

熱力學 結報

一、實驗數據與分析

A. 熱輻射

不同性質所產生的熱輻射：

功率(w)	黑(mv)	白(mv)	平(mv)	粗(mv)
66.67	7.4	7.6	0.3	3.7
77.78	13.5	13.2	1.0	6.6
100	19.1	18.4	0.8	9.0

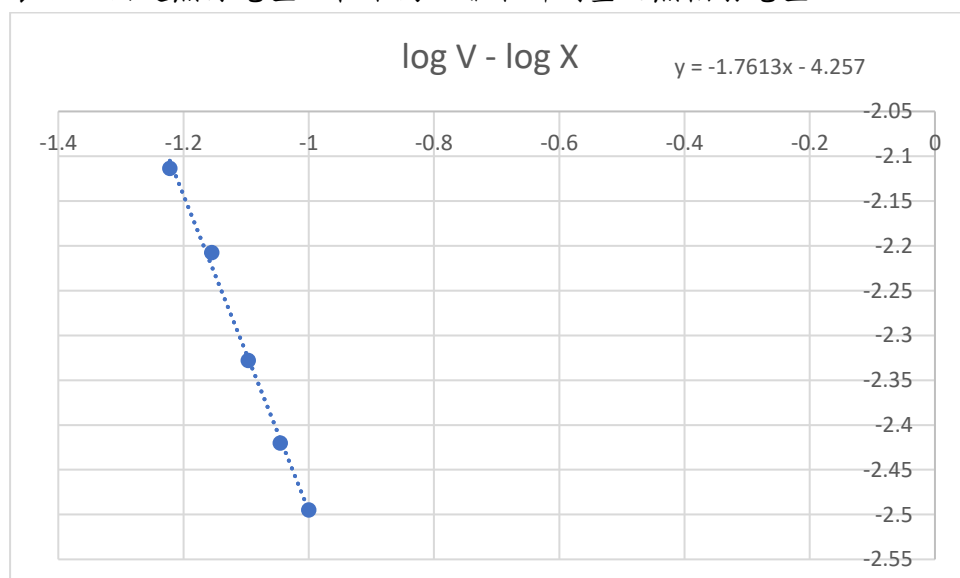
表一、不同性質的面所產生的熱輻射

由表一可得知，黑色較白色更容易放出熱輻射，而粗糙面較平滑面更容易放出熱輻射。

點熱源之輻射平方反比定律：

距離(m)	熱輻射電壓(v)	熱源電壓(v)	log x	log v
0.06	0.0077	10	-1.22185	-2.11351
0.07	0.0062	10	-1.1549	-2.20761
0.08	0.0047	10	-1.09691	-2.3279
0.09	0.0038	10	-1.04576	-2.42022
0.10	0.0032	10	-1	-2.49485

表二、固定熱源電壓，在不同距離下所測量之熱輻射電壓



圖一、Log V 對 Log X 做圖

實驗做出來點熱源輻射約與距離的 1.76 次方成反比，與理論值有些誤差

高溫史蒂芬-波茲曼定律：

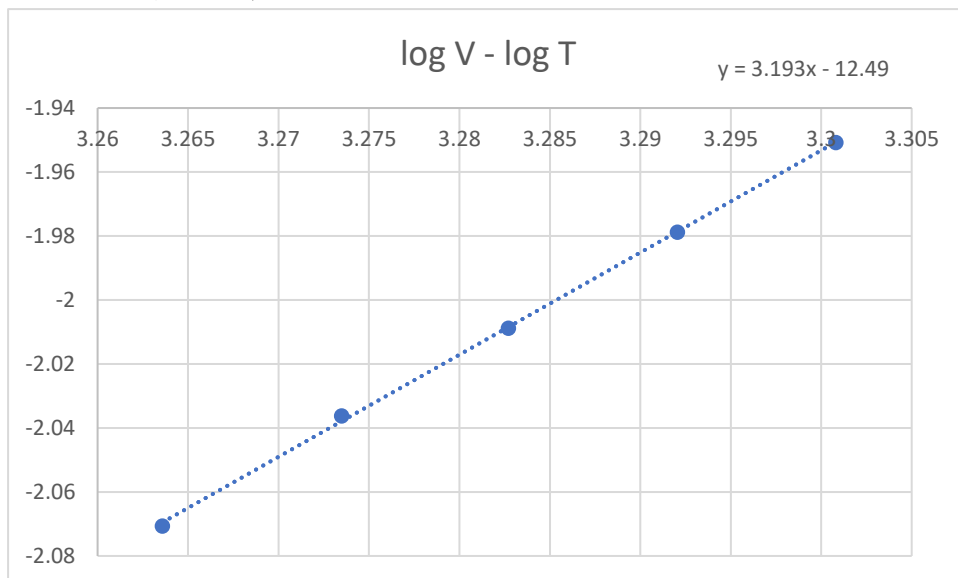
熱源電壓(v)	電流(A)	距離(m)	熱輻射電壓(v)	電阻(Ω)
10.0	1.581	0.06	0.0085	6.325111
10.5	1.621	0.06	0.0092	6.477483
11.0	1.661	0.06	0.0098	6.622517
11.5	1.698	0.06	0.0105	6.772674
12.0	1.735	0.06	0.0112	6.916427

