

# 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

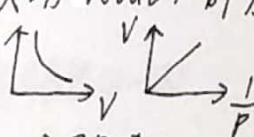
預報繳交日期	報告成績	助教簽名欄
	A +	
結報繳交日期		
報告缺失紀錄		

# 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，觀察氣體對石砵做功，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， $R_{\text{rad}}$  (單位面積功率)  $\propto T^4$  (K)  
② 高溫 (500-2000K)  $R_{\text{rad}} = \epsilon \sigma T^4$   $\epsilon$  = 輻射係數 ( $\epsilon=1$  為黑體)  
低溫 (300-400K)  $\sigma$  = 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  $Q_{\text{in}}$  轉換成機械能或功  $W_{\text{out}}$ ，部分喪失  $Q_{\text{out}}$  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。



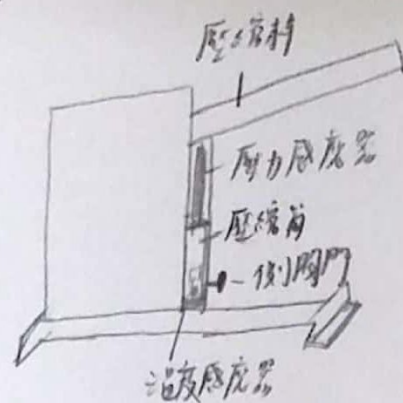
A



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  $R_{\text{ref}}$ 。
- 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)  $a \rightarrow b$  20g砝碼放於活塞上，記b溫。
  - (2)  $b \rightarrow c$  氣缸移入熱水中，記c溫。
  - (3)  $c \rightarrow d$  20g砝碼移去，記d溫。
  - (4)  $d \rightarrow a$  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，達原位時 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. 除了史帝方-波茲曼定律外，實驗過程中還有哪些輻射實驗？

A = 教室實驗光的干涉，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。



# 第 106 學年度清華大學普通物理實驗(11)

☐預報 或 ☒結報 課程編號: 10610PHYS101011

實驗名稱: 演示C=波動力學與熱力學篇

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 13 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+ +9 = 99	EJ
結報繳交日期		
報告缺失紀錄		

# 龍洗 (Resonance Bowl)

## (一) 裝置圖



## (二) 現象

雙手洗乾淨後，摩擦龍洗盆的把手，會讓水面產生波紋，甚至形成水花。同時也會發出嗡嗡聲。

## (三) 原理

龍洗發聲是一種共振現象，當雙手來回摩擦的頻率等於龍洗的自然頻率時，便會產生共振，因為龍洗底部的限制，此振動不能外傳，形成水駐波。龍洗所形成的水駐波大多是四節，也就是有四個波腹，當共振出現時，這些波腹的振幅會加劇，造成水花四濺。

## (四) 應用

1. 吊橋倒塌 = 當吊橋附近風的頻率剛好等於吊橋的自然頻率時，風和吊橋產生共振，使吊橋劇烈振動而倒塌。

2. 橋樑震垮 = 火車的平輪土有一道刻痕，火車行過時，刻痕會不斷地與鐵軌摩擦，當刻痕與鐵軌摩擦的頻率正好等於橋樑的自然頻率時，會產生共振使橋樑被震垮。



# 、特林引擎 (Stirling Engine)

## (一) 裝置圖



## (二) 現象

將裝有熱水的杯子置於史特林引擎下方，一段時間後，溫差明顯增大，史特林引擎即可循著加熱後又冷卻的循環開始運行。

## (三) 原理

史特林引擎的原理為空氣受熱會膨脹，膨脹之後遇到冷空氣又收縮。

此時如果我們在一容器中加入可自由滑動的活塞，在容器下端加熱，上端冷卻，形成溫差，接著空氣因下方加熱而膨脹上升推動活塞，當空氣膨脹後碰到上端的冷空氣又遇冷收縮，就形成一個簡單的循環。

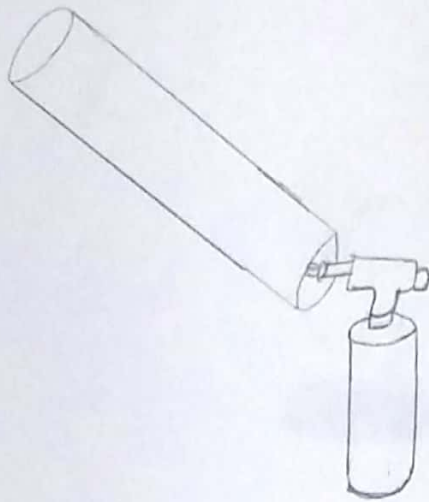
上端冷卻的地方有一動力活塞，在氣體變化中運轉，並帶動輪子旋轉，而內部活塞用來移動氣體，此時內部活塞和動力活塞各連接到旋轉軸上，兩者維持 $90^\circ$ 的相位角。

