一 、實驗目的

1. 熱輻射:討論物體和熱源溫度對熱輻射的影響、史蒂芬-波茲曼輻射定律、平方反比

輻射定律

1. 熱引擎及氣體定律:了解熱力過程及熱機的原理及氣體定律
2. 空氣γ值的測定:氣體在絕熱過程 d𝑄 = 0 情況下，𝑝𝑉^𝛾 = 常數(γ ≡ Cp⁄Cv)

二、實驗原理

1. 熱輻射:

(1)熱輻射:物體用電磁輻射的方式把熱能向外傳播的方式。

(2)史蒂芬-波茲曼輻射定律：j\* =  σT4(高溫)

j\* = Prad - Prad detector =   σ(T4 - T4det) (低溫)

j\*：單位面積輻射功率(J/s⋅m2 = W/m2) ：黑體發射率(理想黑體為1)

σ：史蒂芬─波茲曼常數(5.617×10-8) T：絕對溫度(K) Tdet：室溫

理想黑體不會反射或透射，發射率等於吸收率。不理想的黑體稱為灰體，發射率介

於 0∼1之間。

(3)點熱源的平方反比輻射定律：熱輻射經由一點光源向空間傳播時其強度會與傳播距

離平方成反比。

1. 熱引擎及氣體定律
2. 熱機:能將熱源給的熱能化成對外輸出的機械能之機械，根據卡諾定理，即使是理

想熱機，效率也不等於100%

1. 空氣γ值的測定: 𝑝𝑉^𝛾 = 常數(γ ≡ Cp⁄Cv)
2. 氣體為熱的不良導體，達熱平衡慢
3. 外界做功轉為內能:溫度、壓力上升
4. 氣體做功消耗內能:溫度、壓力下降
5. 絕熱過程中，P-V變化越明顯，曲線越陡

三、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γ值的測定: 氣體絕熱測量儀、數據處理盒、三芯電纜訊號線

四、實驗步驟

1. 熱輻射:

(1)-1不同材質表面

a.實驗裝置組裝

b.打開熱輻射體電源，將燈泡之加熱功率調到HIGH，觀察熱輻射體熱電阻值的變

化，當電阻值下降到40 kΩ時，將加熱功率調降到5.0。

c.當電阻讀值在小數點以下第二位的數值緩慢下降時，即可開始量測。

d.同時將熱感應器的遮罩打開，分別量測熱輻射體四面之輻射強度的輸出電壓

e.改變熱輻射體的燈泡加熱功率為7.0、5.0，重複上述步驟(3)和(4)。

(1)-2不同物體的熱輻射現象:

檢測周遭環境物體的熱輻射強度，比較其結果，並總結所觀察到的現象

(1)-3熱輻射的穿透與吸收

a.熱感應器置於距熱輻射體黑色表面約5cm處，記錄在無任何遮蔽物時所偵測到相

對輻射強度的電壓信號

b.透明玻璃片置在感應器與輻射體中間，記錄所得之輻射強度的電壓信號

c.將隔熱板放置在感應器與輻射體中間，記錄所得之輻射強度的電壓信號

d.將熱輻射體的上蓋移開，將熱感應器放在裸燈上方，記錄輻射強度的電壓信號，

重複b.c.之步驟

(2)點熱源之輻射平方反比定律

a.實驗裝置組裝：

i.長尺固定在桌上，使史蒂芬-波茲曼燈泡的燈心水平位對準直尺零點位置。

ii.使熱感應器的高度與史蒂芬-波茲曼燈泡的燈心等高。盡可能使二者共軸。讓熱

感應器前後移動時，仍能對準燈心。

iii.熱感應器的信號輸出端接上毫伏特計，直流電源供應器的輸出電壓端連接至燈

泡的電源輸入端

b.實驗測量：

　　 i.打開直流電源供應器，輸出10V(不超過 13 V)加熱史蒂芬-波茲曼燈泡

ii.移動熱感應器位置，改變其與燈泡間的直線距離，記錄在不同距離時，熱感應器偵測到之輻射強度的相對電壓輸出值

c.數據分析和作圖：計算 1/X2；將所量得之輻射強度減掉環境的平均輻射強度

(3)高溫史蒂芬-波茲曼定律

a.實驗器材組裝：

i.熱感應器的高度調到與燈心等高，使感應器與燈心距離 6 cm。

ii.隔熱板置於燈泡與感應器中間，注意在感應器感的熱範圍內不要有其他物體。

b.實驗測量：

i.量測室溫的絕對溫度值T(ref)及燈泡在室溫時的電阻 R(ref)。

ii.輸出1V的定電壓加熱燈泡。將感應器遮罩打開，將隔熱板移開，讀取熱感應器

測得之電壓並記錄電源供應器輸出之電壓與電流

iii.改變定電壓值(勿超過 13 V)，記錄不同電壓時，流經燈泡的電流和熱輻射強度

的輸出電壓。

c.數據分析和作圖：計算燈絲的電阻值(V/I)；

計算燈絲溫度 T = (R – Rref)/Rref+Tref；

1. 熱引擎及氣體定律:

(1)熱引擎

a.架設儀器，開啟GLX電腦，設定壓力與體積的關係圖

b.用軟體記錄P-V數據，先將氣瓶放在冷水中，將此點紀錄為 a 點並記錄溫度

i.a→b：將 200g 砝碼放在活塞平台上，記錄 b 點的溫度。

ii.b→c：將氣瓶從冷水移到熱水中，記錄 c 點的溫度。

iii.c→d：將 200g 砝碼移開，記錄 d 點的溫度。

vi.d→a：將氣瓶從熱水移回冷水中，記錄 a 點的溫度。

c.利用公式 W=MgΔh 計算機械功，並與 P-V 圖之面積比較

d.更換砝碼重量，重複步驟b.c.。

(2)查理定律

a.將熱引擎側放，氣瓶接在熱引擎管路接口上，另一端連接溫度感應器

b.將氣瓶放入熱水中，待氣瓶與熱水溫度相等後記錄此時溫度與活塞的位置

c.熱筒裡加入適量冷水，至少調配出 5 個溫度，分別記錄 5 個溫度下的溫度及活

塞刻度，畫出溫度與體積的關係圖。

(3)波以爾定律

a.活塞拉到最高的位置，將壓力感應器接上管路接口，將另一端的管路夾壓緊

b.記錄最高位置時的壓力與體積，利用砝碼將活塞下壓，記錄不同壓力下相對應的

體積，畫出壓力與體積的關係圖。

(4)combined gas law

a.氣瓶接上壓力感應器，放入熱筒，將溫度感應器接上小電腦，待氣瓶溫度與熱水

溫度平衡後記錄此時的溫度與壓力

b.熱筒裡加入適量冷水，至少調配出 5 種溫度並記錄 5 種溫度下相對應的壓力，

畫出溫度與壓力的關係圖。

3.空氣γ值的測定:

(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取自然對數，作𝑙𝑛(𝑝)−(𝑙𝑛𝑉)圖，求出常數 γ，與表 1 做比較。