表三、固定距離，測量不同的熱源電壓所產生之熱輻射電壓
 $R_{ref} : 0.0045 \text{ K}^{-1}$ 。

根據公式： $T = \frac{R-R_{ref}}{\alpha R_{ref}} + 300(K)$ ，

熱源電壓(v)	熱輻射電壓(v)	T(K)	log V	log T
10.0	0.0085	1834.753	-2.07058	3.263578
10.5	0.0092	1877.079	-2.03621	3.273482
11.0	0.0098	1917.366	-2.00877	3.282705
11.5	0.0105	1959.076	-1.97881	3.292051
12.0	0.0112	1999.007	-1.95078	3.300814

表四、根據公式計算出溫度



圖二、Log V 對 Log T 做圖

由圖二可知，體積與溫度的 3.19 次方成正比，理論值應為體積與溫度的 4 次方成正比

B. 熱引擎

管半徑：0.015 m。

管截面積：0.000706858 m²。

熱引擎實驗：

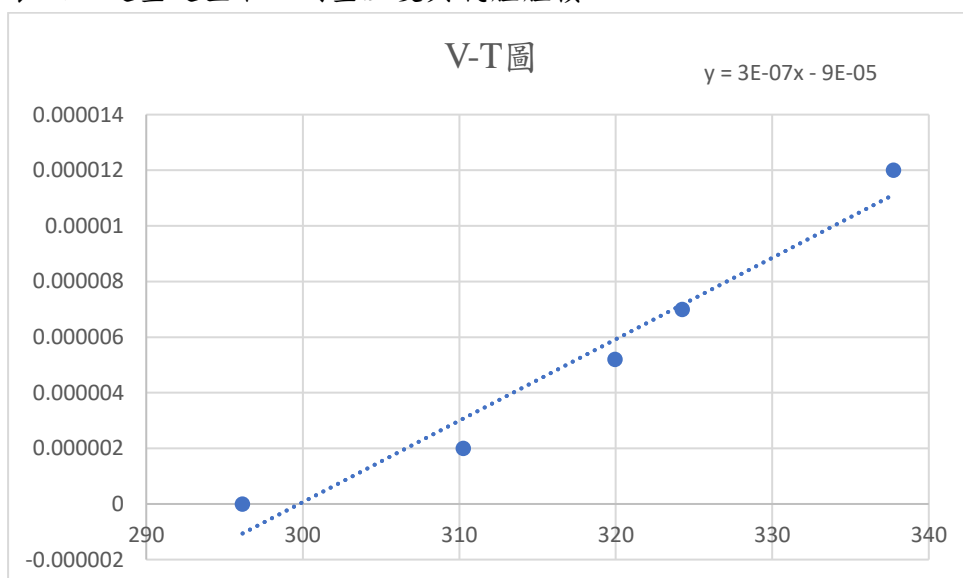
水溫(C)	砝碼(kg)	F(N)	壓力(N/m ²)	體積(ml)	體積(m ³)
22.9	0	0	0	28	0.000028
22.9	0.12957	1.269786	1796.38	21	0.000021
81.4	0	0	0	45	0.000045
81.4	0.12951	1.269198	1795.548	40	0.00004

表五、熱引擎實驗四個資料點的量測數據

查理定律：

溫度 T(C)	溫度 T(K)	體積 V(ml)	體積 V(m ³)
23.0	296.15	0.0	0
37.1	310.25	2.0	0.0000020
46.8	319.95	5.2	0.0000052
51.1	324.25	7.0	0.0000070
64.6	337.75	12.0	0.0000120