## (四) 應用

汽車內燃引擎：在燃料的選擇較自由，也沒有爆震的問題，使用上較安全且耐久。

# 開管熱致發聲 (Rijke Tube)

## (一) 裝置圖

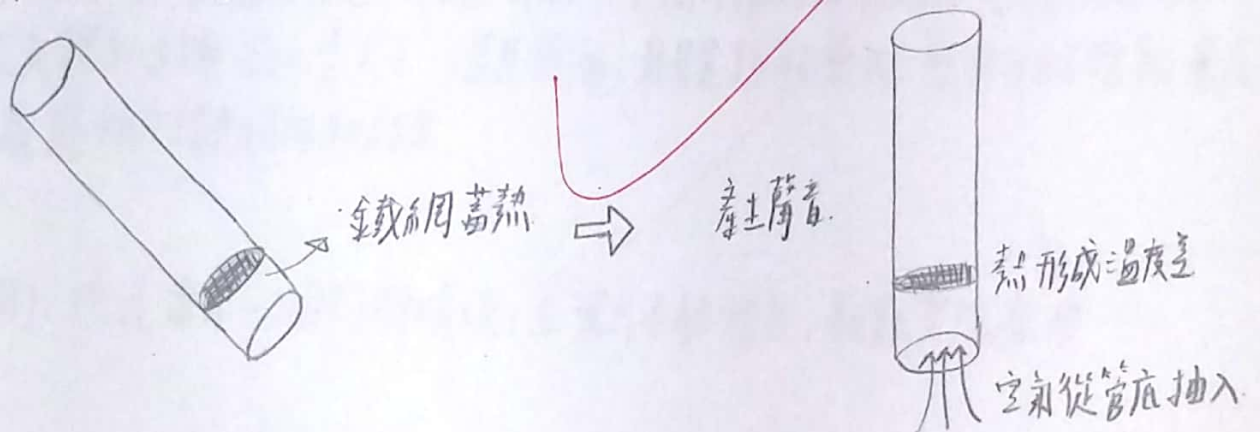


## (二) 現象

用火槍將鉛管的底部加熱，直立鉛管，即可聽到低頻的聲音。

## (三) 原理

其實管子內有安裝一小型的鐵網，當火槍加熱鐵網時，鐵網升溫，停止加熱後，因為鐵網蓄熱的能力較好，會產生溫度差，使空氣吸入鉛管中，通過鐵網和鉛管，產生聲音，若是沒有鐵網，因為鉛管本身的蓄熱能力不夠好，因此無法產生聲音。



## (四) 應用

1. 管風琴 = 利用類似的效果，透過空氣的流入，創造聲音。

2. 早期輪船：早期輪船出發前總會有鳴笛聲，那也是透過相同原理。火煙囪中有濾網或鐵網之類的東西，防止異物掉落，再出發的時候，引擎需要輸出較大功率，溫度較高，加熱鐵網，產生相同效果。



# 輻射計 (Radiometer)

## 1) 裝置圖



## (二) 現象

照光後，玻璃中的葉片便開始轉動，旋轉方向如圖中所示

## (三) 原理

如圖中所示，旋轉方向非常重要，整個系統看似是光子在推動葉片轉動，但其實不然，正確來說應該是空氣分子推動葉片轉動，由圖中可以看到，葉片有一面是黑的，另一面是銀色的，照到光後，黑色較容易吸熱，所以周圍的氣體分子更容易被加熱，又根據氣體動力論  $E_k = \frac{3}{2} kT$ ，溫度愈高，氣體動能愈大，愈有可能推動葉片，因此造成圖中的轉動方向和結果。

## (四) 應用

裝置藝術：但這需要一個封閉環境，且葉片不能過重，較難實際應用。

## 心得

這次的演實驗是波動和熱力學實驗，我記得小時候在玻璃工藝館有看過液氣相變的儀器和伽利略溫度計，當時只覺得很有趣，但現在還學到了儀器的原理，而這次儀器的原理好像比上次轉動的演實驗好理解，聽的懂，很開心 😊。 *good*

*這個人好像現在好像倒了！*