

2025仰望盃全國科學 HomeRun 實作大賽

決賽作品說明書

隊伍名稱： 無聲?無熄?

作品名稱： 無聲?無熄?

：搖滾樂 ? feat 火焰之舞..... 聲波滅火

科學概念1：

燃燒有三個要件：有可燃物、助燃物和環境溫度必須達到燃點。我們想到可以用降低燃點的方式滅火。尋找相關資訊與文獻，發現亥姆霍茲共振原理，指的是空氣在一個腔體中以特定頻率震盪的現象；亥姆霍茲的振動頻率被稱為系統的自然頻率，和頸口的尺寸、腔體的大小…等因素有關；聲音是波，波是能量的傳遞，能量密度高能直接破壞物質，所以想用利用合適的聚音器及聲波頻率的來達到聲波滅火的效果。

科學概念2：

能量可以轉移。烤肉時對著火苗瘋狂搨風，希望將助燃物藉由搨風的過程，加速傳遞加入火苗內，讓燃燒更快更旺盛。許願時，吹熄蠟燭也是如此。理論上波能傳送能量是否也可以透過不同頻率的聲波，用來阻隔助燃物的能量。所以我們就依據國二理化課本提到波動，聲音的傳播需要介質。它以聲波的形式進行傳播。因此，如果我們看得到介質的振動情況，它就會像水波一樣以聲源為圓心往外擴散。在空氣傳播的過程中，產生了稀疏不同的空氣，並且加快了空氣的流速，從而形成了風。風將火焰與燭芯分離，燭芯的溫度降低，因此火就滅了。

複賽作品說明書內文

1. 發想動機：

跟媽媽過生日的時候，突然想到為甚麼一吹氣火就滅了，若是波動可以滅火，那是否聲波也可以呢？後來和同學們一起去網路上查了相關的文獻與請教學長姐以及和老師了解相關資訊，就發現了好像聲波可以滅，我們當時就覺得哇！好帥！好酷喔！後來又發現它還有很多的用處，例如在一些無水可用或是不能有水的裝置上，若是不慎引發火災時，該如何滅火呢？怕水的倉庫，或儲存文物的博物館，或處理重要電子資料、裝滿電子設備的地方。都可以有效的運用，還可以避免發生二次損害，環保、無污染的特點，於是就開始了我們設計並規劃一連串實驗來驗證聲波是否真能滅火

2. 作品創意性：

在2030年人類有可能會到火星去生存，而在這過程中難免會出現一些狀況，像火災，而火災在外太空沒有水源的情形下是很難解決的，因為沒有水這個珍貴的資源，那要如何滅火呢？期待藉由感測器能觸發適合頻率音樂達到滅火效果，讓生活中的音樂、生活用品都可能是滅火工具。並在火災撲滅後，減少相關裝置設備的耗損，所以我們的研究若真能實現的話，該是一件多麼有意義的事情呀！

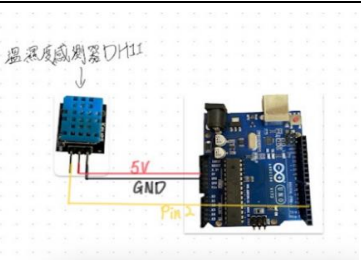
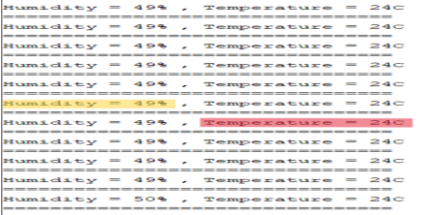
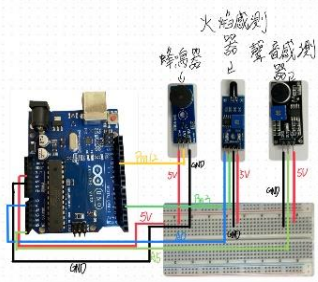
3. 硬體及電路架構圖：

(1)硬體元件選用

主要元件	圖片	測試狀況	選用
溫度感測器 DS18B20		在函式的下載上出狀況，所以無法產生數據。	×
溫度感測器 LM35		在沒有火源的狀況下數據會亂跑或停留在0度；在有火源的狀況下溫度會有起伏。	×
溫度與溼度 感測器 DHT11		感應的溫度是準確的，但是感應的反應很慢，需要時間讓它感應(延遲兩秒)。	√

