

第 106 學年度清華大學普通物理實驗(10)

☒預報 或 ☐結報 課程編號: 10610PHY5101011

實驗名稱: 熱力學實驗

系 級: 材料21 組 別: 4

學 號: 106031209 姓 名: 彭慧文

組 員: 林暄慈

實驗日期: 106 年 12 月 20 日 補作日期: 年 月 日

◎ 以下為助教記錄區

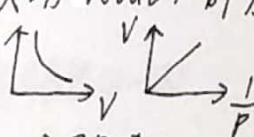
預報繳交日期	報告成績	助教簽名欄
	A +	
結報繳交日期		
報告缺失紀錄		

實驗 10 = 熱力學實驗

一、實驗目的:

- A 1. 探討物體表面之材質、顏色、粗糙度和熱源對熱輻射之影響。
2. 探討史蒂芬-波茲曼定律。
3. 探討點熱源之平方反比輻射定律。
- B 4. 藉由完成熱力循環，讓氣體對石砵做功，了解熱力過程和熱引擎。
5. 驗證查理定律 (V, T 關係)，波以耳定律 (P, V 關係)，combine gas law (P, T 關係)
- C 6. 探討氣體在絕熱過程 ($dQ=0$)， $PV^\gamma = \text{constant}$ ， $\gamma = C_p/C_v$ ，和絕熱有重要關係，為氣體動力學中的重要係數。

二、實驗原理:

- A 1. 史蒂芬-波茲曼定律。
① 熱物體之輻射強度， R_{rad} (單位面積功率) $\propto T^4$ (K)
② 高溫 (500-2000K) $R_{\text{rad}} = \epsilon \sigma T^4$ ϵ = 輻射係數 ($\epsilon=1$ 為黑體)
低溫 (300-400K) σ = 史蒂芬常數 = $5.6703 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$
③ 影響輻射率的因素：材質、顏色 (顏色越深，吸收之輻射越大)，環境溫度，粗糙程度 (越粗糙，輻射率越高)。
- B 2. 熱引擎：熱能 Q_{in} 轉換成機械能或功 W_{out} ，部分喪失 Q_{out} 以 $PV=nRT$ 之形式轉換。
3. 波以耳定律 = 定溫下 $PV = \text{constant}$ 。

4. 查理-給呂薩克定律 = 定壓下， $V \propto T$ ，定體積下， $P \propto T$ 。
- C 5. 氣體為熱的不良導體，達熱平衡很慢。
→ PV 改變劇烈時，① 外界做功轉為內能，溫度、壓力↑。
② 氣體做功消耗內能，溫度、壓力↓。
6. 在絕熱過程中， $P-V$ 變化較明顯 → 曲線較陡

三、器材:

- A 熱輻射體，熱感應器，隔熱手套，隔熱板，長尺，玻璃，三用電表，波茲曼燈泡。
- B 熱引擎，支撐座，支撐桿，冷熱筒，尼龍線，轉動感應器，壓力感應器 GLX，集水筒，熱水瓶，抹布，石砵座。
- C 氣體絕熱測量儀，數據處理盒，數據處理軟件。

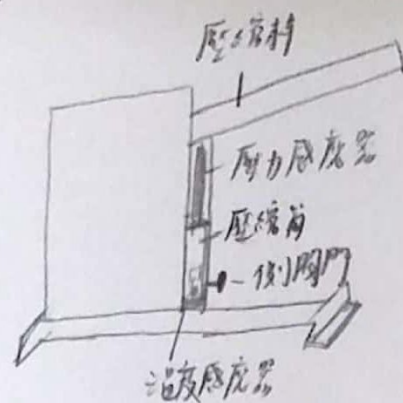
A



B



C



四、實驗步驟

A. 1. 不同材質表面

- ① 架設器材
 - ② 打開輻射電源，預熱燈泡。
 - ③ 功率調至5.0，當達熱輻射平衡時，測量數據。
- ##### 2. 點熱源之輻射平方反比

- ① 架設器材
 - ② 燈泡輸入電源前，記錄背景輻射。
 - ③ 打開直流電源，10V電壓（不可大於13V）
 - ④ 改變感應器和燈泡距離，記錄不同距離之輻射強度。
- ##### 3. 高溫史蒂芬-波茲曼定律。

- ① 架設器材（同A2.）
- ② 加熱燈泡前，先測量室溫 and 燈泡電阻 R_{ref} 。
- ③ 燈泡輸入1V電壓，測量感應器電壓，並記錄電源供應器之 V 、 I 。（測完後將隔熱板放回感應器和燈泡間）
- ④ 改變燈泡的電壓值（不可 $> 13V$ ），重複步驟①-③

B. 1. 熱引擎。

- ① 架設器材。
 - (1) 滑車輪對齊引擎，線一端掛掛鉤，一端繞滑車輪後連接引擎活塞。
 - (2) 轉動、溫度、壓力感應器裝於GLX，GLX設定壓力-體積。
 - (3) 冷熱筒備有冷熱水
- ② 完成以下步驟，畫P-V圖，一開始氣缸處於冷水中，記a溫。
 - (1) a→b. 20g砝碼放於活塞上，記b溫。
 - (2) b→c. 氣缸移入熱水中，記c溫。
 - (3) c→d. 20g砝碼移去，記d溫。
 - (4) d→a. 氣缸移回冷水，記a溫。

2. 查理定律。

- ① 架設器材。

- ② 氣瓶放入熱筒，並分三次加入全水
- ③ 記錄溫度體積，並繪製關係圖

C 1. 器材架設校正

2. 填換氣體

- ① 氣體供應連接入氣孔。
- ② 壓縮筒，調整最大容積
- ③ 排出所有氣體（開出氣孔，開入氣孔）
- ④ 吸入所要氣體（開入氣孔，開出氣孔）

3. 車體開始搜集資料的同時，金屬桿下壓至最低點，持續一段時間，放開後，還原位時 stop.

4. 分析數據，換解壓，重複步驟 2.3.

五、問題預習

1. 特熱輻射體四面輻射能量高低是否和溫度有關？

A = 我猜測應該無關溫度，而是和表面的材質相關。

2. 那些材質能隔絕熱輻射，哪些不能？

A = 光滑的表面應該能隔絕熱輻射，黑色的表面應該不能。

3. 史帝方-波茲曼定律是否為真正的黑體光源？

A = 應該不是，但實驗室中會將其視為黑體光源。

4. 輻射強度與絕望溫度有何關係？

A = $Rad = \epsilon \sigma T^4$, $Rad \propto T^4$

5. 除了黑體的光輻射外，實驗過程中還有哪些輻射會參與？

A = 教室燈光的輻射，人體的熱輻射。

6. 為何改變燈泡的電壓值不能 $> 13V$ ？

A = 電壓過大會讓燈泡燒壞。