的距離、障礙物到蠟燭的距離

操縱變因：風速大小

實驗二：探討不同或有無障礙物對蠟燭熄滅之影響

控制變因：出風口到障礙物的距離、障礙物到蠟燭的距離、吹風機的風量大小

操縱變因：不同形狀的障礙物 (圓柱、長方體)

實驗三：探討出風口到障礙物的距離對蠟燭熄滅之影響

控制變因：障礙物到蠟燭的距離、吹風機的風量大小

操縱變因：出風口到障礙物的距離

(四) 實驗結果與討論

1. 實驗一：了解風速大小對蠟燭熄滅之影響 結果

無障礙物, 出風口至障礙物的距離(40cm)								
蠟燭至障礙物 距離 (cm)	30 (No.1)	40 (No.2)	50 (No.3)	60 (No.4)	70 (No.5)	80 (No.6)	90 (No.7)	100 (No.8)
風速(m/s)	3.4	2.5	2.1	2	1.7	1.3	1.1	0.6
蠟燭熄滅	會	會	會	會	會	會	會	不會

圓柱障礙物, 出風口至障礙物的距離(40cm)								
蠟燭至障礙物 距離(cm)	30 (No.1)	40 (No.2)	50 (No.3)	60 (No.4)	70 (No.5)	80 (No.6)	90 (No.7)	100 (No.8)
風速(m/s)	1.7	1.6	1.6	1.1	0.8	0.8	0.0	0.0
蠟燭熄滅	會	會	會	會	不會	不會	不會	不會

討論

1. 以風速計測量蠟燭不同位置處的風速, 在無障礙物的情況下, 發現蠟燭至出風口愈遠, 風速隨之遞減。
2. 在有圓柱障礙物的情況下, 也觀察到類似的情形, 蠟燭至障礙物愈遠, 風速隨之遞減。
3. 方形障礙物則因風無法通過, 而無蠟燭吹熄
4. 由此實驗結果, 讓蠟燭熄滅所需的風速大約是1 m/s。從實驗中觀察到, 風速在0.8 m/s 時, 燭火會大幅度搖曳, 但不至於熄滅。風速在0.9 m/s 時, 較小的燭火會被吹熄, 較大的則不會。風速達到1 m/s 以上, 不管燭火的大小皆會被吹熄。

2. 實驗二:探討不同或有無障礙物對蠟燭熄滅之影響
結果

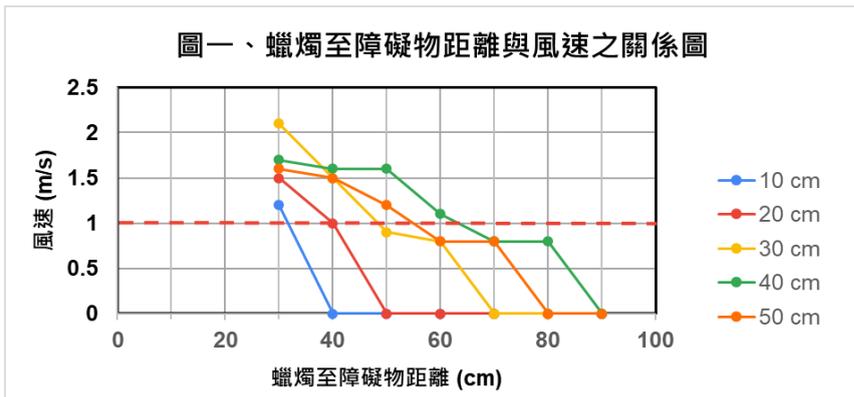
障礙物情況	無障礙物	圓柱障礙物 (2R = 10 cm)	長方體障礙物 (面寬 = 10 cm)
平均熄滅蠟燭數	7	4	0

討論

1. 在沒有障礙物的情形下蠟燭的熄滅數量最多可以達到七個，當擺上障礙物時，蠟燭熄滅數目都減少。圓柱體障礙物，蠟燭被吹熄的數目只有4個，而長方體障礙物時，沒有蠟燭被吹熄。
2. 圓柱體後方的蠟燭可被吹熄，因為圓柱體彎曲的表面附壁效應較強，所以流動的氣體可以沿著彎曲的表面移動，匯集到障礙物後方，進而將蠟燭吹熄，而長方體障礙物後方沒有蠟燭被吹熄，是因為長方體的邊角接近90度，附壁效應較弱，氣體無法匯集到障礙物後方將蠟燭吹熄。