火焰感測器		在一般環境下, 火焰感測器往上時, 感測器會感測到光線而誤判, 實驗時會拉上窗簾減少誤判。 火焰感測器利用紅外線對火焰非常敏感的特點, 使用特製的紅外線接收管來檢測火焰。	√
蜂鳴器		可以設定頻率發出不同的頻率, 產生音頻	√
Arduino UNO		幫電腦和硬體元件做連結, 輸出資訊讓硬體可以使用	√
肯特管		藉由密閉空間中聲音反射和原來的聲波疊合, 產生穩定波型, 300Hz 以上, 肯特管內保麗龍球就會明顯跳動	√
藍芽音訊放大模組		連接平板播放指定的音樂與調節音量	√
喇叭		發出滅火聲音頻率及音樂	√
平板		輸入聲音頻率	√
各種聚音管		測試哪種可以讓聲音更集中, 效果更好 實測玻璃漏斗型的聚音管效果最佳	√

(2) 元件線路圖及測試效果

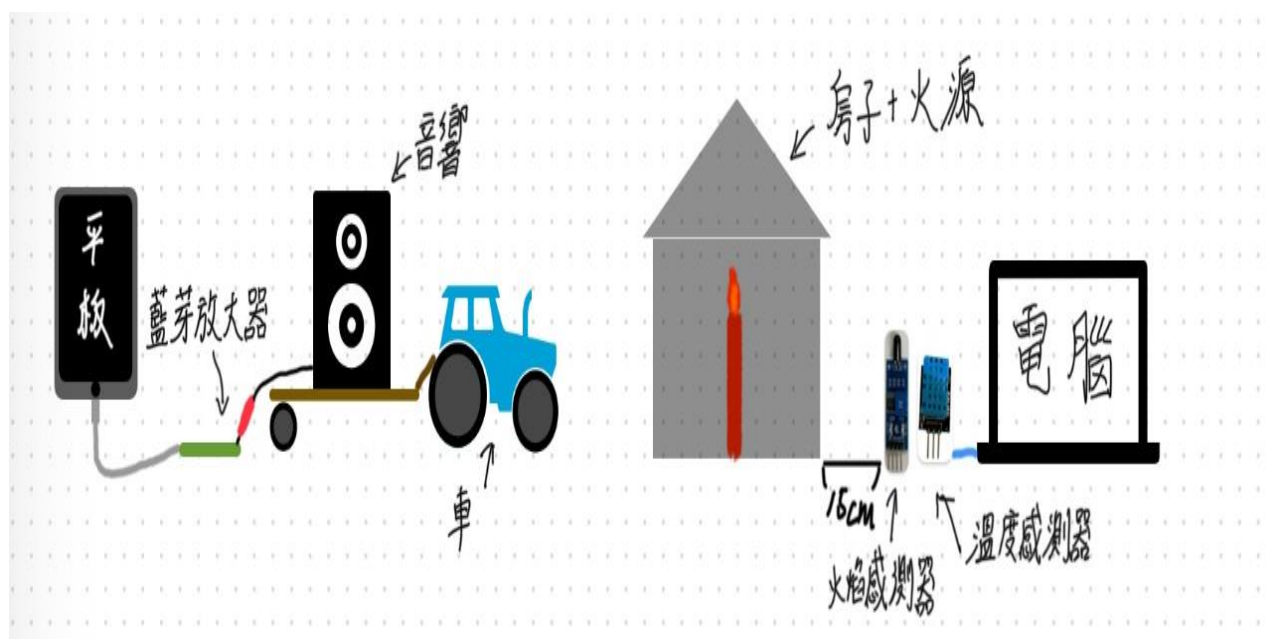
	線路圖	1根蠟燭數據截圖 / 30公分	註解
溫度感測器			表示濕度: 49% 表示溫度: 24C
火焰感測器 蜂鳴器		當前火焰強度: 91 當前火焰強度: 56 當前火焰強度: 38 🔥 火焰偵測到! 時間: 245625 毫秒, 火焰強度: 32 當前火焰強度: 32 當前火焰強度: 37 🔥 火焰偵測到! 時間: 246054 毫秒, 火焰強度: 34 當前火焰強度: 34 當前火焰強度: 31 當前火焰強度: 27	當火焰感測強度低於35表示有火焰 蜂鳴器開始叫

火焰感測器 蜂鳴器		 <pre> 09:41:06.620 -> 1 900 09:41:06.620 -> 1 900 09:41:06.620 -> 1 901 09:41:06.667 -> 1 901 09:41:06.667 -> 1 900 09:42:06.725 -> 0 52 09:42:06.768 -> 0 52 09:42:06.768 -> 0 55 09:42:06.814 -> 0 51 09:42:06.814 -> 0 50 09:42:06.814 -> 0 48 </pre>	DO=1未偵測到 火焰 DO=0偵測到火 焰
蜂鳴器 聲音頻率			產生不同頻率 聲音
藍芽放大器 +肯特管			產生不同頻率 聲音

