

● 實驗數據

◆ A-1 不同材質表面的熱輻射效應實驗

刻度 5	精密拋光鋁面	噴砂鋁面	黑漆面	白色面
輸出電壓(mV)	0.1	2.0	4.9	4.8
電阻(Ω)	26.8	26.8	26.8	26.8

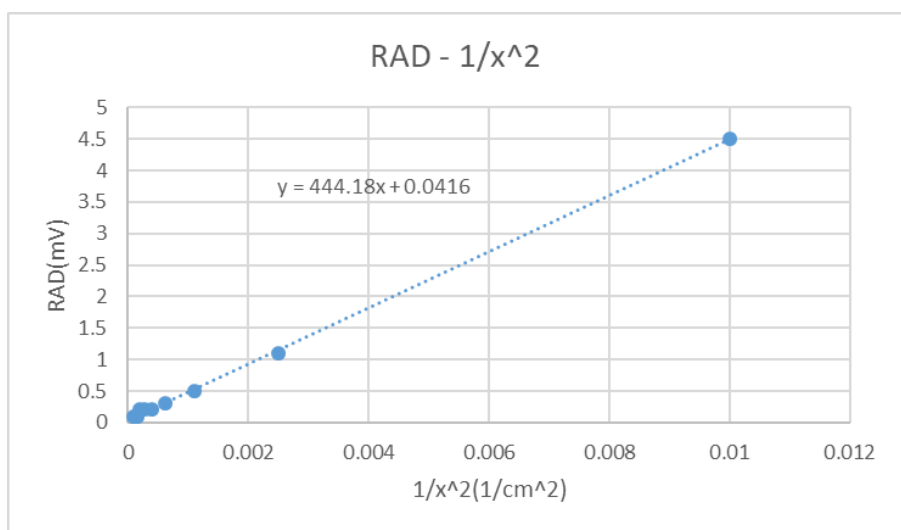
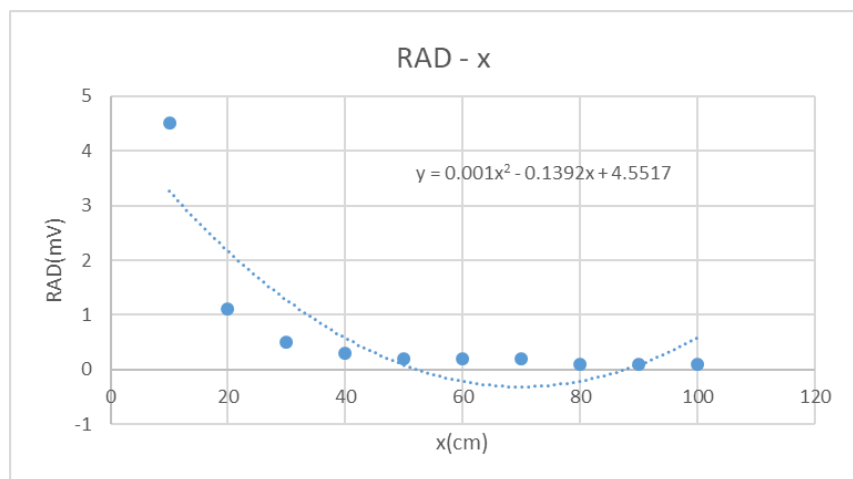
刻度 7	精密拋光鋁面	噴砂鋁面	黑漆面	白色面
輸出電壓(mV)	0.2	2.5	6.5	6.2
電阻(Ω)	18.9	18.9	18.9	18.9

◆ A-2 點熱源之輻射平方反比定律

定電壓：10.1 (V)

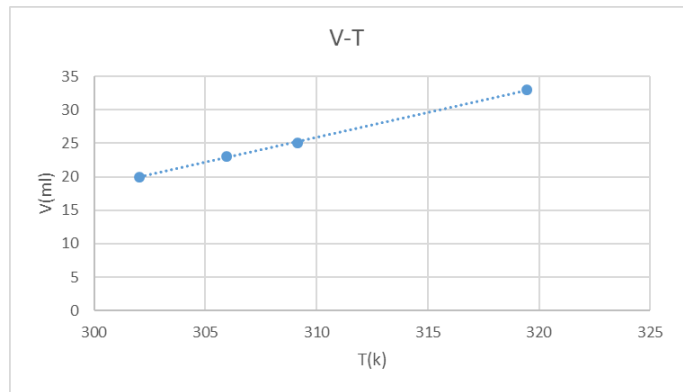
距離 X_0 (cm)	環境的輻射強度的對應電壓 V_0 (mV)
10	-0.5
20	-0.4
30	-0.2
40	-0.1
50	-0.1
60	-0.1
70	-0.1
80	-0.1
90	0
100	0
平均輻射強度電壓(mV)	-0.16
平均偏差	0.124

