

## ● 實驗名稱

### 熱力學實驗

## ● 實驗目的

### ✓ 熱輻射

1. 探究不同顏色、材質的表面輻射差異
2. 探究史蒂芬-波茲曼輻射定律
3. 驗證電熱源的平方反比輻射定律

### ✓ 熱引擎與氣體定律

1. 利用熱力循環，了解熱力過程及熱機原理
2. 探討理想氣體的各定律

### ✓ 空氣 $\gamma$ 值得測定

探討氣體在絕熱過程  $dQ=0$  情況下，氣體壓力  $P$  與體積  $V$  的關係為  $pV^\gamma = \text{常數}$ ，其中  $\gamma \equiv C_p C_v /$ ， $\gamma$  和絕熱過程關係密切是氣體動力學上一個很重要的係數。

## ● 原理與分析方法

### ✓ 熱輻射

1. 史蒂芬-波茲曼輻射定律：一個黑體表面的單位面積輻射面積強度與黑體本身絕對溫度的四次方成正比  $I = \epsilon \sigma T^4$
2. 從點光源：放出的光線密度隨距離而減少，輻射強度與距離平方成反比

### ✓ 熱引擎與氣體定律

1. 波以耳定律：氣體壓力與體積成反比
2. 查理定律：溫度和體積成正比

### ✓ 空氣 $\gamma$ 值得測定

根據熱力學第一定律  $dU = dQ - PdV$  可以推導出  $pV^\gamma = \text{常數}$ ，而其中的  $\gamma$  會由於不同型態的氣體分子有不同的運動模式而有不同的值。

## ● 實驗儀器

1. 熱輻射：熱輻射體、熱感應器、玻璃、史蒂芬-波茲曼燈泡、低壓直流電源供應器、毫伏特計、歐姆計、長尺、隔熱板、隔熱手套
2. 熱引擎及氣體定律：熱引擎、轉動感應器、溫度感應器、壓力感應器、GLX 圖形精靈、冷熱筒、集水筒
3. 空氣  $\gamma$  值的測定：氣體絕熱測量儀、數據處理盒、三芯電纜訊號線

## ● 步驟大綱

### ✓ 熱輻射

(一) 不同材質的熱輻射效應

1. 在輻射體與熱感應器上連接三用電表分別設定在電阻和電壓的模式
2. 將輻射體轉到 5 的刻度開始加熱
3. 加熱完成後，將熱感應器對準個輻射面，紀錄電壓值做比較
4. 再將輻射體的刻度轉到 7 等待加熱完成並重複 3 步驟

#### (二)熱輻射的穿透與吸收

在輻射體黑色表面前放上不同材質的檔板，並記錄不同材質的輻射穿透強度

#### (三)點熱源之輻射平方反比定律

1. 將史蒂芬-波茲曼燈泡的燈心對準熱感應器
2. 將電源感應器與燈泡連結並開啟裝置使燈泡發光
3. 紀錄電源供應器的電壓、電流還有熱感應器的電壓
4. 計算出燈泡的電阻查表找到溫度，並與電壓值做比較

#### (四) 史蒂芬-波茲曼輻射定律

1. 固定燈泡距離，輸入不同大小的電壓
2. 紀錄電源供應器的電壓、電流還有熱感應器的電壓
3. 計算出燈泡的電阻查表找到溫度，並與電壓值做比較

#### ✓ 熱引擎與氣體定律

##### (一)查理定律

1. 將活塞固定在 20ml 的刻度，並平放熱引擎，減少重力造成的壓力
2. 將熱引擎與氣瓶連接
3. 把氣瓶浸入不同溫度的水中並記錄熱引擎的體積變化與水溫以做圖

##### (二)波以耳定律

1. 將壓力感應器接到熱引擎
2. 做直立的熱引擎上家砝碼
3. 測量不同重砝碼施加壓力造成的體積變化

##### (三)綜合氣體定律

1. 加壓力感應器語氣瓶接到熱引擎
2. 記錄不同水溫下的壓力變化情形並作圖

#### ✓ 空氣 $\gamma$ 值得測定

1. 儀器設定與數據擷取
2. 資料處理與分析：
  - a. 找出空氣壓縮時的壓力和溫度。找出最好的資料點，根據公式計算出溫度和壓力的理論值
  - b. 用統一單位(如 Pascals 和 m )作出  $p$ - $V$  圖像。求出在壓縮過程中對氣體作的功，根據絕熱氣體定律公式計算出該功的理論值，與計算值作比較
  - c. 將  $p$ 、 $V$  取自自然對數，作  $\ln(p)$ - $(\ln V)$  圖，求出常數  $\gamma$ ，與表 1 做比較。