3. 實驗三:出風口到障礙物的距離對蠟燭熄滅的影響

結果

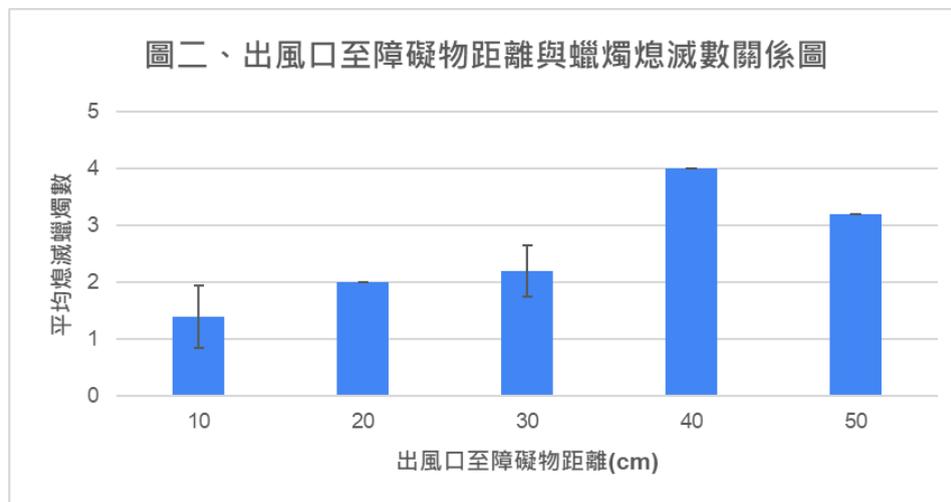


蠟燭熄滅 X _{風障} (cm)	X _{蠟障} (cm)	30	40	50	60	70	80
10		○	X	X	X	X	X
20		○	○	X	X	X	X
30		○	○	X	X	X	X
40		○	○	○	○	X	X
50		○	○	○	X	X	X

表一 不同的出風口至障礙物之距離對不同位置蠟燭熄滅影響
定義: X_{蠟障} = 蠟燭至障礙物距離, X_{風障} = 出風口至障礙物距離

討論：

1. 改變出風口到障礙物的距離，每十公分為一個級距，測量10到50公分。並在蠟燭區，以風速計測量不同位置的風速，將實驗結果畫成圖表，如上圖一。由結果可以發現，出風口至障礙物的距離十公分時，只有在蠟燭編號一的位置測到的風速(1.2 m/s)，當出風口至障礙物距離來到二十公分，在蠟燭編號一與二的位置可測到風速(1.5 m/s、1 m/s)，且風速因蠟燭離障礙物距離越遠而減弱。最特別的是，出風口到障礙物距離四十公分時，可以在蠟燭編號一至六的位置測到風速，且風速達到1 m/s以上的共有四個位置(編號一至四)。
2. 將蠟燭擺回蠟燭區，測量出風口至障礙物於不同的距離，分別可吹熄多少蠟燭(表一)，可以發現吹熄蠟燭的數目與風速之間存在著一層關係，當風速來到1 m/s以上的位置，蠟燭才有機會被吹熄，如上圖的紅色虛線以上的區域為蠟燭可熄滅的數目。舉圖一黃色的折線(出風口到障礙物距離30 cm)為例，在紅色虛線以上的點共有兩個，也就是說會熄滅的蠟燭有兩個，對照表一的數據即可驗證。
3. 每組出風口至障礙物距離的實驗共做五次，將五次蠟燭熄滅的數目取平均，可得到結果如圖二所示。隨著出風口至障礙物的距離漸增，蠟燭吹熄的數目也隨之增加。當出風口至障礙物的距離來到40 cm，蠟燭熄滅數目來到最大值(4個)；出風口至障礙物距離來到50 cm，蠟燭熄滅數目反而下降。因此，我們認為在這個實驗設置中，能讓蠟燭熄滅最多的最佳距離是40 cm。
4. 進一步探討上述現象的成因，出風口離障礙物很近的時候(例如10 cm)，大部分的氣體會被障礙物反彈，所以通過障礙物的氣流因此減少，隨著距離增加出風口離障礙物很遠的時候(例如50 cm)，氣體抵達障礙物前會部分散失，所以造成蠟燭熄滅數也會減少。



五、結論與生活應用

結論:經過這次實驗，我們發現風就算有障礙物也可以吹熄障礙物後方的蠟燭，但不是所有的障礙物形狀都可以、且須達風速1 m/s左右才可吹熄蠟燭，除此之外距離的變動也會影響蠟燭熄滅的數量。

生活應用:

- 1.附壁作用的主要運作原理。
- 2.康達效應主要應用在賽車的排氣系統附近，意在將排氣管排出的氣流加以引導使其有序。
- 3.現代生活科技冷氣，利用康達效應做出更舒適的風與生活。
- 4.Dyson捲髮器從噴嘴出來的高速氣流沿著單側圓弧壁面運動，達到螺旋氣流的效果。

參考資料

- 1.<https://zh.m.wikipedia.org/zh-tw/%E5%AF%AC%E5%BE%B7%E6%95%88%E6%87%89>
- 2.https://www.gushiciku.cn/dc_tw/103045475
- 3.<https://ppfocus.com/0/sc051cf6b.html>
- 4.<https://www.techchickensoup.com/technology/dyson-airwrap-intro/>