距離 $X_0(\text{cm})$	偵測到之輻射強度的相對電壓 輸出值 RAD(mV)	RAD - Ambedient
10	4.5	4.66
20	1.1	1.26
30	0.5	0.66
40	0.3	0.46
50	0.2	0.36
60	0.2	0.36
70	0.2	0.36
80	0.1	0.26
90	0.1	0.26
100	0.1	0.26



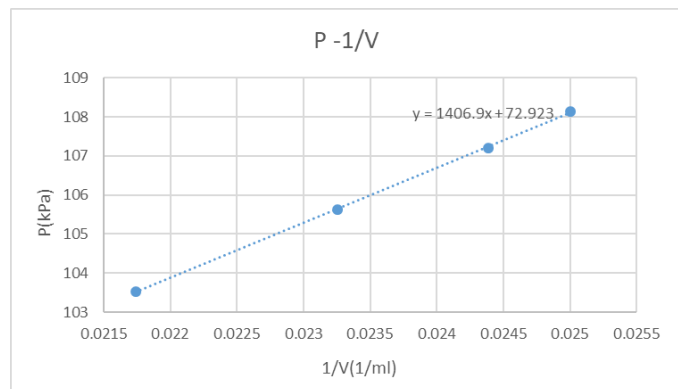
◆ B-2 查理定律

溫度 T(k)	體積 V(ml)
302.05	20
309.15	25
319.45	33
305.95	23



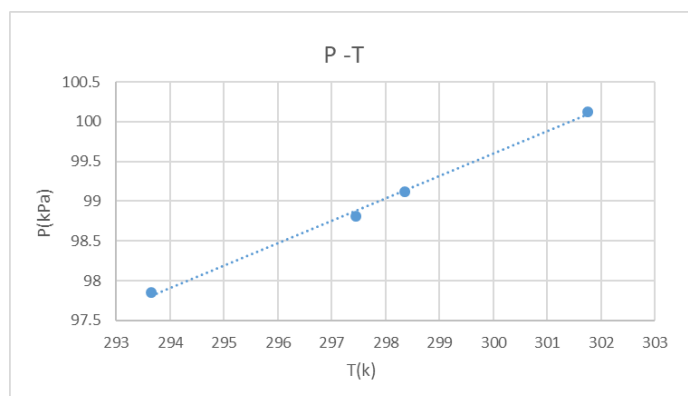
◆ B-3 波以爾定律

體積 V(ml)	壓力 P(kPa)
46	103.52
43	105.63
41	107.2
40	108.13



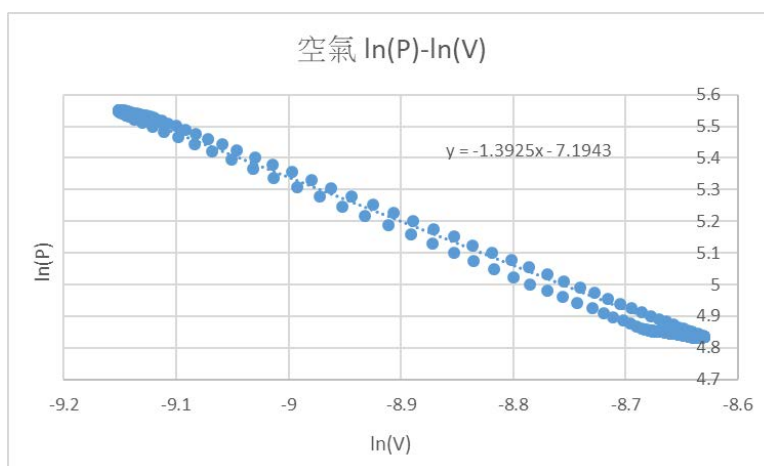
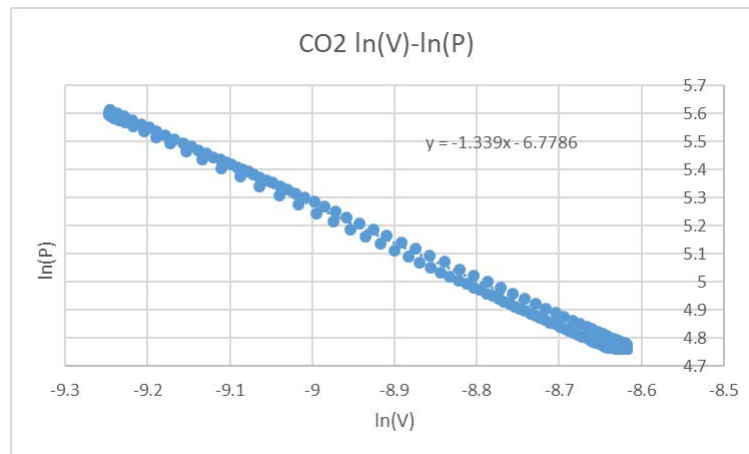
◆ B-4 Combined Gas Law