表六、定量定壓下，測量溫度與氣體體積

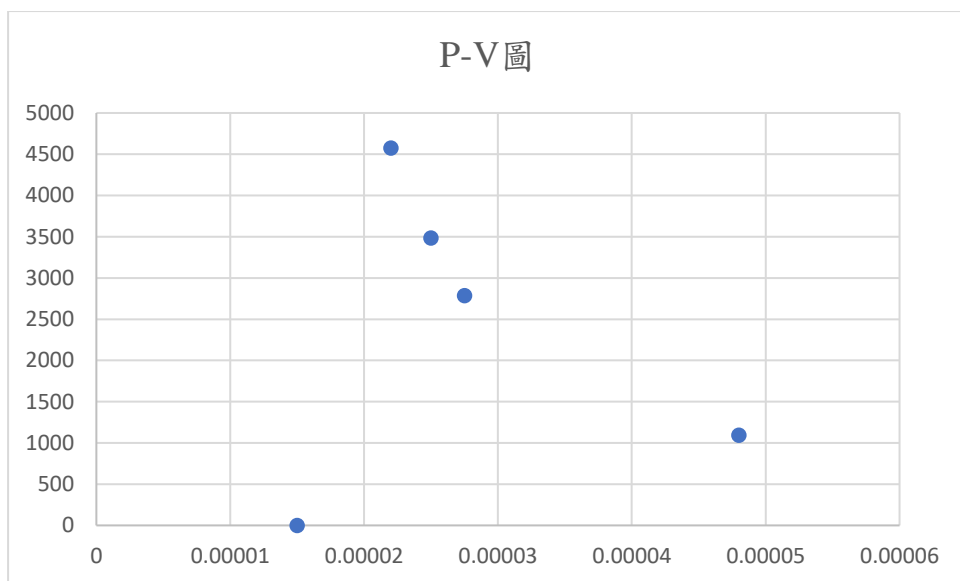


圖三、氣體體積對溫度做圖

波以耳定律：

砝碼重(g)	F(N)	壓力(N/m ²)	體積(ml)	體積(m ³)
0	0	0	15.0	0.0000150
201.0	1.96980	2786.697	27.5	0.0000275
251.2	2.46176	3482.678	25.0	0.0000250
330.0	3.23400	4575.174	22.0	0.0000220
78.8	0.77224	1092.496	48.0	0.0000480

表七、定量定溫下，測量氣體體積與壓力



圖四、壓力對體積做圖

C. γ 值



二、 問題討論

1. 請查詢史帝芬-波茲曼定律，寫出熱輻射與溫度的關係式，並舉出三個日常生活中能運用的例子。

$j^* = \epsilon \sigma T^4$ ， j^* 為物體的輻射度， T 為絕對溫度， ϵ 為黑體輻射係數，若為完全黑體， $\epsilon = 1$ ， σ 為史帝芬-波茲曼常數。

(1)耳溫槍

(2)設置在一些地方(如機場)的體溫監控儀。

(3)雷射測溫槍

2. 生活中有什麼應用與實驗 B 的熱引擎類似？

內燃機：透過加熱水蒸發變成水蒸氣向上的力量，使渦輪轉動，進而使其能驅動輪子前進。

發電機：透過加熱水變成水蒸氣向上的力量，使渦輪轉動，經由電磁感應裝置轉換成電能。

汽車引擎：透過燃燒室點火引爆油氣，膨脹的空氣推動活塞，並透過一些機構可以轉成轉動能。

3. 請以在實驗 C 中測量到的 γ 值，寫出空氣 P 與 V 的關係式。

流入氣體的熱量 dQ ，氣體的內能變化 dU ，和氣體對外界所作的功 $p dV$ 之間有下式的關係： $dQ = dU + p dV$ ，在絕熱過程中， $dQ = 0$ ，經過整理後可寫

成： $\ln p + C1 = -\gamma \ln V + C2$ ， $pV^\gamma = C$ ，因此 $p = \frac{C}{V^\gamma}$ 。

三、心得

以前高中教到氣體這個單元時，並沒有做什麼實驗，而是簡單介紹了波以耳定律、查理定律、給呂薩克定律以及道耳吞定律後，就是一堆繁複的計算，當時的我只知道遇到題目時，使用理想氣體方程式後一切都迎刃而解，經過這次實驗後，我學到了氣體體積、壓力與溫度間的關係，理想氣體方程式不再是一道冷冰冰的公式。