(3) 電路架構圖

完整感測器整合資料，請參閱附件。

4. 作品成果說明：



(1)、偵測火源

- **實驗目的：**利用2組火焰感測器比較不同距離和火焰大小的火焰溫度。

① 1根燭火

感測器與火源距離	公分	無火	15	30	40	45	60	65
火焰感測器 A 組	DO	1	0	0	0	0	1	1
火焰感測器 A 組	AO	900	48-55	320-350	350~370	370-400	860-875	650-710
火焰感測器 B 組	AO	700	18-35	19-40	18-28	17-55	0-40	8-32
溫度感測器	°C	21	24	24	24	24	21	21

說明:45公分以上蜂鳴器沒有鳴叫, DO 值為1, 表示火焰感測器偵測不到蠟燭火焰。

② 5根燭火

感測器與火源距離	公分	無火	15	30	40	45	60	65
火焰感測器 A 組	DO	1	0	0	0	0	0	1
火焰感測器 A 組	AO	700	50-100	20-30	20~30	40-100	20-35	20-40
火焰感測器 B 組	AO	900	32-40	19-30	19-30	20-35	400-500	400-500
溫度感測器	°C	21	24	26	25	24	21	21

說明:65公分以上蜂鳴器沒有鳴叫, DO 值為1, 表示火焰感測器偵測不到蠟燭火焰。

實驗結果：

1. 感測器距1根燭火45公分以上，就無法偵測到火。
2. 感測器距5根燭火65公分以上，就無法偵測到火。
3. 感測器距5根燭火15公分, 溫度有明顯差異。

(2)、合適聚音管

聲波特性：聲波產生必須要有震動的波源，聲波傳遞必須要有介質才能傳播，介質可以分成固體、液體、氣體三類，空氣中的聲波是一種縱波, 介質的運動方向平行於波前進的方向。

肯特管原理：藉由密閉空間中聲音反射和原來的聲波疊合，產生穩定波型。

實測：不同頻率的聲音觀察肯特管，發現有聲音時，手握肯特管會有振動感，但直到300Hz以上才看到肯特管有明顯的振動波形。



● **實驗目的：**找出合適聚音管

聲音頻率27Hz~30Hz

距離火源5cm（當距離拉遠之後，不容易控制出風口對準蠟燭燈芯，會造成量測誤差）

聚音管 型式	沒有聚音管	聚音管 a	聚音管 b
圖片			
效果	對火焰沒有影響	對火焰沒有影響	火焰稍有晃動

聚音管 型式	聚音管 c	聚音管 d (塑膠筒打洞)	聚音管 e (玻璃漏斗)
圖片			
效果	對火焰沒有影響	火焰不見	火焰不見

實驗結果：滅火效果較佳的聚音管是上寬下窄，且底部有小洞的聚音管。

(3)、滅火頻率

- **實驗目的：**由以上實測發現塑膠筒打洞及玻璃漏斗，滅火效果最佳，測試不同聲音頻率和聚音管，達到音波滅火效果。

感測器放置於離火源15公分。

① 塑膠材質聚音管

1根蠟燭 / 火焰感測器離火焰距離5cm

聲音頻率(Hz)	滅火時(sec.)
25	19
30	12
35	33
40	5
45	2
50	1
55	4
60	2
65	4
200	4

實驗結果：

1. 25Hz~200Hz 有滅火效果，但滅火時間較長。
2. 不易聚焦燭心。

② 玻璃材質聚音管

1根蠟燭 / 火焰感測器離火焰距離5cm

聲音頻率(Hz)	滅火時(sec.)	備註
25	0.3	
30	0.3	
35	0.2	
40	0.3	
45	0.3	
50	1	
55	2	
60	30	火焰晃動大
65	40	火焰會複燃

實驗結果：

1. 低頻(25Hz~55Hz)滅火滅火時間短。
2. 60 Hz 以上出現滅火效果不穩定狀況。
3. 玻璃材質較為安全，聲波滅火實驗採用玻璃漏斗為滅火裝置。

實驗結果：

1. 頻率為(25Hz~55Hz)為滅火最佳頻率。
2. 以滅火時間作為判斷，使用玻璃漏斗聚音管優於塑膠材質聚音管。
3. 進行滅火時，滅火器是需對準燭心。

(4)、作品說明：

1. 使用肯特管+藍芽放大器+喇叭，可證明聲音能傳遞能量。
2. Arduino+蜂鳴器，可設定頻率，但因蜂鳴器聲量太小，滅火效果不佳；
改成相同原理的平板+藍芽放大模組+放大器，低頻聲音，滅火效果佳。
3. Arduino+火焰感測器，作為火災警示，並由數值判斷火勢大小。
4. Arduino+火焰感測器+溫度感測器，可偵測火焰大小及溫度，並判斷是否已滅火。
5. 低頻聲音(25Hz~45Hz)搭配漏斗型滅火器效果佳。
6. 撥放低頻音樂，滅火效果佳。