溫度 T(K)	壓力 P(kPa)
293.65	97.85
297.45	98.81
298.35	99.12
301.75	100.13



◆ 空氣 γ 值得測定

	γ (實驗值)	γ (理論值)	誤差%
空氣	1.3925	1.40	0.00536
二氧化碳	1.3390	1.29	-0.0380



✓ 分析：

由 $\ln p + C_1 = -\gamma \ln V + C_2$ 可知空氣 γ 值為斜率之負值

$$\text{誤差}\% = \frac{\gamma_{\text{理論值}} - \gamma_{\text{實驗值}}}{\gamma_{\text{理論值}}} * 100\%$$

$$\text{空氣的 } \gamma \text{ 誤差}\% = \frac{1.40 - 1.3925}{1.4} * 100\% = 0.00536\%$$

$$\text{二氧化碳的 } \gamma \text{ 誤差}\% = \frac{1.29 - 1.3390}{1.29} * 100\% = -0.0380\%$$

推測瓶內有其他 γ 較高的氣體存在，使得實驗值較高。

● 結果與討論

A-1:

溫度較高時，表面輻射也較強，而各表面的輻射強度為：

黑漆 > 白色面 > 噴砂鋁面 > 精密拋光鋁面

A-2:

因為熱輻射以球狀向外輻射，將燈泡視為點熱源，根據真空中點熱源之輻射平方反比定律，輻射強度與輻射距離為平方反比關係， V 正比於 $1/x^2$ 。推射誤差產生因實驗環境非真空，因此熱輻射被空氣的物質吸收，導致熱輻射傳遞距離誤差越大。輻射強度與距離平方反比呈線性，但距離 10 公分後出現斷層，應該是因為距離太遠，感應器感應不太到此處的入輻射量。

● 問題與討論

1. 將熱輻射體四面的輻射能量高低排序，是否跟溫度有關？

Ans: 跟溫度無關，只和輻射表面材質有關，顏色越深能量越高

2. 平方反比定律實驗中，輻射強度與距離的關係圖，何者為線性？在所量測的範圍中是否都呈線性關係？

Ans:

輻射強度與距離平方反比呈線性

是，但 10 公分後出現斷層，應該是熱輻射量過低，超出感應器偵測範圍。一位實驗環境非真空，因此熱輻射被空氣中的物質吸收，導致熱輻射傳遞距離越遠誤差越大。

3. Stefan-Boltzmann 燈泡是否為一真正的點光源？如果不是，會對實驗有何影響？在所測得的實驗數據中是否看得到此現象？

Ans: 整條發亮的鎢絲都是光源，所以非點光源。如果燈心能確定與熱感應器都在同一條直線上，影響將降至最小，由實驗數據來看，較近距離的點較接近線性關係。

4. 實驗過程中，除了燈泡的熱輻射外，還有哪些會影響實驗結果？

Ans: 熱感應器與燈心的相對位置、熱感應器的靈敏度。

5. 要如何改善實驗 B 讓結果更精準？

Ans: 由於氣體與氣體之間分子間仍有交互作用力，因此可以嘗試使用 van der Waal's Law 來修正，使結果較準確。

$$\left(p + a \frac{n^2}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$$

- V 為總體積
- n 為物質的量
- a 為度量分子間重力的參數 $a = N_A^2 a'$
- b 為1莫耳分子本身包含的體積之和 $b = N_A b'$,
- R 為普適氣體常數
- N_A 為阿伏加德羅常數.

6. 如果壓縮氣體的時候比較緩慢，則對實驗結果有何影響？

Ans: 氣體不是熱得良導體，熱平衡的達成需要一段時間。當 PV 改變的不夠快時，氣體個部分之間可能來得及交換熱量，因此實際發生的過程苦能事等溫變化，非絕熱過程。

7. 不同結構的氣體其 γ 有何不同？

Ans:

	γ
單原子分子 He	1.66
雙原子分子 H ₂	1.41
三原子分子 CO ₂	1.29

● 心得與建議

這次實驗算是儀器和步驟比較繁複的一次，一開始完全摸不著頭緒，即使將實驗講義看得滾瓜爛熟，再加上時間的壓力，其實滿緊張。這算是普物實驗的倒數幾個實驗，也和其他組的人混得滿熟，可以一起討論實驗的過程和結果，因此很順利的在期限前把實驗做完。