(5)、改進：

1. 未來能提升 Arduino 及程式整合能力，結合 mBot，達到自動偵測並滅火。
2. 改裝成小型滅火裝置，可做為便利型滅火設備。

(6)、未來展望：

1. 生活中的音樂、生活用品都可能是滅火工具。
2. 可以在無法用水或沒有水的區域滅火，例如：博物館、電子設備。

5. 參考文獻：

- (1)新竹市消防局【滅火原理】
- (2)【聲波滅火原理】<https://kknews.cc/news/ogynpkp.html>
- (3)【聲波滅火方法】<https://kknews.cc/zh-tw/news/yzgmmag.html>
- (4)翰林自然科學2上 P84~P102
- (5)維基百科-【亥姆霍茲共振】<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E4%BA%A5%E5%A7%86%E9%9C%8D%E5%85%B9%E5%85%B1%E6%8C%AF>
- (6)CASE-報科學報你知-【香檳聲音哪裡來？】<https://case.ntu.edu.tw/blog/?p=36218>
- (7)中華民國第53屆中小學科學展覽會-【030112~來聲相聚~聲音滅火與聚音器的探討】

附件:(感測器整合資料)

1.感測器名稱	程式檔名	參考網址
溫度感測器 DHT11 火焰感測器 蜂鳴器	0419time	https://shop.mirotek.com.tw/tutorial/start/arduino-start-13/ https://sites.google.com/view/rayarduino/flame-sensor ChatGPT
特性： 感測到火焰，蜂鳴器鳴叫，LED 亮， 由 DO 及 AO 值可判斷是否偵測到火焰 讀取溫濕度資料及時間		
程式： <pre>#include <SimpleDHT.h> // DHT11 設定 const int dhtPin = 3; SimpleDHT11 dht11; // 火焰感測器設定 const int FLAME_DO = 2; // 火焰感測器 DO 腳位 const int FLAME_AO = A0; // 火焰感測器 AO 腳位 // 輸出元件 const int ALARM = 4; // 蜂鳴器 const int led = 5; // LED void setup() { Serial.begin(9600); // 腳位模式設定 pinMode(FLAME_DO, INPUT); pinMode(ALARM, OUTPUT); pinMode(led, OUTPUT); } void loop() { // 讀取溫濕度資料 byte temperature = 0; byte humidity = 0; int err = SimpleDHTErrSuccess; Serial.println("====="); if ((err = dht11.read(dhtPin, &temperature, &humidity, NULL)) != SimpleDHTErrSuccess) { Serial.print("Read DHT11 failed, err="); Serial.println(err); } else { Serial.print("Humidity = "); Serial.print((int)humidity); Serial.print("% , ");</pre>		


```

Serial.print("Temperature = ");
Serial.print((int)temperature);
Serial.println("°C");
}

// 讀取火焰感測器
int fire_DO = digitalRead(FLAME_DO);
int fire_AO = analogRead(FLAME_AO);

Serial.print("Flame DO = "); Serial.print(fire_DO);
Serial.print(" , Flame AO = "); Serial.println(fire_AO);

if (fire_DO == LOW) {
  // 偵測到火焰，啟動蜂鳴器與 LED
  digitalWrite(ALARM, HIGH);
  digitalWrite(led, HIGH);

  // 顯示火焰偵測時間（轉換為 時：分：秒）
  unsigned long currentMillis = millis() / 1000;
  int hours = currentMillis / 3600;
  int minutes = (currentMillis % 3600) / 60;
  int seconds = currentMillis % 60;

  Serial.print(">> 偵測到火焰！時間：");
  if (hours < 10) Serial.print("0");
  Serial.print(hours);
  Serial.print(":");
  if (minutes < 10) Serial.print("0");
  Serial.print(minutes);
  Serial.print(":");
  if (seconds < 10) Serial.print("0");
  Serial.print(seconds);
  Serial.println("");
} else {
  digitalWrite(ALARM, LOW);
  digitalWrite(led, LOW);
  Serial.println(">> 無火焰");
}

delay(1000); // 每 1 秒更新一次
}

```